

Kommunale Energieplanung Rafz

Version vom 08.12.2025



Die Arbeiten wurden durch die **Planungs- und Energiekommission (PEK)** der Gemeinde Rafz begleitet:

Markus Berger, Präsident

Roman Neukom, Vizepräsident

Christian Jäggli, Leiter Bau und Planung Rafz, Sekretär

Hänseler Franz, Mitglied

Bettina Kleger, Mitglied

Bruno Lötscher, Mitglied

Hans-Ulrich Maag, Mitglied

Neukom Matthias, Mitglied

Tobias Dünki, Geschäftsführer Hans Dünki GmbH

Projektteam EBP

Michel Müller

Carole Bouverat

Nina Flükiger

Mario Signer

EBP Schweiz AG

Mühlebachstrasse 11

8032 Zürich

Schweiz

Telefon +41 44 395 16 16

info@ebp.ch

www.ebp.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
1.1	Ausgangslage in der Gemeinde Rafz	4
1.2	Ziele der Revision der Energieplanung	4
1.3	Ziele und Vorgaben von Bund und Kanton	5
2.	Heutige Energieversorgung	6
2.1	Energie- und Klimabilanz für das Jahr 2024	6
2.2	Wärmebedarfsdichte	7
2.3	Heutige Infrastruktur	9
2.4	Potenzialgebiete für thermische Verbunde	9
3.	Erneuerbare Energiepotenziale	12
3.1	Abwärme: Rechenzentrum	12
3.2	Abwärme: Abwasser	17
3.3	Umweltwärme	19
3.4	Holz und feuchte Biomasse	22
3.5	Solarenergie	23
3.6	Wasserkraft und Windkraft	24
4.	Künftige Entwicklung	25
4.1	Entwicklung der Energie- und Wärmeversorgung	25
4.2	Siedlungsentwicklungsgebiete	26
5.	Kommunale Energieplanung	28
5.1	Ziele der Wärmeversorgung	28
5.2	Räumliche Massnahmen	30
5.3	Übergeordnete Massnahmen	33

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage in der Gemeinde Rafz

Die Gemeinde Rafz setzt sich seit mehreren Jahren aktiv für eine nachhaltige Energiezukunft ein. Im Jahr 2010 hat die Gemeinde das Label «Energiesstadt» erhalten. Mit diesem Label wurde ein klarer Kurs eingeschlagen: Der Ausbau erneuerbarer Energien, die Förderung umweltverträglicher Mobilität sowie ein effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen. Dieses Engagement zeigt sich unter anderem in konkreten Fördermassnahmen, welche im kommunalen Förderprogramm Energie verankert sind.

Energiesstadt

Trotz den erfolgreichen Entwicklungen steht Rafz heute vor neuen Herausforderungen und Chancen. Seit der Erarbeitung der kommunalen Energieplanung im Jahr 2011 haben sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen grundlegend verändert. Der Bund hat sich zum Ziel gesetzt, spätestens ab 2050 keine Treibhausgasemissionen mehr auszustossen. Die Regierung des Kantons Zürich geht noch einen Schritt weiter. Sie strebt die Erreichung des Netto-Null-Ziels bis 2040 an und will das Ziel spätestens bis 2050 erreicht haben¹. Ein weiterer Meilenstein ist das revidierte kantonale Energiegesetz, welches seit September 2022 in Kraft ist und grundsätzlich beim Ersatz der fossilen Heizungen das Umstellen auf erneuerbare Heizungssysteme fordert. Um diesen aktuellen Veränderungen Rechnung zu tragen, ist eine Revision der Energieplanung erforderlich.

Revision der Energieplanung erforderlich

Die wichtigsten Akteure für die Energieversorgung der Gemeinde Rafz wurden in die Energieplanung miteinbezogen. Dies sind insbesondere die lokale Holzwärmegenossenschaft (HWG) Rafz als Betreiberin des bestehenden Holzwärmeverbunds. Zudem wurde mit Hilfe der Anex Ingenieure AG das Abwärmepotenzial des Rechencenters und mit Migros Engineering Solutions die künftige Energieversorgung eines geplanten Logistikzentrums von Galaxus/Digitec vertieft. Die Revision der Energieplanung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Planungs- und Energiekommission (PEK) der Gemeinde Rafz.

Akteure der Energieversorgung

Die Energieplanung orientiert sich gezielt an lokalen Bedürfnissen, welche durch die Gegebenheiten von Rafz beeinflusst werden. Mit aktuell 4'747 Einwohnenden (Stand 31.12.2024) zählt Rafz zu den grössten Gemeinden im Rafzerfeld. Die Gemeinde umfasst eine Fläche von 1'074 Hektaren, wovon rund 11% als Siedlungsfläche genutzt werden.

Übersicht Gemeinde Rafz

1.2 Ziele der Revision der Energieplanung

Übergeordnet zeigt die revidierte kommunale Energieplanung ein aktuelles Gesamtbild der Energieversorgung auf, beleuchtet die Verfügbarkeit erneuerbarer Energiepotenziale, und veranschaulicht die angestrebte Nutzung dieser Potenziale räumlich. Der Energieplan bildet die Grundlage, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Nicht nur als Planungsinstrument für die Gemeinde, sondern auch als Wegweiser für lokale Akteure und

Gesamtbild der Energieversorgung

¹ Langfristige Klimastrategie des Kantons Zürich vom März 2022

Einzelpersonen, unterstützt der Energieplan Investitionsentscheidungen im Bereich der Wärmeversorgung. Die vorliegende Energieplanung:

- zeigt den Ist-Zustand der heutigen Energieversorgung in der Gemeinde auf (Kapitel 2),
- identifiziert die lokalen und regionalen Energiepotenziale für die künftige Versorgung (Kapitel 3),
- stellt die wichtigsten Aspekte der zukünftigen Entwicklung der Energieversorgung der Gemeinde Rafz dar (Kapitel 4),
- legt quantitative und qualitative Ziele, Absenkpfade, sowie räumliche und übergeordnete Massnahmen fest (Kapitel 5).

1.3 Ziele und Vorgaben von Bund und Kanton

In den letzten Jahren hat sich die Energie- und Klimapolitik dynamisch entwickelt. Im Übereinkommen von Paris wurde festgelegt, dass die Erderwärmung auf einen Wert von 1.5°C – 2°C begrenzt werden soll. Das bedeutet eine weltweite Reduktion der Treibhausgasemissionen auf netto null bis im Jahr 2050. Auch die Schweiz hat das Übereinkommen von Paris ratifiziert und im Anschluss darauf das Netto-Null-Ziel gesetzlich verankert. Als Zwischenziel sollen die Emissionen gemäss Übereinkommen von Paris bis 2030 um 50% gegenüber 1990 reduziert werden, Massnahmen im Ausland dürfen dabei maximal einen Anteil von 25% ausmachen.

Netto-Null 2050 in der Schweiz

Der Zürcher Regierungsrat strebt an, die CO₂-Emissionen des Kantons Zürich bis 2040 auf null zu senken. Spätestens soll dieses Ziel bis 2050 erreicht sein². Um dieses Ziel zu erreichen, hat der Kanton im März 2022 eine Klimastrategie beschlossen. Im Wärmebereich erfolgt die Umsetzung der Klimastrategie massgeblich über das per September 2022 revidierte Energiegesetz: Der Kanton Zürich hat eine verschärfte Version der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 2014 in kantonales Recht überführt. Neu muss beim Heizungsersatz in bestehenden Bauten eine klimaneutrale Heizung³ eingesetzt werden, sofern die Mehrkosten im Vergleich zur fossilen Heizungslösung nicht mehr als 5% betragen. In jedem Fall darf der Anteil nichterneuerbarer Energien 90% des Energiebedarfs nicht überschreiten.

Netto-Null 2040 im Kanton Zürich und kantonales Energiegesetz

Die kommunale Energieplanung erfolgt gestützt auf § 7 des kantonalen Energiegesetzes. Hauptresultat der kommunalen Energieplanung sind Gebietsausscheidungen für prioritäre Energieträger. Als Grundlage für diese Abwägungen gibt der kantonale Richtplan eine planerische Prioritätsreihenfolge vor, an welcher sich der Energieplan orientiert.

Kantonaler Richtplan und Prioritätsreihenfolge

² Langfristige Klimastrategie des Kantons Zürich vom März 2022

³ Eine Gasheizung mit Bezug von 80% Schweizer Biogas ist als Lösung anerkannt.

2. Heutige Energieversorgung

2.1 Energie- und Klimabilanz für das Jahr 2024

Als Grundlage für die Berechnung der Energie- und Klimabilanz dienten die Einträge im Eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR). Zudem verwendete EBP die offiziellen Leitungspläne der HWG, um gebäudescharf abzugleichen, welche Liegenschaften an das Fernwärmenetz angeschlossen sind. Als dritte Quelle nutzte EBP die Daten des Kantons Zürich zu den Standorten der Erdwärmesonden.

Datenquellen

Aktuell beträgt der jährliche Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung in Rafz rund 42.6 GWh (Abbildung 1). Die Wärmeerzeugung für Heizungen und Warmwasser erfolgt zu 36% mit Heizöl. Der fossile Anteil ist somit deutlich gesunken im Vergleich zur kommunalen Energieplanung aus dem Jahr 2011⁴, in welcher ein Anteil von 61% Heizöl bilanziert wurde. Dies liegt am steigenden Anteil erneuerbaren Energiequellen in der Wärmeversorgung. 13.6 GWh des Wärmeverbrauchs erfolgt durch Wärmepumpen, wobei 4.5 GWh mit Strom und 9.1 GWh durch Umweltwärme gedeckt sind. Weitere 8.5 GWh der Wärmeenergie wird über das Fernwärmenetz der HWG versorgt. Der Energiemix der Fernwärme setzt sich zu 98.7% aus Holz und 1.3% Heizöl zusammen. Insgesamt liegt der Gesamtenergieverbrauch aus Holz sowohl für Fernwärme als auch Einzellösungen bei 11.9 GWh.

Auswertungen der Bilanz

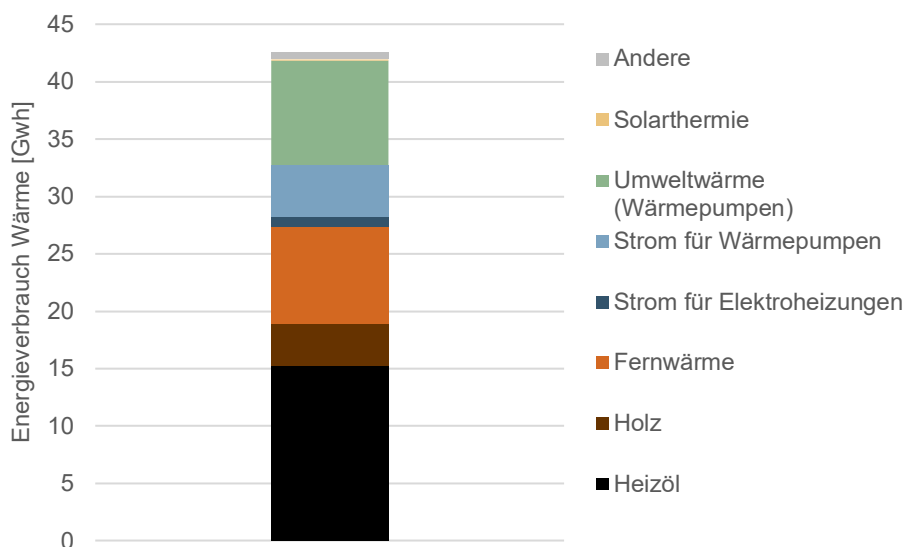


Abbildung 1 Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung im Jahr 2024

Die direkten CO₂-Emissionen der fossilen Brennstoffe Erdgas und Heizöl für die Wärmeversorgung führen in Rafz zu einem Ausstoss von rund 4'952 Tonnen CO₂ im Jahr 2024. Betrachtet wurde dabei die Systemgrenze «Scope 1», welche die Emissionen der direkten Verbrennung vor Ort beinhaltet. Pro einwohnende Person entspricht dies zirka einer Tonne CO₂ pro Jahr. Dieser Wert liegt deutlich unter dem Schweizer Durchschnitt von 2.17

CO₂-Emissionen

4 Planar AG (2011). Kommunale Energieplanung.

Tonnen CO₂ pro Jahr⁵. Einerseits erklärt sich dieser relativ tiefe Wert durch den hohen Anteil erneuerbarer Energie in Rafz. Andererseits hängt dieser Wert auch stark vom Vorhandensein von Industriebetrieben ab.

