

Kommunale Energieplanung 2025

Erläuterungsbericht

Die behördenverbindlichen Genehmigungsinhalte der kommunalen Energieplanung der Gemeinde Volketswil bestehen aus:

- dem Erläuterungsbericht
- der Energieplankarte

Beschlossen durch den Gemeinderat am:

Der Präsident:
Jean-Philippe Pinto

Der Gemeindeschreiber:
Beat Grob

Genehmigt durch die Baudirektion des Kantons Zürich am:

Auftraggeberin

Politische Gemeinde Volketswil

vertreten durch:

Sandra Wiesli, Abteilungsleiterin Hochbau

Michèle Bättig, Bereichsleiterin Energie und Umwelt

Auftragnehmer

TEP Energy GmbH

Rotbuchstrasse 68, CH-8037 Zürich

www.tep-energy.ch

Telefon +41 43 500 71 71

Autoren

Martin Jakob (Projektleitung), TEP Energy

Marc Melliger (Co-Projektleitung), TEP Energy

Giacomo Catenazzi, TEP Energy

Michael Steck, TEP Energy

Zoe Talary, TEP Energy

Begleitung

Sandra Wiesli, Abteilungsleiterin Hochbau, Gemeinde Volketswil

Michèle Bättig, Bereichsleiterin Energie und Umwelt, Gemeinde Volketswil

Marcel Egloff, Gemeinderat, Hochbauvorstand, Präsident Energiekommission

Energiekommission Volketswil

Die Autoren danken der Gemeinde Volketswil und den Mitgliedern der Begleitgruppe für ihre Begleitung und ihre Beiträge zur vorliegenden Studie. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autorin und die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Inhalt

Glossar und Abkürzungsverzeichnis	1
Zusammenfassung	3
1 Ausgangslage und Zielsetzung	6
1.1 Ausgangslage	6
1.1.1 Nationale und kantonale Ebene	6
1.1.2 Ausgangslage in Volketswil	6
1.2 Zielsetzungen	8
1.2.1 Klimapolitische Zielsetzungen von Volketswil	8
1.2.2 Übergeordnete Zielsetzung der kommunalen Energieplanung	8
1.3 Bericht und Methodik im Überblick	9
2 Analyse des Ist-Zustandes	11
2.1 Charakterisierung des Gebäudeparks der Gemeinde	11
2.2 Aktuelle Wärmenachfrage	12
2.2.1 Nachfragestruktur des Gebäudeparks	12
2.2.2 Energieeffizienz nach Bauperiode	13
2.2.3 Prozesswärme	15
2.3 Gesamtenergieverbrauch und THG-Emissionen	16
2.4 Energieinfrastruktur im Wärmebereich	18
3 Zukünftige Wärmenachfrage und Netzpotenziale	20
3.1 Bevölkerungsentwicklung	20
3.2 Wärmenachfrage bis 2050 (Heizung und Warmwasser)	20
3.2.1 Räumliche Nachfragestruktur	23
3.3 Potenzielle Wärmenetze in 2035 (Heizung und Warmwasser)	24
3.3.1 Lokale Wärmeverbünde (Nahwärme)	24
4 Energiepotenziale, Wärmedargebot und Gebietsanalyse	27
4.1 Gebäudebezogene Potenziale	27
4.1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpen	27

4.1.2	Erdwärmenutzung durch Wärmepumpen mit Erdwärmesonden (untiefe Geothermie)	30
4.1.3	Solarthermie	31
4.2	Lokale und regionale (orts- und leitungsgebundene) Potenziale	31
4.2.1	Abwärme Rechenzentrum	31
4.2.2	Weitere Industrie- und Gewerbeabwärme	32
4.2.3	Kehrrichtverbrennungsanlage	32
4.2.4	Abwasser und Abwasserreinigungsanlage	32
4.2.5	Grundwasser	33
4.2.6	Oberflächengewässer	35
4.2.7	Mitteltiefe und tiefe Geothermie: Nutzung der Erdwärme aus Tiefbohrungen	36
4.2.8	Lokale Erdwärmesondenfelder	38
4.3	Regionale (ungebundene) Potenziale	39
4.3.1	Energieholz	39
4.3.2	Biomasse und Biogas	40
4.4	Übersicht der Potenziale von erneuerbaren Energien	41
5	Synthese und Gebietsfestlegung	44
5.1	Teilgebiete für die Energieanalyse	44
5.2	Gebietsfestlegung und Verbundgebiete	47
5.3	Übersicht der potenziellen Energieträger und Nachfrage	48
6	Szenarien und Sensitivitäten	50
6.1	Annahmen	50
6.1.1	Energiepreise und Sensitivitäten	51
6.1.2	Weitere Annahmen	51
6.2	Resultate und Fazit der Sensitivitätsanalysen	52
7	Fazit und Massnahmen	58
7.1	Diskussion und Fazit	58
7.2	Abgeleitete Massnahmen	59
8	Literaturverzeichnis	70

9	Anhang	72
9.1	Vorgehen und Methodik	72
9.1.1	Analyse Ist-Zustand	72
9.1.2	Nachfrageentwicklung	73
9.1.3	Räumliche Energie- und Potenzialanalyse	73
(1)	Dezentrale gebäudebezogene Potenziale und Restriktionen	74
(2)	Nicht-gebäudebezogene erneuerbare Potenziale	75
(3)	Nachfrageseitige Cluster thermische Netze	76
(4)	Thermischer Netzalgorithmus	77
9.1.4	Szenarioanalyse	78
9.1.5	Festlegungen	79
9.2	Tabellen IST-Zustand	80
9.2.1	Tabellen zu Grafiken in Kapitel IST-Zustand. Klimabereinigt	80
9.2.2	Tabellen des EKK	80
9.3	Synthese der räumlichen Energieanalyse	83
9.3.1	Tabellen mit Potenzialen pro Gebiet und Energiesystem	85

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

ARA	Abwasserreinigungsanlage
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EBF	Energiebezugsfläche
EFH	Einfamilienhaus
EE	Endenergie
EG	Eignungsgebiet
EWS	Erdwärmesonden
EWS-WP	Wärmepumpen (Sole-Wasser) mit Erdwärmesonden
EKK	Energie- und Klimakalkulator
EKZ	Energiekennzahl
FW	Fernwärme
GG	Gasgebiet
GIS	Geoinformationssystem
GPM	Gebäudeparkmodell
GW	Grundwasser
GWh	Gigawattstunde (eine Million kWh)
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister
HZ	Heizzentrale
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
kWh	Kilowattstunde (1000 Wh)
kW	Kilowatt (1000 Watt)
L/W-WP	Luft/Wasser-Wärmepumpen
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh	Megawattstunde (tausend kWh)
NW	Nahwärme
NWG	Nichtwohngebäude
REA	Räumliche Energieanalyse
RW	Raumwärme
S/W-WP	Sole/Wasser Wärmepumpe
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
TEP	Technology Economy Policy

VG	Verbundgebiet
WIS	Wärmeinitiative Schweiz
WP	Wärmepumpe
WW	Warmwasser

Zusammenfassung

Einleitung

Die Gemeinde Volketswil verfolgt eine nachhaltige Energiepolitik und hat sich seit 2007 als Energiestadt etabliert. Sie hat 2023 ihre Klimaziele verschärft und mit der Forderung nach Netto-Null-Treibhausgasemissionen wurde es erforderlich, die bestehende Energieplanung von 2015 zu aktualisieren. Damit soll der Übergang zu einer klimafreundlichen Energieversorgung sichergestellt und die Nutzung fossiler Energien letztlich auf null reduziert werden.

Ausgangslage und Überblick

Mit der Verabschiedung der Energiestrategie 2050 und dem Pariser Abkommen hat sich die Schweiz zu einer erneuerbaren und effizienten Energieversorgung verpflichtet. Die Änderungen auf Bundes- und Kantonsebene, wie das neue Energiegesetz des Kantons Zürich und sein Ziel Netto-Null bis 2040, haben die Dringlichkeit zur Anpassung der Energiepläne verstärkt.

In Volketswil, einer Gemeinde mit etwa 3145 Gebäuden und einer Energiebezugsfläche von 2,55 Millionen m², entfallen rund 84 % der Fläche auf Mehrfamilien- und Nicht-Wohngebäude. Diese machen einen bedeutenden Anteil des Energieverbrauchs aus. Der Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser betrug im Jahr 2022 rund 215 GWh. Dabei deckten fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl rund 80 % ab. Zusätzlich bestand ein Prozesswärmebedarf von rund 50 GWh, welcher zum Grossteil über Erdgas und Heizöl gedeckt wurde. Insgesamt betrug der Wärmebedarf im Jahr 2022 rund 265 GWh.¹

Herausforderungen der aktuellen Energieversorgung

Ein zentrales Problem in der bisherigen Energieversorgung ist die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern. Beim Gas erfolgt der Bezug über einen externen Anbieter, das Unternehmen Energie 360°. Bzgl. der Nutzung von erneuerbarer Energie besteht eine grosse Einschränkung in Volketswil, weil die Nutzung von Erdwärmesonden aufgrund von gewässerschutzrechtlichen Auflagen kaum möglich ist. Die energetische Infrastruktur in Volketswil weist zudem eine nicht vernachlässigbare Prozesswärmenachfrage auf, insbesondere in industriellen Gebieten, die etwa ein Fünftel des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht.

Ziele der Energieplanung

Die aktualisierte Energieplanung strebt an, die Klimaziele zu erreichen und eine sichere, nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige Energieversorgung zu gewährleisten. Folgende Hauptziele stehen im Fokus:

- **Reduktion der fossilen Energieabhängigkeit und vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung** durch die Erhöhung der Energieeffizienz und Anteile erneuerbarer Energien sowie durch die Nutzung von Abwärme, zum einen durch thermische Netze und zum anderen durch dezentrale Heizsysteme, die erneuerbare Energie vor Ort nutzen.
- **Räumliche Abstimmung** der bestehenden Infrastruktur mit dem Umbau und Ausbau der zukünftigen Wärmeversorgung unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Effizienz in Fern- und Nahwärmenetzen

¹ Gemäss witterungsneutralem Modell TEP. Gemäss Energie- und Klimakalkulator betrug der Endenergiebedarf für RW/WW und Prozesse rund 246 GWh.

- **Koordination leitungsgebundene Energieträger** und damit Schaffung von Planungssicherheit für Investoren, indem Versorgungsgebiete planerisch festgesetzt werden.
- **Erarbeitung von Massnahmen** zur Umsetzung der formulierten Ziele.

Aktueller Zustand und Energiestruktur

Die Analyse des Gebäudeparks in Volketswil zeigt, dass ein grosser Teil der Bestände vor 1975 errichtet wurde, zu einer Zeit, in der energetische Standards noch unzureichend waren. Die Energienachfrage pro m² ist in diesen älteren Gebäuden besonders hoch.

Perspektive der Wärmenachfrage

Die Wärmenachfrage wird trotz eines prognostizierten Wachstums der Energiebezugsfläche bis 2050 um etwa 10 % aufgrund von Effizienzmassnahmen um etwa 12 % sinken. Dies ist auf die energetische Modernisierung und die Implementierung effizienter Technologien zurückzuführen. Modellrechnungen gehen davon aus, dass bis 2035 eine Endenergie von etwa 212 GWh benötigt wird und dass die Nachfrage bis 2050 noch etwas weiter sinken wird.

Potenziale erneuerbarer Energien

Im Vordergrund für die Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele stehen die folgenden Potenziale, welche in der Summe ausreichend sind, um die erwartete Wärmenachfrage in den nächsten zehn bis fünfundzwanzig Jahren zu decken:

- **Abwärmenutzung ergänzt mit Biomasse:** Ein bedeutendes Potenzial stellt die Abwärme eines geplanten Rechenzentrums dar, das bis zu 70 GWh zur Versorgung von Volketswil beitragen könnte, zusammen mit Holz oder Biogas als Spitzenlastenergie noch etwas mehr.
- **Dezentrale Luft/Wasser-WP:** Diese können bis zu 110 GWh Wärme bereitstellen.
- **Solarenergie:** Das Solarthermiepotenzial der Gemeinde beläuft sich auf etwa 28 GWh.
- **Grundwasser:** Diese können bis zu 5 GWh zur Deckung der Wärmenachfrage beitragen.

Ergänzend würden weitere nutzbare Potenziale an erneuerbaren Energien zur Verfügung stehen, und zwar aus Oberflächengewässern (Greifensee: mehr als 40 GWh) oder aus der mitteltiefen² Geothermie (rund 35 GWh, bei Bedarf auch mehr). Diese Quellen würden vor allem dann relevant, wenn das geplante Rechenzentrum nicht gebaut oder deutlich geringer dimensioniert würde.

Für die Umsetzung sind folgende strategische Ansätze zu verfolgen:

- **Zentrales Fernwärmenetz und Gebietsausscheidung:** Ein zentrales Element der Energieplanung ist der Bau eines umfassenden Fernwärmenetzes. Die geplanten Versorgungsgebiete wurden basierend auf der Analyse der Wärmenachfrage und wirtschaftlicher Kriterien festgelegt. Gebiete mit hoher längenspezifischer Nachfragedichte, insbesondere das Zentrum sowie Industrie- und Gewerbebezonen, eignen sich für ein Fernwärmenetz. Die Implementierung dieses Netzes wird, unter Berücksichtigung des Abwärmepotenzials des geplanten Rechenzentrums, geplant. Die Gebietsausscheidung erfolgte, um eine effiziente und kostengünstige Versorgung zu ermöglichen. Gebiete mit mittlerer bis hoher Energiedichte wurden als potenzielle Versorgungsgebiete definiert, wobei kleinere, dezentralere Lösungen für weniger dicht besiedelte Bereiche vorgesehen sind.

² Bei der Zulassung ist zu beachten, dass das AWEL die tiefe Geothermie so definiert, dass eine Tiefe ab 400 m als tief gilt (AWEL, 2010a).

- **Dezentrale Lösungen:** Dezentrale Energiequellen wie Luft/Wasser-Wärmepumpen sind für weniger dicht bebaute Wohngebiete, namentlich auch Einfamilien- und Reihenhaussiedlungen vorgesehen. Für letztere und auch für dichter besiedelte Zonen sind leisere Modelle zu bevorzugen. Diese könnten bis zu 112 GWh der Wärmenachfrage abdecken.
- **Abwärme und Biomasse:** Neben der Abwärme des Rechenzentrums sollen auch Biomassepotenziale durch die Nutzung von Holz und Biogas in Erwägung gezogen werden, insbesondere zur Spitzenlastdeckung. Abwärme aus Industrieunternehmen steht hingegen nicht zur Verfügung, weil diese Unternehmen ihre Prozesse und ihre Wärmeversorgung umstellen und mittels erneuerbarer Energien (inkl. Wärmepumpen) und strombetriebene Anwendungen ersetzen werden.

Fazit und Massnahmen

Die kommunale Energieplanung unterstützt die Gemeinde, ihre Netto-Null-Ziele zu erreichen. Die Umsetzung soll auf einer Kombination aus zentralen Fernwärmenetzen, dezentralen Lösungen und der Integration erneuerbarer Energien basieren. Dabei werden wirtschaftliche Machbarkeit und lokale Gegebenheiten berücksichtigt.

Folgende Massnahmen sind vorgesehen, wobei anzumerken ist, dass einige davon bereits geplant sind oder sich in der Umsetzung befinden:

- M 1 Festlegung von Rahmenbedingungen für die Umsetzung des Verbundgebiets VG1
- M 2 Erstellen einer Gasstrategie
- M 3 Koordination mit Tiefbau und Gasnetzstilllegung
- M 4 Bedürfnisabklärung für Nahwärmeverbunde VG2 und VG3
- M 5 Verankerung der Energieplanung in der Verwaltung
- M 6 Information an die Bevölkerung
- M 7 Bedürfnisklärung kommunales Förderprogramm
- M 8 Controlling und Monitoring
- M 9 Laufende Aktualisierung der kommunalen Energieplanung
- M 10 Vorbildcharakter, Sanierung und Heizersatz bei kommunalen Liegenschaften

Die kommunale Energieplanung dient als Grundlage, um die energie- und klimapolitischen Ziele von Volkswil im Wärmebereich zu erreichen.



1

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Gemeinde Volketswil setzt sich aktiv dafür ein, die Energie- und Klimaziele durch wirtschaftliche und sichere Lösungen zu erreichen. Die Gemeinde ist seit 2007 Energiestadt und verfügt im Bereich der Wärmeversorgung über eine kommunale Energieplanung aus dem Jahre 2015. Darin wird in grossen Teilen des Gemeindegebiets Erdgas die 1. Priorität zugeordnet. Rund 10 Jahre später haben sich die Bestrebungen und Anforderungen zur Erreichung von Netto-Null-Treibhausgasemissionen bis 2040 verstärkt, womit eine Aktualisierung der Energieplanung erforderlich wurden. Mit der aktualisierten Energieplankarte und diesem Erläuterungsbericht liegt diese nun vor.

In diesem Bericht werden die Arbeiten und Ergebnisse im Rahmen der aktualisierten Energieplanung erläutert und der Bevölkerung und dem Gewerbe zugänglich gemacht. Nach der Erläuterung der Ausgangslagen und Zielsetzung, folgt in diesem Kapitel auf Seite 9 einen Methoden- und Berichtsüberblick.

1.1 Ausgangslage

1.1.1 Nationale und kantonale Ebene

Mit der Energiestrategie 2050 und der Verabschiedung des Pariser Abkommens sind in der Schweiz die Weichen auf eine erneuerbare und effiziente Energieversorgung gestellt. In letzter Zeit haben sich die Forderungen nach einer vollständigeren (und rascheren) Klimaneutralität seitens Wissenschaft und Gesellschaft akzentuiert. Mit den «Energieperspektiven 2050+» (EP 2050+) des Bundesamts für Energie (BFE), mit einem gesetzlich verankertem Netto-Null-Ziel und mit der Studie zur Dekarbonisierung der «Wärmeinitiative Schweiz» (WIS) des Wärmesektors liegen nun Ergebnisse für die Konkretisierung entsprechender Zielsetzungen auf Schweizerischer Ebene vor.

Für die Umsetzung dieser Ziele werden nun verschiedene energiepolitische Rahmenbedingungen überarbeitet, initiiert oder stehen vor der Umsetzung, wie z.B. das CO₂-Gesetz, das Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KIG) und die Solaroffensive.

1.1.2 Ausgangslage in Volketswil

Aus der kommunalen Energieplanung des Jahres 2015 und aus weiteren Grundlagen lassen sich folgende Befunde festhalten:

- Volketswil verfügt über grössere gasversorgte Gebiete. Die Versorgung erfolgt extern (konkret durch Energie 360°), d.h. die Gemeinde Volketswil verfügt nur über eine eingeschränkte Entscheidungskompetenz. Diese Aspekte sind bei der Definition und der Umsetzung von Dekarbonisierungsmassnahmen zu berücksichtigen.

- Gemäss Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich sind Erdwärmesonden in den Zonen C, D, E und F unter Auflagen zulässig, nicht aber in den Zonen A und B. Gemäss Abbildung 1 sind demnach Erdwärmesonden beinahe im gesamten Siedlungsgebiet von Volketswil nicht zulässig
- Die Grundwassernutzung für Wärmezwecke hingegen ist in grossen Teilen möglich (in der blau eingefärbten Zone B in Abbildung 1 ersichtlich).

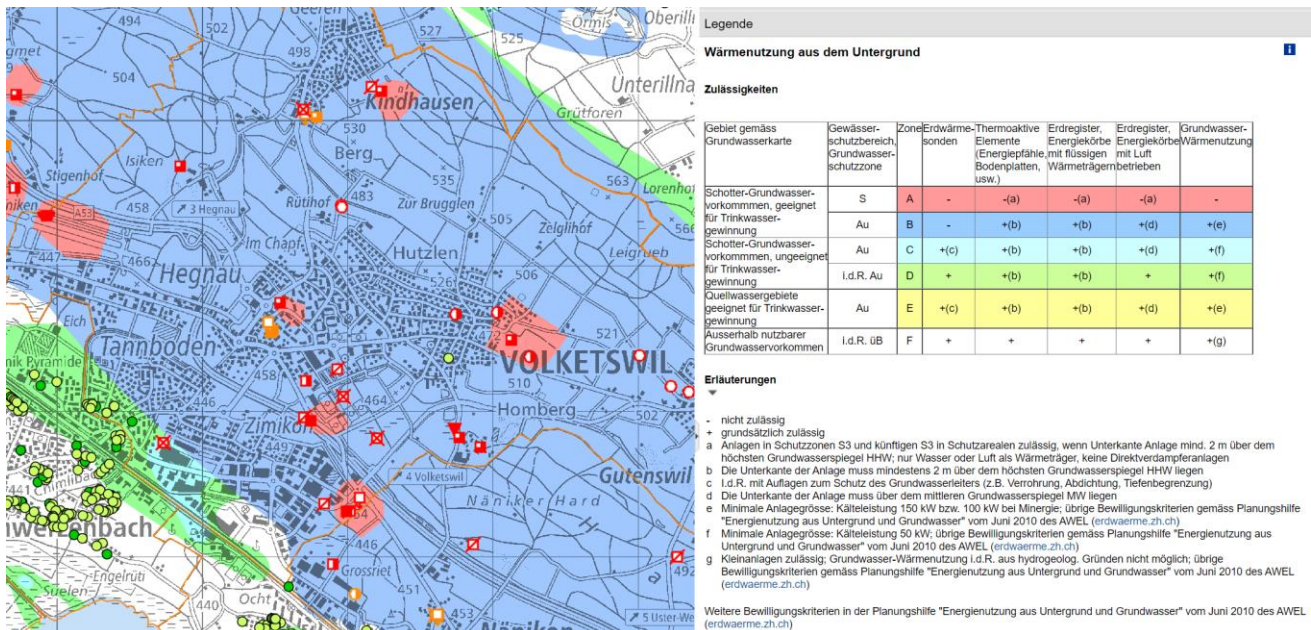


Abbildung 1 Möglichkeiten der Wärmenutzung aus dem Untergrund auf dem Gemeindegebiet von Volketswil.

Quelle: Kanton Zürich

- Des Weiteren ist dem Energieplanungsbericht von 2015 zu entnehmen, dass Industrie und Gewerbe in Volketswil durchaus eine gewisse Bedeutung hat (43% des Gebäudevolumens und 20% des Bedarfs für Raumwärme und Warmwasser). Gemäss Energieplanungsbericht von 2015 sind in Volketswil 3 Grossverbraucher gemäss Definition des AWEL ansässig.
 - Als erneuerbare Energiepotenziale werden die Nutzung von Abwärme aus dem Abwasser (lokale Kanäle), Solarenergie und Energieholz genannt.
 - Weitere Potenziale erneuerbarer Energien aus umwelttechnischen Anlagen (KVA, ARA) oder Gewässern (See, Fluss) wurden 2015 nicht identifiziert bzw. nicht berücksichtigt.

Im Herbst 2022 trat das neue Energiegesetz des Kantons ZH in Kraft. Dieses hat die Erfordernisse, die Wärme künftig fossilfrei bereitzustellen, akzentuiert. In der Folge hat die Gemeinde Volketswil ihre energie- und klimapolitischen Aktivitäten verstärkt. Aus den mit dem Prozess Energiestadt verbundenen Aktivitäten und aus weiteren Gründen ergibt sich in Bezug auf die Ausgangslage folgende Aktualisierung:

- Im Mai 2023 haben Energiekommission und Gemeinderat neue energie- und klimapolitische Zielsetzungen mit einem Zeithorizont bis 2050 erarbeitet und beschlossen. Damit bekennt

sich Volketswil im Wärme- und Energiebereich grundsätzlich zum Ziel Netto-Null Treibhausgasemissionen bis spätestens 2050.

- Im Herbst 2023 führte die Gemeinde erfolgreich ein Re-Audit zur Energiestadt Volketswil durch und erfüllt die Energiestadt Kriterien zu 68.4 %. Als Folge liegen einige relevante Datengrundlagen aktuell aufbereitet vor (z.B. Feuerungskontrolle, gemeindeeigene Gebäude).
- Energie 360° hat von der Gemeinde Volketswil eine Konzession erhalten, im Gewerbegebiet zusammen mit dort ansässigen Industrieunternehmen einen thermischen Verbund zu entwickeln.

1.2 Zielsetzungen

Die Gemeinde Volketswil möchte sich aktuellen energie- und klimapolitischen Herausforderungen zur Erreichung der Energie- und Klimaziele (Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2040) stellen, indem sie ihrer Bevölkerung und dem Gewerbe wirtschaftliche und sichere Lösungen ermöglicht und ihre Energie-Infrastruktur so aufbaut, dass die Energie- und Klimaziele (Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2040) auf dem Gemeindegebiet erreicht werden. Es stellt sich dabei die Frage, welche Strategien erfolgsversprechend sind und verfolgt werden sollen und wie konkret vorgegangen werden soll. Konkret ist zu klären, wie die Heiz- und Warmwassersysteme der Gebäude in Volketswil durch emissionsfreie und erneuerbare Energien versorgt werden können und wie diesbezüglich zwischen den verschiedenen Teilgebieten zu differenzieren ist. Mit der Analyse der potenziellen und machbaren Wärmeversorgungsoptionen soll eine nachhaltige, resiliente, diversifizierte und wirtschaftliche Versorgung der gesamten Gemeinde ermöglicht werden.

1.2.1 Klimapolitische Zielsetzungen von Volketswil

Diese Energieplanung folgt den energie- und klimapolitischen Zielsetzungen von Volketswil, wie sie von der Energiekommission und dem Gemeinderat erarbeitet und im August 2023 verabschiedet wurden (basierend auf GRB 20 und GRB 93):

- Die Energiestadt Volketswil arbeitet aktiv an einem Beitrag zu Netto-Null bis 2040 im Kanton resp. 2050 in der Schweiz. Die Gemeinde gehört im Kanton Zürich zu den engagierten Energiestädten.
- Für die Verwaltung und die öffentlichen Anlagen soll ein Ziel von Netto-Null bis 2040 angestrebt werden. Für das Gemeindegebiet soll Volketswil eine Zielerreichung einige Jahre vor 2050 anstreben.
- Diese Ziele sollen die Grundlage bilden für die Überarbeitung von strategischen Planungsgrundlagen, u.a. die kommunale Energieplanung (inkl. dazu gehörende wirksame und umsetzbare Massnahmen und Instrumente).
- Erarbeitung einer ambitionierten Energieplanung mit Umsetzung von Massnahmen (Fokus erneuerbare Energien) und Erarbeitung einer Gasversorgungsstrategie unter dem Netto-Null Ziel.

1.2.2 Übergeordnete Zielsetzung der kommunalen Energieplanung

Die kommunale Energieplanung ist ein Instrument zur Erreichung einer klimafreundlichen, zuverlässigen und zukunftstauglichen Energieversorgung und verfolgt folgende Ziele:

- Gestaltung einer effizienten, erneuerbaren und zuverlässigen Energieversorgung im Einklang mit den im kantonalen Energiegesetz verankerten Zielen sowie den kommunalen Zielen.

- Räumliche Abstimmung der bestehenden Infrastruktur mit dem Umbau und Ausbau der zukünftigen Wärmeversorgung unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Effizienz in Fern- und Nahwärmenetzen.
- Koordination leitungsgebundene Energieträger und damit Schaffung von Planungssicherheit für Investoren, indem Versorgungsgebiete planerisch festgesetzt werden.
- Erhöhung der Autonomie der Gemeinde und Stärkung der lokalen Wertschöpfung, indem lokale erneuerbare Potenziale genutzt werden.
- Ableiten langfristiger Ziele und Erarbeitung entsprechender Massnahmen zur Umsetzung.

Der kommunale Energieplan ist behördenverbindlich, d.h. die darin vorgesehenen Massnahmen werden bei der Behördentätigkeit berücksichtigt. Der Energieplan bildet auch die Grundlage für grundeigentümergebundene Instrumente, z.B. in der Nutzungsplanung bei Gestaltungsplänen, bei Zusammenarbeitsverträgen mit Energieversorgungsunternehmen, bei Ausschreibungen im Bereich leitungsgebundene Energieversorgung, bei einer allfälligen Anschlusspflicht an Wärmeverbünde oder weiteren ähnlichen kommunalen Instrumenten.

1.3 Bericht und Methodik im Überblick

Für die kommunale Energieplanung werden folgende Elemente erarbeitet, wobei dies in Abstimmung mit den Bedürfnissen der Gemeinde erfolgt. Zu diesem Zweck wurde die Erarbeitung der kommunalen Energieplanung durch die Gemeinde und durch die Energiekommission begleitet. Bericht und methodisches Vorgehen haben folgende Struktur (eine ausführliche Methodenbeschreibung befindet sich im Anhang).

1. **Ausgangslage und Zielsetzung:** Einführung in kommunale und übergeordnete Ausgangslage und Zielsetzungen.
2. **Analyse des Ist-Zustands:** Darstellung der relevanten Gebäude und Energiedaten für das Jahr 2022. Dazu wurden die aktuellen Gebäudedaten erhoben und detailliert im Gebäudeparkmodell (GPM) abgebildet, um die Wärmenachfrage zu berechnen. Ergänzend sind Daten aus dem Energie- und Klimakalkulator.
3. **Zukünftige Wärmenachfrage und Netzpoteziale:** Die künftige Energienachfrage ist relevant zur Abschätzung der Fernwärme-Netzpoteziale in Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit. Die Nachfrage wird mit dem GPM modelliert, wobei Prognosen der Bevölkerungs- und Beschäftigtenwachstum berücksichtigt werden. Die Netzpoteziale wurden mit einem räumlichen Algorithmus berechnet.
4. **Energiepoteziale und Wärmedargebot:** Erneuerbare Energien stellen die Grundlage der künftigen Wärmeversorgung dar. Dabei wurden gebäudebezogene, lokale und regionale Poteziale untersucht. Alle eruierten Poteziale und Nachfrageaspekte wurden zusammengeführt, um die Eignung für dezentrale und thermische Netze räumlich zu bewerten.
5. **Synthese und Gebietsfestlegung:** In Zusammenarbeit mit der Gemeinde und auf Grundlage der vorangehenden Erkenntnisse werden die Versorgungsgebiete definiert.
6. **Szenarien Analyse:** Die Szenarien simulieren die mögliche zukünftige Energieträgerwahl. Damit können frühzeitig Herausforderungen und Massnahmen identifiziert werden.
7. **Fazit und Massnahmen:** Auf Basis der Analysen werden Massnahmen für die Gemeinde abgeleitet.
8. **Literatur**
9. **Anhänge:** Detaillierte Methodik und weitere Tabellen und Resultate (Varianten)



Teil 1: Potenzial- und Gebietsanalyse



2

Analyse des Ist-Zustandes

Als Grundlage für die Energieplanung wird zunächst eine Analyse des Ist-Zustandes durchgeführt. Der Gesamtenergieverbrauchs (inkl. Mobilität) und der Treibhausgasemissionen (THGE) für die Gemeinde als Ganzes werden grob mit dem Energie- und Klimakalkulator (EKK) berechnet. Vertieft analysiert werden der Gebäudebereich inkl. energetische Infrastruktur. Dazu gehört insbesondere die Charakterisierung des Gebäudeparks bzgl. Baualtersstruktur, Gebäudetypen, Energieträgerverteilung und der aktuellen Infrastruktur. Weiter wird auch die Nachfrageentwicklung aufgezeigt, wobei für deren Berechnung das Gebäudeparkmodell (GPM) von TEP Energy eingesetzt wird.

2.1 Charakterisierung des Gebäudeparks der Gemeinde

Der Gebäudepark in der Gemeinde Volketswil besteht im Ist-Zustand aus 3145 Gebäuden mit einer Energiebezugsfläche von rund 2550 Tsd. m² Energiebezugsfläche. Dies geht aus den Berechnungen mit dem Gebäudeparkmodell vor, welches Daten des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) verwendet. Demnach entfallen rund 16% der Gebäudefläche auf Einfamilienhäuser (EFH) und 40% auf Mehrfamilienhäuser (MFH) (Tabelle 1). Mehr als 44% der Gebäudefläche ist bei Nicht-Wohngebäuden (NWG) der Sektoren Dienstleistungen und Industrie zu verorten, d.h. Volketswil ist eine überdurchschnittliche grosse Arbeitsplatzgemeinde.

Aus energieplanerischer Sicht sind die grösseren Gebäude von besonderem Interesse, dies im Hinblick auf eine Wärmeversorgung der Gebäude mit erneuerbaren Energien durch thermische Netze: rund 84% der Flächen entfallen auf die beiden grösseren Gebäudekategorien MFH und NWG.

Tabelle 1 Gebäudestruktur nach Gebäudetypen. Ein Gebäude kann mehrere Nutzungen aufweisen, wird jedoch aufgrund der Hauptnutzung klassifiziert.

Nutzung / Gebäudetyp	Anzahl Gebäude mit Hauptnutzung	EBF (Tsd. m ²)	Mittlere Gebäudegrösse
Einfamilienhäuser	1,572	408	203
Mehrfamilienhäuser	1,012	1,030	739
Nicht-Wohngebäude	561	1,114	1,256
Gesamt	3145	2,553	

Quelle: GWR, Berechnungen TEP Energy

Aus energetischer Sicht ist auch die Baualtersstruktur von Interesse, da die Energieeffizienz der Gebäude stark davon abhängt (siehe weiter untenstehendes Kap. 2.2.2). Bei den EFH wurden knapp 40% der Gebäude vor 1975 erbaut (Abbildung 2), also zu einer Zeit, als noch keine wesentlichen Gebäudeenergievorschriften in Kraft waren und energetische Belange lediglich aus Komfortgründen

normativ gefordert wurden (durch SIA 180). Auch in der nächsten Bauperiode bis 1990 verbesserte sich die Energieeffizienz durch normative Anforderungen erst langsam, es wurden Beschränkungen bei den U-Werten (damals k-Werte) bei opaken Bauteilen und Fenstern eingeführt, u.a. 1985 in der (Vor-)Norm SIA 380/1 und 1986 in der Musterverordnung der Kantone. Die MFH sind nur unwesentlich jünger als die EFH, da ihre Flächenanteile bei der Bauperiode bis 1946 tiefer sind, bei den Bauperioden ab 1990 aber vergleichbar mit den EFH.

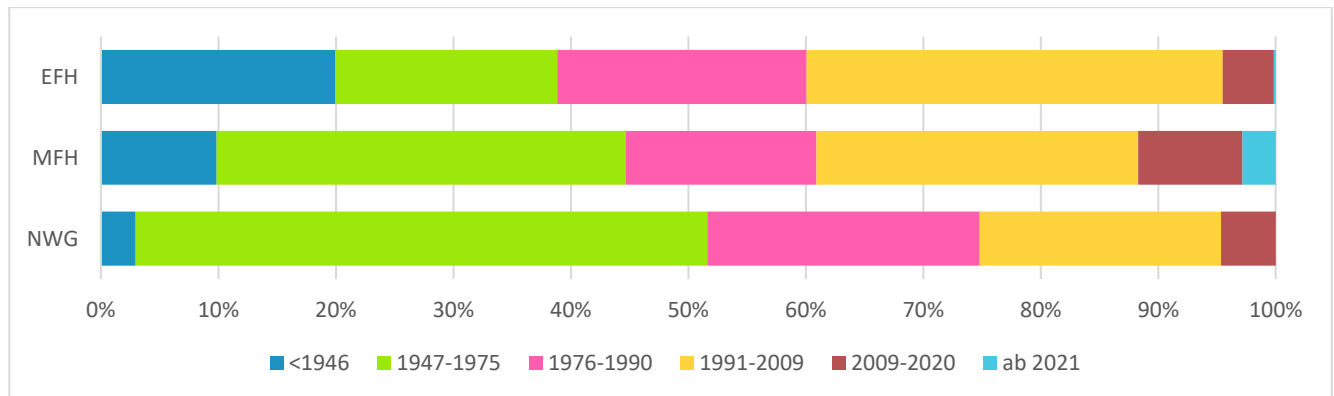


Abbildung 2 Flächenbezogene Baualtersstruktur der Gebäude in der Gemeinde Volketswil

Quelle: Berechnungen TEP Energy

2.2 Aktuelle Wärmenachfrage

In diesem Kapitel wird die Energienachfrage im Wärmebereich für das Jahr 2022 dargestellt, zum einen differenziert nach verschiedenen Gebäudemerkmalen und zum anderen räumlich differenziert. Die ersten Unterkapitel behandeln Raumwärme und Warmwasser, und Unterkapitel Kap 2.2.3. gibt einen Überblick des historischen Prozesswärmebedarfs.

