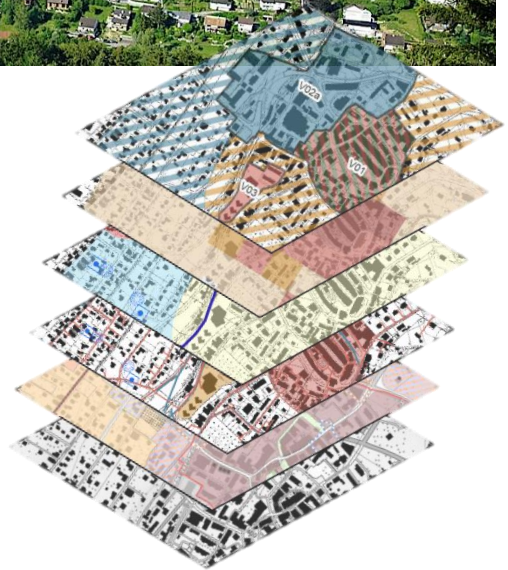


Kommunale Energieplanung

Erläuterungsbericht / Planungsbericht



Bearbeitung

PLANAR AG für Raumentwicklung
Gutstrasse 73, 8055 Zürich
Tel 044 421 38 38
www.planar.ch, info@planar.ch

Rita Gnehm, MSc ETH Umweltnaturwissenschaften
Kathrin Abt, MSc Umwelttechnologie

Bildquelle: www.pfungen.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Einleitung	6
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Vorgehen	6
1.3 Verbindlichkeit	7
1.4 Abgrenzung	7
2 Energiepolitische Rahmenbedingungen	8
2.1 Energie- und Klimapolitik des Bundes	8
2.2 Energie- und Klimapolitik des Kantons Zürichs	9
2.3 Energieleitbild Pfungen	11
3 Bestehende Energieinfrastruktur	12
3.1 Gasnetz	12
3.2 Wärmeverbunde	12
3.3 Umweltwärme	13
Erdwärmesonden	13
Grundwasserwärmenutzungen	13
3.4 Gebäudepark	13
3.5 Stromerzeugung	14
4 Energieverbrauch Gemeinde Pfungen	15
4.1 Daten und Methodik	15
4.2 Gesamtenergieverbrauch 2021	17
4.2.1 Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen nach Energieträgern	17
4.2.2 Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren	18
4.3 Wärmeverbrauch 2021	20
4.4 Stromverbrauch	22
4.5 Wärmebedarfsdichte	23
4.6 Kälteaffine Nutzungen	24
5 Energiepotenziale	25
5.1 Effizienzpotenziale	26
5.2 Wärmepotenziale	27
5.2.1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme	27
5.2.2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme	27
Abwasserwärme	27
Erdwärme	28
Grundwasser	30
Wärmenutzung aus Oberflächengewässer	30

5.2.3	Ortsunabhängige erneuerbare Energie	30
	Umgebungsluft	30
	Sonnenenergie	31
	Biomasse	32
5.2.4	Zusammenfassung Wärmepotentiale	33
5.3	Strompotenziale	35
5.3.1	Zusammenfassung Strompotenziale	36
6	Entwicklungsprognosen	37
6.1	Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung	37
6.2	Abschätzung zukünftiger Wärmebedarf	38
7	Zielpfad Wärmeversorgung	40
7.1	Übergeordnete Ziele	40
7.2	Kommunale Ziele	40
7.3	Zielpfad Wärme	41
8	Räumliche Festlegung	43
8.1	Vorgehen räumliche Festlegung	43
8.2	Massnahmen	45
8.2.1	Verbundgebiete	46
8.2.2	Individuelle Versorgung	47
8.2.3	Flankierende Massnahmen	47
	Literaturverzeichnis	49
	Glossar	50
	Abkürzungen	53
	Anhänge	
A	Wärmebedarfsdichte 2020	
B	Wärmebedarfsdichte 2030	
C	Wärmebedarfsdichte 2040	
D	Kälteaffine Nutzungen	
E	Energiepotenzialplan	
F	Energieplankarte	
G	Massnahmenblätter	
H	Entscheidungsgrundlage Gasstrategie	

Zusammenfassung

Ausgangslage	Mit der zunehmenden Belastung von Klima und Umwelt und der Verknappung fossiler Brennstoffe gewinnt der sparsame Umgang mit den Energieressourcen stetig an Bedeutung. Die Gemeinde Pfungen trägt diesem Umstand mit ihrer Energieplanung Rechnung. Um die neuen anspruchsvollen Ziele von Bund und Kanton sowie der Gemeinde selbst mit ihrem neuen Energieleitbild zu verfolgen, erarbeitet Pfungen unter anderem eine kommunale Energieplanung. Sie strebt damit eine Reduktion ihres Wärmebedarfs, den Ausbau erneuerbarer Energien und damit einhergehend die deutliche Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen an.
Gesamtenergieverbrauch	Die Gemeinde Pfungen wies im Jahr 2021 einen Gesamtendenergiebedarf von 86 GWh und einen Primärenergiebedarf von 102 GWh auf. Den grössten Anteil an End- und Primärenergie haben die fossilen und nicht überprüfbaren Energieträger mit 68 % resp. 74 %. Die Kernenergie spielt dank eines vorbildlichen Strommixes eine untergeordnete Rolle. Die energiebedingten Treibhausgasemissionen (THG) betragen im Jahr 2021 rund 18'000 t CO ₂ -Äquivalente.
Wärmeverbrauch	In Pfungen wurden im Jahr 2021 46 GWh Wärme für Komfort- und Prozesswärme verbraucht. Davon stammen 55 % der Wärmeenergie aus fossilen und 45 % aus erneuerbaren Quellen. Zur Bereitstellung dieser Energie werden 49 GWh/a Primärenergie benötigt, was einer Dauerleistung von rund 1'400 Watt pro Person entspricht. Der Wärmeverbrauch verursachte einen Treibhausgasausstoss von 7'850 Tonnen CO ₂ , respektive 2 t CO ₂ -eq. pro Kopf im Jahr 2021.
Zukünftiger Energieverbrauch	Unter Berücksichtigung der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung gemäss dem Raumentwicklungskonzept 2040 der Gemeinde sowie den zu erwartenden Sanierungen und Ersatzneubauten im Wohnsektor wird ein Wärmebedarf von 45 GWh/a für das Jahr 2040 erwartet.
Wärmepotenziale	Im Gebiet Pfungen sind grosse Grundwasservorkommen vorhanden, welche für die Wärme- und Kältegewinnung genutzt werden können. Weiter steht die Abwärme der Abwasserreinigungsanlage (gereinigtes Abwasser), die Erdwärme und Umgebungsluft als Wärmequellen zur Verfügung.
Energieziele	Die Gemeinde Pfungen orientiert sich an der langfristigen Klimastrategie des Kantons Zürich und will bis 2040 Netto-Null erreichen. Die Treibhausgasemissionen sollen bis 2030 um 52 % und bis 2040 um 95 % gegenüber 2021 reduziert werden.
Kommunaler Energieplan	Die Energieplanung ist behördenverbindlich. Bei der räumlichen Koordination der lokalen Energiepotenziale mit dem jeweiligen Energiebedarf wurden konkrete Gebiete festgelegt und entsprechende Umsetzungsmassnahmen formuliert.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Energieplanung als wichtige Grundlage

Die Gemeinde sieht die kommunale Energieplanung als wichtige Grundlage für das weitere Vorgehen in energiepolitischen Themen. Das neue Energiegesetz des Kantons Zürich, welches per 1. September 2022 in Kraft getreten ist, erhöht die Dringlichkeit für eine Energieplanung der Gemeinde Pfungen. Das neue Energiegesetz schreibt vor, dass zukünftig fossile Heizungen mit erneuerbaren Heizungssystemen ersetzt werden müssen (Ausnahmen sind definiert). Pfungen ist doppelt betroffen, einerseits als Gemeinde im Vollzug, andererseits Gasversorgerin. Eine Energieplanung liefert die Basis für Übergangslösungen und die langfristige Planung der erneuerbaren Energieversorgung.

1.2 Vorgehen

Bestands- und Potenzialanalyse

In einem ersten Schritt werden die politischen Rahmenbedingungen analysiert und die vorhandene Wärme-/Kälte-Infrastruktur erfasst (Kapitel 2 und 3).

Der Wärmebedarf 2020 wurde anhand von Messwerten und Hochrechnungen im GIS (Geoinformations-System) ermittelt und als Wärmenachfragedichte in einem Hektarraster abgebildet (Kapitel 4.4). Auch die kälteaffinen Nutzungen wurden im Hektarraster abgebildet (Kapitel 4.6). Das Potenzial der erneuerbaren Energien und von Abwärme wurden ebenfalls räumlich verortet und quantifiziert (vgl. Kapitel 5).

Entwicklungsabschätzung

Unter Berücksichtigung der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung wird der zu erwartende Wärmebedarf abgeschätzt und als zukünftige Wärmebedarfsdichte visualisiert. Dies ermöglicht eine Abschätzung, welche Gebiete sich für Verbundlösungen eignen (Kapitel 6).

Zielpfad und räumliche Festlegung

Aufbauend auf den aktualisierten Planungsgrundlagen und unter Berücksichtigung der übergeordneten Vorgaben wird anschliessend der Zielpfad für den Pfungener Wärmesektor definiert (Kapitel 7). Die angestrebte Entwicklung der städtischen Wärme- und Kälteinfrastruktur ist in der Energieplankarte abgebildet. Dabei ist das Siedlungsgebiet entsprechend dem kantonalen Geodatenmodell flächendeckend in zwei Versorgungsgebiets-Typen eingeteilt: Verbundgebiete und Eignungsgebiete. Flächendeckend werden zusätzlich Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht (vgl. Anhänge F, G und H).

Massnahmenkatalog

Die Versorgungsgebiete sind in den Massnahmenblättern detailliert beschrieben. Pro Gebiet sind die Grundüberlegungen, die Ziele sowie die aktuellen und die theoretisch zur Verfügung stehenden Energieträger aufgeführt. Die Massnahmenblätter zeigen auf, mit welchem Vorgehen die festgelegten Zielwerte konkret erreicht werden können (Anhang G).

Ergebnisse

Als Resultat der Energieplanung liegen die Energieplankarte mit den räumlichen Festlegungen, der dazugehörige Erläuterungsbericht mit den verbindlichen kommunalen Energie-Zielen sowie die Massnahmenblätter zur Umsetzung des Energieplans vor.

Begleitgruppe

Die Erarbeitung der Energieplanung wurde durch folgende Personen begleitet:

- Andrea Meier, Abteilungsleiter Hoch & Tiefbau
- Willy Flach, Ressortvorsteher Hoch- & Tiefbau

Vor wichtigen Entscheiden wurde der Gemeinderat einbezogen.

1.3 Verbindlichkeit

Energiegesetz (EnerG)

Die kommunale Energieplanung berücksichtigt die übergeordneten kantonalen und nationalen Ziele. Sie stützt sich auf § 7 des kantonalen Energiegesetzes und steht in direkter Beziehung zum behördenverbindlichen kantonalen Richtplan. Durch konkrete Gebietsfestlegungen wird die angestrebte Wärmeversorgung gebietsweise vorgegeben. Mit konkreten Massnahmen wird nachvollziehbar aufgezeigt, welche Schritte und Abklärungen bis zur eigentlichen Umsetzung zu tätigen sind.

Die kommunale Energieplanung ist behördenverbindlich. Das bedeutet, dass die vorgesehenen Massnahmen in der Behördentätigkeit (Realisierung und Bewilligungsverfahren) zu berücksichtigen und entsprechen umzusetzen sind (§ 8, EnerG).

Als behördenverbindliche Bestandteile des kommunalen Energieplanes gelten:

- Zielpfad Wärme
- Energieplankarte
- Massnahmenkatalog

Planungs- und Baugesetz (PBG)

Basierend auf der Energieplanung können, gestützt auf § 295 Abs. 2 PBG, grundeigentümmerverbindliche Vorgaben in der Nutzungsplanung festgesetzt werden.

1.4 Abgrenzung

Wärme-/Kälteversorgung

Der kommunale Energieplan betrachtet primär die Wärme- und Kälteversorgung, da diese eine räumliche Koordination erfordert. Die Wärmeversorgung hat jedoch durch die zunehmende Elektrifizierung auch Auswirkungen auf die Stromversorgung.

Die Stromversorgung erfolgt durch eine grossräumig vernetzte Infrastruktur. Die Übertragung über weite Strecken erfolgt mit wenig Verlusten. Somit besteht für die Stromnutzung auf kommunaler Stufe wenig räumlicher Koordinationsbedarf. Nichtsdestotrotz ist die Erreichung der übergeordneten Klimaziele geprägt von einer umfangreichen Elektrifizierung (auch im Wärme-/Kältebereich). Der Zubau an Stromproduktionsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien muss deshalb auch in Pfungen vorangetrieben werden. Gleichzeitig muss die Infrastruktur hinsichtlich des zukünftigen Lastbedarfs überprüft werden. Dazu werden die zukünftigen Strommengen räumlich abgeschätzt.

Die Mobilität ist aus energiepolitischer Sicht ebenfalls bedeutend, liegt jedoch nicht im Fokus einer kommunalen Energieplanung. Die räumlichen Auswirkungen der Mobilität sind im kommunalen Verkehrsrichtplan festgehalten und könnten bei Bedarf in einem Mobilitätskonzept detailliert werden.

2 Energiepolitische Rahmenbedingungen

Die wichtigsten Rahmenbedingungen für die Revision der Energieplanung ergeben sich aus den gesetzlichen Vorgaben von Bund und Kanton sowie aus den Zielsetzungen der Energie- und Klimapolitik der Gemeinde Pfungen.

2.1 Energie- und Klimapolitik des Bundes

Pariser Abkommen

Mit dem Übereinkommen von Paris hat sich die internationale Staatengemeinschaft dazu bekannt, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen, wobei ein maximaler Temperaturanstieg von 1.5 °C angestrebt wird (BFE, 2021). Die Schweiz hat das Paris-Abkommen ratifiziert und sich somit dazu verpflichtet, ihren Treibhausgasausstoss bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 zu halbieren.

Netto-Null Ziel

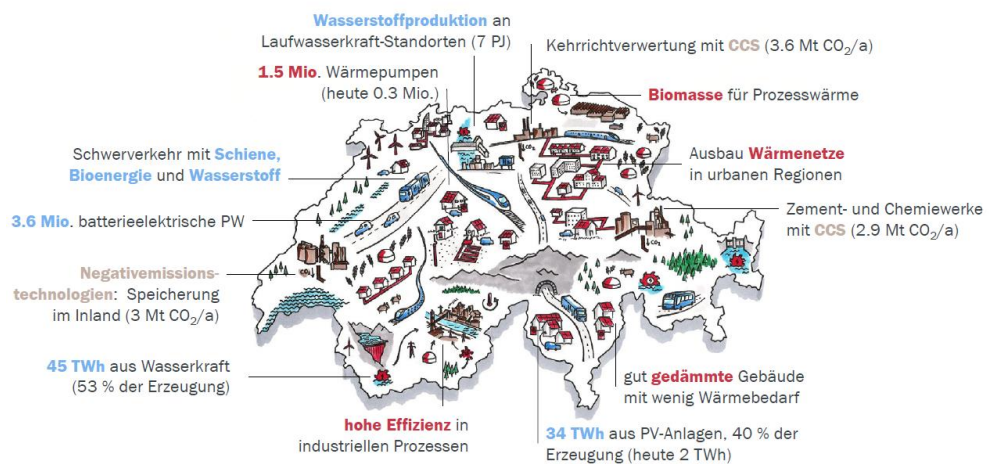
Basierend auf neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen des Weltklimarats beschloss der Bundesrat Ende August 2019, das Klimaziel für die Schweiz zu verschärfen. Ab dem Jahr 2050 soll die Schweiz in der Gesamtbilanz keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen (Netto-Null Ziel). Emissionen, welche nicht vermieden werden können, müssen durch natürliche oder künstliche Senken aus der Atmosphäre entfernt werden. Damit entspricht die Schweiz dem Ziel, die globale Klimaerwärmung auf maximal 1.5 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen.

Energiestrategie 2050

Infolge der Katastrophe von Fukushima hat der Bund die Energiestrategie 2050 (1) erarbeitet, welche u.a. als Grundlage für das am 1. Januar 2018 in Kraft getretene Energiegesetz diente. Dieses sieht vor, den Energieverbrauch zu senken, die Energieeffizienz zu erhöhen und die erneuerbaren Energien zu fördern.

Energieperspektiven 2050+

Mit den Energieperspektiven 2050+ (2) konkretisiert das Bundesamt für Energie (BFE) das Zielbild der klimaneutralen Schweiz. Im Wärmesektor bedeutet dies einen Ausbau an thermischen Netzen, eine Zunahme an Wärmepumpen, Biomasse (u.a. Holz, grünes Gas) für Prozesswärme, Kehrriechverbrennung mit Carbon Capture and Storage (CCS) sowie gut gedämmte Gebäude mit wenig Wärmebedarf (Abbildung 1).



Grafik: Dina Tschumi, Konsortium Prognos AG, TEP Energy GmbH, Intras AG, EcoPlan AG

Abbildung 1: Zielbild Klimaneutrale Schweiz 2050. (Quelle: BFE 2020)

CO ₂ -Gesetz	In der Volksabstimmung vom 13. Juni 2021 wurde das revidierte CO ₂ -Gesetz abgelehnt. Die befristeten Massnahmen des Gesetzes wurden vom Nationalrat im Sinne einer Übergangslösung bis Ende 2024 verlängert.
Klima- und Innovationsgesetz	Mit der Annahme des Klima- und Innovationsgesetzes (KIG) durch das Volk (18. Juni 2023), wird das Netto-Null-Ziel bis 2050 festgelegt. Zudem werden die Fördermittel für das Gebäudeprogramm (Effizienz) und für die Transformation (Ersatz von fossilen durch erneuerbare Energieträger) erhöht und gesprochen.

2.2 Energie- und Klimapolitik des Kantons Zürichs

Zuständigkeit Kanton	Die Kompetenz für den Erlass von Vorschriften im Gebäudebereich und in der Wärmeversorgung liegt bei den Kantonen. Gemäss Art. 106 Abs. 3 der Kantonsverfassung ¹ ist der Kanton Zürich zudem für eine sichere und wirtschaftliche Elektrizitätsversorgung verantwortlich. Die planerischen Festlegungen zur Wärme- und Stromversorgung sind im kantonalen Energieplan dargestellt (§ 4 EnerG). Dieser dient den Gemeinden als Grundlage für ihre kommunale Energieplanung.
Zielsetzungen	Gemäss dem kantonalen Energiegesetz (§ 1 Absatz d EnerG), ist der CO ₂ -Ausstoss der Wärme- und Stromversorgung sowie der Mobilität bis 2050 auf 2.2 t pro Person zu begrenzen. Der Regierungsrat hat allerdings im Jahr 2020 das Ziel Netto-Null bis 2050 beschlossen.
Energiegesetz	Im November 2022 hat die Stimmbevölkerung des Kantons Zürich die Revision des kantonalen Energiegesetzes (3) deutlich angenommen und im September 2022 sind die Änderungen in Kraft getreten. Mit der Annahme des neuen Energiegesetzes schafft der Kanton Zürich eine wichtige Grundlage für wirksamen Klimaschutz im Gebäudebereich. Das kantonale Energiegesetz wurde im Sinne der MuKEN 2014 ² überarbeitet und an den heutigen Stand der Bautechnik angepasst. Es werden wichtige Weichen für die Reduktion der CO ₂ -Emissionen bei der Wärmebereitstellung und die Steigerung der Energieeffizienz gestellt. Folgend sind die wichtigsten Änderungen aufgelistet: <ul style="list-style-type: none"> – Neubauten und Erweiterungen von bestehenden Gebäuden sind so zu erstellen und auszustatten, dass der Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung möglichst tief ist (§ 10a EnerG). – Der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser ist ohne fossile Brennstoffe zu decken (§ 11 Abs. 1 EnerG). – Neubauten müssen neu einen Teil des benötigten Stroms selbst produzieren (§ 10c EnerG). – Öl- und Gasheizungen in bestehenden Gebäuden müssen künftig am Ende ihrer Lebensdauer durch klimaneutrale Heizungen ersetzt werden. Ausnahmen sind vorgese-

¹ Verfassung des Kantons Zürich vom 27. Februar 2005

² Um einheitliche Anforderungen im Gebäudebereich zu schaffen, hat die Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) die "Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN)" erarbeitet. Für die Übernahme der Module in die kantonale Gesetzgebung hat die EnDK die Empfehlung abgegeben, dass mind. das Basismodul von allen Kantonen zu übernehmen ist (Baudirektion, 2018).

hen, falls dies technisch nicht möglich ist oder die Heizung mit erneuerbaren Energieträgern über den Lebenszyklus (Investition, Amortisation, Betrieb und Unterhalt) mehr als fünf Prozent teurer ist als die fossile Alternative. (§ 11 Abs. 2 bis 4). Verwendung von Biogas ist möglich (§ 11a EnerG). Eine Härtefallregelung den Aufschub der Umsteigepflicht bis längstens drei Jahre nach dem nächsten Eigentümerwechsel vor (§ 11b EnerG).

Klimastrategie

Der Kanton Zürich hat die «Langfristige Klimastrategie» beschlossen und strebt das Netto-Null Ziel bis 2040 an, die Erreichung hat spätestens bis 2050 zu erfolgen (Festsetzung RRB Nr. 128/2022 im Januar 2022) (4). Dies bedeutet, dass der Ausstoss von Treibhausgasemissionen auf Kantonsgebiet bis 2040 so weit wie möglich zu vermieden ist. Emissionen, die nicht vollständig vermieden werden können, wie beispielsweise in der Landwirtschaft, müssen der Atmosphäre dauerhaft entzogen und gespeichert werden. Als Zwischenziel ist eine Halbierung der Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber den Emissionen von 1990 vorgesehen. Dafür hat der Regierungsrat Ziele für die unterschiedlichen Sektoren sowie die Verwaltung festgelegt (vgl. Abbildung 2).

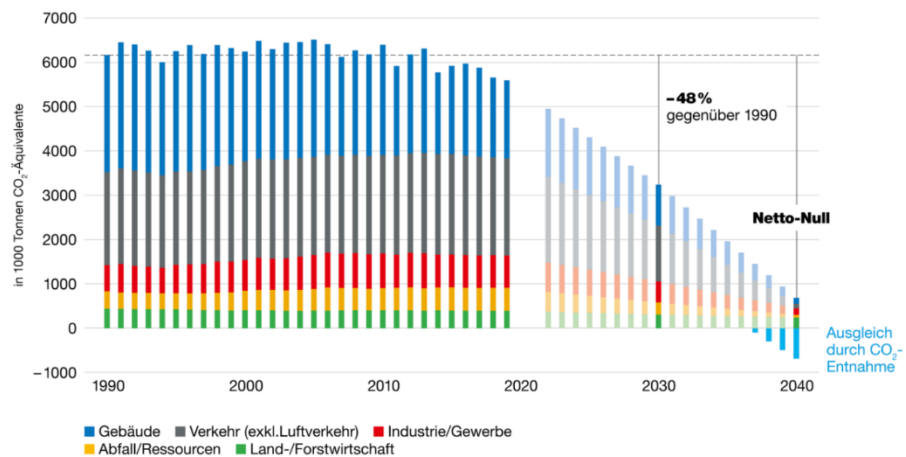


Abbildung 2: Absenkpfad der Treibhausgasemissionen im Kanton Zürich. (Quelle: Langfristige Klimastrategie Kanton Zürich 2022)

Beschluss Kantonsrat Energiestrategie

Am 12. Juni 2023 hat der Kantonsrat die Energiestrategie und Energieplanung 2022 (5) des Regierungsrates genehmigt, worin auch der Beschluss des Regierungsrates zum Netto-Null-Ziel festgehalten ist. Der Regierungsrat beantragte daraufhin am 28. Juni 2023 dem Kantonsrat eine Anpassung des Energiegesetzes, die noch ausstehend ist.

2.3 Energieleitbild Pfungen

Die Gemeinde Pfungen hat im Jahr 2023 ein Energieleitbild beschlossen. Damit orientiert sich die Gemeinde Pfungen an der langfristigen Klimastrategie des Kantons Zürich und will bis 2040 das Netto-Null-Ziel anstreben und bis spätestens 2050 erreichen.

Die geplante Umstellung der Energieversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien erfolgt in den folgenden fünf Handlungsfeldern:

- Raum- und Siedlungsentwicklung
- Vorbildwirkung Gemeindeverwaltung
- Energie, Ver- und Entsorgung, Gebäude und Anlagen
- Mobilität
- Kooperation, Kommunikation, Flankierende Massnahmen

Im Handlungsfeld «Energie, Ver- und Entsorgung, Gebäude und Anlagen» wurde im Leitsatz definiert, dass die gesamte Energieversorgung auf Gemeindegebiet (umfassend Strom, Wärme/Kälte, Prozessenergie und Mobilität) schrittweise auf 100% erneuerbare Energiequellen umgestellt wird. Dazu werden wo immer möglich erneuerbare lokale Energiepotenziale genutzt.

Zudem wurde die Erarbeitung einer Energieplanung als Massnahme des Handlungsfeldes bestimmt.

3 Bestehende Energieinfrastruktur

3.1 Gasnetz

In der Gemeinde Pfungen wird das Gasnetz von den Gemeindewerken selbst unterhalten und betrieben.

In Abbildung 3 ist die Situation des aktuellen Gasverteilnetzes Pfungen farblich nach dem Zeitpunkt der Verlegung der Gasrohre dargestellt. Die Farben zeigen das Baujahr der Leitungen (vgl. Legende links von Abbildung). Die Abbildung zeigt zudem den prozentualen Anteil der unterschiedlichen Bauperioden am Gesamtnetz. D. h. Leitungen, die rot dargestellt sind, wurden vor 1995 verlegt (34 % am Gesamtnetz), orange Leitungen im Zeitraum von 1996 bis 2005 (9 %), grüne Leitungen in den Jahren 2006 bis 2012 (34 %) und die blauen Leitungen kennzeichnen alle Rohre, die nach 2013 verlegt wurden (11 %). Für weitere 11 Prozent der Leitungen ist kein Baujahr bekannt.

GAS_LEITUNG
VERLEGEJAHR

- 1989- 1995
- 1996- 2005
- 2006- 2012
- 2013- 2023

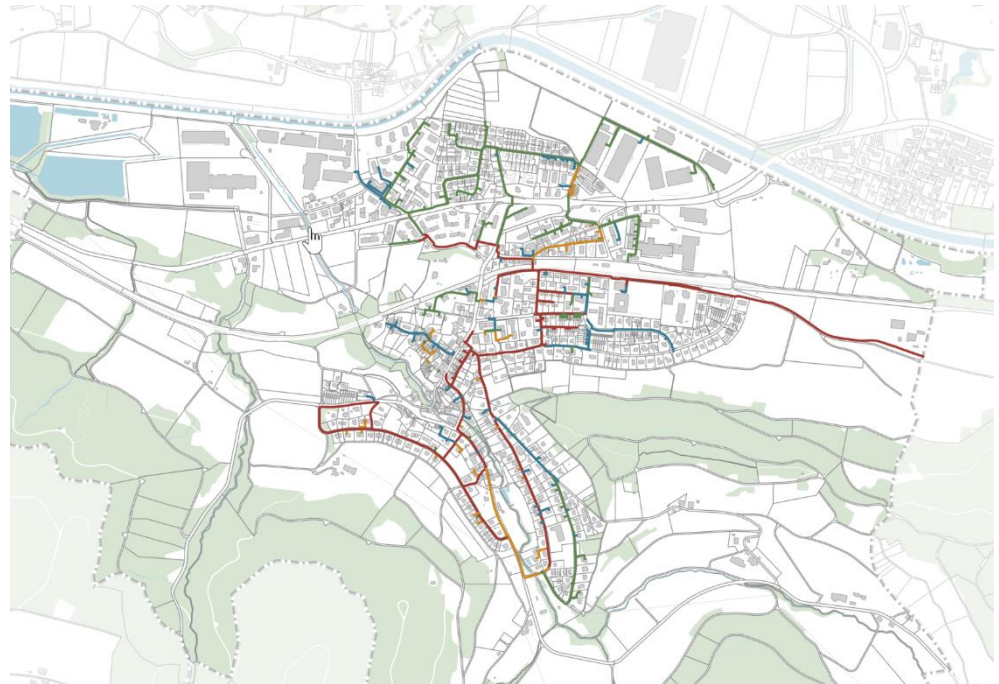


Abbildung 3: Farbliche Darstellung des Gasleitungsnetz nach Baujahr in der Gemeinde Pfungen.
(Quelle: PLANAR 2023)

Die Gemeinde Pfungen ist physisch mit dem Gasnetz von Winterthur verbunden. Der Abschnitt der Gasleitung, der parallel zu den Bahnschienen von Winterthur bis zum Schulhaus Pfungen verläuft, gehört dem Stadtwerk Winterthur.

3.2 Wärmeverbunde

Es bestehen noch keine grossflächigen thermischen Netze in der Gemeinde Pfungen.

3.3 Umweltwärme

Erdwärmesonden

Gemäss dem Wärmenutzungsatlas des Kanton Zürich ist auf einem Grossteil des Gemeindegebiets von Pfungen die Installation von Erdwärmesonden möglich (vgl. die Energiepotenzialkarte im Anhang E).

Bestehende Erdsonden/Nutzung

Aufgrund der öffentlich zugänglichen Daten bestehen in Pfungen 35 Anlagen mit 53 Sonden. Die aktuelle Nutzung der Erdwärme wird auf 380 kW Leistung Wärmeentzug geschätzt.

Grundwasserwärmenutzungen

Bestehende Grundwasserwärmenutzungen

Die Grundwasserkarte des Kantons Zürich weist drei bestehende Grundwasserwärmenutzungen aus mit Konzessionsmengen zwischen 690 und 1000 l/min.

3.4 Gebäudepark

Im kommunalen Gebäude- und Wohnungsregister (Stand 1. Januar 2020) in Pfungen sind 1'211 Gebäude eingetragen, wovon 785 Gebäude eine Wohnnutzung aufweisen. Insgesamt weist die Gemeinde Pfungen 250'319 m² Energiebezugsfläche aus.

Rund 49 % aller Gebäude (593 Gebäude) wurden vor 1980 erstellt und somit bevor die Gebäudeisolation an Bedeutung gewonnen hat.

Energiebedarf Gebäudepark

Folgende Abbildung zeigt auf der x-Achse die erstellten Wohnflächen nach Bauperioden. Der durchschnittliche flächenspezifische Wärmebedarf pro Bauperiode ist auf der y-Achse ersichtlich. Die Flächen entsprechen dem Wärmeverbrauch, wobei die hellblaue Fläche dem Einsparpotenzial entspricht, wenn sämtliche Wohnbauten nach Minergie saniert würden.

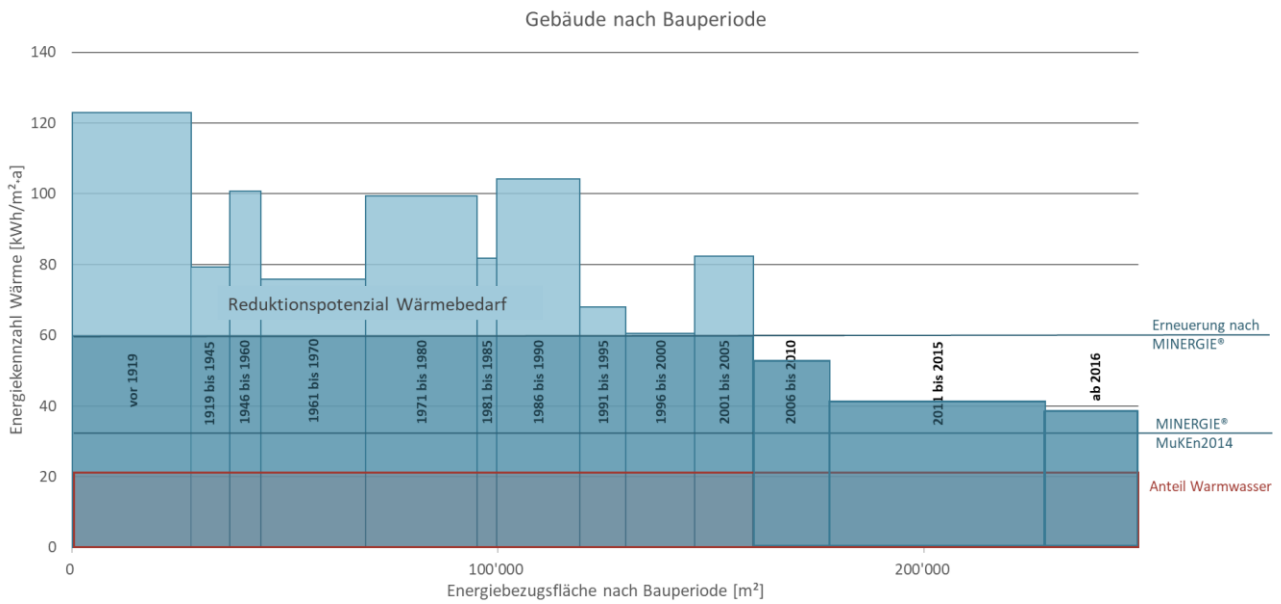


Abbildung 4: Durchschnittlicher Wärmebedarf pro Bauperiode sowie Energiebezugsfläche pro Bauperiode der Gebäude der Gemeinde Pfungen (eigene Darstellung nach Daten von EcoSpeed Immo Stand 2020).

In Abbildung 4 ist ersichtlich, dass im Gebäudepark noch immer ein hohes Einsparpotenzial steckt (hellblaue Fläche oberhalb der Linie «Erneuerbar nach Minergie©»).

3.5 Stromerzeugung

Die Gemeinde Pfungen wird vom EKZ mit Strom versorgt. Auf dem Gemeindegebiet wurden im Jahr 2021 mit 65 Photovoltaik-Anlagen und zwei Biogas-Anlagen (BHKW der Abwasserreinigungsanlage) insgesamt 0.7 GWh Strom erzeugt.

4 Energieverbrauch Gemeinde Pfungen

4.1 Daten und Methodik

Bilanzierung

Der vorliegende Bericht basiert auf der Energiebilanz (Bilanzjahr 2021) nach dem Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft (Energie- und Klimakalkulator, Version 2021). Die meisten Angaben basieren auf gemessenen Energieverbrauchsdaten oder der installierten Leistung.