2.2 Wärmebedarfsdichte

Die Wärmebedarfsdichte stellt einen zentralen Indikator für die Eignung von Gebieten zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung dar und setzt sich aus Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme zusammen. Ein hoher spezifischer Wärmebedarf besteht typischerweise in dicht besiedelten urbanen Räumen, in Mischgebieten mit Wohn- und Gewerbenutzung (Abbildung 2). Auch in Industriearealen ist der Wärmebedarf aufgrund einer relativ hohen Energiebezugsfläche erhöht. Dies betrifft den Dorfkern von Rafz, insbesondere entlang der *Landstrasse*. Ähnlich hoch ist der Wärmebedarf im bestehenden Verbundgebiet entlang des *Tannenwegs* und innerhalb des *Sonnefäld*. Auch in den Industriegebieten im Süden sowie im Nordosten der Gemeinde ist die Wärmebedarfsdichte erhöht. Ausserhalb der Kernzonen liegt der Wärmebedarf mehrheitlich tiefer, als für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung nötig wäre.

Auswertung der Dichte des Wärmebedarfs

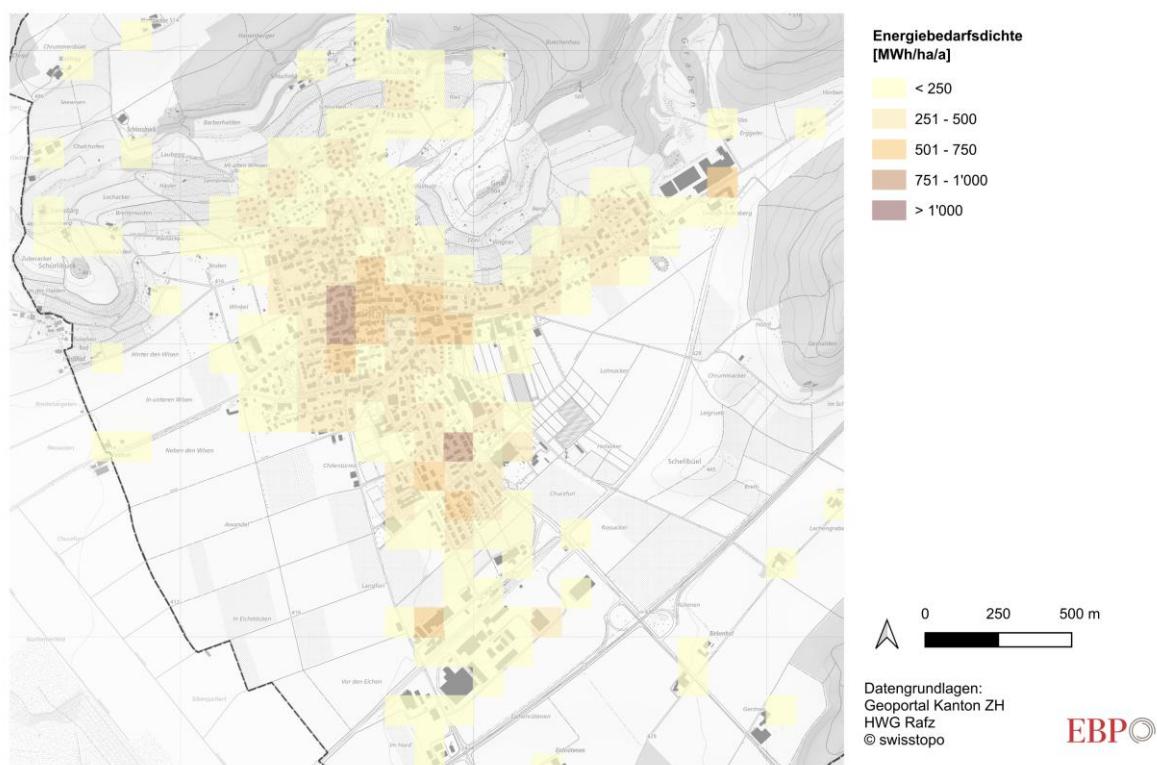


Abbildung 2 Wärmebedarfsdichte in Rafz

Abbildung 3 zeigt die Wärmebedarfsdichte in den jeweiligen Nutzungszonen, wobei alle Energieträger erfasst sind. Abbildung 4 stellt im Vergleich dazu den Wärmebedarf abzüglich der Wärmepumpen dar. In beiden Abbildungen ist der spezifische Wärmebedarf flächenbezogen in Megawattstunden pro

Wärmebedarfsdichte nach Nutzungsplanung

⁵ Energieschweiz (2025). Vergleichswerte gemäss Energie- und Klimakalkulator.

Hektar (MWh/ha) angegeben. Zonen mit einer fossilen Wärmebedarfsdichte von über 450 MWh/ha gelten als besonders geeignet für den Anschluss an ein Fernwärmenetz. Dies betrifft insbesondere den Dorfkern von Rafz.

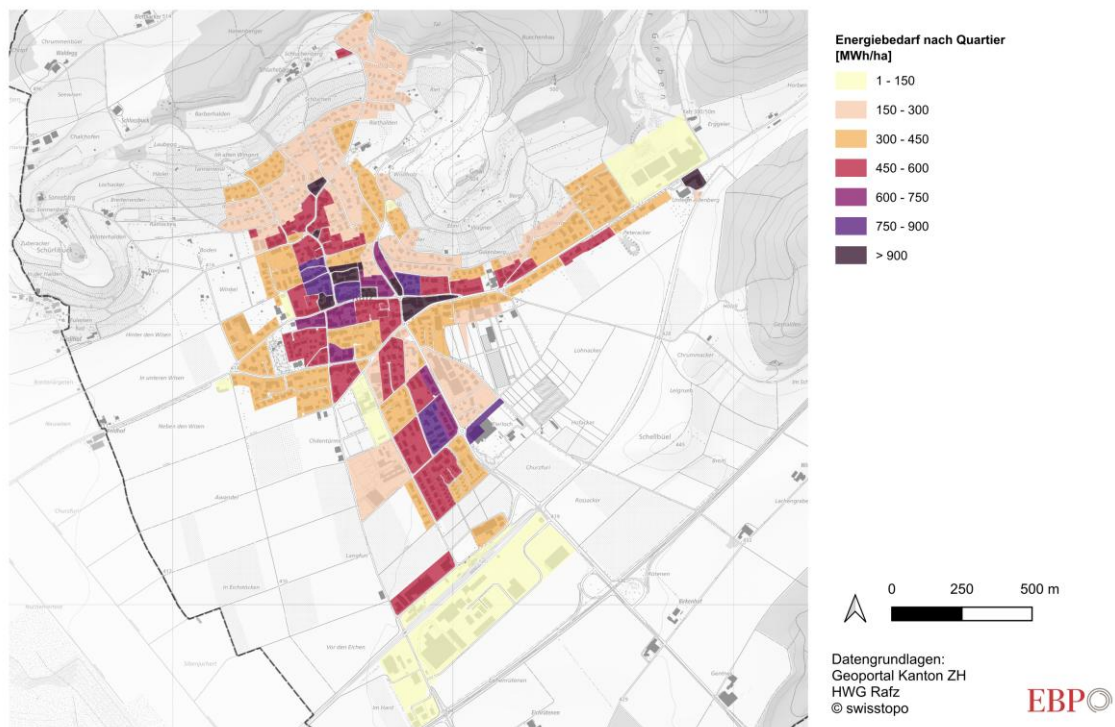


Abbildung 3 Wärmebedarfsdichte nach Nutzungszonen. In dieser Abbildung ist der Wärmebedarf aller Energieträger erfasst.

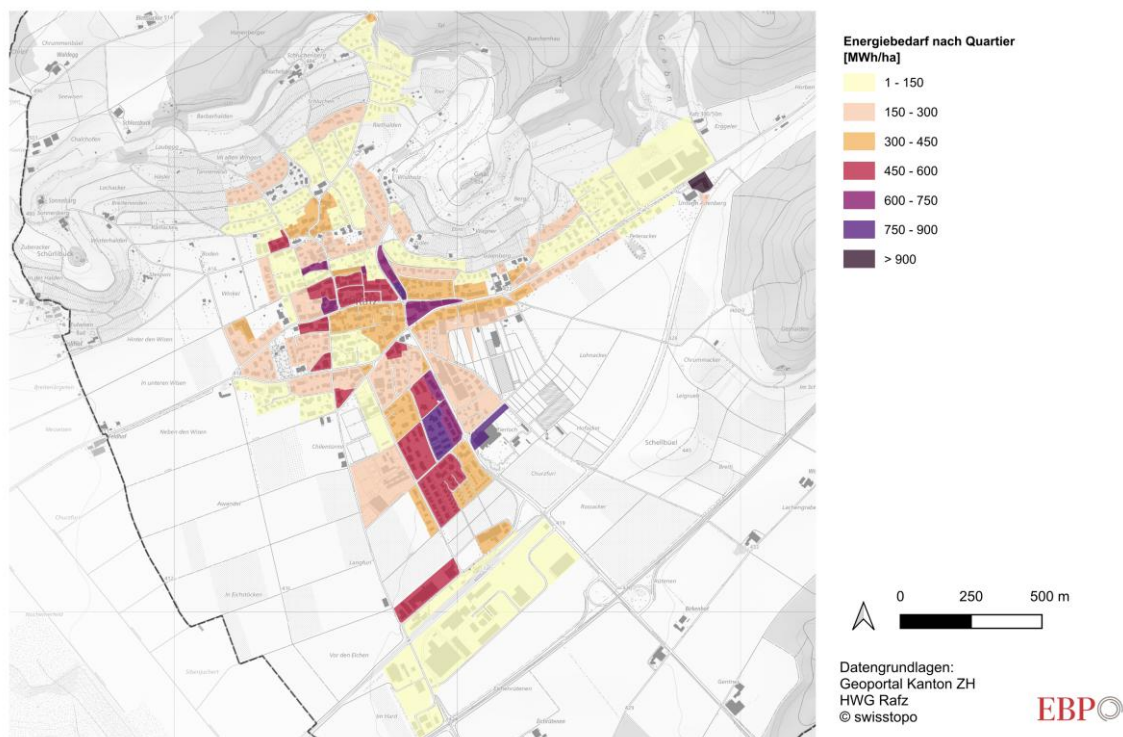


Abbildung 4 Wärmebedarfsdichte nach Nutzungszonen. In dieser Abbildung ist der Wärmebedarf aller Energieträger abzüglich der Wärmepumpen erfasst.

2.3 Heutige Infrastruktur

Die lokale Holzwärmegenossenschaft betreibt seit 1994 den bestehenden Wärmeverbund in Rafz (Abbildung 5). Der Holzwärmeverbund wird mit Holzhackschnitzeln betrieben und liegt im südlichen Dorfteil. Über die insgesamt 9540 m Rohrleitungen versorgt der Wärmeverbund 447 Wohnungen, 17 Gewerbe- und Industriebetriebe sowie vier öffentliche Gebäude.

Bestehende
HWG-Fernwärme



Abbildung 5 Bestehendes Holzwärmeverbundgebiet

Im Gemeindegebiet von Rafz sind keine weiteren Wärmenetze oder Gas-Verteilnetze vorhanden. Die ehemalige Ziegelei wurde mit Gas erschlossen, es wurde jedoch kein Gas genutzt. Die Ziegel-Produktion ist heute eingestellt, der Standort wird nur noch als Lager benutzt. Ausserdem befindet sich in Rafz weder eine Kehrlichtverbrennungs- noch eine Abwasserreinigungs-anlage. Im Industriegebiet liegt jedoch das Rechenzentrum der Firma Stack Infrastructure AG, dessen Abwärmepotenzial im Kapitel 3.1 vertieft analysiert wird.

Weitere Infrastruktur

2.4 Potenzialgebiete für thermische Verbunde

Es wurde untersucht, welche Gebiete sich als Perimeter für eine Erweiterung des bestehenden Fernwärmeverbunds eignen. Zur Identifikation der Potenzialgebiete stützten wir uns auf die Wärmebedarfsdichtekarten (Kapitel 2.2). Daraus wurden zwei Gebiete mit erhöhter fossiler Wärmebedarfsdichte identifiziert. Um die Wirtschaftlichkeit dieser Verbundperimeter zu prüfen, wurden Kennzahlen zum Wärmebedarf, der Länge eines nötigen Leitungsnetzes

sowie der Absatzdichte der beiden Wärmeverbunde gegenübergestellt (Tabelle 1). Bei den Berechnungen des Leitungsbaus gilt die Annahme festzuhalten, dass wir von einer Energiezentrale innerhalb der Potenzialgebiete ausgegangen sind.