2.2.1 Nachfragestruktur des Gebäudeparks

Gemäss den Berechnungen mit dem Gebäudeparkmodell ergibt sich in der Gemeinde Volketswil ein modellierter Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser von rund 215 GWh bei neutraler Witterung, und rund 174 GWh bei Berücksichtigung der tatsächlichen Witterung im Jahr 2022. Um einen konsistenten Vergleich zu ermöglichen, stützen wir uns im Folgenden auf eine neutrale, d.h. durchschnittliche Witterung.

Zur Bestimmung der Aufteilung der Endenergie auf die verschiedenen Energieträger werden Daten des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR), aktuelle FEKO Daten sowie Angaben der Gemeinde zu Wärmepumpen verwendet (Abbildung 3). Der grösste Teil der Endenergieträger wird durch die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas gedeckt, konkret über 80%. Die Energienachfrage differenziert nach den Gebäudesektoren Einfamilien-, Mehrfamilien- sowie Nicht-Wohngebäude zeigt, dass über drei Viertel des Energiebedarfs auf das Total der MFH und NWG fallen, d.h. EFH spielen energetisch in Volketswil im Vergleich zu anderen Gemeinden der Schweiz eine untergeordnete Rolle. Als erneuerbare Energieträger stehen aktuell insbesondere Holz, Biogas und Umweltwärme/Elektrizität zur Verfügung. Umweltwärme wird über rund 130 WP (Stand Mitte 2024) genutzt, insbesondere in Gebäuden der jüngsten Bauperiode.

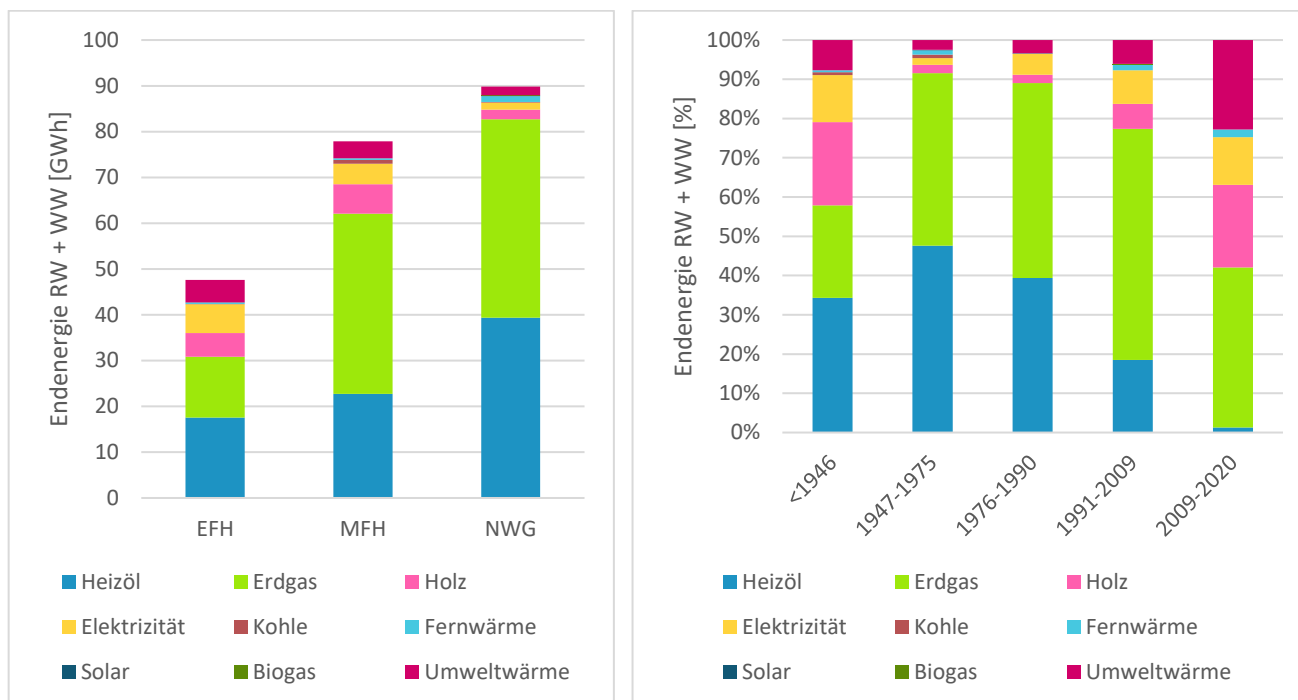


Abbildung 3 Endenergie (Raumwärme und Warmwasser) nach Energieträger sowie Gebäudesektor (links) und Bauperiode (rechts) im Jahr 2022. Neutrale Witterung.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

2.2.2 Energieeffizienz nach Bauperiode

Je nach Bauperiode unterscheidet sich die sogenannte Energiekennzahl, also der durchschnittliche Endenergieverbrauch pro m² EBF pro Jahr. Die Energiekennzahl ist eine wichtige Vergleichsgrösse für die Energieeffizienz eines Gebäudeparks. Die durchschnittliche Energiekennzahl in kWh/m² (für Raumwärme) wird für die einzelnen Bauperioden mit dem GPM berechnet und zusammen mit dem Anteil EBF für jede Bauperiode abgebildet werden (Abbildung 4). Oft wird bei Energiekennzahlen nur die Raumwärme berücksichtigt, entsprechend ist auch hier die spezifische Raumheizung abgebildet, die im Vergleich zur Warmwasseraufbereitung auch den weitaus grösseren Anteil ausmacht. Auffällig sind auch die hohen Kennzahlen der älteren Bauperioden, welche durch den hohen Anteil an EFH verursacht wird (EFH haben, bei vergleichbarer Wärmedämmung, aufgrund ihrer ungünstigen Gebäudeform, d.h. aufgrund der grossen Gebäudehüllfläche im Verhältnis zur Wohnfläche bzw. zu EBF einen höheren Wärmebedarf als Mehrfamilienhäuser).

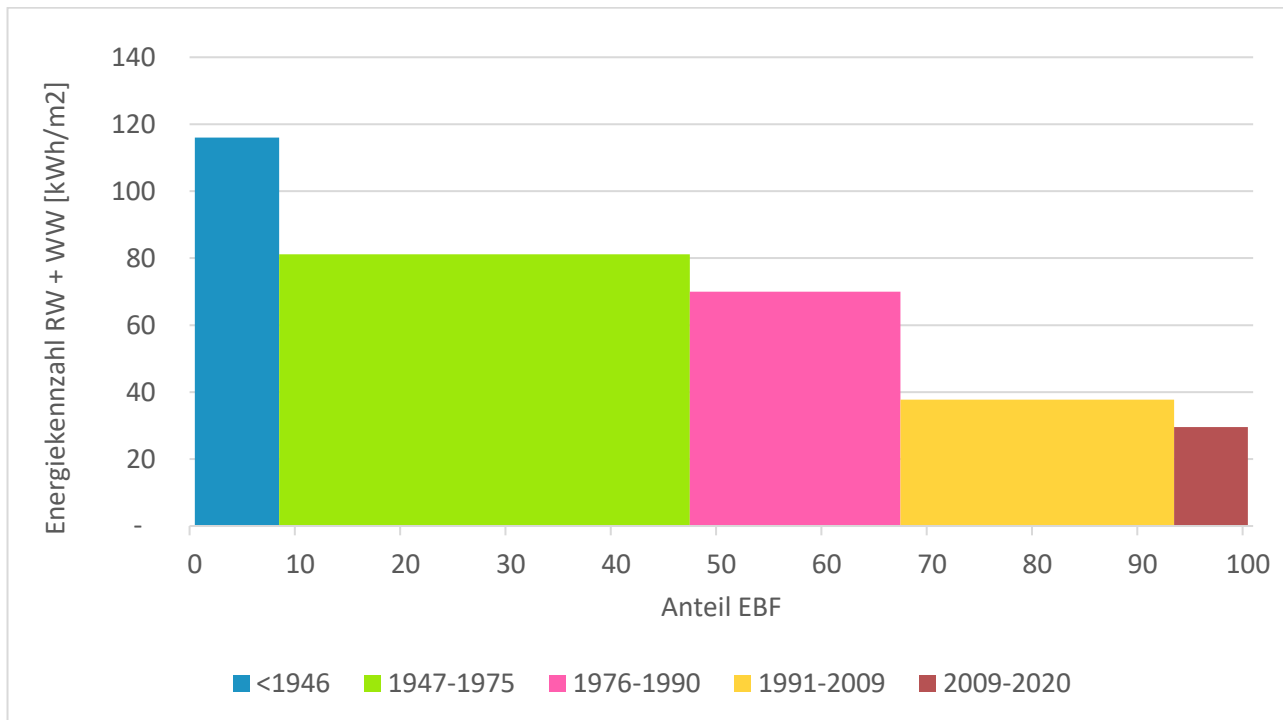


Abbildung 4 Durchschnittliche Energiekennzahl Raumwärme pro Bauperiode und nach Energiebezugsfläche für die Gebäude in der Gemeinde Volketswil für das Jahr 2022.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

Die hektarspezifische Endenergienachfrage für Raumwärme und Warmwasser in der Gemeinde Volketswil ist in Abbildung 5 für das Jahr 2022 dargestellt (basierend auf den Berechnungen mit dem Gebäudeparkmodell). Die höchsten Energiedichten sind im Zentrum und im Industriegebiet zu finden (beim Industriegebiet muss zusätzlich noch die Prozesswärme hinzugedacht werden, diese ist aus Datenschutzgründen in der Abbildung nicht dargestellt). Auch in anderen Quartieren sind Energiedichten von 500 bis 1500 MWh/ha zu erkennen. Gemäss häufig verwendeten Pauschalregeln werden Gebiete mit mehr als 500 MWh/ha grundsätzlich für leitungsgebundene Energieträger in Betracht gezogen.³

³ In diesem Bericht wird auf die Frage der Eignung für Netze später näher eingegangen.

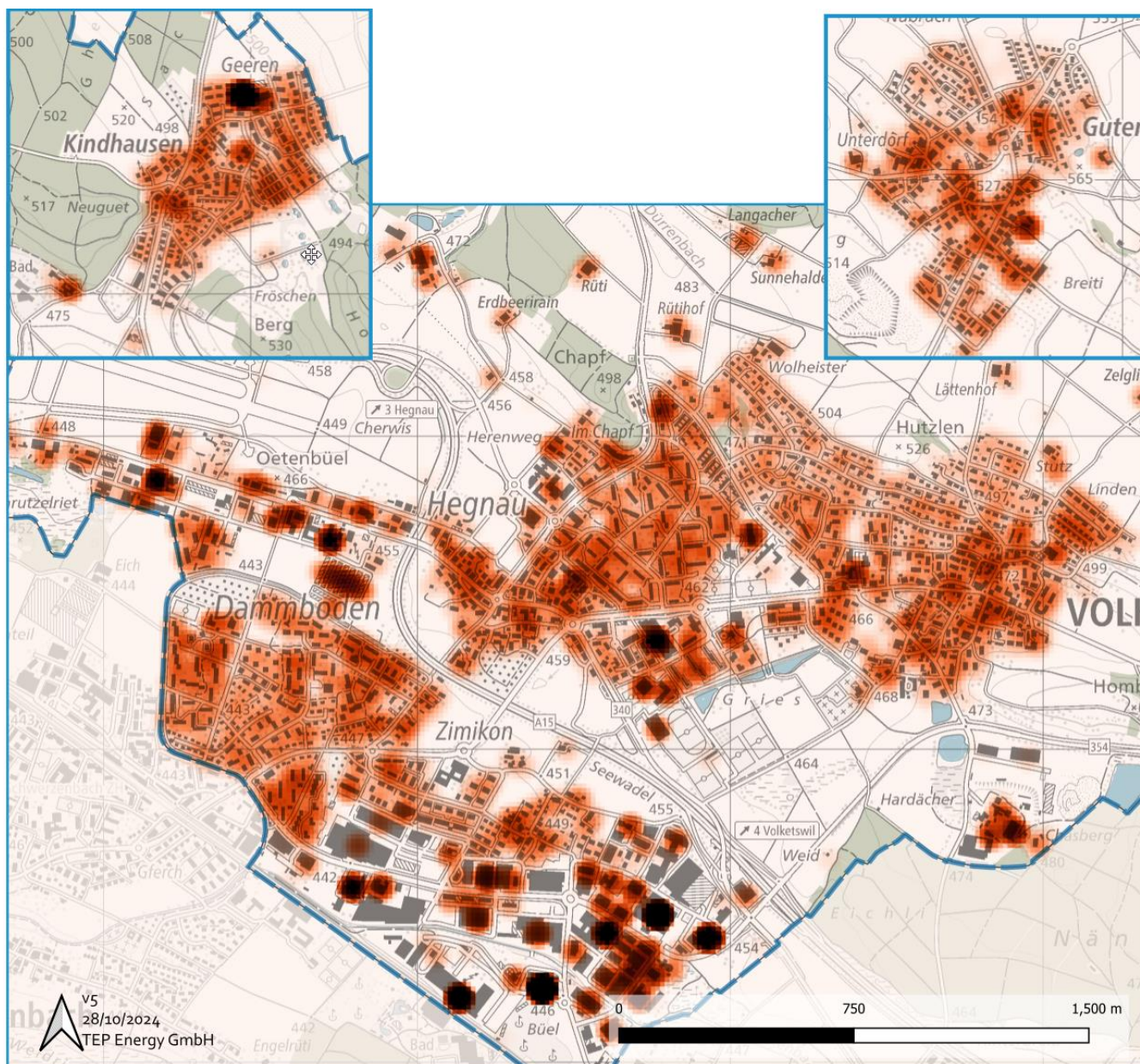


Abbildung 5 Räumliche Wärmebedarfsdichte im Jahr 2022. Prozesswärme nicht dargestellt. Im Industriegebiet teils wenig Raumwärmenachfrage. Dunkelrot ca. > 1500 MWh/ha, Mittel-Rot ca. 500 MWh / ha, Hellrot / orange < 200 MWh / ha.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

2.2.3 Prozesswärme

Die Prozesswärme trägt mit rund einem Drittel einen wesentlichen Teil zum Energieverbrauch in Volketswil bei, v.a. getrieben durch Industrieunternehmen in Volketswil. Insgesamt betrug der gemessene Verbrauch 2022 rund 40 GWh bis 50 GWh Endenergie. Davon war der meiste Teil Erdgas (Quelle Energie 360°) und ein Teil Thermoöl. Diese Energiemenge wird in der Auswertung nachgelagert berücksichtigt.

2.3 Gesamtenergieverbrauch und THG-Emissionen

Der Gesamtenergieverbrauch in Volketswil (auf Ebene der Endenergie) betrug im Jahr 2022 gemäss Berechnungen mit dem Energie- und Klimakalkulator (EKK) rund 478.6 GWh, bzw. 24.6 MWh pro Einwohner.⁴ Diese Bilanz beinhaltet alle Verwendungszwecke, d.h. Wärme, Strom und Mobilität. Abbildung 6 stellt pro Einwohner die Endenergie, Primärenergie und Treibhausgase nach Energieträgern dar, und verdeutlicht den hohen Anteil an fossilen Energieträgern. Insbesondere im Bereich der Wärme, liegt Volketswil damit leicht höher als der schweizweite Mittelwert (Abbildung 7; Weitere Angaben zu Wärmeverbräuchen nach Energieträgern finden sich im Kapitel 3.2). Obwohl durch Effizienzmassnahmen im Zeitraum 2018-2022 der Ausstoss an Treibhausgasemissionen (THGE) um rund 17% reduziert werden, dies v.a. im Bereich der Mobilität, besteht somit weiterhin ein starker Bedarf zur Dekarbonisierung, da dieser Bereich für 52% der THGE verantwortlich ist (Abbildung 8). So wurden 2022 noch rund 2.71 Tonnen pro Einwohner und Jahr ausgestossen, wobei 1.1 Tonnen auf die Privaten Haushalte und 1.5 Tonnen auf das Gewerbe und die Industrie fällt. (Siehe Anhang für Tabellen)

End- und Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträger pro EW

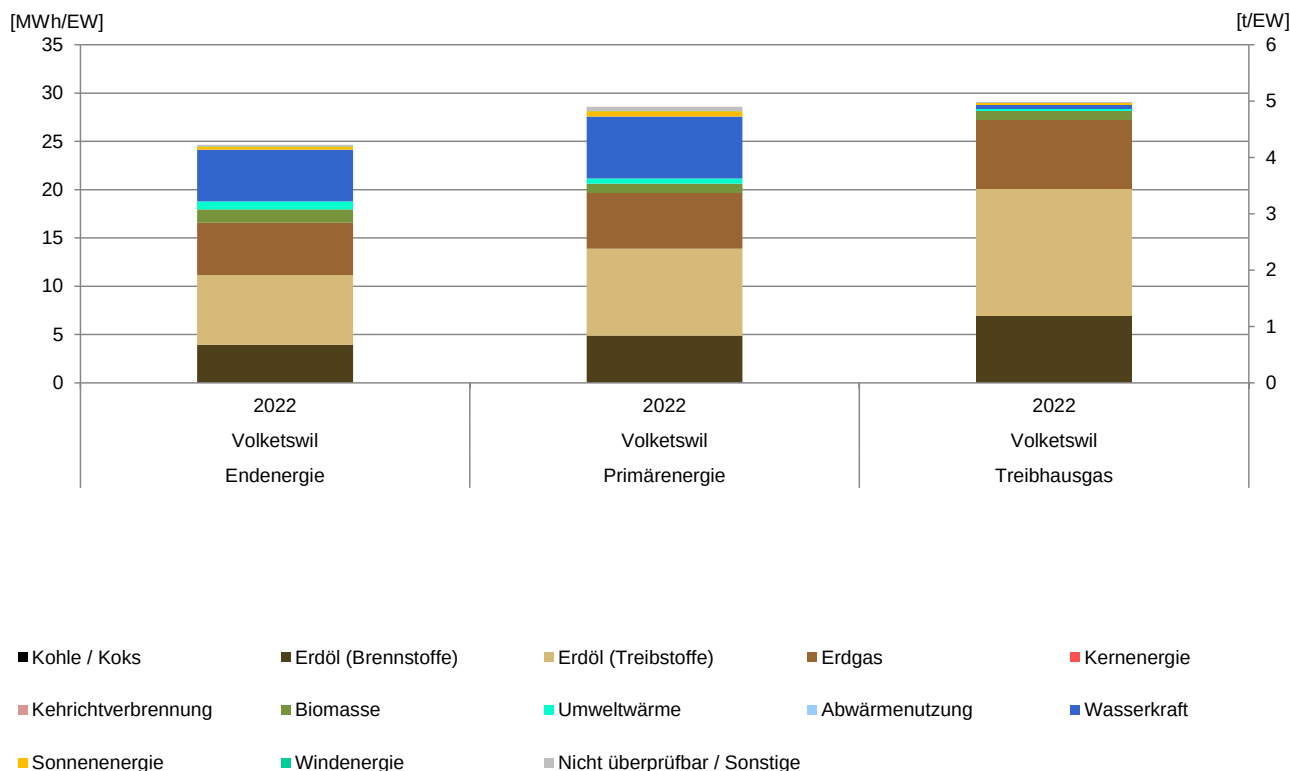


Abbildung 6 End- und Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im Jahr 2022. Werte basieren auf Verbrauchsangaben und bilden daher auch den Effekt der Witterung ab. Siehe Anhang für Tabellen.

Quelle: Berechnungen TEP Energy / Energie- und Klimakalkulator-

⁴ Gemäss Auswertungen des „Energie- und Klimakalkulator“ (EKK) im Rahmen des Energiestadtprozesses von 2023.

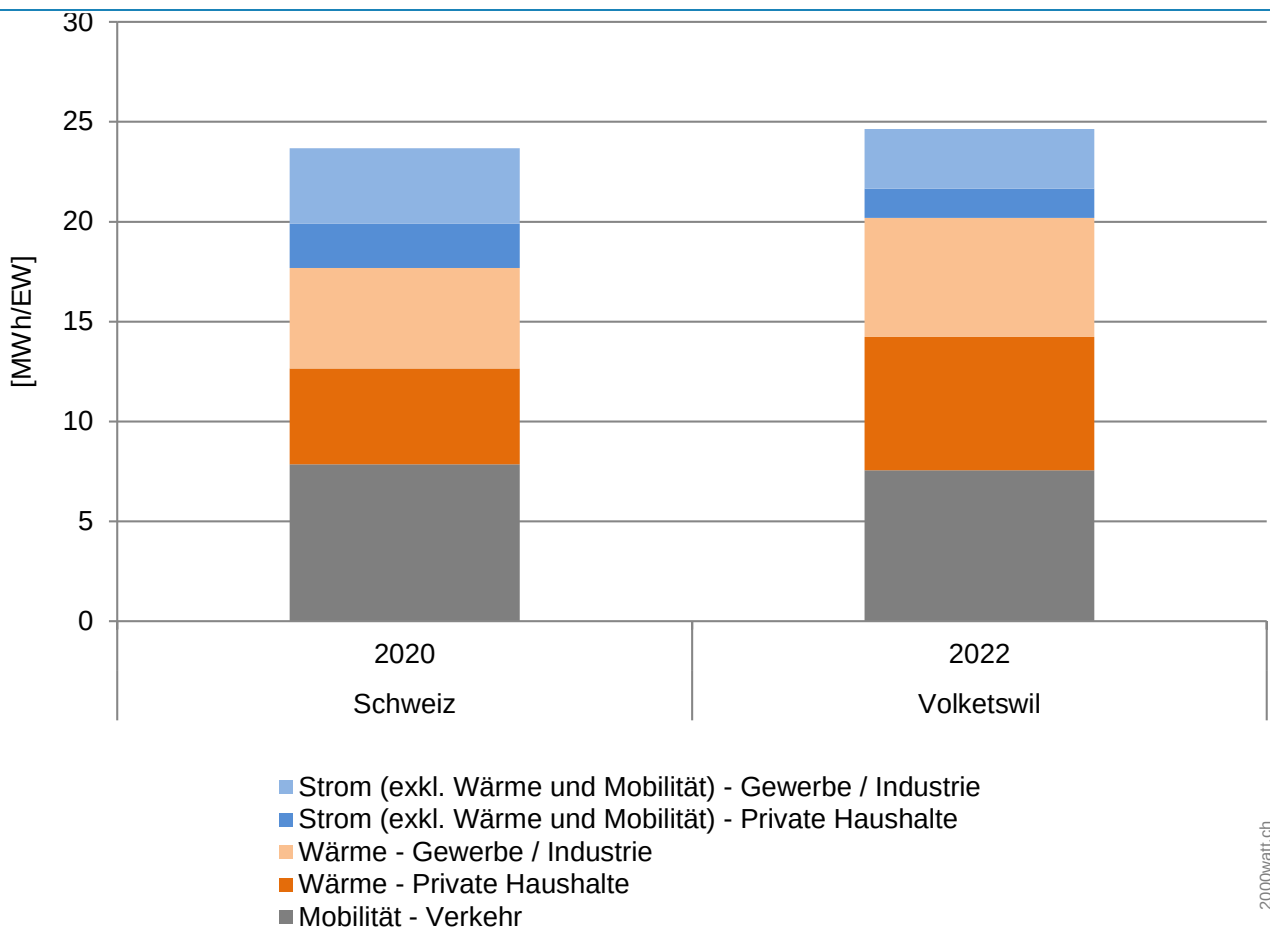


Abbildung 7 Endenergieverbrauch nach Verwendungszweck und Sektoren pro Einwohner (EW) und Jahr in MWh, in Volketswil im Jahr 2022, zum Vergleich in der Schweiz für 2020. Werte basieren auf Verbrauchsangaben und bilden daher auch den Effekt der Witterung ab. Siehe Anhang für Tabellen.

Quelle: Daten TEP Energy, Volketswil. Darstellung Energie- und Klimakalkulator.

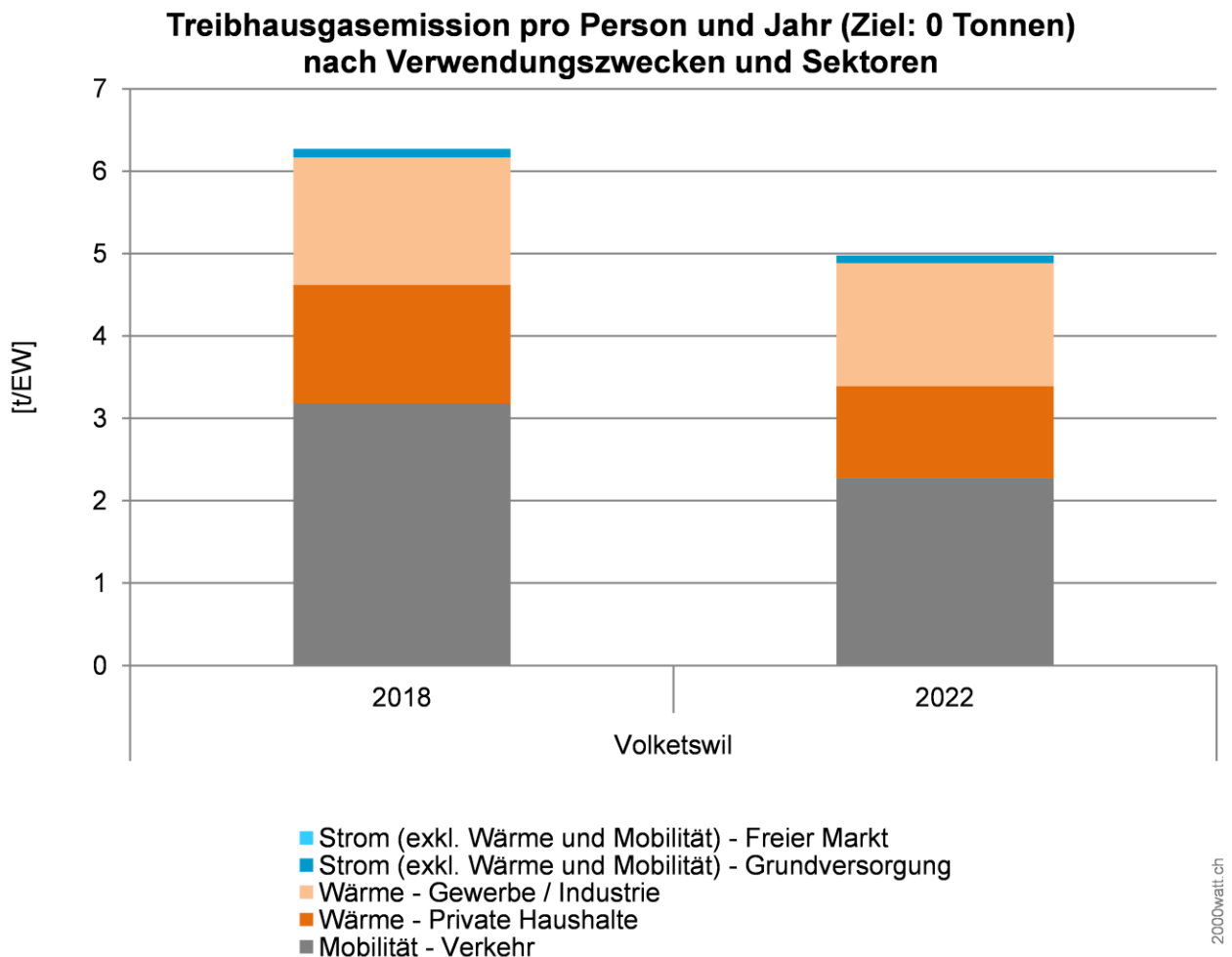


Abbildung 8 Treibhausgasemissionen pro Person und Jahr (2018 und 2022) nach Verwendungszweck und Sektoren. Werte basieren auf Verbrauchsangaben und bilden daher auch den Effekt der Witterung ab. Siehe Anhang für Tabellen.

Quelle: Daten TEP Energy, Volketswil. Darstellung Energie- und Klimakalkulator.

2.4 Energieinfrastruktur im Wärmebereich

Bei der Wärmeplanung muss die bestehende Infrastruktur berücksichtigt werden. In Volketswil gibt es ein Gasnetz, das für die zukünftige Planung relevant ist. Eine Gas-Ausstiegsstrategie wird im Anschluss an die Wärmeplanung entwickelt. Biogasanlagen sind ans Netz angebunden. Lokale Heizwerke und Nahwärmenetze versorgen im Jahr 2024 schon mehrere Gebäude (Abbildung 9). Prozesswärme und Abwärme fallen in Industrie und Gewerbe an, beispielsweise im Fall von Milandia. Darüber hinaus gibt es Planungen für Wärmeanlagen im Zusammenhang mit einem geplanten Rechenzentrum. Bestehende Konzessionen der Energieversorger für das Gasnetz und für den (neue) thermischen Verbund im Gewerbegebiet werden in die weitere Planung der Wärmegebiete mit einbezogen. Diese Aspekte werden in den folgenden Kapiteln an den jeweiligen Stellen detailliert behandelt.

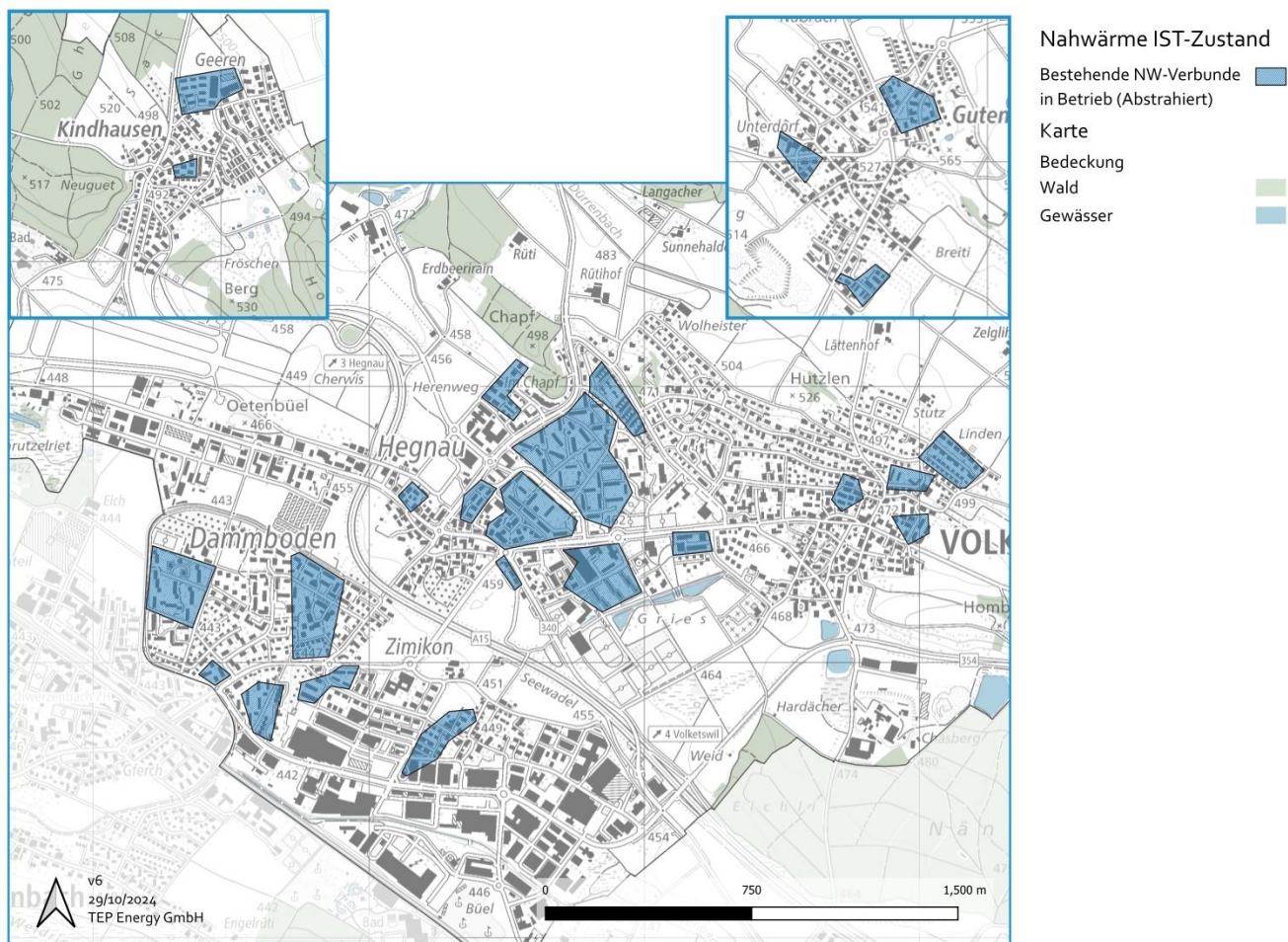


Abbildung 9 Bestehende Nahwärmeverbunde und lokale Heiznetzwerke

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Daten des GWR



3

Zukünftige Wärmenachfrage und Netzpotenziale

Die Kenntnis der zukünftigen Wärmenachfrage ist relevant, um den Bedarf an erneuerbaren Energien zur Wärmebedarfsdeckung abzuschätzen (siehe nächstes Kapitel). Dazu wird auf Basis der aktuellen Bevölkerungsprognose eine Modellierung mittels des Gebäudeparkmodells durchgeführt. Im zweiten Schritt werden auf Grundlage der künftigen Wärmebedarfsdichten, potenzielle und wirtschaftlich sinnvolle Gebiete für Wärmenetze eruiert.

3.1 Bevölkerungsentwicklung

Die Gemeinde Volketswil wird bzgl. Bevölkerung und Beschäftigten in den nächsten Jahren deutlich wachsen, was mit Verweis auf die begrenzten Potenziale an erneuerbaren Energien zu berücksichtigen ist. Das regionale Raumordnungskonzept (Die RegioROK) geht von einer mittleren Zunahme von 28% der Einwohner/innen und der Beschäftigten aus (rund 8200 Personen), wenn die Bauzonen vollständig bebaut werden. Dieser Zubau ist gemäss Abbildung 10 in der Modellierung der Nachfrage berücksichtigt (Detail Methodik siehe Anhang 9.1.2).

3.2 Wärmenachfrage bis 2050 (Heizung und Warmwasser)

Die Entwicklung der Energienachfrage ist durch die Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahlen sowie der damit verbundenen Zunahme der Energiebezugsflächen (EBF) geprägt. Weiter spielt insbesondere die Erneuerung des Gebäudebestandes sowie der Neubau und die Abrisse und die sich damit verändernde Energieeffizienz des Bestands eine Rolle. Basierend auf den im Anhang beschriebenen Planungsgrundlagen zur Bevölkerungs- und Beschäftigtenentwicklung, ergibt sich eine simulierte Entwicklung der EBF.

Um einen konsistenten Vergleich zu ermöglichen, stützen wir uns im Folgenden auf eine neutrale, d.h. durchschnittliche Witterung. Das zugrundeliegende Klima ist dabei eine konservative Annahme, welche sich auf das mittlere Klima der 1980-2000er Jahr stützt. Sowohl beim aktuellen Klima als auch bei weiterer Erwärmung des Klimas ist daher tendenziell von einem geringeren tatsächlichen Verbrauch auszugehen als in den hier gezeigten Modellwerten.

Die modellierte EBF bis 2035 steigt um rund 8% an. Dabei ist die Zunahme der Fläche bei MFH ausschlaggebend. Verglichen mit der EBF der MFH im Jahr 2022, steigt diese deutlich an, was sich auf die angenommene Verdichtung zurückführen lässt. Die EBF der NWG steigt leicht an, wohingegen sich die EBF der EFH geringfügig reduziert. Da bei MFH in der Regel von kleineren EBF pro Kopf als bei EFH ausgegangen werden kann, können in Zukunft in Volketswil pro EBF mehr Personen mit Wärme versorgt werden.