Die Basis für den Zielpfad Wärme bildet die Energiebilanz 2021. Für die räumliche Analyse des Wärmebedarfs wurden aufbereitete gebäudescharfe Wärmedaten (Bezug von EcoSpeed Immo, Stand 2020), Daten vom Bundesamt für Statistik (BFS) und Berechnungen und Modellierungen der Firma PLANAR AG verwendet.

Tabelle 1: Verwendete Daten und dazugehörige Quellen für die Erstellung der Energiebilanz 2021 und des revidierten Energieplans

Daten	Quelle	Ansatz
Energiebilanz		
Gas- und Stromwerte	EKZ und Gemeinde Pfungen	Bottom-Up
Verbunde	Auskunft der Betreiber	Bottom-Up
Abwärmennutzung	Auskunft der Firmen	Bottom-Up
Öl- und Holzfeuerungen	Kant. Feuerungskontrolle, kommunaler Feuerungskontrolleur, Energiestadtberater	Bottom-Up
Räumliche Auswertungen		
Energiebezugsfläche, Energiekennzahl pro Bauperiode	EcoSpeed (basierend auf GWR-Daten)	Top-Down
Beschäftigte (Vollzeitäquivalente) und Energieträger nach Wirtschaftszweig (NOGA 82) Schweiz, bzw. pro Gemeinde und Stadt	STATENT, BESTA und Energieeinsatzkonten der Wirtschaft (BFS)	Top-Down und Bottom-Up
Gemeindespezifische Kennzahlen	Verwaltung Pfungen, BFS	Bottom-Up und Top-Down

Wärmebedarfsdichte Wohnen	Für die gebäudescharfe Darstellung der Wärmebedarfsdichte im Bereich Wohnen werden die EcoSpeed Immo – Daten mit Erfahrungswerten der Firma PLANAR AG plausibilisiert, ergänzt und modelliert. Für den Wärmebedarf pro Gebäude (Stand 2021) wird die Energiebezugsfläche mit der Energiekennzahl pro Bauperiode multipliziert. Schlussendlich wird der gebäudescharfe Wärmebedarf pro Hektar zur Wärmebedarfsdichte aufsummiert und räumlich dargestellt.
Wärmebedarfsdichte Arbeiten	Der Komfort- und Prozesswärmebedarf der Industrie, Gewerbe und Dienstleistungsbetriebe in der Gemeinde Pfungen wird ausgehend von der Anzahl der gesamt beschäftigten Personen (Vollzeitäquivalente) in der Schweiz, pro Branche entsprechend ihrem NOGA-Code (Nomenclature Générale des Activités économiques) (6), dem dazugehörigen Energieträgermix und mit Hilfe der Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT) (7) berechnet.
Kälteaffine Nutzungen	Eine quantitative Abschätzung des aktuellen Kältebedarfs ist mit der aktuellen Datenlage nicht möglich. Um kälteaffine Nutzungen trotzdem lokalisieren zu können, wird für alle Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe innerhalb des Gemeindegebiets anhand ihres Wirtschaftszweiges eine Schätzung des Kältebedarfs vorgenommen. Die Einteilung erfolgt dabei in fünf Klassen, von kein Kältebedarf über geringer, mittlerer, grosser bis sehr grosser Kältebedarf. Für die räumliche Darstellung wird das Stadtgebiet in ein Hektarraster eingeteilt und alle Nutzungen innerhalb eines Rasters aufsummiert. Somit bekommt man einen qualitativen Eindruck über die räumliche Verteilung kälteaffiner Nutzungen.
Graue Energie	Der Energieverbrauch für die Bereitstellung der Energieträger wurde ebenfalls berücksichtigt und mit der Primärenergie und den Treibhausgasen ausgewiesen. Die Systemgrenze beschränkt sich auf die energiebedingten Umweltauswirkungen.

4.2 Gesamtenergieverbrauch 2021

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Energie- und Klimabilanz der Gemeinde Pfungen erläutert, wobei der Fokus auf dem Sektor Wärme liegt. Dabei werden der Energiebedarf, die verursachten Treibhausgasemissionen sowie die Energieträger detailliert beleuchtet. Für eine bessere Einordnung werden einzelne Kennzahlen der anderen Sektoren aus der Energiebilanz aufgeführt.

4.2.1 Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen nach Energieträgern

Die Gemeinde Pfungen wies im Jahr 2021 einen Endenergiebedarf von 86 GWh und einen Primärenergiebedarf (vgl. Glossar) von 102 GWh auf (Abbildung 5).

End- und Primärenergie

Den grössten Anteil an End- und Primärenergie haben die fossilen und nicht überprüfaren Energieträger mit 68 % resp. 74 %. Die Kernenergie spielt dank eines vorbildlichen Strommixes eine untergeordnete Rolle. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen liegt bei der Endenergie bei 32 % und bei der Primärenergie bei 26 %. Verglichen mit dem Schweizer Durchschnitt beim Anteil erneuerbarer Energieträger an End- (35 %) und Primärenergie (28 %) liegt die Gemeinde Pfungen gut im Schnitt.

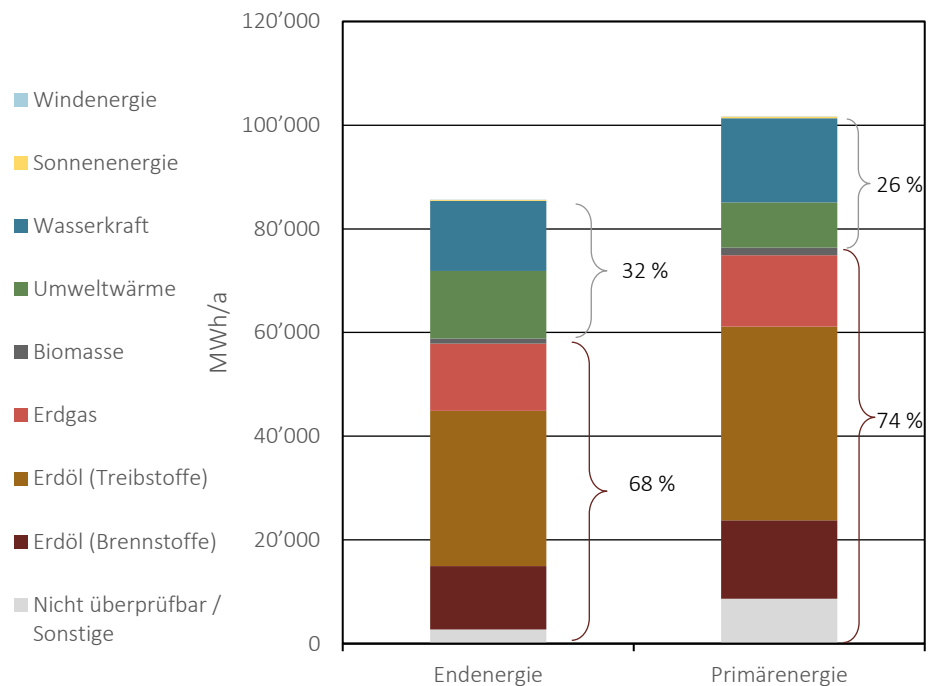


Abbildung 5: Gesamtenergieverbrauch der Gemeinde Pfungen, verteilt auf die einzelnen Energieträger für das Jahr 2021

Treibhausgasemissionen

Die energiebedingten Treibhausgasemissionen (THG) betragen im Jahr 2021 rund 18'000 t CO₂-Äquivalente.³ Die grössten Emissionen (95 %) stammen aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern. Heruntergerechnet auf die Einwohner (EW) der Gemeinde ergibt sich somit ein CO₂-Fussabdruck pro EW von 4.5 Tonnen. Der Schweizer Durchschnitt liegt bei rund 4.8 Tonnen CO₂-Äquivalenten (Abbildung 6).

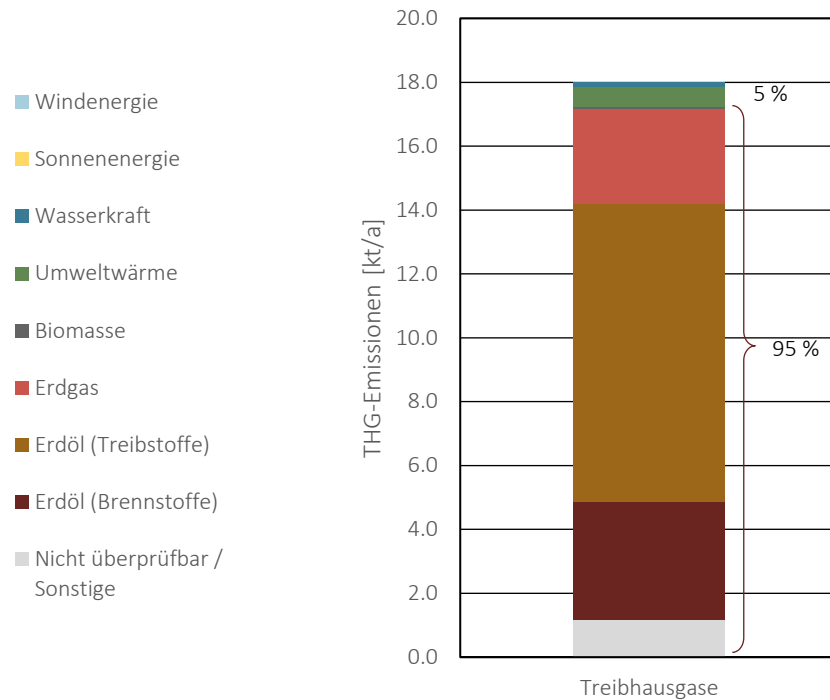


Abbildung 6: Treibhausgasemissionen der Gemeinde Pfungen, verteilt auf die einzelnen Energieträger für das Jahr 2021

4.2.2 Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Im Vergleich der unterschiedlichen Sektoren fallen die grössten Energiemengen im Bereich Wärme (54 %) und Mobilität (36 %) an (Abbildung 7). Die Sektoren Wärme und Mobilität machen somit erwartungsgemäss den grössten Teil der Treibhausgasemissionen aus. Für Wärme bedeutet dies 67 % und für die Mobilität 28 % der Treibhausgasemissionen, zusammen also 95 % der Gesamtemissionen (Abbildung 8). Diese Zahlen zeigen, dass in der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung (bzw. Mobilität) der Schlüssel zur Erreichung des Netto-Null Ziels liegt.

³ Sämtliche Treibhausgase (Methan, Lachgas, etc.) werden auf die Wirkung von CO₂ umgerechnet und sind somit CO₂-Äquivalent.

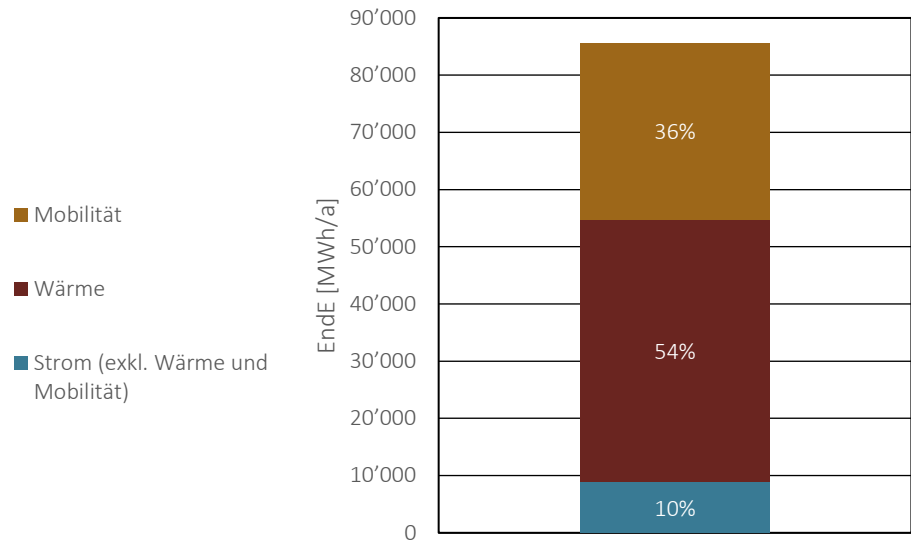


Abbildung 7: Endenergieverbrauch der Gemeinde Pfungen, verteilt auf die einzelnen Sektoren für das Jahr 2021

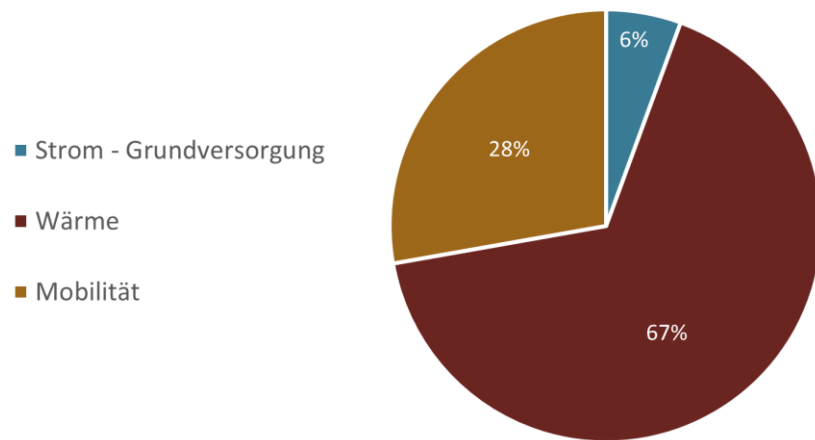


Abbildung 8: Treibhausgasemissionen der Gemeinde Pfungen, verteilt nach Verwendungszweck und einzelnen Sektoren für das Jahr 2021

4.3 Wärmeverbrauch 2021

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf der Energie- und Klimabilanz mit Daten des Jahres 2021.

Primärenergie Wärme

Der Primärenergiebedarf für den Wärmesektor beträgt 49 GWh/a bzw. 12 MWh/a/EW, was einer Dauerleistung von 1'400 Watt pro Person entspricht (vgl. Glossar).

Endenergie Wärme

Der Endenergieverbrauch für Komfort- und Prozesswärme (inkl. Elektrizitätsverbrauch für die Wärmebereitstellung) beträgt in Pfungen 46 GWh/a bzw. 1'315 MWh/a pro Kopf. Abbildung 9 visualisiert den Wärmeverbrauch von Endenergie und Primärenergie.

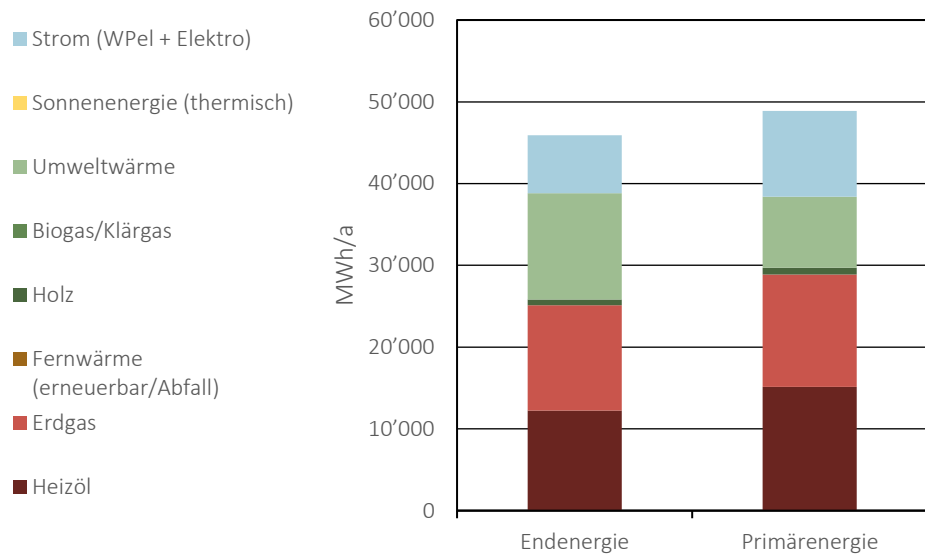


Abbildung 9: Energieträgermix Primär- und Endenergie für Wärme

Endenergieträgermix Wärme

Der Endenergieträgermix für die Wärmeproduktion bestand 2021 noch zu einem grossen Teil aus fossilen Energieträgern. Heizöl und Erdgas trugen fast zu gleichen Teilen mit 27 % resp. 28 % zur Deckung des Wärmebedarfs bei. Ebenfalls 28 % wird durch Umweltwärme abgedeckt. Strom deckt 15 % ab. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen liegt bei der Endenergie bei 45 % (vorausgesetzt, der verwendete Strom ist komplett erneuerbar) und 55 % des Endenergiebedarfs ist fossil (Abbildung 10).

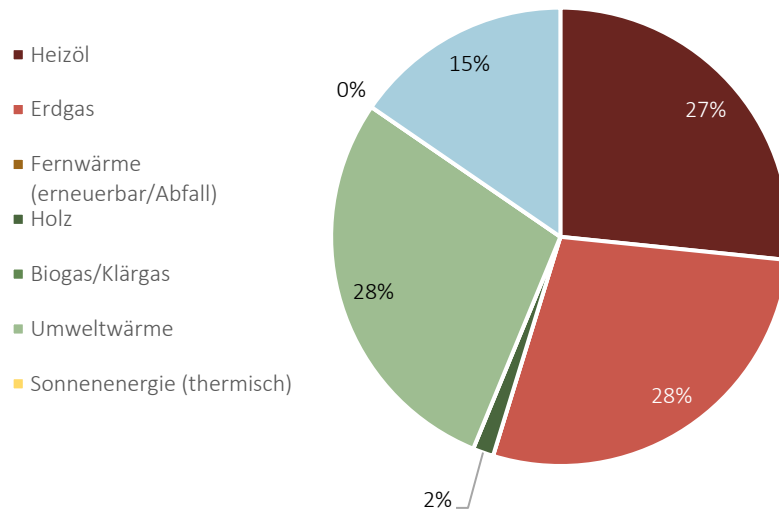


Abbildung 10: Energieträgermix Endenergie für Wärme

Treibhausgasemissionen Wärme

Die Wärmeproduktion der Gemeinde Pfungen von 46 GWh/a verursachte im selben Jahr einen Treibhausgasausstoss von 7'847 CO₂-eq. Dies entspricht umgerechnet 2 t CO₂-eq. pro Jahr und Person.

Treibhausgasemissionen nach Energieträger

Die Verwendung der fossilen Brennstoffe Heizöl und Erdgas ist für rund 84 % der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung verantwortlich. 16 % der Emissionen stammen aus erneuerbaren Energieträgern, wobei jeweils je 8 % aus Umweltwärme und Strom (Wärmepumpe, Elektroheizungen und Elektroboiler) stammt (Abbildung 11).

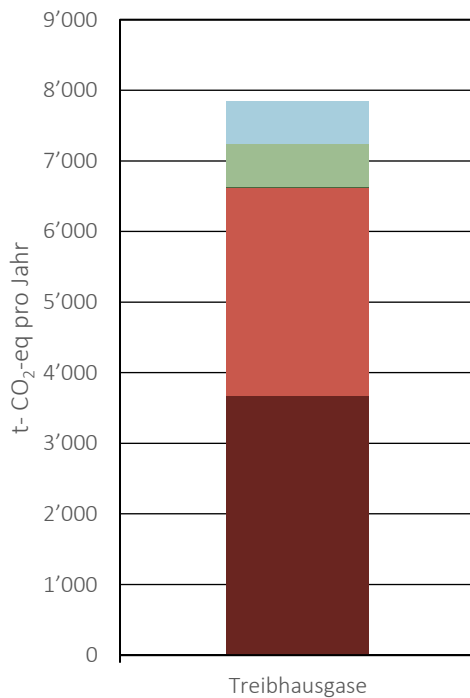


Abbildung 11: Treibhausgasäquivalente nach Energieträger für den Wärmebedarf (inkl. Gewerbe / Industrie)

Sanierung und Ersatz fossiler Heizanlagen

Die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch Gebäudesanierungen sowie dem Ersatz fossiler Heizsysteme birgt ein enormes Potenzial zur Treibhausgasreduktion. Nicht zu vernachlässigen ist ausserdem die Produktion von treibhausgasarmem und ökologisch verträglichem Strom, z.B. durch Wasser, Solar- und Windanlagen, da für die Erreichung von Netto-Null im Wärmesektor eine Verschiebung hin zum Stromverbrauch durch Wärmepumpen erfolgt. Diese Entwicklung wird durch das Energiegesetz des Kantons Zürich vorangetrieben.

4.4 Stromverbrauch

Im Referenzjahr 2021 betrug der Stromverbrauch in der Gemeinde Pfungen 16 GWh oder 3 MWh/Einwohner.

Stromverbrauch für Wärmee-zwecke

Der Stromverbrauch für die Wärmeversorgung in der Gemeinde Pfungen beträgt 7 GWh/a (ca. 15 % des gesamten Stromverbrauchs). Dieser Verbrauch wird durch 138 Elektroheizungen (Speicher und Direktheizung), 528 Elektroboilern und 226 Wärmepumpen verursacht.

Treibhausgasemissionen

Die Anteile der Stromkunden im freien Markt, bei welchen die Energieträger für die Stromproduktion nicht bekannt sind, wird für die Treibhausgasemissionen generell mit den Umrechnungsfaktoren des europäischen Strommix (ENTSO-E) gerechnet. Bei den Kunden in der Grundversorgung werden die spezifischen Umrechnungsfaktoren der einzelnen Energieträger angewandt. Der Stromverbrauch für die Wärmeversorgung führt zu einem Treibhausgas-Ausstoss von insgesamt 602 Tonnen (in CO₂-eq).

4.5 Wärmebedarfsdichte

Wärmebedarfsdichte 2020

Die räumlichen Auswertungen des Wärmebedarfs von Wohnen und Arbeiten wurden mittels GIS-Analysen durchgeführt. Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, wurde der Wärmebedarf für Arbeiten und Wohnen für das Jahr 2020 analysiert und räumlich modelliert. Die vorhandenen Punktdaten wurden dafür im Hektarraster aufsummiert und anonymisiert dargestellt (Abbildung 12). Der gesamte Wärmebedarf für Pfungen wurde anschliessend zu einem Gesamtwärmebedarf pro Hektar aufsummiert (vgl. Anhänge A, B und C).

Wärmebedarfsdichte pro Hektare in MWh/a

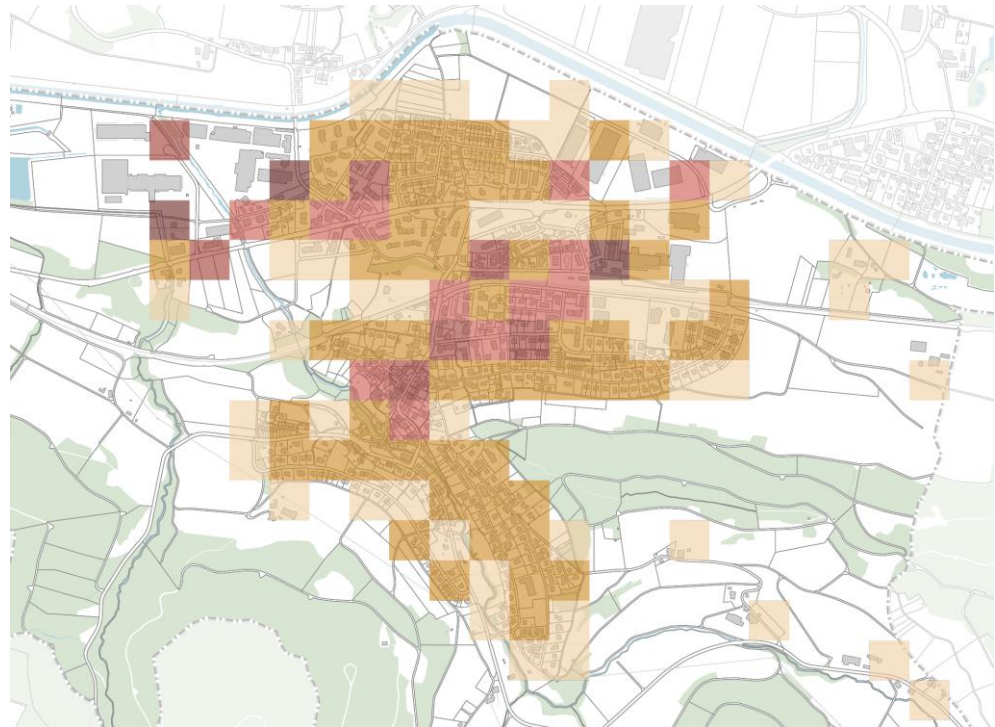
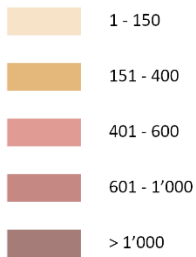


Abbildung 12: Hektarraster Wärmebedarf Wohnen und Arbeiten für das Jahr 2020

Eignung zur thermischen Vernetzung

Gebiete mit einer Wärmebedarfsdichte ab 400 MWh/a*ha eignen sich in der Regel für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmeverbunds. In Pfungen weist das Gebiet rund um das Gemeindezentrum und das Unternehmen Keller AG Ziegeleien, das Gebiet Hofackerstrasse / Dorfstrasse sowie Industrie- und Gewerbegebiet Neupfungen eine höhere Wärmebedarfsdichte auf.

4.6 Kälteaffine Nutzungen

Anhand der Karte für kälteaffine Nutzungen (vgl. Abbildung 13 und Anhang D) ist zu erkennen, dass vor allem im Zentrum von Pfungen ein potenzieller Kältebedarf vorliegt. Ein hoher Kältebedarf wurde insbesondere im Industrie- und Gewerbegebiet Neupfungen identifiziert, da dort die Firma Eskimo Textil AG einen hohen Kältebedarf aufweist.

Geschätzter Kältebedarf

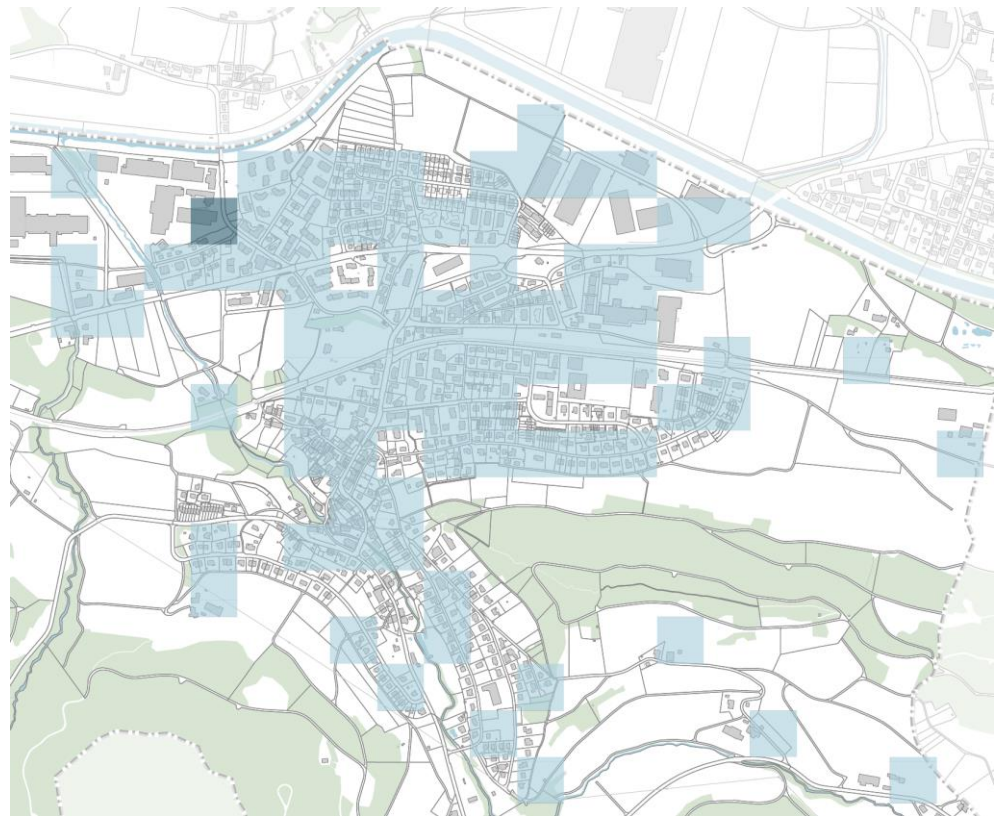
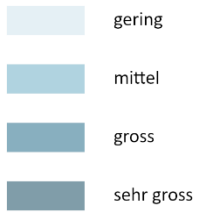


Abbildung 13: Hektarraster Kälteaffine Nutzungen für das Jahr 2020

5 Energiepotenziale

Die Energieressourcen sind begrenzt und auch durch die Nutzung erneuerbarer Ressourcen werden Klima und Umwelt belastet. Aus diesem Grund gilt es, zusätzlich zum raschen Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger, den Energiebedarf so weit als möglich zu reduzieren (Kapitel 5.1).

Das Kapitel 5.2 bietet einen Überblick über die lokalen und regionalen Wärme-Potenziale. Abgebildet wird daher immer das heute bekannte theoretische, technische oder ökologische Potenzial. Die Wirtschaftlichkeit und die politische Tragfähigkeit der Ausschöpfung dieser Potenziale sind dabei noch nicht geklärt. Der politische Wille, die entsprechenden Rahmenbedingungen sowie aktuelle und zukünftige Energiepreise der einzelnen Energieträger werden die effektiv nutzbaren Potenziale in Zukunft stark beeinflussen.

In der Regel wird das Potenzial nach theoretischem, technischem, ökologischem und wirtschaftlichem Potenzial unterschieden (Abbildung 14):

- Das theoretische Potenzial basiert auf den chemisch-physikalischen Eigenschaften der Ressourcen, z. B. der Intensität der Sonneneinstrahlung. Es ist das grösstmögliche Potenzial, das ausgewiesen werden kann.
- Das technische Potenzial umschreibt, welcher Anteil des theoretischen Potenzials mit dem heutigen Stand der Technik tatsächlich genutzt werden kann; z. B. über den Wirkungsgrad von Sonnenkollektoren.
- Das ökologische Potenzial bezeichnet die mit verfügbaren Technologien nachhaltig nutzbaren erneuerbaren Ressourcen; z. B. Sonnenkollektoren auf überbauten Siedlungsflächen, oft durch Gesetze vorgegeben (insbesondere auch bei Gewässern relevant).
- Das wirtschaftliche Potenzial berücksichtigt auch die ökonomischen Kriterien der Energienutzung und ist somit in der Regel geringer als das technische und ökologische Potenzial (8). Üblicherweise wird das wirtschaftliche Potenzial erst im Rahmen eines konkreten Einzelprojekts ermittelt.

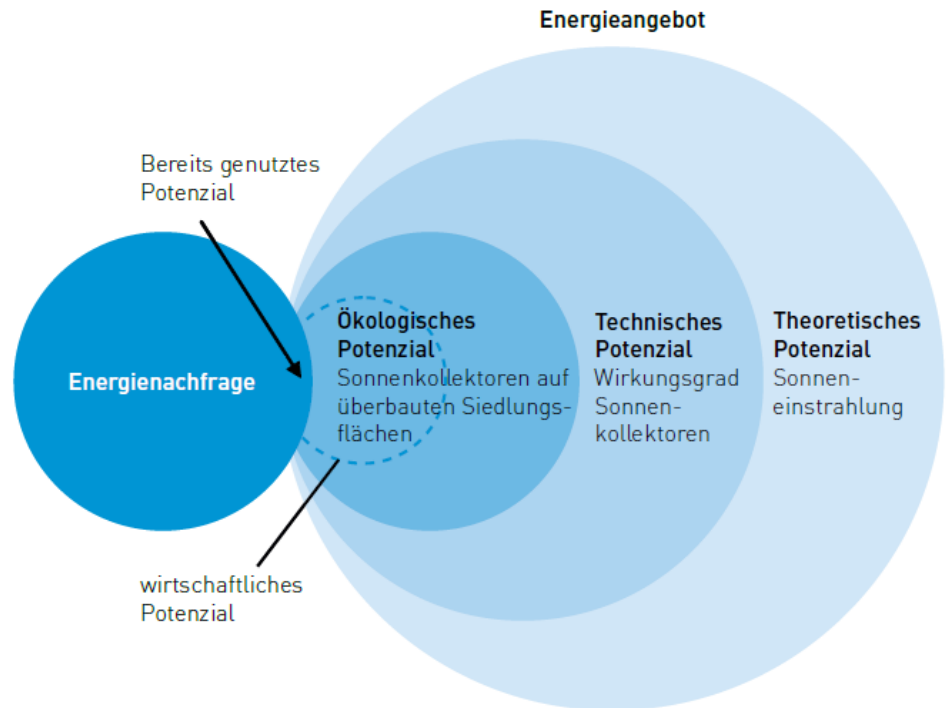


Abbildung 14: Die Unterschiede zwischen theoretischem, technischem, ökologischem und wirtschaftlichem Potenzial am Beispiel der Sonnenenergie. (Quelle: EnergieSchweiz 2019)

Potenziale Pfungen

Bei der Potenzialabschätzung in Pfungen wurde die Wirtschaftlichkeit nicht berücksichtigt. Auch die Nutzbarkeit und Erschliessbarkeit der quantifizierten Potenziale sind nicht abschliessend geklärt. Die erhobenen Potenziale wurden so detailliert wie möglich erhoben, somit weist dieser Bericht ökologische, technische und theoretische Potenziale aus. Diese sind projektbezogen vertieft zu untersuchen, um die Wirtschaftlichkeit zu klären, z.B. in Machbarkeitsstudien.

Priorisierung der Potenziale

Der Kanton Zürich hält im Richtplan fest, in welcher Reihenfolge die Wärmequellen zu nutzen sind. Diese kantonale Prioritätenfolge (Kantonaler Richtplan, Kapitel 5.4.1) berücksichtigt primär die Belange Wertigkeit, Ortsgebundenheit und Umweltverträglichkeit der Energieträger. Die Auflistung der Prioritäten ist in Kapitel 8.1 ersichtlich.

5.1 Effizienzpotenziale

Die Erhöhung der Effizienz ist durch verschiedene technische Massnahmen möglich. Dies beinhaltet Effizienzsteigerung von Geräten, Betriebsoptimierungen, Verbesserungen von Isolationen sowie die Sanierung von Gebäuden. Durch diese Massnahmen kann der Energiebedarf massgeblich reduziert, Ressourcen geschont und damit verbunden auch die Treibhausgasemissionen reduziert werden. Insbesondere energetische Sanierungsmassnahmen bei Gebäuden mit Baujahr vor 1990 weisen ein grosses Energiesparpotenzial aus (siehe Gebäudeparkgrafik Abbildung 4).