Das Potenzialgebiet «grosse Ausdehnung» umfasst einen umfangreichen Perimeter angrenzend an den bestehenden Wärmeverbund, wobei bei einer Anschlusswahrscheinlichkeit von 70% potenziell 381 Energieverbraucher ans Fernwärmenetz angebunden werden könnten (Abbildung 6). Dieses Gebiet zeigt einen jährlichen Wärmebedarf von 14.4 GWh sowie eine Wärmebedarfsdichte von 464.5 MWh/ha. Mit einer Länge der Hauptleitungen von 5'028 m und Anschlussleitungen von 1'778 m ergibt sich insofern eine Absatzdichte von 1.5 MWh/m, respektive 1.0 MWh/m wenn man existierende Wärmepumpen ausschliesst.

Potenzialgebiet
«grosse Ausdehnung»

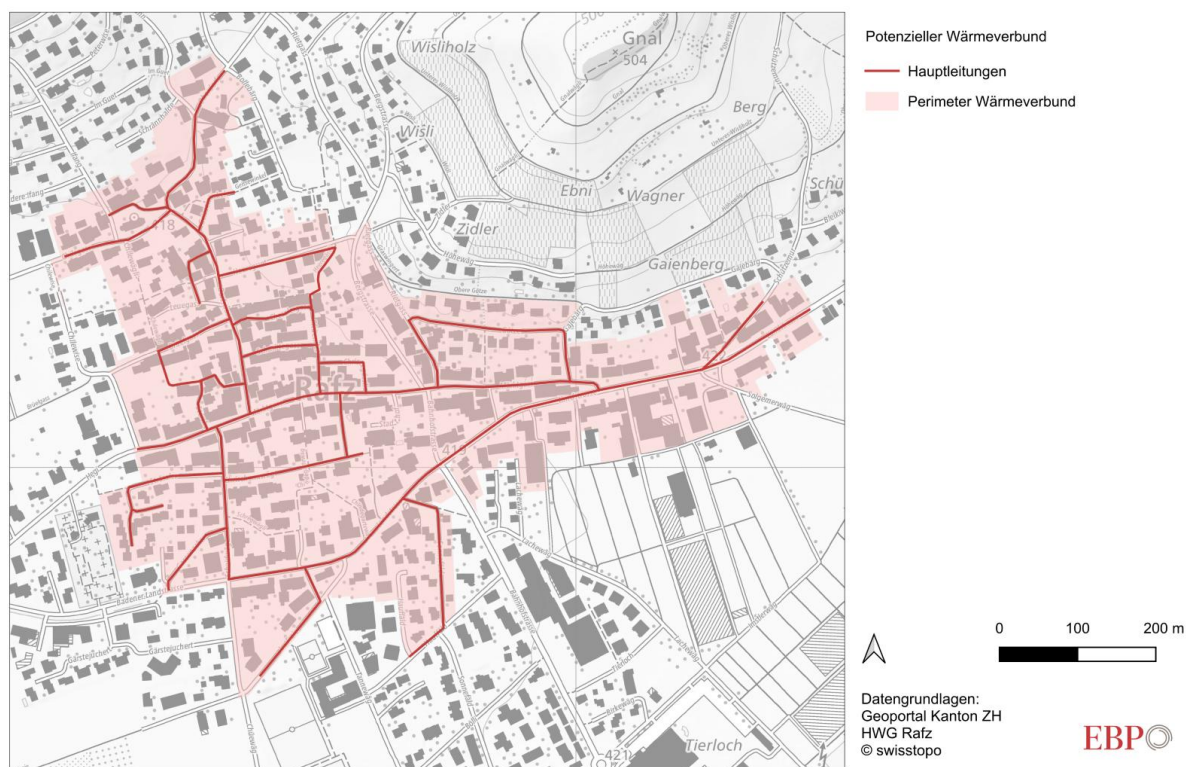


Abbildung 6 Potenzialgebiet «grosse Ausdehnung»

Das Potenzialgebiet «Fokus Zentrum» hingegen umfasst einen reduzierten Wärmeverbund im Dorfkern mit potenziell 135 Energieverbrauchern (Abbildung 7). Dieses Gebiet verfügt über einen jährlichen Wärmebedarf von 5.6 GWh sowie eine Wärmebedarfsdichte von 674.8 MWh/ha. Mit einer Länge der Hauptleitungen von 1473 m und Anschlussleitungen von 630 m ergibt sich bei diesem Perimeter insofern eine Absatzdichte von 1.9 MWh/m, respektive 1.4 MWh/m, wenn man die Wärmepumpen ausschliesst. Obwohl eine gängige Faustregel besagt, dass ein Wärmeverbund erst ab einer Absatzdichte von 2 MWh/m wirtschaftlich betrieben werden kann, erscheint dieses Gebiet attraktiv. Ausschlaggebend dafür ist vor allem, dass der bestehende Verbund bereits heute trotz niedriger Absatzdichte wirtschaftlich

Potenzialgebiet
«Fokus Zentrum»

durch die HWG betrieben wird. Zudem bietet der Perimeter weiteres Optimierungspotenzial wie beispielsweise durch den Anschluss der Gemeindeverwaltung.

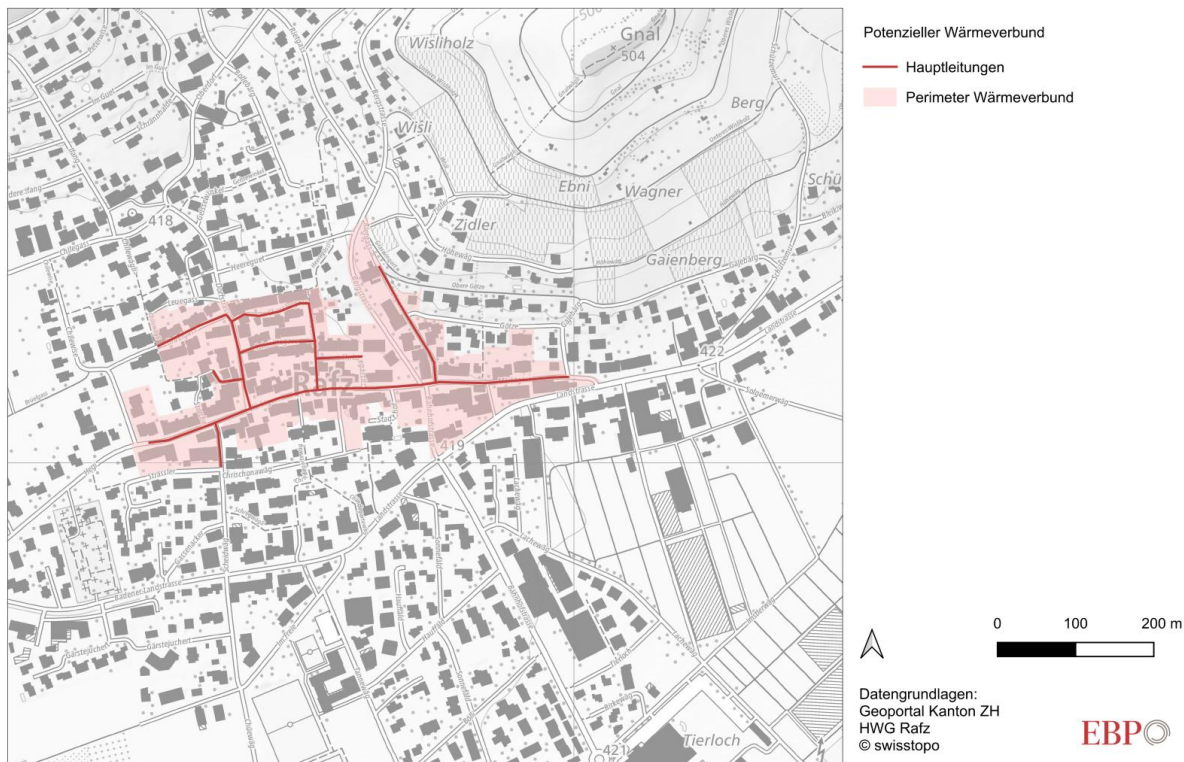


Abbildung 7 Potenzialgebiet «Fokus Zentrum»

	Verbundgebiet «grosse Ausdehnung»		Verbundgebiet «Fokus Zentrum»	
	Alle ET	Exkl. WP	Alle ET	Exkl. WP
Wärme- und Leistungsbedarf				
Wärmebedarf [GWh/a]	14.5	8.5	5.6	3.6
Wärmebedarfsdichte [MWh/ha]	464.5	273.8	674.8	434.8
Leistungsbedarf [MW] ⁶	3.3	2.0	1.5	1.1
Leitungsbau				
Länge Hauptleitungen [m]	5'028	5'028	1473	1473
Anzahl Energieverbraucher	381	209	135	84
Länge Anschlussleitungen [m]	1'778	975	630	392
Absatz				
Absatzdichte [MWh/m]	1.5	1.0	1.9	1.4

Tabelle 1 Gegenüberstellung der beiden potenziellen Verbundgebiete. Dabei werden sowohl die Situation mit allen Energieträgern (ET) sowie die Situation exklusiv Wärmepumpen (WP) betrachtet.

6 Annahmen zur Herleitung des Leistungsbedarfs: 2'000 Volllaststunden; 80% Anschlussrate; Gleichzeitigkeitsfaktor gemäss Planungshandbuch Fernwärme, in Abhängigkeit der Anzahl Verbraucher (oberer Streubereich)

3. Erneuerbare Energiepotenziale

Für kommunale Energieplanungen legt der kantonale Richtplan fest, dass bestehende Wärmequellen vollständig ausgeschöpft sowie Wärmenetze verdichtet werden sollen. Die einzelnen möglichen Wärmequellen sind dabei in Anlehnung an den Werkzeugkasten räumliche Energieplanung von Energiestadt und die Prioritätenreihenfolge gemäss kantonalem Richtplan geordnet. Das vorliegende Kapitel beschreibt die für Rafz relevanten und lokal vorhandenen erneuerbaren Energiepotenziale.

3.1 Abwärme: Rechenzentrum

Als industrielle Abwärmequelle eignet sich das Rechencenter, welches durch STACK Infrastructure betrieben wird. Das Rechenzentrum in Rafz ist ganzjährig in Betrieb. Es hat eine Rechenleistung von 10 MW⁷. Jedoch kann von dieser Leistung nur ca. 3 % (von möglichen 80%) als Abwärme genutzt werden. Die Abwärmenutzung ist durch die aktuelle technische Auslegung limitiert. Dies ergibt sich aus den Daten, welche Anex Ingenieure AG im Auftrag der Gemeindeverwaltung Rafz erhoben hat. Gemäss Aussagen von Anex schwankt die verfügbare Abwärme abzüglich des Eigenbedarfs des Rechenzentrums während des Jahres zwischen 250 kW im Winter und 350 kW im Sommer. Die Abwärmtemperatur liegt bei 25-30 °C. Es gibt in der Technikzentrale des Rechenzentrums einen Wärmetauscher mit einer Leistung von 1 MW, von dem die Abwärme direkt gefasst werden könnte. Um die Abwärmenutzung in Rafz technisch vertieft zu prüfen, führte EBP mehrere Interviews mit lokalen Schlüsselakteuren durch:

Abwärme: Rechenzentrum STACK Infrastructure

- Tobias Dünki, Geschäftsführer von Hans Dünki GmbH und von der Holzärmegenosenschaft HWG
- Tobias Müller, Projektleiter bei Migros Engineering Solutions und zuständig für das Bauprojekt Digitec/Galaxus
- Matthias Kolb, Ingenieur bei Anex Ingenieure AG und zuständig für die Erhebung der Daten des Rechencenters Stack Infrastructure AG

Basierend auf den Interviews hat EBP im vorliegenden Kapitel eine Datenanalyse, ein technisches Konzept sowie eine Wirtschaftlichkeitsanalyse erarbeitet.