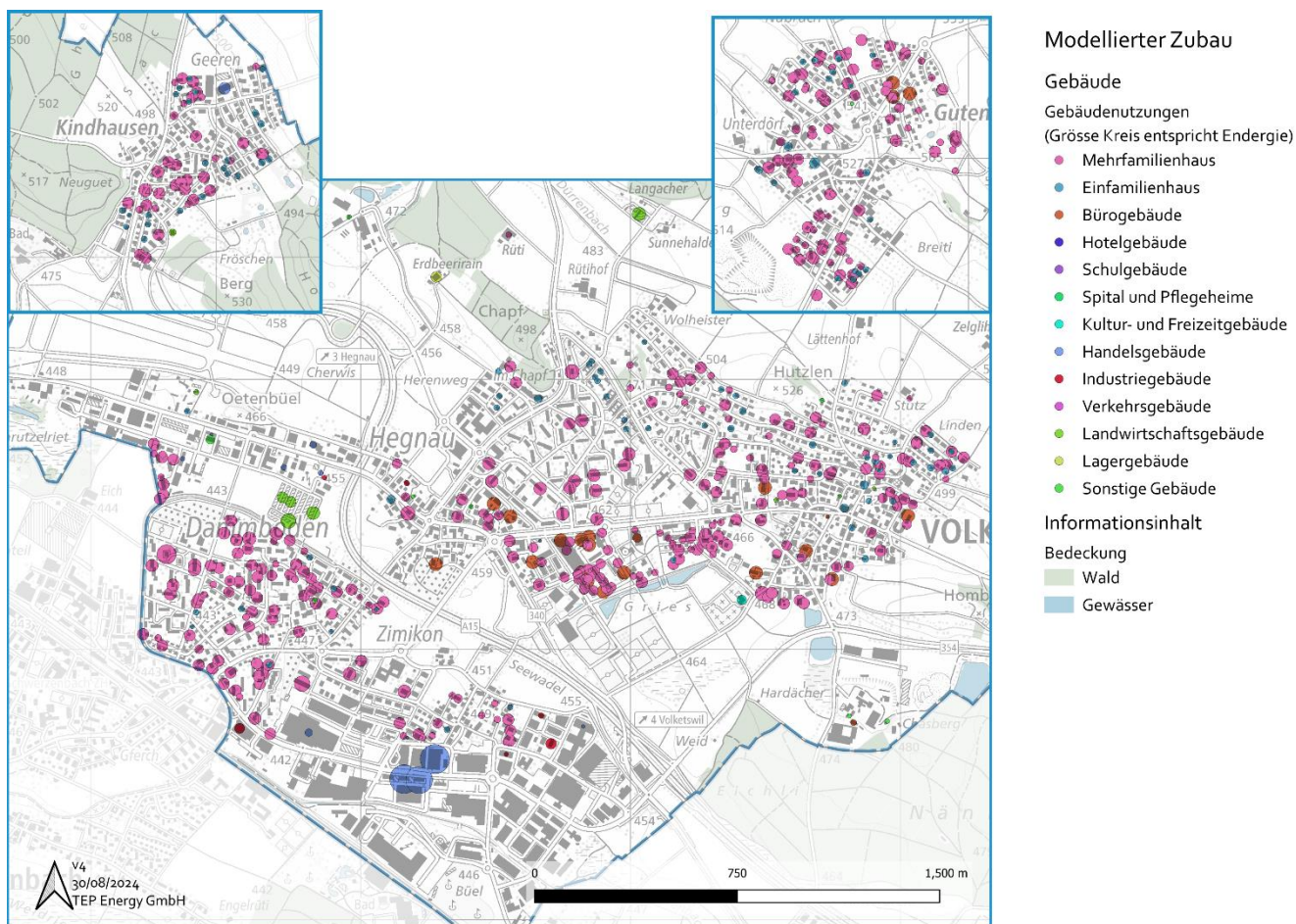


Abbildung 10 Modellierter Zubau / Ersatz von Gebäuden bis 2050 in Volketswil.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

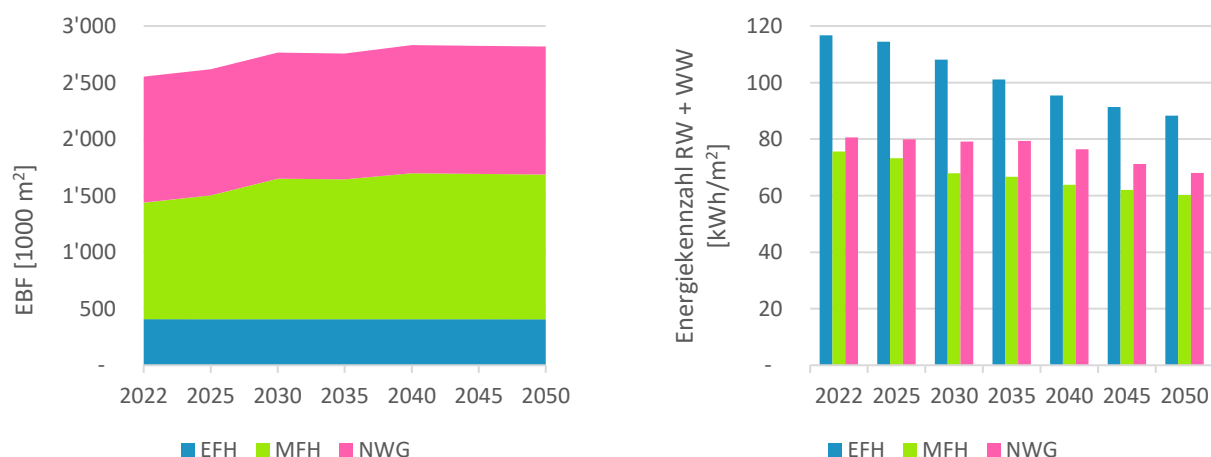


Abbildung 11 Entwicklung der Energiebezugsflächen (links) und Energiekennzahl für Raumheizung und Warmwasser (rechts) mit durchschnittlicher Witterung. Modellerte Entwicklung basierend auf Bevölkerungspotenzialen.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

Trotz der Zunahme der EBF um rund 8%, verursacht durch Bevölkerungs- und Beschäftigtenwachstum, nimmt die simulierte Energienachfrage bis 2035 um rund 2% auf 212 GWh ab (Abbildung 12). Bis 2050 ist die Zunahme der EBF mit 10.4% vergleichbar, aufgrund der Effizienzgewinne wird die simulierte Energienachfrage jedoch um 12% auf rund 190 GWh abnehmen. Dies ist insbesondere auf die erhöhte Energieeffizienz der Gebäude zurückzuführen, was durch die abnehmende Energiekennzahl (EKZ) Raumwärme und Warmwasser in Abbildung 11 (oben rechts) illustriert ist. Gemäss den Berechnungen mit dem GPM nimmt die mittlere EKZ zwischen 2022 und 2035 um rund 10% ab. Die Reduktion der EKZ lässt sich wie folgt zu begründen:

- **Strukturell:** Höhere Anteile von effizienteren Neubauten, auch wegen Rück- und Ersatzneubauten, etwas höhere Anteile von MFH und geringere Anteile von EFH sowie Ersatz von bestehenden Gebäuden durch Neubauten mit ebenfalls tieferen spezifischen Verbräuchen.
- **Erneuerungstätigkeit** an bestehenden Gebäuden. Energetische Erneuerungsmassnahmen an der Gebäudehülle werden, insbesondere aufgrund der Baualtersstruktur (siehe Kap. 2.1) auch zukünftig ein Thema sein und immer noch sehr stark gefördert. Bei den Nicht-Wohngebäuden kommt die energetische Sanierung von Lüftungsanlagen hinzu.
- **Heizanlagen-Effizienz:** Höhere Effizienz auf Seite der Heizanlagen, namentlich wegen höheren Anteilen von Wärmepumpen⁵ (siehe ebenfalls kantonales Förderprogramm) sowie wegen energetischen Betriebsoptimierungen.

Die abnehmende Endenergienachfrage ist in Hinblick auf den Ausbau und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ein Wirtschaftlichkeitskriterium für die Energieversorger. Abnehmende Absätze müssen daher in der Planung berücksichtigt werden, womit wir bei den folgenden Analysen auf einen Zeitraum um 2035 fokussieren.

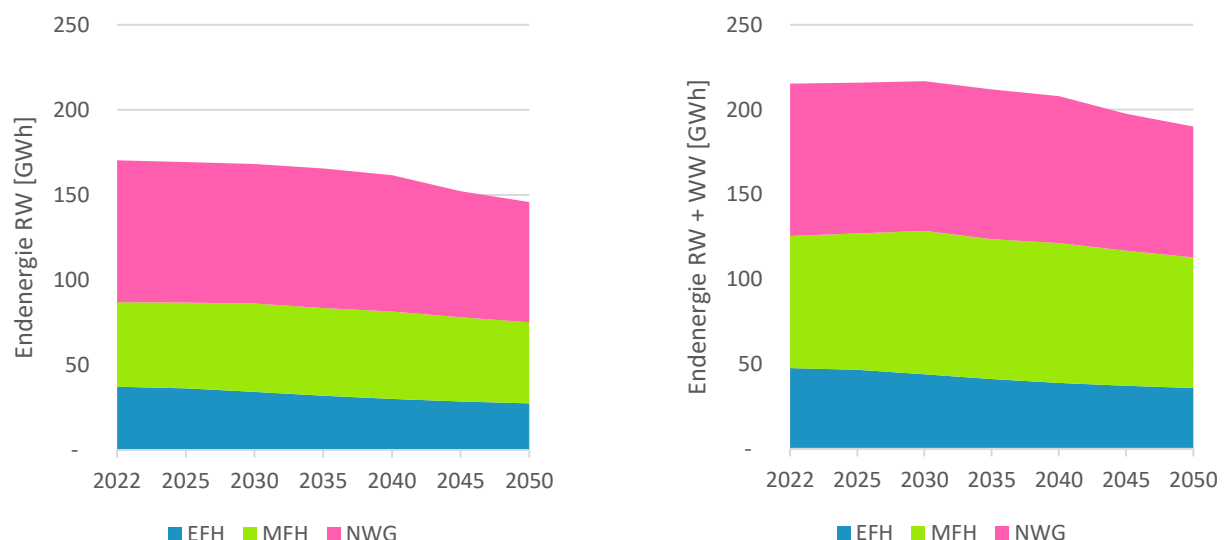


Abbildung 12 Entwicklung der Endenergienachfrage für Raumwärme (links) und für Raumwärme und Warmwasser insgesamt (rechts) mit durchschnittlicher Witterung. Prozesswärme ist nicht enthalten.

⁵ Bei WP liegt das Verhältnis zwischen Nutz- und Endenergie definitionsgemäss bei 1, währenddem es bei Feuerungsanlagen zwischen 0.85 und knapp bei 1 liegt.

3.2.1 Räumliche Nachfragestruktur

Die modellierte räumliche Endenergienachfrage für Raumwärme und Warmwasser in der Gemeinde Volketswil im Jahr 2035 ist Abbildung 13 dargestellt (basierend auf den Berechnungen mit dem Gebäudeparkmodell). Die höchsten Energiedichten sind im Vergleich mit 2022 (in Abbildung 5) weiterhin im Zentrum, bei Gries und im Industriegebiet zu finden. Jedoch ergeben sich durch Quartierpläne und Effizienzentwicklungen vereinzelt strukturelle Änderungen. Nicht dargestellt ist die Prozesswärme. Diese ist jedoch im Industriegebiet wesentlich (vgl. Kapitel 2.2.3).

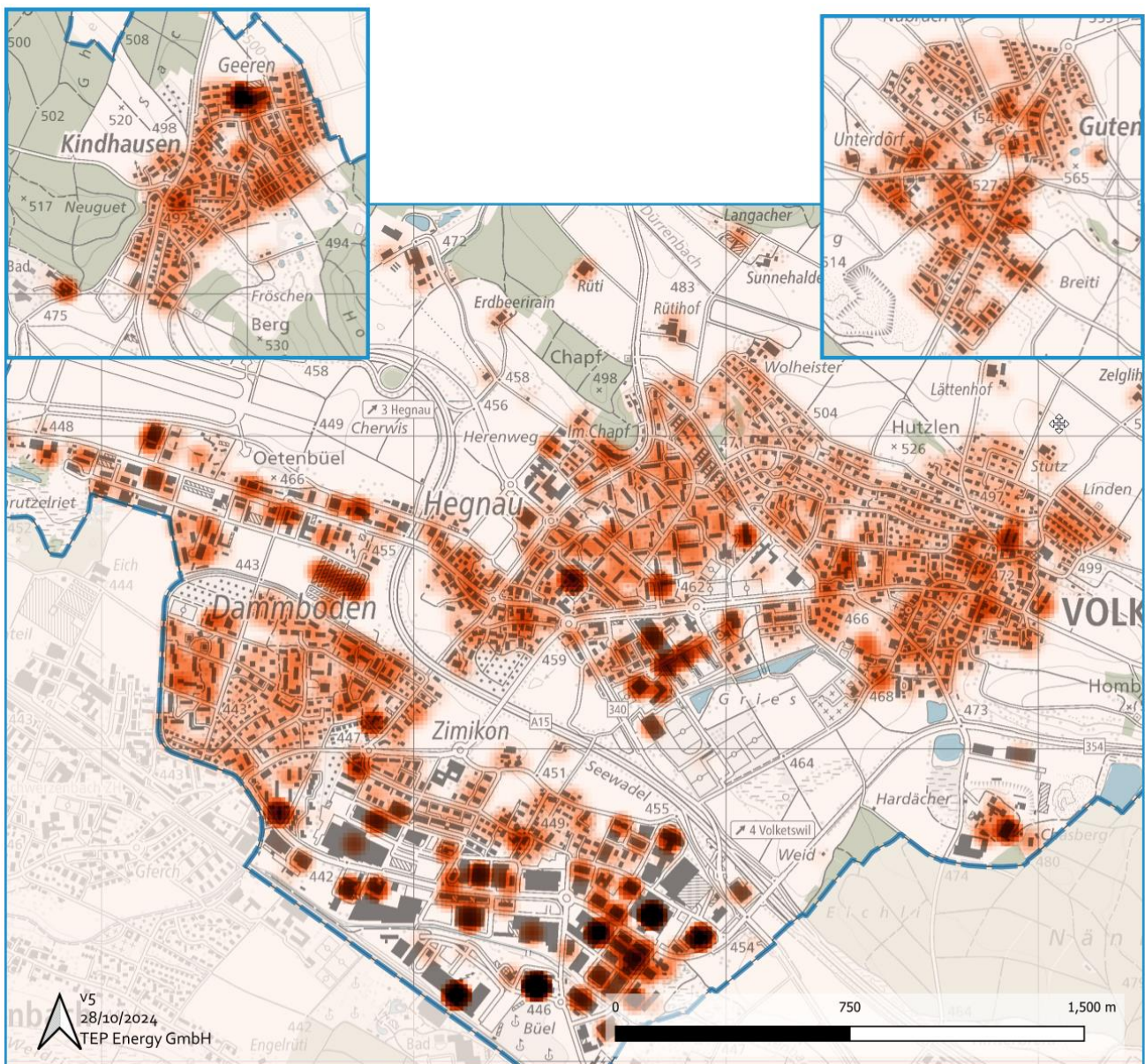


Abbildung 13 Räumliche Wärmebedarfsdichte im Jahr 2035 (ohne Prozesswärme). Dunkelrot ca. > 1500 MWh/ha, Mittel-Rot ca. 500 MWh / ha, Hellrot / orange < 200 MWh / ha

Quelle: Berechnungen TEP Energy-

3.3 Potenzielle Wärmenetze in 2035 (Heizung und Warmwasser)

Zur Bestimmung von potenziellen Wärmenetzen wenden wir zum einen eine sogenannte Clusteringmethode an, d.h. die Häufung von Gebäuden mit hoher Nachfrage wird zu einem Netzgebiet verbunden (siehe Methodenkapitel und dieses Kapitel), sowie zum anderen, ein ergänzender Netzalgorithmus (siehe Anhang).

Die nachfrageseitigen Cluster für thermische Netze sind unterschiedlich gross, je nachdem, ob die «zulässigen» Grenzkosten der Wärmeverteilung als hoch oder mitteltief unterstellt werden. Die Verteilungskosten ergeben sich aufgrund der baulichen Komplexität und der Leistung der benötigten Verteilungen. Diese sind in den Jahren vor 2024 signifikant gestiegen (siehe dazu die Annahmen im Anhang).

Um den Zeithorizont für die Realisierung von Verbunden zu berücksichtigen, wird als Berechnungsgrundlage für die Dimensionierung und die Bestimmung der nachfrageseitigen Potenziale der Energiebedarf des Jahres 2035 gewählt. Damit wird der Zeit, die für den Bau der Infrastruktur benötigt wird, der Betriebsdauer und der Entwicklung der spezifischen Nachfrage im Sinne einer hinreichenden Annäherung Rechnung getragen.

Bei mittleren Grenzkosten der Wärmeverteilung findet der Algorithmus bereits einige grosse Cluster (Abbildung 14). Werden höhere Grenzkosten der Verteilung zugelassen, kann ein deutlich höherer Anteil der Gebäude angeschlossen werden (Abbildung 15). Das nachfrageseitige Potenzial umfasst damit einen wesentlichen Teil des Siedlungsgebiets. Vor allem in Gebieten mit kleineren Nachfragedichte (d.h. <500 MWh/ha, vgl. Abbildung 13) wäre ein Anschluss unter den vorgegebenen Annahmen und Kosten jedoch nicht wirtschaftlich.

3.3.1 Lokale Wärmeverbünde (Nahwärme)

Nahwärmeverbünde (oder auch Mikroverbünde)⁶ können bei lokal genügender Wärmedichte, und insbesondere abseits des Fernwärme-Verbundgebiets, eine Möglichkeit zur Wärmeversorgung darstellen. Ausserdem können Nahwärme-Verbünde den zentralen Fernwärmeverbund entlasten, falls es zu Lastengpässen käme.

Ein Hindernis bei Nahwärmeverbünden ist die notwendige Kooperation der beteiligten Gebäudeeigentümer/innen. Die Kostenverteilung kann je nach Verbund unterschiedlich geregelt werden, da es keine verbindlichen rechtlichen Vorgaben für solche Strukturen gibt. Dies erfordert, dass die beteiligten Parteien eigenständig Vereinbarungen treffen. Dies kann eine Hürde für die Umsetzung von Mikroverbünden darstellen. Dennoch zeigt die Erfahrung, dass bei einem gemeinsamen Ziel in der Regel Lösungen gefunden werden können (Energieberatung Stadt Zürich, 2023).

Für Volketswil schätzen wir das Potenzial für zusätzliche Nahwärmeverbünde auf Basis einer Analyse mit hohen Grenzkosten. Wir identifizieren dabei rund 60 Cluster mit einer gesamten Endenergienachfrage von etwa 40 GWh, wobei Cluster mit weniger als 5 GWh Wärmenachfrage als mögliche Nahwärmeverbünde in Frage kommen (Abbildung 15). Viele dieser kleinen Cluster liegen jedoch nah beieinander oder innerhalb der geplanten Verbundgebiete. Ausserhalb dieser Gebiete, etwa in Guteswil, könnten Nahwärmeverbünde eine sinnvolle Option sein, insbesondere wenn Luft/Wasser-Wärmepumpen aufgrund von Lärmschutzvorgaben nicht möglich sind oder Einzellösungen nicht erwünscht sind. Dort beläuft sich das Potenzial auf rund 5 GWh. Die Wahl der Wärmequellen sollte je nach Gegebenheit angepasst werden, beispielsweise Erdwärme, Biogas oder Holz.

⁶ Kleinstverbünde siehe auch (Stadt Zürich, 2023)



Abbildung 14 Nachfrageseitige Potenziale für Wärmenetze im Jahr 2035 unter Berücksichtigung mittlerer Verteilungskosten, (mittlere Grenzkosten [GK]). Die Flächen zeigen die maximalen Ausdehnungen der wirtschaftlich betreibbaren Versorgungsgebiete. Werte zeigen die Wärmenachfrage in GWh im Jahr 2035.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

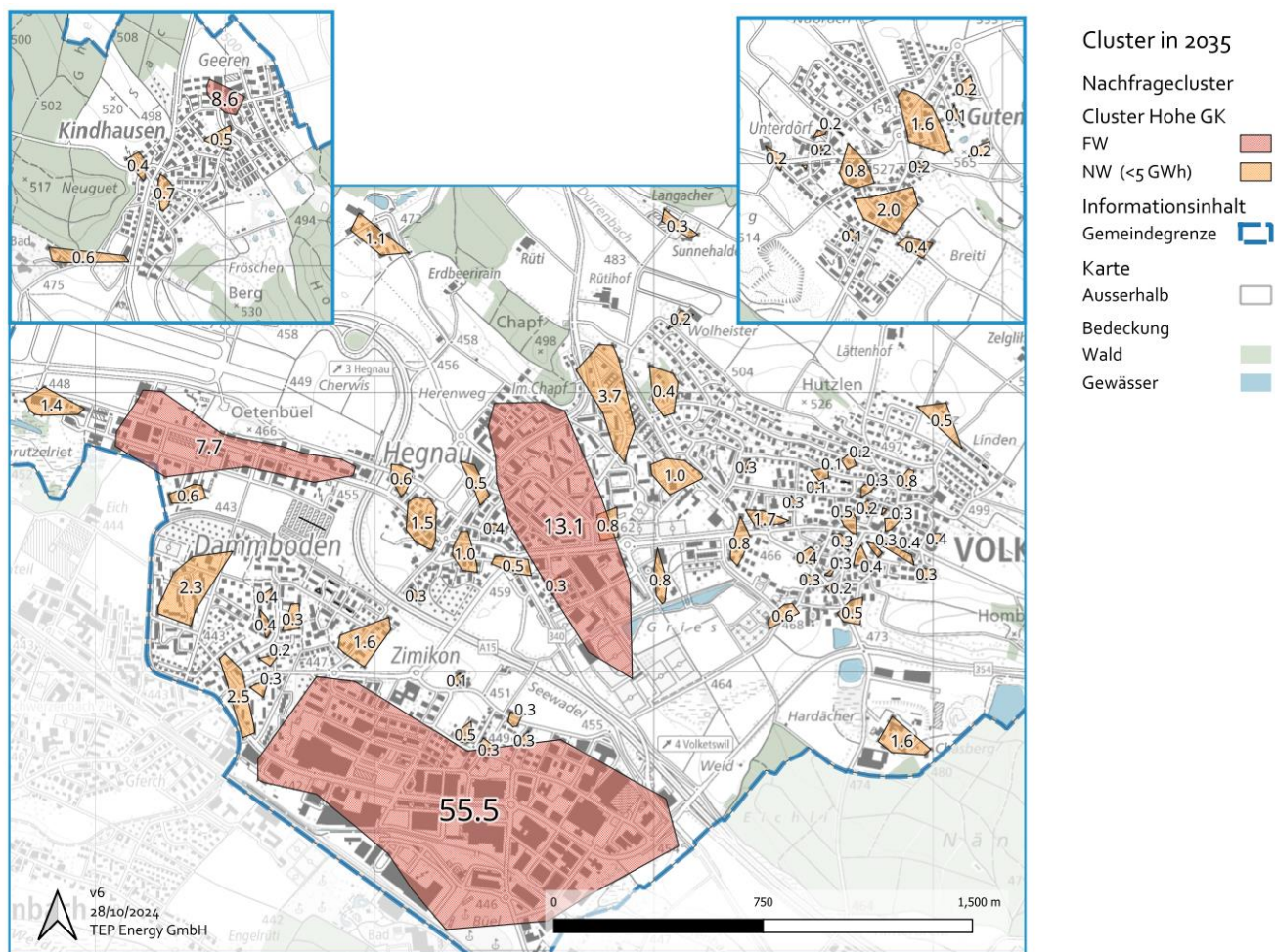


Abbildung 15 Nachfrageseitige Potenziale für Wärmenetzen im Jahr 2035 unter Berücksichtigung hohen Verteilungskosten (hohe Grenzkosten). Die Flächen zeigen die maximalen Ausdehnungen der wirtschaftlich betreibbaren Versorgungsgebiete. Werte zeigen die Wärmenachfrage in GWh im Jahr 2035

Quelle: Berechnungen TEP Energy



4

Energiepotenziale, Wärmedargebot und Gebietsanalyse

Dieses Kapitel fokussiert auf die erneuerbaren Energiepotenziale und das Dargebot aus verschiedenen Quellen. Hierbei wird zwischen dezentralen gebäudebezogenen, lokalen und regionalen Potenzialen unterschieden. Die geographischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen in Volketswil werden dabei berücksichtigt. Eine Übersicht der vorhandenen Potenziale und Gegenüberstellung findet sich auf Seite 41.

4.1 Gebäudebezogene Potenziale

4.1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpen

Wärme aus der Luft ist grundsätzlich praktisch unlimitiert verfügbar, jedoch ist deren Nutzung mit L/W-WP nicht in jedem Fall sinnvoll, aus Lärmschutzgründen nicht erlaubt, nur mit zusätzlichen Massnahmen realisierbar, aus Platzgründen nicht möglich oder zu kostenintensiv. Um das Potenzial von L/W-WP zu ermitteln, wird ein Verfahren angewendet, welches speziell das Platzangebot sowie die Lärmschutzvorgaben berücksichtigt (Beschreibung siehe Anhang). Diese Analyse wird mit einem sogenannten geografischen Informationssystem (GIS) durchgeführt.

Eine Übersicht zum Gemeindegebiet Volketswil, bei welchen Gebäuden eine L/W-WP mit Split-Aufstellung (d.h. Kombination aus Aussen- und Inneneinheit) unter Berücksichtigung des Platzangebots auf der Parzelle sowie dem Einhalten der Lärmschutzvorgaben grundsätzlich möglich ist (Variante 1: mittellaute Wärmepumpen) ist in Abbildung 16 dargestellt. Grüne Punkte illustrieren Gebäude, bei denen der Einsatz einer L/W-WP grundsätzlich möglich ist. Bei pinken Punkten ist entweder kein Platz auf dem Grundstück vorhanden oder der Abstand ist zu gering, um den Lärmschutzvorgaben gerecht zu werden. Es zeigt sich, dass insbesondere im dicht besiedelten Zentrum das Potenzial der mittellauten L/W-WP stark beschränkt ist. In den Wohnzonen ist trotz der erhöhten Lärmschutzstufe, das Potenzial aufgrund des Platzes und Energiebedarfs der Gebäude höher.

Unter Berücksichtigung der Energienachfrage von 2035 könnten rund 98 GWh durch *mittellaute* L/W-WP gedeckt werden. Demgegenüber ist für rund 114 GWh Wärmebedarf keine Deckung mit mittellauten L/W-WP in Split-Aufstellung möglich.

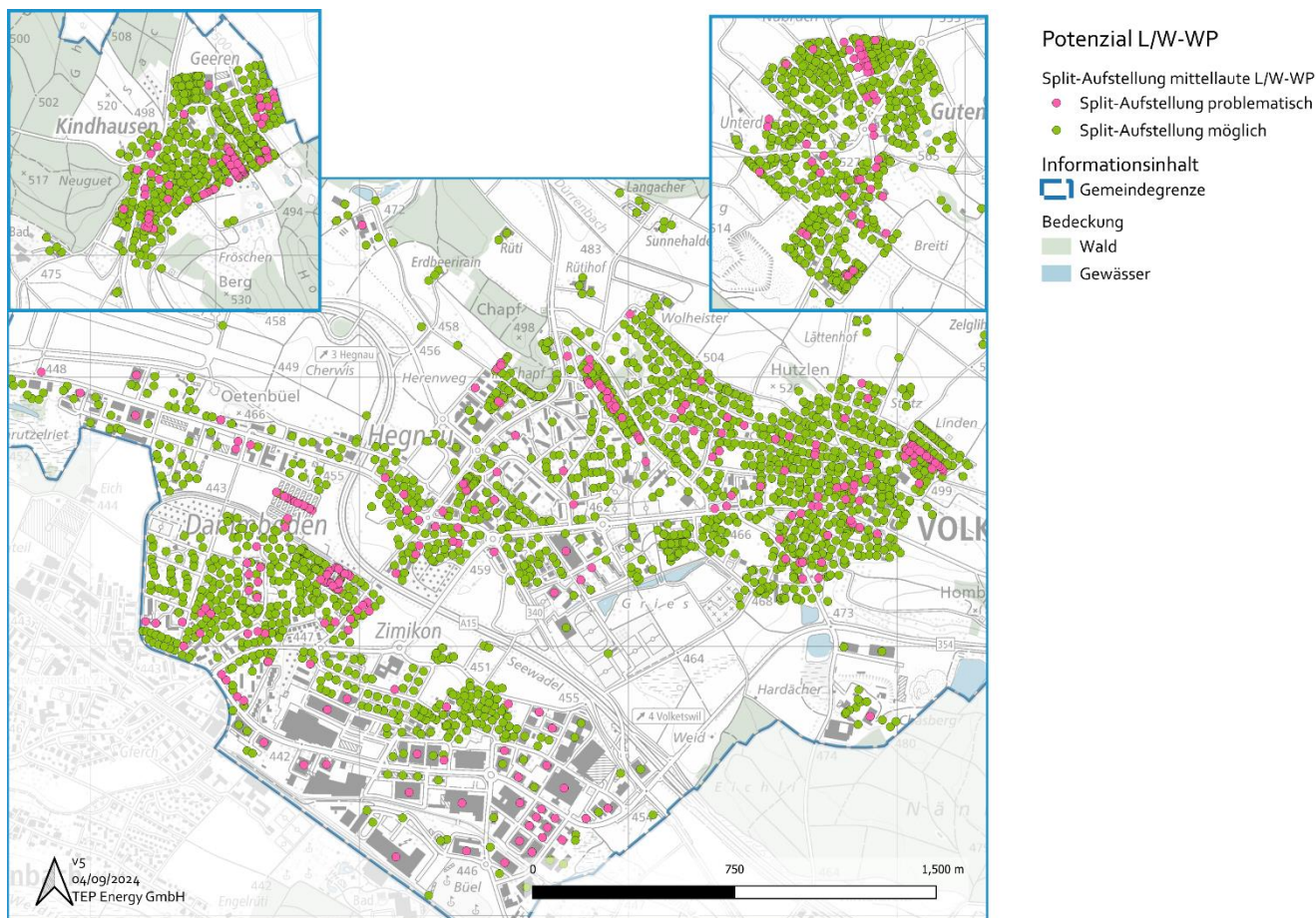


Abbildung 16 Potenzial mittellauter L/W-WP in Split-Aufstellung unter Berücksichtigung des Platzangebots auf der Parzelle, sowie der Lärmschutzvorgaben. Bezugsjahr der Modellierung ist 2035.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

Unter Berücksichtigung von leiseren und mutmasslich teureren Wärmepumpen ergibt sich ein geringfügig höheres Potenzial (siehe Abbildung 17). Abgesehen vom Zentrum, Teilen des Gewerbegebiets sowie wenigen Quartieren und Einzelgebäuden sind L/W-WP mit Split-Aufstellung in dieser Variante bei vielen Gebäuden denkbar. Das Gesamtpotenzial der leisen L/W-WP beläuft sich auf rund 120 GWh, während für 93 GWh andere Lösungen zu prüfen sind.

Die Wärmepumpenanalyse zeigt auf, dass Platzangebot und Lärmschutzvorgaben wichtige Faktoren für die Split-Aufstellung von L/W-WP darstellen. Trotz Fortschritten beim Lärmschutz (leisere WP, Schalldämmhauben, Lärmschutzwände) zeigt sich, dass das Thema weiterhin bei der Planung mitberücksichtigt werden muss. Im Sinne der Energieplanung wird unten entsprechend auf Alternativen eingegangen, d.h. weitere dezentrale erneuerbare Potenziale sowie zentrale Versorgungsmöglichkeiten in Form von thermischen Netzen.



Abbildung 17 Potenzial leise L/W-WP in Split-Aufstellung unter Berücksichtigung des Platzangebots auf der Parzelle, sowie der Lärmschutzvorgaben. Bezugsjahr der Modellierung ist 2035.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

Das totale Potenzial für L/W-WP unterscheidet sich je nach Szenario und ist in Tabelle 2 zusammengefasst. Sind LW-WP ungünstig, sind als Alternativen der Anschluss an thermische Netze (Fern- und Nahwärme mit passenden Energiequellen, siehe unten), Sole/Wasser Wärmepumpen oder Holzheizungen zu prüfen. Bei diesen Lösungen wird eine Inneninstallation gemacht, wobei der Lärm eine geringere Rolle spielt. Insgesamt sind L/W-WP nicht überall möglich, bzw. mit höheren Kosten für leisere Modelle verbunden, falls diese eingesetzt werden sollen.

Tabelle 2 L/W-WP Potenzial für die mittellauten und leisen Varianten. Günstig bedeutet, dass die entsprechenden L/W-WP Modelle in benötigter Dimensionierung die Lärmschutzvorgaben bei kombinierter Innen-Aussenaufstellung erfüllen, ungünstig dagegen bedeutet, dass Lärmschutzvorgaben vermutlich nicht eingehalten würden.

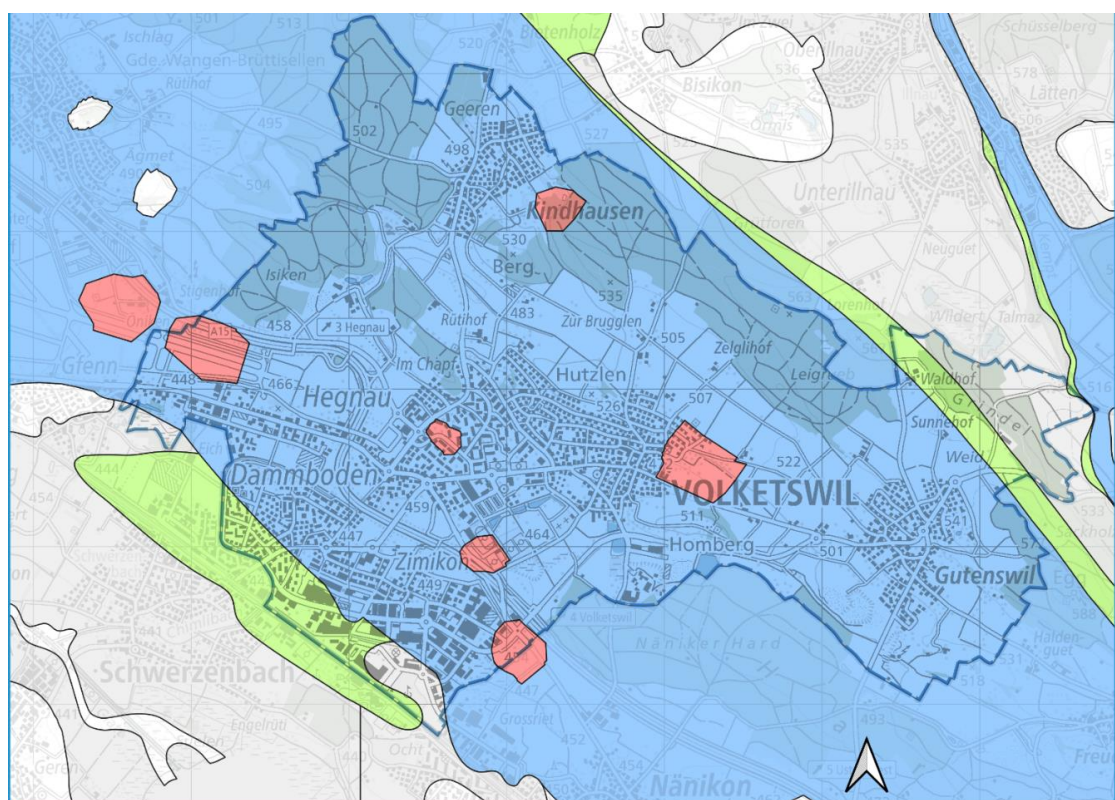
Variante	L/W-WP günstig [GWh]	L/W-WP ungünstig [GWh]
L/W-WP mittellaut	98.0	114.2
L/W-WP leise	119.7	92.5

Quelle: Berechnungen TEP Energy

4.1.2 Erdwärmenutzung durch Wärmepumpen mit Erdwärmesonden (untiefe Geothermie)

Das Potenzial zur Nutzung der Erdwärme bis 1000 m in Volketswil ist stark eingeschränkt (es ist zu beachten, dass für die Zulassung eine Tiefe bis 400 m ausschlaggebend ist, vgl. AWEL, 2010a). Insbesondere erstrecken sich weitläufige Grundwassergebiete mitten durch die Gemeinde, womit die Nutzung von S/W-WP mit Erdwärmesonden (EWS) im grössten Teil des Siedlungsgebiets ausgeschlossen ist (Abbildung 18). Nur im südwestlichen Siedlungsgebiet sind EWS grundsätzlich möglich, und es sind schon vereinzelt WP zugelassen. Diese stellen eine Option dar, falls ein Verbund nicht sinnvoll ist und L/W-WP aufgrund der Lärmthematik problematisch wären (siehe Kapitel 4.1.2).

Auf Grundlage unserer räumlichen und nachfragebasierten Berechnungen könnten im Jahr 2035 mindestens 1.3 GWh der Raumwärme und des Warmwassers über S/W-WP mit EWS gedeckt werden (jedoch ohne Berücksichtigung vom Regenerationsbedarf). Solche WP mit EWS können auch zur Spitzenlastdeckung bei leitungsgebundenen Verbunden oder für potenzielle Nahwärmeverbünde (z.B.: in Gutenswil) eingesetzt werden. So könnte ein potenzieller Verbund in Gutenswil rund 3-4 GWh Erdwärme nutzen. Im Gegensatz zu den starken Einschränkungen bei den EWS ist die Nutzung des Grundwassers über einen Wärmetauscher in der Zone B grundsätzlich zulässig (siehe dazu Kapitel 4.2.5).