Ausschlaggebend für die Reduktion des Gesamtwärmebedarfs ist die Sanierungsrate. Massgebende Einflussfaktoren sind die verschärften Vorschriften im Gebäudebereich, die Förderprogramme für die Umsetzung von Sanierungs- und Effizienzmassnahmen sowie die Energiepreisentwicklung. Unterstützend wirken Energieberatungsangebote, sowie eine entsprechende Kommunikation von Seiten der Gemeinde Pfungen und weiteren Akteuren. Im

betrachteten Zeitraum von 2020 bis 2040 kann bei Gebäuden mit Wohnnutzung bei einer jährlichen Sanierungsrate von 1.2 % eine Reduktion des Wärmebedarfs um 3.47 GWh/a resp. 23 % erfolgen. Die Umsetzung ist zu grossen Teilen abhängig von den Energiepreisen und Fördergeldern.

5.2 Wärmepotenziale

5.2.1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Als ortsgebundene hochwertige Abwärme wird anfallende Wärme auf einem direkt nutzbaren Temperaturniveau bezeichnet. Hierzu zählen beispielsweise Abwärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) und tiefer Geothermie sowie langfristig zur Verfügung stehende Industrieabwärme, Abwärme von Kraftwerken und bestehenden Wärmekraftkoppelungsanlagen (WKK). Zur Nutzung solcher Potenziale sind thermische Netze notwendig, um Wärmeangebot und -nachfrage miteinander zu verbinden.

Potenzialschätzung

In Pfungen finden keine bekannten Hochtemperaturprozesse statt. Somit besteht kein Potenzial.

5.2.2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme

Abwasserwärme

Abwasser ist eine geeignete Wärmequelle für Wärmepumpen, da es auch in der kalten Jahreszeit Temperaturen zwischen 10 °C und 20 °C aufweist (9). Grundsätzlich kann sowohl aus Rohabwasser als auch aus gereinigtem Abwasser Wärme gewonnen werden.

Die Wärmenutzung aus Rohabwasser erfolgt mehrheitlich über in der Kanalsohle eingelassene Wärmetauscher. Um die Effizienz solcher Systeme gewährleisten zu können und den Einbau zu erleichtern, ist die Wärmenutzung vor allem in Kanälen ab einer gewissen Grösse und mit einem konstant hohen Abfluss sinnvoll⁴. Die Nutzung des Rohabwassers hat jedoch Auswirkungen auf die Reinigungsleistung der ARA.

Das nutzbare Energieangebot von gereinigtem Abwasser ist wesentlich grösser als dasjenige des Rohabwassers in der Kanalisation und eignet sich deshalb gut zu Wärmegewinnungszwecken.

Potenzial Rohabwasser

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) Pfungen befindet sich in unmittelbarer Nähe der Gemeinde. Die Distanz vom Dorf zur ARA ist zu kurz, als dass die entnommene Wärme durch weitere Abwasser-Zuflüsse oder durch Erdwärme kompensiert werden könnte. Deshalb wird das Potenzial vor der ARA als nicht nutzbar eingeschätzt, um die Reinigungsleistung nicht zu beeinträchtigen.

⁴ Trockenwetterabflussmenge > 15 l/s. Bei Ersatz oder beim Neubau eines Kanals muss der Kanaldurchmesser mind. 500 mm betragen, bei Einbau von Wärmetauschern in bestehende Leitungen mind. 800 mm.

Potenzial gereinigtes Abwasser

Der Zufluss zur ARA Pfungen weist im Winter Tagesmittel-Temperaturen zwischen 10 °C und 15 °C auf mit einzelnen Ausreissern mit 6-8 °C. Die Abflussmenge beträgt im Winterhalbjahr pro Tag zwischen 3'000 m³ bis 14'000 m³.

Damit wird eine mögliche Wärmeerzeugung von 2-20 GWh/a geschätzt, je nachdem ob das System monovalent oder bivalent ausgelegt wird.

Erdwärme

Die im Untergrund gespeicherte Wärme wird als Erdwärme oder geothermische Energie bezeichnet.

Oberflächennahe Anlagen

Erdregister, Erdwärmekörbe und Energiepfähle sowie andere thermoaktive Elemente sind aus der Sicht des Grundwasserschutzes in der Regel weitgehend unproblematisch und daher fast uneingeschränkt anwendbar. Die Anlagen müssen aber mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel liegen.

Ausserhalb kartierter Grundwassergebiete und in Grundwasservorkommen, die sich nicht für Trinkwassergewinnung eignen, sind Erdwärmesondenanlagen grundsätzlich zulässig.

Bei hoher Erdsondendichte kann es vorkommen, dass sich die Erdsonden gegenseitig beeinflussen und der Untergrund über die Jahre auskühlt (vgl. Exkurs Nachhaltige Erdwärmenutzung). Dies ist gemäss heutigen Kenntnissen ab einer Wärmebedarfsdichte von ca. 150 MWh/ha und Jahr der Fall.

Die Problematik kann mittels Regeneration der Sonden in den Sommermonaten über Sonnenkollektoren behoben werden. Erdsonden-Wärmepumpen verfügen über den grossen Vorteil, dass Gebäude im Sommer auch gekühlt werden können. Die Kühlung von Gebäuden entspricht einer steigenden Nachfrage aufgrund der zunehmenden Sommertemperaturen. Die Kühlung mit Erdwärmesonden ist aus ökologischen Gründen Klimaanlagen vorzuziehen, da sie bereits als Freecooling (nur via Umwälzpumpe) funktioniert. So kann die solare Wärme des Sommers im Erdreich bis zur Heizperiode gespeichert und die Erdwärmesonden somit regeneriert werden.

Der Untergrund wird somit nicht mehr als Wärmequelle, sondern als Wärme-Saisonspeicher genutzt.

Exkurs Nachhaltige Erdwärmenutzung

Gestein ist ein schlechter Wärmeleiter, weshalb bei der Erdwärmenutzung die Erdwärme nur langsam aus dem Erdinneren und der Erdoberfläche (gespeicherte Sonnenenergie) nachfließt. Beim Wärmeentzug entsteht ein Kältetrichter um die Erdsonde herum. Ist der Abstand zwischen zwei oder mehreren Erdsonden zu gering, berühren sich diese Trichter und führen zu einer langfristigen Abkühlung des Untergrunds. Dies kann verhindert werden, wenn die Sonden in Kombination mit Sonnenkollektoren betreiben werden. So kann überschüssige Wärme der Kollektoren im Sommer im Erdreich bis zur Heizperiode gespeichert werden.

Direkte Erdwärmenutzung

Zunehmend von Interesse ist die direkte Nutzung von Erdwärme aus der (mittel-) tiefen Geothermie (ohne Wärmepumpen). Solche Anlagen kombiniert mit Nahwärmeverbunden können insbesondere für Neubaugebiete mit Niedertemperaturheizungen sehr attraktiv sein.

Potenzialabschätzung

Gemäss dem Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich (Abbildung 15) besteht in Pfungen ein grosses Potenzial zur Erdwärmennutzung (weisse, gelbe und grüne Gebiete). Unter der Annahme, dass die Nachfrage die nutzbare Wärmemenge aus Erdwärme bestimmt (unter der Voraussetzung von Regeneration der Sonden in dichten Gebieten), beträgt das Potenzial in Pfungen 7.6 GWh/a.

- Quellfassungen**
- Quellfassung mit Ertrag <= 30 l/min
- ◩ Quellfassung mit Ertrag 30 - 300 l/min
- Quellfassung mit Ertrag 300 - 3000 l/min
- ⊗ Quellfassung ohne Ertragsangabe
- ⊘ Quellfassung ungenutzt
- Grundwasserfassungen**
- Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversickerung, Sicherungsgalerie
- Grundwasserfassung aufgehoben
- Grundwasserfassung mit Ertrag 300 - 3000 l/min
- Erdsonden bestehend**
- mit Bohrprofil
- ohne Bohrprofil

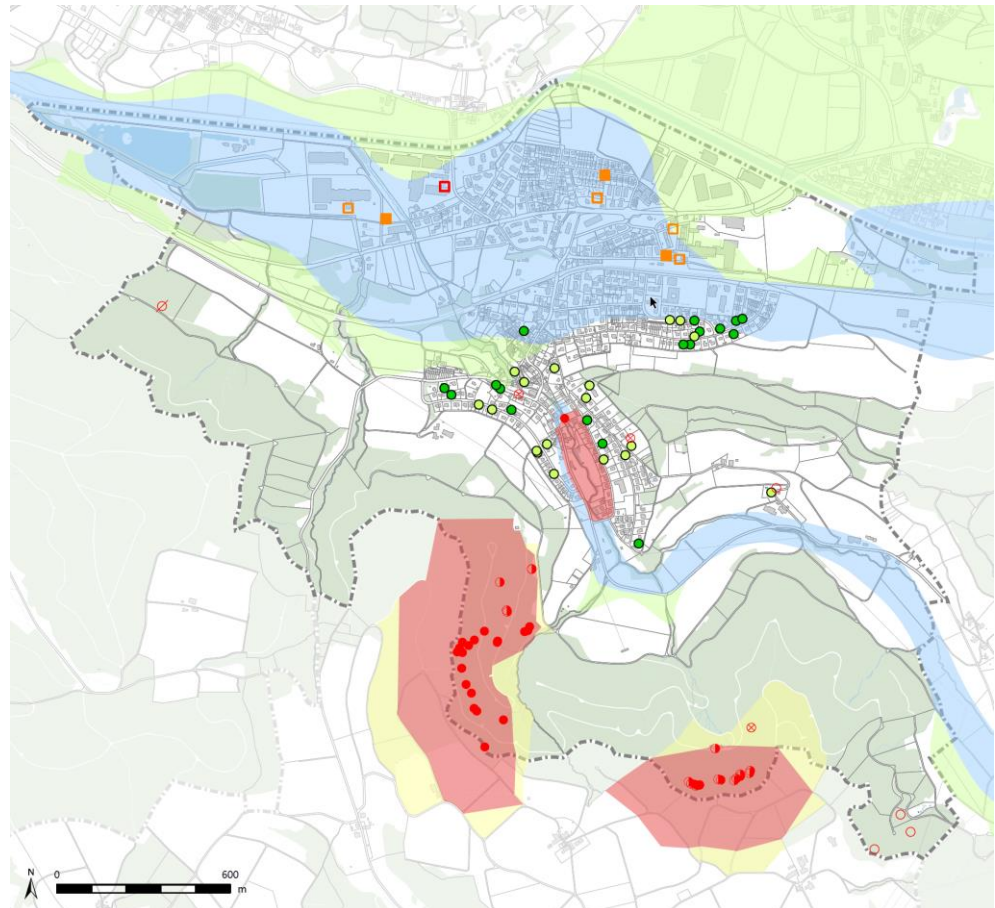


Abbildung 15: Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich (Stand Februar 2023). Für Planungen ist jeweils der aktuelle Stand im GIS-Browser zu konsultieren.

Tabelle 2: Farbcodierung des Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich

Zone	Zulässigkeiten für Erdwärmesonden
A	Nicht zulässig
B	Nicht zulässig
C	Grundsätzlich zulässig. Spezielle Auflagen für EWS beachten – in Pfungen nicht vorhanden
D	Grundsätzlich zulässig. Spezielle Auflagen für EWS beachten.
E	Grundsätzlich zulässig. Spezielle Auflagen für EWS beachten; i.d.R. mit Auflagen zum Schutz des Grundwasserleiters (z. B. Verrohrung, Abdichtung, Tiefenbegrenzung).
F	Grundsätzlich zulässig. Spezielle Auflagen für EWS beachten.

Grundwasser

Grundwasser ist für die Wärmenutzung äusserst interessant, da es abhängig von der Jahreszeit sowohl zu Kühl- als auch zu Wärmezwecken genutzt werden kann. Gemäss Wasserwirtschaftsgesetz (WWG) des Kantons Zürich sind Grundwassernutzungen konzessionspflichtig. Für die Erteilung einer Konzession wird unter anderem ein hydrogeologisches Gutachten benötigt.

Die Einleitbedingungen für die Rückgabe des genutzten Wassers richten sich nach der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung. Darin ist festgehalten, dass durch den Wärmeintrag oder Wärmeentzug die Temperatur des Grundwassers gegenüber dem natürlichen saisonalen Zustand um höchstens 3 °C (gemessen 100m nach der Rückgabe) verändert werden darf. Grundwassererfassungen für Wärmezwecke werden erst ab einer minimalen Anlagegrösse von 150 kW Kälteleistung resp. 100 kW Kälteleistung bei der Wärmedämmung entsprechend MINERGIE-Baustandard bewilligt. Somit ist in der Praxis die Nutzung von Grundwasser nur für grössere gewerbliche Bezüger, grössere Überbauungen oder im thermischen Netz möglich.

Potenzialabschätzung

Im Gebiet Pfungen sind grosse Grundwasservorkommen vorhanden, welche für die Wärme- und Kältegewinnung genutzt werden können. Das Potenzial wird auf 22 GWh/a geschätzt.

Wärmenutzung aus Oberflächengewässer

Bei der Nutzung von Oberflächengewässern gelten im Grundsatz die gleichen gesetzlichen Rahmenbedingungen wie bei der Grundwassernutzung. Bezüglich Temperaturveränderung darf das genutzte Wasser nicht unter 4 °C abgekühlt bzw. bei Verwendung zu Kühlzwecken über 25 °C erwärmt werden, bevor es der entsprechenden Quelle wieder zurückgegeben wird.

Potenzialabschätzung

Die Töss bildet die nördliche Gemeindegrenze zu Dättlikon und Neftenbach. Gemäss den Vorgaben des AWEL ist eine Wärmenutzung ab einer Mindestabflussmenge (Q347) von 500 l/s zulässig (AWEL, 2010a). Die Abflussmenge der Töss (bei Wülflingen) liegt mit 1'090 l/s über dem Grenzwert und eignet sich somit für eine Wärmenutzung. Die Temperatur im Winter ist allerdings relativ tief (um 4°C).

Das monovalente Potenzial liegt damit ca. bei 12 GWh/a. Eine verlässliche Potenzialabschätzung ist ohne konkrete Ideen zur Art und Weise der Nutzung jedoch schwer abzuschätzen. Wir empfehlen, das Potenzial im Kontext eines Gesamtkonzeptes eingehender zu prüfen.

5.2.3 Ortsunabhängige erneuerbare Energie

Umgebungsluft

Bei der Nutzung der Umgebungsluft ist keine räumliche Koordination erforderlich. Sie lässt sich überall nutzen. Jedoch haben Luft-Wasser-Wärmepumpen im Winter – in der Zeit des grössten Wärmebedarfs – einen tieferen Wirkungsgrad als solche, die Grundwasser oder Erdwärme mit einer Umweltwärmetemperatur von 10-15 °C nutzen. Zudem ist in dicht bebauten Gebieten die Lärmproblematik zu beachten, die bei Luft-Wasser-Wärmepumpen

schneller zum Tragen kommt. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind melde- oder baubewilligungspflichtig.

Luft-Wasser-Wärmepumpen bedingen die geringsten Investitionskosten hinsichtlich einmaliger Anschaffungs- und Installationskosten. In Anbetracht der höheren Investitionskosten für Grundwasser- und Erdwärmepumpen und der in nur beschränkten Gebieten nutzbaren Erdwärme in Pfungen eignen sich Luft-Wasser-Wärmepumpen für die Erzeugung von Raumwärme in Neubauten oder energetisch sanierten Altbauten sehr gut (siehe Exkurs Wärmepumpen), wo keine Alternativen (z. B. thermisches Netz) zur Verfügung steht.

Für weniger gut wärmegeämmte Gebäude ist in den Wintermonaten die Attraktivität der Umgebungsluft (aufgrund der Temperatur um den Gefrierpunkt) als Wärmequelle im Vergleich zum Grundwasser oder Erdwärme (10-15 °C) allerdings verhältnismässig niedrig. Eine Wärmedämmung sollte deshalb möglichst vor dem Heizungsersatz durchgeführt werden.

Potenzialabschätzung

Das Potenzial kann theoretisch uneingeschränkt genutzt werden, weshalb die mit Umgebungsluft-Wärmepumpen erzeugte Menge an Raumwärme primär von der Nachfrage, dem Lärmschutzrecht und der Stromverfügbarkeit abhängt. Um die lokale Stromproduktion im Winter zu unterstützen, wird empfohlen, die Wärmepumpe soweit möglich mit Solarstrom vom eigenen Dach zu betreiben. Für eine ungefähre Abschätzung des Potenzials aus Luft-Wasser-Wärmepumpen wurde der heutige Wärmeverbrauch in den Gebieten aufsummiert, in denen weder Erdwärmepumpen noch Grundwasserwärmenutzung zulässig sind. Es resultiert ein Potenzial von etwa 16 GWh/a. Diese Annahmen beruhen auf der Priorisierung der Erdwärme- und Grundwasserwärmenutzung gegenüber der Wärmenutzung durch Luft-Wärmepumpen.

Wie im Kapitel Sonnenenergie beschrieben ist (vgl. unten), weist die Sonnenenergie hohes ungenutztes Potenzial auf, welches zur ökologischen Stromversorgung von Wärmepumpen genutzt werden kann.

Exkurs Wärmepumpen

Für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe zur Nutzung der Umweltwärme ist sowohl auf die Güte der Wärmequelle als auch auf den Einsatzbereich zu achten. Denn je geringer der Temperaturunterschied zwischen der Wärmequelle und dem Heizsystem ist, umso weniger Hilfsenergie (Strom oder Bio- und Erdgas) wird für den Antrieb der Wärmepumpen benötigt. Wärmepumpen eignen sich besonders für die Erzeugung von Raumwärme in Neubauten oder energetisch sanierten Altbauten, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen im Heizungskreislauf auskommen (z.B. bei Bodenheizungen). In einem Nahwärmeverbund mit höherer Vorlauftemperatur oder zur Erzeugung von Warmwasser sollten aus Effizienzgründen in Serie geschaltete Wärmepumpen respektive Wärmepumpen mit zweistufigen Kompressoren eingesetzt werden (inkl. Spitzendeckung, bivalente Systeme).

Sonnenenergie

Die Sonnenenergie ist grundsätzlich überall nutzbar. Vorbehalte bestehen bzgl. Ortsbildverträglichkeit oder ungünstigen Lagen (z.B. steile, nordexponierte Schattenhänge, hohe Baumbestände). Bei der thermischen Nutzung der Sonnenenergie zur Erzeugung von Raumwärme oder Warmwasser ist zudem der Aspekt der örtlichen Gebundenheit zum Nutzer zu beachten.

Die mittlere Wärmeausbeute eines Quadratmeters Kollektorfläche beträgt rund 300 – 600 kWh⁵ im Jahr je nach Verwendungszweck (Wassererwärmung mit oder ohne Heizungsunterstützung)⁶. Die Kombination von Sonnenkollektoren mit einem zusätzlichen Heizsystem kann bei schwankender Sonneneinstrahlung eine konstante Heizleistung gewährleisten.

Potenzialabschätzung

In Pfungen bestehen Sonnenkollektoren. Eine Übersicht über die gesamthaft installierte Fläche ist jedoch nicht vorhanden. Gemäss der vom BFE lancierten Anwendung sonnedach.ch besteht in Pfungen ein Gesamtpotenzial für Solarwärme (Heizwärme und Warmwasser) von 5.9 GWh/a auf Dächern und Fassaden.⁷ Zu beachten ist, dass dieses Potenzial überwiegend (zu zwei Drittel) im Sommerhalbjahr anfällt.

Biomasse

Biomasse verholzt

Die Waldfläche in Pfungen umfasst 202 ha (davon ca. 40% Privatwald). Das Nutzungspotenzial wird vom Förster auf ca. 1'250 Festmeter resp. 2.5 GWh pro Jahr geschätzt. Bereits genutzt wurden in den letzten Jahren im Schnitt 584 Festmeter resp. 1.2 GWh pro Jahr.

Energieholznutzung im Kanton Zürich

Der Kanton Zürich ist bereits auf Importe von Energieholz aus anderen Kantonen und Nachbarländern angewiesen und wird in Zukunft weiterhin darauf angewiesen sein (10). Die Ausbaupläne der Nachbarkantone überschreiten überwiegend ihr eigenes Energieholzpotenzial, was die Möglichkeit von Exporten nach Zürich einschränkt. Das Energieholzpotenzial in Zürich und den umliegenden Kantonen nimmt mittel- bis langfristig ab, ausser im Kanton GR.

Im Falle von Holzimporten (auch aus dem benachbarten Ausland) fallen die Transportemissionen jedoch im Vergleich zu den Treibhausgas mindernden Effekten von Holz, gering aus, der Versorgungsradius muss nicht zu eng gezogen werden. Jedoch ist es wichtig, Holz im Sinne der Kreislaufwirtschaft in einer sogenannten Kaskadennutzung zu verwenden (vgl. Exkurs Nachhaltige Nutzung der Ressource Holz). Auf den Einsatz von Holz für Wärmezwecke sollte daher wo immer möglich verzichtet werden, umso mehr als in Pfungen in vielen Gebieten Alternativen zur Verfügung stehen.

Exkurs Nachhaltige Nutzung der Ressource Holz

Um die nachwachsende und dennoch begrenzte Ressource Holz nachhaltig zu bewirtschaften, ist eine kaskadenartige Holznutzung zu fördern. Nach dem Kaskadenprinzip wird Holz schrittweise von hoher zu minderwertiger Verwendung genutzt, um Mehrfachnutzungen zwischen Holzernte und energetischer Nutzung zu steigern. Dies bedeutet die wiederholte Nutzung von Holz (vom Baustoff über Re-Use und Recycling zum Energieholz), erst am Ende dieser Kette wird Holz zur Erzeugung von Energie verbrannt.

Eine stoffliche Nutzung von Holz (beispielsweise als Baustoff) ermöglicht CO₂ langfristig zu lagern, wodurch Holz als CO₂ Zwischenspeicher fungiert. Bei Rückbauten ohne Weiterverwendung kann

⁵ Schweizer Durchschnitt des Energieertrags gemäss Swissolar

⁶ Bereits mit 1 m² Kollektorfläche pro Person lässt sich 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs solar aufbereiten.

⁷ Sonnendach.ch priorisiert die Solarwärme, indem neben dem Warmwasserbedarf auch die Heizungsunterstützung eingerechnet und die Panels auf den "am besten geeigneten" Flächen platziert werden. Die restliche Dachfläche ist für die Solar-Stromproduktion reserviert.

Holz als Wärmeenergiequelle dienen. Die direkte energetische Nutzung von frischem Bauholz ist deshalb wann immer möglich zu vermeiden.

Um die Energieeffizienz zu maximieren ist eine Kopplung von Verbrennung und Verstromung vorzuziehen. Die Kombination mit weiteren Wärmeträgern (Solarthermie, Wärmepumpe) ist von Vorteil, um eine hohe Anzahl an Traktionen in den Übergangszeiten und in den Sommermonaten zu vermeiden.

Biomasse nicht verholzt

Zu nicht verholzter Biomasse zählt man Grüngut aus der Garten- und Landschaftspflege, biogene Reststoffe aus Küche, Haushalt und der Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln, Neben- und Abfallprodukte aus landwirtschaftlichem Pflanzenbau (Ernterückstände), sowie Hofdünger, und Klärschlamm. Biomasse kann in Biogasanlagen zu Methan vergärt werden. Das Gas kann im Anschluss auf zwei Arten energetisch genutzt werden: Entweder wird es in einem BHKW zur Stromerzeugung verbrannt und im Idealfall die dabei entstehende Abwärme zu Heizzwecken genutzt, oder das Methan wird so weit gereinigt, dass es ins Gasnetz gespiesen werden kann.

Eine Studie der WSL (11) weist für Pfungen ein theoretisches Potenzial von 3.2 GWh/a aus.⁸ Der Klärschlamm wird bereits genutzt und ergibt 0.9 GWh/a Wärme.

5.2.4 Zusammenfassung Wärmepotentiale

Das theoretische Gesamtpotenzial an erneuerbaren Energien in Pfungen beträgt insgesamt unter Einbezug der regionalen und ungesicherten Potenziale 90 GWh/a Energie. Darin sind noch einige Unsicherheiten enthalten (Wärmemenge ARA oder Töss). Das wahrscheinliche Potenzial beläuft sich auf 60 GWh/a. Dabei wird das Potenzial, welches aus der Umgebungsluft entspringt, gemäss dem vorhergehenden Kapitel 5.2.3 berücksichtigt, obwohl das Potenzial theoretisch unlimitiert ist.

Zu berücksichtigen sind ausserdem räumliche Überlappungen von Potenzialen. Deshalb können gewisse Potenziale nicht vollständig genutzt werden.

Attraktive Energieträger stellen das gereinigte Abwasser und die Abwärme aus Kälteprozessen der Industrie (noch nicht beziffert) dar. Besonders viel Wärmepotenzial steht bei den Energieträgern Grundwasser und Erdwärme zur Verfügung. Ebenfalls nicht zu vernachlässigen ist das Wärmepotenzial aus der Solar- sowie der Umgebungsluft (Abbildung 16).

⁸ <https://map.geo.admin.ch> (Zugriff 20.02.2024)

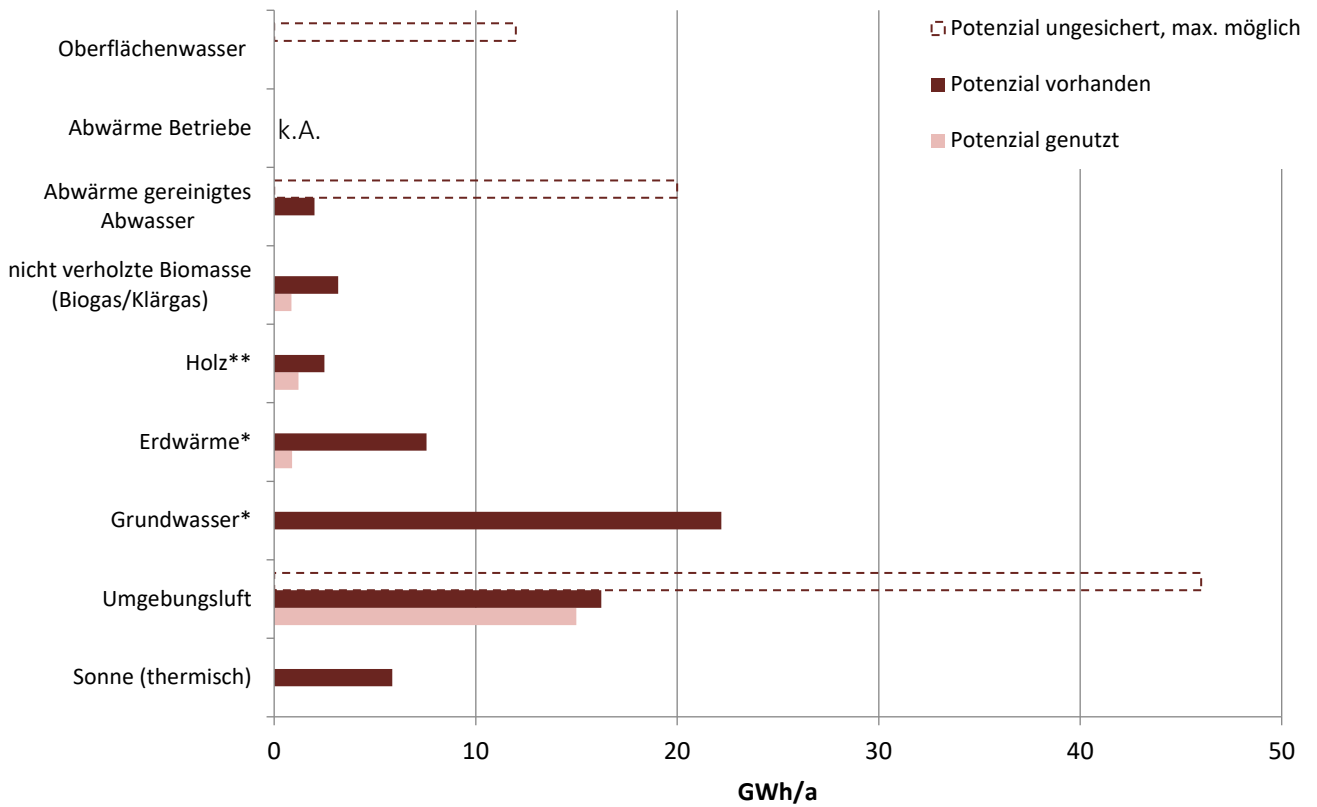


Abbildung 16: Genutztes, vorhandenes sowie theoretisch maximal mögliches Potenzial an erneuerbaren Wärmequellen (Endenergie) (Quelle: PLANAR 2023)

** Holz kann regional beschafft werden, das regionale Potenzial ist im Text beschrieben

* inkl. Strom

Der Wärmeverbrauch im Jahr 2020 liegt mit 46 GWh pro Jahr deutlich über dem aktuell genutzten erneuerbaren Energiepotenzial. Die gesamthaft verfügbaren Wärmepotenziale von 60 GWh/a sollten jedoch reichen, um den Wärmebedarf von Pfungen zu decken.

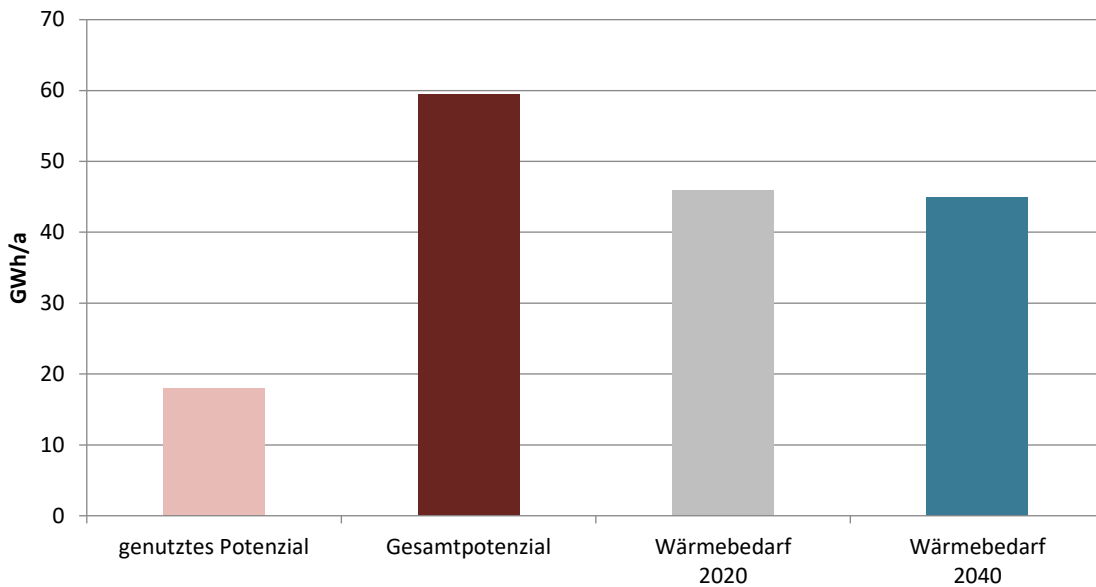


Abbildung 17: Gegenüberstellung der unterschiedlichen Potenziale für das Jahr 2020 und zukünftig (Quelle PLANAR 2023)

5.3 Strompotenziale

Solarpotenzial

Das Potenzial für Solarstrom zusätzlich zur Solarwärme (vgl. oben) beträgt 25.4 GWh/a auf den Dächern und auf Fassaden (Stand 15.02.2024). Im Jahr 2021 wurden mittels PV-Anlagen 0.7 GWh/a erzeugt.

Biomasse

Im Jahr 2021 wurden ca. 95 Tonnen Grüngut (Haushalt und Gartenschnitt) gesammelt, davon gingen ca. 80 Tonnen zu der Firma N.U.P in die Kompostierung und ca. 15 Tonnen Grüngut durch die Firma Müller zur Kompogas-Anlage.

Für Pflungen weist der Bund (11) ein theoretisches Potenzial von 3.2 GWh/a Energie aus nicht verholzter Biomasse aus, wobei 1.3 GWh/a aus Haushalts- und Gartenabfälle, Bioabfälle aus Gewerbe und Industrie sowie Grünschnitt stammt. Das Potenzial aus der Landwirtschaft (Gülle und Ernteabfälle) beträgt 1.0 GWh/a und von der Abwasserreinigungsanlage (ARA) wird mit einem Potenzial von 0.9 GWh/a gerechnet (vgl. unten).

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) der Gemeinde nutzt die Faulgase aus dem Klärschlamm aktuell zur Erzeugung von Strom und betreibt dazu zwei Blockheizkraftwerke (BHKW) mit einer Leistung von je 58 kW. Dabei wurden im Jahr 2022 0.6 GWh produziert, wovon 0.05 GWh ins Netz zurückgespeist wurden. Die anfallende Abwärme wird intern vollständig genutzt.

Wind

Für Grossanlagen besteht in Pflungen kein Potenzial. Kleinanlagen können situativ geprüft werden, eine Potenzialabschätzung ist dafür jedoch mangels Daten nicht möglich.

Klein-Wasserkraft

Der Kanton Zürich hat eine Positiv-Planung für Kleinwasser-Kraftwerke erstellt. Dabei sind an der Töss zwei Standorte vorgesehen, der eine in Rorbas und der zweite in Winterthur-Stadtacher. In Pflungen ist kein Standort vorgesehen (12).

5.3.1 Zusammenfassung Strompotenziale

Vom gesamten Potenzial von 25 GWh/a werden rund 2 GWh/a bereits genutzt. Die grossen noch ungenutzten Potenziale liegen vor allem im Bereich der Produktion von Solarstrom (Abbildung 18).