Datenanalyse

Die zurzeit zur Verfügbarkeit stehenden Daten bilden erst 2.5 Monate ab geben demnach noch kein umfassendes Bild (22. Januar 2025 – 7. April 2025). Die Leistungsspanne von 250-350 kW scheint sich aber bisher zu bestätigen und entspricht der statistischen Verteilung der Messpunkte. Die Messungen dauern aber weiter an und werden eine klarere Aussage zum

Daten zur anfallenden Abwärme

7 [STACK Infrastructure, ZURO1A Infobroschüre](#)

Potenzial ermöglichen. Diese Datengrundlage sollte bei der Umsetzung einer Abwärmenutzung für vertiefende Abklärungen herangezogen werden.

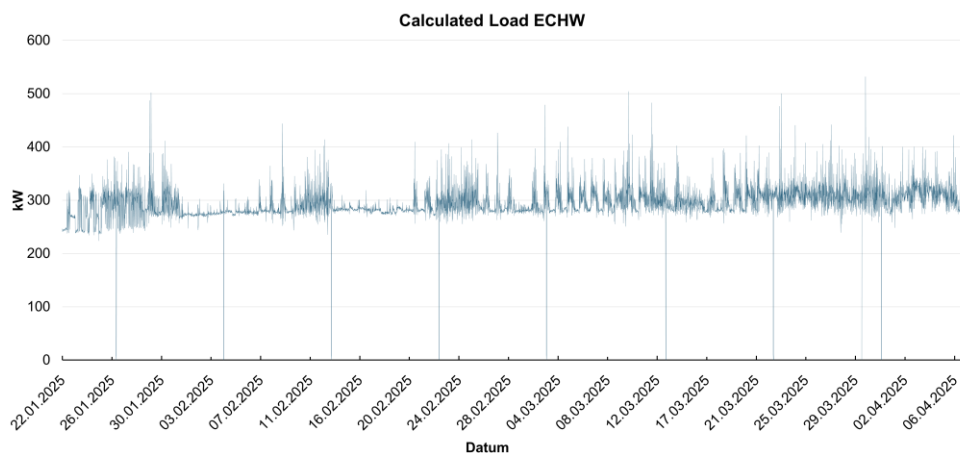


Abbildung 8 Verfügbare Abwärme während des Frühjahrs 2025 (t = 77 Tage). Elevated Chilled Water System (ECHW) stellt die Kühlung der Elektroräume sicher. Insgesamt standen 7'280 Messwerte zur Verfügung (n = 7280).

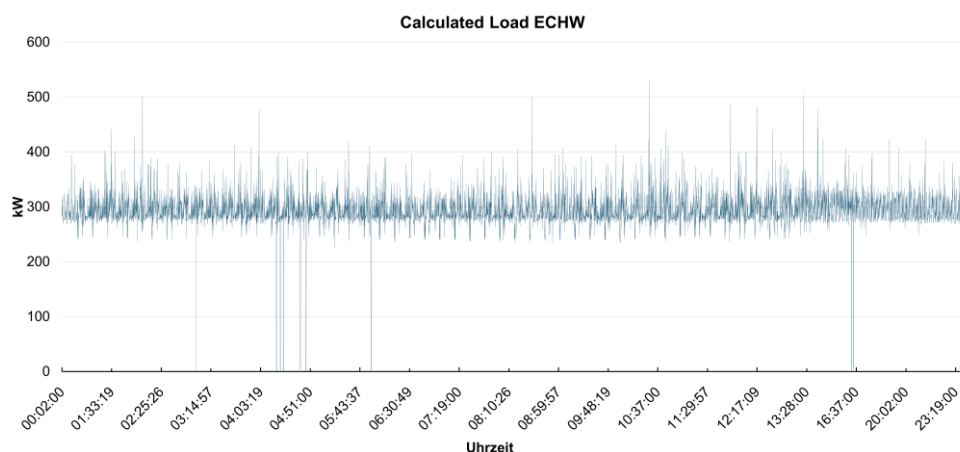


Abbildung 9 Verfügbare Abwärme des ECHW nach Uhrzeit der Erfassung. Die Abwärme steht gleichmässig über den Tag verteilt zur Verfügung.

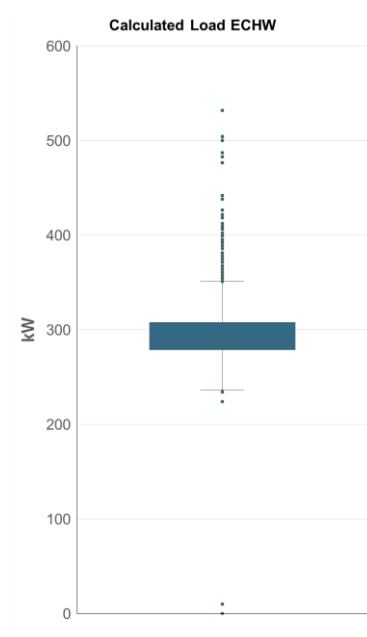


Abbildung 10 Boxplot mit der Verteilung der Abwärme des ECHW.

Technisches Konzept

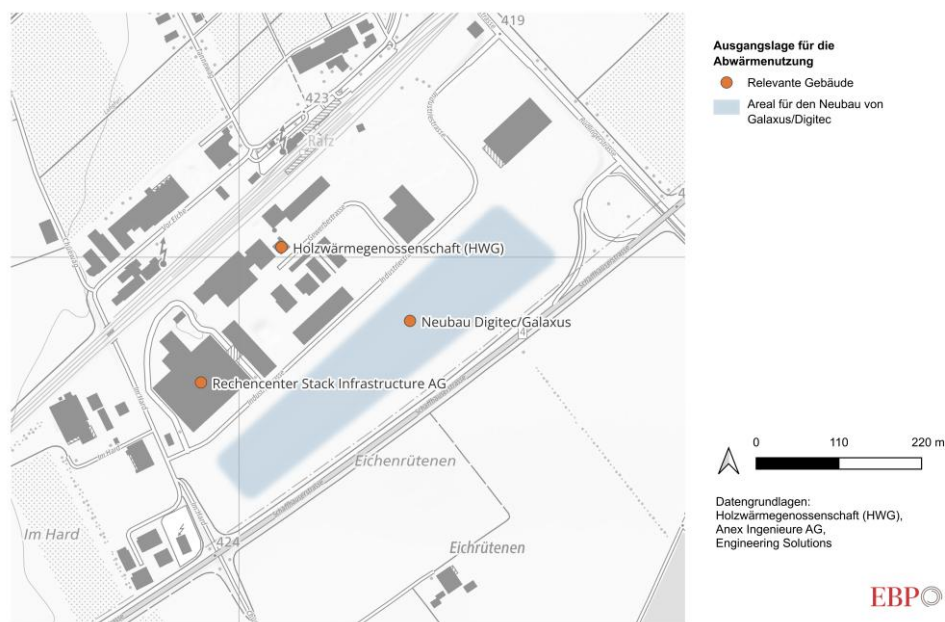


Abbildung 11 Ausgangslage für die Abwärmenutzung

Abwärme vom Rechenzentrum könnte vom bestehenden Verbund der HWG oder für die Beheizung des projektierten Verteilzentrums von Digitec/Galaxus genutzt werden (Abbildung). Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Stu-

Nutzung der Abwärme im geplanten Verteilzentrum

die ist es noch unklar, ob das Verteilzentrum die Zustimmung von der Bevölkerung in Rafz erhält. Ausserdem ist es gemäss Tobias Müller⁸ beim derzeitigen Stand noch sehr unklar, welche Heiz- oder Kühllasten das Verteilzentrum haben wird. Dies, weil die Nutzung der Räume und Hallen noch final nicht geklärt ist. Aus diesen Gründen ist es schwierig eine Aussage zur Nutzung der Abwärme im Verteilzentrum zu machen. In dieser Studie wird daher der Fokus auf eine Nutzung durch den Verbund der HWG gelegt.

Gemäss Tobias Dünki von der HWG könnte mit der Abwärme des Rechenzentrums ungefähr die Grundlast des Verbundes für das Trinkwarmwasser gedeckt werden. Dies hätte den Vorteil, dass die Abwärme das ganze Jahr genutzt werden könnte und das vorliegende Potential so optimal ausgeschöpft werden könnte. Ausserdem könnte die HWG im Sommer ihre Heizkessel ganz abschalten, was zu einem reduzierten Wartungs- und Betriebsaufwand führen würde. Schätzungsweise 4.1 GWh Hackschnitzel könnten pro Jahr eingespart werden.

Nutzung zur Warmwasseraufbereitung

Die Abwärme würde über eine ca. 350 Trassenmeter lange Leitung vom Rechenzentrum zur Energiezentrale transportiert. Falls das Verteilzentrum tatsächlich in der Zukunft Kühllasten haben sollte, wäre es möglich, auch zu diesem die Leitungen für Abwärme zu verlegen. Ein kleiner Anergieverbund wäre die Folge (Abbildung).

Anergieverbund

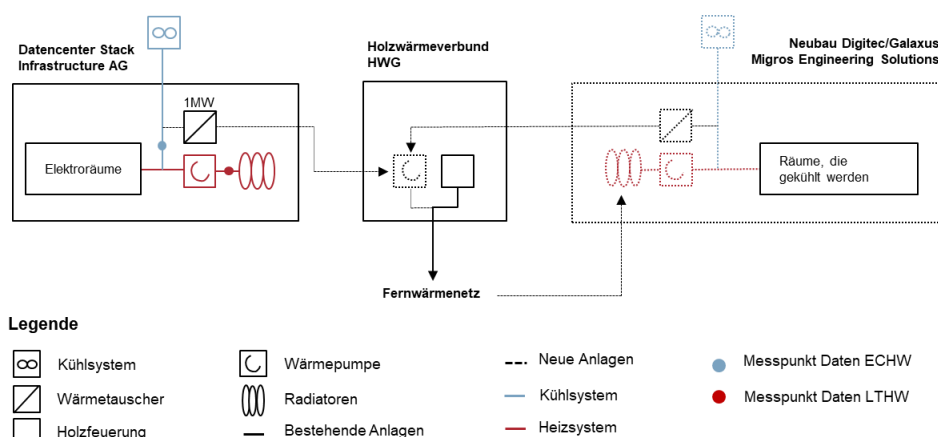


Abbildung 12 Integrationsmöglichkeit der Abwärmenutzung

Damit die Abwärme innerhalb des Verbundes genutzt werden könnte, müsste in der Energiezentrale eine Wärmepumpe für den Temperaturhub auf das Niveau des Verbundes (72 °C im Sommer bzw. 82 °C im Winter) installiert werden. Die hohe Temperatur stellt eine Herausforderung für gewöhnliche Wärmepumpen dar. Es müsste daher (wenn das Temperaturniveau beibehalten wird) wahrscheinlich eine Ammoniak-Wärmepumpe installiert werden. Diese ist teurer, müsste aus Sicherheitsgründen eingekapselt aufgestellt werden und erfordert eine Havarielüftung.

Ammoniak-Wärmepumpe

Gemäss Aussage von Herrn Dünki muss einer der drei Heizkessel in der Energiezentrale bald ersetzt werden. Grundsätzlich könnte dies durch die oben erwähnte Wärmepumpe geschehen. Die technische Machbarkeit der

Ersatz der Holz-Heizkessel

8 Interview mit Tobias Müller (2025). Migros Engineering Solutions, Projektleiter bei Digitec/Galaxus.

Einbindung müsste aber noch genauer abgeklärt werden. Zu berücksichtigen ist, dass sich die installierte Leistung des Wärmeverbundes dadurch von 5.3 MW Holz-Heizkessel und 1.5 MW Heizöl-Spitzenlast um voraussichtlich 1.55 MW reduzieren würde. Da die installierte Leistung heute überdimensioniert ist, könnte der Verbund auch so weiterhin betrieben werden. Jedoch würde sich der Anteil der Spitzenlast wohl erhöhen und sich der CO₂-Anteil der Wärme so paradoxerweise verschlechtern.

Bei einer Erweiterung des Verbundes auf neue Quartiere oder wenn das Verteilzentrum von Digitec/Galaxus angeschlossen werden sollte, müsste wahrscheinlich zusätzlich Leistung zugebaut werden. Zu beachten ist, dass im Fall der Erweiterung auf neue Quartiere auch das Netz ein möglicher Flaschenhals darstellen kann. Beispielsweise die Stammleitung des Verbundes, welche unter den Gleisen der SBB verläuft, hat gemäss Herrn Dünki eine maximale Kapazität von 4 MW.