- Wärmenutzungszonen EWS
- keine Nutzung erlaubt (Zone A)
 - Ausschlussgebiet für Erdsonden, Grundwasserwärmenutzung grundsätzlich zulässig (Zone B)
 - Erdsonden möglich, teilweise Auflagen (Zone D)
 - Erdsonden erlaubt (Zone F)

0 750 1,500 m

VO.1
06/08/2024
TEP Energy GmbH

Abbildung 18 Auszug aus dem Wärmenutzungsatlas des Kanton Zürichs

Quelle: Kanton Zürich

4.1.3 Solarthermie

Gemäss den Erhebungen des BFE aus dem Jahr 2023 steht der Gemeinde Volketswil ein Solarwärmepotenzial (für Heizwärme und Warmwasser) von 28.87 GWh zur Verfügung. Für die Berechnung wurde auf jedem Haus in der Gemeinde die bestgeeignete Dachfläche allein mit Sonnenkollektoren bedeckt und für die Solarwärme genutzt (Bundesamt für Energie, 2023). Dieses Potenzial ist im Vergleich zum Endenergiebedarf für die Raumwärme und das Warmwasser von 130 GWh (vgl. Kapitel 2.2) jedoch eher gering.

Hinzukommt das der Solarwärme-Markt schweizweit eher rückläufig ist und weniger Sonnenkollektoranlagen verkauft werden (Hofstettler & Hekler, 2023), (Swissolar, 2023). Demnach kann die Solarthermie ihren Beitrag zur Dekarbonisierung der Gemeinde beitragen, aber kann nicht als alleinige Strategie zur Ersetzung der fossilen Energieträger dienen. Allenfalls könnten bei weiter abgelegenen Gebäuden oder auf dem Land solarthermische Anlagen als dezentrale Wärmelösungen speziell für die Warmwasserbereitung eine interessante Alternative darstellen.

4.2 Lokale und regionale (orts- und leitungsgebundene) Potenziale

Nebst den gebäudebezogenen Potenzialen steht eine Vielzahl an weiteren Energiequellen wie Abwärme und erneuerbare Potenziale im Gemeindegebiet von Volketswil sowie in den umgebenden Gemeinden zur Verfügung. Sofern relevant, wird auf gemeindeübergreifende Aspekte hingewiesen. In diesem Kapitel liegt der Fokus auf Energiepotenzialen, die grösstenteils orts- und/oder leitungsgebunden sind.

4.2.1 Abwärme Rechenzentrum

Eine potenzielle Energiequelle mit hohem Potenzial ist ein geplantes Rechenzentrum in Volketswil, welche Abwärme für den Wärmeverbund zur Verfügung stellen könnte. Damit stünde eine konstante Energiequelle mit hohem Energiepotenzial zur Verfügung. In aktuellen Szenarioanalysen seitens Energie 360° wird ein ausreichendes Wärmepotenzial für die gesamte Gemeinde angegeben.

Die aktuellen Angaben beruhen auf Schätzungen und Szenarioberechnungen und sind noch mit gewissen Unsicherheiten/Risiken behaftet (der Ausbau des Rechenzentrums könnte kleiner ausfallen als antizipiert). Im Wesentlichen sieht das aktuelle Konzept zur Wärmeversorgung von Volketswil und den anliegenden Gemeinden Schwerzenbach, Greifensee und Effretikon eine 25 MW Wärmepumpe und einen 30 MW Biogas/Gaskessel (Spitzenlast oder Redundanz) zur Nutzung der Abwärme vor. Damit könnte, 95% der Wärme aus der Abwärme gewonnen werden. Auf energetischer Seite entspricht dies einem Gesamtwärmeabsatz von 150 GWh im gesamten Cluster, bzw. im Gemeindegebiet in Volketswil dürfte der Absatz mehr als einen Drittel dieser Energiemenge ausmachen, d.h. zwischen 55-70 GWh (verschiedene Szenarien).

Laut Angaben von Energie 360°, könnte die maximal erwartete Abwärme höher ausfallen und kann das gesamte Gemeindegebiet, das für thermische Netze geeignet ist, versorgen. Grund: die aktuelle Dimensionierung deckt weniger als einen Drittel der verfügbaren Wärmeleistung des Rechenzentrums ab.

4.2.2 Weitere Industrie- und Gewerbeabwärme

Im kantonalen Energiegesetz werden Grossverbraucher als Unternehmen definiert, die einen Wärmeverbrauch von mehr als 5 GWh pro Jahr oder einen Elektrizitätsverbrauch von 0.5 GWh pro Jahr pro Verbrauchsstätte aufweisen. Grossverbraucher sind dazu verpflichtet, eine Energieanalyse durchzuführen und können darauf basierend zu Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz verpflichtet werden oder sie können mit der Baudirektion eine Zielvereinbarung abschliessen, wie die Energieeffizienz in den nächsten 10-20 Jahren gesteigert werden kann (Ebert Stoll, 2015).

In Volketswil sind mehrere Grossverbraucher angesiedelt; gemäss dem vorangehenden Energieplanungsbericht für Volketswil aus 2015 waren 3 Energiegrossverbraucher angesiedelt (Ebert Stoll, 2015).

Zur weiteren Einschätzung der Abwärmepotenziale in Volketswil (in 2024) wurde die Liste der Grossfeuerungen hinsichtlich der Dampfkessel für industrielle Wärme ausgewertet (Quelle: AWEL). Dabei ist in Volketswil rund 12 MW Brennerleistung installiert, davon rund 5 MW Heizöl und 7 MW Erdgas. Dies steht den Prozesswärmeverbräuchen mit Erdgas von knapp 40 GWh und von Öl von rund 10 GWh gegenüber.

Eine potenzielle Abwärmenutzung ist mit den Betrieben geklärt worden. So ist ein bedeutender Energieverbraucher mit bestehendem Abwärmepotenzial die Grossbäckerei «Fresh Food & Beverage Group» (FFB Group, ehemals JOWA AG) im Industriegebiet von Volketswil. Nach Abklärungen mit dem Unternehmen ist aktuell jedoch keine Wärmeabgabe an Dritte vorgesehen. Das Unternehmen nutzt die Wärme derzeit vollständig intern und setzt den strategischen Fokus auf die interne Betriebsoptimierung, womit das Abwärmedargebot sinken wird. Sollte in Zukunft trotzdem Abwärme zu externer Nutzung bereitstehen, könnte eine Zusammenarbeit mit dem Wärmeverbund in Betracht gezogen werden, entweder durch den Bezug von Wärme aus dem Verbund oder die Abgabe von überschüssiger Wärme an den Verbund.

Auch die beiden weiteren Industrie- und Gewerbeunternehmen verfügen über keine Abwärme, die abgegeben werden könnte. Sie haben laut ihren Angaben die Produktion stillgelegt bzw. verlagert haben (Kalkproduktion) und/oder durch Prozessumstellungen die Nutzung von fossilen Energieträgern in den nächsten Jahren auf null reduzieren. Durch diese Umstellungen, z.B. lösungsmittelfreie und strombasierte Prozesse, fällt auch keine Abwärme mehr an, welche durch Dritte genutzt werden könnte.

4.2.3 Kehrichtverbrennungsanlage

Kehrichtverbrennungsanlagen (KVAs) können mit der Abwärme aus der Verbrennung als Wärmeproduzent fungieren und damit Gemeinden über Fernwärmenetze mit Wärme versorgen. Die Energie Zürichsee Linth betreibt dazu in Hinwil ein Fernwärmenetz, welches teilweise in Betrieb und aktuell in Planung für eine Erweiterung ist. Die für die Beheizung notwendige Energie wird aus der Abwärme der KEZO gewonnen. Jedoch sind die Potenziale mit den geplanten Erschliessungen der Gemeinden Bubikon, Dürnten, Rüti und Rapperswil-Jona nach internen Abklärungen ausgeschöpft und zu diesem Zeitpunkt keine Option für Volketswil.

4.2.4 Abwasser und Abwasserreinigungsanlage

In Volketswil besteht ein ungenutztes Potenzial zur Nutzung der im Abwasser enthaltenen thermischen Energie. Diese Abwärme könnte mittels Wärmepumpen sowohl für Heiz- als auch für Kühlzwecke genutzt werden. Die Nutzung dieser Wärme kann entweder vor oder nach der

Abwasseraufbereitung erfolgen, wobei für eine wirtschaftlich sinnvolle Anwendung minimale Abwasserflüsse von etwa 10 l/s erforderlich sind (AWEL, 2010b).

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) Bachwies klärt das Abwasser von Volketswil, befindet sich aber in Fällanden. Obwohl wir den Beitrag dieser Abwärmenutzung zur Gesamtwärmeversorgung der Gemeinde Volketswil gering einschätzen, könnte sie in spezifischen Fällen eine wertvolle Ergänzung als dezentrale Versorgungsoption darstellen. Daher sollte in Einzelfällen geprüft werden, ob eine solche Nutzung technisch und wirtschaftlich realisierbar ist. Dabei ist zum einen die Nachbargemeinde Fällanden in die Überlegungen mit einzubeziehen, sowie zum anderen die ARA Betreiber. Aus Sicht der Betreiber sollten im Allgemeinen die Anforderungen an die Temperaturen in der ARA berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass die biologischen Prozesse in der Abwasserreinigung nicht beeinträchtigt werden.

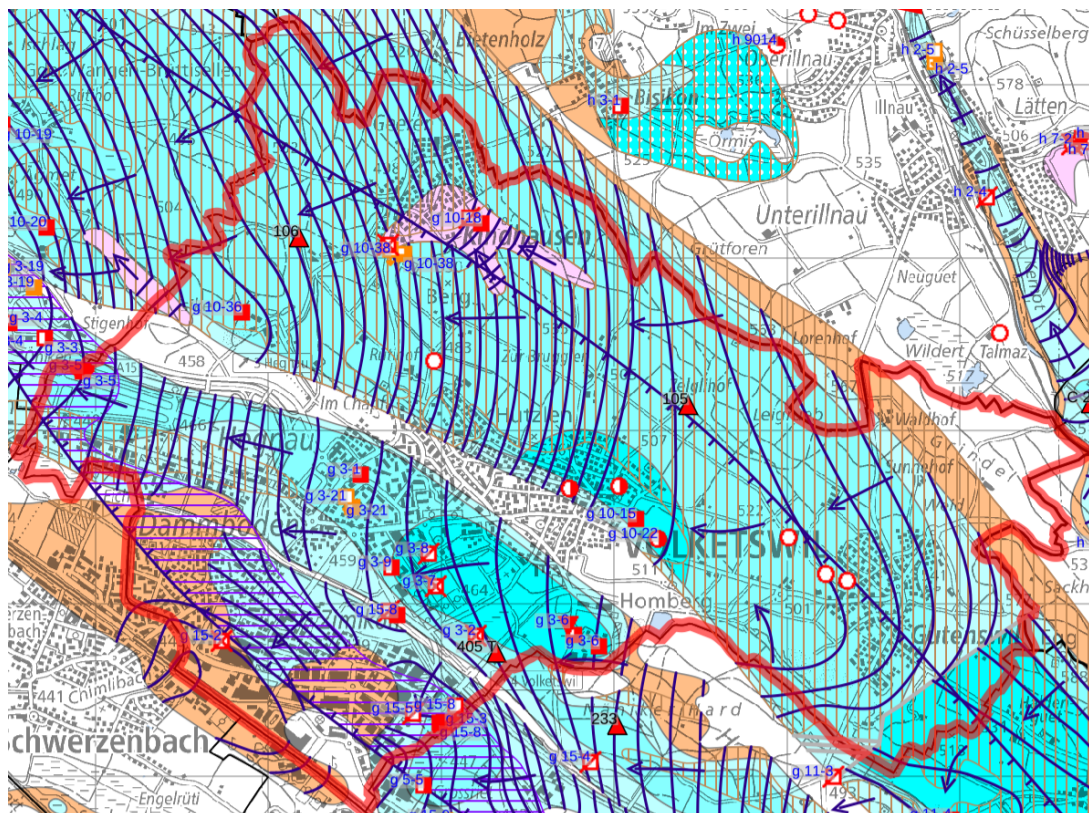
Beispiele zur Nutzung der Abwasserwärme gibt es in der Schweiz zahlreiche, z.B. in den Städten Zürich und Basel. Der Energieverbund Altstetten und Höngg, ein Wärmeverbund mit Wärme aus dem Klärwerk Werdhölzli sowie der SwissLife Arena, soll im Endausbau rund 170 GWh Wärme liefern (EWZ, 2023). Zudem wird ein Teil der Wärme in einem Wärmeverbund in Dietikon genutzt. In Basel wurde letztes Jahr ein Wärmeverbund in Betrieb genommen, der die Abwärme aus der ARA Birs nutzt und anhand zweier WP mit je 2.3 MW dereinst knapp 3000 Haushalte mit Wärme versorgen kann (IWB, 2021).

4.2.5 Grundwasser

Die Nutzung von Grundwasser ist in Volketswil grundsätzlich fast auf dem ganzen Siedlungsgebiet möglich. Einschränkungen betreffen die Zone A und der weisse Streifen in Abbildung 19 («übrige Grundwasservorkommen g0»).

Das energetische Grundwasserpotenzial lässt sich anhand der Höhenlinien des Wasserstands (Isohypsen) und der Durchlässigkeit des Grundwasserkörpers bestimmen. Die Fliessrichtung des Grundwassers ist senkrecht zu den Isohypsen. Im nördlichen Teil von Hegnau verliert der Mittelwasserstand auf eine Distanz von rund 1200 m rund 10 Höhenmeter. Bei einer Mächtigkeit von 20 m und einer Breite von 200 m ergibt sich bei einer angenommenen Durchlässigkeit (tiefer k-Wert von 0.001 m/s) eine thermische Entnahmeleistung von 0.7 MW (bei einer optimistischen Einschätzung, mit einem ΔT von 5 K). Je nach Dimensionierung ergibt dies eine Jahresenergie von 1.8 GWh (monovalent) bzw. 3.5 GWh (bivalent). Wäre die Durchlässigkeit 5 mal höher ($k_f=0.005$), skalieren die energetischen Werte entsprechend. Dazu kommen die Potenziale im südlichen Teil von Hegnau sowie von Gutenswil und Kindhausen.

Die Wärmeproduktion ist jeweils rund ein Drittel höher (bei einem angenommenen JNG von 4), dies aufgrund des Beitrags des eingesetzten Stroms, der auch in Wärme umgewandelt wird. Bei der bivalenten Konfiguration ist je nach Anlagenkonzept (Dimensionierung und Betrieb Spitzenlast) nochmals 10%-20% hinzuzurechnen, wobei diese Energie z.B. durch einen geeigneten Energieträger zu decken wäre (z.B. Holz oder Biogas).



Wasserfassung

Grundwasserrechte mit 9000er-Nummern beziehen sich auf noch nicht konzertierte Fassungen.

(ohne Wärmenutzung / mit Wärmenutzung)

Grundwasserfassungen

- Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversickerung, Sickergalerie
- Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversickerung, Sickergalerie ungenutzt
- Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversickerung, Sickergalerie aufgehoben
- Grundwasserfassung
- Grundwasserfassung <= 30 l/min
- Grundwasserfassung 30 - 300 l/min
- Grundwasserfassung 300 - 3000 l/min
- Grundwasserfassung > 3000 l/min
- Ungenutzte Grundwasserfassung
- Aufgehobene Grundwasserfassung
- Grundwasserweiher
- Grundwasserweiher ungenutzt
- Grundwasserweiher aufgehoben

Grundwasserkarte (Mittelwasserstand)

Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

- Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2m) oder geringer Durchlässigkeit, Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwasseremutzungsgebiet
- Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10m)
- Grundwasser-Vorkommen vermutet
- Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20m)
- Gebiet sehr grosser Grundwassermächtigkeit (mehr als 20m)

Schotter-Grundwasserleiter über den Tälern

- Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2m) oder geringer Durchlässigkeit, Quellbildner an Talhängen oder auf Hochplateaux, Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwasseremutzungsgebiet
- Grundwasser-Vorkommen vermutet
- Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10m)
- Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (mehr als 10m)

Bedeckung Grundwasserleiter

- Schlecht durchlässige Deckschichten von meist mehr als 5 m Mächtigkeit (Moränen, Seebodenlehm, Schwemmlerhne)

Bereiche mit artesisch gespanntem Grundwasser

- Bereich mit artesisch gespanntem Grundwasser

Abbildung 19 Grundwasserkarte (Mittelstand) im Gemeindegebiet von Volketswil. Dargestellt als dunkelblaue Linien ist der Wasserstand (Höhenlinien bzw. Isohypsen).

Quelle: <https://maps.zh.ch/?topic=AwelGrundWaMWwwwZH&offlayers=bezirkslabels&scale=310000&x=692000&y=252000>

Mit einigen GWh ist das Wärmepotenzial des Grundwassers im Vergleich zur gesamten Wärmenachfrage in Volketswil damit gering. Dennoch kann es je nach Situation lokal von Interesse sein, Grundwasser thermisch zu nutzen. Bei der Nutzung des Grundwassers ist zu berücksichtigen, dass zum Schutz des Grundwassers in der Wärmenutzungszone B gemäss (AWEL, 2010a) eine minimale Anlagegrösse mit einer Kälteleistung von 150 kW gilt (bzw. 100 kW bei einer Wärmedämmung gemäss Mineralogie). Die Grundwassernutzung ist somit für die meisten Gebäudeeigentümer/-innen nicht geeignet; Ausnahmen bilden grössere Gebäude und Heizungen für mehrere Gebäude, z.B. in Wohnsiedlungen.

4.2.6 Oberflächengewässer

Die thermische Nutzung von Oberflächengewässern, insbesondere von Seen, kann ein bedeutendes Potenzial für die nachhaltige Wärmeversorgung bereitstellen (Gaudard 2017). Ein substanzieller Teil davon befindet sich in der Nähe des Siedlungsgebietes und liesse sich zu vertretbaren Kosten der Wärmeteilung für die Versorgung von Gebäuden nutzen (Jakob et al. 2021). Dies trifft grundsätzlich auch auf den Greifensee zu.

Konkrete Abklärungen des Energieunternehmens Energie 360°, sowohl intern als auch mit dem Kanton Zürich, untersuchten das Potenzial des Greifensees zur Nutzung als thermische Energiequelle, wobei die technische Machbarkeit, die ökologischen Auswirkungen sowie die wirtschaftliche Rentabilität betrachtet wurden. Insgesamt schätzen diese, dass eine Seewasserfassung machbar und bis zu einer Wärmeleistung von 20 MW wirtschaftlich realisierbar wären.

Im Rahmen der Energieplanung wird die Annahme getroffen, dass eine Wärmeleistung von 15 MW aus dem See entnommen werden kann, ohne die ökologische Balance (z.B. Ufervegetation, Fischbestände) des Gewässers zu gefährden. Bei angenommen 2500 Volllaststunden im Wärmenetz, entspricht dies einer thermischen Energie von 37.5 GWh. Bei Annahme eines JNG von 4.5 entspricht dies 80% der erzeugbaren Energie, d.h. die abgabeseitige Wärmeerzeugung liegt bei rund 48 GWh. Abzüglich rund 10% Verteilverlusten kann damit eine gebäudeseitige Nachfrage von rund 43 GWh gedeckt werden.

Die Entnahme von Wärme erfolgt dabei unterhalb der Sprungschicht in etwa 12 Metern Tiefe, wodurch die Auswirkungen auf die Oberflächentemperaturen minimiert werden. Der Standort der Wasserfassung unterhalb des Parkplatzes wird vom Kanton ebenfalls als positiv beurteilt (Abbildung 20).

Ein entscheidender Vorteil der Seewassernutzung liegt in der konstanten Temperatur des Wassers, die eine zuverlässige Wärmequelle auch in den kälteren Monaten gewährleistet. Technisch gesehen wird das Wasser über Rohrleitungen zur Energiezentrale transportiert, wo die Wärme mittels Wärmepumpen entzogen wird.

Die wirtschaftliche Einschätzung von Energie 360° zeigt jedoch, dass eine Erhöhung der Wärmeleistung über 20 MW hinaus derzeit nicht realisierbar ist. Als Spitzenlastdeckung würden je nach Endgrösse des Energieverbundes eine Holzfeuerung mit zusätzlicher Stromerzeugung für die Wärmepumpen und Biogas eingesetzt werden, womit die final benötigte Maximalleistung sichergestellt werden könnte. Bei einer solchen bivalenten Konstellation ist das nutzbare Potenzial deutlich grösser als obenstehend angegeben.



Abbildung 20 Potenzielle Seewasserfassung zur Nutzung der Wärme im Greifensee

Quelle: E360, Abklärungen mit AWEL.

4.2.7 Mitteltiefe und tiefe Geothermie: Nutzung der Erdwärme aus Tiefbohrungen

Bei der Nutzung der Geothermie ab 400 m Tiefe wird zwischen mitteltiefer und tiefer Geothermie unterschieden:

- Die thermische Nutzung von Wasservorkommen in Tiefen von einigen hundert bis rund 3000 m wird als mitteltiefe Geothermie bezeichnet. Gemäss Einschätzungen von Geothermie Schweiz ist das Wärmepotenzial für Nah- und Fernwärme aus mitteltiefer Geothermie (hydrothermal) beträchtlich (Hollmüller, 2024; Martin Jakob u. a., 2020; Schädle, 2020). Dieses Potenzial liegt je nach Örtlichkeit in unterschiedlicher Tiefe vor, typischerweise von wenigen hundert Metern bis max. 3000 m. Die Nutztemperatur variiert zwischen 40°C und 120 °C. Auch die Ergiebigkeit dieser Wärmequelle ist regional und lokal stark unterschiedlich.
- Möglichkeiten zur Nutzung von Erd- und Wasserwärme (hydro- und petrothermal) aus noch tieferen Schichten (ab ca. 3'500 m) befinden sich zum Zeitpunkt dieser Energieplanung noch in der Pilotphase und werden daher nicht weiter berücksichtigt.

Generell gilt zur Nutzung von Geothermie und für Tiefbohrungen ab 400 m (gemäss AWEL ist eine Tiefe ab 400 m als tiefe Geothermie definiert), dass Anträge in einem separaten Verfahren und gestützt auf eine umfassende Risikoanalyse geprüft werden müssen. Konzessionen können nur erteilt werden, wenn allfällige Risiken für die Umwelt und Dritte tragbar sind. Für Grossanlagen mit einer thermischen Leistung von mehr als 5 MW ist zudem eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforder-

lich. Das AWEL (Abteilung Gewässerschutz) empfiehlt, Vorhaben der tiefen Geothermie (ab 400 m) frühzeitig und gestützt auf erste Projektskizzen in einer Voranfrage zu prüfen (vgl. Planungshilfe (AWEL, 2010a)).

Hinweise über die Nutzungsmöglichkeiten der mitteltiefen Geothermie im Kanton Zürich im Allgemeinen und im Raum Volketswil im Besonderen gibt AWEL (2015), siehe Abbildung 21. Gemäss Auskunft von Geothermie Schweiz sind in Volketswil folgende wasserführende Schichten möglich (siehe Abbildung 21 rechts):

- Obere Meeresmolasse (OMM): weniger als 1000 m, ca. 20° bis 30°C
- Oberer Malm: ca. 1500 m, ca. 90°C
- Muschelkalk: ca. 2100 m, ca. 100°C

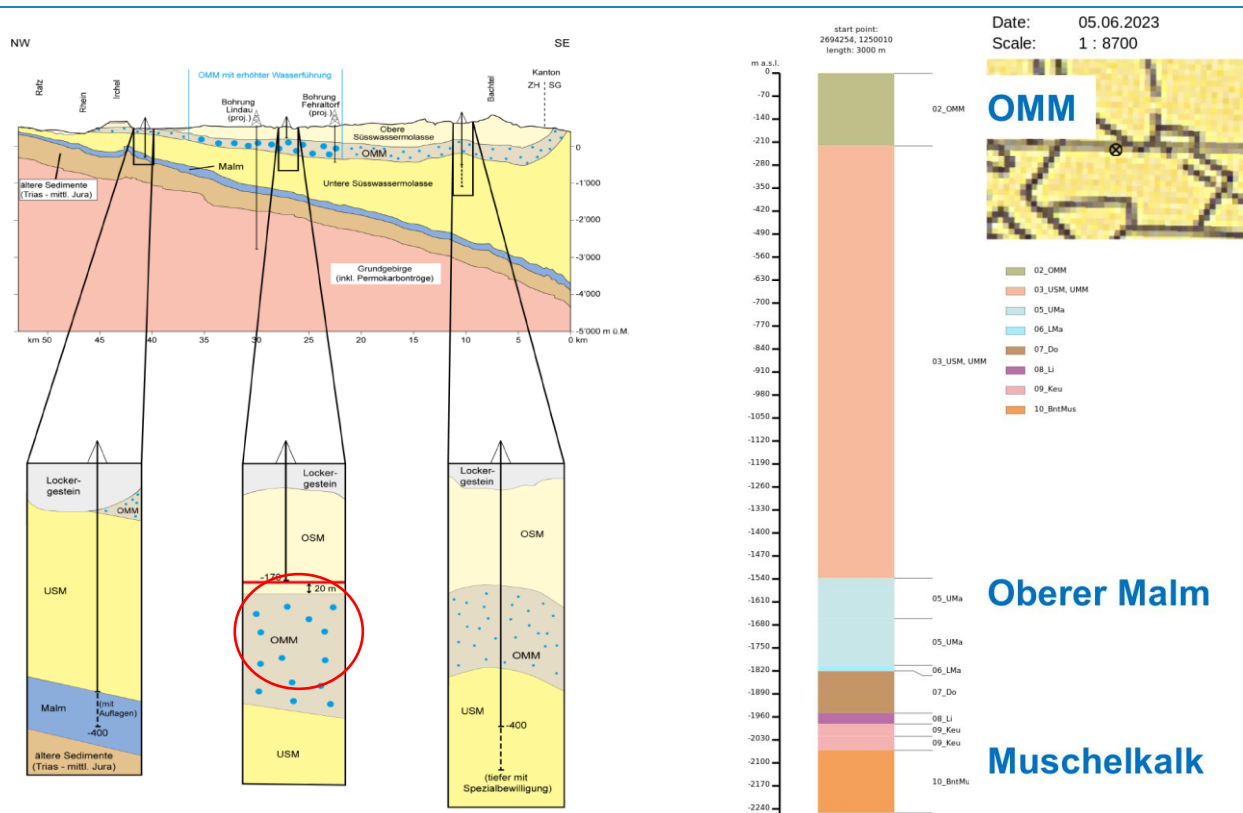


Abbildung 21 Oben links: Geologisches Profil durch den Kanton Zürich (nach Naef+Merz in Bolliger 1999, vereinfacht, 4-fach überhöht) mit Lage der Felsaquifere Obere Meeresmolasse (OMM) und Malm. Unten links: Schematische Erläuterung der Bohrtiefenbeschränkungen. Roter Kreis unten links: Obere Meeresmolasse (OMM) als mögliche wasserführende Schicht. Rechts: Tiefenprofil in Volketswil.

Quelle: AWEL (2015), (Link, 2023), Ergänzung TEP Energy.

Zu berücksichtigen sind die zu erwartende energetische Ergiebigkeit und damit die Ertragsseite, sowie auch die Erschliessungskosten der Wärmequelle und allfällige Investitionskosten für Wärmepumpen. Diese Unbekannten stellen derzeit für ein einzelnes Projekt ein hohes wirtschaftliches und unternehmerisches Risiko dar. Deshalb hat das Energieunternehmen Energie 360° weitere geologische Abklärungen vornehmen lassen. Darin wird festgehalten, dass Volketswil über einer der

grössten eiszeitlichen Rinnen der Schweiz liegt. Diese ist unter Volketswil rund 4 km breit und befindet sich in einer Tiefe von mind. 200 m. Obwohl direkt bei Volketswil keine Bohrprofile vorliegen, kommt das Gutachten zum Schluss, dass «nutzbare Schotter am tiefsten Punkt der Rinne vorliegen, welche bei Erschliessung mit mehreren Brunnen eine grosse thermische Leistung (>5 MW) und Speicherkapazität (>10 GWh/a) haben».

Bei einer bivalenten Nutzung mit rund 5000 Vollaststunden ergeben 5 MW ein Wärmeentzugspotenzial von 25 GWh, eine Wärmeerzeugung von rund 31 GWh (Annahme: JNG=5) und eine Nachfragedeckung von 28 GWh (ohne Spitzenlastdeckung). Inkl. Spitzenlastdeckung, z.B. durch den Einsatz von Holz, lassen sich 35 GWh Wärmenachfrage decken. Dies entspricht ca. 22 % der Wärmenachfrage für Raumwärme und Warmwasser in Volketswil.

Für grössere Anlagen, welche das Wärmepotenzial in einer grösseren Tiefe nutzen, sind weitere Abklärungen vorzunehmen. Gemäss Jakob et al. (2021) ist hierbei folgendes zu beachten:

- Eine potenzielle Anlage kann sich entweder ausserhalb des Siedungsgebietes oder in einer Gewerbe- oder Industriezone befinden, sofern ein Platzbedarf von rund 3000 m² für die Baustelleneinrichtung gegeben ist. Dabei soll die Hangneigung weniger als 5 % betragen.
- Pro Anlage sollte bei einer bivalenten Konfiguration ein Absatzpotenzial von 17 GWh (1000 m) bis 58 GWh (3000 m) verfügbar sein.

Zudem ist gemäss Jakob et al. (2021) annehmen, dass zu weiteren ähnlichen Geothermieprojekten ein Abstand von typischerweise einer Sondenlänge zu veranschlagen ist (1000 bis 3000 m). Dies wäre insbesondere dann zu beachten, wenn der Standort in der Nähe der Gemeindegrenze wäre oder wenn ein solches Projekt gemeindeübergreifend realisiert werden soll.

4.2.8 Lokale Erdwärmesondenfelder

Für Erdwärmesondenfelder gelten die gleichen Einschränkungen wie für Erdwärmesonden von dezentralen Wärmepumpen (vgl. Kap 4.1.2). Für ein Erdsondenfeld eignet sich gemäss Wärmenutzungsatlas (Abbildung 22) nur ein Teilgebiet nordöstlich von Gutenswil, wobei das Gebiet grösstenteils von Wald und einem Naturschutzgebiet bedeckt ist, womit die Erteilung einer Baubewilligung unwahrscheinlich ist. Erdwärmesondenfelder werden deshalb für die kommunale Energieplanung als eine nicht-relevante Wärmequelle taxiert.

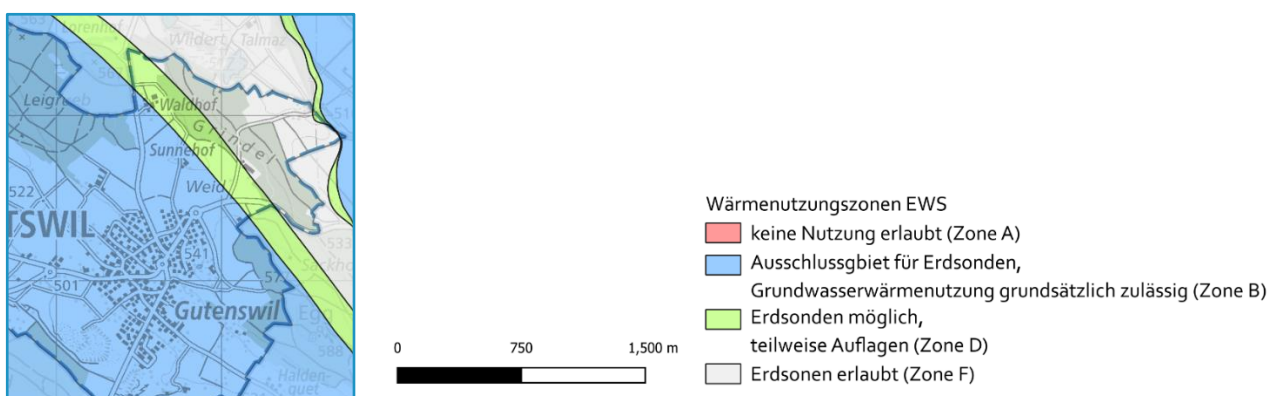


Abbildung 22 Auszug aus dem Wärmenutzungsatlas des Kanton Zürichs.

Quelle: <https://maps.zh.ch/>

4.3 Regionale (ungebundene) Potenziale

Nebst den gebäude- und den leitungsgebundenen Potenzialen stehen ergänzend auch regionale ungebundene Potenziale zur Verfügung. Darunter fallen die Energieträger Holz und übrige Biomasse (namentlich Grüngut), die sich leichter transportieren und lagern lassen (letzteres trifft v.a. auf Holz zu). Insbesondere Holz kann als Spitzenlastenergie eingesetzt werden, um die Potenziale der übrigen Energiequellen besser auszunutzen. Nachfolgend wird auf die Potenziale von Holz und Biomasse näher eingegangen.

4.3.1 Energieholz

Holz als Energiequelle wird vorwiegend für Wärme eingesetzt. Moderne Holzfeuerungen weisen hohe Wirkungsgrade auf. Gemäss dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist Holzenergie nach der Wasserkraft der zweitwichtigste erneuerbare Energieträger der Schweiz. Jedoch ist Holz auch ein Rohstoff, der gemäss der Kaskadenstrategie des BAFU primär als Bau- und Industrieholz und erst in letzter Instanz als Energiequelle eingesetzt werden sollte (BAFU, 2023). Holz soll aus übergeordneter Sicht in einer Kaskade genutzt werden, d.h. zunächst als Materialressource (z.B. Bauholz), welche so weit wie möglich am Ende der Lebensdauer (z.B. in einem Gebäude) wiedergenutzt wird. Nur Holz, das für eine solche Verwendung nicht (mehr) eingesetzt werden kann, soll als Energieholz verwendet werden.

Das Potenzial der Energieholznutzung für den Kanton Zürich ist beschränkt und unterliegt starker Nutzungskonkurrenz. Das heutige kantonale Potenzial an eigenen Beständen beträgt rund 130 GWh, wobei der Kanton damit seinen Energieholzbedarf bei weitem nicht decken kann und Holz aus Nachbarkantonen und/oder dem nahen Ausland importieren muss. Zudem setzten die Nachbarkantone immer mehr auf die Energieholznutzung, was ihr Exportvermögen in den Kanton Zürich in Zukunft verkleinern wird. Ein Ausbau der Importe ist nur noch aus Baden-Württemberg und dem Elsass möglich. Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass das Energieholzpotenzial im Mittelland mittel- bis langfristig abnimmt. Im Kanton Zürich lässt sich die Energieholznutzung nicht mehr substanziell ausbauen (vgl. Taverna, Zenger, & Plüss, 2023). Auch andere Studien zeigen mittels einer Gegenüberstellung von Potenzial und der geschätzten zukünftigen Nachfrage, dass das Waldenergieholz-Potenzial im Kanton Zürich (Gnehm, Schwarz, & Wagner Roland, 2023) und das künftige Energieholzpotenzial weitgehend ausgeschöpft sein wird (Keel, Kühne, & Chrenko, 2023) oder gar überschritten würde (Keel u. a., 2023).

In Volketswil besteht für die Energieholznutzungen ein (theoretisches) lokales Holzpotenzial von rund 5 GWh pro Jahr (Amt für Abfall/ Wasser/ Energie und Luft, 2017). Dieses Energieholzpotenzial steht jedoch dem nachhaltig nutzbaren Potenzial, und der zunehmenden Nutzungskonkurrenzen gegenüber, was die Nutzung des Holzes als Energieholz einschränkt. Aus übergeordneter strategischer Sicht sollte Holz gemäss den Energieperspektiven 2050+ des BFE (Prognos, TEP Energy, Infrar, & Ecoplan, 2021) und gemäss Ressourcenstrategie Holz des BAFU (Pauli-Krafft, Suter Thalmann, & Aebischer, 2021) primär materiell genutzt werden. Wenn es energetisch genutzt werden soll, soll es in speziellen Anwendungen wie in der Industrie und bei den thermischen Netzen als Spitzenlast eingesetzt werden. Die weitreichende Nutzung von Holz zur Vollversorgung von Gebäuden soll vermieden werden. Holz in Gebäuden soll eher in Ausnahmefällen genutzt werden (Taverna et al., 2023).

4.3.2 Biomasse und Biogas

Aktuell bestehen in Volketswil zwei Biogasanlagen, die einen Anteil an die Biogasversorgung leisten. Dazu zählen die Anlagen von Axpo (Axpo Kompogas Volketswil AG) und eine landwirtschaftliche Biogasanlage (EcoGas Gutenswil). Keine der Anlagen speist in das Gasnetz ein (gemäss maps.zh.ch).