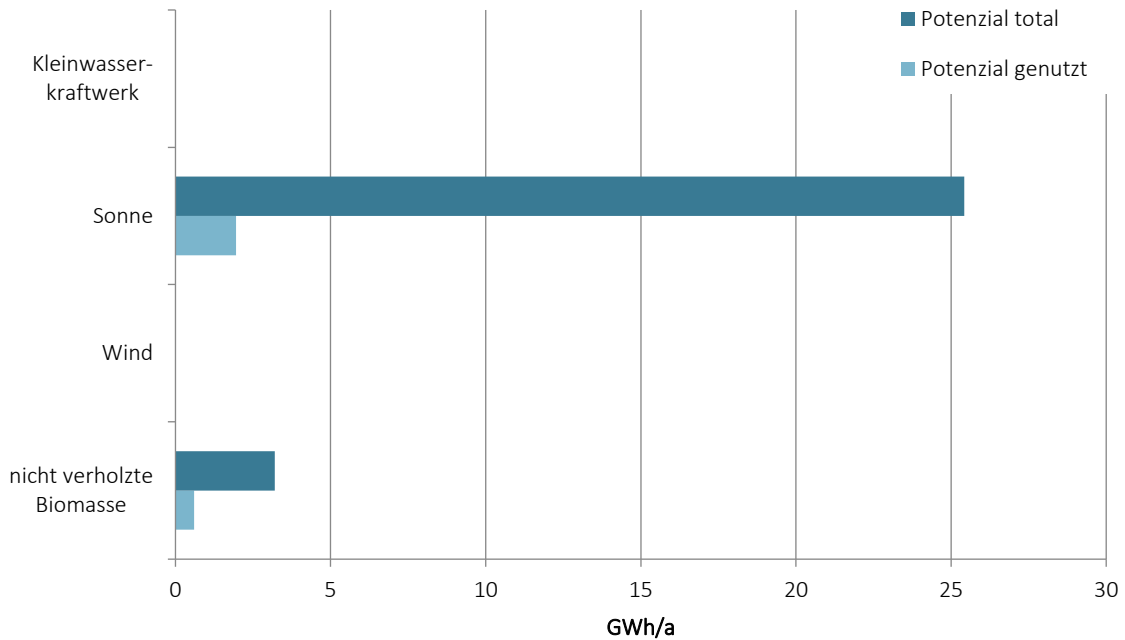


Abbildung 18: Strompotenziale in der Gemeinde Pfungen. (Quelle: PLANAR 2023)

Mit dem vorhandenen Potenzial von 29 GWh/a lässt sich der aktuelle Verbrauch von 16 GWh/a theoretisch decken (vgl. Abbildung 19).

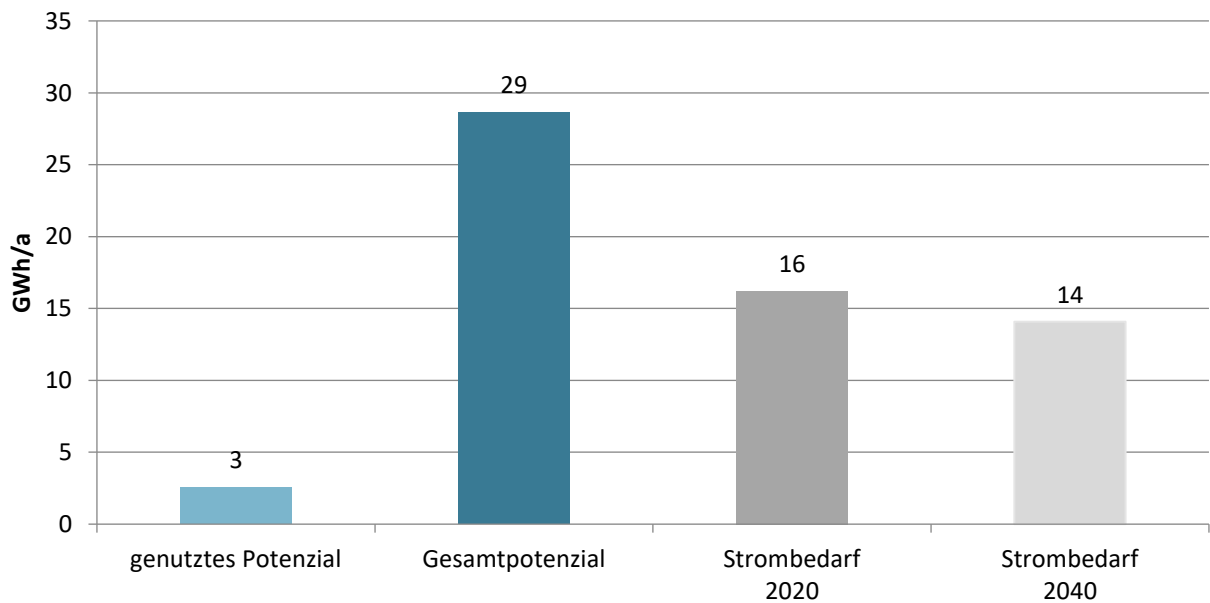


Abbildung 19: Strompotenzial in der Gemeinde Pfungen im Vergleich zum aktuellen Verbrauch (PLANAR 2023)

6 Entwicklungsprognosen

6.1 Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung

Regionaler Richtplan	Der regionale Richtplan (13) gibt die grundsätzliche Stossrichtung für die weitere Bevölkerungs- und Arbeitsplatzentwicklung der Gemeinde Pfungen vor.
REK 2040	Im Räumlichen Entwicklungskonzept (REK) wird die Bevölkerungs- und Beschäftigtenentwicklung konkretisiert. Das REK basiert auf der "Vision 2040" des Gemeinderates, nimmt zu den heute aktuellen Themen Stellung und gibt die anzustrebende Entwicklung der Gemeinde bis ins Jahr 2040 wieder.
Einwohnerentwicklung	Die Gemeinde Pfungen wies mit Stand 2020 3'945 Einwohnerinnen und Einwohner auf (14). Die Entwicklung geht davon aus, dass bis ins Jahr 2040 ein Wachstum von 5'200 Einwohnern stattfindet, was einer Zunahme um ca. 1'250 Personen entspricht (15).

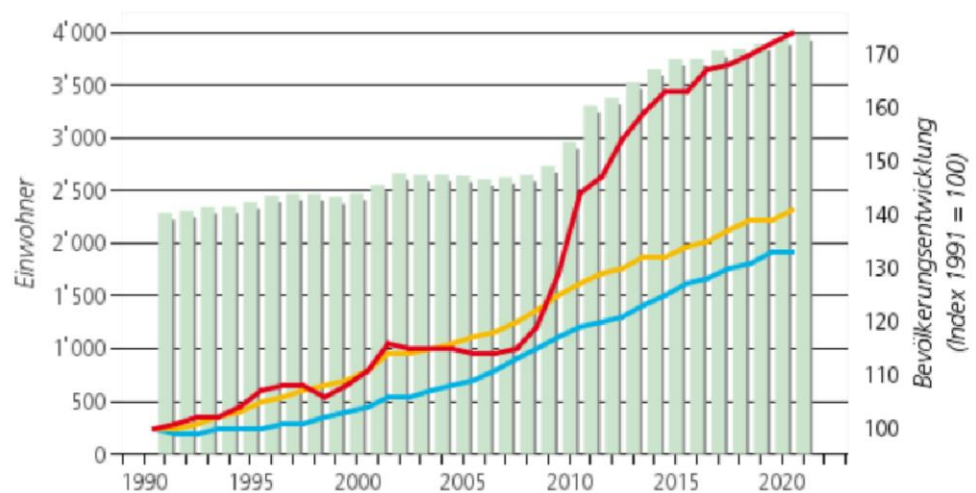


Abbildung 20: Bevölkerungsentwicklung Gemeinde Pfungen. (Quelle: REK 2040)

Beschäftigtenentwicklung	<p>Im Jahr 2020 verzeichnete die Gemeinde Pfungen eine Beschäftigtenzahl von 1'435 Personen. Zwischen 2011 und 2013 stieg die Anzahl der Beschäftigten von 958 auf 1'054, was einem Gesamtwachstum von etwa 10 % entspricht. Dieser Anstieg war hauptsächlich im Sekundär- und Tertiärsektor zu verzeichnen. Von 2013 bis 2016 verzeichnete die Gemeinde im Vergleich zu den Kantonen Zürich und der Region Winterthur einen deutlich stärkeren Anstieg der Beschäftigtenzahl. Insgesamt stieg die Anzahl um etwa 35 % (1'435 Beschäftigte), was grösstenteils auf das Wachstum des Tertiärsektors zurückzuführen ist. Dieser resultierte hauptsächlich aus der Umsetzung des Quartierplans Tösspünt, der 2012 genehmigt wurde und mehrere neue Gebäude für Speditionsbetriebe hervorbrachte. Seit 2016 liegt die Beschäftigtenzahl bei rund 1'400 Personen auf einem stagnierenden Niveau. Die Gemeinde Pfungen verfügt über attraktive Arbeitsplatzgebiete.</p> <p>Zur Entwicklung der Beschäftigten Zahlen können keine richtungsweisenden Prognosen erstellt werden. Die Gemeinde strebt mindestens den Erhalt der bestehenden Arbeitsplätze an (15).</p>
--------------------------	---

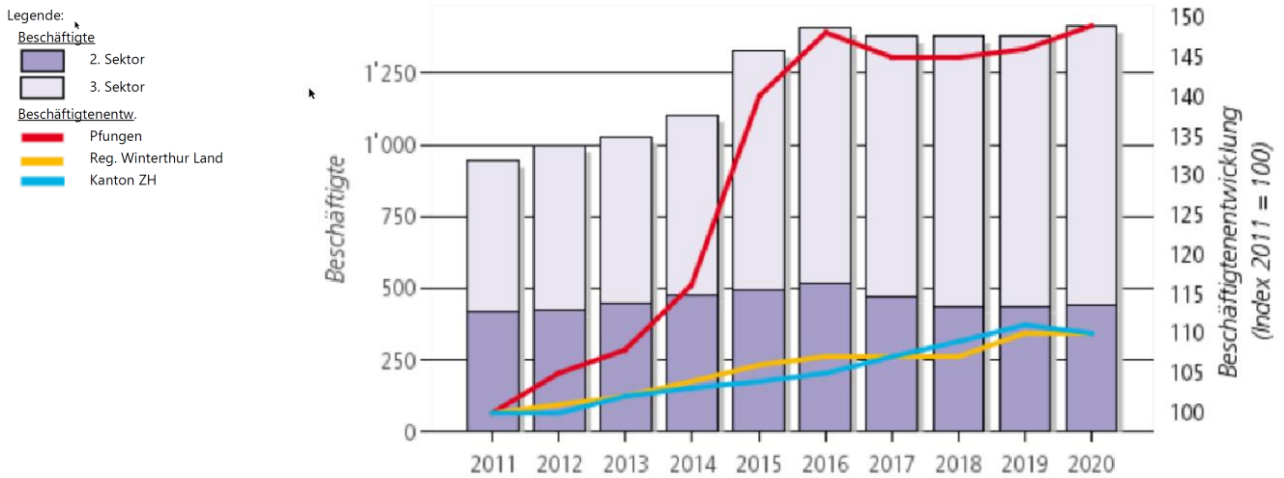


Abbildung 21: Beschäftigtenentwicklung Gemeinde Pfungen. (Quelle: REK 2040)

Folgend wird die Bevölkerungs- und Beschäftigungsentwicklung für Pfungen gemeinsam und vereinfacht abgebildet.

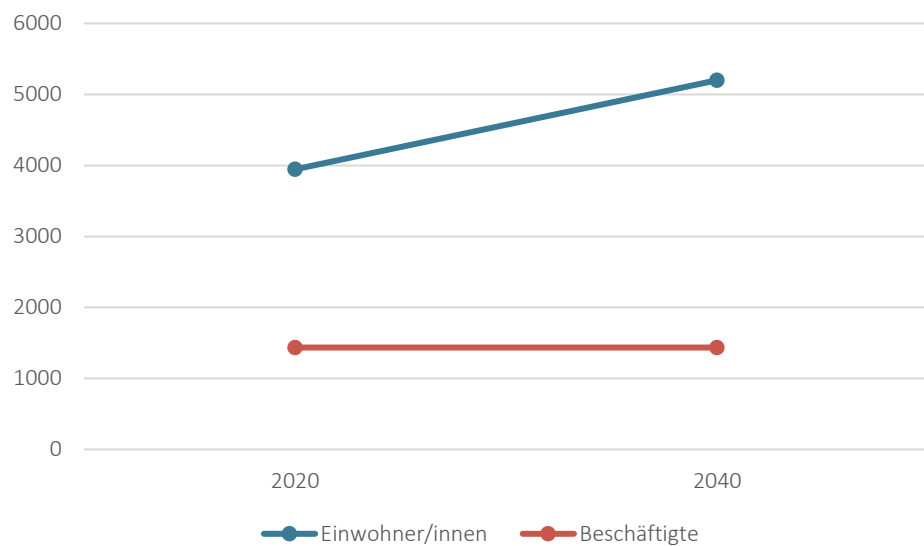


Abbildung 22: Geplante Zunahme an Einwohner/innen sowie Stagnation der Beschäftigten gemäss Raumentwicklungskonzept 2040. (Quelle: REK 2040)

6.2 Abschätzung zukünftiger Wärmebedarf

Für den Planungshorizont des Energieplans wurde das Jahr 2040 gewählt, abgestimmt mit dem REK. Als Zwischenziel ist das Jahr 2030 definiert. So sind die Ziele und Wirkungskontrollen mit Bund, Kanton und dem kommunalen Energieleitbild von Pfungen kompatibel.

Für die Jahre 2030 und 2040 wurde für jedes Gebäude in Abhängigkeit der Bauperiode, über Annahmen zur Sanierungsrate und erfolgreich umgesetzter Sanierungen der Wärmebedarf modelliert und hochgerechnet.

Entwicklung Wärme Wohnen

Für die Abschätzung des zukünftigen Energiebedarfs 2030 und 2040 wurden dieselben Angaben wie im REK verwendet. Daraus resultieren ca. 56'000 m² neue Wohnfläche durch Neu- oder Ausbauten. Dies führt zu einem zusätzlichen Wärmebedarf von 3 GWh/a.⁹

Mit dem Einsatz von einer Sanierungsquote von 1.2 % pro Jahr (energetische Massnahmen) kann bei den bestehenden Wohnflächen bis 2040 eine Reduktion des Wärmebedarfs von rund 10 % von 46 auf 42 GWh/a erzielt werden. Mit dem zusätzlichen Wärmebedarf der Neu- und Ausbauten verringert sich diese Reduktion auf 3 % resp. 45 GWh/a.

Entwicklung Wärme Arbeiten

Die Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt über Annahmen zur Effizienzsteigerung von Unternehmen. Für das Gewerbe wird von einer konstanten Beschäftigtenzahl ausgegangen. Es sind stetig Effizienzgewinne zu erwarten, wurden jedoch nicht abgeschätzt, da sie stark branchenabhängig sind. Somit gilt die Annahme, dass der Wärmebedarf im Bereich Arbeiten konstant bleibt mit einer leichten Tendenz zur Abnahme.

Entwicklung Gesamtenergie Wärme

Mit der Verringerung des Wärmebedarfs im Bereich Wohnen (vgl. oben) und der Stagnation der Beschäftigtenanzahl ergibt sich eine gesamthafte Verringerung des Wärmebedarfs um 3 %.

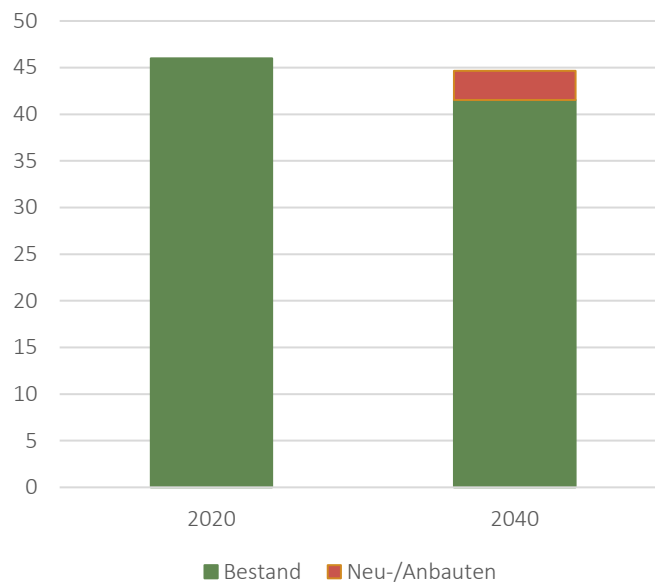


Abbildung 23: Entwicklung des Wärmeverbrauchs von 2020 bis 2040 in Pfungen. (Quelle: PLANAR 2023)

In Abbildung 23 ist die Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Pfungen von 2020 bis 2040 visualisiert. In den Anhängen A, B und C ist zudem die Entwicklung der Wärmebedarfsdichte für einzelne Gebiete ersichtlich.

⁹ Annahmen: Wohnflächenbedarf 45 m²/Person, Energiekennzahl Neubauten 35 kWh/m², Energiekennzahl Umbauten/Anbauten 75 kWh/m²

7 Zielpfad Wärmeversorgung

7.1 Übergeordnete Ziele

- Bund** Das Energiegesetz des Bundes hat zum Ziel, den Gesamtenergieverbrauch pro Kopf bis 2035 um 43% gegenüber dem Jahr 2000 zu senken. Der Elektrizitätsverbrauch pro Kopf soll bis 2035 gegenüber dem Jahr 2000 um 13% sinken.
- Bundesrat** Der Bundesrat beschloss im August 2019, dass die Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2050 Netto-Null betragen sollen. Das bedeutet, dass die Transformation weg von den fossilen Energieträgern bis spätestens 2050 vollzogen sein muss. Die dann noch verbleibenden Treibhausgasemissionen müssen durch Senken kompensiert werden.
- Kanton Zürich** Die Energie- und Klimaziele des Kantons Zürich stammen aus dem Jahr 2016. Demnach müssen die Treibhausgasemissionen pro Kopf bis 2050 auf 2.2 Tonnen gesenkt werden (aktueller Wert bei 4.5 t/Kopf). Ebenso ist im Energiegesetz eine kontinuierliche Senkung des Energiebedarfs vorgesehen.
- Ende Juni 2022 setzte sich der Regierungsrat das Netto-Null-Ziel bis ins Jahr 2040 anzustreben und bis spätestens 2050 zu erreichen (4).

Tabelle 3: Zielvorgaben des Kantons Zürich.

	2030	2040
	Veränderung gegenüber 2019	
Gebäude	-65%	-95%
Verkehr (ohne Luft-verkehr)	-40%	-95%
Industrie/Gewerbe	-20%	-75%

7.2 Kommunale Ziele

- Energieleitbild** Die Gemeinde Pfungen hat im Jahr 2023 ihre Energiepolitik definiert und dazu ein Leitbild erstellt. Das Energieleitbild beinhaltet Leitsätze und Zielpfad für alle drei Energiesektoren (Wärme, Strom und Mobilität).
- Handlungsfelder und Leitsätze** Die geplante Umstellung der Energieversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien erfolgt in fünf Handlungsfeldern (Abbildung 24). Für jedes Handlungsfeld wurden 1 – 2 Leitsätze definiert.



Abbildung 24: Handlungsfelder für das Energieleitbild Gemeinde Pfungen

Für den Energieplan sind folgende Leitsätze aus dem Handlungsfeld 3 relevant:

- Die gesamte Energieversorgung auf Gemeindegebiet umfassend Strom, Wärme/Kälte, Prozessenergie und Mobilität wird schrittweise auf 100% erneuerbare Energiequellen umgestellt.
- Wo immer möglich werden erneuerbare lokale Energiepotenziale genutzt.
- Die Gemeinde Pfungen fördert (bspw. durch Beratungsangebote) den Ausbau von erneuerbaren Energien (z.B. Zubau PV-Anlagen).

Und aus dem Handlungsfeld 5:

- Die Gemeinde Pfungen fördert Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Klimaschutz und nachhaltige Mobilität, indem sie auf regionale Zusammenarbeit und Kooperationen mit Unternehmen und Betrieben setzt. Zudem informiert und sensibilisiert sie die Bevölkerung zu energie- und klimapolitischen Themen.

Energie- und Klimaziele

Die Gemeinde Pfungen orientiert sich an der langfristigen Klimastrategie des Kantons Zürich und will bis 2040 das Netto-Null-Ziel anstreben und bis spätestens 2050 erreichen.

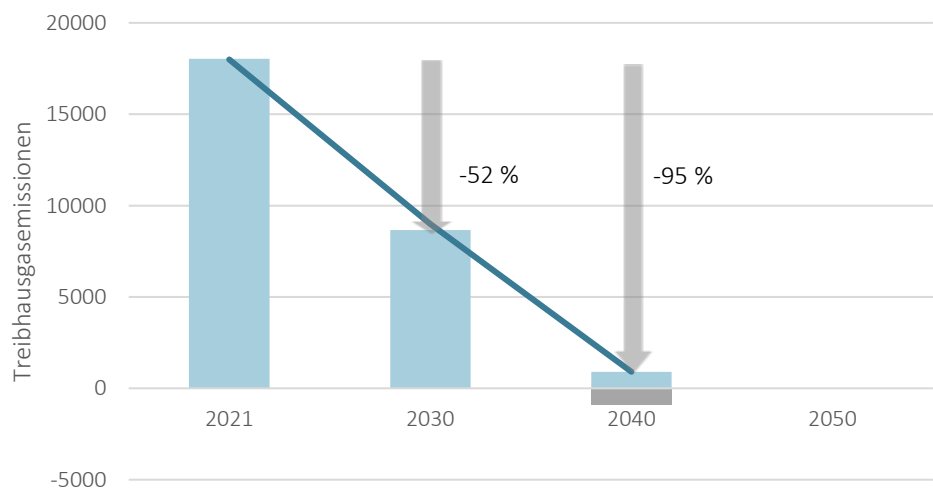


Abbildung 25: Zielpfad Gemeinde Pfungen, mit dem Ziel Netto-Null bis 2040 zu erreichen

In der Abbildung 25 ist ersichtlich, dass die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 52 % und bis 2040 um 95 % gegenüber 2021 reduziert werden sollen.

7.3 Zielpfad Wärme

Ziele Wärme

Für die Wärme bedeutet dies bis 2030 konkret, dass die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Referenzjahr 2019 um 65 % reduziert und langfristig bis 2040 so weit wie möglich vermieden werden, bzw. bis 2050 auf netto-null sinken müssen.

Im Bereich Industrie- und Gewerbe ist bis 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 20 % und bis 2040 um 75% zu erreichen.

Treibhausgase, welche nicht vollständig vermieden werden können, müssen dann mit geeigneten Technologien der Atmosphäre dauerhaft entzogen und gespeichert werden (4).

Für die Gemeinde Pfungen stehen die Basisdaten von 2019 nicht zur Verfügung, die Emissionen sind seither jedoch kaum gesunken.¹⁰ Somit werden die Werte von 2021 als Basiswerte verwendet. Damit ergibt sich – im Einklang mit dem übergeordneten kantonalen Ziel – folgender Zielpfad Wärme.

Die obigen Ziele sowie die vorhandenen Potenziale ergeben den folgenden Zielpfad, wobei sich die genaue Aufteilung zwischen erneuerbaren Energieträgern und der Fernwärme je nach Ergebnis der Machbarkeitsstudien auch noch verschieben kann (Abbildung 26). Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen Umweltwärme, Strom und Holz.

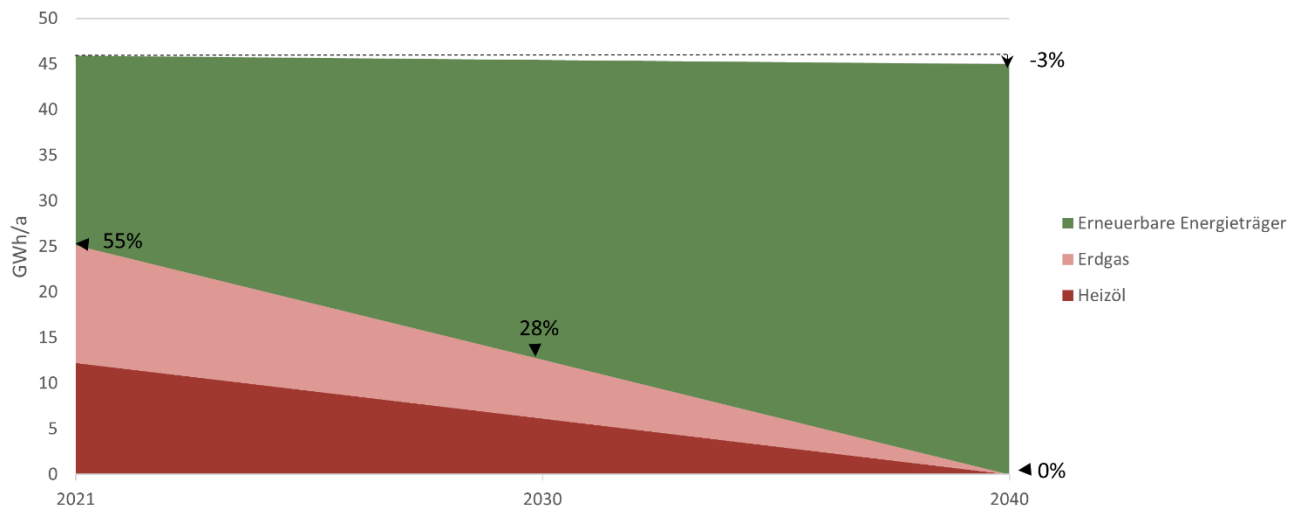


Abbildung 26: Zielpfad bis 2040 der Gemeinde Pfungen. (Quelle: PLANAR 2023)

¹⁰ Gemäss Zürcher Umweltpraxis (ZUP) Nr. 103 Juli 2022 weisen die kantonalen Werte nur einen geringen Rückgang der Emissionen aus.

8 Räumliche Festlegung

Der Energieplan legt Massnahmen zur Erreichung einer nachhaltigen Wärmeversorgung fest. Durch die Bezeichnung konkreter Versorgungsgebiete mit entsprechenden Umsetzungsmassnahmen wird die räumliche Koordination der Wärmeversorgung vorgenommen.

8.1 Vorgehen räumliche Festlegung

Methodik	Die räumliche Koordination von Siedlung und Wärmeversorgung erfolgt durch das Zusammenführen der erarbeiteten Informationen wie Wärmebedarfsdichte, räumlich-strukturelle Entwicklung sowie der örtlich oder regional verfügbaren Energiepotenziale. Dabei werden auch die räumliche Situation und die durch den Kanton vorgegebenen Planungsprioritäten berücksichtigt. Der Energieplan ist in Anhang F ersichtlich.
Planungsprioritäten	Im kantonalen Richtplan sind in Kapitel 5.4.1 zudem die Planungsprioritäten der einzelnen Energieträger vorgegeben (16). Die Prioritätenfolge berücksichtigt primär die Belange Wertigkeit, Ortsgebundenheit und Umweltverträglichkeit:
Auszug aus dem kantonalen Richtplan	<p>Für die Wärmeversorgung sind – unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit sowie der Versorgungs- und Betriebssicherheit – die bestehenden Wärmequellen auszuschöpfen sowie Wärmenetze zu verdichten. Dazu sind in kommunalen oder regionalen Energieplanungen Versorgungsgebiete gemäss nachstehender Reihenfolge auszuscheiden:</p> <p>Ortsgebundene hochwertige Abwärme</p> <p>Insbesondere Abwärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) und tiefer Geothermie und langfristig zur Verfügung stehende Industrieabwärme, die praktisch ohne Hilfsenergie direkt verteilt und genutzt werden kann.</p> <p>Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme</p> <p>Insbesondere Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sowie Wärme aus Gewässern.</p> <p>Leitungsgebundene Energieträger</p> <p>Gasversorgung oder Wärmenetze örtlich ungebundener Wärmequellen in bestehenden Absatzgebieten verdichten, sofern mittelfristig günstige Rahmenbedingungen dafür bestehen.</p> <p>Netzerweiterungen sowie neue zentrale Einrichtungen mit Wärmenetzen wie etwa Holzschnitzelfeuerungen, Vergärungsanlagen oder Anlagen zur Nutzung der tiefen Geothermie sind unter Berücksichtigung der bestehenden Wärmeversorgungen und eines wirtschaftlichen Betriebs zu planen (Absatzgebiete mit auch langfristig hoher Wärmedichte).</p> <p>Ausserhalb von Verbundlösungen ist für die Wärmeversorgung die dezentrale Nutzung örtlich ungebundener Umweltwärme aus untiefer Geothermie und Umgebungsluft sowie die Nutzung der Sonnenenergie anzustreben; die dezentrale Nutzung der Holzenergie ist für den Bedarf an hohen Temperaturen in Betracht zu ziehen.</p>
Räumliche Festlegung	Mit der räumlichen Koordination wurde das Siedlungsgebiet entsprechend dem kantonalen Geodatenmodell flächendeckend in zwei Versorgungsgebietstypen eingeteilt: Verbundgebiete und Eignungsgebiete. Flächendeckend werden zusätzlich Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht. Gegenwärtig wird für Pfungen parallel zur Energieplanung eine Gasstrategie erarbeitet. Das Gasnetz wird in Pfungen voraussichtlich für Raumwärme-

Anwendungen stillgelegt. Der Zeitpunkt ist Gegenstand der Gasstrategie und wird so bald als möglich kommuniziert. Für Prozessanwendungen wird die Stilllegung im Rahmen der Gasstrategie geprüft.

In **Verbundgebieten** wird Wärme und nach Bedarf auch Kälte in einem thermischen Netz geliefert. Die Verbundgebiete werden je nach Planungs- und Realisierungsstand in folgende Kategorien eingeteilt:

- In Betrieb: Gebiete mit bereits bestehenden Verbunden oder Verbunde
- In Planung: Gebiete, in welchen ein Verbund in Planung ist
- In Prüfung: Gebiete, welche aufgrund der Voraussetzungen für eine Versorgung im Verbund interessant sind und deren Machbarkeit daher weiter geprüft wird.

In den **Eignungsgebieten** sind Einzellösungen oder kleine Nahwärmeverbunde vorgesehen. Der primär zu nutzende Energieträger ist in der Energieplankarte festgehalten und richtet sich nach der Prioritätsreihenfolge gemäss Kantonalem Richtplan, Kapitel 5.4.1.

Ortsungebundene Massnahmen	Vier gebietsunabhängige flankierende Massnahmen unterstützen die räumliche Umsetzung der Energieplanung. Diese behandeln die Information und Beratung, die Vollzugs- und Wirkungskontrolle, die Gasstrategie und Zielnetzplanung sowie Übergangslösungen.
Massnahmenblätter	Jedes Versorgungsgebiet ist in einem Massnahmenblatt detailliert beschrieben. Im Wesentlichen geben sie Auskunft über den Gegenstand, die Zielsetzung, das Vorgehen und die massgeblichen Beteiligten. Die Massnahmenblätter zeigen auf, mit welchem Vorgehen die festgelegten Ziele pro Gebiet konkret erreicht werden können.
Zeithorizont und Nachführung	Als Planungs- und Handlungshorizont wird ein Zeitraum von 15 Jahren zugrunde gelegt (bis 2035). Längerfristig ausgerichtete Massnahmen sind infolge von nicht absehbaren wirtschaftlichen und technischen Veränderungen im Energiebereich nicht zweckmässig. Die Umsetzung der Massnahmen wird entsprechend der Dringlichkeit und Projektreife zeitlich in folgende Stufen eingeteilt: <ul style="list-style-type: none"> – Kurzfristig < 2 Jahre – Mittelfristig 2 bis 5 Jahre – Langfristig > 5 Jahre – Laufend Daueraufgabe
Gebietsabgrenzung / Abweichungen	In Bezug auf Anschlusspflichten und Fördergelder, die auf der Energieplanung beruhen, sind die Grenzen der festgelegten Gebiete in der Energieplankarte parzellenscharf. Interessenten für Wärmeverbunde, die an die Gebiete angrenzen, können jedoch in Abweichung zum Energieplan angeschlossen werden, wenn sie ein Angebot der Betreiberfirma erhalten und der Gemeinderat dem Vorgehen zustimmt. <p>Abweichungen von den räumlichen Festlegungen sind möglich, sofern keine Anschlusspflicht verfügt wird, wenn eine mindestens gleichwertige Lösung bezüglich effizienter Energienutzung und CO₂-Emissionen (Reduktion fossiler Energieträger) erreicht werden kann und wenn dies den Zielen der Energieplanung der Gemeinde Pfungen entspricht.</p>
Bemerkung zur Nutzung der Sonnenenergie	Die thermische Sonnenenergie und die Photovoltaik können jeweils in Kombination mit verschiedenen Hauptwärmeerzeugern eingesetzt werden.

Die thermische Sonnenenergie kann uneingeschränkt in Kombination mit verschiedenen Hauptwärmeerzeugern eingesetzt werden. Davon ausgenommen sind jedoch Wärmeverbundgebiete, da sie dort konkurrenzierend wirkt und so die Wirtschaftlichkeit der Verbunde beeinträchtigt (ausser die Nutzung der thermischen Sonnenenergie gehöre zum Versorgungskonzept des Verbundes). Wo eine thermische Nutzung der Sonnenenergie nicht möglich ist, soll die Fläche, wenn möglich, zur Solarstromproduktion genutzt werden.

8.2 Massnahmen

Massnahmen

Die Verbund- und Eignungsgebiete sowie die flankierenden Massnahmen der Gemeinde Pfungen werden in diesem Kapitel zusammengefasst. Die Massnahmenblätter mit detaillierter Beschreibung befinden sich im Anhang G. Die folgende Abbildung liefert einen Überblick über die Verbund- und Eignungsgebiete auf dem Gemeindegebiet.