Kapazität des Wärmeverbundes

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Baukosten für eine Integration der Abwärme des Rechenzentrums in den Wärmeverbund der HWG kann aufgrund der vorhandenen Informationen abgeschätzt werden (Abbildung). Zuzüglich kommen 15 % für Honorare und 10 % Reserve, womit sich die Gesamtkosten auf **1.15 Mio. CHF** (exkl. MWST) (+ / - 30 %) belaufen. Dabei wurde mit der teureren Ammoniak-Wärmepumpe und den dadurch erforderlichen Begleitmassnahmen gerechnet. Ausserdem wurde ein neu zu bauender Starkstromanschluss von 150 kW für die Wärmepumpe inkludiert. Nicht berücksichtigt ist die Demontage des alten Kessels, da diese Kosten ohnehin anfallen werden.

Investitionskosten

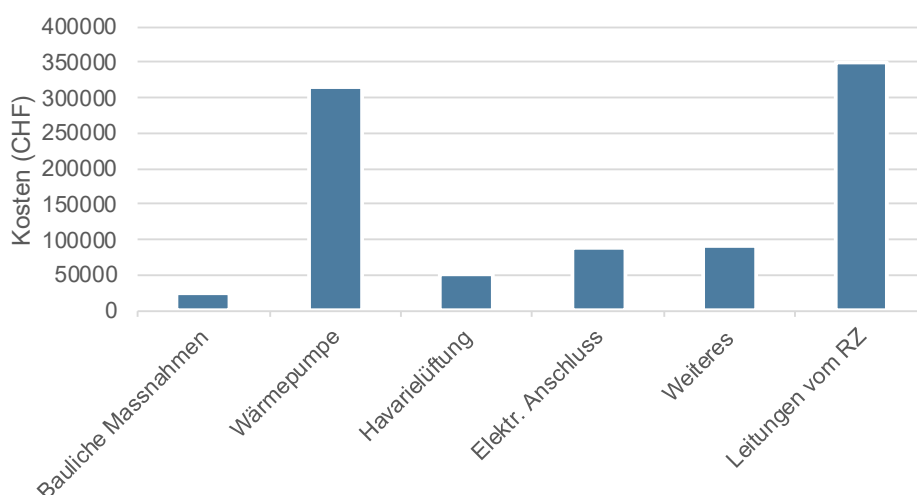


Abbildung 13 Schätzung der Investitionskosten für die Integration der Abwärme in den Wärmeverbund (exkl. MWST) (+ / - 30 %)

Um die Kosten besser abschätzen zu können, müsste geklärt werden, wie die Wärmepumpe in der Zentrale optimal hydraulisch eingebunden werden kann und wie viel der Infrastruktur schon vorhanden ist und benutzt werden kann oder neu gebaut werden muss – bspw. der Stromanschluss.

Unsicherheiten in der Kostenabschätzung

Mittels der Investitionskosten und den Grundlagen in Tabelle 2 kann grob ein Wärmegestehungspreis abgeleitet werden. Dieser beträgt knapp **11 Rp./kWh**. Grösster Anteil hat der Strom für die Wärmepumpe. Dementsprechend sensitiv wird der Gestehungspreis auf Schwankungen des Strompreises reagieren.

Wärmegestehungs-
kosten

Grundlage	Wert	Quelle
Betrachtungszeitraum	20 a	-
Abwärme Rechenzentrum	2.6 GWh/a	Daten Anex
JAZ Wärmepumpe	4	Annahme
Strompreis	24.5 Rp./kWh	Gemeinde Rafz – Strompreise Schweiz
Preis Abwärme RZ	3.0 Rp./kWh	Annahme
Produzierte Wärme	3.5 GWh/a	Berechnungen
Wärmeverluste Netz	10 %	Annahme
Verkaufte Wärme	3.2 GWh/a	Berechnungen
Unterhalt	11'500 CHF/a	Annahme, 1 % der Investitionssumme

Tabelle 2 Grundlagen zur Errechnung eines Wärmegestehungskosten

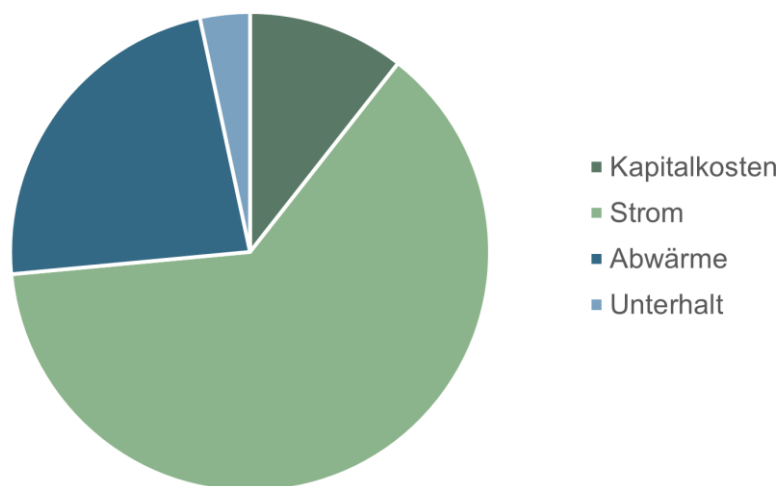


Abbildung 14 Zusammensetzung der Wärmegestehungskosten

3.2 Abwärme: Abwasser

Das Abwasser von Rafz wird in einem Kanal in der Badener Landstrasse gesammelt und über Wil, Hüntwangen, Wasterkingen bis in die ARA in Hohentengen DE geleitet. Beim Entsorgungsgebäude an der Landstrasse 33 ist grundsätzlich genügend Platz für eine thermische Nutzung des Abwassers vorhanden.

Sammlung und
Weiterleitung des
Abwassers

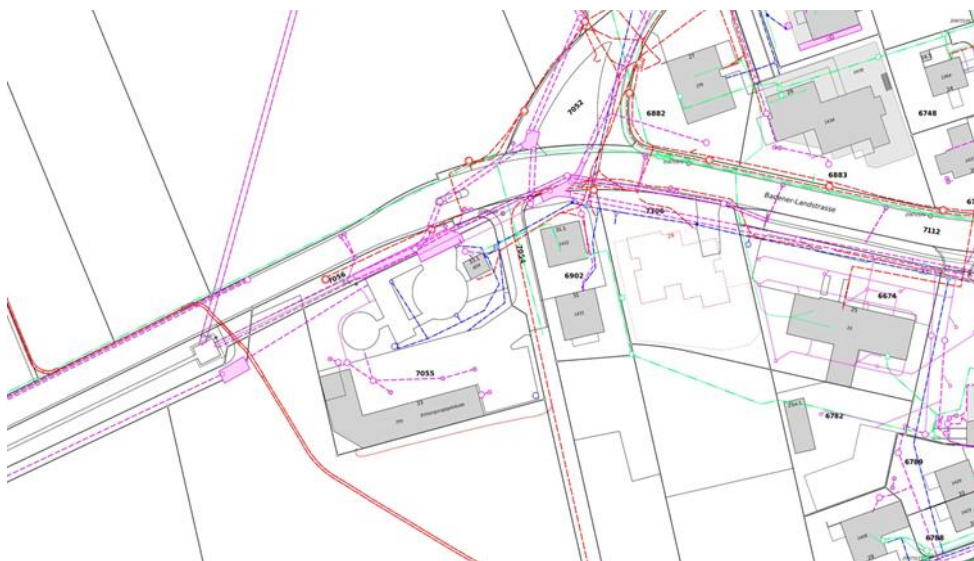


Abbildung 15 Werkleitungsplan des Sammelkanals in der Badener Landstrasse beim Entsorgungsgebäude. Abwasserleitungen sind violett dargestellt (Quelle: Leitungskataster Kt. ZH).

Messdaten zeigen, dass sich der Abfluss an Trockenwettertagen zwischen 12 – 14 L/s bewegt. Pro Kelvin Wärme, die der Abwasserstrom durch die thermische Nutzung abgekühlt wird, können theoretisch 50 – 60 kW entzogen werden.

Energiepotenzial
des Abwassers

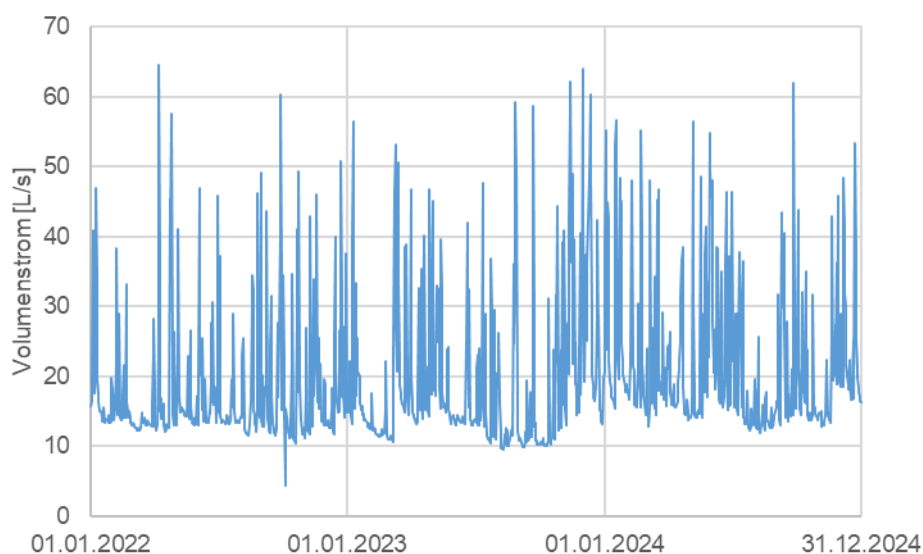


Abbildung 16 Volumenstrom des Sammelkanals von Rafz. Die Spitzen stammen von Niederschlag

Die Messdaten von der ARA zeigen, dass die Temperatur des Abwassers zwischen Januar und März bereits heute unter die Auslegetemperatur von 12 °C fällt. Die ARA hat deshalb Probleme mit der Nitrifikation. Es laufen derzeit Gespräche zu einem Ausbau der ARA.⁹ ARAs in der Schweiz sind

Abwasser-
temperatur

9 Telefon mit Herrn Ottich von der ARA Hohentengen vom 17.6.2025

meist auf 10 °C ausgelegt.¹⁰ Dies bedeutet, dass dem Abwasser in den Wintermonaten – dann, wenn der Heizbedarf am grössten ist – keine Wärme mehr entzogen werden kann. Eine mögliche weitere Abkühlung oder Erwärmung des Abwassers entlang der ca. 10 km Leitung nach Hohentengen ist schwer abzuschätzen.

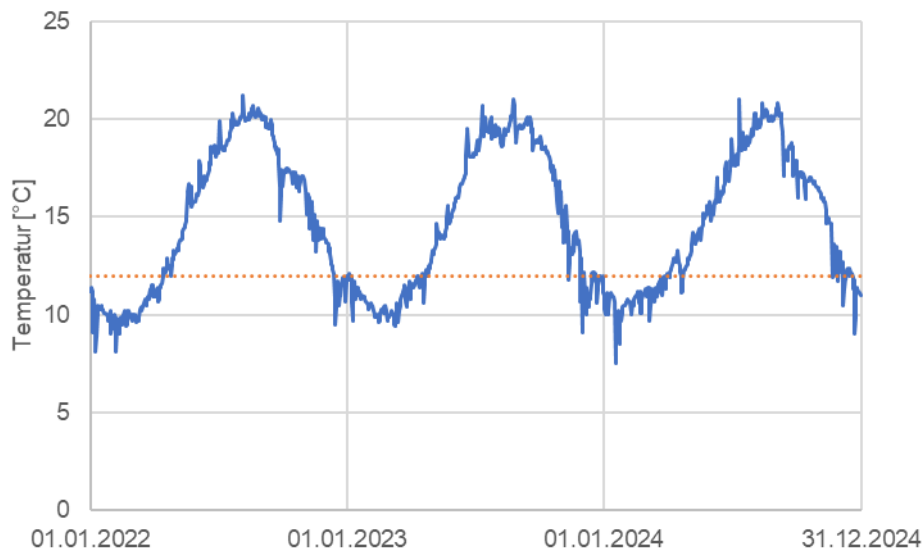


Abbildung 17 Temperatur des Abwassers (blau) im Zulauf der ARA Hohentengen. Die Auslegungstemperatur der ARA Hohentengen beträgt 12 °C (orange)

Das Abwasser könnte allenfalls genutzt werden, sofern dies bei der geplanten Erweiterung der ARA Hohentengen berücksichtigt und die Anlage entsprechend dimensioniert wird. Die Wirtschaftlichkeit einer solchen Massnahme ist jedoch fraglich, da sich dadurch die ARA verteuert. Die Gemeinde ist über den Abwasserverband Rafzfeld (AWVR) an der ARA Hohentengen beteiligt.