Nach Angaben der Axpo ist erstere eine Biogasaufbereitungsanlage mit einem Umsatz von rund 18.8 t Biomasse. Diese gibt keine Abwärme ab, sondern benötigt externe Wärme für die Fermenter Beheizung. Das Biogas wird über eine Leitung in das Erdgasnetz eingespeist. Die Aufbereitung und die Einspeisung erfolgen aktuell über Energie 360°.

Nach Angaben von EcoGas Gutenswil haben die Fermenter der zweiten Anlage einen Umsatz von rund 4t Biomasse pro Jahr. Diese Anlagen erzeugen Wärme und Strom, die für den Biogasprozess und den Landwirtschaftsbetrieb verwendet werden. Weitere Abwärmepotenziale bestehen gemäss Betreiber nicht, u.a. auch aufgrund der beschränkten Laufzeiten der Anlagen.

Zukünftige Potenziale und Möglichkeiten zur Abwärmenutzung bei Biomasse bestehen z.B. über Pyrolyseanlagen. Solche wären in Volketswil denkbar, befinden sich jedoch in frühen Projektstadien. Weitere Biomasse-Potenziale sind allerdings klein, und gemäss Einschätzung der Axpo mehrheitlich ausgeschöpft. Biogas stellt ausserdem eine Möglichkeit zur Spitzenlastdeckung von leitungsgebundener Fernwärme dar.

4.4 Übersicht der Potenziale von erneuerbaren Energien

Eine Übersicht der zuvor erläuterten Energiequellen sowie ihrer angebotsseitigen Potenziale sind in Tabelle 3 und Abbildung 23 aufgeführt. Die Potenziale sind aufgrund von laufenden Planungen und je nach Art ihrer Nutzung mit Unsicherheiten behaftet. Als Fazit lässt sich aber festhalten, dass das Potenzial an erneuerbaren Energien und Abwärme in Volketswil genügend gross ist, um die Wärmenachfrage der Mehrfamilienhäuser und der Nicht-Wohngebäude durch thermische Netze abzudecken, insbesondere weil in der Praxis davon auszugehen ist, dass der Anschlussgrad an solche Netze nicht 100% erreicht. Die Wärmenachfrage der Einfamilienhäuser und von kleinen MFH kann durch dezentrale Lösungen (L/W-WP, Holz) abgedeckt werden.

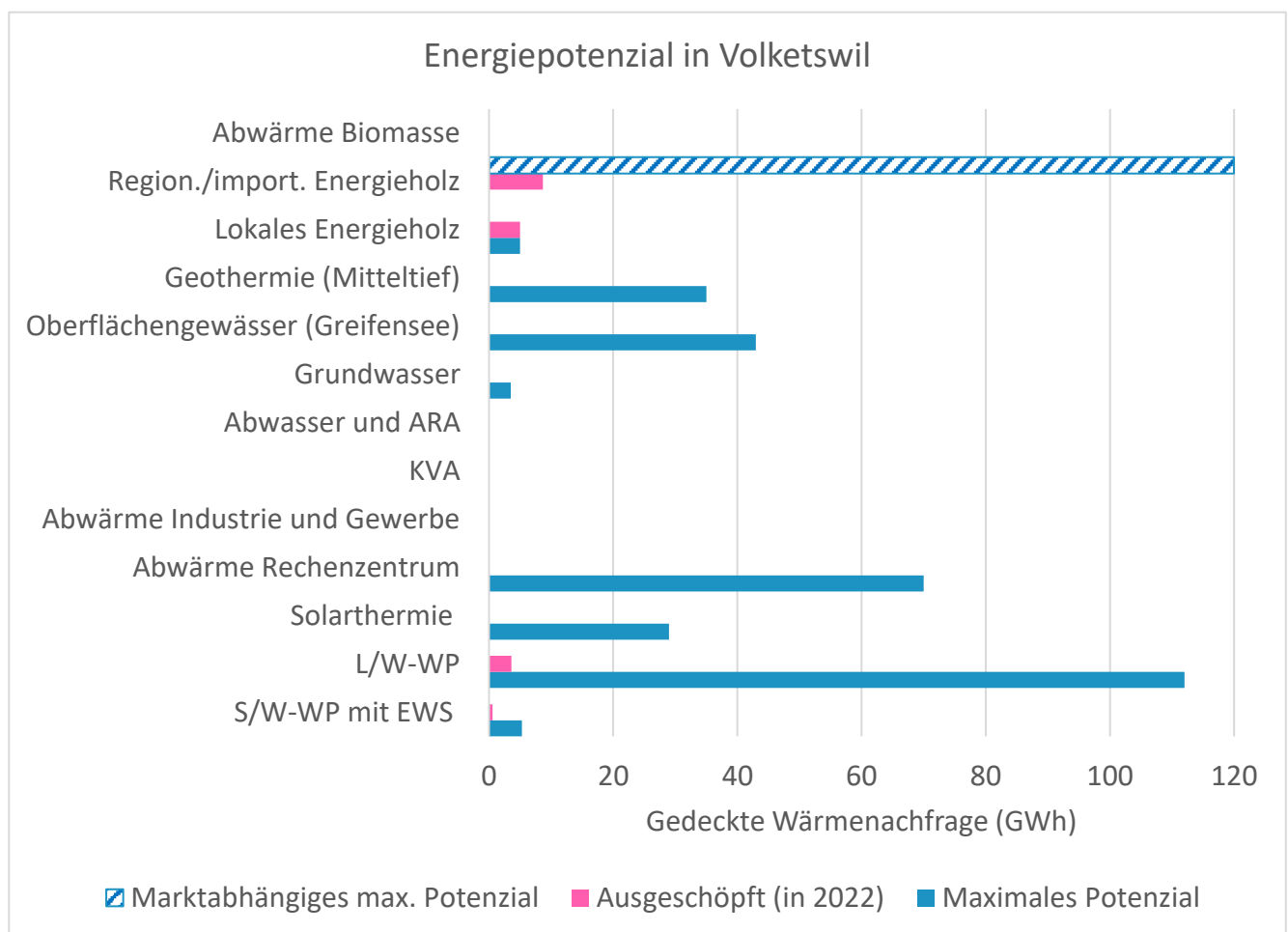


Abbildung 23 Übersicht Energiequellen und Potenziale in Volketswil. Basis sind die Ausführung in den vorangehenden Kapiteln. Potenzial von regionalem und importiertem Energieholz, das abhängig von Marktverfügbarkeit in Importkanton / -land ist. Ohne Strom der Wärmepumpen ⁷

Quelle: TEP Energy

⁷ Die Angaben zum genutzten erneuerbaren Potenzial sind ohne Strom der Wärmepumpen. Daher sind Angaben zum ausgeschöpften Potenzial in diesem Kapitel nicht direkt vergleichbar mit den Angaben in Kap. 2.2

Tabelle 3 Energiequellen und Potenziale für die Wärmeversorgung in der Gemeinde Volketswil. Thermisches Dargebot siehe entsprechende Kapitel.

Energiequelle	Potenziell gedeckte Wärmefachfrage	Kommentar
Gebäudebezogene Potenziale		
S/W-WP mit EWS	Mind. 1.3 GWh. NW in Gutenswil z.B. 3-4 GWh	Ohne Berücksichtigung Regeneration
L/W-WP	95.5 GWh (mittellaut); 112 GWh (leise)	
Solarthermie	~30 GWh	
Lokale leitungsgebundene Energiepotenziale		
Abwärme Rechenzentrum	>>55-70 GWh (abhängig von Ausbau)	Entspricht einem Drittel des geplanten Ausbaus. Mit Spitzenlastdeckung (Biogas)
Abwärme Industrie und Gewerbe	Mittelfristig Keine	Basis Grossverbraucher
Kehrrichtverbrennungsanlage (KVA)	Keine	Von anderen Gemeinden ausgeschöpft
Abwasser, dezentrale Nutzung	In Einzelfällen zu prüfen	
Abwasserreinigungsanlage (ARA)	Gering	
Grundwasser	1.8 GWh (monovalent) 3.5 GWh (bivalent)	Im bivalenten Fall wird eine zweite Energiequelle wie Biogas zur Spitzenlastdeckung eingesetzt.
Oberflächengewässer (Greifensee)	43 GWh	
Geothermie (mitteltief)	28 GWh (monovalent) 35 GWh (bivalent)	
Regionale ungebundene Energiepotenziale		
Lokales Energieholzpotenzial	Ca. 5 GWh	Nur aus Gemeinde Volketswil
Regionales und importiertes Energieholz	(>130 GWh)	Potenzial im Kanton Zürich 130 GWh, Potenzial importiertes Holz abhängig von Markt.
Abwärme Biomasse	Nicht nutzbar für Wärmeversorgung der Gemeinde	
Total Potenzial (ohne regionales/importiertes Energieholz)	259 – 303 GWh	
Quelle: Berechnungen TEP Energy		

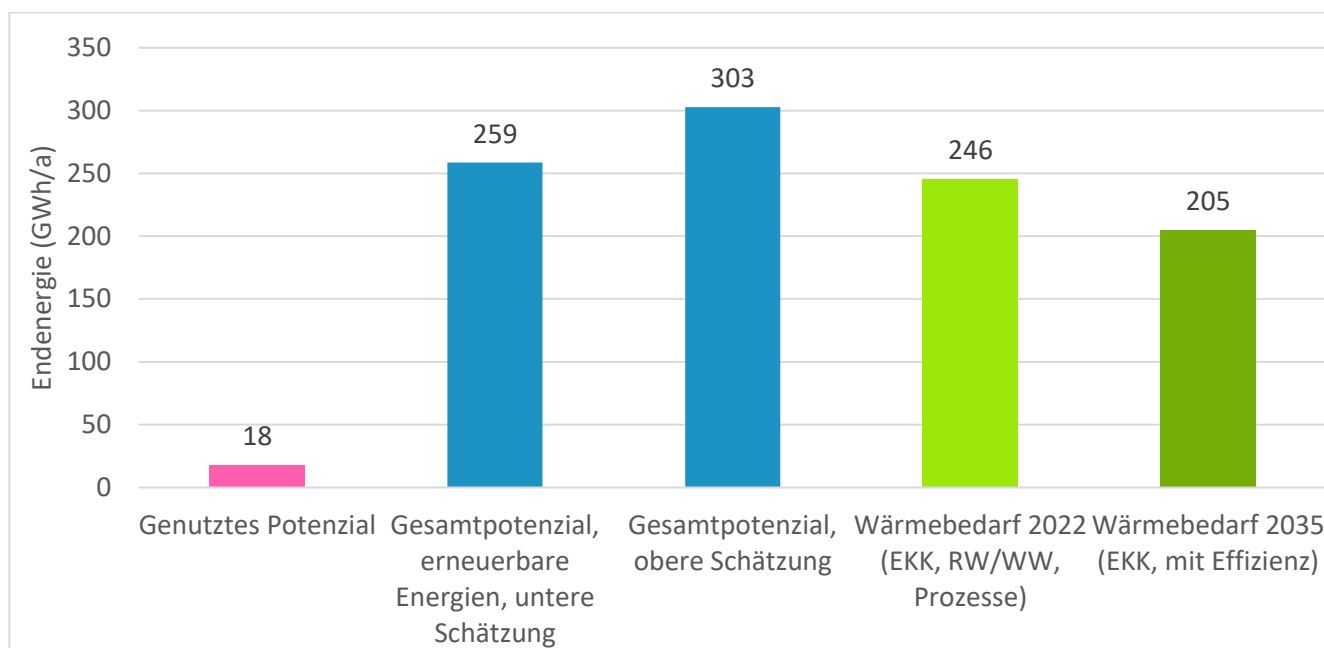


Abbildung 24 Übersicht erneuerbares Gesamtpotenzial (obere und untere Schätzung) und Wärmebedarf für Heizung, Warmwasser und Prozesswärme 2022 (teilweise basierend auf Messwerten) und Prognose 2035 (gemäss Methodik EKK). Gesamtpotenzial ohne marktabhängiges regionales bzw. importiertes Energieholz.

Quelle: TEP Energy, Energie und Klimakalkulator (EKK)

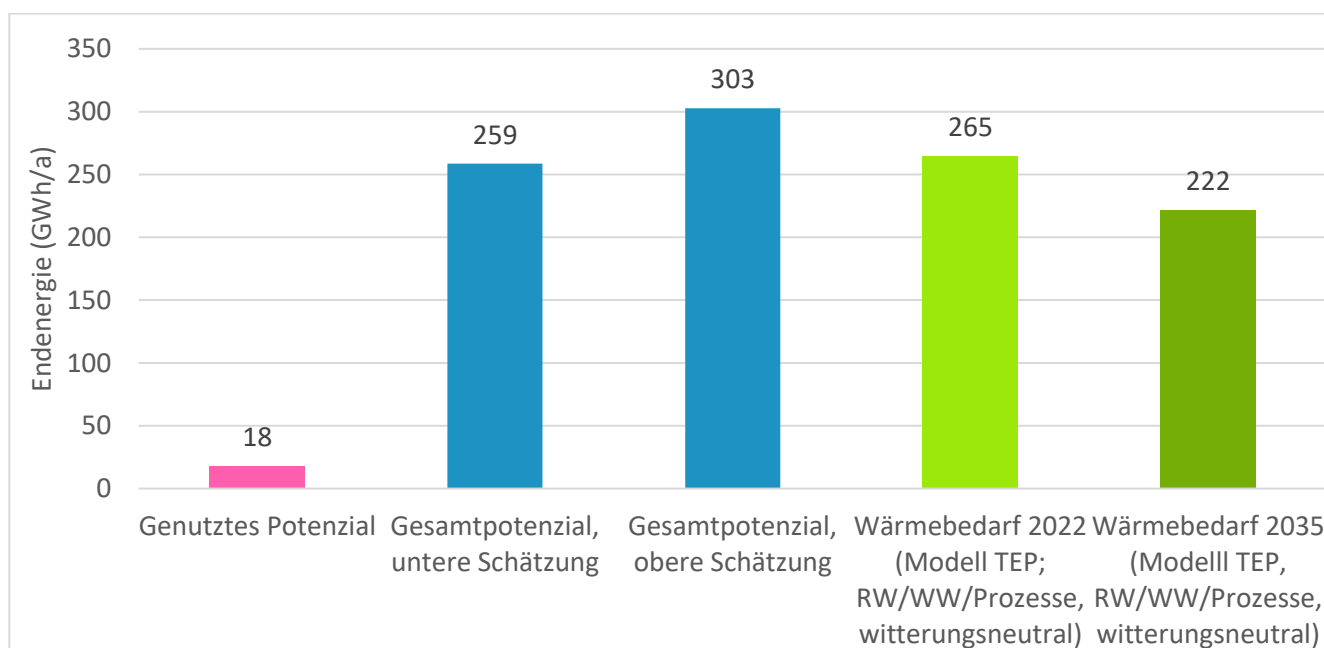


Abbildung 25 Übersicht erneuerbares Gesamtpotenzial (obere und untere Schätzung) und witterungsneutraler Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser für 2022 und Prognose 2035 (Gebäude: gemäss Methodik TEP mit GPM, Prozesswärme gemäss Verbrauchsdaten E360 und Schätzung TEP Energy). Gesamtpotenzial ohne marktabhängiges regionales bzw. importiertes Energieholz.

Quelle: TEP Energy, Energie 360°



5

Synthese und Gebietsfestlegung

Ausgehend von den zuvor identifizierten nachfrageseitigen Potenzialen für thermische Netze (Kapitel 3) und den erneuerbaren Energiepotenzialen (Kapitel 4) erfolgt hier eine Analyse von Teilgebieten, eine Festlegung von Verbundgebieten und eine Zuordnung der möglichen Energiepotenziale.

5.1 Teilgebiete für die Energieanalyse

Im Energieplanungsprozess für Volketswil werden basierend auf den identifizierten Potenzialen verschiedene Teilgebiete definiert, die sich in Bezug auf Gebäudetypen und Nachfragedichten unterscheiden. Ausgehend von der modellierten Wärmenachfrage für 2035 wurden die Potenziale für Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) und Wärmenetze zu den berechneten Grenzkosten und Lärmanforderungen kombiniert, und auf eine möglichst homogene Verteilung der Versorgungssysteme hin untersucht (siehe ergänzende Methodik im Anhang).

Beachtet wird auch, dass bei den dezentralen Lösungen die Sole/Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) aufgrund von Gewässerschutzbestimmungen stark eingeschränkt sind (siehe Abbildung 18). Energieholz sollte aufgrund der Kaskadennutzung (siehe Holznutzungsstrategie des Bundes) und des regional beschränkten Potenzials (siehe Bericht Kanton ZH) nur teilweise eingesetzt werden, weshalb hauptsächlich leise L/W-WP alternative Lösungen darstellen.

Unsere Analyse zeigt, dass zur flächendeckenden Versorgung mit Fernwärme höhere Grenzkosten notwendig sind, während bei den dezentralen L/W-WP teilweise leisere, aber teurere Modelle erforderlich sind, um das ganze Gebiet abdecken zu können. Mit dem Ziel einer eher umfassenden Versorgung durch thermische Netze wird die Variante mit hohen Grenzkosten gewählt. Bzgl. der L/W-WP wird davon ausgegangen, dass bei Bedarf die leisen WP genutzt werden, besonders in lärmempfindlichen Situationen, und dass dies ggf. durch die Baubewilligungsbehörde als Auflage verlangt werden kann.⁸ So wird der Fokus auf die leitungsgebundene Versorgung gesetzt, wobei in dezentralen Gebieten auch alternative Heizsysteme wie Holzheizungen, Nahwärmeverbunde oder Grundwasser berücksichtigt werden müssen.

Die in Abbildung 26 festgelegten Teilgebiete, die die Grundlage der Verbundgebiet in Kapitel 5.2 legt, wurde auf Basis dieser Überlegungen zu Grenzkosten, den Potenzialanalysen im vorhergehenden Kapitel sowie in Absprache mit der Gemeinde Volketswil abgeleitet. Berücksichtigt wird dabei auch, dass der lokale Energieversorger Energie 360° bereits eine Erlaubnis (Konzession) zum Ausbau der Netze in den Gebieten 2 und 3 hat. Zudem führt eine in Bau befindliche Verbindungsleitung zwischen Volketswil und Effretikon durch Kindhausen (im Jahr 2024, Gebiete 11-13), womit dort Möglichkeiten zur leitungsgebundenen Versorgung entstehen.

⁸ Weitere Resultate für mittlere Grenzkosten und mittellaute WP siehe Anhang)

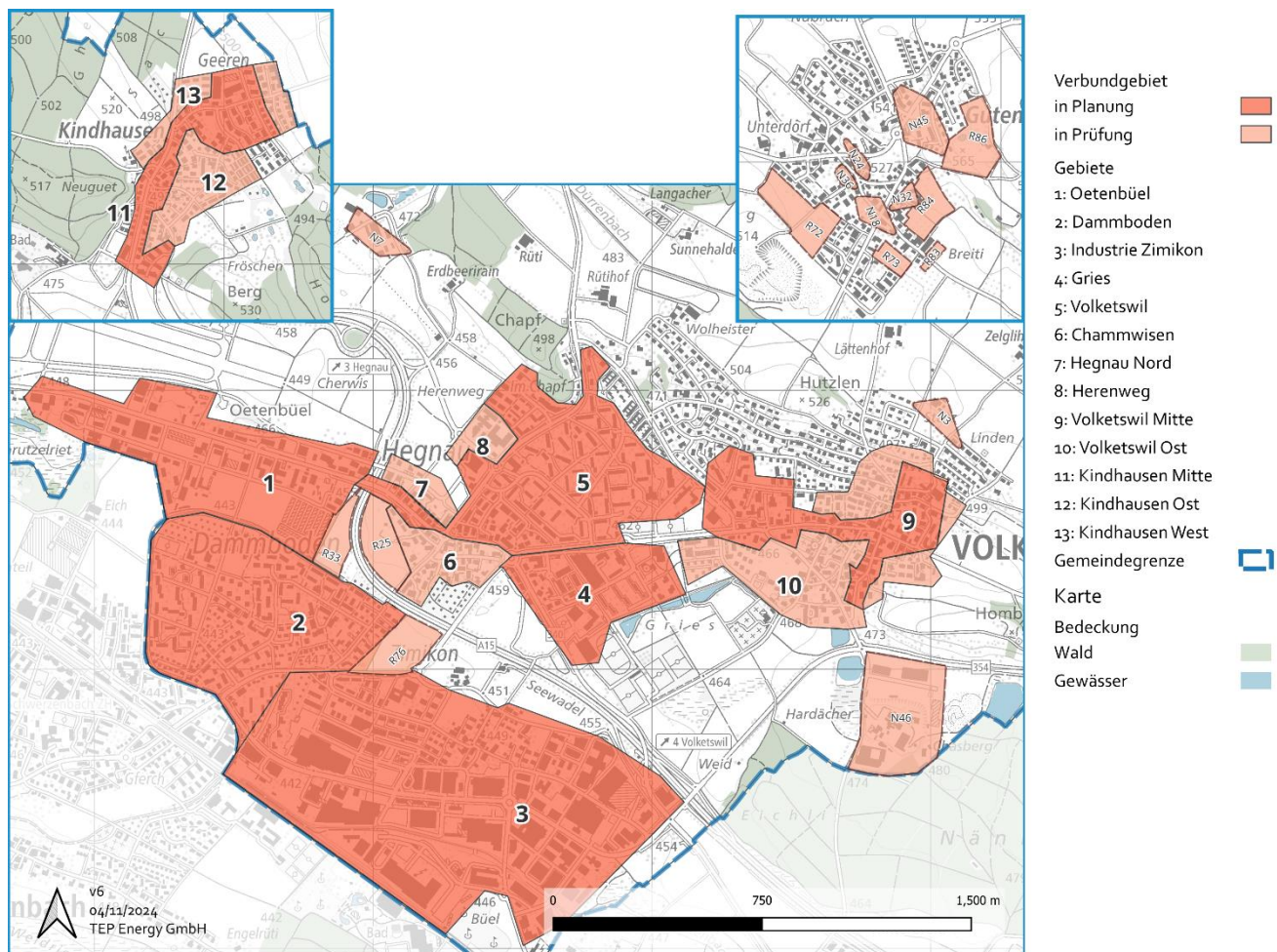


Abbildung 26 Teilgebiete in potenziellen Netz(teil)gebieten. Planung im Siedlungsgebiet. Verbundgebiete in Prüfung mit ID R... Reservezonen, mit ID N... Nahwärme.

Quelle: TEP Energy

Abbildung 27 zeigt die kombinierten Energiepotenziale in diesen Teilgebieten.

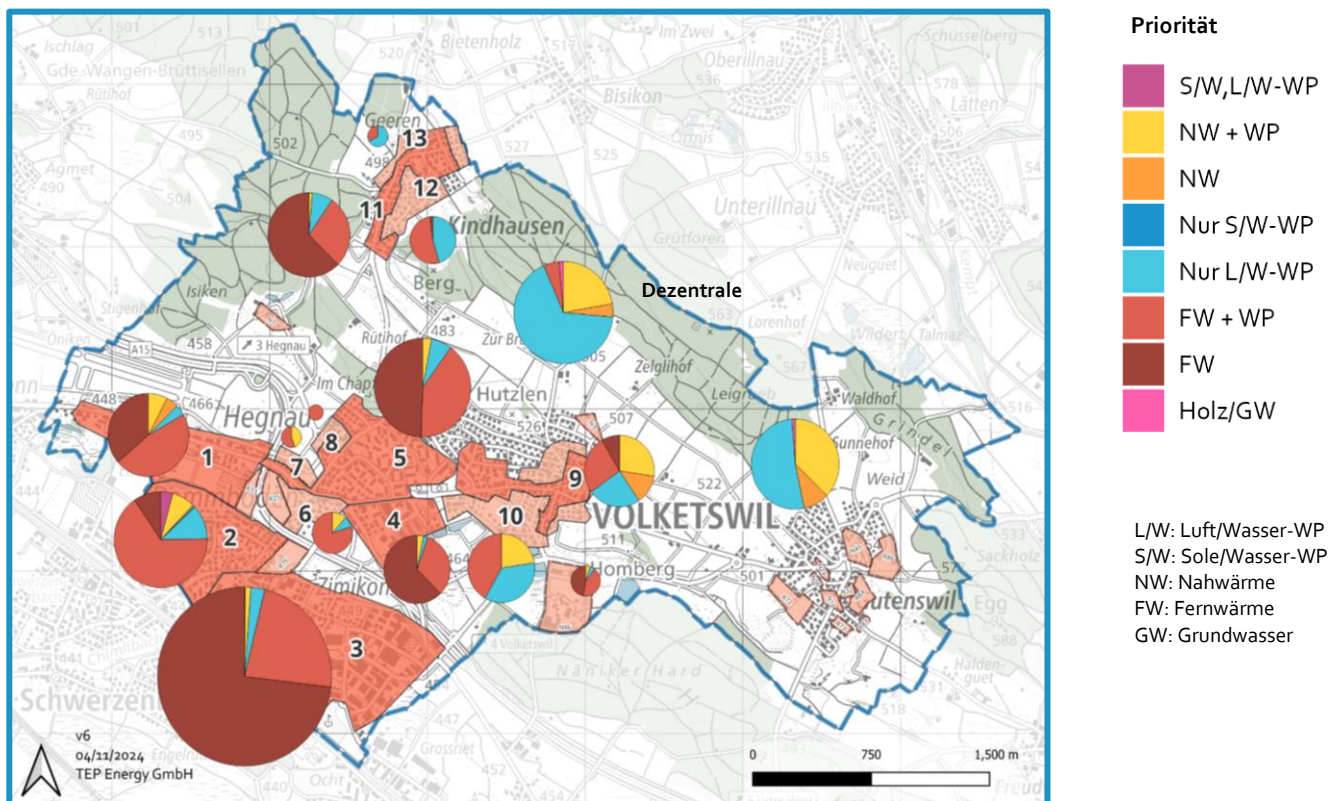


Abbildung 27 Potenzielle Eignung der Heizsysteme (zur Deckung der Endenergienachfrage im Jahr 2035). Fernwärmenetzgebieten (in Planung / Prüfung) werden hohen Grenzkosten unterstellt, L/W-WP sind leise Modelle. Dezentrale (Gebiete) sind alle Gebäude ausserhalb des Fernwärme-Verbundgebiets (Abbildung 26). Grösse der Diagramme entspricht energetischer Bedeutung. Tabellenwerte und weitere Resultate für mittlere Grenzkosten und mittellaute WP siehe Anhang.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

5.2 Gebietsfestlegung und Verbundgebiete

Auf Basis der Synthese und der Analyse der Teilgebiete werden vier Verbundgebiete (VG) in Planung bzw. in Prüfung gemäss Abbildung 28 festgelegt:

- VG1: der geplante Wärmeverbund von Energie 360° (in Planung)
- VG1.1: Potenzielle Erweiterungsgebiete von VG1 (in Prüfung)
- VG2: ein potenzieller Nahwärmeverbund in Gutenswil (in Prüfung)
- VG3: ein potenzieller Nahwärmeverbund bei der Schützenstrassen (in Prüfung)

Zudem bestehen bauliche Reservezonen, die bei einer späteren Überbauung näher geprüft werden sollen. Die detaillierte Beschreibung der Massnahmen in Bezug auf diese Gebiete sind in M1 und M4 im folgenden Kapitel 7 aufgeführt. Diese Verbundgebiete sind die Grundlage der Energieplankarte.

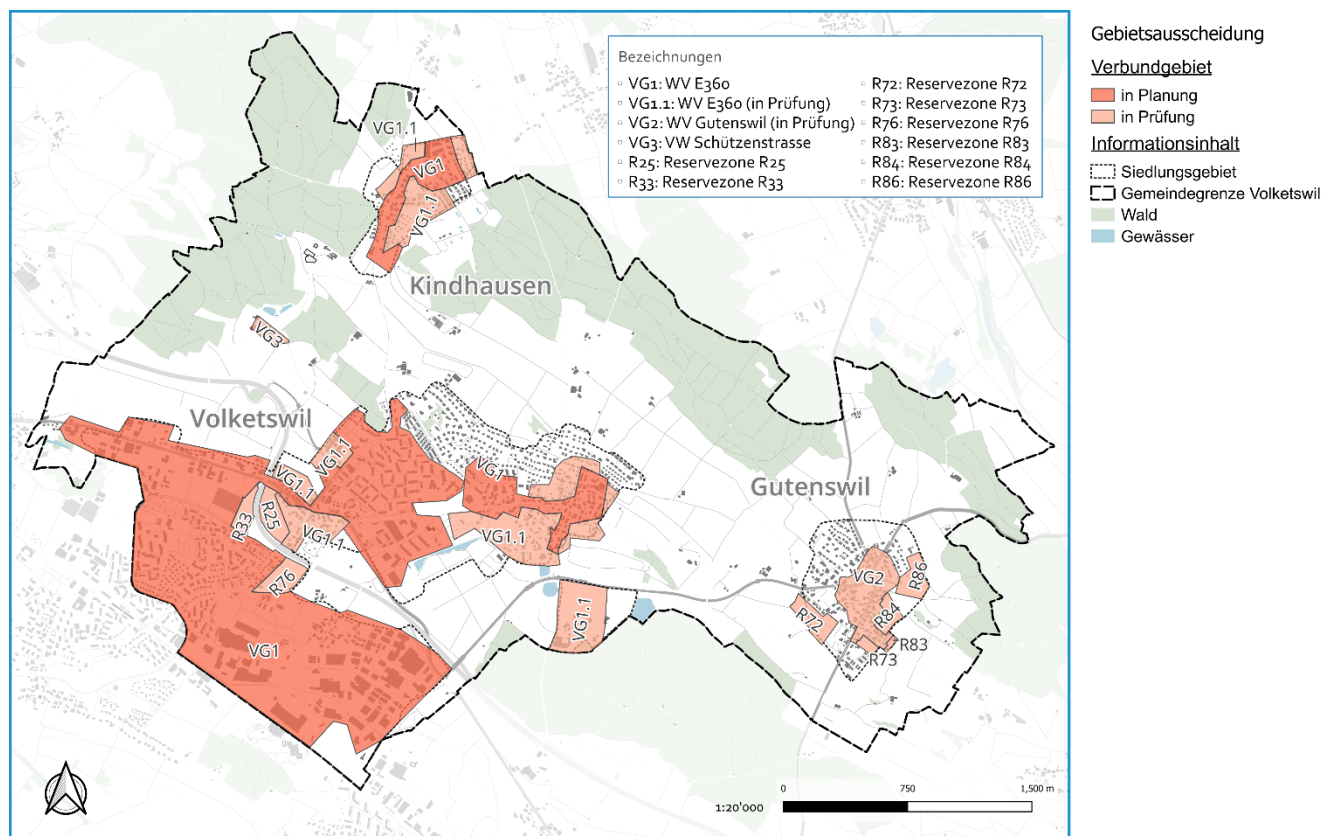


Abbildung 28 Finale Gebietsfestlegung. Planung im Siedlungsgebiet. Verbundgebiete in Prüfung mit ID R... = Reservezonen, mit ID N... = Nahwärme.

Quelle: TEP Energy

5.3 Übersicht der potenziellen Energieträger und Nachfrage

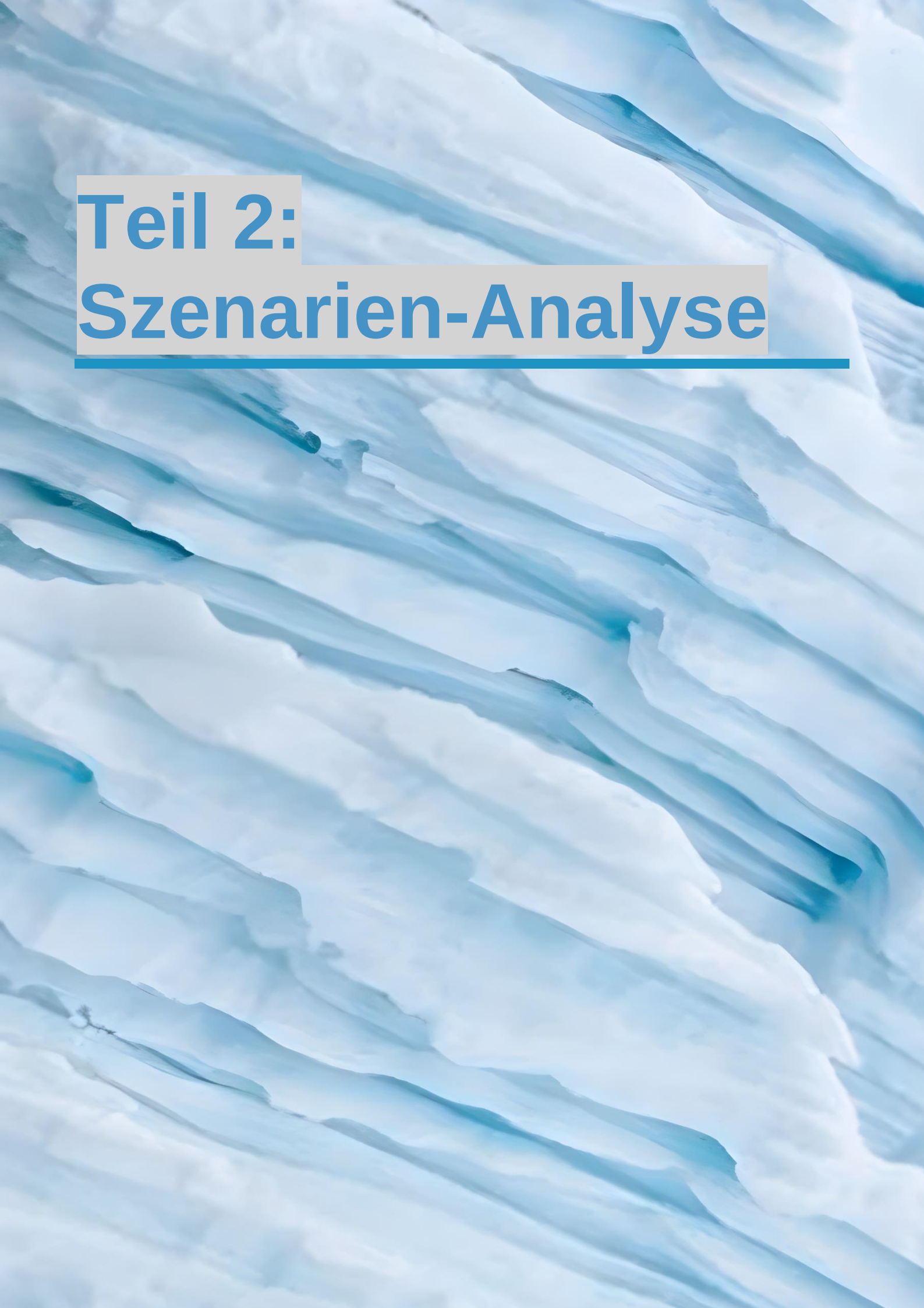
Die Wärmenachfrage im Jahr 2035 ist in Abbildung 28 pro Gebietstyp dargestellt. Ausgehend von der Gesamtnachfrage und den gebäudebezogenen Potenzialen ergibt sich eine Nachfrage nach Fernwärme von 81.4–134 GWh in den Gebieten «in Planung» und von 0.1–10.6 GWh in jenen «in Prüfung». Zusätzliche Nahwärmenetze in Prüfung von maximal 9.5 GWh befinden sich in Homberg und Gutenswil. Dies bedeutet, dass zwar ein Grossteil über Netze versorgt werden kann, bei vielen Gebäuden, v.a. in den übrigen Gebieten andere Optionen wie Wärmepumpen, Holzheizungen oder Fernwärmenetze nötig wären.

Tabelle 4 Wärmenachfrage und Potenzial zur Deckung über Netze im Jahr 2035. Netzabdeckung gibt Anteil an, der gemäss den hohen Grenzkosten mit FW (über 5 GWh Nachfrage) gedeckt werden kann. Das untere Wert des Intervalls ist nur über Netze zu versorgen. Beim oberen Wert sind auch dezentrale Optionen möglich.