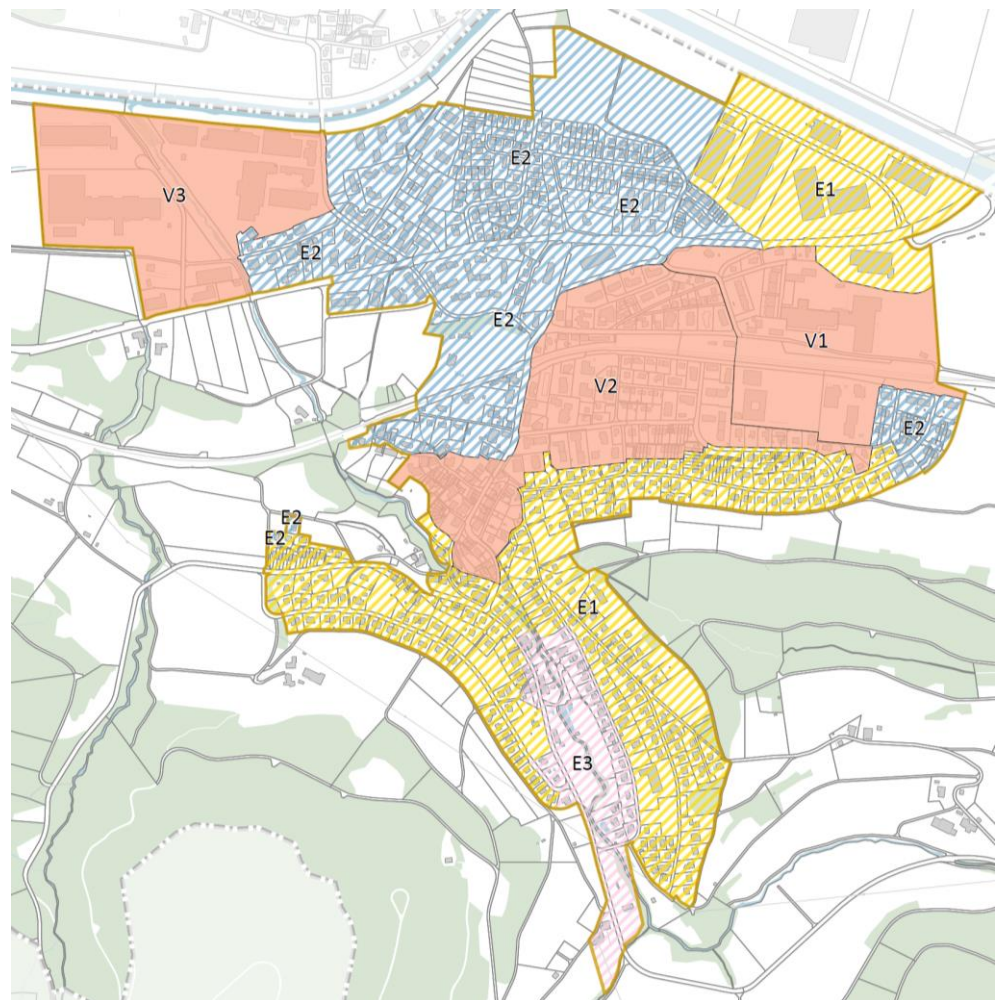


Abbildung 27: Ausschnitt aus dem Energieplan. (Quelle: PLANAR 2023)

8.2.1 Verbundgebiete

Um günstige Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb eines thermischen Netzes zu sichern, müssen bestehende Siedlungsgebiete einen künftigen jährlichen Wärmebedarf von mindestens 400 MWh pro Hektare aufweisen, allenfalls auch mit Bedarf an Kühlung. Im Folgenden wird für thermische Netze der Begriff Energieverbund verwendet, dabei wird die Option eines Kälteangebots nicht ausgeschlossen.

Der Kanton Zürich unterscheidet bei den kommunalen Energieplanungen drei Kategorien von Verbundgebieten; «In Betrieb», «In Planung» und «In Prüfung». In der Gemeinde Pfungen bestehen weder Verbundgebiete in Betrieb noch in Planung¹¹. In der vorliegenden Planung sind deshalb Verbundgebiete zur Prüfung aufgelistet.

Verbundgebiete in Prüfung

In Verbundgebieten in Prüfung sind günstige Voraussetzungen (wie Wärmebedarfsdichte und für das Gebiet gut geeigneter Energieträger) für Energie- und Wärmeverbunde vorhanden, es sind jedoch noch vertiefte Abklärungen zur Realisierbarkeit notwendig.

V1: Keller/Gemeinde

Das Gebiet der Keller AG Ziegeleien wird transformiert. Eine Grundwasser-Wärmenutzung des Ziegelei-Areals und auch der Schulanlage Breiteacker soll geprüft werden (Machbarkeitsstudie). Zudem ist eine Erweiterung ins Gebiet V2 aus Sicht der Gesamtgemeinde sehr zu empfehlen.

V2: Zentrum

Das Gebiet Hofackerstrasse / Dorfstrasse wird gemäss dem Raumentwicklungskonzept 2040 eine innere Verdichtung erfahren. Diese wird auch die Wärmebedarfsdichte zusätzlich erhöhen und so eine Verbundlösung, die bereits mit der heutigen Wärmebedarfsdichte möglich ist, zusätzlich begünstigen. Abklärungen bezüglich der Grundwasserwärmenutzung, möglicher Brunnen- und Zentralenstandorte sollten mit V1 koordiniert werden. Idealerweise entsteht ein thermisches Netz über beide Gebiete.

V3: Industrie/Gewerbe Neupfungen

In der Nähe des Industrie- und Gewerbegebiets Neupfungen wurden zwei Abwärmequellen verortet. Eine Abwärmequelle stellt die Firma Eskimo Textil AG dar, welche einen hohen Kältebedarf aufweist. Eine weitere Energiequelle ist die nahe gelegene ARA. Bei der ARA steht das gereinigte Abwasser zur Verfügung. Zudem stellt auch das Grundwasser ein möglicher Energieträger dar. Das Gebiet liegt über dem Töss-Grundwasserstrom.

Aus energieplanerischer Sicht besteht im Industrie-/Gewerbegebiet Neupfungen ggf. die Möglichkeit eines Anergienetzes, aus dem Wärme und Kälte bezogen resp. eingespeist werden kann, mit der ARA und der Eskimo Textil AG als Wärmelieferanten, die Eskimo Textil AG zudem als Kältekundin.

Im Zuge einer Machbarkeitsstudie sollen die Bedürfnisse der Eigentümer und möglichen Abwärmelieferanten erhoben werden.

¹¹ Ein Verbund gilt als „in Planung“, wenn bereits ein Betreiber gefunden und die konkrete Planung gestartet wurde.

8.2.2 Individuelle Versorgung

Eignungsgebiete

Zur individuellen Versorgung werden Eignungsgebiete bezeichnet, in denen sich ein bestimmter oder mehrere Energieträger für die Wärmeversorgung in geeigneter Weise nutzen lassen (aufgrund von Situation und Planungsprioritäten). Die Eignungsgebiete sind im Sinne einer Empfehlung zu verstehen, die Aussprache von Anschlussverfügungen ist in diesen Gebieten nicht vorgesehen.

E1 Erdwärme

In den Gebieten E1 sollen Erdwärmesonden in Einzelanlagen oder in Kleinverbunden zur Wärmeversorgung genutzt werden. In dichteren Gebieten (ca. ab 150 MWh/ha) empfiehlt sich eine Regeneration der Sonden im Sommer (über Freecooling oder Sonnenkollektoren). Als alternative Energieträger stehen (in dieser Prioritätsreihenfolge) Solarthermie, Umgebungsluft und Holz zur Verfügung. Holz sollte in kleinen Feuerungen nur verwendet werden, wenn die Nutzung der übrigen Wärmequellen aus gesetzlichen (z.B. aus Gründen des Lärmschutzes) oder technischen Gründen nicht möglich oder in hohem Grad unrentabel sind.

Idealerweise werden Wärmepumpen mit Solarstrom vom eigenen Dach betrieben.

E2 Grundwasser

In den Gebieten E2 empfiehlt sich eine Grundwasser Wärmenutzung. Um gegenseitige Beeinflussung durch Kältefahnen zu verhindern und zum Schutz der Grundwasserqualität, sollten Grundwassernutzungen aufgrund der minimalen Anlagegrößen der Baudirektion Zürich (100-150 kW) in privaten Nahwärmeverbunden erstellt werden.

Für Einzellösungen stehen im Gebiet E2 neben Grundwasser als alternative Energiequelle (in dieser Prioritätsreihenfolge) Solarthermie, Umgebungsluft und Holz zur Verfügung. Holz sollte in kleinen Feuerungen nur verwendet werden, wenn die Nutzung der übrigen Wärmequellen aus gesetzlichen oder technischen Gründen nicht möglich oder in hohem Grad unrentabel sind.

Idealerweise werden Wärmepumpen mit Solarstrom vom eigenen Dach betrieben.

E3 Solar und Umgebungsluft

Als erste Priorität sollte in E3-Gebieten die Nutzung von Solarenergie zur Heizungsunterstützung, ggf. in Kombination mit Umgebungsluft in Betracht gezogen werden. Sind Solaranlagen aus gesetzlichen (z.B. aus Gründen des Denkmalschutzes), baulichen (z.B. aus Gründen der Statik, Dachausrichtung etc.) oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, können in zweiter Priorität Wärmepumpen mit Umgebungsluft zur Wärmeversorgung genutzt werden. Holz sollte in kleinen Feuerungen nur verwendet werden, wenn die Nutzung der übrigen Wärmequellen aus gesetzlichen (z.B. aus Gründen des Lärmschutzes) oder technischen Gründen nicht möglich oder in hohem Grad unrentabel sind.

Idealerweise werden Wärmepumpen mit Solarstrom vom eigenen Dach betrieben.

8.2.3 Flankierende Massnahmen

Flankierende Massnahmen sind weitere Massnahmen, welche bei der Umsetzung der Energieplanung förderlich sind.

Anschlusspflicht

Gestützt auf § 295 des kantonalen Planungs- und Baugesetzes (PBG) und den Energieplan können in diesen Gebieten Anschlussverfügungen sowohl für Neu- und Umbauten als auch für bestehende Bauten erlassen werden. PGB § 295 Abs. 2: "Wenn eine öffentliche Fernwärmeversorgung lokale Abwärme oder erneuerbare Energien nutzt und die Wärme zu

technisch und wirtschaftlich gleichwertigen Bedingungen wie aus konventionellen Anlagen anbietet, kann der Staat oder die Gemein-den Grundeigentümer verpflichten, ihr Gebäude innert angemessener Frist an das Leitungsnetz anzuschliessen und Durchleitungsrechte zu gewähren." Eine Anschlusspflicht ist daher direkt via PBG möglich und eine Festlegung in der BZO ist nicht notwendig.

Folgende vier flankierenden Massnahmen wurden für Pfungen identifiziert.

M1 Information und Beratung	Für eine erfolgreiche Energiepolitik ist die Miteinbeziehung der Grundeigentümer unabdingbar. Die Grundeigentümer sollen zeitnah über die Energieplanung und deren Umsetzung informiert werden. Zudem ist es wichtig, die Grundeigentümer während der ganzen Umsetzung miteinzubinden. Des Weiteren soll laufend ein Informationsaustausch mit den Energieberatenden stattfinden.
M2 Vollzugs- und Wirkungskontrolle	<p>Für die Massnahmen ist eine jährliche Vollzugskontrolle vorzusehen. Dabei wird der aktuelle Umsetzungsstand in den Massnahmenblättern nachgeführt und der Arbeitsgruppe Energie und Klima vorgelegt (Ampelsystem).</p> <p>Die Wirkungskontrolle erfolgt mit dem Energie- und Klimakalkulator, der bereits für das Energieleitbild zum Einsatz kommt. So wird mindestens alle vier Jahre geprüft, ob der kommunale Wärmeverbrauch und die CO₂-Emissionen aus der Wärmeenergie auf dem Zielpfad mit dem beschlossenen Netto-Null-Ziel bis 2040 liegen. Die Resultate werden mindestens in der Arbeitsgruppe Energie und Klima und im Gemeinderat präsentiert.</p>
M3 Gasstrategie und Zielnetzplanung	Die Gasversorgung unterliegt grundsätzlich dem kantonalen Energiegesetz, das den fossilen Heizungsersatz (unter Ausnahmen) verbietet. PLANAR hat eine Entscheidungsgrundlage Gasstrategie für Pfungen erarbeitet, die im Anhang H ist.
M4 Übergangslösung	Das Angebot an Übergangslösungen für den Anschluss an thermische Netze sollen in Ausschreibungsunterlagen aufgenommen werden. Eine frühzeitige Kommunikation über die Energieplanung und die Gasstrategie und der möglichen Übergangslösungen ist wichtig, um die Anschlussdichte an die geplanten Verbunde möglichst hochzuhalten und individuelle erneuerbare Lösungen in Verbundgebieten zu vermeiden.

Literaturverzeichnis

1. **Bundesamt für Energie BFE.** *Energieperspektiven 2050+*. Bern : s.n., 2020.
2. **BFE.** *Energieperspektiven 2050+*. Bern : Bundesamt für Energie, 2020.
3. **Kanton Zürich, Baudirektion.** *Energiegesetz (EnerG): Die wichtigsten Neuerungen.* 2020.
4. **Kanton Zürich.** Langfristige Klimastrategie. [Online] 2022. [Zitat vom: 19. 02 2023.] <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/klima/langfristige-klimastrategie.html>.
5. **Kanton Zürich Regierungsrat.** *Energiestrategie und Energieplanung 2022.* Zürich : Baudirektion Kanton Zürich, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, 2022.
6. **Bundesamt für Statistik.** Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige (NOGA). [Online] [Zitat vom: 01. 09 23.] <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/industriedienstleistungen/nomenklaturen/noga.html>.
7. **Bundesamt für Statistik;** Statistik der Unternehmensstruktur STATENT 2020. [Online] 2020. [Zitat vom: 01. 09 23.] <https://www.bfs.admin.ch/news/de/2022-0427>.
8. **EnergieSchweiz.** *Werkzeugkoffer Räumliche Energieplanung.* s.l. : EnergieSchweiz für Gemeinden, 2019.
9. **Koch, M., Nietlisbach, A., Känel, B., ... & Müller, E.** *Heizen und Kühlen mit Abwasser— Leitfaden für die Planung, Bewilligung und Realisierung von Anlagen zur Abwasserenergienutzung.* s.l. : Baudirektion Kanton Zürich, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich, 2010.
10. **AWEL, Fachstelle Energie Stadt Zürich, Departement der industriellen Betriebe, Energiebeauftragte Stadt Zürich.** *Potenzial Energieholz Kanton & Stadt Zürich.* 2023.
11. **Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.** *Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung.* 2017.
12. **AWEL Abteilung Wasserbau.** *Positivplanung Kleinwasserkraftwerke - Erläuterungsbericht.* Zürich : Baudirektion Kanton Zürich, AWEL Abteilung Wasserbau, 2013.
13. **Regionalplanung Winterthur und Umgebung.** *Regionaler Richtplan Winterthur und Umgebung, Stand 17. November 2021.* s.l. : Kanton Zürich, 2021.
14. **Zürich, Statistisches Amt Kanton.** Gemeindeporträt. [Online] 2023. <https://www.zh.ch/de/politik-staat/gemeinden/gemeindeportraet.html>.
15. **Gemeinde Pfungen.** *Raumentwicklungskonzept 2040, Grundlagen- und Analysebericht.* Stand 06. Juni 2023.

Glossar

2'000 Watt	Kontinuierliche Leistung von 40 Glühbirnen (à 50 Watt). Dieses Leistungsmass entspricht einem Energieverbrauch von 17'500 kWh pro Jahr (bei 8'760 Volllaststunden pro Jahr).
2'0000-Watt-Gesellschaft	Das Modell der 2'000-Watt-Gesellschaft sieht eine kontinuierliche Absenkung des Energiebedarfs auf 2'000 Watt vor. Dadurch soll auch das langfristige Ziel der Schweizer Klimapolitik, die 1-Tonne-CO ₂ -Gesellschaft, erreicht und der heutige CO ₂ -Ausstoss um den Faktor 9 reduziert werden. So wird der Temperaturanstieg gegenüber dem vorindustriellen Stand auf 2 °C stabilisiert und eine nachhaltige Schädigung des Ökosystems verhindert.
Absenkpfad	Definition eines individuellen Zielpfades, wobei der Energieverbrauch abgesenkt werden soll.
Blockheizkraftwerk (BHKW)	Ein Blockheizkraftwerk ist eine modular aufgebaute Wärmekraftkopplungsanlage zur Strom- und Wärmeproduktion, die vorzugsweise an einem Ort mit steter Wärme-nachfrage betrieben wird.
Carbon Capture and Storage (CCS)	Die Technologie Carbon Capture and Storage (CCS) beschreibt die Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoff bzw. Kohlendioxid im Untergrund.
Contracting	Unter Contracting wird hier die Übertragung einer Versorgungsaufgabe auf ein Dienstleistungsunternehmen, z.B. Energieversorger (Contractor), verstanden. In dieser Anwendungsform bezieht sich der Begriff auf die Bereitstellung bzw. Lieferung von Wärme, Kälte oder Strom sowie den Betrieb der dazu notwendigen Anlagen.
CO ₂	Kohlendioxid. Dieses Treibhausgas entsteht z.B. bei der Verbrennung von Heizöl und Erdgas.
CO ₂ -Äquivalente (CO ₂ -eq.)	Mit dem jeweiligen Treibhauspotenzial gewichtete Summe der verschiedenen Treibhausgase (z.B. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O etc.)
Energiekennzahl	Dieser Kennwert gibt den Energiebedarf für Raumwärme und Brauchwarmwasser in kWh pro Jahr und m ² beheizte Geschossfläche an.
Endenergie	Endenergie ist die Energie, die dem Verbraucher direkt zur Verfügung steht, d. h. nach Abzug von Transport und Umwandlungsverlusten. Der Begriff Endenergie umfasst die kommerziell gehandelten Energieträger wie Heizöl, Erdgas, Strom, Benzin, Diesel, Holzbrennstoffe oder Fernwärme.
Energieträger	Mit dem Ausdruck "Energieträger" werden Rohstoffe oder Stoffe bezeichnet, die in chemischer oder nuklearer Form Energie speichern und daher für die Energiegewinnung nutzbar gemacht werden können.
Energieverbund	Ein Energieverbund liefert neben Wärme auch Kälte (teilweise auch Anergienetz genannt).
Gigawattstunde (GWh)	Einheit für die Energie. Bei der Angabe von grossen Energiemengen wird der Vorsatz Giga (G) für eine Milliarde verwendet, um handlichere Zahlenwerte zu erhalten. 1 Gigawattstunde sind 1'000 Megawattstunden (MWh)

Heizgradtage	Die Klimakorrektur wird vorgenommen, um den Einfluss unterschiedlicher kalter Winter so weit wie möglich zu minimieren. Massstab für die Klimakorrektur sind die Heizgradtage. Sie ergeben sich aus der Summe der täglichen Abweichungen der mittleren Aussentemperatur von der Raumtemperatur von 20 °C, und zwar an jenen Tagen, an denen die mittlere Aussentemperatur 12 °C oder weniger beträgt.
Heizöläquivalent	Als Heizöläquivalent bezeichnet man die Heizölmenge, die den gleichen vorgegebenen Heizwert hat. 1 Liter Heizöl entspricht einem Heizwert von 10 kWh.
Jahresarbeitszahl	Die Jahresarbeitszahl ist das Mass für die Effizienz einer Wärmepumpenanlage. Sie sagt aus, wie viel Heizungswärme im Verhältnis zum eingesetzten Strom in einem Jahr erzeugt wurde.
Komfortwärme	Raumwärme und Wärme für Warmwasserbereitstellung.
Kilowatt (kW)	Einheit für die Leistung. Die Heizungsanlage eines Einfamilienhauses hat zwischen 10 und 20 kW Heizleistung. Damit werden jährlich zwischen 20'000 und 40'000 kWh Heizwärme (Energie) erzeugt.
Kilowattstunden (kWh)	Einheit für die Energie. 1'000 Kilowattstunden ergeben 1 Megawattstunde (MWh).
Kilowatt Peak (kWp)	Eine Masseinheit für die installierte Leistung von Photovoltaikmodulen. Diese wird verwendet, um die maximale Leistung eines Solarmoduls unter standardisierten Testbedingungen auszudrücken, d. h. es handelt sich um einen theoretischen Wert der unter realen Bedingungen (Ausrichtung, Neigung, Verschattung, etc.) variieren kann. Die kWp-Angabe dient auch als Referenzwert um verschiedene Solarmodule miteinander vergleichen zu können. Als Faustregel kann man sagen, dass ein kWp Solarmodul im Lauf eines Jahres ca. 1'000 kWh an elektrischer Energie erzeugen kann.
Minergie®	Minergie ist ein Baustandard in sechs verschiedenen Ausführungen. Minergie ist der Basis-Standard, Minergie-P entspricht einem Passivhaus, welches nur geringe Mengen externe Energie benötigt und Minergie-A entspricht einem Nullenergiehaus. Sämtliche Standards können auch mit dem Zusatz -Eco kombiniert werden, bei welchem auch bauökologische und gesundheitliche Aspekte berücksichtigt werden. (weitere Informationen www.minergie.ch)
Mono- und bivalente Systeme	Muss ein einzelnes System in allen möglichen Betriebszuständen die erforderliche Heizleistung erbringen, spricht man von monovalenten Systemen. Bei bivalenten Systemen werden zusätzliche Erzeuger zur Abdeckung der Spitzenlasten alternativ oder parallel zugeschaltet.
Megawattstunden (MWh)	Einheit für die Energie. Bei der Angabe von grossen Energiemengen wird der Vorsatz Mega (M) für eine Million verwendet, um handlichere Zahlenwerte zu erhalten. 1 Megawattstunde sind 1'000 Kilowattstunden (kWh)
Primärenergie	Unter Primärenergie versteht man die primär aus Energiequellen verfügbare Energie (z.B. Brennwert von Kohle). Im Primärenergieverbrauch werden eventuelle Umwandlungs- oder Übertragungsverluste der vom Verbraucher nutzbaren Energiemenge berücksichtigt.
Primärenergiefaktoren	Faktoren, welche die erforderliche Primärenergiemenge bestimmen, um dem Verbraucher eine bestimmte Endenergiemenge zuzuführen. Diese Faktoren berücksichtigen die zusätzlich erforderliche Energie für Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der Endenergie.
Prozesswärme	Wärme, welche für technische Prozesse und Verfahren benötigt wird.

Solarthermie	Als Solarthermie wird die Umwandlung der Sonnenenergie in nutzbare thermische Energie bezeichnet (z.B. solare Erzeugung von Warmwasser).
Spitzenkessel / -deckung	Diese Heizungsanlage wird so dimensioniert, dass damit nur Bedarfsspitzen gedeckt werden. Die Basis-Wärmebereitstellung wird mit einem anderen Energieträger erzeugt (bivalente Systeme).
Treibhausgase	Treibhausgase tragen zum Klimawandel bei. Die häufigsten durch den Menschen ausgestossenen Treibhausgase sind Kohlendioxid (Verbrennungen in Heizung und Motoren) und Methan (Landwirtschaft). Die Treibhausgas-Emissionen werden meist in CO ₂ -Äquivalenten angegeben.
Volllaststunden	Die Volllaststunden geben an, wie viele Stunden die Anlage laufen würde, um die Jahresenergieproduktion zu erreichen, wenn sie nur unter Volllast laufen und sonst stillstehen würde.
Vorlauftemperatur	In der Heizungstechnik ist die Vorlauftemperatur die Temperatur des wärmeübertragenden Mediums (z.B. Wasser) nach dem Erhitzen durch eine Wärmequelle (z.B. Solarkollektor, Gasheizung), dass in das Verteilersystem (z.B. Rohrleitung) geleitet wird.
Wärmebedarfsdichte	Diese Grösse sagt aus, wie hoch der Wärmebedarf pro Einheit Siedlungsgebiet ist, bspw. in Megawattstunden pro Jahr und Hektar (MWh/(a ha)).
Wärmeerkopplung (WKK)	In Wärmeerkopplungsanlagen werden fossile Brennstoffe oder Biomasse in hochwertige Elektrizität und Nutzwärme umgewandelt. Dabei entsteht mittel- bis hochwertige nutzbare Abwärme. WKK-Anlagen sind unter voller Nutzung der entstehenden Abwärme zu betreiben (wärmegeführt).

Abkürzungen

a	Abkürzung für Jahr (von lat. anno)
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich
BHKW	Blockheizkraftwerk
BZO	Bau- und Zonenordnung
GWh	Gigawattstunde
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister (geführt durch die Gemeinden)
Ha	Hektare (10'000 m ²)
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWp	Kilowatt Peak
MWh	Metawattstunde
REK	Raumentwicklungskonzept
STATENT	Statistik der Unternehmensstruktur (erstellt durch das Bundesamt für Statistik)

Anhänge

A Wärmebedarfsdichte 2020

B Wärmebedarfsdichte 2030

C Wärmebedarfsdichte 2040

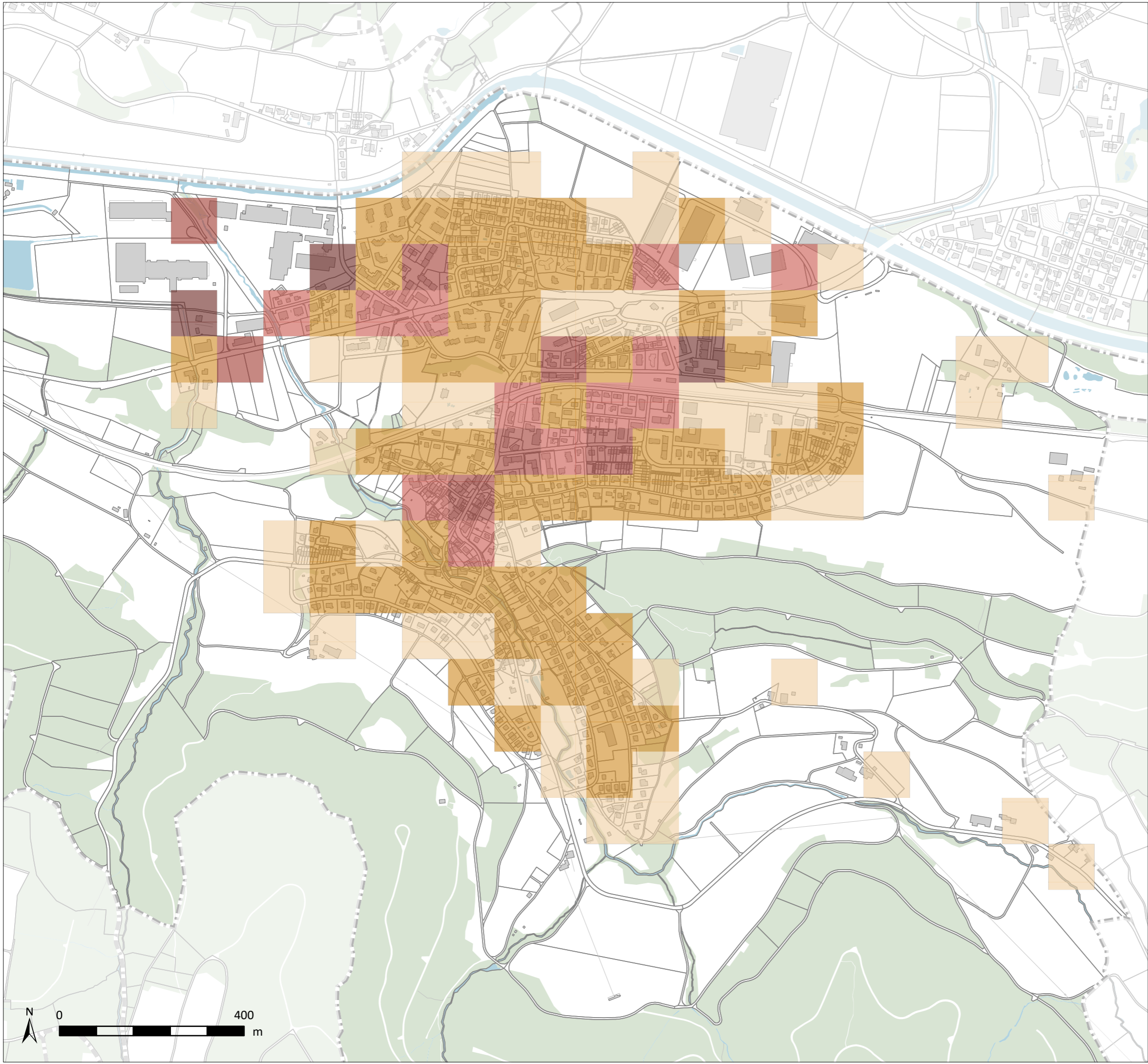
D Kälteaffine Nutzungen

E Energiepotenzialplan

F Energieplankarte

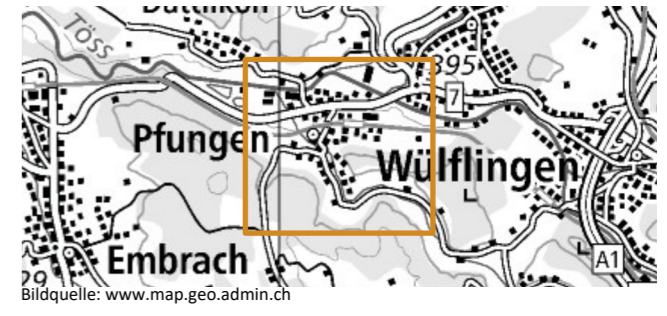
G Massnahmenblätter

H Entscheidungsgrundlage Gasstrategie



Energieplanung Gemeinde Pfungen
Wärmebedarfsdichte Total 2020

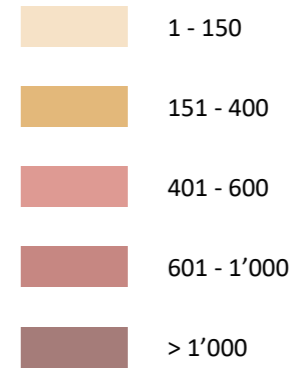
1:8'000



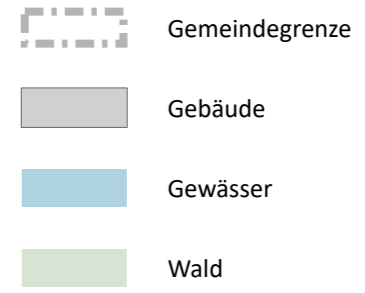
PLANAR
RAUMENTWICKLUNG

Projekt: PFU.03
Datum: 09.11.2023
Erstellt / Geprüft: MS / RG
Grundlage: AV-Daten: März 2023
Datei: EMOD2 - Hektarraster

Wärmebedarfsdichte pro Hektare in MWh/a



Orientierungsinhalt



Energieplanung Gemeinde Pfungen
Wärmebedarfsdichte Total 2030

1:8'000

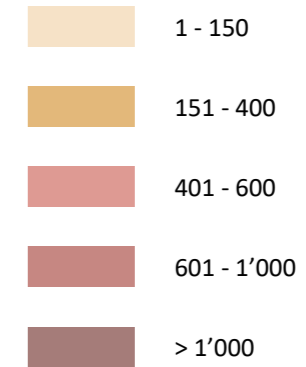


Bildquelle: www.map.geö.admin.ch

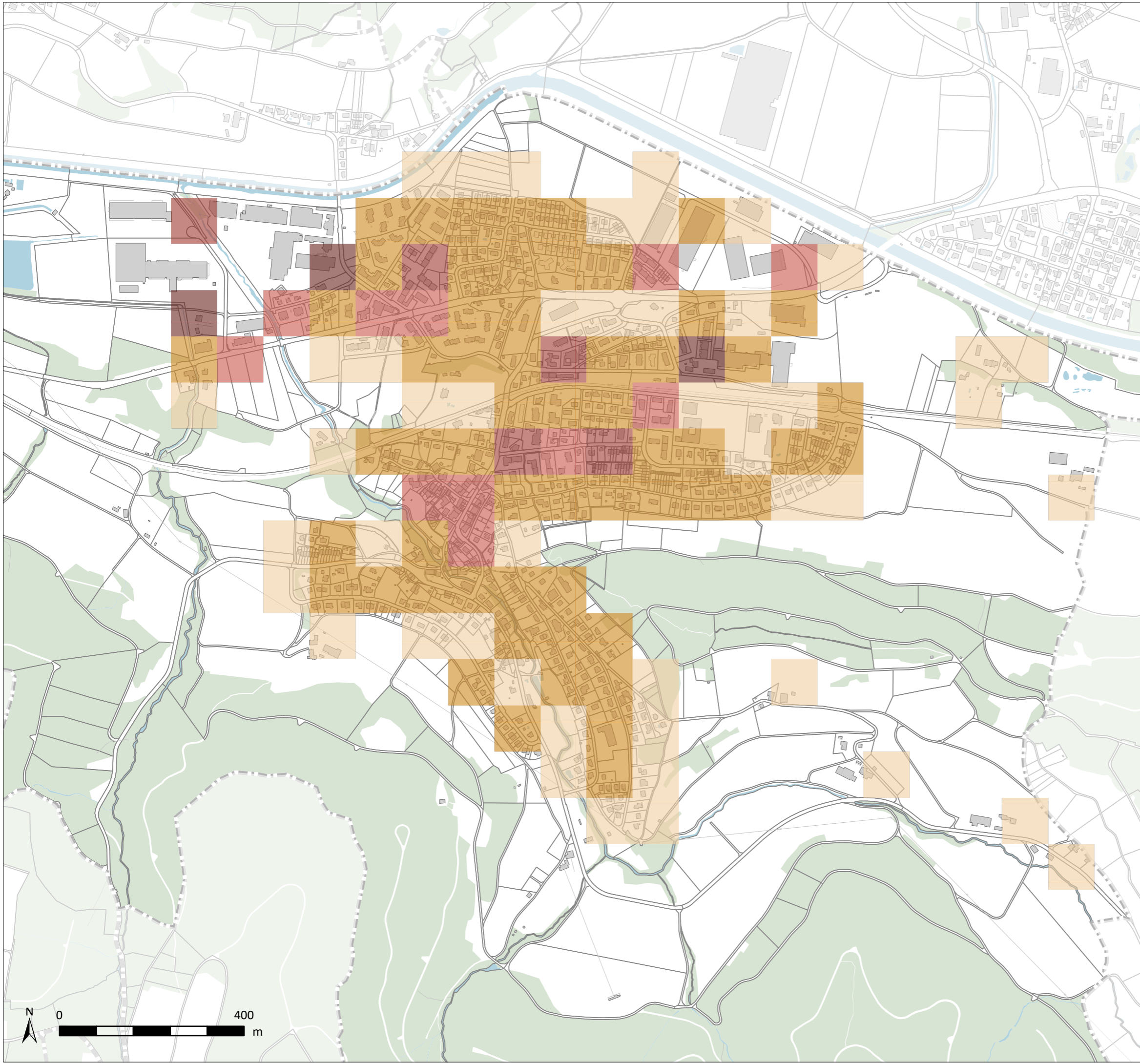
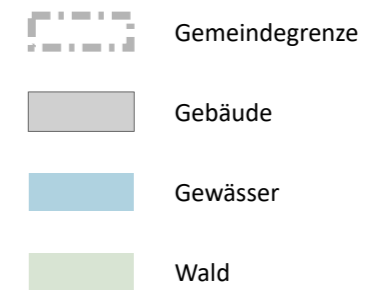
Projekt: PFU.03
Datum: 09.11.2023
Erstellt / Geprüft: MS / RG
Grundlage: AV-Daten: März 2023
Datei: EMOD2 - Hektarraster