Erweiterung der
ARA Hohentengen

3.3 Umweltwärme

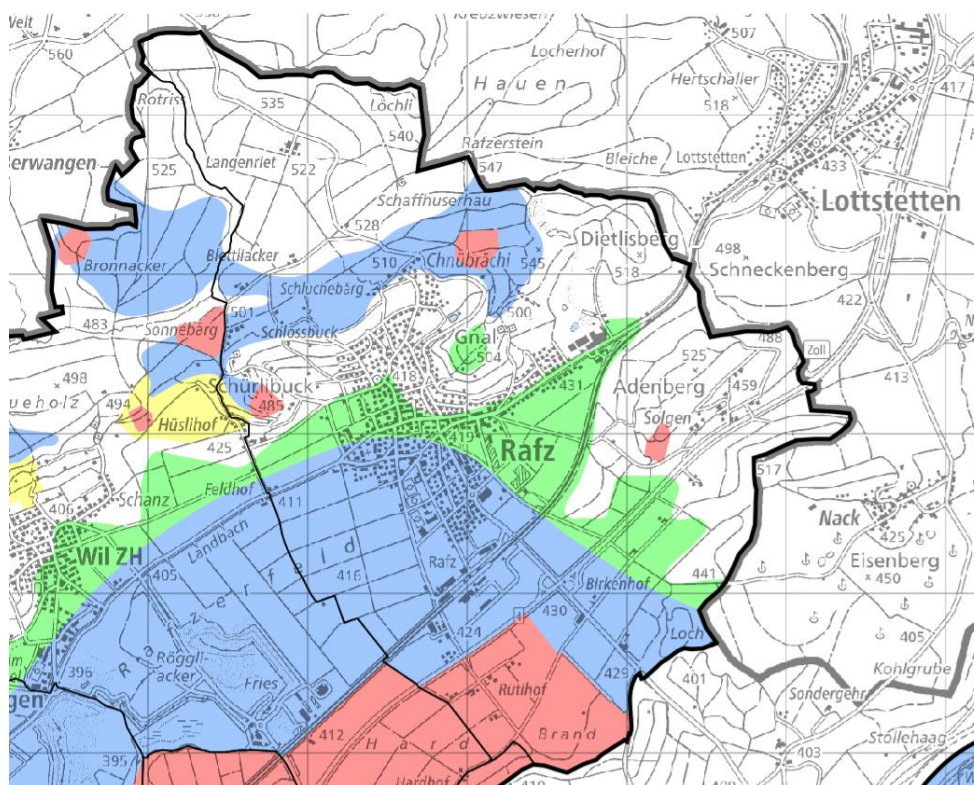
Umweltwärme aus dem Erdreich, Grundwasser, Oberflächengewässern oder der Umgebungsluft kann durch elektrische Wärmepumpen wirkungsvoll erschlossen werden. Moderne Systeme erreichen eine Jahresarbeitszahl zwischen 3 und 5 – sie erzeugen somit ein Mehrfaches der eingesetzten elektrischen Energie in Form von nutzbarer Wärme. In Neubauten erzielen Wärmepumpen eine besonders hohe Effizienz, da niedrigere Vorlauftemperaturen benötigt werden. Wärmepumpen mit Erdreich-, Grundwasser- oder Gewässeranschluss sind insgesamt effizienter als Luft/Wasser-Systeme und daher zu bevorzugen. Luft/Wasser-Wärmepumpen hingegen weisen zwar geringere Wirkungsgrade auf, sind jedoch mit tieferen Investitionskosten verbunden und ebenfalls einsetzbar an Standorten, an denen Erd- oder Grundwasserwärme nicht verfügbar ist.

Stromverbrauch
von Wärmepumpen

¹⁰ Planungshilfe 2025 - Heizen und Kühlen mit Abwasser und Oberflächenwasser, AWEL

In Rafz wurden bereits ca. 185 Erdsonden gebohrt. Im Gemeindegebiet ist die Bohrung von Erdwärmesonden im nördlichen Dorfzentrum zulässig (Abbildung 18, eingezeichnet in Weiss und Grün). Auflagen zum Schutz des Grundwassers müssen eingehalten werden, wie beispielsweise für Quellgebiete, die für die Trinkwassergewinnung geeignet sind. Für die Erstellung und den Betrieb von Erdwärmesonden ist eine gewässerschutzrechtliche Bewilligung des AWEL erforderlich. Nicht zulässig sind Bohrungen in Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereichen, was in Rafz den südlichen Teil des Dorfkerns sowie die Gebiete *Rüti*hof und *Brand* betrifft (eingezeichnet in Dunkelblau und Rot).

Erdwärmennutzung
in Rafz

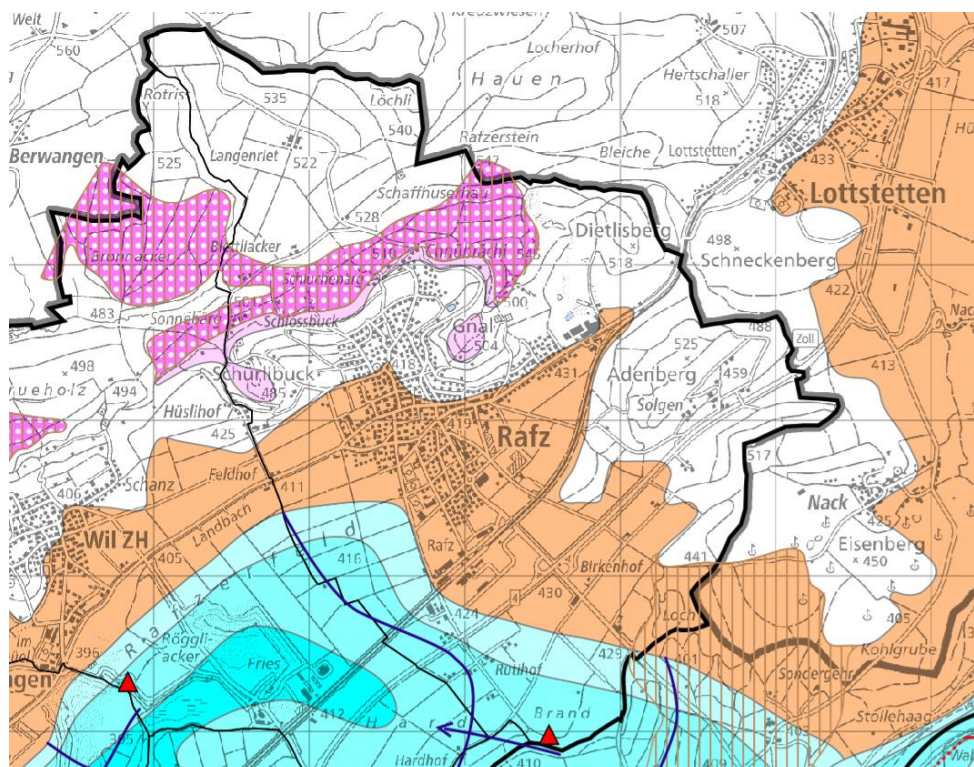


Gebiet gemäss Grundwasserkarte	Gewässerschutzbereich, Grundwasserschutzzone	Zone	Erdwärmesonden	Thermoaktive Elemente (Energiepfähle, Bodenplatten, usw.)	Erdregister, Energiekörbe mit flüssigen Wärmeträgern	Erdregister, Energiekörbe mit Luft betrieben	Grundwasser-Wärmennutzung
Schotter-Grundwasservorkommen,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

Abbildung 18 Wärmennutzungsatlas, GIS-Browser Kanton Zürich

Im südlichen Dorfteil von Rafz besteht eine geringe Grundwassermächtigkeit (Abbildung 19, eingezeichnet in orange). Diese Grundwassermächtigkeit ist jedoch aus Effizienzgründen nicht für die Installation von Grundwasser-Wärmepumpen geeignet.

Grundwasser-
wärme in Rafz



Grundwasserkarte (Mittelwasserstand)

Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

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

Schotter-Grundwasserleiter über den Tälern

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

Abbildung 19 Grundwasserkarte (Mittelwasserstand), Ausschnitt Rafz ZH (GIS-Browser des Kanton Zürich)

Mit steigender Dichte der Erdwärmesonden sollte künftig auch das Thema der Erdsonden-Regeneration berücksichtigt werden. Ab einer Wärmebedarfsdichte von jährlich 150 MW/ha (Abbildung 20), werden Regenerationsmassnahmen empfohlen, um die Abkühlung des Bodens zu vermeiden. Im grössten Teil des Erdwärmegebiets in Rafz liegt die Energiebedarfsdichte bereits über diesem Schwellenwert.

Regeneration der
Erdwärme

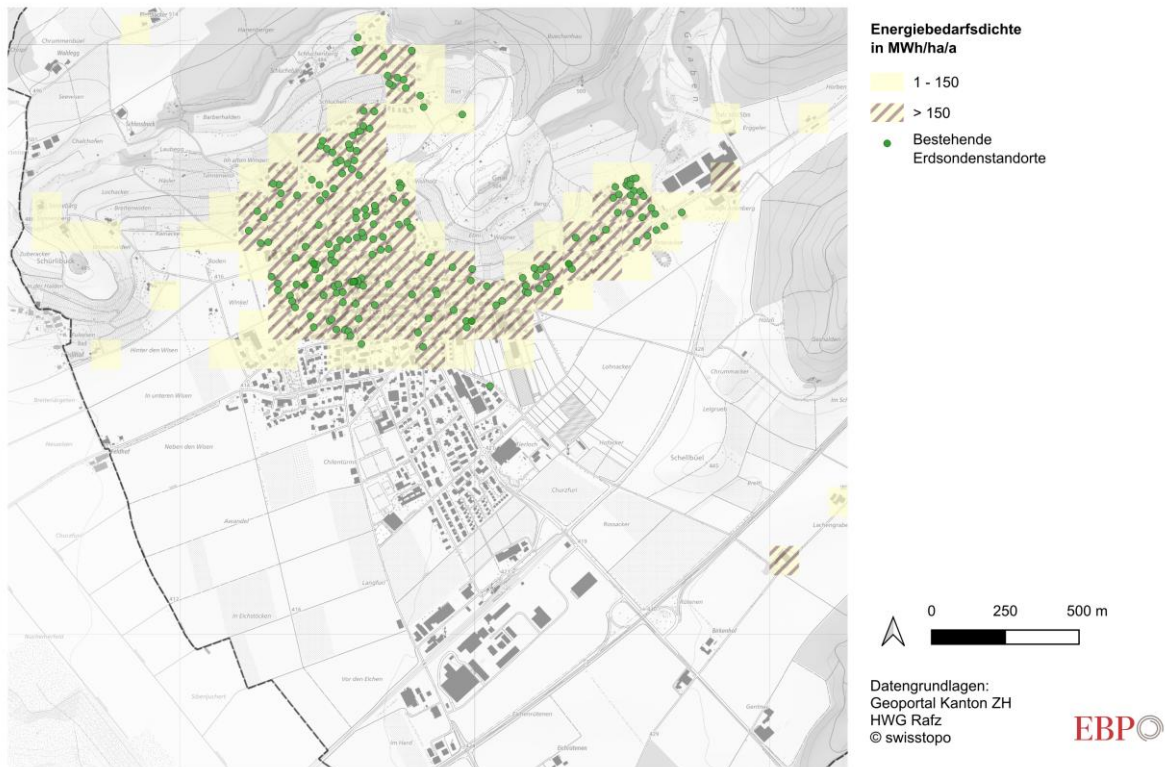


Abbildung 20 Regenerationsbedarf Erdwärme

3.4 Holz und feuchte Biomasse

Das Biomasse-Potenzial wird regional betrachtet, da dieser Energieträger über gewisse Strecken transportiert werden kann. Ein Bericht im Auftrag von AWEL und der Stadt Zürich¹¹ zeigte, dass der Verbrauch von Energieholz im Kanton Zürich die Holznutzung bereits im Jahr 2021 überschreitet. Ein Drittel des kantonalen Holzverbrauchs wird von Gebieten ausserhalb des Kantons Zürich importiert (Altholz nicht berücksichtigt).