Gebiet	Wärmenachfrage Endenergie (GWh)	FW-Netzabdeckung Endenergie (GWh)	Anteil FW-Netz
Heizung und Warmwasser...			
... in Verbundgebieten «in Planung»	152.3	81.4–134	53%–87%
... in Verbundgebieten «in Prüfung»	29.5	0.1–10.6	0%–52%
... Übrige ausserhalb des Siedlungsgebiets	30.3	tief	tief
Prozesswärme bei Industrie und Dienstleistung	Ca. 40	hoch	hoch
Total	Ca. 252		

Quelle: Berechnungen TEP Energy

Diese Nachfrage steht dem Dargebot der Energiequellen gegenüber (Kapitel 4.4). Als Fazit aus dem Vergleich kann festgehalten werden: Das Dargebot übersteigt die Nachfrage und die Gemeinde kann daher über erneuerbare Energieträger versorgt werden. Es zeigt sich, dass die Netze „in Planung“ in den meisten Fällen ein bedeutendes Fernwärmepotenzial oder zumindest Nahwärmepotenzial aufweisen. Dies zeigt, dass die Gebietsausscheidung (gemäss Grenzkosten, Netzalgorithmus und Abklärungen mit der Gemeinde) sinnvoll sind. Auch bei den Netzen „in Prüfung“ würden Netze zum Teil sinnvoll sein. Im Gegensatz dazu sind alle anderen Gebiete ausserhalb des Verbundes (Übrige/Dezentral), v.a. über L/W-WP oder Nahwärmeverbunde zu erschliessen.



Teil 2: Szenarien-Analyse



6

Szenarien und Sensitivitäten

Ziel der Szenarienberechnung und -bewertung ist es, mögliche Entwicklungen der Endenergieentwicklung und Energieträgerwahl unter verschiedenen Rahmenbedingungen zu simulieren. Somit können die Herausforderung bei der Umsetzung der Varianten und Energiepotenziale frühzeitig erkannt und Massnahmen getroffen werden (siehe Kapitel 7.2.). Die Modellierung der Szenarien erfolgt gemäss dem Ansatz in Kapitel 2 und setzt die Erfüllung der Netto-Null Ziele als Rahmenbedingung voraus (z.B. durch den Phase-Out der fossilen Energieträger).

Im Kontext der Energieplanung ist solch eine Betrachtung nützlich, da der marktgetriebene Heizsystemersatz in Volketswil von der Zielvorstellung der Gemeinde und der Energieplanung divergieren könnte, da nicht nur die Energiepotenziale, sondern auch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und das Entscheidungsverhalten der Gebäudeeigentümer eine wesentliche Rolle spielen.

Zum Beispiel ist Holz aus strategischer und übergeordneter Perspektive nicht in erster Priorität als Energieholz zu verwenden (siehe Kaskadennutzung in Kapitel 4.3.1). Trotzdem kann Holz lokal zur Verfügung stehen, und die lokalen Energiepreise verhältnismässig tief sein. Dies ergibt ein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber anderen Energieträgern wie Fernwärme, was sich in einem starken simulierten Ausbau der Holzheizungen niederschlägt.

Da Energiepreise wichtige Faktoren bei der Heizsystemwahl bei Gebäudeeigentümer:innen sind, setzen wir den Fokus auf die Variation der Preise von Energieholz und der Fernwärme. Eine solche Variation kann sich zum einen durch exogene Marktveränderungen ergeben, oder aber durch Fördermassnahmen der Gemeinde.

Unserer Resultate zeigen, dass bei steigenden Holzpreisen deren Anteil ab- und jener der Wärmepumpen geringfügig zunimmt. Bei um rund 4 Rp. /kWh tieferen Fernwärmepreisen steigt der Anteil an Fernwärme um 10 GWh bis 2050 (im Vergleich zu den höheren Preisen).

6.1 Annahmen

Preise und Annahmen zur Zahlungsbereitschaft wurden aus bestehenden Arbeiten von TEP Energy adaptiert und auf den Kontext von Volketswil angepasst.

6.1.1 Energiepreise und Sensitivitäten

Abbildung 29 zeigt die Preisannahmen für Gas, Biogas, Heizöl und Strom. Erdgas (Anteil 25% Biogas in Volketswil), Biogas (100% Biogas), und Strompreise (private Haushalte) basieren auf aktuellen Angaben von E360 und EKZ. Der Preis von Heizöl sowie die angenommene Entwicklung der Preise in Zukunft basiert auf Vorarbeiten im Projekt Ex-Post 2023 (Kemmler, Trachsel, Jakob, Catenazzi, & et al., 2023).

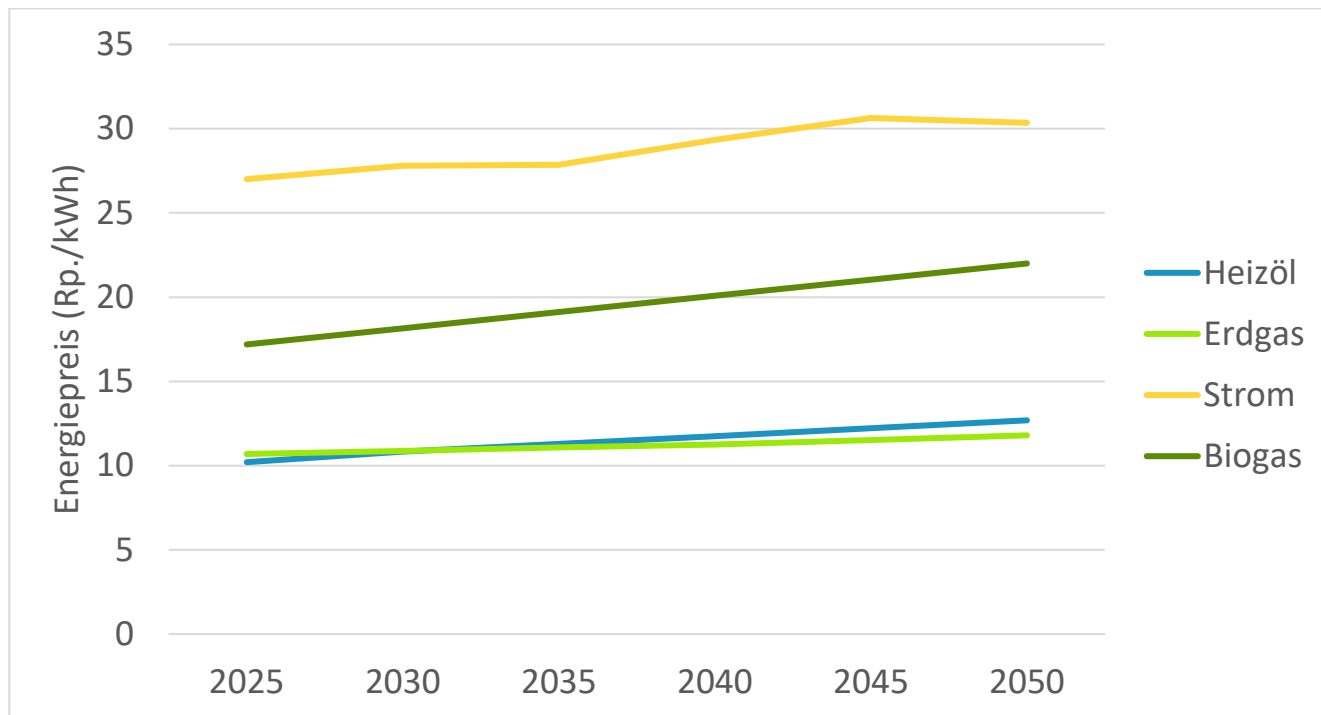


Abbildung 29 Energiepreisannahmen für Gas, Biogas, Heizöl und Strom. Gilt für alle berechneten Sensitivitäten.

Quelle: Annahmen TEP Energy, EKZ, E360

In den Szenario-Sensitivitäten werden die Preise für Fernwärme und Holz variiert (Tabelle 5). Die aktuellen Fernwärmepreise in den Sensitivitäten I und II basieren auf aktuellen Angaben von E360. Gemäss unserer Prüfung befinden sich diese in einem marktüblichen Bereich von rund 18 Rp. /kWh. Die Sensitivitäten I – IV variieren die Preisentwicklung dieser zwei Energieträger.

6.1.2 Weitere Annahmen

Die hier berechneten Szenarien und Sensitivitäten basieren auf der in Kapitel 4 beschriebenen Gebietsvariante mit hohen Grenzkosten und leisen L/W-WP. Allen Szenarien liegt ein Netto-Null Ansatz zu Grunde, d.h. Erdöl und fossiles Gas werden nicht mehr zugelassen. Bei den Anschlussgebühren erachten wir die Preise von E360 als vergleichsweise kostengünstig, was sich in den Annahmen der Investitionskosten widerspiegelt. Bei Holzheizungen wurde die Zahlungsbereitschaft zudem als negativ angenommen, um diverse Aufwände, die mit diesen Arten von Heizungen verbunden sind, zu repräsentieren (z.B. Befüllung und Wartung, Lagerung, Reinigungsaufwand, Feinstauemissionen, etc.)

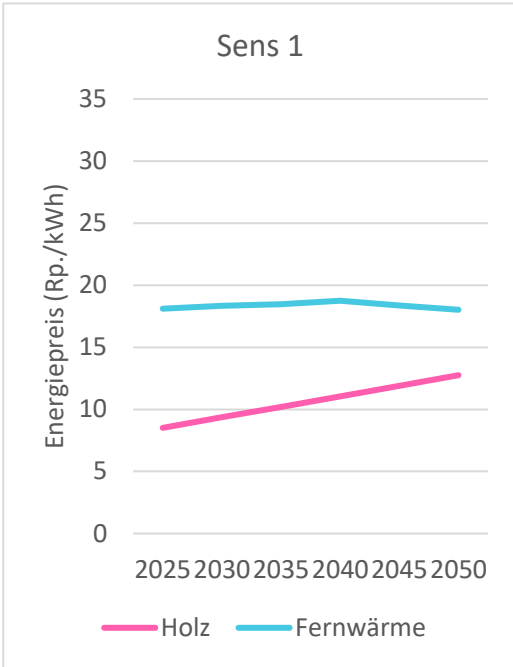
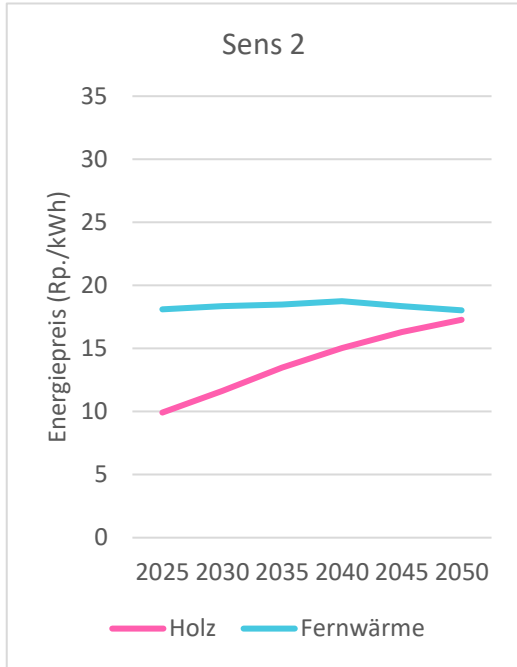
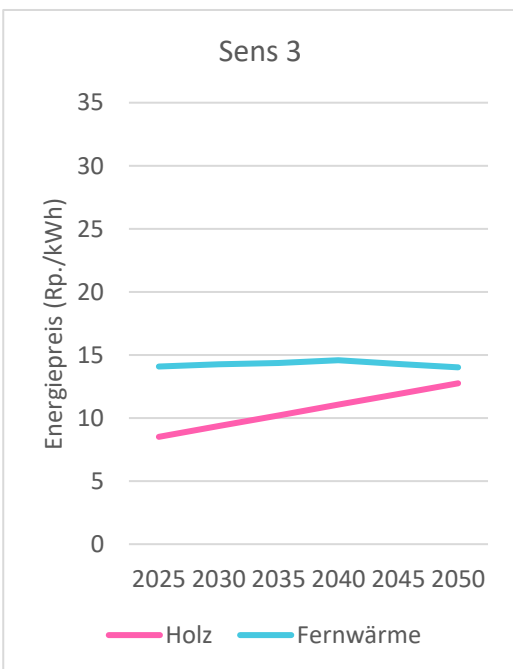
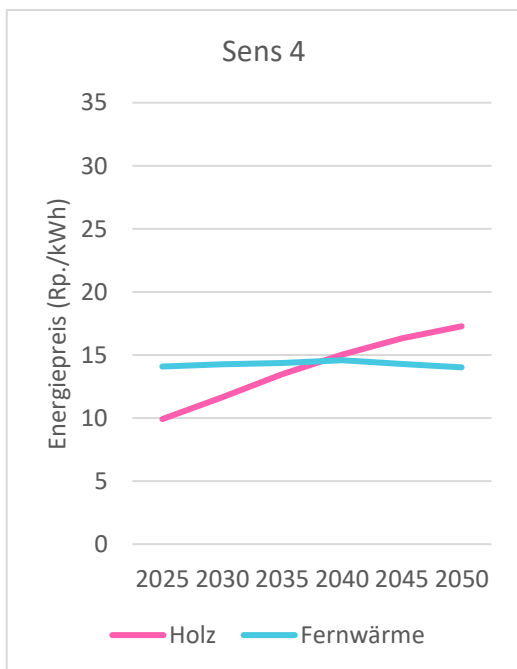
6.2 Resultate und Fazit der Sensitivitätsanalysen

Die Resultate der Szenarioanalyse (pro Sensitivität in Abbildung 30 bis Abbildung 33, und zusammengefasst Abbildung 34 und Abbildung 35) widerspiegeln die Annahmen der Energiepreise, Zahlungsbereitschaften und der zuvor berechneten Potenziale für die Gebietsvariante zu hohen Grenzkosten und leisen L/W-WP.

Sens 1 zeigt, dass bei tiefen Holzpreisen, Holzheizungen gegenüber Wärmepumpen (Umweltwärme) konkurrenzfähig sind. Würden die Preise von Holz steigen, siehe Sens 2, steigt der Anteil an WP geringfügig an. Fernwärme wird bei den geltenden Preisen rund 50 GWh an Wärme versorgen. Das nachfrageseitige Potenzial zur Fernwärmeversorgung liegt jedoch weitaus höher, bei rund 106 GWh. Da bei vielen Gebäude jedoch auch eine dezentrale Option eine Möglichkeit darstellt, werden solche aufgrund der Preise priorisiert. Wäre die Fernwärme rund 4 Rp. /kWh günstiger, siehe Sens 3 und 4, steigt der Anschlussgrad der Fernwärme von 50 auf 60 GWh im Jahr 2050, wobei die Versorgung über Umweltwärme und Energieholz entsprechend sinkt.

Zu den aktuellen Energiepreisen und Anschlussgebühren, welche in Volketswil kommuniziert wurden, ist Fernwärme zwar eine durchaus attraktive Option, allerdings sind dezentrale Systeme wie Holz (bei aktuell tieferen Preisen) und Wärmepumpen ebenso attraktive Optionen. Würde in Zukunft der Holzpreis aufgrund von Knappheit ansteigen, könnte dies zu einem geringfügigen Rückgang führen. Jedoch ist insgesamt der Fernwärmepreis der wesentliche Treiber, der über Fördermassnahmen auch reduziert werden könnte.

Tabelle 5 Energiepreisannahmen für Holz und Fernwärme in 4 Sensitivitäten.

		Holzpreise																																											
		Tief	Steigend																																										
Fernwärmepreise	Aktuell	Sens 1  <table><caption>Sens 1 Data (Aktuell)</caption><tr><th>Jahr</th><th>Holz (Rp./kWh)</th><th>Fernwärme (Rp./kWh)</th></tr><tr><td>2025</td><td>8.5</td><td>18.0</td></tr><tr><td>2030</td><td>10.0</td><td>18.5</td></tr><tr><td>2035</td><td>11.0</td><td>18.5</td></tr><tr><td>2040</td><td>12.0</td><td>19.0</td></tr><tr><td>2045</td><td>12.5</td><td>18.5</td></tr><tr><td>2050</td><td>13.0</td><td>18.0</td></tr></table>	Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)	2025	8.5	18.0	2030	10.0	18.5	2035	11.0	18.5	2040	12.0	19.0	2045	12.5	18.5	2050	13.0	18.0	Sens 2  <table><caption>Sens 2 Data (Aktuell)</caption><tr><th>Jahr</th><th>Holz (Rp./kWh)</th><th>Fernwärme (Rp./kWh)</th></tr><tr><td>2025</td><td>10.0</td><td>18.0</td></tr><tr><td>2030</td><td>12.0</td><td>18.5</td></tr><tr><td>2035</td><td>14.0</td><td>18.5</td></tr><tr><td>2040</td><td>16.0</td><td>19.0</td></tr><tr><td>2045</td><td>17.0</td><td>18.5</td></tr><tr><td>2050</td><td>18.0</td><td>18.0</td></tr></table>	Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)	2025	10.0	18.0	2030	12.0	18.5	2035	14.0	18.5	2040	16.0	19.0	2045	17.0	18.5	2050	18.0	18.0
	Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)																																										
2025	8.5	18.0																																											
2030	10.0	18.5																																											
2035	11.0	18.5																																											
2040	12.0	19.0																																											
2045	12.5	18.5																																											
2050	13.0	18.0																																											
Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)																																											
2025	10.0	18.0																																											
2030	12.0	18.5																																											
2035	14.0	18.5																																											
2040	16.0	19.0																																											
2045	17.0	18.5																																											
2050	18.0	18.0																																											
Tiefer	Sens 3  <table><caption>Sens 3 Data (Tiefer)</caption><tr><th>Jahr</th><th>Holz (Rp./kWh)</th><th>Fernwärme (Rp./kWh)</th></tr><tr><td>2025</td><td>8.5</td><td>14.0</td></tr><tr><td>2030</td><td>10.0</td><td>14.5</td></tr><tr><td>2035</td><td>11.0</td><td>14.5</td></tr><tr><td>2040</td><td>12.0</td><td>15.0</td></tr><tr><td>2045</td><td>12.5</td><td>14.5</td></tr><tr><td>2050</td><td>13.0</td><td>14.0</td></tr></table>	Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)	2025	8.5	14.0	2030	10.0	14.5	2035	11.0	14.5	2040	12.0	15.0	2045	12.5	14.5	2050	13.0	14.0	Sens 4  <table><caption>Sens 4 Data (Tiefer)</caption><tr><th>Jahr</th><th>Holz (Rp./kWh)</th><th>Fernwärme (Rp./kWh)</th></tr><tr><td>2025</td><td>10.0</td><td>14.0</td></tr><tr><td>2030</td><td>12.0</td><td>14.5</td></tr><tr><td>2035</td><td>14.0</td><td>14.5</td></tr><tr><td>2040</td><td>16.0</td><td>15.0</td></tr><tr><td>2045</td><td>17.0</td><td>14.5</td></tr><tr><td>2050</td><td>18.0</td><td>14.0</td></tr></table>	Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)	2025	10.0	14.0	2030	12.0	14.5	2035	14.0	14.5	2040	16.0	15.0	2045	17.0	14.5	2050	18.0	14.0	
Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)																																											
2025	8.5	14.0																																											
2030	10.0	14.5																																											
2035	11.0	14.5																																											
2040	12.0	15.0																																											
2045	12.5	14.5																																											
2050	13.0	14.0																																											
Jahr	Holz (Rp./kWh)	Fernwärme (Rp./kWh)																																											
2025	10.0	14.0																																											
2030	12.0	14.5																																											
2035	14.0	14.5																																											
2040	16.0	15.0																																											
2045	17.0	14.5																																											
2050	18.0	14.0																																											

Quelle: Annahmen TEP Energy

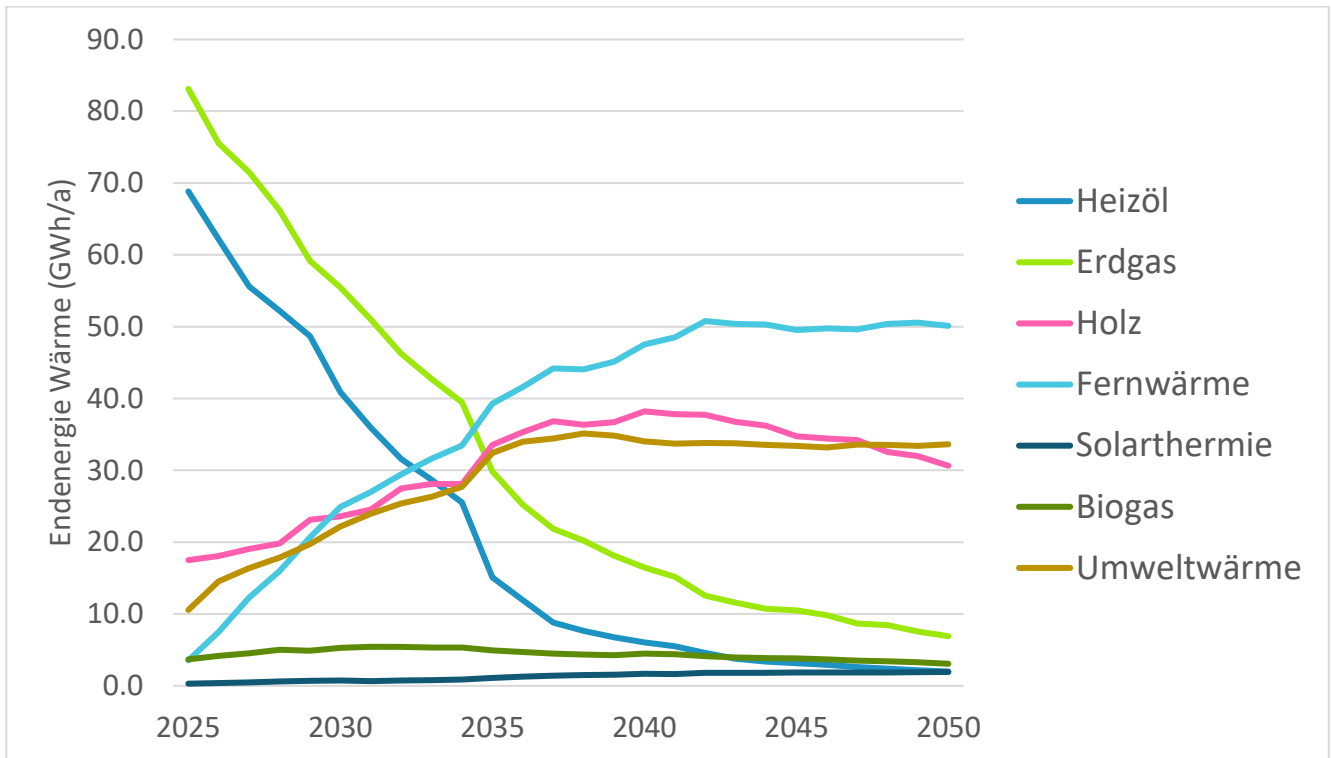


Abbildung 30 Resultate der Szenarioberechnungen für Sens 1. Im Vergleich tiefe Holzpreise und typische Fernwärmepreise. Annahmen siehe oben. Ohne WP-Strom.

Quelle: Berechnungen und Annahmen TEP Energy; Preise: EKZ, E360.

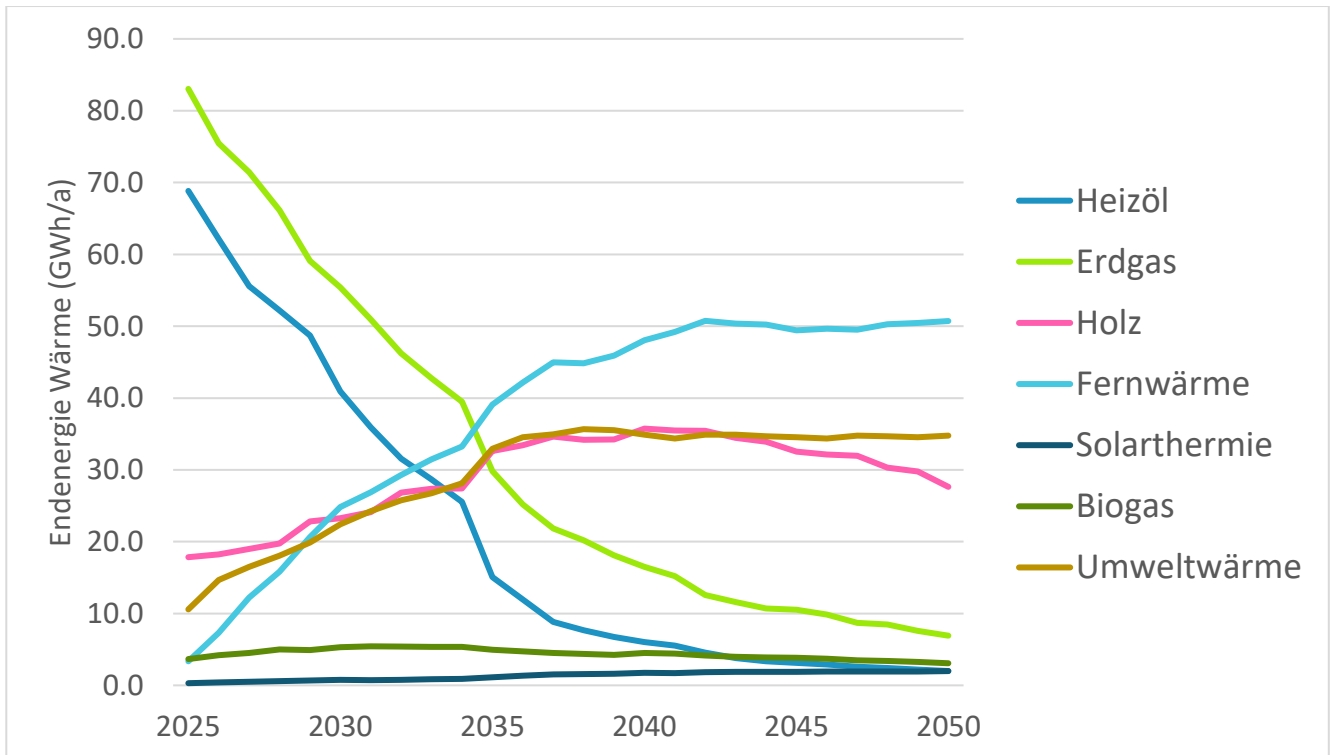


Abbildung 31 Resultate der Szenarioberechnungen für Sens 2. Im Vergleich steigende Holzpreise und typische Fernwärmepreise. Annahmen siehe oben. Ohne WP-Strom.

Quelle: Berechnungen und Annahmen TEP Energy; Preise: EKZ, E360.

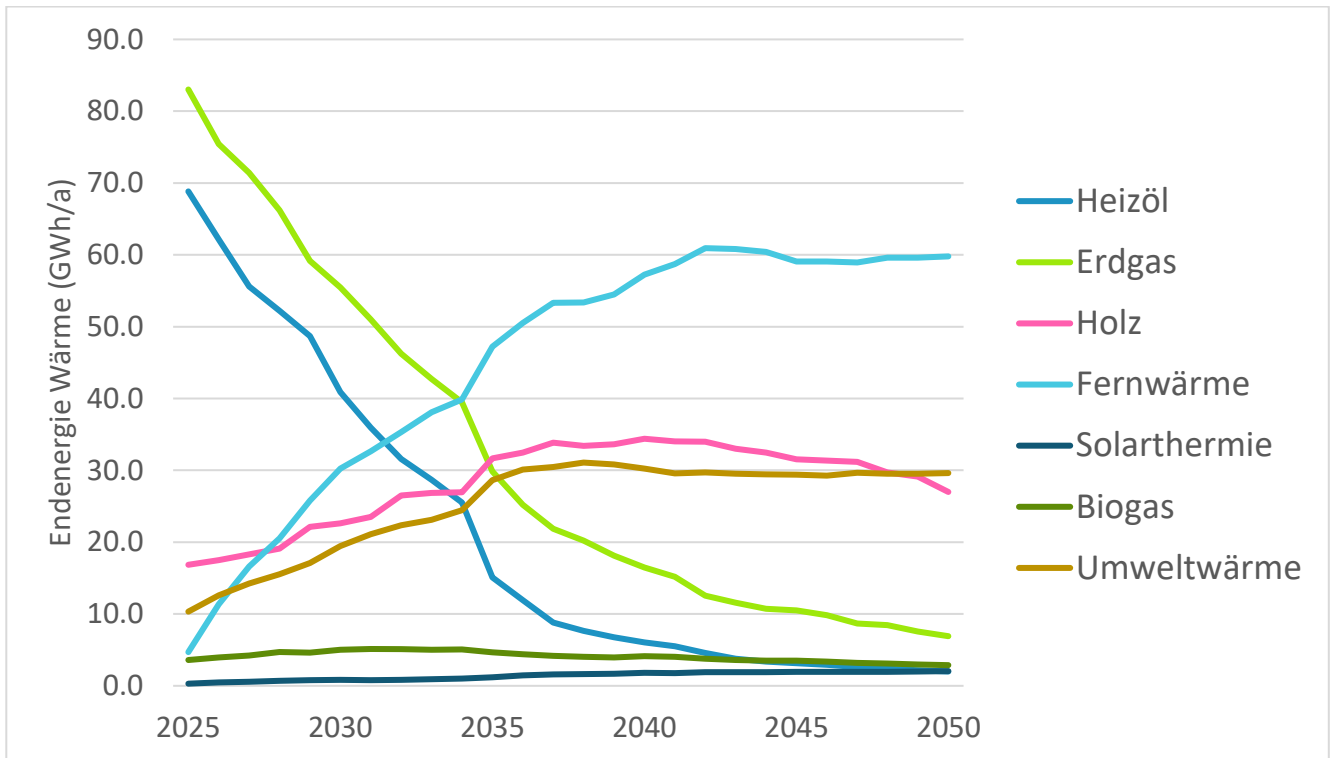


Abbildung 32 Resultate der Szenarioberechnungen für Sens 3. Im Vergleich tiefe Holzpreise und tiefe Fernwärmepreise. Annahmen siehe oben. Ohne WP-Strom.

Quelle: Berechnungen und Annahmen TEP Energy; Preise: EKZ, E360.

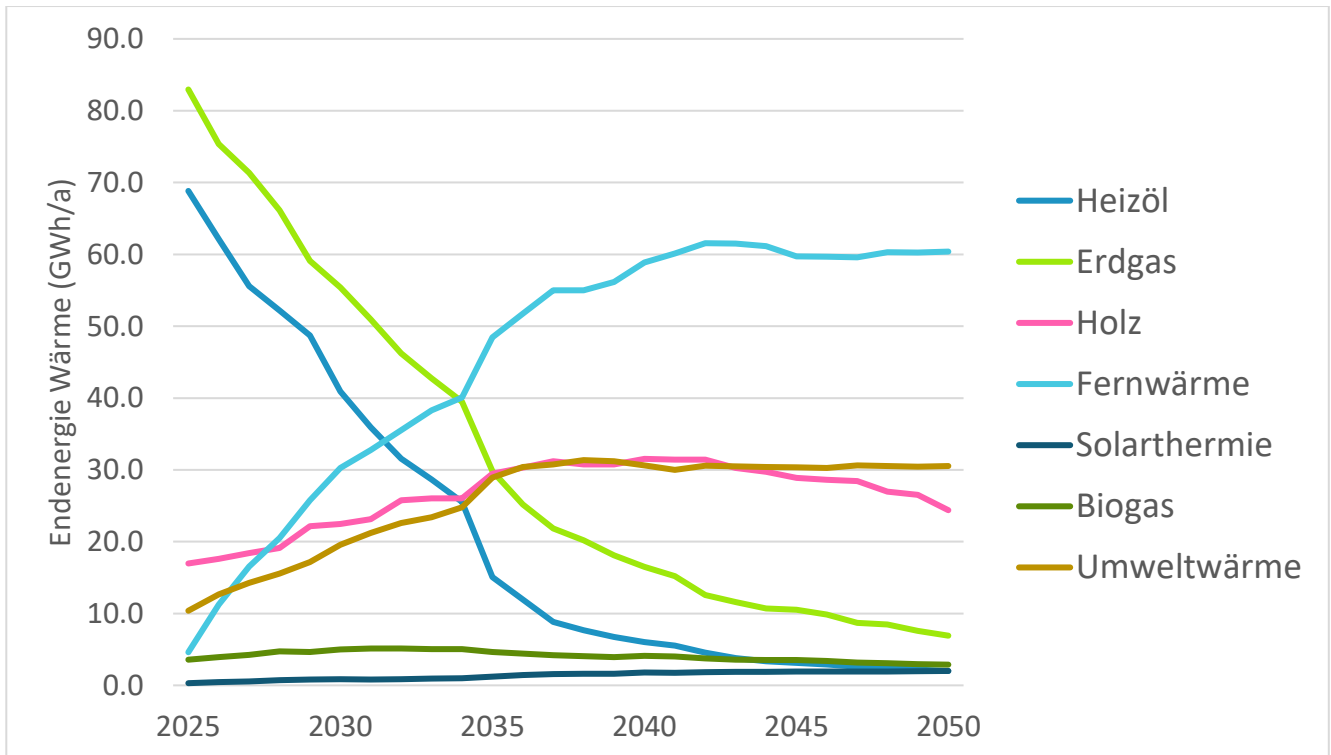


Abbildung 33 Resultate der Szenarioberechnungen für Sens 4. Im Vergleich steigende Holzpreise und tiefe Fernwärmepreise. Annahmen siehe oben. Ohne WP-Strom.

Quelle: Berechnungen und Annahmen TEP Energy; Preise: EKZ, E360.

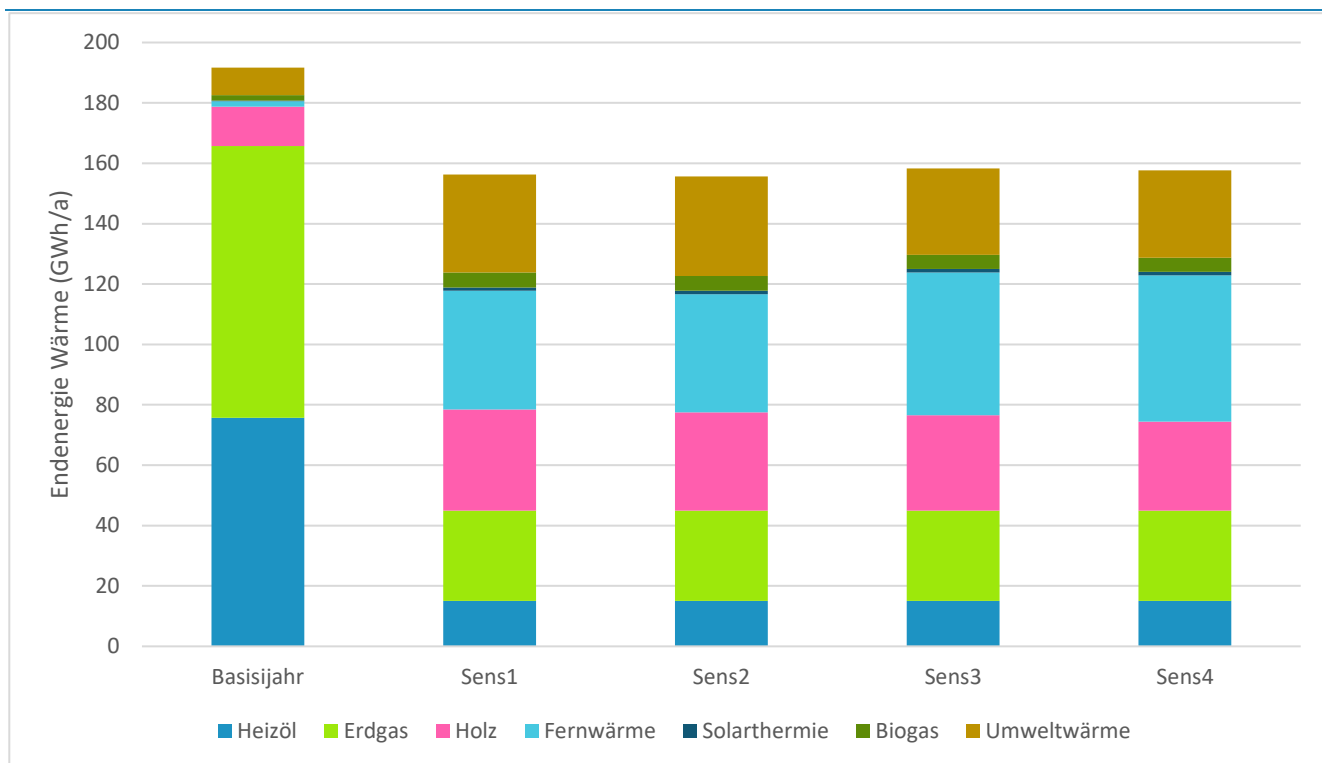


Abbildung 34 Energieträgeranteile im Jahr 2035 für alle Sensitivitäten. Basisjahr 2022. Annahmen siehe oben. Ohne WP-Strom.

Quelle: Berechnungen und Annahmen TEP Energy; Preise: EKZ, E360.