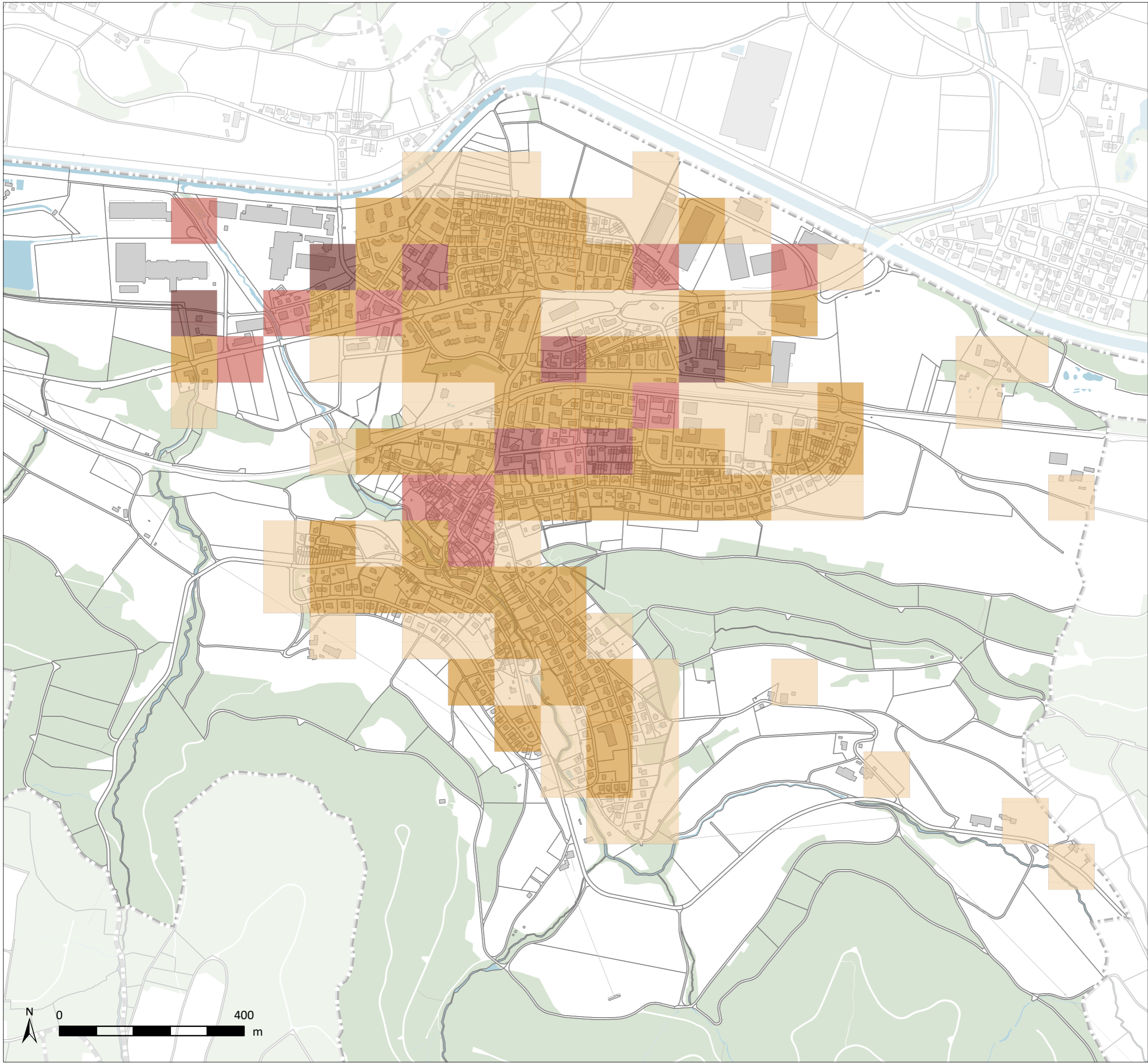
PLANAR
RAUMENTWICKLUNG

Wärmebedarfsdichte pro Hektare in MWh/a



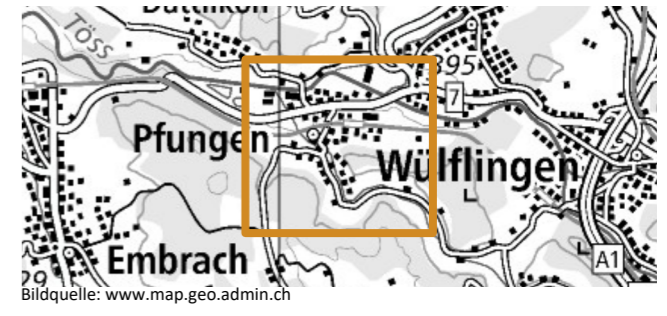
Orientierungsinhalt





Energieplanung Gemeinde Pfungen
Wärmebedarfsdichte Total 2040

1:8'000



Bildquelle: www.map.ge0.admin.ch

PLANAR
RAUMENTWICKLUNG

Projekt: PFU.03
Datum: 09.11.2023
Erstellt / Geprüft: XY / XY
Grundlage: AV-Daten: März 2023
Datei: EMOD2 - Hektarraster

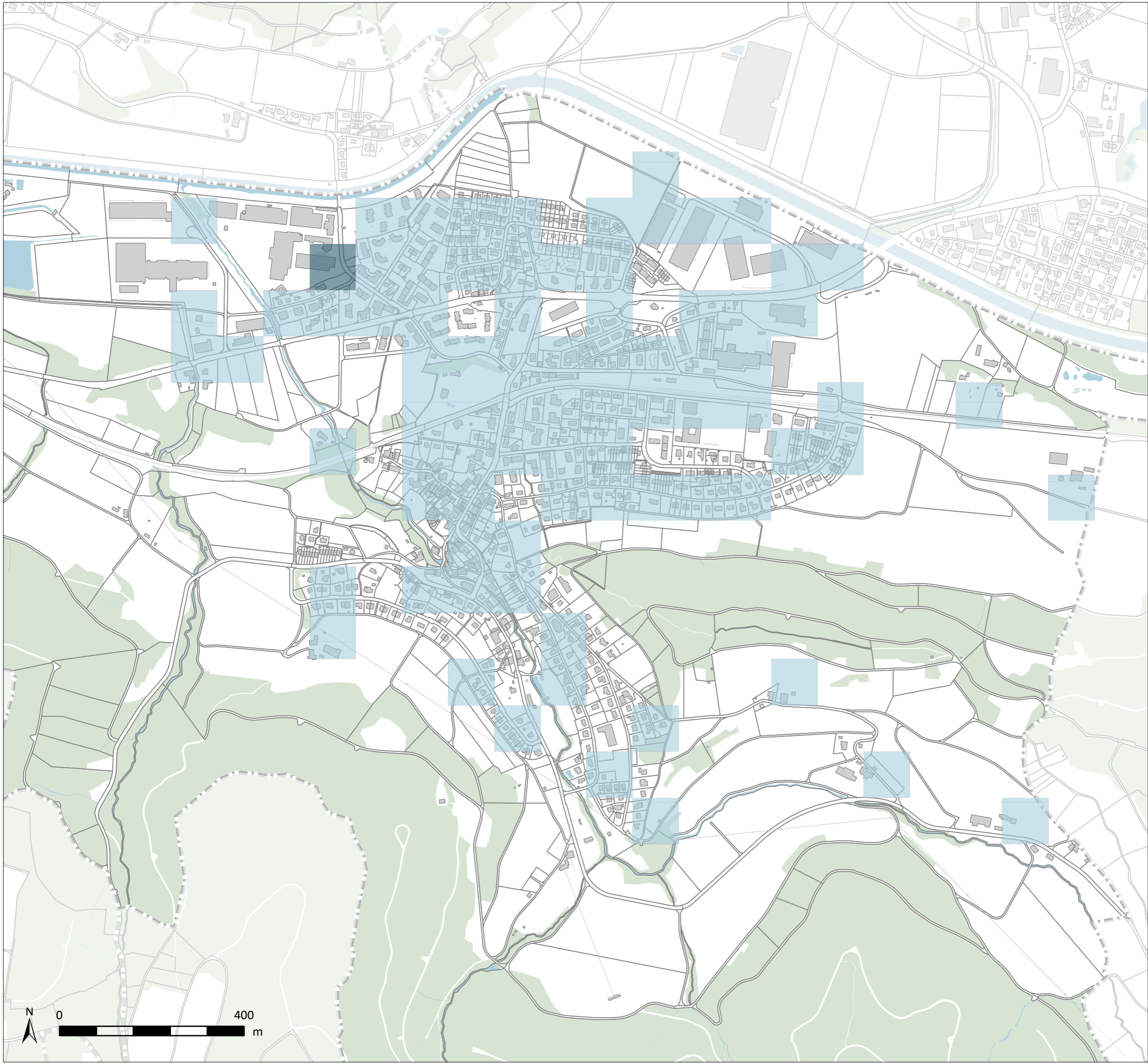
Wärmebedarfsdichte pro Hektare in MWh/a

- 1 - 150
- 151 - 400
- 401 - 600
- 601 - 1'000
- > 1'000

Orientierungsinhalt

- Gemeindegrenze
- Gebäude
- Gewässer
- Wald





Energieplanung Gemeinde Pfungen
Kälteaffine Nutzungen 2020

1:8'000



Bildquelle: www.map.geö.admin.ch



Projekt: PFU.03
Datum: 09.11.2023
Erstellt / Geprüft: MS / RG
Grundlage: AV-Daten: März 2023
Datei: EMOD2 - Hektarraster

Geschätzter Kältebedarf

- gering
- mittel
- gross
- sehr gross

Orientierungsinhalt

- Gemeindegrenze
- Gebäude
- Gewässer
- Wald



Potenzialplan Gemeinde Pfungen
Grundwasser- und Erdwärmennutzung Pfungen

1:11'000



Bildquelle: www.map.geo.admin.ch

Projekt: PFU.03
Datum: 28.02.2024
Erstellt / Geprüft: FM / RG
Grundlage: AV-Daten: Dezember 2023
Datei: PFU03_PLA_Energieplanung

PLANAR
RAUMENTWICKLUNG

Gebiet gemäss Grundwasserkarte	Gewässer-schutzbereich, Grundwasser-schutzzone	Zone	Erdwärme-sonden	Thermoaktive Elemente (Energiepfähle, Bödenplatten, usw.)	Erdregister, Energiekörbe mit flüssigen Wärmeträgern	Erdregister, Energiekörbe mit Luft	Grundwasser-Wärmennutzung
Schotter-Grundwasservorkommen, geeignet für Trinkwassergewinnung	S	A	-	-(a)	-(a)	-(a)	-
Schotter-Grundwasservorkommen, ungeeignet für Trinkwassergewinnung	Au	B	-	+(b)	+(b)	+(d)	+(e)
Quellwassergebiete geeignet für Trinkwassergewinnung	Au	C	+(c)	+(b)	+(b)	+	+(f)
Ausserhalb nutzbarer Grundwasservorkommen	i.d.R. Au	D	+	+(b)	+(b)	+	+(f)
	Au	E	+(c)	+(b)	+(b)	+(d)	+(e)
	i.d.R. üB	F	+	+	+	+	+(g)

- nicht zulässig
+ grundsätzlich zulässig
a Anlagen in Schutzzone S3 und künftigen S3 in Schutzarealen zulässig, wenn Untertage Anlage mind. 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HWL, nur Wasser oder Luft als Wärmeträger, keine Druckveränderungen
b Die Untertage der Anlage muss mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HWL liegen
c i.d.R. mit Anlagen zum Schutz des Grundwasserleiters (z.B. Verrohrung, Abdichtung, Toleranzgrenze)
d Die Untertage der Anlage muss über dem mittleren Grundwasserspiegel MW liegen
e Mindest-Anlagenhöhe: Kabelleitung 150 MW bis 100 MW bei Minus, übrige Bewältigungskriterien gemäss Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser" vom Juni 2010 des AWEL (Energie aus Grundwasser)
f Mindest-Anlagenhöhe: Kabelleitung 50 MW, übrige Bewältigungskriterien gemäss Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser" vom Juni 2010 des AWEL (Energie aus Grundwasser)
g Kriterien zulässig: Grundwasser-Wärmennutzung i.d.R. aus hydrogeolog. Gründen nicht möglich, übrige Bewältigungskriterien gemäss Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser" vom Juni 2010 des AWEL (Energie aus Grundwasser)

Weitere Bewältigungskriterien in der Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser" vom Juni 2010 des AWEL (Energie aus Grundwasser)

Quellfassungen

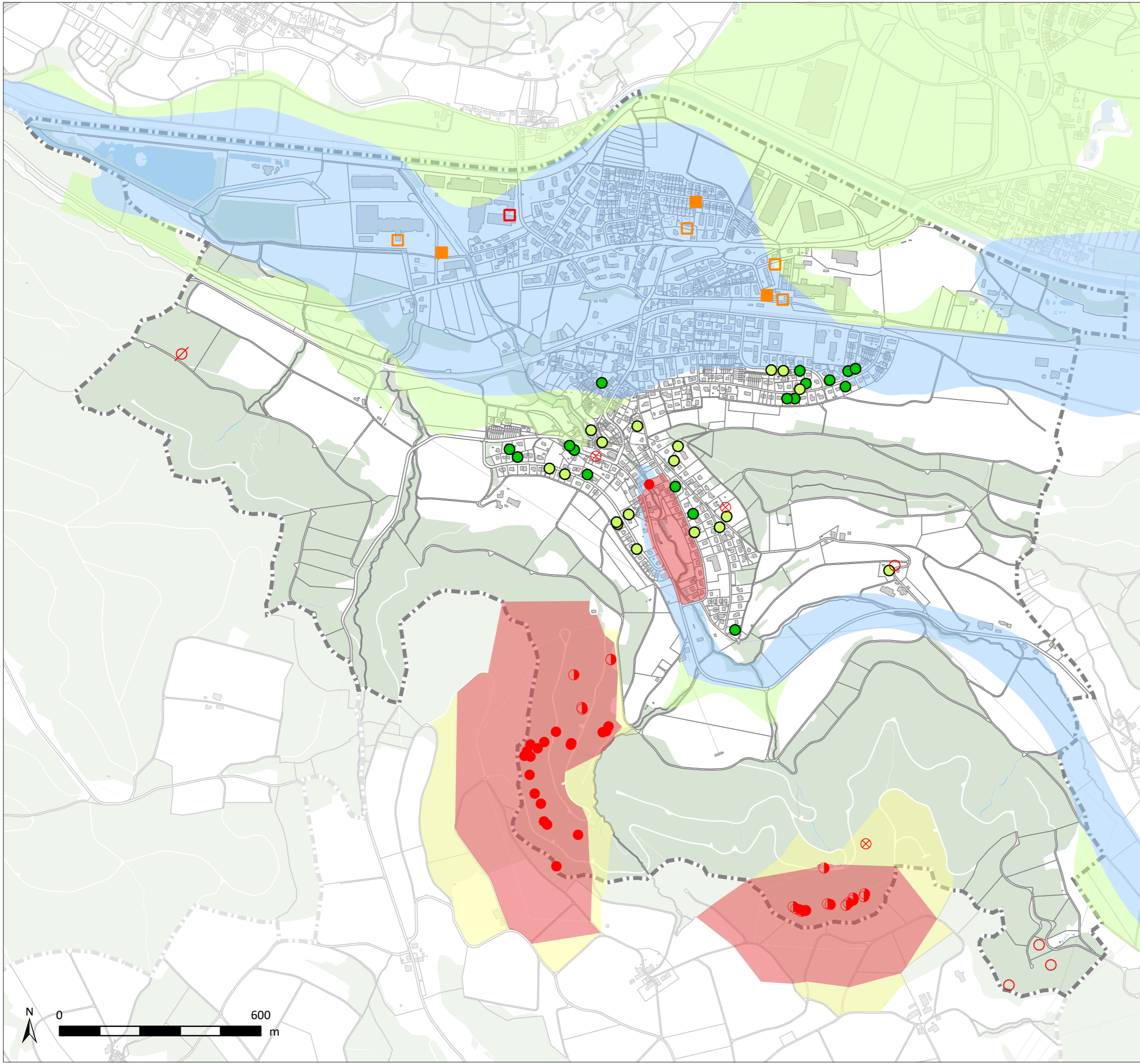
- Quellfassung mit Ertrag <= 30 l/min
- Quellfassung mit Ertrag 30 - 300 l/min
- Quellfassung mit Ertrag 300 - 3000 l/min
- Quellfassung ohne Ertragsangabe
- Quellfassung ungenutzt

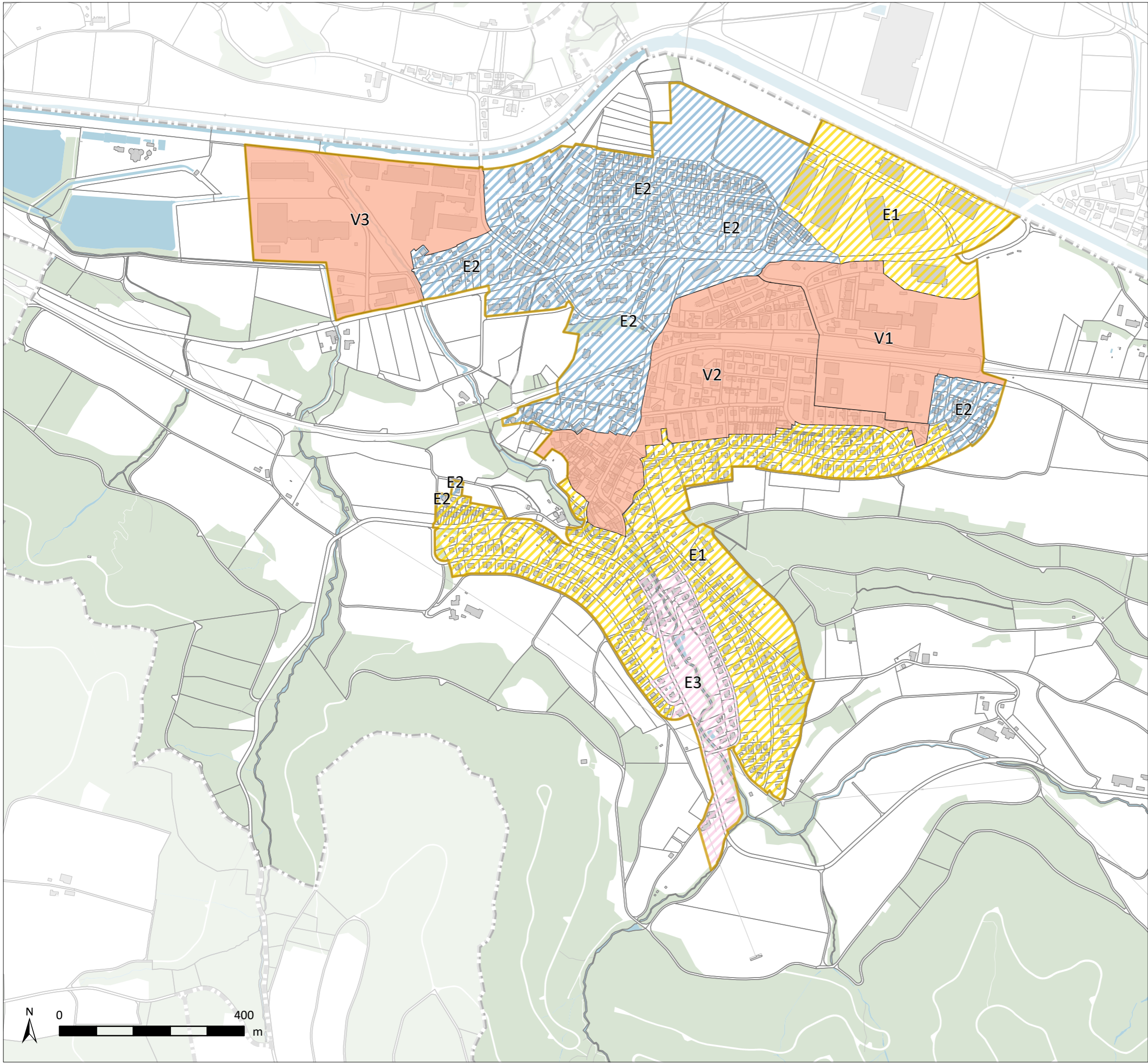
Grundwasserfassungen

- Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversickerung, Sickergalerie
- Grundwasserfassung aufgehoben
- Grundwasserfassung mit Ertrag 300 - 3000 l/min

Erdsonden bestehend

- mit Bohrprofil
- ohne Bohrprofil





Energieplan Gemeinde Pfungen



PLANAR
RAUMENTWICKLUNG

Projekt: PFU.03
Datum: 28.02.2024
Erstellt / Geprüft: AC / MS
Grundlage: AV-Daten: Dezember 2023
Datei: PFU03_PLA_Energieplanung

Genehmigungsinhalt (Festlegungen)

Verbundgebiet
 in Prüfung

Gasgebiet
 Stilllegung

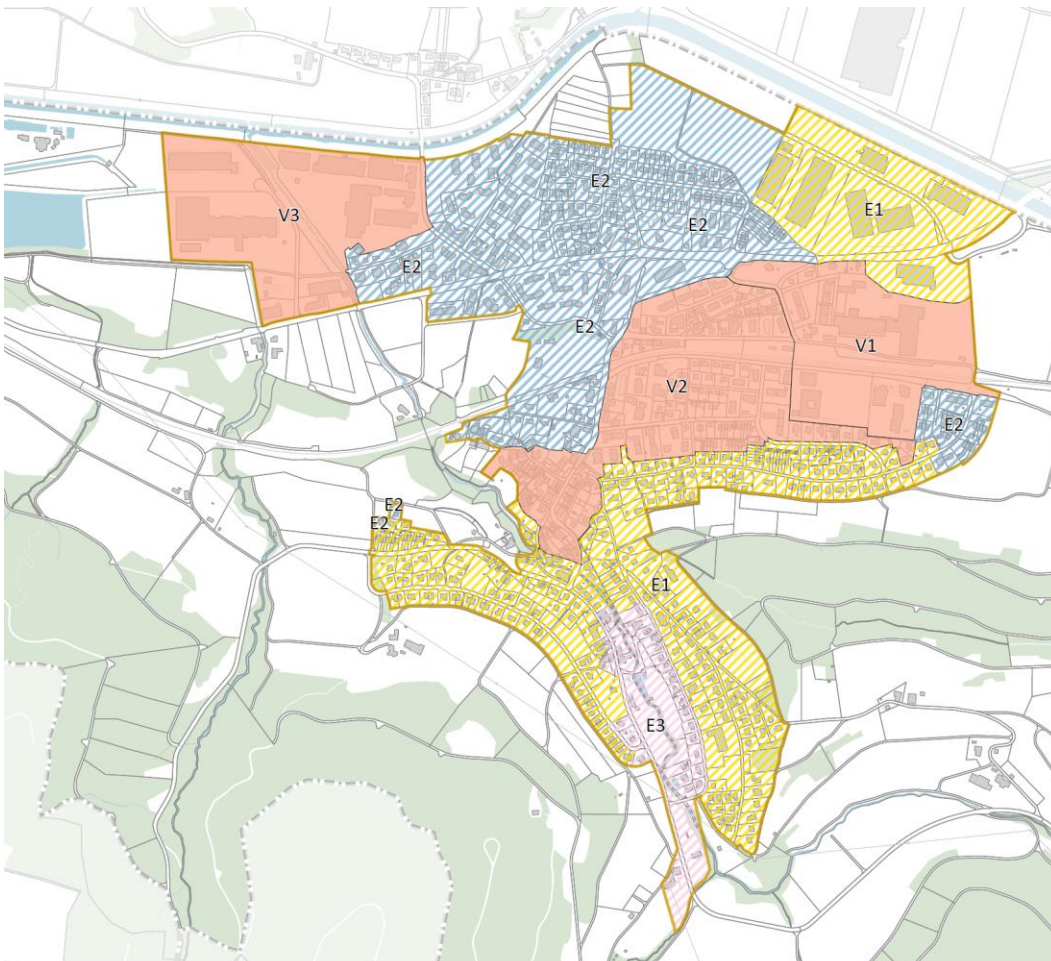
Orientierungsinhalt (Empfehlungen)

Eignungsgebiet
 Wasser
 Erdwärme
 Luft



Energieplanung Pfungen

Massnahmenkatalog



Anmerkungen zu den Massnahmenblätter

Die Umsetzung der Massnahmen wird entsprechend der Dringlichkeit und Projektreife in folgende Zeitstufen eingeteilt:

Kurzfristig	< 2 Jahre
Mittelfristig	2 bis 5 Jahre
Längerfristig	> 5 Jahre
Laufend	Daueraufgabe

Hinweis:

Die als Verbundgebiet ausgewiesenen Siedlungsflächen zeigen einen erwünschten Zielzustand mit den dafür geeigneten Energieträgern auf. In diesen Gebieten sind Einzellösungen mit erneuerbaren Energieträgern nach wie vor zulässig. Um die Wirtschaftlichkeit des Verbundes zu gewährleisten ist allerdings eine möglichst hohe Anschlussdichte zu erreichen. Dafür sind durch den Energieversorger innerhalb der Verbundgebiete bis zu einem möglichen Anschluss an einen in Planung oder in Erweiterung befindlichen Wärmeverbund geeignete Übergangslösungen sicherzustellen.

Inhaltsverzeichnis

Anmerkungen zu den Massnahmenblätter	2
1 Verbundgebiete	4
V1 in Prüfung: Keller/Gemeinde	4
V2 in Prüfung: Zentrum	6
V3 in Prüfung: Industrie/Gewerbe Neupfungen	8
2 Eignungsgebiete	10
E1 Erdwärme	10
E2 Grundwasser	12
E3 Solar und Umgebungsluft	14
3 Flankierende Massnahmen	16
M1 Information und Beratung	16
M2 Vollzugs- und Wirkungskontrolle	17
M3 Gasstrategie und Zielnetzplanung	18
M4 Übergangslösung	20

1 Verbundgebiete

V1 in Prüfung: Keller AG Ziegeleien/Gemeinde			
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR		
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch	☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Umstellung auf 100 % erneuerbare Energieträger – Effiziente Wärme- und Kälteversorgung im Verbund – Nutzung lokaler und regionaler Energiepotenziale – Standorte für Energiezentralen suchen und sichern 		
Aktuelle Energieträger	– Einzellösungen, vorwiegend Gas und Heizöl		
Vorgesehene Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> – Grundwasser – Umgebungsluft oder thermische Solarenergie – Holz in Kombination mit thermischer Solarenergie 		
Status Verbund	<input type="checkbox"/> In Betrieb <input type="checkbox"/> In Planung <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung		
Entwicklung Gasversorgung	<input type="checkbox"/> Fortbestand <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung <input type="checkbox"/> Stilllegung		
Ausgangslage	<p>Das Gebiet der Keller AG Ziegeleien wird transformiert. Dazu sind erste Überlegungen zu einer Grundwasser-Wärmenutzung vorhanden. Die Nutzung im thermischen Netz soll neben dem Ziegelei-Areal auch die Schulanlage Breiteacker umfassen.</p> <p>Es besteht bereits eine Grundwasser-Wärmenutzung bei der Ziegeleistrasse/Bahnhofstrasse/Riedackerstrasse (Grundwasserrecht i 01-0058, Konzessionierte Menge 1'065 l/min), deren Nutzung ggf. zu prüfen ist.</p>		
Massnahmenbeschrieb	Möglichkeiten zur Versorgung eines grösseren Gebietes (Erweiterung in Gebiet V2) ist mit den aktuellen Projektträgern (Keller AG Ziegeleien) zu besprechen. Anschliessend ist eine ggf. gemeinsame Machbarkeitsstudie (Gemeinde und Keller AG Ziegeleien) in Auftrag zu geben. Das Ziel ist die Erstellung eines thermischen Netzes.		
Nächster Meilenstein	Prüfung bestehender Nutzung des Grundwassers, Erstellung einer Machbarkeitsstudie		
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)		

Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Kurzfristig	Kontaktaufnahme mit Keller AG Ziegeleien bezüglich des weiteren Vorgehens	Gemeinde (Keller AG Ziegeleien)
		Machbarkeitsstudie (inkl. Prüfung bestehende Nutzung Grundwasser)	Keller AG Ziegeleien (Gemeinde)
		<ul style="list-style-type: none"> – Grundsatzvereinbarung. Wird durch die Gemeindeabteilung an den Gemeinderat beantragt – Entscheid Umsetzung Verbund und zukünftige Zusammenarbeit/Beteiligungen Keller AG Ziegeleien – Gemeinde Pfungen – Kostenteiler je nach Energieträger abstimmen – Evtl. Ausschreibung Contracting – Gemeinsame Gesellschaft 	
		Ggf. Ausschreibung Contracting oder Offert Einholung für Planung und Ausführung des thermischen Netzes	Noch offen
		Auftragsvergabe: Planung und Bau thermisches Netz (inkl. Bereitstellung von Übergangslösungen)	Noch offen
		Inbetriebnahme Netz, aktive Beratung und Akquisition (zur Erhöhung der Anschlussdichte)	Betreiberin (Abteilung Hoch- & Tiefbau, Energieberaternde)
	Laufend	Verdichtung Netz, Optimierungen; Informationen der Grundeigentümer über vorhandene Optionen bei Heizungserneuerungen	Betreiberin (Gemeinde Pfungen, Energieberaternde)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	Erweiterung ins Gebiet V2 ist aus Sicht der Gesamtgemeinde sehr zu empfehlen, steht aber einer einfacheren Realisierung im kleinen Rahmen gegenüber.		
Vollzugsjournal			

V2 in Prüfung: Zentrum		
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR	
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch
		☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Umstellung auf 100 % erneuerbare Energieträger – Effiziente Wärme- und Kälteversorgung im Verbund – Nutzung lokaler und regionaler Energiepotenziale 	
Aktuelle Energieträger	– Einzellösungen, vorwiegend Gas und Heizöl	
Vorgesehene Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> – Wärmenutzung aus dem Grundwasser – Ggf. gereinigtes Abwasser (Distanz etwas gross) – Umgebungsluft oder thermische Solarenergie – Holz in Kombination mit thermischer Solarenergie 	
Status Verbund	<input type="checkbox"/> In Betrieb <input type="checkbox"/> In Planung <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung	
Entwicklung Gasversorgung	<input type="checkbox"/> Fortbestand <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung <input type="checkbox"/> Stilllegung	
Ausgangslage	Das Gebiet Hofackerstrasse/ Dorfstrasse wird gemäss dem Raumentwicklungskonzept 2040 eine innere Verdichtung erfahren. Diese wird auch die Wärmebedarfsdichte zusätzlich erhöhen und so eine Verbundlösung, die bereits mit der heutigen Wärmebedarfsdichte möglich ist, zusätzlich begünstigen.	
Massnahmenbeschrieb	<p>Abklärungen bezüglich der Grundwasserwärmenutzung, möglicher Brunnen- und Zentrenstandorte sollten mit V1 koordiniert werden. Idealerweise entsteht ein thermisches Netz über beide Gebiete. Sollte diese Lösung nicht zustande kommen, ist trotzdem eine Koordination notwendig, damit beide Gebiete von individuellen Grundwassernutzungen profitieren können, ohne dass das V2 in einer Kältefahne von V1 zu liegen kommt und somit keine Bohrbewilligung erhält.</p> <p>Die nächsten Schritte sind somit eine gemeinsame Machbarkeitsstudie mit V1 und anschliessend, wenn möglich, eine gemeinsame Weiterentwicklung des thermischen Netzes.</p> <p>Als Grundlast oder zusätzliche Energiequelle kann die Abwärme von gereinigtem Abwasser von der ARA geprüft werden.</p>	
Nächster Meilenstein	Prüfung bestehender Nutzung des Grundwassers, Erstellung einer Machbarkeitsstudie	
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)	

Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Kurzfristig	Machbarkeitsstudie (inkl. Prüfung bestehende Nutzung Grundwasser.) gemeinsam mit V1.	Abteilung Hoch- & Tiefbau
		Bei Vergrösserung des Gebiets V1 um das Gebiet V2, sind die Umsetzungsschritte von V1 zu beachten und bei einer Aktualisierung des Energieplans die beiden Gebieten zusammen zu schliessen.	Abteilung Hoch- & Tiefbau
		Werden individuelle Lösungen angestrebt, sind folgende Schritte zu verfolgen:	
		Machbarkeitsstudie durch externes Planungsbüro erstellen lassen. Koordination mit V1 sicherstellen.	Abteilung Hoch- & Tiefbau (externes Büro)
		Entscheid Ausschreibung des Gebiets zur Versorgung im Contracting	Gemeinderat
		Ausschreibung und Vergabe des thermischen Netzes	Abteilung Hoch- & Tiefbau
		Planung, Bau und Inbetriebnahme Netz, aktive Beratung und Akquisition (zur Erhöhung der Anschlussdichte)	Betreiber (Abteilung Hoch- & Tiefbau, Energieberatende)
	Laufend	Verdichtung Netz, Optimierungen; Informationen der Grundeigentümer über vorhandene Optionen bei Heizungserneuerungen	Betreiberin (Gemeinde Pfungen, Energieberatende)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	Die Wärmenutzung des Verbundgebietes wird idealerweise mit dem Verbundgebiete V1 (vgl. entsprechendes Massnahmenblatt) kombiniert. Andernfalls ist mit einer guten Koordination ein Bohrstandort zu sichern, der nicht in einer Kältefahne des V1 zu liegen kommt.		
Vollzugsjournal			