Verbrauch über-
steigt Nutzung

In Zukunft ist ein Anstieg des Verbrauchs anzunehmen, insbesondere aufgrund geplanter Fernwärmeanlagen (Abbildung 21). Mit dem Klimawandel wird sich zudem die Komposition der Baumarten verändern, wobei mit einem höheren Laubholzanteil und langsamerem Zuwachs zu rechnen ist.

Zukünftige Entwick-
lungen

11 Geo Partner AG (2023). Potenzial Energieholz Kanton und Stadt Zürich. https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/energie/energieplanung/energieholz_zh_230221.pdf

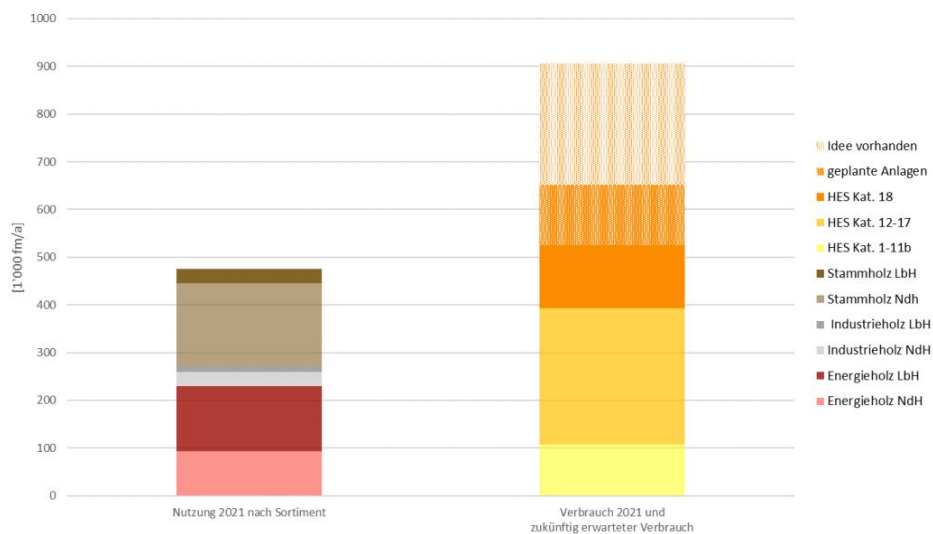


Abbildung 21 Energieholz-Bilanz, betrachtet für den Kanton Zürich (GEO Partner AG)

In Rafz wird der bestehende HWG-Verbund mit Holzschnitzeln betrieben. Für die Holzbeschaffung ist der Forstbetrieb Rafzerfeld verantwortlich. Seit 1.5 Jahren stammt das Holz nicht nur aus dem Rafzer Forst, sondern auch von umliegenden Gemeinden in den Kantonen Schaffhausen und Zürich. Es wird derzeit kein Holz aus Deutschland importiert.¹²

Bestehender Wärmeverbund

Biogas aus feuchter bzw. nicht-verholzter Biomasse wird in der Schweiz aus diversen biogenen Reststoffen produziert. Dazu gehören Grüngut oder Rüstabfälle aus dem Haushalt, Lebensmittelindustrieabfälle, Hofdünger oder Ernterückstände aus der Landwirtschaft sowie Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen. Diese biogenen Stoffe können in Biogasanlagen zu Biogas verarbeitet werden, welches wiederum entweder mit einem Blockheizkraftwerk zur Produktion von Strom und Wärme genutzt oder ins Gasnetz eingespeist werden kann.

Biogas aus feuchter Biomasse

3.5 Solarenergie

Sonnenenergie kann grundsätzlich überall eingesetzt werden und gilt somit als örtlich ungebundener erneuerbarer Energieträger. Solarenergie kann entweder zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) oder von Strom (Photovoltaik) eingesetzt werden. Bei der Bestimmung des Potenzials der Sonnenenergie ist deshalb eine Abwägung zwischen thermischer und elektrischer Nutzung vorzunehmen. Die schweizweite Untersuchung zum Solarpotenzial des BFE zeigt für Rafz ein Potenzial von 49.81 GWh Solarstrom pro Jahr. In einem weiteren Szenario, welches Solarstrom mit Solarwärme kombiniert, beläuft sich das Potenzial jährlich auf 8.86 GWh Solarwärme und 38.67 GWh Solarstrom¹³.

Solarenergie-Potenzial in Rafz

12 Interview mit Tobias Dünki (2025). Geschäftsführer von Hans Dünki GmbH.

13 EnergieSchweiz (2025). Solarpotenzial von Schweizer Gemeinden. <https://www.energieschweiz.ch/tools/solarpotenzial-gemeinden/>

Die Genossenschaft *solarRafz* verwaltet in der Gemeinde zwei grössere PV-Anlagen auf dem Dach der Schule am *Tannenweg* sowie auf der Saal-Sporthalle *Schalmenacker*. Gemäss Angaben im GWR wird zudem 60 MWh Wärmeenergie durch Solarthermie bereitgestellt, was weniger als einem Prozent der Wärmeversorgung entspricht (Kapitel 2.1).

Heutige Nutzung
von Solarenergie in
Rafz

3.6 Wasserkraft und Windkraft

Rafz weist verschiedene kleinere Fliessgewässer auf, wie z.B. den *Landbach*, *Schwarzbach* und das *Seewisenbächli*. Zum *Landbach* wurde im 2011 eine hydrologische Studie durchgeführt¹⁴. Aufgrund geringer Abflussmenge wurden die Gewässer in Rafz jedoch nicht als potenzielle Standorte in der kantonalen Positivplanung für Kleinwasserkraft-Standorte identifiziert.

Kleinwasserkraft

Rafz verfügt über eine weitläufige Trinkwasserversorgung, welche insgesamt 19 Quelfassungen umfasst. Die Trinkwasserleitungen zwischen Quellen und Reservoirs könnten potenziell für die Stromproduktion genutzt werden.

Trinkwasserkraft

In Rafz befindet sich kein Gebiet, welches durch den Kanton Zürich als Windpotenzialgebiet eingestuft wurde¹⁵. Das nächstgelegene Gebiet liegt in *Gnüll*, in der Gemeinde Wasterkingen.

Windkraft

14 Scherrer AG (2011). Herleitung der massgebenden Hochwasserabflüsse am Landbach. https://maps.zh.ch/system/docs/awel_wb/Hydrologische_Studien/2011_Landbach_ScherrerAG.pdf

15 Kanton Zürich (2022). Potenzialgebiete Windenergie. https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/energie/energieplanung/karte_wind.pdf

4. Künftige Entwicklung

Politische Rahmenbedingungen sowie die Siedlungsentwicklung in Rafz führen zu Veränderungen im Bedarf und der Versorgung mit Energie. In den folgenden Abschnitten wird aufgezeigt, welche Entwicklungen in der Wärmeversorgung gemäss Energieperspektiven 2050+ erwartet werden können und wie sich das Siedlungsgebiet in Rafz entwickelt.

Relevante Entwicklungen für die Energie- und Wärmeversorgung

4.1 Entwicklung der Energie- und Wärmeversorgung

Um das Netto-Null-Ziel zu erreichen, ist eine starke Transformation der Energie- und Wärmeversorgung notwendig. Die **Energieperspektiven 2050+** des Bundes zeigen auf, was ein Szenario basierend auf Netto-Null 2050 im Vergleich zu einer «Weiter wie bisher»-Entwicklung für die Schweiz bedeutet¹⁶:

- **Im Szenario «Weiter wie bisher»** (Abbildung 22a) werden die bereits in Kraft gesetzten Instrumente der Energie- und Klimapolitik berücksichtigt, sowie die heutigen Rahmenbedingungen beispielsweise im Strommarkt beibehalten. Technologische Entwicklungen werden gemäss bisheriger Entwicklung weitergeführt.
- **Das Szenario «Zero Basis»** (Abbildung 22b) bildet einen möglichen Entwicklungspfad zur Erreichung des Netto-Null-Ziels 2050 ab. Dabei wird von einer kontinuierlichen Technologieentwicklung ausgegangen und es wird eine weitere Verbesserung der Energieeffizienz sowie eine starke Elektrifizierung angenommen.

Szenario «Weiter wie bisher»

Szenario «Zero Basis»

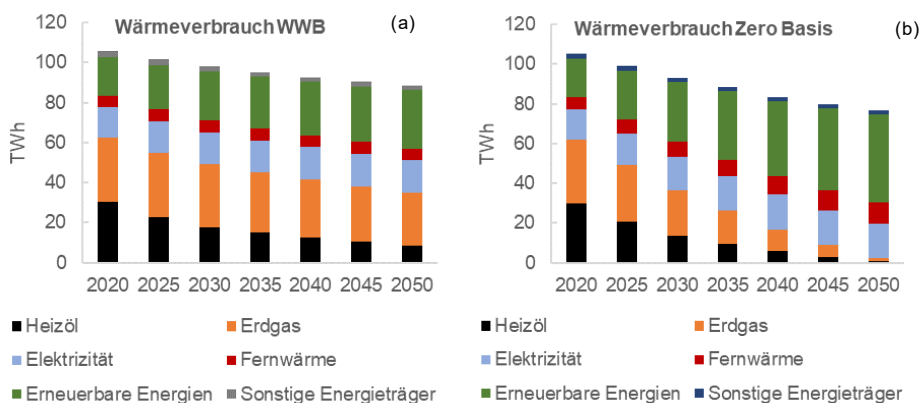


Abbildung 22 Wärmeverbrauch der Schweizer Wohngebäude.

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

(b) Szenario «Zero Basis». Der Wärmeverbrauch wird bis 2050 um 27% gesenkt. Der Verbrauch fossiler Energie und die energiebedingten CO₂-Emissionen können nahezu auf 0 gesenkt werden. Die Zielerreichung fusst auf einer breiten Nutzung von Fernwärme und Wärmepumpen. Der Gasabsatz sinkt deutlich.

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

Der Energieverbrauch sinkt gemäss Energieperspektiven 2050+ in allen Sektoren, obwohl ein Wachstum der Bevölkerung und der Anzahl Erwerbstätigen zu erwarten ist. Dies ist mit einer steigenden Energieeffizienz zu erklären¹⁷. Im Wärmesektor ergibt sich eine erhöhte Energieeffizienz in erster Linie durch Gebäudesanierungen und effizienterer Heizungstechnologien. Zudem ist die Nutzung von Fernwärme eine wichtige Stütze der im Szenario «Zero Basis». Insgesamt kann bei einem Netto-Null-Szenario unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums mit einer Reduktion des Energieverbrauchs im Wärmesektor um rund 25% gerechnet werden.

Erwartete Reduktion des Wärmebedarfs

Ein steigender Kältebedarf ist in Zukunft vor allem im Dienstleistungssektor zu erwarten sowie in Entwicklungsgebieten mit vielen Neubauten. Im Szenario «Weiter wie bisher» wird von einer starken Zunahme des Stromverbrauchs für die Kälteproduktion ausgegangen¹⁸. Im Kontrast dazu kann im Szenario «Zero Basis» der Stromverbrauch für die Kälteproduktion dank starker Effizienzsteigerungen gesenkt werden. Dies ist jedoch nur möglich, wenn neben starken Effizienzsteigerungen auch lokale erneuerbare Potenziale wie PV-Produktion als Energiequelle zum Kühlen genutzt werden. Ein hoher Kältebedarf wird insbesondere zu Zeiten anfallen, an welchen ebenfalls eine hohe PV-Produktion anfällt. Diese Stromerzeugung kann künftig kaum mehr in das Stromnetz eingespiessen werden. Eine direkte Nutzung für die Erzeugung von Kälte vor Ort ist deshalb sinnvoll.