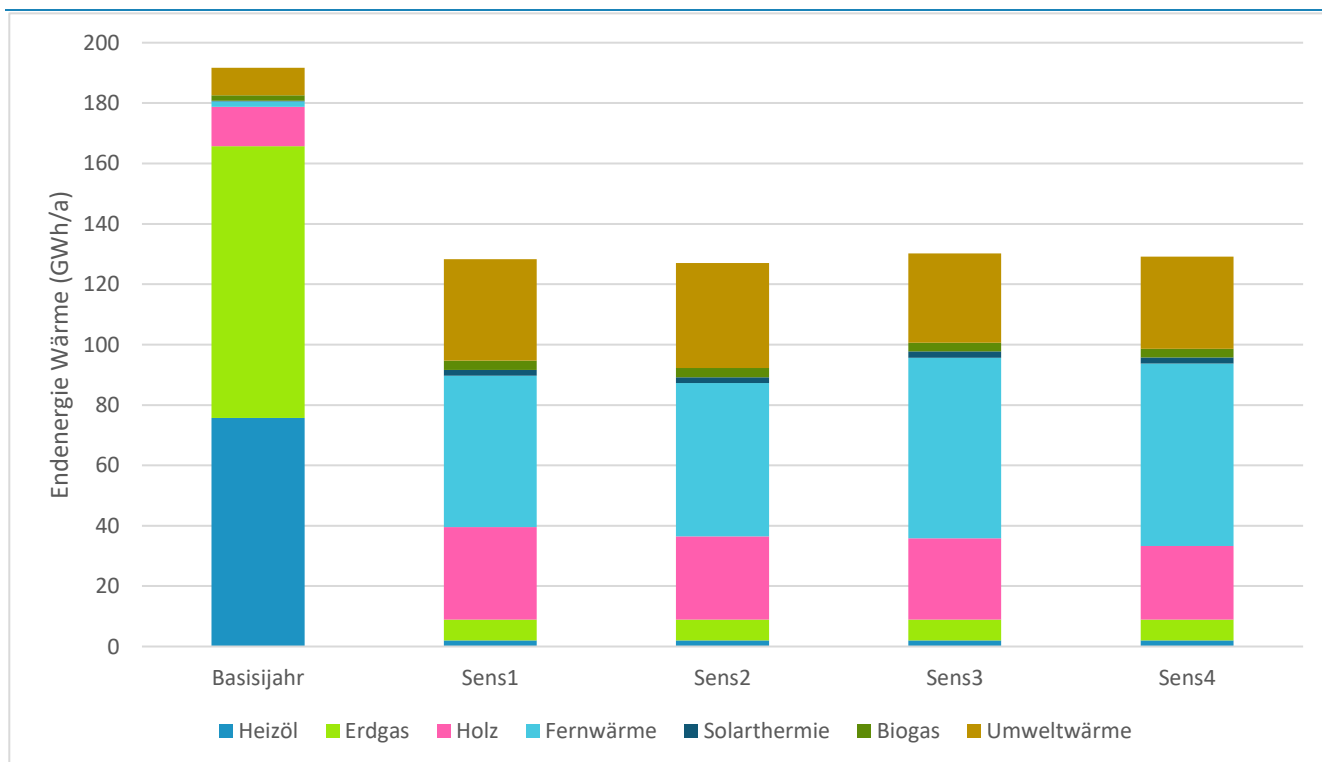


Abbildung 35 Energieträgeranteile im Jahr 2050 für alle Sensitivitäten. Basisjahr 2022. Annahmen siehe oben. Ohne WP-Strom.

Quelle: Berechnungen und Annahmen TEP Energy; Preise: EKZ, E360.



Teil 3:

Fazit & Massnahmen



7

Fazit und Massnahmen

7.1 Diskussion und Fazit

Im Teil 1 des Energieplanungsberichts für Volketswil haben wir eine umfassende Analyse der aktuellen Wärmeversorgungssituation sowie der aktuellen und künftigen Potenziale durchgeführt. Eine ergänzende Szenarien-Analyse zeigt mögliche Hindernisse und Herausforderungen auf, die den Zielvorstellungen der Gemeinde widersprechen könnten (Teil 2).

Daraus können wichtige Erkenntnisse gewonnen und konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Trotz eines prognostizierten Bevölkerungswachstums erwarten wir aufgrund von Effizienzsteigerungen keine signifikante Zunahme der Energienachfrage in Volketswil. Im Gegenteil ergibt sich eher eine Abnahme der totalen Wärmenachfrage, was bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Energieversorger relevant sein kann.

Wir sehen sowohl dezentrale als auch leitungsgebundene Ansätze als wichtige Pfeiler für die künftige Wärmeversorgung. Besonders hervorzuheben sind die Potenziale von Abwärme (namentlich beim geplanten Rechenzentrum) und Seequellen, während wir empfehlen, Holz aufgrund der begrenzten regionalen Verfügbarkeit nur eingeschränkt zur Energiegewinnung zu nutzen (mit einem Fokus auf Spitzenlastdeckung). Biogaspotenzial ist lokal vorhanden, wobei eine konkrete Nutzung im Rahmen einer Gasstrategie zu prüfen und festzulegen ist (Bestimmung Zielnetz Gas).

Nahwärmeverbünde können einen Grossteil der Gemeinde mit der potenziell verfügbaren Abwärme versorgen. Mittels der räumlichen Energieanalyse und dem Grenzkostenansatz, haben wir gezeigt, in welchen Gebieten sich die Fernwärmenetze auch bei einer voraussichtlichen Abnahme der Nachfrage bis 2035 wirtschaftlich betreiben lassen.⁹ Der Einbezug des lokalen Energieversorgers bestätigt oder ergänzt diese Betrachtungen

In den Szenarioanalysen haben wir die Anschlussbereitschaft der Gebäudeeigentümer untersucht. Fernwärme ist in Volketswil aufgrund der aktuellen Energiepreise und Anschlussgebühren eine attraktive Option. Allerdings bieten dezentrale Systeme wie Holz und Wärmepumpen ebenfalls Vorteile, besonders bei den derzeit niedrigeren Holzpreisen. Sollte der Holzpreis aufgrund von Knappheit steigen, könnte dies die Attraktivität von Holz geringfügig mindern. Insgesamt bleibt jedoch der Fernwärmepreis der entscheidende Faktor, der durch Fördermassnahmen gesenkt werden könnte.

Dieser Grundlagenbericht bietet eine solide Grundlage zum Verständnis der Festlegungen in der kommunalen Energieplanung von Volketswil. Durch die Kombination von dezentralen Ansätzen

⁹ Dabei müssten jedoch auch höhere Kosten zum Anschluss einzelner Gebäude durch den Energieversorger getragen werden. Bei kleineren Grenzkosten reduziert sich das Potenzial (siehe dazu Anhang).

sowie dem gezielten Ausbau von Fernwärme mit erneuerbaren Energiequellen oder Abwärme kann sich die Gemeinde nachhaltig und wirtschaftlich versorgen.

7.2 Abgeleitete Massnahmen

Um die Energieplanung und insbesondere die Verbundgebiete umzusetzen und die geeigneten Energiepotenziale auszuschöpfen, sind ergänzende Massnahmen notwendig. Die Massnahmen sollen in der Energiekommission koordiniert und in den entsprechenden Abteilungen weiterbearbeitet werden.

Es ist zwischen räumlichen Massnahmen und übergeordneten Massnahmen zu unterscheiden.

Die nachfolgenden Massnahmen werden nach einem einheitlichen Raster bzgl. Zielsetzung, Umsetzungsaspekten, Zuständigkeit charakterisiert und es werden Abhängigkeit zu anderen Massnahmen aufgezeigt sowie Hinweise zur zeitlichen Umsetzung gegeben. Bei den Abhängigkeiten wird vorausgesetzt, dass eine solche auch zur kommunalen Energieplanung besteht, der Einfachheit halber wird dies nicht in jedem Massnahmenbeschrieb aufgeführt.

Folgende Massnahmen sind vorgesehen, wobei anzumerken ist, dass sich einige davon bereits geplant oder sich in der Umsetzung befinden:

M 1	Festlegung von Rahmenbedingungen für die Umsetzung des Verbundgebiets VG1.....	60
M 2	Erstellen einer Gasstrategie	61
M 3	Koordination mit Tiefbau und Gasnetzstilllegung	62
M 4	Bedürfnisabklärung für Nahwärmeverbunde VG2 und VG3	63
M 5	Verankerung der Energieplanung in der Verwaltung.....	64
M 6	Information an die Bevölkerung	65
M 7	Bedürfnisklärung kommunales Förderprogramm	66
M 8	Controlling und Monitoring	67
M 9	Laufende Aktualisierung der kommunalen Energieplanung.....	68
M 10	Vorbildcharakter, Sanierung und Heizersatz bei kommunalen Liegenschaften	69

M 1 Festlegung von Rahmenbedingungen für die Umsetzung des Verbundgebiets VG1

Thema

Beschreibung

Ziel und Beschreibung

Das im Energieplan ausgeschiedene Verbundgebiet VG1 wird unter Berücksichtigung von rechtlichen Rahmenbedingungen erfolgreich umgesetzt. Für den Wärmeverbund VG1 ist Prozessabwärme als Energiequelle vorgesehen:

- In der geplanten Energiezentrale bestehen Pläne zur Nutzung der Abwärme eines Rechenzentrums (Vantage Data Center) über Wärmepumpen, sowie Zweistoffkessel zu Spitzenlastabdeckung und Redundanz.
- Von der Energiezentrale werden nebst dem Fernwärmenetz VG1 in Volketswil auch die Gemeinden Schwerzenbach, Greifensee und die Stadt Illnau-Effretikon mit Wärme versorgt.
- Die Energiezentrale verfügt bei Ausbau voraussichtlich über eine installierte Leistung von rund 60 MW.

Falls der Ausbau des Rechenzentrums (RZ) unter den Erwartungen bleiben sollte, besteht mit der Nutzung des Greifensees eine bedeutende Option zur Ergänzung der Abwärme aus dem RZ. In diesem Fall sollte diese Wärmequelle in einer detaillierteren Machbarkeitsstudie weiter untersucht werden.

Bei anstehendem Heizungsersatz bietet Energie 360° den Endkunden Übergangslösungen an, falls noch kein Anschluss an das Fernwärmenetz VG1 möglich ist, dies gemäss den Bestimmungen des Energiegesetzes des Kantons ZH.

In den Verbundgebieten VG1.1 soll die Erstellung des Wärmeverbundes innerhalb von 2-3 Jahren mittels einer Machbarkeitsstudie näher geprüft und ggf. umgesetzt werden.

Umsetzung / Zuständigkeit

Um die in dieser Energieplanung ausgeschiedenen Verbundgebiete zu realisieren, sind grundsätzlich mehrere Schritte erforderlich (siehe M2 bis M11)

Für den Wärmeverbund der Energie 360° liegt seit Ende 2024 für das gesamte Verbundgebiet VG1 und VG1.1 eine Konzession vor. Die Baubewilligung für die Energiezentrale der E360 wurde ebenfalls Ende 2024 erteilt. Für die Sicherstellung der Wärmeversorgung bis zur Fertigstellung des Rechenzentrums wird die benötigte Wärme durch den Betrieb von Zweistoffkesseln erzeugt.

Abhängigkeit

Die zeitliche Umsetzung der verschiedenen Teile des Verbundgebietes hängt von den Kapazitäten ab, welche das mit der Umsetzung betraute Energieversorgungsunternehmen hat.

Zeitplan

2024-2030 (Phase 1), 2031 bis 2035 (Phase 2)

Der Baustart der Energiezentrale ist im Frühling 2025. Die erste Energielieferung soll im zweiten Halbjahr 2026 erfolgen. Das Rechenzentrum wird voraussichtlich im Jahr 2028 fertiggestellt.

Die Bevölkerung wird laufend über die Arbeiten und die Möglichkeiten zum Anschluss an den Verbund informiert.

M 2 Erstellen einer Gasstrategie

Thema

Beschreibung

Ziel und Beschreibung

Die Gemeinde Volketswil verfolgt folgende Ziele:

- Netto-Null-Ziel bis 2040 für die Verwaltung und öffentliche Anlagen
- 100% erneuerbare Gase im Gasnetz ab 2040
- Proaktive Planung im Hinblick auf die Umsetzung des Netto-Null-Ziels
- Planungssicherheit für Grundeigentümer/innen schaffen
- Konzentration der Gasversorgung auf Hochtemperaturprozesse

Die Gemeinde Volketswil ist heute flächendeckend mit dem Leitungsnetz der Gasversorgung (Energie 360°) erschlossen, mit Ausnahme des Ortsteils Gutenswil.

Um das kommunale Energie- und Klimaziel (Netto-Null Treibhausgase für die Verwaltung und öffentliche Anlagen bis 2040) zu erreichen, sind die Verbräuche aller fossilen Brennstoffe zu vermeiden. Somit ist der Einsatz von Gas auf die besonders wertvollen und effizienten Einsatzbereiche zu fokussieren und auf erneuerbares Gas umzustellen. Dies sind z.B.:

- Industrielle Prozesse (Chemie- und Hochtemperatur-Prozesse)
- Redundanzen und Spitzendeckung von Energiezentralen zur Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien
- Effiziente Gasnutzung mittels WKK-Anlagen (während Heizperiode, wärmegesteuert)

In Zusammenarbeit mit der Gemeinde Volketswil wird Energie 360° eine Zielnetzplanung für das Versorgungsgebiet Volketswil (ohne Gutenswil) erarbeiten. Diese berücksichtigt die obigen Punkte und definiert, was langfristig erhalten und erneuert wird und welche Gebiete stillgelegt werden sollen.

Das 2040 verbleibende Gasnetz ist vollständig mit erneuerbaren Gasen zu betreiben. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für die heutigen Verbundgebiete «in Prüfung», welche in den nächsten zwei bis drei Jahren zu erstellen ist, soll auch die Gasversorgung erneut überprüft werden.

Umsetzung / Zuständigkeit

Die Energie 360° (als Betreiberin der Gasversorgung) erarbeitet in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Volketswil eine Gasstrategie, welche folgende Elemente enthält:

- Zielnetzplanung
 - Darlegen eines Zielpfades für die Dekarbonisierung der verbleibenden Gasversorgung, inkl. Definition einer Beschaffungsstrategie
 - Kommunikation zu den stillgelegten Gasleitungen und Koordination der Arbeiten zwischen Energie 360°, der Gemeinde, den Grundeigentümer/innen und weiteren betroffenen Akteuren/innen.
 - Allenfalls Zusammenarbeitsvertrag zwischen Energie 360° und der Gemeinde Volketswil, die Ziele, Strategie und Controlling festhält.
-

Abhängigkeit	M1
Zeitplan	Ein Grossteil des heutigen Gasnetzes wird ab 2045 stillgelegt sein. Wenige Gebiete ausserhalb des Perimeters Wärmeverbund und ausgewählte Prozesse werden noch in Betrieb sein. Die Zukunft des Gasnetzes ist regelmässig zu überprüfen, unter anderem im Rahmen der Machbarkeitsstudie für die heutigen Verbundgebiete «in Prüfung», welche innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahren erstellt werden soll.

M 3 Koordination mit Tiefbau und Gasnetzstilllegung

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	Der Bau von neuen Fernwärmeleitungen erfolgt in Koordination mit anderen Tiefbauprojekten. Damit sollen das öffentliche Budget entlastet und negative Auswirkungen von Tiefbautätigkeiten reduziert werden.
Umsetzung / Zuständigkeit	Die Gemeinde Volketswil, Energie 360° und weitere Umsetzungspartner beachten folgende Punkte: - Enge Abstimmung der Tiefbauarbeiten mit der Abteilung Tiefbau der Gemeinde Volketswil. - Koordination der Stilllegung des Gasnetzes mit dem Gasnetzanbieter (Energie 360°), der Gemeinde, den betroffenen Gebäudeeigentümer:innen und weiteren betroffenen Akteuren.
Abhängigkeit	M1
Zeitplan	Ab 2024

M 4 Bedürfnisabklärung für Nahwärmeverbunde VG2 und VG3

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	In den Verbundgebieten VG2 (Gutenswil) und VG3 (Schützenstrasse) soll die Erstellung von Nahwärmenetzen mittels einer Machbarkeitsstudie näher geprüft und ggf. umgesetzt werden. Werden Reservezonen in Gutenswil bebaut (d.h. R72, R73, R83, R84, R86), soll entweder ein Anschluss an den Verbund VG2 geprüft werden (falls VG2 machbar) oder ein möglicher Nahwärmeverbund separat geprüft werden. Für die Nahwärmeverbünde soll möglichst auf lokale Energiequellen zurückgegriffen werden, wie z.B. Grundwasser, Luft oder Biogas und Abwärme (v.a. bei VG3). Energieholz ist aufgrund der Kaskadennutzung gemäss Holzstrategie des Bundes in letzter Priorität zu nutzen. Fossile Übergangslösungen sind in VG2 und VG3 gemäss Energiegesetz nicht mehr zulässig.
Umsetzung / Zuständigkeit	Um die in dieser Energieplanung ausgeschiedenen Nahwärme-Eignungsgebiete zu erschliessen, sind mehrere Schritte erforderlich: - Suche nach einem geeigneten Anbieter für den Aufbau und Betrieb von Nahwärmenetzen, ggf. durch eine öffentliche Ausschreibung. Dabei können auch Bürgerbeteiligungen Sinn ergeben. - Verschiedene Optionen und Vorgehensweisen werden geklärt und bewertet, beispielsweise: - o Erstellung eines Energiereglements - o Erstellung einer Absichtserklärung zur Projektumsetzung. - o Abschluss eines Kooperationsvertrags - o Einholung von Bewilligungen mit spezifischen Auflagen - o Erteilung einer Konzession mit Zielsetzungen. - o Ausschreibung des Projekts über eine offizielle Submission Sobald ein Anbieter gefunden und rechtliche Aspekte geklärt sind, wird der Vertrag/Konzession ausgearbeitet und zur öffentlichen Einsichtnahme aufgelegt, beispielsweise über die Plattform SIMAP.
Abhängigkeit	
Zeitplan	Nach Bedarf, ab 2026.

M 5 Verankerung der Energieplanung in der Verwaltung

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	Die Ziele und Festlegungen der Energieplanung, sowie die definierten Massnahmen sind allen relevanten Abteilungen und Mitarbeitenden in der Gemeindeverwaltung bekannt.
Umsetzung / Zuständigkeit	Die Gemeinde Volketswil, Abteilung Hochbau, sollte folgende Schritte unternehmen, um die Ziele und Massnahmen der Energieplanung fest in der Gemeindeverwaltung zu verankern: - Alle relevanten Abteilungen, insbesondere solche mit Berührungspunkten zur Energieplanung (z.B. bei der Bearbeitung von Baubewilligungen, Arealüberbauungen, Projekten in der Abteilung Liegenschaften), sollen über die Bedeutung und Ziele der Energieplanung informiert werden. - Bei der Erstellung von Konzepten, Strategien und Planungsinstrumenten, die inhaltlich mit der Energieplanung verknüpft sind, müssen die behördenverbindlichen Vorgaben der Energieplanung konsequent einbezogen und berücksichtigt werden. In Volketswil besteht bereits das Gremium der Energiekommission, welche gemeinsame interne Informationsveranstaltungen, Kurse oder die Kommunikation koordinieren kann.
Abhängigkeit	
Zeitplan	Ab 2025

M 6 Information an die Bevölkerung

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	Spezifische Informationsmassnahmen sollen die Bevölkerung über die Ziele, Eignungsgebiete und Festlegungen der Energieplanung informieren. Förderinstrumente von Kanton (Gebäudeprogramm) und Gemeinden (falls vorhanden) werden mittgeteilt. Sensibilisierung der Gebäudeeigentümer:innen für die begrenzten Holzressourcen und die Vorteile anderer erneuerbarer Energien oder Anschlüsse an den Verbund
Umsetzung / Zuständigkeit	Die Gemeinde Volketswil informiert die Gebäudeeigentümer:innen über verschiedene Kanäle über die festgelegten Gebiete und die empfohlenen Energieträger für die Wärmeversorgung sowie über die Förder- und Beratungsangebote von Kanton und Bund im Zusammenhang mit Heizungsersatz und Gebäudesanierung Mögliche Informationswege für die Bevölkerung sind: - Pressemitteilung - Bereitstellung von Informationen zur Energieplanung auf der Website der Gemeinde - Bezeichnung von Ansprechperson für Rückfragen und spezifische Fragestellungen (Verbundanschluss vs. dezentrale Lösungen). - Koordination im Fall von Grundwasser-WP - Informationsveranstaltungen, bei denen neben dem Energieplan auch die Anforderungen des neuen Energiegesetzes sowie die Förder- und Beratungsangebote von Kanton und Bund vorgestellt werden. Aufgrund der räumlichen Struktur in Volketswil sind Quartiersanlässe naheliegend. - In gewissen Gebieten werden thermische Verbunde nicht priorisiert und die kommunale Wärmeplanung sieht dezentrale, gebäudespezifische Lösungen vor. Im Vordergrund stehen L/W-WP und Grundwasser-WP. Um Ziele wie die Kaskadennutzung bei Energieholz zu erreichen und eine übermässige energetische Nutzung der begrenzten Ressource Holz zu vermeiden, sollen Gebäudeeigentümer:innen dabei «unterstützt» werden, von fossilen Energieträgern auf dezentrale WP umzusteigen. Die Informationen für die Gebäudeeigentümer:innen orientieren sich an den aktuellen Angeboten zur Wärmeversorgung. Besonders der Ausbau von Wärmenetzen wird entsprechend den Ausbauplänen kommuniziert, um unrealistische Erwartungen zu vermeiden.
Abhängigkeit	Zusammenarbeit mit Energiestadtaktivitäten. Weitere Abhängigkeiten: Gasstrategie (M 2)
Zeitplan	Ab Ende 2024

M 7 Bedürfnisklärung kommunales Förderprogramm

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	Um die vom BAFU formulierten Ziele der Kaskadennutzung beim Holz zu erreichen, ist die flächendeckende Nutzung von Holz in dezentralen Gebäuden zu vermeiden und dezentrale Wärmepumpen oder der Anschluss an thermische Netze sind vorzuziehen. Je nach Energiepreislage können Anreize zum Anschluss an den Verbund oder die Investition in andere dezentrale Energielösungen notwendig sein (siehe Szenarioberechnungen und Fazit). Dabei kann bei Bedarf ein kommunales Förderprogramm, welches das kantonale ergänzt, unterstützend wirken.
Umsetzung / Zuständigkeit	Folgende Abklärungen sind durch die Gemeinde zu treffen, typischerweise unter Einbezug der Energiestadt-Energiekommission: - Bedarfsklärung (Förderung nur, wenn thermische Netze unter den definierten Rahmenbedingungen nicht selbsttragend bzw. zielführend umgesetzt werden können). - Grundsatzentscheid durch den Gemeinderat - Abklärung und personellen Ressourcen der Gemeinde. - Sicherung der finanziellen Ressourcen - Definition der Ziele und Instrumente: z.B. steuerliche Anreize bei Verbundlösung, Investitionsbeiträge (an die Betreiber von thermischen Netzen oder an Anschlüsse), gleitende Prämien bei Energiepreisen, erleichterte Bewilligungsverfahren. - Rechtliche Abklärung der Machbarkeit der Instrumente. - Etablierung eines Monitorings.
Abhängigkeit	Koordination mit anderen laufenden Förderprogrammen (namentlich Gebäudeprogramm und andere Massnahmen von Bund und Kanton ZH) und Marktumfeld. Laufende Entwicklung bei Energieträgern. Controlling / Monitoring (Anschlussgrade)
Zeitplan	Ab 2025 (Bedarfsklärung, Umsetzung in der Folge)

M 8 Controlling und Monitoring

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	Es wird ein Monitoring durchgeführt, das die Überprüfung der Zielerreichung der Indikatoren CO ₂ -Emissionen und Anteil Erneuerbarer Energien ermöglicht. Zudem dient es der Kontrolle der Umsetzung der definierten Massnahmen und erlaubt, frühzeitig notwendige Anpassungen vorzunehmen.
Umsetzung / Zuständigkeit	Im Rahmen des Energiestadtprozesses werden von der Gemeinde Volketswil ein Monitoring und Controllingsystem auf- bzw. ausgebaut. Controlling der Massnahmenumsetzung: 1. Erstellung eines Umsetzungsplans für alle Massnahmen, der die Zuständigkeiten und Zeitpläne klar definiert. 2. Regelmässige Überprüfung der Zielerreichung und des Fortschritts der Massnahmenumsetzung. Falls notwendig, wird die Umsetzungsstrategie entsprechend angepasst. Monitoring der Zielindikatoren: 1. Die CO₂-Emissionen werden auf Basis der Daten aus der Feuerungskontrolle sowie den Gasabsatzdaten, inklusive des Anteils erneuerbarer Gase, berechnet. Die Berechnungen im Rahmen des Energiestadtprozesses liefert dazu eine Grundlage. 2. Der Anteil erneuerbarer Energien wird periodisch anhand der Feuerungskontrolle, Gasabsatzdaten, Anschlussdaten des Verbundvertragspartners und der Daten des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) ermittelt. 3. Für gemeindeeigene Gebäude wird ein separates Monitoring eingerichtet, das den jährlichen Stromverbrauch und die CO₂-Emissionen überwacht. Ein zentraler Aspekt des Monitorings ist die Quantifizierung der Indikatoren sowie die Sicherstellung eines reibungslosen Prozesses. Dies beinhaltet weiterhin die regelmässige Nachführung des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR), um aktuelle Daten zur Gebäudeheizung, Gebäudenutzung und neuen Energieerzeugungsanlagen (wie PV-Anlagen oder Wärmepumpen) zu erhalten. Hierbei ist eine enge Koordination mit der Abteilung für Baubewilligungen wesentlich. Insbesondere die Installation von Wärmepumpen ist genau zu erfassen, damit potenzielle Auswirkungen auf das Stromnetz analysiert zu können.
Abhängigkeit	Es bestehen Synergien dieser Arbeiten mit den Berichterstattungen für den Energiestadtprozess. Erkenntnisse sollten in die Aktualisierung der Energieplanung miteinbezogen werden
Zeitplan	Laufend (jährlich oder zweijährlich). Vertieftes Review alle vier Jahr beim Energiestadt-Re-Audit

M 9 Laufende Aktualisierung der kommunalen Energieplanung

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	Aufgrund der Dynamik beim Umstieg auf erneuerbare Heizungen, die sich aus dem kantonalen Energiegesetz ergibt, und der damit verbundenen Planungen und Umsetzungen des lokalen Energieversorgers bzgl. thermischer Netze, ergibt sich ein erhöhter Bedarf, die kommunalen Energieplanung regelmässig zu aktualisieren. Die Möglichkeiten der dynamischen Anpassung der Energieplanung auf neue Rahmenbedingungen sollten genutzt werden
Umsetzung / Zuständigkeit	Die Gemeinde Volketswil entscheidet in Absprache mit der Energiekommission und dem zuständigen Gemeinderat über die Aktualisierung der kommunalen Energieplanung. Mögliche Punkte: - Regelmässige Überprüfung, ob es einen Aktualisierungsbedarf gibt (insbesondere bzgl. Festlegung der Gebiete für thermische Netze). - Koordination in der Energiekommission - Veröffentlichung der jeweils aktuellen Energieplans auf dem GIS-Server des Kantons (gemäss der kantonalen Energieplanung). - Nutzung Interlis Schnittstelle Es muss beachtet werden, dass es bei Anpassungen gegebenenfalls einer kantonalen Genehmigung bedarf. Daher sollen Aktualisierungen mit den kantonalen Behörden koordiniert werden.
Abhängigkeit	Monitoring und Controlling, Energiestadtaktivitäten, Umsetzung der Erstellung von thermischen Netzen (Nah- und Fernwärme), der Gasstilllegung etc.
Zeitplan	Regelmässige Überprüfung, Aktualisierung bei Bedarf in einem vereinfachten Verfahren mit Fokus auf Energieplankarte und Massnahmenkatalog. Tiefgreifende Überprüfung und Überarbeitung alle 6 bis 8 Jahre.

M 10 Vorbildcharakter, Sanierung und Heizersatz bei kommunalen Liegenschaften

Thema	Beschreibung
Ziel und Beschreibung	Die Gemeinde Volketswil nimmt eine Vorreiterrolle ein. Sie erarbeitet eine Liegenschaftenstrategie in Abstimmung mit dem Netto-Null-Ziel der Gemeinde. Eigene Liegenschaften werden gemäss Zeitplan saniert und die Heizungen dekarbonisiert. Kommunale Liegenschaften schliessen grundsätzlich an den Wärmeverbund an.
Umsetzung / Zuständigkeit	Die Gemeinde Volketswil, Abteilung Liegenschaften, erarbeitet in Zusammenarbeit mit der Abteilung Hochbau eine Liegenschaftenstrategie. Hierbei sind Energie- und Klimaaspekten ein gewichtiger Fokus. Es sind geeignete Übergangslösungen in die Überlegungen mit einzubeziehen (z.B. temporäre Heizungen), dies in Abstimmung mit dem kantonalen Energiegesetz.
Abhängigkeit	Realisierung Energieverbund, Monitoring und Controlling
Zeitplan	Liegenschaftenstrategie ab 2025 Umsetzung bis 2040

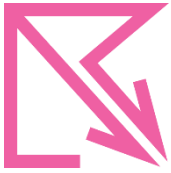


8

Literaturverzeichnis

- Amt für Abfall/ Wasser/ Energie und Luft. (2017, Januar 1). *Energieplan des Kanton Zürichs, Gemeinde Volketswil*. Abgerufen 3. September 2024, von <https://maps.zh.ch/s/nee3aeh>
- AWEL. (2010a). *Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser - Planungshilfe*. Zürich.
- AWEL. (2010b). *Heizen und Kühlen mit Abwasser - Leitfaden für die Planung, Bewilligung und Realisierung von Anlagen zu Abwasserenergienutzung*. Zürich.
- AWEL. (2015). *Tiefenbeschränkung von Erdwärmesonden zum Schutz der Felsaquifere Obere Mee-resmolasse und Malm (Mineralwasservorkommen)*.
- BAFU. (2023). *Holzenergie*. Abgerufen 23. August 2023, von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/waldzustand-und-waldfunktionen/holzproduktion/holzenergie.html>
- Bundesamt für Energie. (2023). *Solarpotenzial der Gemeinde Volketswil (BFS-Nr. 199) Ausgabe 2023*.
- Ebert Stoll, B. (2015). *Bericht zum Energieplan*. Volketswil.
- Energieberatung Stadt Zürich. (2023). *Kleinstverbunde richtig aufgleisen*. Zürich.
- EWZ. (2023). *Klimafreundliche Verbundlösungen für Städte und Gemeinden*.
- Gnehm, R., Schwarz, I., & Wagner Roland. (2023). *Leitfaden kommunale und regionale Energieplanung - Basel Landschaft*. Liestal. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/energie/publikationen/downloads-1/leitfaden-kommunale-energieplanung.pdf/@download/file/leitfaden-kommunale-energieplanung.pdf>
- Hofstettler, T., & Hekler, A. (2023). *Statistik Sonnenenergie*. Swissolar i.A. Bundesamt für Energie.
- Hollmüller, C. (2024). *Geothermie für die Wärmewende in Gemeinden, Städten und Agglomerationen. Nationale Tagung Wärmewende Bern, 7. März 2024*.
- IWB. (2021). *Wärmeverbund Lehenmatt Birs erreicht mit Einbau der Wärmepumpen wichtigen Meilenstein*. Abgerufen 6. September 2023, von https://www.iwb.ch/ueber-uns/newsroom/medienmitteilungen/artikel-_archiv_W-rmeverbund-Lehenmatt-Birs-erreicht-mit-Einbau-der-W-rme-pumpen-wichtigen-Meilenstein-
- Jakob, M, Catenazzi, G., Sunarjo, B., & Nägeli, C. (2015). *Aktuelle und zukünftige thermische Energienachfrage sowie lokales Angebot an Abwärme und erneuerbaren Energien in der STZH – Update der Nachfrageszenarien mit dem Gebädeparkmodell und der Angebotsbeurteilung mittels Expertensystem (nach Konzept EK 2050)*. TEP Energy i.A. Stadt Zürich.
- Jakob, Martin, Catenazzi, G., Forster, R., Martius, G., & Nägeli, C. (2016). *Erweiterung des Gebädeparkmodells und Herstellung der Kompatibilität des SIA Effizienzpfades mit langfristigen energiepolitischen Zielen (Projekt GEPAMOD)*. TEP Energy, Lemon Consult i.A. Bundesamt für Energie (BFE). Bern.
- Jakob, Martin, Ménard, M., Catenazzi, G., Müller, J., Schmid, J., Weinberg, L., ... Wüthrich, T. (2022). *Low-Invest-Cost Sanierungen (LICS). Potenziale und Limitationen von bestehenden und neuen Lösungen für Low-Invest-Cost Sanierungen zur Erreichung eines tiefen CO₂- Grenzwerts bei Bestandsbauten. Schlussbericht.*. TEP Energy, Low-Tech Lab und Durable i.A. BFE.

- Jakob, Martin, Reiter, U., Catenazzi, G., Sunarjo, B., Lienhard, L., Müller, A., ... Nägeli, C. (2020). *Erneuerbare- und CO₂-freie Wärmeversorgung Schweiz*. TEP Energy, ECOPLAN i.A. AEE SUISSE. Zürich.
- Keel, A., Kühne, A., & Chrenko, R. (2023). *Grundlagenarbeit zu einem Monitoring Holzenergie in der Schweiz*. Bern. Abgerufen von https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wald-holz/fachinfo-daten/Schlussbericht_Monitoring_Holzenergie_23112023.pdf.download.pdf/Schlussbericht_Monitoring_Holzenergie_23112023.pdf
- Kemmler, A., Trachsel, T., Jakob, M., Catenazzi, G., & et al. (2023). *Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2022 - nach Bestimmungsfaktoren*. Bern.
- Link, K. (2023). *Grundlagen: Potenziale und Projektphasen*. Volketswil.
- Meier, U., Ziegenbein, M., Merlo, O., & Chappuis, A. (2017). *RegioROK Glattal 2017 (Regionales Raumordnungskonzept)*. Zürich.
- Pauli-Krafft, U., Suter Thalmann, C.-L., & Aebischer, C. (2021). *Ressourcenpolitik Holz 2030. Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz 2021 – 2026*. Bern.
- Prognos, TEP Energy, Infrac, & Ecoplan. (2021). *Energieperspektiven 2050+ Gesamtdokumentation der Arbeiten*. i.A. BFE.
- Schädle, K.-H. (2020). *Geothermie in der Wärmeinitiative Schweiz*. Basel.
- Schubert, S., Keller, R., & Lee, M. (2023). *Kommunaler Richtplan Siedlung und Landschaft*. Volketswil.
- Stadt Zürich. (2023). *Kleinstverbunde richtig aufgleisen - UGZ Faktenblatt*. Zürich.
- Swissolar. (2023). *Solarwärme-Markt Schweiz*. Abgerufen 2. September 2024, von <https://www.swissolar.ch/de/angebot/news-und-medien/fakten-und-zahlen/infografiken>
- Taverna, R., Zenger, B., & Plüss, P. (2023). *AWEL, Fachstelle Energie Energiebeauftragte Stadt Zürich Potenzial Energieholz Kanton & Stadt Zürich*. Zürich.
- Wallbaum, H., Heeren, N., Jakob, M., Gabathuler, M., G. N., & Martius, G. (2009). *Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie Dienstleistungs- und Wohngebäude - Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz – Grundlagen zur Überarbeitung des SIA Effizienzpfades Energie*. ETH Zürich und TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE). Bern.



9 Anhang

9.1 Vorgehen und Methodik

Das Vorgehen zur potenzial- und szenariengestützten Energieplanung Volketswil umfasst folgende Teilschritte:

- Analyse des Ist-Zustands
- Analyse der Nachfrageentwicklung
- Räumliche Energie- und Potenzialanalysen
- Gebietsfestlegungen
- Szenarioberechnungen
- Massnahmenfestlegungen

9.1.1 Analyse Ist-Zustand

In einem ersten Schritt werden die erforderlichen Grundlagendaten aktualisiert. Dies betrifft z.B. Gebäudeinformationen aus dem Eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) sowie adress- und georeferenzierte Daten und Grundlagen, z.B. aus der Feuerungskontrolle aus der Amtlichen Vermessung, aus der Nutzungsplanung und aus dem Umweltbereich (z.B. Grundwasserschutzzonen). Konkret werden folgende Daten einbezogen:

- Gebäudebezogene Daten:
 - aktueller Auszug aus dem Gebäude- und Wohnregister (GWR) inkl. Energieträgerdaten
 - Daten der Feuerungskontrolle (Energieträger, Alter, Leistung)
 - Gasanschlüsse und Nahwärmeverbunde (jeweils gebäudescharf)
 - Liste der Standorte von Luft/Wasser-Wärmepumpen und Erdwärmesonden-WP
- Industrie und gewerbebezogene Daten: In der Gemeinde Volketswil spielen die Energienachfrage und die Abwärmepotenziale von Industrie- und Gewerbeunternehmen eine gewisse und insbesondere die Abwärme eines geplanten Rechenzentrums eine wichtige Rolle. Um diese abzuschätzen, stützen wir uns auf Angaben der lokalen Versorger und aggregierte Daten zu Grossfeuerungen.
- Siedlungsbezogene Daten: aktualisierte georeferenzierte Daten wie z.B. Zonenplan, amtliche Vermessung und allfällige Änderungen in der Nutzungsplanung (ggf. Grundwasserschutzzonen).
- Energieverbräuche pro Energieträger, so weit wie möglich gebäude- oder adressscharf.