V3 in Prüfung: Industrie/Gewerbe Neupfungen			
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR		
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch	☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Umstellung auf 100 % erneuerbare Energieträger – Effiziente Wärme- und Kälteversorgung im Verbund – Nutzung lokaler und regionaler Energiepotenziale 		
Aktuelle Energieträger	– Einzellösungen, vorwiegend Gas und Heizöl		
Vorgesehene Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> – Gereinigtes Abwasser – Firma Eskimo Textil AG – Grundwasser – (Umgebungsluft, Holz) 		
Status Verbund	<input type="checkbox"/> In Betrieb <input type="checkbox"/> In Planung <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung		
Entwicklung Gasversorgung	<input type="checkbox"/> Fortbestand <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung <input type="checkbox"/> Stilllegung		
Ausgangslage	<p>In der Nähe des Industrie- und Gewerbegebiets Neupfungen wurden zwei Abwärmequellen verortet. Es besteht bereits eine Wärmenutzung aus dem Grundwasser (i 01-0061, 692 l/min), deren Nutzung ggf. zu prüfen ist.</p> <p>Eine Abwärmequelle stellt die Firma Eskimo Textil AG dar, welche einen hohen Kältebedarf aufweist. Diesen versucht sie über Grundwasser zu kühlen, musste jedoch bei der hydrogeologischen Untersuchung feststellen, dass das Grundwasser zu wenig ergiebig ist für den gesamten Kältebedarf. Mit dem Grundwasser kann nur ca. 70% des Kältebedarfs gedeckt werden. Wo Kälte erzeugt wird, entsteht Abwärme. Diese Abwärme könnte ggf. in Nachbarsgebäuden zur Wärmeerzeugung genutzt werden.</p> <p>Eine weitere Energiequelle ist die nahe gelegene ARA. Bei der ARA steht das gereinigte Abwasser zur Verfügung. Dieses weist im Winter eine mittlere Zulaufs-Temperatur von 6°C auf. Die minimale Temperatur im Zufluss beträgt an einzelnen Tagen 0°C. Da die Biologie erst ab einer Temperatur von 10°C arbeitet ist davon auszugehen, dass die Temperatur im Abfluss sich in diesem Bereich bewegt. Im Sommer weist der Zulauf eine mittlere Temperatur von ca. 20°C auf, an einzelnen Tagen maximal 30°C. Somit ist das gereinigte Abwasser der ARA je nach Bedarf im Winter zum Heizen und im Sommer zum Kühlen geeignet.</p> <p>Zudem stellt auch das Grundwasser ein möglicher Energieträger dar. Das Gebiet liegt über dem Töss-Grundwasserstrom. Das Grundwasser weist einen Temperaturbereich</p>		

	über das Jahr von 11-13°C aus. ¹ Das Grundwasser ist somit eine gute Wärme- und Kältequelle. Das Grundwasser weist im Bereich des Industrie-/Gewerbegebiets Neupfungen eine geringe (weniger als 2 m) bis mittlere (bis 10 m) Mächtigkeit auf.		
Massnahmenbeschrieb	<p>Aus energieplanerischer Sicht besteht im Industrie-/Gewerbegebiet Neupfungen ggf. die Möglichkeit eines Anergienetzes mit der ARA und der Eskimo Textil AG als Wärmelieferanten, die Eskimo Textil AG zudem als Kältekundin.</p> <p>Im Zuge einer Machbarkeitsstudie sollen die Bedürfnisse der Eigentümern und möglichen Abwärmelieferanten erhoben werden (verfügbare Abwärme nach Eigenverbrauch, benötigtes Temperaturniveau für Kühlung, gereinigtes Abwasser für Kühlung im Sommer denkbar/bewilligbar?). Dabei sollen Möglichkeiten und Interessen für ein Anergienetz oder einen Wärmeverbund ausgelotet und anschliessend das weitere Vorgehen definiert werden. Nach der Wahl einer Projektvariante kann ein Contractor gesucht werden.</p>		
Nächster Meilenstein	Erstellung Machbarkeitsstudie		
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)		
Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Kurzfristig	Kontaktaufnahme mit Zweckverband ARA Pfungen, Eskimo zur Information über die Energieplanung	Abteilung Hoch- & Tiefbau (Zweckverband, Eskimo)
		Machbarkeitsstudie durch externes Planungsbüro erstellen lassen.	Abteilung Hoch- & Tiefbau externes Büro, Zweckverband, Grundeigentümerinnen)
		Entscheid Ausschreibung des Gebiets zur Versorgung im Contracting	Gemeinderat
		Ausschreibung und Vergabe des thermischen Netzes	Abteilung Hoch- & Tiefbau
		Planung, Bau und Inbetriebnahme Netz, aktive Beratung und Akquisition (zur Erhöhung der Anschlussdichte)	Betreiber (Abteilung Hoch- & Tiefbau, Energieberatende)
	Laufend	Inbetriebnahme Netz, aktive Beratung und Akquisition (zur Erhöhung der Anschlussdichte)	Betreiberin (Gemeinde Pfungen, Energieberatende)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	In Abhängigkeit der verfügbaren Menge an Abwärme von der ARA könnte diese auch in V2 eingesetzt werden (falls Distanz nicht zu gross).		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

2 Eignungsgebiete

E1 Erdwärme			
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR		
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch	☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Umstellung auf 100 % erneuerbare Energieträger – Effiziente Wärmeversorgung in Einzelanlagen oder in kleineren Nahwärmeverbunden – Nutzung lokaler Energiepotenziale 		
Aktuelle Energieträger	– Einzellösungen, vorwiegend Gas und Heizöl		
Vorgesehene Energieträger	<ol style="list-style-type: none"> 1. Priorität: Erdwärme (inkl. Regeneration und Nutzung als Saisonspeicher) 2. Priorität: Umgebungsluft oder thermische Solarenergie 3. Priorität: Feuerungen mit Festholz oder Pellets 		
Entwicklung Gasversorgung	<input type="checkbox"/> Fortbestand <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung <input type="checkbox"/> Stilllegung		
Ausgangslage	Die verschiedenen Teilgebiete des Eignungsgebiets E1 weisen aufgrund ihrer Bebauungsstruktur (oft Einfamilienhäuser und Industrieunternehmen mit tiefem Wärmebedarf) eine zu geringe Wärmebedarfsdichte für den wirtschaftlichen Betrieb eines Energieverbundes auf.		
Massnahmenbeschrieb	<p>In den Gebieten E1 sollen Erdwärmesonden in Einzelanlagen oder in Kleinverbunden zur Wärmeversorgung genutzt werden. In dichteren Gebieten (ca. ab 150 MWh/ha) empfiehlt sich eine Regeneration der Sonden im Sommer (über Abwärme, Freecooling oder Sonnenkollektoren). Als alternative Energieträger stehen (in dieser Prioritätsreihenfolge) Solarthermie, Umgebungsluft und Holz zur Verfügung. Holz sollte in kleinen Feuerungen nur verwendet werden, wenn die Nutzung der übrigen Wärmequellen aus gesetzlichen¹ oder technischen Gründen nicht möglich oder in hohem Grad unrentabel sind.</p> <p>Idealerweise werden Wärmepumpen mit Solarstrom vom eigenen Dach betrieben.</p>		
Nächster Meilenstein	Information der Grundeigentümer, z.B. mit einer Infoveranstaltung		
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)		

¹ Z.B. aus Gründen des Lärmschutzes

Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Laufend	Informationen der Grundeigentümer über die möglichen erneuerbaren Heizlösungen sowie über existierende kommunale und kantonale Förderprogramme (inkl. Energieberatung und weitere Fördermöglichkeiten).	Abteilung Hoch- & Tiefbau
		Beratung der Eigentümer zur Umsetzung des Heizungsersatz, bei Bedarf und Eignung auch im Kleinwärmeverbund.	Energieberatung (vgl. M5.1 in Energieleitbild Pfungen)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	--		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

E2 Grundwasser		
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR	
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch
		☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Umstellung auf 100 % erneuerbare Energieträger – Effiziente Wärmeversorgung in Einzelanlagen oder in kleineren Nahwärmeverbunden – Nutzung lokaler Energiepotenziale 	
Aktuelle Energieträger	– Einzellösungen, vorwiegend Gas und Heizöl	
Vorgesehene Energieträger	<ol style="list-style-type: none"> 1. Priorität: Grundwasser oder Erdwärme 2. Priorität: Umgebungsluft oder thermische Solarenergie 3. Priorität: Feuerungen mit Festholz oder Pellets 	
Entwicklung Gasversorgung	Falls mit Gas erschlossen: <input type="checkbox"/> Fortbestand <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung <input type="checkbox"/> Stilllegung	
Ausgangslage	Dieses Gebiet weist eine zu geringe Wärmebedarfsdichte für eine Verbundlösung aus. Das Gebiet liegt über dem Grundwasser. Eine Nutzung ist erst ab einer Grösse von 150 kW/100 kW Heizleistung möglich. Evtl. finden sich Eigentümer in Nahwärmeverbunden zusammen oder es muss auf Alternativen zurückgegriffen werden.	
Massnahmenbeschrieb	Um gegenseitige Beeinflussungen durch Kältefahnen zu verhindern und zum Schutz der Grundwasserqualität, sollten Grundwassernutzungen aufgrund der minimalen Anlagegrössen der Baudirektion des Kantons Zürich (100-150 kW) in privaten Nahwärmeverbunden erstellt werden. Für Einzellösungen stehen im Gebiet E2 neben Grundwasser als alternative Energiequellen (in dieser Prioritätsreihenfolge) Solarthermie, Umgebungsluft und Holz zur Verfügung. Holz sollte in kleinen Feuerungen nur verwendet werden, wenn die Nutzung der übrigen Wärmequellen aus gesetzlichen ² oder technischen Gründen nicht möglich oder in hohem Grad unrentabel sind. Idealerweise werden Wärmepumpen mit Solarstrom vom eigenen Dach betrieben.	
Nächster Meilenstein	Information der Grundeigentümer, z.B. mit einer Infoveranstaltung	
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)	

² Z.B. aus Gründen des Lärmschutzes

Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Laufend	Information der Grundeigentümer über die möglichen erneuerbaren Heizlösungen sowie über existierende kommunale und kantonale Förderprogramme (inkl. Energieberatung und weitere Fördermöglichkeiten).	Abteilung Hoch- & Tiefbau
		Beratung der Eigentümer zur Umsetzung des Heizungsersatz, bei Bedarf und Eignung auch im Kleinwärmeverbund	Energieberatung (vgl. M5.1 in Energieleitbild Pfungen)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	--		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

E3 Solar und Umgebungsluft		
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR	
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch
Zielsetzung	☹ Umsetzung im Defizit	
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Umstellung auf 100 % erneuerbare Energieträger – Effiziente Wärmeversorgung in Einzelanlagen oder in kleineren Nahwärmeverbunden – Nutzung lokaler Energiepotenziale 	
Aktuelle Energieträger	– Einzellösungen, vorwiegend Gas und Heizöl	
Vorgesehene Energieträger	<ol style="list-style-type: none"> 1. Priorität: Umgebungsluft oder thermische Solarenergie 2. Priorität: Feuerungen mit Festholz oder Pellets 	
Entwicklung Gasversorgung	Falls mit Gas erschlossen: <input type="checkbox"/> Fortbestand <input checked="" type="checkbox"/> In Prüfung <input type="checkbox"/> Stilllegung	
Ausgangslage	Die Wärmebedarfsdichte ist im Gebiet E3 zu gering für eine Versorgung im Verbund. Die Nutzung von Erdwärme ist nicht zulässig, da das Gebiet über einem zur Trinkwassergewinnung geeignetem Grundwasservorkommen liegt. Aus diesem Grund ist auch die Wärmenutzung des Grundwassers untersagt.	
Massnahmenbeschrieb	<p>Als erste Priorität sollte in E3-Gebieten die Nutzung von Solarenergie zur Heizungsunterstützung, ggf. in Kombination mit Umgebungsluft in Betracht gezogen werden. Sind Solaranlagen aus gesetzlichen³, baulichen⁴ oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, können in zweiter Priorität Wärmepumpen mit Umgebungsluft zur Wärmeversorgung genutzt werden. Holz sollte in kleinen Feuerungen nur verwendet werden, wenn die Nutzung der übrigen Wärmequellen aus gesetzlichen⁵ oder technischen Gründen nicht möglich oder in hohem Grad unrentabel sind.</p> <p>Idealerweise werden Wärmepumpen mit Solarstrom vom eigenen Dach betrieben.</p>	
Nächster Meilenstein	Information der Grundeigentümer, z.B. mit einer Infoveranstaltung	
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)	

³ Z.B. aus Gründen des Denkmalschutzes

⁴ Z.B. aus Gründen der Statik, Dachausrichtung etc.

⁵ Z.B. aus Gründen des Lärmschutzes

Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Laufend	Information der Grundeigentümer über die möglichen erneuerbaren Heizlösungen sowie über existierende kommunale und kantonale Förderprogramme (inkl. Energieberatung und weitere Fördermöglichkeiten).	Abteilung Hoch- & Tiefbau
		Beratung der Eigentümer zur Umsetzung des Heizungsersatz, bei Bedarf und Eignung auch im Kleinwärmeverbund	Energieberatung (vgl. M5.1 in Energieleitbild Pfungen)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	--		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

3 Flankierende Massnahmen

M1 Information			
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR		
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch	☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Solide Information der Grundeigentümer – Einbindung der Grundeigentümer in die Umsetzung 		
Ausgangslage	Die Gemeinde Pfungen erarbeitet eine kommunale Energieplanung als wichtige Grundlage für das weitere Vorgehen in energiepolitischen Themen.		
Massnahmenbeschrieb	Für eine erfolgreiche Energiepolitik ist die Miteinbeziehung der Grundeigentümer unabdingbar. Die Grundeigentümer sollen zeitnah über die Energieplanung und deren Umsetzung informiert werden. Zudem ist es wichtig, die Grundeigentümer während der ganzen Umsetzung miteinzubinden. Des Weiteren soll laufend ein Informationsaustausch mit den Energieberatenden stattfinden.		
Nächster Meilenstein	Aufsetzen eines Kommunikationsschreiben an die Grundeigentümer		
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)		
Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	kurzfristig	Kommunikationsschreiben an die Grundeigentümer	Abteilung Hoch- & Tiefbau
	mittelfristig	Informationsanlass für die Betroffenen (ggf. integriert in einen Anlass zur Nutzungsplanung)	Abteilung Hoch- & Tiefbau
	Jährlich	Informationsaustausch mit Energieberatenden	Gemeinde Pfungen, Energieberatung (vgl. M5.1 in Energieleitbild Pfungen)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	Die Einbeziehung der Grundeigentümer ist wesentlich, da nur durch ihr mitwirken eine erfolgreiche Energiepolitik zu erreichen ist.		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

M2 Vollzugs- und Wirkungskontrolle			
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR		
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch	☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Sicherstellung der Vollzugs- und Wirkungskontrolle – Regelung von Zuständigkeiten und Kontrollperioden 		
Ausgangslage	<p>Um die Wirksamkeit der verschiedenen Massnahmen erfassen und auswerten zu können, ist ein geeignetes Vollzugs- und Wirkungskontrollsystem notwendig. Dieses System ist auf die Bedürfnisse der verschiedenen Akteure (Gemeinde Pfungen und Energieversorger) und mit der Vollzugskontrolle der Netto-Null-Strategie abzustimmen.</p> <p>Die Resultate der Vollzugskontrolle sowie der Wirkungskontrolle sollen der Arbeitsgruppe Energie und Klima (vgl. M5.3 im Energieleitbild Pfungen) und dem Gemeinderat dienen und allfällige Korrekturen frühzeitig ermöglichen.</p>		
Massnahmenbeschreibung	<p>Für die Massnahmen ist eine jährliche Vollzugskontrolle vorzusehen. Dabei wird der aktuelle Umsetzungsstand in den Massnahmenblättern nachgeführt und der Arbeitsgruppe Energie und Klima vorgelegt (Ampelsystem).</p> <p>Die Wirkungskontrolle erfolgt mit dem Energie- und Klimakalkulator, der bereits für die Netto-Null-Strategie und Energiestadt zum Einsatz kommt. So wird mindestens alle vier Jahre geprüft, ob der kommunale Wärmeverbrauch und die CO₂-Emissionen aus der Wärmeenergie auf dem Zielpfad mit dem beschlossenen Netto-Null-Ziel bis 2040 liegen. Die Resultate werden mindestens in der Arbeitsgruppe Energie und Klima und im Gemeinderat präsentiert.</p>		
Nächster Meilenstein	erste Vollzugskontrolle nach Inkraftsetzung des Energieplans		
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)		
Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	jährlich	Vollzugskontrolle und Berichterstattung durch die zuständigen Personen	Abteilung Hoch- & Tiefbau
	vierjährlich	Durchführung der Wirkungskontrolle inkl. Berichterstattung	Abteilung Hoch- & Tiefbau
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	Synergien mit Netto-Null-Strategie		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

M3 Gasstrategie und Zielnetzplanung		
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR	
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch
		☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	– Verbindliche Gasstrategie, welche eine sichere und nachhaltige (d. h. wirtschaftliche sowie sozial und umweltverträgliche) Energieversorgung für die Gemeinde Pfungen gewährleistet.	
Ausgangslage	<p>Die Ausgangslage für eine langfristige Gasstrategie der Gemeinde Pfungen wird massgeblich von den energie- und klimapolitischen Zielen des Kantons Zürich und des Bundes beeinflusst. Im Rahmen dieser Ausgangslage ergeben sich wichtige Leitlinien für die zukünftige Gasversorgung in der Gemeinde.</p> <p>PLANAR hat im Dokument «Entscheidungsgrundlage Gasstrategie» eine Strategie der Gasversorgung in der Gemeinde Pfungen entworfen.</p> <p>Die Gemeindewerke Pfungen übernehmen als Netzbetreiber wichtige Aufgaben im Zusammenhang mit der Gasversorgung.</p> <p>Die Gemeinde Pfungen ist physisch mit dem Gasnetz von Winterthur verbunden. Um flexibel auf mögliche Veränderungen im Gasnetz reagieren zu können, ist ein regelmässiger Austausch mit den Stadtwerken Winterthur ratsam.</p>	
Massnahmenbeschrieb	Die Gasversorgung unterliegt grundsätzlich dem kantonalen Energiegesetz, das den fossilen Heizungsersatz (unter Ausnahmen) verbietet. Diese Gasstrategie Pfungen ist nun vom Gemeinderat abzusegnen.	
Nächster Meilenstein	Erstellung einer ökonomischen Analyse der Gasversorgung Pfungen zur Terminierung allfälliger Stilllegungsgebiete.	
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)	

Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Kurzfristig	Grundsatzentscheid Gasstrategie	Gemeinderat
	Mittelfristig	Nach dem Grundsatzentscheid Gasstrategie ist die frühzeitige Kommunikation mit den Kunden wichtig, um allen Akteuren Planungssicherheit zu geben. Für eine möglichst hohe Transparenz sollte die gebietsweise Stilllegung des Gasverteilnetzes grundsätzlich mindestens 10-15 Jahre im Voraus angekündigt werden, um den Betroffenen ausreichend Zeit für die Amortisation und eine Umstellung ihrer Energieversorgung zu garantieren.	Gemeinde Pfungen
	Laufend	Transparente und frühzeitige Kommunikation mit allen Beteiligten	Gemeinde Pfungen
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	Pfungen soll regelmässig den Kontakt mit den Stadtwerken Winterthur suchen, um über die Pläne der Stadtwerke informiert zu sein. Die Stadtwerke Winterthur planen gemäss aktuellem Stand nach dem Ausstieg aus der Gasversorgung (per 2030) keinen oder nur einen bedingten Rückbau ihrer Leitungen.		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

M4 Übergangslösung			
Letzte Aktualisierung	08.01.2024, PLANAR		
Stand der Umsetzung	☺ Umsetzung wie vorgesehen	☹ Umsetzung kritisch	☹ Umsetzung im Defizit
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Angebot Übergangslösungen – hohe Anschlussdichte in thermischen Netzen (V1-V3) 		
Ausgangslage	Um die Anschlussdichte an die geplanten Verbunde möglichst hochzuhalten, sollten die Energieversorger Übergangslösungen zur Verfügung stellen für Heizungsanlagen, die vor der Möglichkeit des Anschlusses ersetzt werden müssen.		
Massnahmenbeschrieb	Aufnahme der Übergangslösung in Ausschreibungsunterlagen.		
Nächster Meilenstein	Integration der Vorgabe in allfällige Ausschreibungsunterlagen für thermische Netze		
Projektverantwortung	Abteilung Hoch- & Tiefbau Gemeinde Pfungen (Umsetzung Energieplanung)		
Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung (weitere Akteure)
	Kurzfristig	Integration Übergangslösungen in Ausschreibungsunterlagen	Hoch- & Tiefbau Pfungen
		Vereinbarung mit Verbund-Betreibern zu Übergangslösungen und gemeinsame Kommunikation/Information	Hoch- & Tiefbau Pfungen (Verbundbetreiber)
		Beratungsangebote zu Übergangslösungen	Verbundbetreiber (Energieberatende)
Abhängigkeit und Zielkonflikte, Bemerkungen	Eine frühzeitige Kommunikation über die Energieplanung und die Gasstrategie und daraus notwendigen Übergangslösungen ist wichtig, um die Anschlussdichte an die geplanten Verbunde möglichst hochzuhalten.		
Vollzugsjournal	(zur Fortschreibung gedacht)		

Gasstrategie

Entscheidungsgrundlage

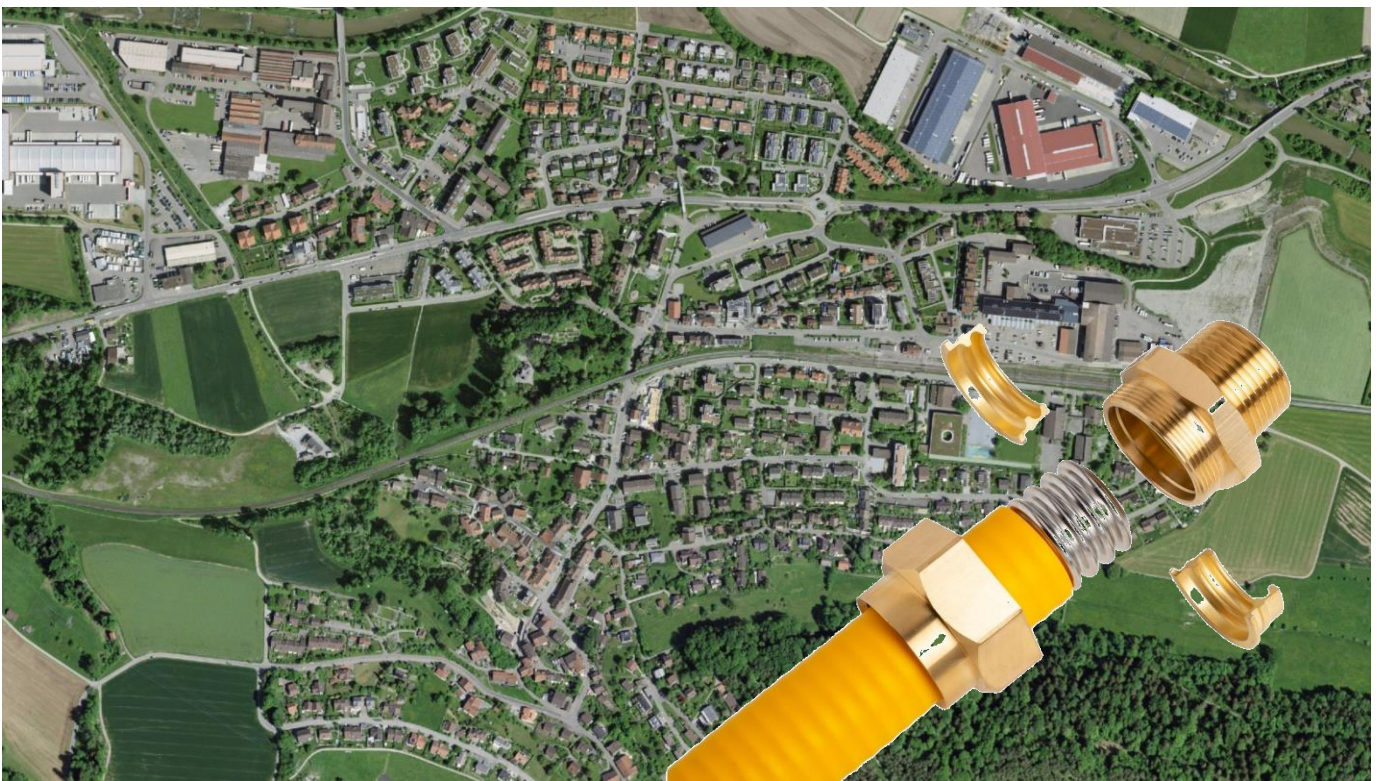


Bild-Quelle: www.map.geo.admin.ch/www.heinze.de

Bearbeitung

PLANAR AG für Raumentwicklung
Gutstrasse 73, 8055 Zürich
Tel 044 421 38 38
www.planar.ch, info@planar.ch

Rita Gnehm
Kathrin Abt

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Ziel des Dokuments	3
1.2	Ausgangslage	3
2	Ist-Zustand	6
2.1	Gemeindewerke Pfungen	6
2.2	Stadtwerke Winterthur als Gaslieferant	8
3	Potenzial von erneuerbaren Gasen	10
4	Entwicklung Gasversorgung	12
4.1	Entwicklung Gasabsatz	12
4.2	Transformation zu erneuerbaren Energien	13
4.3	Auswirkungen auf Gemeindewerke	13
5	Weiteres Vorgehen und Empfehlung	17
5.1	Leitsätze	17
5.2	Strategie Gasstilllegung	17
5.3	Nächste Schritte	18
5.4	Kommunikation	18
Anhang 19		
A	Literaturverzeichnis	19
B	Tabelle – Länge Gasleitungsnetz nach Verlegejahr	19

1 Einleitung

1.1 Ziel des Dokuments

Dieses Dokument zur Zielnetzplanung Gas soll als Entscheidungsgrundlage für die Fragestellung bezüglich der Zukunft der Gasversorgung in der Gemeinde Pfungen dienen. Dabei werden verschiedene Aspekte beleuchtet, die die Grundlage für die Entscheidungsfindung bilden. Es werden gesetzliche Rahmenbedingungen, die energie- und klimapolitischen Herausforderungen sowie die Hintergründe im Zusammenhang mit der Gasversorgung beschrieben.

Aus energieplanerischer Sicht werden Ziele und die empfohlene Vorgehensweise für die Entwicklung der Zielnetzplanung Gas aufgezeigt. Die vorgeschlagene Strategie soll aus Sicht der Gemeinde und der Gemeindewerke Pfungen geprüft und anschliessend vom Gemeinderat abgesegnet werden. Ziel ist es, eine verbindliche Gasstrategie zu entwickeln, die eine sichere und nachhaltige (d. h. wirtschaftliche sowie sozial und umweltverträgliche) Energieversorgung für die Gemeinde Pfungen gewährleistet.

1.2 Ausgangslage

Die Ausgangslage für eine langfristige Gasstrategie der Gemeinde Pfungen wird massgeblich von den energie- und klimapolitischen Zielen des Kantons Zürich und des Bundes beeinflusst. Im Rahmen dieser Ausgangslage ergeben sich wichtige Leitlinien für die zukünftige Gasversorgung in der Gemeinde.

Klimaziele Bund und Kanton Zürich (Netto-Null-Ziel)

Der Bundesrat hat sich das Ziel gesetzt, bis 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen und strebt an, bereits bis 2040 erhebliche Fortschritte in Richtung dieses Ziels zu erzielen. Der Kanton Zürich übernimmt dieses ehrgeizige Ziel und möchte bis 2040, spätestens 2050 klimaneutral werden. Als Zwischenziel bis 2030 wird eine Halbierung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990 festgelegt.

Reduktion der CO₂-Emissionen in der Wärmeversorgung

Ein Grossteil der Treibhausgasemissionen in der Schweiz, im Kanton Zürich, sowie auch in der Gemeinde Pfungen, entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Öl und Gas für die Wärmeversorgung. In der Schweiz verursacht der Wärmebereich 35 Prozent der Treibhausgasemissionen (1). In Pfungen entfallen sogar 60 Prozent der Treibhausgasemissionen auf den Bereich der privaten Wärmeversorgung (siehe Abbildung 1). Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung stellt somit eine entscheidende Massnahme dar, um das Netto-Null-Ziel zu erreichen.

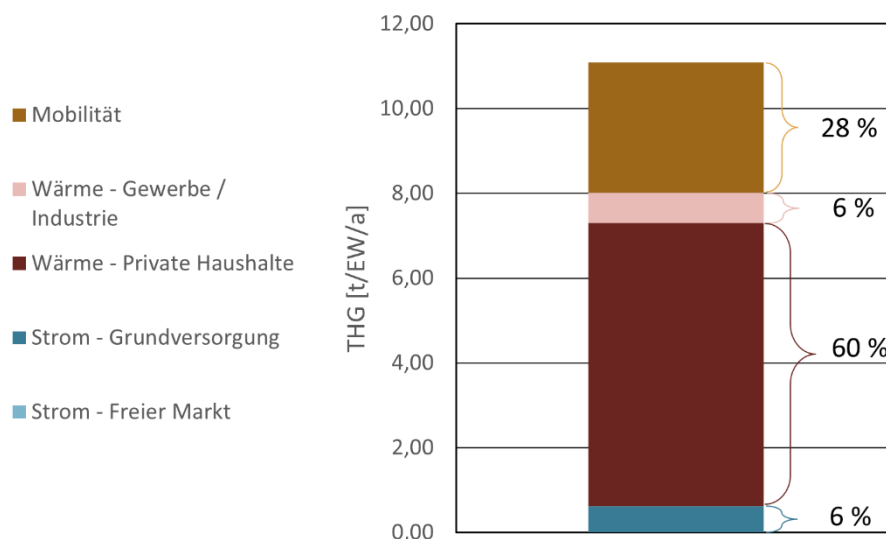


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen nach Verwendungszweck und Sektoren in Tonnen CO₂-eq. pro Person und Jahr in der Gemeinde Pfungen für das Jahr 2021

Vorgabe Kanton
Zielnetzplanung

Die Gemeinde Pfungen lässt aktuell eine kommunale Energieplanung nach Art. 7 EnerG erstellen, um die Transformation der Wärmeversorgung räumlich zu planen. Dazu gehört auch die Zielnetzplanung Gas, die in die Energieplanung integriert wird. Dabei wird das Ziel verfolgt, die lokalen und regionalen Energiequellen zu nutzen und für alle Siedlungsgebiete der Gemeinde eine Alternative zu fossilen Brennstoffen aufzuzeigen.

Die Definition von Gasgebieten ist dabei von der Baudirektion des Kantons Zürich in drei Kategorien vorgesehen (vgl. nächsten Abschnitt), um Planungssicherheit für die Eigentümerinnen zu erstellen.

Drei Kategorien gemäss Geo-
datenmodell

Gemäss dem kantonalen Geoinformationsgesetz (KGeolG) und der kantonalen Geoinformationsverordnung (KGeolV) sind auf kantonaler Ebene verbindliche Standards für die Erfassung, Modellierung und den Austausch von Geodaten des Kantons zu ermöglichen. Zu diesem Zweck hat das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) im Jahr 2023 ein Geodatenmodell zur Unterstützung der kommunalen Energieplanung erstellt. Dieses Modell enthält klare Definitionen für die Erfassung von Gasgebieten. Die Gebiete werden dazu in drei Kategorien unterteilt:

-  Fortbestand
-  In Pruefung
-  Stilllegung

- **Fortbestand:** Gasversorgung bleibt vorerst bestehen.
- **In Prüfung:** Absicht der Gemeinde zur Prüfung einer Stilllegung des Gasnetzes in den nächsten Jahren
- **Stilllegung:** Entscheidung der Gemeinde zur Stilllegung des Gasnetzes

Diese Kategorisierung der Gasgebiete dient als wichtige Grundlage für die Entwicklung einer Zielnetzplanung Gas, um die Vorgaben des Kantons Zürich zu berücksichtigen. Die Entwicklung dieser Planung ist ein Schritt in Richtung einer nachhaltigen und klimafreundlichen Energieversorgung und unterstützt die energie- und klimapolitischen Ziele der Gemeinde, insbesondere das Ziel der Klimaneutralität bis 2040.

Entwicklungen Stadtwerk Winterthur

Die Gemeinde Pfungen ist physisch mit dem Gasnetz von Winterthur verbunden. Der Abschnitt der Gasleitung, der parallel zu den Bahnschienen von Winterthur bis zum Schulhaus Pfungen verläuft, gehört den Stadtwerken Winterthur. Um flexibel auf mögliche Veränderungen im Gasnetz reagieren zu können, ist es ratsam, dass Pfungen die Pläne der Stadtwerke Winterthur verfolgt und ihre Gasstrategie gegebenenfalls anpasst. Dies kann durch eine enge Zusammenarbeit und Kommunikation mit den Stadtwerken Winterthur erfolgen, um sicherzustellen, dass die Gasversorgung der Gemeinde den zukünftigen Anforderungen und Zielen entspricht.

2 Ist-Zustand

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie die Gasversorgung heute aufgestellt ist, welche Entwicklungen erwartet werden und welche Alternativen zum Erdgas zur Verfügung stehen respektive wie deren Einsatzmöglichkeiten sind.

2.1 Gemeindewerke Pfungen

In der Gemeinde Pfungen wird das Gasnetz von den Gemeindewerken selbst unterhalten und betrieben. Die ältesten Leitungen stammen aus den 1980er Jahren, die neusten Leitungen sind jünger als 10 Jahre. Eine eingehende Alters-Analyse der Leitungen ist weiter unten beschrieben.

Aufgaben

Die Gemeindewerke Pfungen übernehmen als Netzbetreiber wichtige Aufgaben im Zusammenhang mit der Gasversorgung. Dazu gehören:

- **Betrieb und Unterhalt des Leitungsnetzes:** Als Netzbetreiber sind die Gemeindewerke für den Betrieb und die Wartung des Gasleitungsnetzes in Pfungen verantwortlich. Sie stellen sicher, dass die Gasleitungen ordnungsgemäss funktionieren und gewartet werden.
- **Ausbau des Leitungsnetzes:** Die Gemeindewerke kümmern sich um den Ausbau des Gasleitungsnetzes, um sicherzustellen, dass auch neue Gebiete in Pfungen an das Gasnetz angeschlossen werden können.
- **Erneuerung des Leitungsnetzes:** Die Gemeindewerke erneuern das Gasleitungsnetz, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Gasversorgung zu gewährleisten.

Gaslieferung 2021

Die Gaslieferungen betragen im Jahr 2021 rund 13 GWh, davon wurden 20 % als Biogas eingekauft.

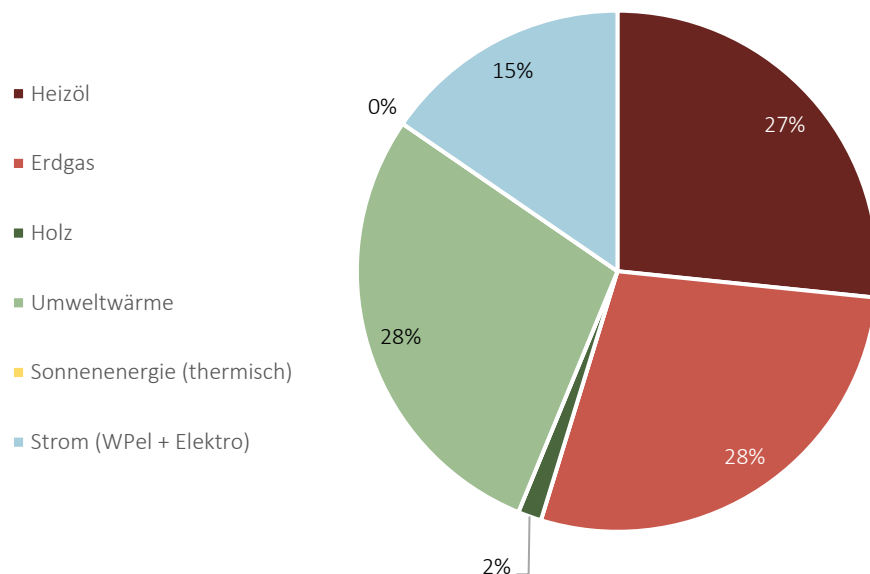


Abbildung 2: Wärmeträgermix 2021 der Gemeinde Pfungen

Leitungsnetz

Die Gemeinde Pfungen verfügt aktuell über ein Leitungsnetz von 15'707 m Länge, die ältesten Leitungen wurden im Jahr 1989 verlegt und sind somit 34 Jahre alt.

In Abbildung 3 ist die Situation des aktuellen Gasverteilnetzes Pfungen farblich nach dem Zeitpunkt der Verlegung der Gasrohre dargestellt. Abbildung 4 zeigt zudem den prozentualen Anteil der unterschiedlichen Segmente am Gesamtnetz. D. h. Leitungen, die rot dargestellt sind, wurden vor 1995 verlegt (34 % am Gesamtnetz), orange Leitungen im Zeitraum von 1996 bis 2005 (9 %), grüne Leitungen in den Jahren 2006 bis 2012 (34 %) und die blauen Leitungen kennzeichnen alle Rohre, die nach 2013 verlegt wurden (11 %). Für weitere 11 Prozent der Leitungen ist kein Verlegjahr bekannt.

GAS_LEITUNG
VERLEGEJAHR

- 1989- 1995
- 1996- 2005
- 2006- 2012
- 2013- 2023

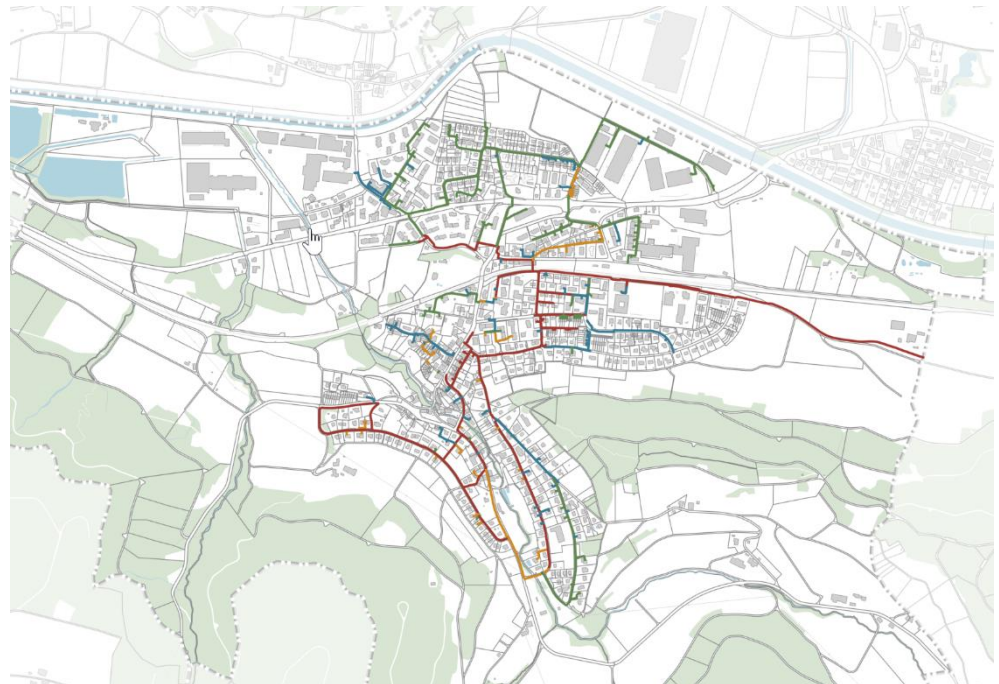


Abbildung 3: Farbliche Darstellung des Gasleitungsnetz nach Verlegejahr in der Gemeinde Pfungen. Für die Bedeutung der Leitungsfarbe siehe die Legende.

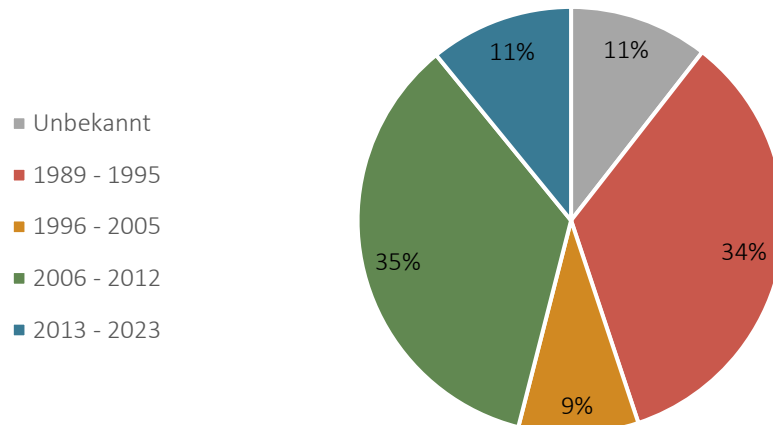


Abbildung 4: Prozentualer Anteil der Gasleitungen nach Verlegejahr am Gesamtnetz. Die Aufteilung erfolgt nach der Leitungslänge.

Schlüsselrolle der Gemein-
werke

Die Gemeindegewerke Pfungen spielen eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der Zielnetzplanung. Als Netzbetreiber tragen sie massgeblich dazu bei, den Übergang von der fossilen Gasversorgung zu erneuerbaren Energiequellen zu bewältigen und sicherzustellen, dass das Gasleitungsnetz in Pfungen effizient und nachhaltig betrieben wird, selbst angesichts der sich verändernden Anforderungen und des schrittweisen Ausstiegs aus der fossilen Gasnutzung. Ihr umfassendes Wissen ermöglicht es, die rentablen Bereiche des Netzes zu identifizieren und die Zielnetzplanung entsprechend zu gestalten.

2.2 Stadtwerke Winterthur als Gaslieferant

Die Gemeinde Pfungen schreibt die Gaslieferung regelmässig aus. Physisch wird das Gas von den Stadtwerken Winterthur geliefert, siehe «Entwicklungen Stadtwerke Winterthur» im Kapitel 1.2.

Leitung von Winterthur

Der Netznutzungsvertrag mit Winterthur wird alle 2 Jahre verlängert (Kündigungsfrist 6 Monate jeweils auf den 30. September). Für diesen Leitungsabschnitt zahlt Pfungen ein Netznutzungsentgelt (0.00572 Franken pro kWh). Dieses berechnet sich aus einem Kostenblock geteilt durch die Menge durchgeleitetes Gas. Die spezifischen Netzkosten (CHF/m³ Gas) werden somit mittel- bis langfristig ansteigen.

Gasstrategie Winterthur

Die Stadtwerke Winterthur planen die Gasversorgung in Richtung erneuerbare Energieträger zu transformieren, um den Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden. Dies bedeutet, dass fossile Brennstoffe wie konventionelles Erdgas durch erneuerbares Biogas oder synthetische Varianten ersetzt werden sollen. Das konventionelle Erdgas soll dabei nur noch in speziellen Anwendungen, beispielsweise als Prozessgas eingesetzt werden.

In Bezug auf die Gebäudewärme strebt Stadtwerk Winterthur an, Gas durch erneuerbare Energien zu ersetzen, was eine schrittweise Stilllegung des grössten Teils des Gasnetzes bis 2040 zur Folge hat.

Die Stadtwerke Winterthur planen die Teilstilllegung des Gasnetzes je nach Gebietsart gemäss dem kommunalen Energieplan. Im Fernwärmegebiet wird das Gasnetz bis 2030 stillgelegt, gefolgt von anderen Gebieten bis 2033 und schliesslich in Gebieten mit vorgesehenen Wärmenetzen. Diese Massnahmen sind Teil ihrer Strategie zur Anpassung an die Anforderungen der Energiewende und zur Reduzierung der CO₂-Emissionen. Eine Erneuerung der Verbindungsleitung nach deren Lebensende (in ca. 20-50 Jahren), ist mit der aktuellen Gasstrategie von Winterthur unwahrscheinlich.

3 Potenzial von erneuerbaren Gasen

Nach einem Fachbericht für die Zukunft der Gas-Infrastruktur im Metropolitanraum Zürich wird das Potenzial von schweizerischem Biogas und erneuerbarem synthetischem Gas auf maximal 15 % - 30 % des heutigen Gasverbrauchs geschätzt (vgl. Abbildung 5).

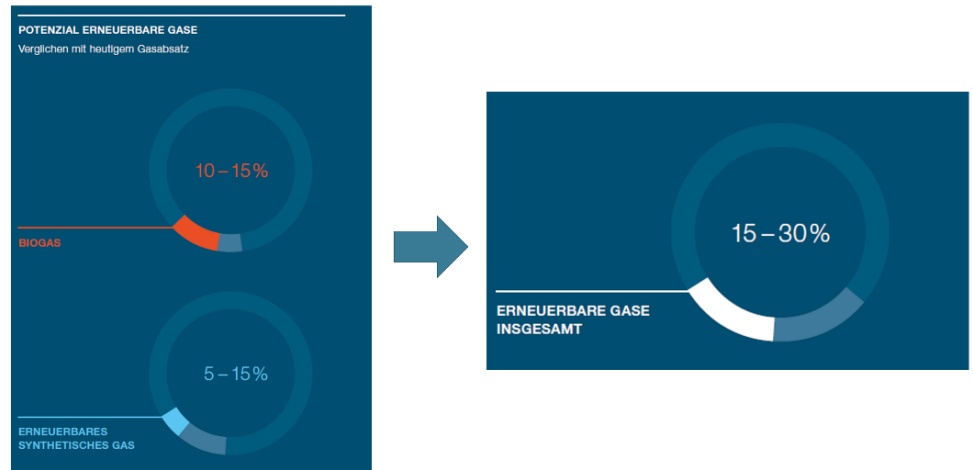


Abbildung 5: Potenzial erneuerbarer Gase Insgesamt, verglichen mit dem heutigen Gasabsatz in der Schweiz (2).

Potenzial und Verwendung von Siedlungsabfällen und Klärgas für die Biogasproduktion

Schweiz

In der Schweiz stammt Biogas hauptsächlich aus Biomasse wie Abfällen und Reststoffen und deckt etwa 4 Prozent des Gasbedarfs. Das Potenzial für einheimisches Biogas beträgt etwa 4 bis 6.6 TWh/a, wovon nur etwa 3.7 TWh ins Gasnetz eingespeist werden könnten. Bei einem starken Rückgang des Gasbedarfs könnte Biogas 20 bis 30 Prozent des Verbrauchs des Jahres 2019 abdecken (3).

Pfungen

Im Jahr 2021 wurden ca. 95 Tonnen Grüngut (Haushalt und Gartenschnitt) gesammelt, davon gingen ca. 80 Tonnen zu der Firma N.U.P in die Kompostierung und ca. 15 Tonnen Grüngut durch die Firma Müller zu Kompogas.

Für Pfungen weist der Bund (4) ein theoretisches Potenzial von 3.2 GWh/a Energie aus nicht verholzter Biomasse aus, wobei 1.3 GWh/a aus Haushalts- und Gartenabfälle, Bioabfälle aus Gewerbe und Industrie sowie Grünschnitt stammt. Das Potenzial aus der Landwirtschaft (Gülle und Ernteabfälle) beträgt 1.0 GWh/a und von der Abwasserreinigungsanlage (ARA) wird mit einem Potenzial von 0.9 GWh/a gerechnet (vgl. unten).

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) der Gemeinde nutzt die Faulgase aus dem Klärschlamm aktuell zur Erzeugung von Strom und betreibt dazu zwei Blockheizkraftwerke (BHKW) mit einer Leistung von je 58 kW. Die anfallende Abwärme wird intern vollständig genutzt.

Eigenständige Biogasanlagen in der Gemeinde

Biogasanlagen zur Nutzung der biogenen Siedlungs- und Landwirtschaftsabfälle (regional) eignen sich ab 80 – 100 Grossvieheinheiten (GVE) oder 3-4'000 t Gülle und Mist (landw. Anlage) resp. 10'000 t Grüngut pro Jahr (gewerblich-industrielle Anlage). Weitere Substrate sind für die Co-Vergärung notwendig. Pfungen hat 105 GVE -und zudem Grüngutabfälle.

Die Erstellung und der Betrieb einer eigenen Anlage könnte somit wirtschaftlich sein. Es bedarf jedoch weiterführender Abklärungen. Die weitere Belieferung der Kompogas-Anlage Winterthur oder eine regionale Betrachtung mit Nachbargemeinden erscheinen ebenfalls sinnvoll, wenn nicht sogar wirtschaftlicher.

Potenzial von synthetischem Gas aus erneuerbaren Quellen (Power-to-gas)

Erneuerbare synthetische Gase erfordern CO₂, Wasser und erneuerbaren Strom. Wasserstoff wird durch Elektrolyse hergestellt und dann mit CO₂ zu Methan umgewandelt. Idealerweise werden synthetische Gase in der Nähe von Stromkraftwerken oder CO₂-Quellen produziert. In der Schweiz ist nicht das CO₂ oder Wasser, sondern der kostengünstige Strom, vorzugsweise nicht anderweitig nutzbarer Überschussstrom, der limitierende Faktor.

Schätzungen variieren, aber bis 2050 könnten 1.2 TWh bis zu 8.9 TWh synthetisches Gas produziert werden. Das Potenzial ist höher als bei Biogas, aber die Verfügbarkeit von Überschussstrom begrenzt es stark. Zudem erfordert die Herstellung von synthetischem Gas Infrastruktur und wird Jahre dauern, um vollständig ausgeschöpft zu werden (3) vgl. auch Abbildung 5.

Situation Pfungen

Mit dem aktuellen Stand der Technik und der gesetzlichen Rahmenbedingungen rendiert eine Power-to-Gas-Anlage vor allem, wenn vor Ort eine Bandenergie-Produktion (z.B. Laufwasserkraftwerk) sowie eine CO₂-Abscheidung z.B. eines Industriebetriebs zur Verfügung stehen. Beide Voraussetzungen sind in Pfungen nicht gegeben.

4 Entwicklung Gasversorgung

4.1 Entwicklung Gasabsatz

Entwicklung Gasabsatz Schweiz

Der Gasabsatz in der Schweiz wird aufgrund der Energie- und Klimapolitik und der energetischen Bauvorschriften abnehmen – einerseits durch vermehrte Wärmedämmung, andererseits durch den Ersatz von Gas durch andere erneuerbare Energieträger. Je nach Quelle und Szenarien beträgt die erwartete Abnahme 40-60 % des heutigen Absatzes (5) (6).

Entwicklung Gasabsatz Pfungen

Ebenso wie in der Schweiz, wird der Gasabsatz auch in der Gemeinde Pfungen abnehmen. Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, gibt es in Pfungen heute schon Gebiete (Pfungen Nord und Schibenach / Bettlen) in denen zwar ein Gasnetz besteht, jedoch kaum noch oder keine Gaskunden mehr am Netz angeschlossen sind. In Kapitel 4.2 wird der Nutzungshorizont der gasversorgten Gebiete aufgrund der geltenden Gesetze und zu erwartenden wirtschaftlichen Entwicklungen analysiert. Der rückläufige Trend des Gasabsatzes kann dort bestätigt werden.

Wärmeerzeuger

Gas

Öl

Holz

WP

Erde



Abbildung 6: Darstellung der unterschiedlichen Heizstypen und die Gasleitungen nach Verlegjahr in der Gemeinde Pfungen. Die Gebiete Pfungen Nord und Schibenacher / Bettlen sind Bereiche, in welchen ein Gasnetz besteht, aber keine oder kaum Gaskunden mehr angeschlossen sind (vgl. rote Umrandung).

Haltung Gas-Verband

Gemäss Verband der Schweizerischen Gasindustrie soll sich die Entwicklung der Gasversorgung auf folgende Themen fokussieren: Speichermöglichkeiten von Gas (u.a. für überschüssigen erneuerbaren Strom), Sektorkopplung von Strom, Wärme und Mobilität sowie die Entwicklung und Förderung klimaneutraler Gase.

Neben dem Gas soll auch Wasserstoff verbreitet werden, wobei beide Medien zur Spitzendeckung sowie der Versorgung von Industriekunden dienen sollen. Die gesamte Gas- und Wasserstoffversorgung soll bis 2040 durch ausschliesslich klimatreutale Gase erfolgen.¹

4.2 Transformation zu erneuerbaren Energien

Ersatz fossiler Feuerungen

Die zukünftige Ersetzung fossilen Gases durch nachhaltige Alternativen ist eine gesetzliche Notwendigkeit. Insbesondere das revidierte Energiegesetz des Kantons Zürich schreibt in § 11 abs. 2 EnerG vor, dass bei Heizungsanlagen der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien verpflichtend ist (Ausnahmen sind in § 11 und § 11 b EnerG definiert). Dieser gesetzliche Rahmen wird die Nachfrage nach fossilem Gas in Pfungen kontinuierlich reduzieren (vgl. Kapitel 1.2).

Bezug von 100%
erneuerbarem Gas

Alternativ können Eigentümer gestützt auf § 11a EnerG ihre Gasheizung ersetzen, wenn sie nachweislich 100 % erneuerbares Gas beziehen (anrechenbar im Schweizer Treibhausgasinventar = inländisch produziertes Gas²). Dies bedingt für die Gemeindewerke eine Erfassung der gelieferten Brennstoffe in einem zentralen Register und eine jährliche Bestätigung der Einhaltung der Vorgaben (diese Aufgabe kann Dritten übertragen werden).

Hierbei liegt das Versorgungsrisiko, ob genügend inländisches Biogas eingekauft werden kann, beim Gasversorger, also den Gemeindewerken.

Der aktuelle Aufpreis für eine Kilowattstunde Schweizer Biogas liegt bei ca. 8 Rp./kWh, was den Gesamtpreis für erneuerbares Gas stark erhöht. Der aktuelle Tarif in Pfungen liegt bei 7.6 Rp./kWh bei 80% Erdgas und 20% Biogas (unklar, ob aus der Schweiz oder nicht).

4.3 Auswirkungen auf Gemeindewerke

Kunden-Anzahl /
spezifisches Netzentgelt

Der Umstieg auf erneuerbare Energien wird zu einem Rückgang an Kunden am Gasnetz führen. Je nach Stand des Buchwertes der Leitungen kann dies in steigenden spezifischen Netzentgelten bzw. -tarife resultieren und so zu wirtschaftlichen Herausforderungen führen. Diese Situation ist uns aktuell unbekannt.

In der nachfolgenden Abbildung 7 wird aufgezeigt, wie durch den Verlust von Gaskunden, die Gasversorgung für die verbleibenden Kunden verteuert wird.

¹ Vision und strategische Stossrichtungen der Schweizer Gaswirtschaft, Verband der Schweizerischen Gasindustrie

² Aktuell muss dies mangels Herkunftsnachweis-Vereinbarung mit EU beschränkt sich die Auswahl somit auf inländisches, erneuerbares Gas.

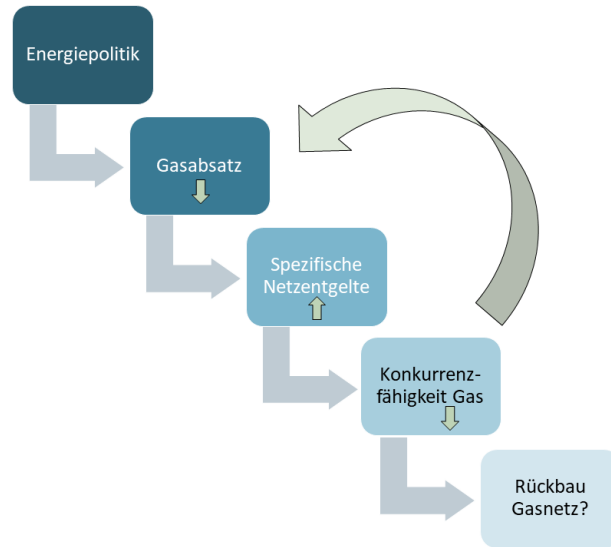


Abbildung 7: Kosteneffekte des Energiegesetzes auf die Gasversorgung (6)

Nutzungshorizont gasversorgte Gebiete

Nach dem Heizungsindex der Gemeinde Pfungen sind aktuell 30.6 % der installierten Heizungen gasgefeuert (vgl. Tabelle 1). Ausgehend vom Baujahr der Gasheizungen und der Bedingung, dass Gasheizungen nach 25 Jahren ersetzt werden und der Heizungsersatz nach dem Energiegesetz des Kanton Zürich ausschliesslich durch nicht fossile Heizungssysteme erfolgt, ergibt eine Analyse der Feuerungsdaten, dass 37 % der heute gasversorgten Gebiete noch einen Nutzungshorizont von 7 Jahren haben (vgl. Tabelle 2). Bezüglich der Zielnetzplanung Gas ist ebenso davon auszugehen, dass ab dem Jahr 2040, 75 % der angeschlossenen Gasheizungen durch alternative Systeme ersetzt sind. Zu beachten ist jedoch, dass aktuell nicht absehbar ist, wie viele der Gaskunden auf eine 100-prozentige Biogaslösung, umsteigen könnten.

Tabelle 1: Anzahl und Leistung installierter Heizungen nach dem Heizungsindex der Gemeinde Pfungen (Stand 2023)

	Heizungen 2023						Gesamt
	Gas	Öl	Holz	Wärmepumpe	Erde	Solar	
Anzahl [Stk.]	227	169	136	217	23	-	772
Anteil [%]	29.4	21.9	17.6	28.1	3.0	-	100
Leistung [kW]	7705	7'866	1'258	3'633	309	-	20'771

Tabelle 2: Entwicklung der installierten Gasheizungen nach dem Heizungsindex der Gemeinde Pfungen für das Jahr 2030 und 2040.

Gasheizungen			
	2030 älter 25 Jahre	2040 älter 25 Jahre	Gesamt 2023
Anzahl [Stk.]	84	171	227
Anteil [%]	37	75	
Leistung [kW]	2'648	5'812	7'705

100% Biogas-Bezug

Die Möglichkeit für Kunden zum Bezug von 100 % Biogas wird einzelne Kunden dazu bewegen am Gasnetz zu bleiben. Wie dies auf die Gemeindewerke wirkt, wurde einer SWOT-Analyse unterzogen:

<p>Stärke</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bindung der Kunden – Auslastung des Netzes – Rendite so lang als möglich erhalten 	<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zusätzlicher Vollzugsaufwand (=Kosten) – Beschaffungsaufwand (vgl. auch Risiken) – Räumliche Verteilung der Kunden nicht steuerbar
<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Langfristige Versorgung von Prozesskunden oder für Spitzendeckungen in Verbundgebieten – Förderung der Biogasproduktion durch erhöhte Nachfrage (Chance für Schweiz, nicht zwingend für Pfungen) 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verfügbarkeit von Biogas – Hoher Preis für Biogas durch knappes Angebot (weniger attraktives Angebot) – Durch allfällige Verzettlung der Biogaskunden schwerer, gewisse Stränge still zu legen

Aus den obigen Ausführungen wird die Strategie Biogas als nicht ideal angesehen. Es ist unklar, ob in Zukunft genügend Biogas für Pfungen vorhanden sein wird (Versorgungsrisiko). Zudem ist Biogas eine teure Option und die Preisentwicklung schwer zu prognostizieren. Es ist unklar, ob die Kunden bereit sind, den hohen Preis für Biogas zu bezahlen.

Fazit Auswirkungen

Gemäss der Studie der EBP und der Metropolitankonferenz Zürich und dem Verband der Schweizerischen Gasindustrie ist eine langfristige Nutzung von Gas zur Produktion von Raumwärme und Warmwasser nicht vertretbar, da nicht genügend Bio- resp. synthetische Gase produziert werden können.

Die CO₂-Ziele von Bund und Kantonen (und insbesondere das kantonale Energiegesetz) haben eine merkliche Auswirkung auf die Anzahl Gaskunden. Dadurch ist die Wirtschaftlichkeit des heute existierenden Verteilnetzes oft spätestens zum Zeitpunkt notwendiger Leitungserneuerungen nicht mehr gegeben und eine Redimensionierung des Gasnetzes ist in Betracht zu ziehen.³

Pfungen

Aufgrund der bisherigen Ausführungen wird zusammenfassend klar, dass der Gasabsatz insbesondere für Raumwärme auch in Pfungen rückläufig sein wird.

Der Umgang mit der Zuleitung von Winterthur ist zeitnah mit Stadtwerk Winterthur zu klären und zu entscheiden. Die Stadtwerke Winterthur planen gemäss aktuellem Stand nach dem Ausstieg aus der Gasversorgung (per 2030) keinen oder nur einen bedingten Rückbau ihrer Leitungen.

³ Aus Das Gasnetz in der Energieversorgung der Zukunft – Ein Ratgeber für Gemeinden und Gasversorger, EBP und Metropolitankonferenz Zürich, März 2020

5 Weiteres Vorgehen und Empfehlung

Um die Ziele des Energieleitbildes der Gemeinde Pfungen zu erreichen, werden für die Gasversorgung Leitsätze formuliert, die den Übergang bei der Gasversorgung weg von fossilen hin zu erneuerbaren Energien unterstützen.

Die Gasversorgung unterliegt grundsätzlich dem kantonalen Energiegesetz, das den fossilen Heizungsersatz (unter Ausnahmen) verbietet. Somit verbleibt aufgrund der Ausführungen der obigen Kapitel eine mögliche Strategie für die Gasversorgung, die unten ausgeführt wird.

5.1 Leitsätze

Folgende Leitsätze sollen die Transformation der Gasversorgung unterstützen, die durch den Gemeinderat beschlossen werden.

1. Die Umstellung der Gasversorgung auf 100 % erneuerbare Gase erfolgt bis spätestens 2040
2. Keine weitere Ausdehnung des Gasnetzes in der Gemeinde Pfungen (keine Neuanschlüsse)
3. In Gebieten mit Priorität für thermische Netze auf Basis erneuerbarer Energieträger wird die Gasversorgung schrittweise stillgelegt (vgl. Energieplanung)
4. In Gebieten, welchen die individuelle Energieversorgung bereits auf erneuerbare fossilfreie Energien umgestellt ist, wird das Gasnetz vorrangig stillgelegt.
5. Der Anteil Biogas im Gasmix wird sukzessive erhöht und beträgt ab 2030 min. 40 % (in Anlehnung an die Gasstrategie der Stadtwerke Winterthur).

5.2 Strategie Gasstilllegung

Aufgrund der vorhergegangenen Ausführungen wird die Strategie Gasstilllegung als geeignete Strategie für Pfungen angesehen. Deshalb wird folgend vertieft auf diese Strategie eingegangen und die Vor- und Nachteile aufgeführt.

Die Strategie Gasstilllegung beinhaltet ab dem Zeitpunkt des Beschlusses:

- Kein Netzausbau mehr
- Keine Neuanschlüsse für Raumwärme
- Netz-Stilllegungen werden innert einem Jahr terminiert und 15 Jahre im Voraus angekündigt
--> Zielnetzplanung
- Spätestens zum Zeitpunkt von grossen Investitionen (z.B. an der Zuleitung von Winterthur) wird das Restnetz stillgelegt. (Koordination mit Stadtwerk Winterthur notwendig)

Pro: Planungssicherheit für das Werk und die Kunden. Frühzeitige Vorbereitung auf die Zukunft. Pfungen verfügt über keine Prozesskunden, die noch keine Alternative haben. Somit kann das gesamte Netz etappiert stillgelegt werden.

Kontra: die Investitionen ins Gasnetz müssen schneller abgeschrieben werden. Erträge aus dem Gasverkauf fehlen evtl. im Haushalt der Gemeinde.

Kriterien für Zeitpunkt einer Stilllegung des Gasnetzes

Die Entscheidung über den Zeitpunkt einer Stilllegung des Gasnetzes in Pfungen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dabei spielt die Absatzdichte, die Art der Anwendung (Raumwärme, Kochgaskunden, Prozessgaskunden oder Spitzenlastabdeckung für Prozesskunden und/oder Wärmeverbunde), und der technische Zustand des Netzes eine entscheidende Rolle. Leitungen, die bis zum Jahr 2040 eine ausreichend hohe Absatzdichte aufweisen oder für die Anbindung von Prozesskunden mit einem hohen Gasbedarf erforderlich sind, können (unter Umständen auch nach 2040) in Betrieb bleiben. Im Einklang mit dem Energieleitbild wird ab dem Jahr 2040 nur noch Biogas angeboten.

Die Gemeinde wird entscheiden, ob ein Weiterbetrieb zum geplanten Zeitpunkt wirtschaftlich ist oder ob eine Stilllegung in Erwägung gezogen werden sollte. Dabei werden folgende Faktoren berücksichtigt:

- Erneuerungsbedarf zum Zeitpunkt x aufgrund von Material und Alter
- Die Rentabilität des Gasverteilnetzes
- Die Notwendigkeit der Leitung in Bezug auf ihre übergeordnete Bedeutung, z. B. für Prozessgaskunden, Versorgungssicherheit.

Der Zeitpunkt der Stilllegung des Gasnetzes sollte in jedem Fall in der kommunalen Energieplanung festgehalten werden und mindestens 10-15 Jahre im Voraus angekündigt werden.

5.3 Nächste Schritte

In einem nächsten Schritt soll der Gemeinderat einen Beschluss über die zukünftige Gasstrategie von Pfungen fassen. Der Beschluss beinhaltet die Leitsätze sowie die Strategie, an welcher sich Pfungen in Zukunft orientieren will.

In diesem Kontext wurde keine ökonomische Analyse der Gasversorgung Pfungen gemacht. Diese empfiehlt sich nachzuholen, um vollumfängliche Grundlagen für die Terminierung der Stilllegungen zu erhalten.

5.4 Kommunikation

Nach dem Entscheid für eine Strategie ist die frühzeitige Kommunikation mit den Kunden wichtig, um allen Akteuren Planungssicherheit zu geben. Wir erachten diese Information im Rahmen der Energieplanung als ideal. Somit kann die Alternative gleichzeitig aufgezeigt werden.

Information der Betroffenen

Die Kommunikation sollte sicherstellen, dass Eigentümer und Eigentümerinnen von fossilen Feuerungen in Bezug auf erwartete Neuerungen, Aufwände, Termine und Alternativen die erforderliche Planungssicherheit erhalten

Ankündigung Gebietsstilllegung

Für eine möglichst hohe Transparenz sollte die gebietsweise Stilllegung des Gasverteilnetzes grundsätzlich mindestens 10-15 Jahre im Voraus angekündigt werden, um den Betroffenen ausreichend Zeit für die Amortisation und eine Umstellung ihrer Energieversorgung zu garantieren (2).

Beratungsangebote

Die Gemeinde bietet zukünftig Beratungsangebote für alternative fossilfreie Lösungen an, um den Übergang zu erleichtern (7). Diese Beratung kann Informationen zu erneuerbaren Energiequellen, effizienten Heizsystemen und anderen umweltfreundlichen Optionen umfassen.

Anhang

A Literaturverzeichnis

1. **BFE.** *Wärmestrategie 2050.* Bern : Bundesamt für Energie (BFE), 2023.
2. **Perch-Nielsen S., Ribi F., Müller M., Vieli B., Lanz L.** *Die Zukunft der Gas-Infrastruktur im Metropolitanraum Zürich.* Zollikon : EBP Schweiz AG, 2020.
3. **Banfi S., Frei L., Eichler H.** *Gasstrategie Stadt Zürich.* Zürich : Stadt Zürich, Energiebeauftragte, 2021.
4. **Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.** *Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung.* 2017.
5. **econcept AG.** *Die Zukunft leitungsgebundener.* Bern : Bundesamt für Energie, BFE, 2011.
6. **RZVN Wehr GmbH, Piet Hensel.** *Strategische Zielnetzplanung Gas. Aqua & Gas.* 2019, N° 3.
7. **PLANAR.** *Energieleitbild Pfungen - Ziele und Massnahmen.* Pfungen : Gemeinde Pfungen, Abteilung Hoch- und Tiefbau, 2023.
8. **Energiestadt.** *Gasstrategie in der kommunalen Energieplanung.* Zürich : Energie Schweiz, 2018.
9. **BFE.** *Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien.* Bern : Bundesamt für Energie (BFE), 2021.
10. **VSG.** *Statistik 2023.* s.l. : Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG), 2023.
11. **AWEL.** *Langfristige Klimastrategie.* Zürich : Kanton Zürich, Baudirektion, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), 2022.

B Tabelle – Länge Gasleitungsnetz nach Verlegejahr

OBJECTID	VERLEGEJAHR	SUMME LÄNGE [m]
1	Unbekannt	1655,4
2	1989	85,9
3	1990	691,8
4	1991	1649,5
5	1992	143,4
6	1993	1077,8
7	1994	1169,3
8	1995	578,1
9	1997	15,3
10	1998	444,6

OBJECTID	VERLEGEJAHR	SUMME LÄNGE [m]
11	1999	51,7
12	2000	48,3
13	2001	510,0
14	2002	232,2
15	2003	61,2
16	2004	25,2
17	2005	39,1
18	2006	76,8
19	2007	469,6
20	2008	1013,4
21	2009	2066,3
22	2010	225,7
23	2011	229,0
24	2012	685,7
25	2013	750,6
26	2014	275,2
27	2015	375,3
28	2016	114,9
29	2017	346,0
30	2018	250,8
31	2019	162,4
32	2020	40,6
33	2021	105,4
34	2022	8,1
35	2023	32,2