Der Ist-Zustand bzgl. Energiebezugsflächen und Endenergienachfrage des Gebäudesektors wird aufgrund ausgewählter Datenaktualisierungen mit dem Gebäudeparkmodell (GPM) von TEP Energy (M Jakob, Catenazzi, Sunarjo, & Nägeli, 2015; Martin Jakob, Catenazzi, Forster, Martius, & Nägeli, 2016) gebäudescharf dargestellt. Hierbei handelt es sich um ein sogenanntes Bottom-up Modell, in dem die Gebäude mit ihren Bau-, Heiz- und Gebäudetechnikelementen inkl. Speicher explizit abgebildet werden. Das GPM hat eine räumlich differenzierte Auflösung, so dass die Wärmenachfrage, ortsgebundene und andere Potenziale von erneuerbaren Energien und energetische Infrastruktur sachgerecht in Übereinstimmung gebracht werden können. Anhand der Resultate aus dem GPM werden deskriptive Auswertungen zur Charakterisierung des Gebäudeparks, räumliche Analysen und Szenarien Berechnungen vorgenommen.

Um die reale Nachfrage bestmöglich abzubilden, wurden die Resultate der Modellierung mit Verbrauchsdaten von Energie 360° zur Gasdurchleitung verglichen (Quelle Energie 360°). Daten zum Ölverbrauch liegen und als Hochrechnung von Leistungswerten der Kessel vor. Dies ist mit Fehlern behaftet, womit wir uns hier auf den Vergleich des Erdgasverbrauchs zu Plausibilisierung stützen.

Als Bilanzjahr wählen wir 2022, und als Vergleichsgrösse Raum- und Warmwasserwärme. Nicht modelliert wurde die Prozesswärme, welche daher von den Berechnungen abgezogen wurde (Die Prozesswärme wird in der EP nachgelagert berücksichtigt und diskutiert). Der Vergleich im Bereich Erdgas zeigt, dass das Modell die Raumwärme und Warmwasser Endenergieverbräuche aus 2022 näherungsweise abbildet. Somit bildet das Modell den wesentlichen Energieträger der Gemeinde mit genügend Genauigkeit ab, um pragmatische Aussagen zu treffen (siehe dazu auch Vergleich mit EKK).

9.1.2 Nachfrageentwicklung

Die Entwicklung des zukünftigen Energiebedarfs ist auch zur Berechnung der nachfrageseitigen Cluster für thermische Netze und der Eignung für andere Wärmepotenziale wie Luft/Wasser-Wärmepumpen relevant. Die Nachfrageentwicklung bzgl. Energiebezugsflächen und Endenergienachfrage wird bis 2050 mit dem GPM auf der Basis einer neutralen Witterung für verschiedene Szenarien modelliert. Vor allem in den Mehrfamilienhäusern, Handelsgebäuden und Büroflächen wird ein verstärkter Zubau oder Ersatz modelliert, was zu einem höheren Endenergieverbrauch in diesen Sektoren führt. Zudem werden weitere Hotelanlagen modelliert, die ebenfalls eine erhebliche Erhöhung der Endenergie verursachen.

Die modellierte Nachfrageentwicklung basiert auf raumplanerischen Grundlagen zum Entwicklungspotenzial und zur Kapazitätsabschätzung in Volketswil. Insbesondere wurde auf den aktuellen kommunalen Richtplan Siedlung und Landschaft, das regionale Raumordnungskonzept (RegioROK), sowie ergänzend, auf Kapazitätsberechnungen der Gewässerversorgung zurückgegriffen (Meier, Ziegenbein, Merlo, & Chappuis, 2017; Schubert, Keller, & Lee, 2023; E360°).

Dabei werden insbesondere die Ergebnisse zu den Entwicklungen der Einwohner- und Beschäftigtenzahlen, differenziert nach Zonentyp, auf Basis aktueller Planungen berücksichtigt. Es wird von einer Netto-Null-Strategie ausgegangen.

9.1.3 Räumliche Energie- und Potenzialanalyse

Die vorhandenen Energiepotenziale können aufgrund von typischen Endenergienachfragen / Wärmedichten, Kosten und rechtlichen Rahmenbedingungen wie dem Lärmschutz nicht beliebig in Gebäuden genutzt werden. Daher ist eine räumliche Energieanalyse unerlässlich. Mit einer spezifischen, räumlichen Energieanalyse (REA) werden die wichtigsten regionalen, kommunalen und erneuerbaren Energiepotenziale quantifiziert. Dabei wird zwischen Potenzialen unterschieden, die für

eine dezentrale Nutzung geeignet sind, und solchen, die sich für die Nutzung in einem thermischen Verbund eignen.

Im Anschluss werden die eruierten Potenziale im Rahmen einer Synthese zusammengeführt. Hierbei sind insbesondere die räumliche Verfügbarkeit (Energiequellen) sowie weitere Nebenbedingungen (z.B. Platzbedarf, Lärmschutz) zu berücksichtigen. Der Fokus liegt auf der Analyse der Gemeindegebiete bzgl. thermischen Netzen sowie dezentralen erneuerbaren Potenzialen (inkl. gebäudebezogene dezentrale Nutzung Umweltwärme mit Wärmepumpen).

(1) Dezentrale gebäudebezogene Potenziale und Restriktionen

Erneuerbare Energien spielen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, den Wärmesektor zu dekarbonisieren. Hierbei ist es wichtig, die lokal verfügbaren Potenziale zu eruieren. Im Bereich der dezentralen gebäudebezogenen Potenziale spielen insbesondere Wärmepumpen (WP) eine wichtige Rolle. Während Grundwasser in der Regel in kleinen Nahwärmeverbunden genutzt wird, weisen die folgenden beiden Fälle einen unmittelbaren Gebäudebezug auf:

- Luft/Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP)
- Erdwärmesonden- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpen

Auf diese beiden Fälle wird nachfolgend näher eingegangen.

LUFT/WASSER-WÄRMEPUMPEN

Bei den Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) kann neben Platzgründen insbesondere die Lärmthematik eine Herausforderung darstellen. Anhand der in verschiedenen Projekten entwickelten Methoden, u.a. im Rahmen des BFE-Forschungsprojekts LICS (Jakob et al., 2022), wird die Split-Aufstellung von L/W-WP analysiert. Dabei werden zwei verschiedene Varianten untersucht, wobei die Schallschutzwerte (und damit die einzuhaltenden Abstände) variiert werden, nach mittellauten und leisen Wärmepumpen.

Weiter werden je nach Heizungsgrösse (Leistungsklasse) und Empfindlichkeitsstufen unterschiedliche Abstände angenommen (siehe Tabelle 6). Für Geräte mit mehr als 50-100 kW Leistung¹⁰ stehen nicht genügend Schallmessungen zur Verfügung. Im Sinne einer konservativen Annahme wird für Gebäude, welche mehr als 50 kW für die Wärmeerzeugung benötigen, vorläufig angenommen, dass diese nicht mit einer L/W-WP beheizt werden können. Anhand der im GPM gebäudescharf berechneten Energieverbräuche wird jedes Gebäude der benötigten WP-Leistungsklasse zugewiesen.

Bei Bestandsbauten werden GPM-Daten weiter mit GIS-Daten der amtlichen Vermessung verschnitten. Hierauf wird für jedes Gebäude ein Abstandspuffer um den Gebäudeumriss gebildet. Um ausserdem lärmschutzrechtliche Vorgaben bei Parzellengrenzen zu berücksichtigen, wird bei Parzellengrenzen ein Mindestabstand von 2 Metern eingehalten, in welchen keine L/W-WP Anlagen errichtet werden dürfen. Anschliessend wird je nach benötigter Leistung der WP die entsprechende Abstandsfläche von der jeweiligen Parzellengrösse abgezogen. Ist die verbleibende Fläche genügend gross, wird davon ausgegangen, dass eine Luft/Wasser-WP möglich ist und der Eigen- sowie Fremdschutz gewährleistet ist. Die für eine L/W-WP benötigte Fläche auf der Parzelle hängt von der Leistung ab.

¹⁰ Bei monovalenter Auslegung 100kW, bei bivalenter Auslegung 50kW

Bei modellierten Neubauten ab 2023 wird davon ausgegangen, dass eine korrekte Platzierung von L/W-WP im Laufe der Planung in beinahe jedem Fall möglich sein könnte. Daher werden diesen modellierten und angenommenen Gebäuden eine L/W-Wärmepumpen Eignung unterstellt.

Tabelle 6 Angenommene Abstände [m] für verschiedene Varianten von WP nach Leistung und Empfindlichkeitsstufe, Schalleistungspegel der WP sowie angenommene Mindestfläche auf Parzelle.

Variante	Empfindlichkeitsstufe (ES)	Bis 10 kW	10-20 kW	20-35 kW	35-50 kW
WP mittellaut ^a	Abstand ES II [m]	4	7	12	22
	Abstand ES III [m]	2.4	4.2	7.2	13.2
	Schalleistungspegel Nacht max. L _{WA} ([dB(A)])	51	55	60	65
WP leise ^b	Abstand ES II [m]	2	4	6	10
	Abstand ES III [m]	1.2	2.4	3.6	6
	Schalleistungspegel Nacht max. L _{WA} ([dB(A)])	45	51	54	58
^a gemäss BFE-Projekt LICS: FHNW: Integration von Luft/Wasser-WP im städtischen Kontext, FWS-Schalldatenverzeichnis, Prüfsultate WP Testzentrum Buchs					
^b gemäss BFE-Projekt LICS: basierend auf Schallwerten der leisesten Geräte für Split-Aufstellung sowie Geräte, bei denen zusätzliche Schallschutzmassnahmen, wie z.B. punktuelle Schallschutzwände, umgesetzt wurden.					

Quelle : Jakob et al. (2022), TEP Energy

ERDWÄRMESONDEN- BZW. SOLE/WASSER-WÄRMEPUMPEN

Das Potential von Sole-Wasser-WP (SW-WP) mit Erdwärmesonden (EWS) wird in einem ersten Schritt mit den rechtlichen Rahmenbedingungen ermittelt und welche geologischen Rahmenbedingungen resp. Einschränkungen zugrunde liegen. Vereinfacht zusammengefasst sollten keine Erdsonden in folgenden Gebieten erstellt werden: Grundwasserschutzzonen und Grundwassergebiete, geol. Störungszonen, ungeeignete Gesteinsschichten mit Karst, Evaporiten (Steinsalz & Gipsanhydrit) oder quellfähigen Mineralien. In Volketswil befindet sich ein Grossteil des Gemeindegebiets gemäss Wärmenutzungsatlas in den Zonen A und B, was den Einsatz von EWS in diesen Gebieten verunmöglicht. Jedoch könnte in der Zone B gemäss den Ausführungen im Hauptteil das Grundwasser für die Wärmenutzung verwendet werden.

(2) Nicht-gebäudebezogene erneuerbare Potenziale

In diesem Schritt werden die nicht-gebäudebezogenen Potenziale von weiteren Energiequellen wie Holz, Grund- und Flusswasser etc. analysiert. Zur Prüfung dieser Potenziale, wurden unterstützend Anfragen bei Betrieben, Versorgern und öffentlichen Stellen getätigt. Eigenen Abschätzungen und Angaben der letzten Energieplanung stützten die Analyse ab.

- Flächig steht Grundwasser in einem grossen Teil des Siedlungsgebiets in Volketswil zur Verfügung. Mächtigkeit, Nutzbarkeit und energetische Potenziale werden für verschiedene Teilgebiete geprüft.
- Potenziale ARA: gemäss der Energieplanung von 2015 bestehen für Volketswil keine nennenswerten Potenziale. Dies wird im Verlauf der Projektarbeit erneut überprüft.

- Potenziale von erneuerbaren Energien aus Oberflächengewässern waren in Volketswil arbeitshypothetisch eher nicht von Relevanz, da eine Nutzung von Wärme aus dem Greifensee begrenzt und – falls überhaupt - eher von näher gelegenen Gemeinden genutzt wird. Dies wird im Rahmen des Projekts überprüft.
- Erdwärmesonden-Feld/Geospeicher: Weil das Siedlungsgebiet der Gemeinde Volketswil flächendeckend auf einem Grundwasserkörper liegt, wird diese Option nicht näher betrachtet.
- Die gebäudeungebundenen inländischen Potenziale Holz und Biogas ergänzen die oben erwähnten erneuerbaren Quellen. Sowohl Holz als auch Biogas weisen allerdings ein begrenztes Potenzial aus (zu bestimmen beispielsweise pro Einwohner oder beziehungsweise auf lokale Ressourcen, wobei die Ergebnisse diesbezüglich erstellter übergeordneter Überlegungen der Energieperspektiven 2050+ des Bundesamts für Energie zu berücksichtigen sind).
- Weil in Volketswil gemäss vorliegenden Informationen und Analysen aus den vorstehend genannten Gründen eher wenige Potenziale an erneuerbaren Energiequellen bestehen, ist zumindest für die Erschliessung der zentrumsnahen und energiedichten Gebäude eine Versorgung mit thermischen Netzen eine Möglichkeit. Als Wärmequellen kommen grundsätzlich der Greifensee, die mitteltiefe Geothermie, die KVA Hinwil und weitere Wärmequellen (namentlich Rechenzentren) in Frage. Inwieweit eine solche Nutzung zielführend ist, hängt zum einen von den Kosten der zu liefernden Wärme und zum anderen von den Kosten der Wärmeverteilung ab. Dies wird spezifisch und konkret berechnet.
- Die Abwärmepotenziale von Grossverbrauchern und anderen Unternehmen sowie, ob das sich in Erarbeitung befindliche Projekt zur Nutzung von Wärme aus der KEZO Hinwil (Teil des Projekts Kehrrechtverwertung Zürcher Oberland) auch Volketswil in ihre Überlegungen mit einbezieht, wurden geklärt.
- Die Verbindung zwischen der Stilllegung des Gasnetzes und dem Ausbau der Fernwärme werden im Nachgang an die Wärmeplanung diskutiert.

(3) Nachfrageseitige Cluster thermische Netze

Insbesondere in dicht bebauten Gebieten sind thermische Netze eine vielversprechende Alternative zur dezentralen Energieversorgung für die Dekarbonisierung des Gebäudeparks. Die Planung der thermischen Netze ist jedoch eine anspruchsvolle Aufgabe und die Wirtschaftlichkeit nicht immer gegeben. Insbesondere die Grösse der angeschlossenen Gebäude sowie die Distanzen (Kosten der Verteilnetze) spielen dabei eine wichtige Rolle.

Zur Analyse von sogenannten nachfrageseitigen Wärmeclustern, bei denen sich thermische Netze besonders eignen würden, wird die Methode herangezogen, die TEP Energy im Rahmen von zwei Projekten für die Wärmeinitiative Schweiz und BFE-Energieperspektive entwickelte (Martin Jakob u. a., 2020). In einem ersten Schritt werden die Gebäude, die sich unter vorgegebenen Grenzkosten der Wärmeverteilung verbinden lassen, für ein thermisches Netz berücksichtigt. In einem zweiten Schritt wird anhand eines Algorithmus die Netztopologie mit den geringsten Kosten gesucht.

Es werden verschiedene Resultate berechnet, wobei jeweils die wirtschaftliche Lebensdauer sowie die maximal zulässigen Grenzkosten der Verteilung nach tiefen, mittleren und hohen Kosten variiert werden. Die Inputparameter für diese Variante sind in Tabelle 7 aufgeführt. Die Investitionskosten für das Leitungsnetz sind im Sinn einer Vereinfachung gemäss Annahmen invariabel pro Variante, jedoch abhängig von der Komplexität der Arbeiten, der bezogenen Leistung und der lokalen Verhältnisse. In dieser Studie werden vereinfacht vier Investitionskostenstufen unterschieden, welche

aufgrund der EBF-Dichte in bestimmten Zonen ausgewählt werden. Wir haben diese Kosten zudem im Jahr 2024 mit Energieversorgern abgeglichen, um die generell gestiegenen Investitionskosten zu berücksichtigen.

Tabelle 7 Inputparameter für die Bildung der nachfrageseitigen Cluster der thermischen Netze.

Grenzkosten-variante	Inputparameter	EFH	MFH	Dienstleistungen / Industrie	Verbindungsleitungen ***
Alle Grenzkosten	Wirtschaftliche Lebensdauer	35 Jahre			35 Jahre
	Investitionskosten für das Leitungsnetz	900 CHF/m (unversiegelt) 2000 CHF/m (versiegelt) 3000 CHF/m (Zentrumszone)			1200 CHF/m
Tiefe Grenzkosten	Unterstellter Anschlussgrad*	50%	60%	70%	
	Anschlussgrad Endausbau**	70%	80%	90%	
	Max. zulässige Grenzkosten der Wärmeverteilung*	6 Rp./kWh	4.5 Rp./kWh	4 Rp./kWh	1 Rp./kWh
Mittlere Grenzkosten	Unterstellter Anschlussgrad*	50%	60%	70%	
	Anschlussgrad Endausbau**	70%	80%	90%	
	Max. zulässige Grenzkosten der Wärmeverteilung*	7 Rp./kWh	5.3 Rp./kWh	5 Rp./kWh	2 Rp./kWh
Hohe Grenzkosten	Unterstellter Anschlussgrad*	50%	60%	70%	
	Anschlussgrad Endausbau**	70%	80%	90%	
	Max. zulässige Grenzkosten der Wärmeverteilung*	10 Rp./kWh	9 Rp./kWh	8 Rp./kWh	2 Rp./kWh
* Zum Zeitpunkt des Investitionsentscheides (vertraglich oder mit LOI abgesichert)					
** Zeitpunkt Endausbau					
*** Zwischen Wärmequelle und Wärmezentrale oder zwischen verschiedenen Siedlungsgebieten					

Quelle: Jakob et al. (2020), Anpassungen TEP Energy

(4) Thermischer Netzalgorithmus

Ergänzend und als methodische Kontrolle wenden wir einen Netzalgorithmus an (Quelle: SURE Bericht WP14, in review). Das erstellte Fernwärmenetz wurde durch zwei Punkte definiert, die Quelle beim Datencenter und die Durchgangsleitung bei Kindhausen. Dabei wurde das Netz so weit ausgedehnt, dass sich die Annahmen mit dem Grenzkostenansatz decken. Im Unterschied zur Clustermethode, werden Gebäude, die an einer Verbindungsleitung liegen hier eher erschlossen.

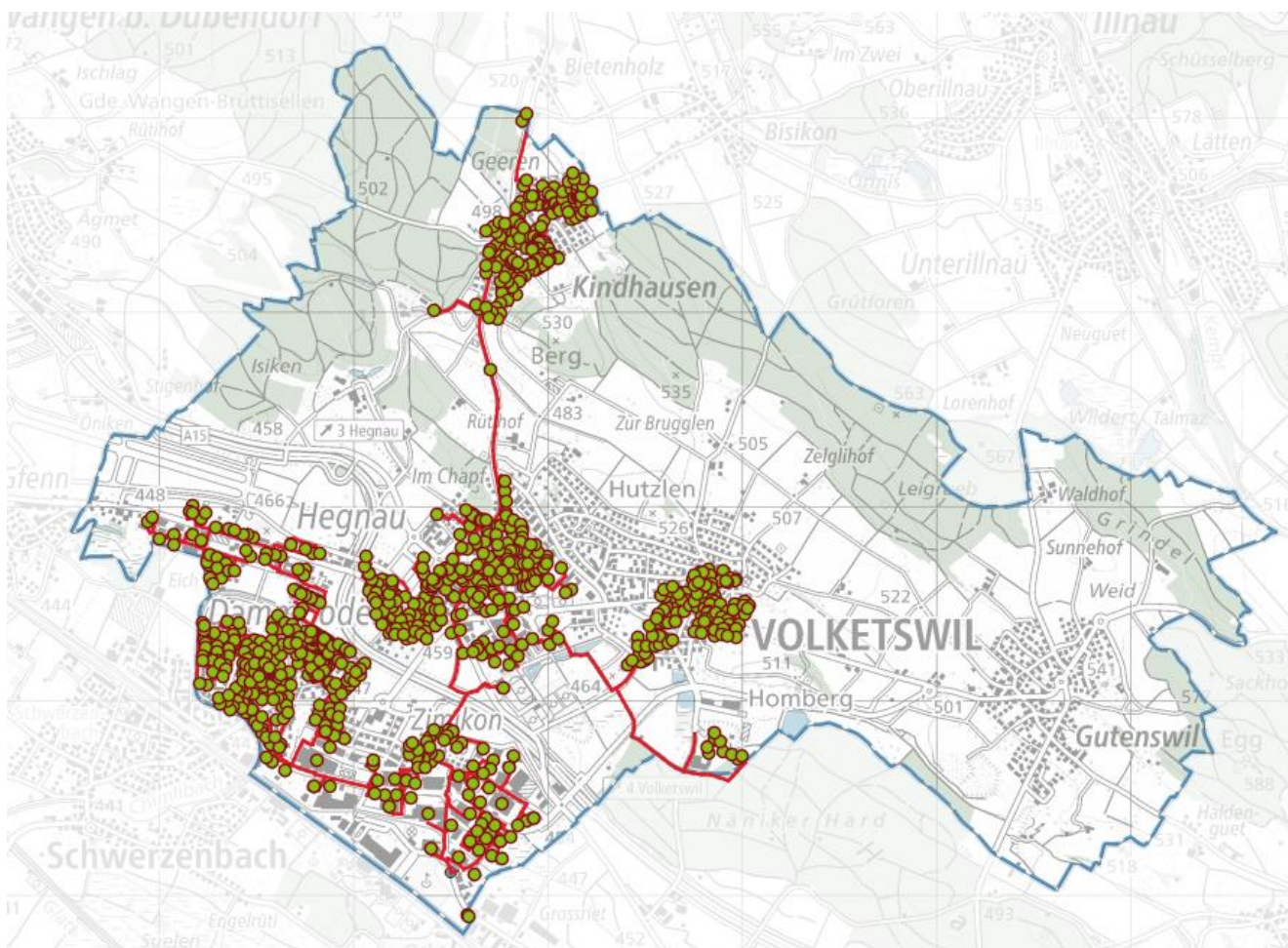


Abbildung 36 Resultate des Netzalgorithmus, bei Berechnung ausgehend vom Datacenter, und inklusive der Durchgangsleitung. Abschnittskriterium mit hohem Grenzkostenansatz abgeglichen. Grün sind angeschlossene Gebäude, Rot ist Hauptleitung.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

9.1.4 Szenarioanalyse

In diesem Kapitel wird erläutert, wie die künftige Entwicklung der Nachfrage für verschiedene Szenarien modelliert und die Wirtschaftlichkeit von thermischen Netzen für die verschiedenen Entwicklungsszenarien berechnet wird. Im Gebäudeparkmodell werden zu diesem Zweck die Entscheidungen der Gebäudeeigentümer zwischen heute und 2050 simuliert, welche ihr Heizsystem aufgrund der Investitions-, Betriebs- und Energiekosten sowie weiterer Eigenschaften (wie z.B. bisheriges System, Erneuerbarkeit, CO₂-Emissionen, Image) auswählen (Wallbaum u. a., 2009). Berücksichtigt werden dabei:

- Bisheriges System
- Kosten, Energiepreise und Abgaben, aber auch die physische Verfügbarkeit (z.B. eines thermischen Netzes im Verlauf des betrachteten Zeithorizonts)
- Rechtliche Vorgaben und Beschränkungen, vorliegend konkret Einschränkungen bzgl. Erdwärmesonden und die des revidierten Energiegesetzes des Kantons ZH.

Um die mögliche Wirkung von energieplanerischen Festlegungen aufzuzeigen, werden Szenario-Varianten definiert und mit dem GPM berechnet. Damit kann insbesondere abgeschätzt werden, wie rasch die Gebäudeeigentümer:innen fossile Energieträger ersetzen und ob sie an thermische Netze anschliessen würden (in Gebieten, die von der kommunalen Energieplanung entsprechend ausgewiesen werden) oder eher auf dezentrale Systeme, namentlich Luft/Wasser-WP oder dezentrale Holzheizungen setzen würden.

9.1.5 Festlegungen

Basierend auf den identifizierten Potenzialen der räumlichen Energieanalyse, eigenen Überlegungen und dem Einbezug der Möglichkeiten und Planungen von wichtigen Stakeholdern sind während dem Energieplanungsprozess verschiedene Gebiete in Volketswil definiert worden. Diese unterscheiden sich in Bezug auf die typischen Gebäudetypen und Nachfragedichten. Die Prozesswärme ist nicht Teil der RW+WW Berechnungen, ist aber aufgrund der konzentrierten Nachfrage potenziell interessant für Fernwärmenetze. Diese wird in den Übersichtstabellen daher separat aufgeführt.

Auf Basis der modellierten Wärmenachfrage im Jahr 2035 wurden die zuvor festgestellten Potenziale für L/W-WP und Wärmenetze in unterschiedlicher Ausprägung kombiniert, möglichen Gebieten zugeordnet und auf eine möglichst homogene Verteilung der Versorgungssysteme hin analysiert. Dies zeigt, in welchen Gebieten L/W-WP sowie thermische Netze denkbar und sinnvoll sind und in welchen Gebieten dezentrale Systeme gefragt sind. Aufgrund des grossflächigen Grundwasservorkommens in Volketswil sind die Möglichkeiten, S/W-WP zu nutzen, stark eingeschränkt, womit hauptsächlich L/W-WP und Holzheizungen (dezentral pro Gebäude oder in kleinen Nahwärmeverbünden) als dezentrale Lösungen in Frage kommen.

Die aktualisierte Energienachfrage wird mit den Potenzialen für thermische Netze und den ortsgebundenen Energiequellen überlagert. Anhand der Ergebnisse wird ein Vorschlag für die Versorgungsgebiete inkl. Priorität der Energiequellen erarbeitet. Hierbei werden die durch das AWEL festgelegten Kategorien verwendet. Daraus werden entsprechende Ziele und Handlungsfelder abgeleitet.

VERSORGUNGSGBIETE ERNEUT FESTSETZEN

Unter Einbezug der Energiekommission von Volketswil, und Abklärungen mit den Energieversorgern und dem Gemeinderat von Volketswil werden auf Basis der räumlichen Berechnungen, die genauengenen Perimeter der Versorgungsgebiete und die dazugehörige Priorität der Energieträger diskutiert und in der Folge im Detail festgelegt. Die Kategorien des AWELs sehen dabei auch die Möglichkeit vor, Gebiete als «In Prüfung» festzulegen. Dies ist dann sinnvoll, wenn weitere Abklärungen erforderlich sind.

Massnahmen zur Umsetzung der Energieplanung sind ein wesentlicher Bestandteil der Energieplanung. Massnahmen werden vorgeschlagen und aufgrund der Ergebnisse des Workshops mit dem Gemeinderat angepasst und allenfalls ergänzt inkl. entsprechendem Controlling.

ENERGIEPLANKARTE AKTUALISIEREN

Unter Einbezug der Einschätzungen der Energiekommission und der Ergebnisse des Workshops mit dem Gemeinderat wird die bestehende Plankarte mit Verbund-, Gas- und Eignungsgebieten inkl. Priorität der Energiequellen aktualisiert. Standorte von Versorgungsanlagen, Abwärmequellen und weitere relevante Informationen können bei Bedarf ebenfalls angepasst.

9.2 Tabellen IST-Zustand

9.2.1 Tabellen zu Grafiken in Kapitel IST-Zustand. Klimabereinigt

Tabelle 8 Energieträger pro Gebäude im Jahr 2022. Witterungsneutral. Angaben in GWh

	Heizöl	Erdgas	Holz	Elektrizität	Kohle	Fernwärme	Solar	Biogas	Umweltwärme
EFH	17.6	13.3	5.1	6.3	0.1	0.2	0.0	0.0	4.9
MFH	22.7	39.4	6.4	4.5	0.8	0.4	0.0	0.0	3.7
NWG	39.4	43.3	2.1	1.6	0.1	1.3	0.2	0.0	1.9
Total	79.7	96.0	13.7	12.4	1.0	1.9	0.3	0.0	10.5

Quelle: TEP Energy

Tabelle 9 Energieträger pro Gebäudebaujahr im Jahr 2022. Witterungsneutral. Angaben in GWh

	Heizöl	Erdgas	Holz	Elektrizität	Kohle	Fernwärme	Solar	Biogas	Umweltwärme
<1946	10.5	7.2	6.5	3.7	0.2	0.1	0.0	0.0	2.4
1947-1975	44.8	41.4	2.0	1.6	0.8	1.0	0.2	0.0	2.3
1976-1990	17.4	22.0	0.9	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
1991-2009	6.9	21.8	2.4	3.2	0.0	0.6	0.0	0.0	2.3
2009-2020	0.1	3.3	1.7	1.0	0.0	0.2	0.0	0.0	1.8
ab 2021	0.0	0.3	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Total	79.7	96.0	13.7	12.4	1.0	1.9	0.3	0.0	10.5

Quelle: TEP Energy

9.2.2 Tabellen des EKK

Tabelle 10 Endenergie und THG gemäss EKK im Jahr 2022

Energietyp	EE, PE [MWh/a]	EE, PE [MWh/a/EW]	THG [t/a]	THG [t/EW/a]
	2022	2022	2022	2022
Verbrauch				
Volketswil				

Endenergie	478,587	24.6
Kohle / Koks	0	0.0
Erdöl (Brennstoffe)	76,735	4.0
Erdöl (Treibstoffe)	140,224	7.2
Erdgas	105,082	5.4
Kernenergie	0	0.0
Kehrichtverbrennung	0	0.0
Biomasse	27,004	1.4
Umweltwärme	15,579	0.8
Abwärmenutzung	0	0.0
Wasserkraft	103,932	5.4
Sonnenenergie	6,968	0.4
Windenergie	237	0.0
Nicht überprüfbar / Sonstige	2,828	0.1
Primärenergie	555,102	28.6
Kohle / Koks	0	0.0
Erdöl (Brennstoffe)	95,077	4.9
Erdöl (Treibstoffe)	174,855	9.0
Erdgas	111,872	5.8
Kernenergie	0	0.0
Kehrichtverbrennung	0	0.0
Biomasse	18,618	1.0
Umweltwärme	10,386	0.5
Abwärmenutzung	0	0.0
Wasserkraft	124,614	6.4

Sonnenenergie	10,867	0.6
Windenergie	306	0.0
Nicht überprüfbar / Sonstige	8,506	0.4
Treibhausgas	96,610	4.97
Kohle / Koks	0	0.00
Erdöl (Brennstoffe)	23,067	1.19
Erdöl (Treibstoffe)	43,817	2.26
Erdgas	23,946	1.23
Kernenergie	0	0.00
Kehrichtverbrennung	0	0.00
Biomasse	2,961	0.15
Umweltwärme	729	0.04
Abwärmenutzung	0	0.00
Wasserkraft	1,272	0.07
Sonnenenergie	620	0.03
Windenergie	0	0.00
Nicht überprüfbar / Sonstige	198	0.01

Quelle: EKK

9.3 Synthese der räumlichen Energieanalyse

Die Eignung für thermische Netze und/oder dezentrale Wärmepumpen ist je nach Teilgebiet, Grenzkosten der Verteilung und gewähltem Wärmepumpenmodell unterschiedlich ausgeprägt (Abbildung 37). Die Analyse der Energienachfragen in diesen Abbildungen zeigt zum einen, dass zur möglichst homogenen und grossflächigen Versorgung von Teilgebieten mit Fern- oder Nahwärme, möglichst hohe Grenzkosten zugelassen werden müssen. Zum anderen zeigt sich, dass zur grossflächigen Versorgung mit dezentralen L/W-WP, leise Modelle benötigt werden und damit tiefere Grenzkosten der FW-Versorgung möglich sind.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen, sind die Kombinationen, auf welche sich die nachfolgende Synthese der Potenziale stützt, wurde die Variante mit «**hohen** Grenzkosten und **leisen** L/W-WP» gewählt, um den Fokus auf die Netzversorgung zu setzen. Generell muss beachtet werden, dass leisen L/W-WP mutmasslich teurere Modelle sind, bei WP mit EWS spezielle Auflagen erfüllt werden müssen, und bei dezentralen Holzheizungen die Kaskadenpriorität zu bevorzugen wäre.

Basierend auf den Kombinationen, werden die nachfolgenden Varianten gestaltet (Abbildung 37). Qualitativ sind die Kombinationen sehr ähnlich. Alle gewählten «Netzgebiete» (In Verbundkarte, Abbildung 26, rote Gebiete), zeichnen sich durch hohe Netzpotenziale aus. Im Gegensatz dazu, wären in den dezentralen Gebieten due Netze zum Teil auch eine Option, es ist jedoch möglich das Gebiet vorwiegend dezentral zu versorgen. Dabei müssen zum Teil aber leise und teurere Wärmepumpen eingesetzt werden, oder es kann auch ein anderes Heizsystem mit Holz zurückzugriffen werden (vgl. dezentrale Gebiete erste und zweite Reihe mit unterschiedlichen WP-Typen, in Abbildung 37).

Endenergienachfrage in 2035 (Alle Gebiete)

Aktuelle Investitionskosten für Leitungsbau



Abbildung 37 Thermische Potenziale als Anteile der Endenergie im Jahr 2035 für alle Grenzkosten der Verteilung bei thermischen Netzen und leisen und mittellauten L/W-WP. Pink umrandete Gebiete sind jeweils das Homogenste. Netze beinhalten NW und FW-Gebiete.

Quelle: Berechnungen TEP Energy

9.3.1 Tabellen mit Potenzialen pro Gebiet und Energiesystem

Resultate der REA pro Netzgebiet 1 (In Planung) und 2 (In Prüfung) für das Jahr 2035, hohe Grenzkosten und leise L/W-WP, so wie für die Hauptresultate angenommen.

Tabelle 11: Summen der Prioritäten pro Gebiet

Gebiet Name	S/W,L/W-WP	NW + WP	NW	Nur S/W-WP	Nur L/W-WP	FW + WP	FW	Holz/GW	Total
Dammboden	0.8	1.5	0.1	0.1	2.2	12.3	1.8	0.0	18.7
Industrie Zimikon	0.1	0.7	0.0	0.0	1.7	15.1	47.7	0.0	65.2
Chammwisen	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	2.8	0.0	0.0	3.4
Dezentral	0.0	4.7	0.9	0.0	14.3	1.1	0.0	0.3	21.3
Gries	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	3.1	5.9	0.0	9.5
Gutenswil	0.0	6.2	1.6	0.0	8.7	0.0	0.0	0.2	16.7
Hegnau Nord	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.9
Herenweg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5
Homberg	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.8	0.9	0.0	1.9
Kindhausen Mitte	0.0	0.2	0.0	0.0	1.2	4.0	9.1	0.0	14.5
Kindhausen West	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.9
Oetenbüel	0.0	1.1	0.7	0.0	0.6	6.6	5.1	0.0	14.1
Volketswil	0.0	0.6	0.0	0.0	1.4	8.1	9.9	0.0	19.9
Volketswil Mitte	0.0	2.9	1.4	0.0	2.6	2.8	0.9	0.0	10.4
Volketswil Ost	0.0	2.2	0.0	0.0	3.4	4.0	0.0	0.0	9.7
Kindhausen Ost	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.4	0.1	0.0	4.5
Total	0.9	21.2	4.6	0.1	39.2	64.2	81.3	0.5	212.1

TEP Energy GmbH – Unabhängig, fundiert, visionär

Wir von TEP sind unabhängige Energiespezialisten. Mit unseren Modellen, Tools und Studien machen wir Sie bereit für die Energiezukunft. Wir forschen und beraten zu Themen der Energienachfrage, Energieeffizienz und Klimawandel. Technologische, wirtschaftliche und umsetzungspolitische Aspekte stehen dabei im Fokus. Entsprechend steht TEP für Technology, Economics und Policy.