Entwicklung des Kältebedarfs

4.2 Siedlungsentwicklungsgebiete

Zentrale Rahmenbedingung für die Entwicklung der Wärmeversorgung ist die geplante Siedlungsentwicklung. Die langfristige räumliche Entwicklung von Rafz wird mit dem regionalen Richtplan koordiniert und festgelegt¹⁹. Die Siedlungsentwicklung im Zürcher Unterland zielt darauf ab, das erwartete Bevölkerungswachstum gezielt aufzunehmen, indem bestehende Stärken genutzt und die verschiedenen Raumtypen differenziert weiterentwickelt werden. Dabei sollen die regionalen und kantonalen Zentren gestärkt, die Wohn- und Arbeitsnutzung sinnvoll verteilt und hohe städtebauliche Qualitäten angestrebt werden. Auf Gemeindeebene bedeutet dies eine massvolle bauliche Erneuerung im Bestand, das Schliessen von Baulücken und die Bewahrung der dörflichen Strukturen.

Abbildung 23 zeigt den Anteil der unüberbauten Baufläche pro Hektar. In Gebieten mit einem hohen Anteil der unüberbauten Baufläche ist eine Siedlungsverdichtung zu erwarten, wobei sich die Energiebedarfsdichte in diesen Gebieten erhöhen wird. Der flächenmässig höchste Anteil der unüberbauten Baufläche in Rafz liegt in der Industriezone im Süden der Gemeinde, in welcher das Logistikzentrum von Galaxus/Digitec geplant ist. In diesem Gebiet

17 BFE (2020). Energieperspektiven 2050+, Kurzbericht.

18 BFE (2021). Energieperspektiven 2050+.

19 Kanton Zürich (2023). Regionaler Richtplan Zürcher Unterland. https://www.pgzu.ch/fileadmin/user_upload/Planungen/RRP/Fahrende_und_NLS/02-RRP_PZU_TR_Fahrende_Richtplantext_231025.pdf

wird gemäss regionalem Richtplan eine hohe bauliche Dichte angestrebt. Zudem sind künftige Siedlungsentwicklungen im Norden und Osten der Gemeinde zu erwarten, insbesondere in den grün markierten Zonen (Abbildung 23), welche unüberbaute Bauflächen von 20% bis 80% pro Hektar aufweisen.

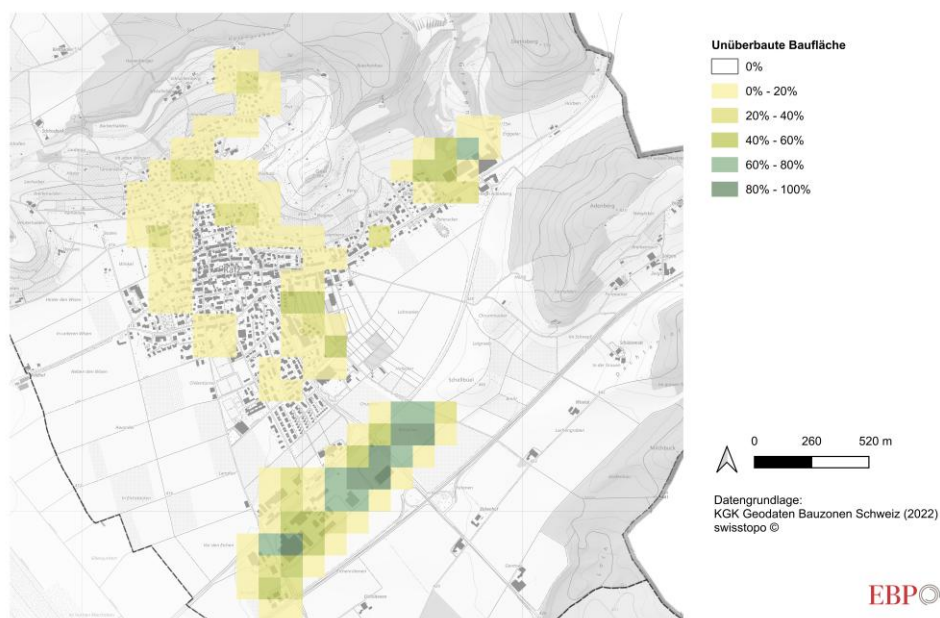


Abbildung 23 Künftige Siedlungsentwicklung anhand des Anteils der unüberbauten Baufläche pro Hektar. In dieser Abbildung wurden die unüberbauten Bauflächen aus den KGK-Geodaten auf die jeweiligen Hektarflächen aggregiert. Die Datengrundlage umschliesst sowohl grössere zusammenhängende Bauflächen am Rand der Bauzonen als auch kleinere Bauflächen innerhalb von Siedlungen wie etwa Baulücken oder Parzellen innerhalb von Siedlungen.

5. Kommunale Energieplanung

5.1 Ziele der Wärmeversorgung

Das übergeordnete Ziel der kommunalen Energieplanung ist es, die direkten CO₂-Emissionen im Wärmebereich bis 2040, spätestens bis 2050, zu vermeiden. Um dieses Ziel zu erreichen, dienen die untenstehenden linearen Absenkpfade als Orientierung. Der erste Indikator ist dabei die Reduktion der CO₂-Emissionen pro Einwohner und Jahr (Abbildung 24a). Der zweite Indikator umfasst die Reduktion der Anzahl Heizöl-Feuerungen (Abbildung 24b). Zudem ist eine Reduktion des Wärmeverbrauchs entscheidend. Gemäss Energieperspektiven 2050+ kann der Wärmeverbrauch mittels Effizienzsteigerung bis 2050 um 25% reduziert werden (Kapitel 4.1).

Vermeidung von direkten CO₂-Emissionen im Wärmebereich

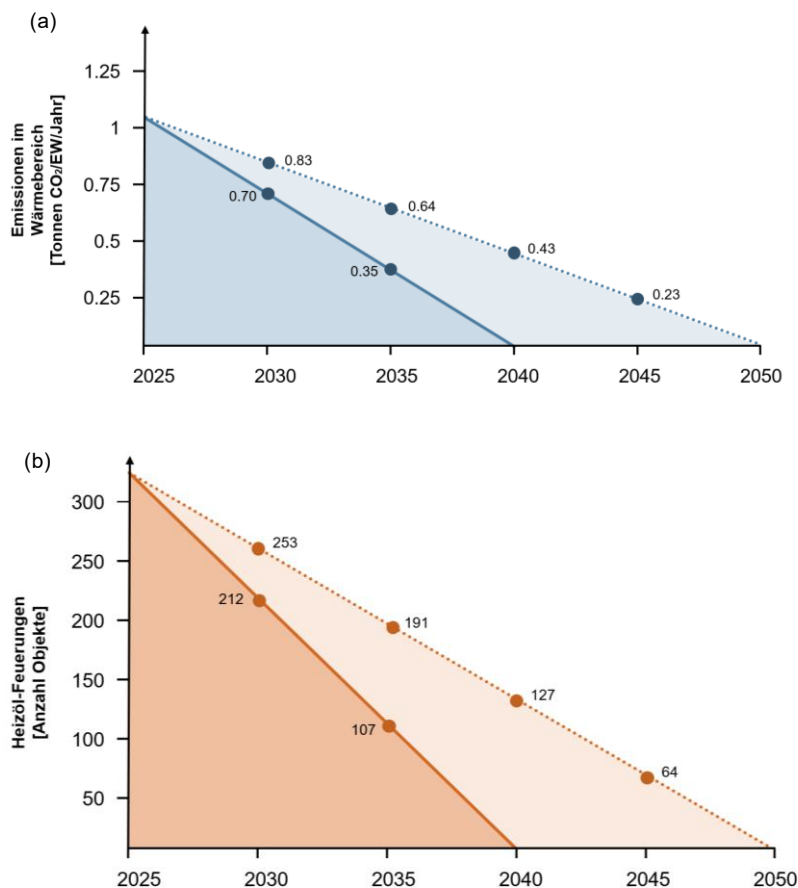


Abbildung 24 Absenkpfade der Wärmeversorgung in der Gemeinde Rafz bis 2040, respektive 2050

Die Umsetzung der Absenkpfade hängt von externen und internen Faktoren ab. Äussere Einflüsse wie gesetzliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Veränderungen sowie die Kooperationsbereitschaft relevanter Akteure sind durch die Gemeinde Rafz nur begrenzt beeinflussbar sind. Dennoch kann die Gemeinde in ihrem Handlungsspielraum wirksam handeln und den Energieplan aktiv vorantreiben.

Externe und interne Faktoren

Als Planungsinstrument einer zukunftsorientierten Wärmeversorgung legt die Energieplanung konkrete Grundsätze für den verwaltungsinterne Steuerungsbereich fest. Um eine nachhaltige Transformation der Wärmeversorgung zu erzielen und die oben erwähnten Ziele und Absenkpfade zu erreichen, orientiert sich die Gemeinde insofern an folgenden Grundsätzen:

1. Die **Abwärme** des Rechencenters wird als prioritäre Wärmequelle im HWG-Wärmeverbund ganzjährig genutzt.
2. Bei einer künftigen Erneuerung des Kühlsystems im Rechencenter soll die **Abwärme vollständig nutzbar gemacht** und nach Möglichkeit im Sommer für den Winter saisonal gespeichert werden. Ebenso gilt für Neubauten im Industriegebiet eine rechtliche Verpflichtung ²⁰, überschüssige Abwärme nutzbar zu machen.
3. Für Neubauten im Industriegebiet wird eine **Anschlusspflicht an den HWG-Wärmeverbund** erlassen.
4. Die Nutzung von **Erdwärme** mittels Erdwärmesonden wird für Einzellösungen ausserhalb der Grundwasserschutzzonen empfohlen. Regenerationsmassnahmen sowie die Ausrichtung der Systeme auf «Free Cooling» werden empfohlen.
5. **Energieholz** soll prioritär für Hochtemperatur-Anwendungen eingesetzt werden. Dies umschliesst Prozesswärme sowie die Spitzenlast in Verbund. Die Nutzung von Energieholz im HWG-Wärmeverbund soll möglichst nur im Winter und in Kombination mit einem möglichst hohen Anteil Abwärme aus dem Rechencenter erfolgen. In den Sommermonaten wird kein Energieholz mehr eingesetzt.
6. **Energieeffizienz**: Der Wärmeverbrauch soll reduziert werden, indem Gebäudetechnik und Gebäudepark zielgerichtet energetisch optimiert oder erneuert werden.

20 Kanton Zürich (2023). Rechenzentren. https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/planen-bauen/bauvorschriften/bauvorschriften-im-energiebereich/energetische-bauvorschriften/merkblaetter/2023_rechenzentren_v1.pdf

5.2 Räumliche Massnahmen

Die Energieplanung koordiniert die Wärmeversorgung räumlich, indem Verbund- sowie Eignungsgebiete ausgewiesen werden. Für die räumlichen Festlegungen der Energieplanung wurden sowohl die Wärmebedarfsdichte, die Lage grösserer fossiler Verbraucher, das Gelände sowie raumplanerische Entscheide der PEK beachtet. Die Energieplanung wird gemäss kantonalem Geodatenmodell umgesetzt.

Das kantonale Geodatenmodell unterscheidet zwischen Verbund- und Eignungsgebieten. Verbundgebiete bezeichnen Gebiete, in welchen bereits eine leitungsgebundene Wärmeversorgung besteht oder welche sich dafür eignen. Der Umsetzungsstatus der Verbundgebiete hat direkte Auswirkungen auf das kantonale Förderprogramm und weitere behördliche Umsetzungsinstrumente (Tabelle 3). Eignungsgebiete hingegen bezeichnen Gebiete, die für dezentrale, erneuerbare Lösungen besonders geeignet sind.

Verbund- und
Eignungsgebiete

Umsetzungs- status	Verbundgebiet in Betrieb	Verbundgebiet in Planung	Verbundgebiet in Prüfung
Definition	Der Wärmeverbund ist bereits realisiert, Betreiber und Energiequellen sind bekannt und innerhalb des Perimeters können Gebäude angeschlossen werden.	Der Entscheid für ein neues Verbundgebiet oder für die Erweiterung eines bestehenden Gebiets wurde gefällt. Das ungefähre Jahr der Realisierung, der Betreiber und die Energieträger sind in der Regel bereits bekannt.	Das Gebiet wurde im Rahmen der Energieplanung als mögliches Verbundgebiet identifiziert. Die nächsten Umsetzungsschritte sind konkrete Machbarkeitsstudien dieser Gebiete.
Behördliche Umsetzungs- instrumente	– Kantonale finanzielle Förderungen unterstützen in diesen Gebieten den Anschluss an das Wärmenetz. Hingegen werden in diesen Gebieten keine Wärmepumpen mehr gefördert, ausser wenn seitens des Verbundbetreibers kein Interesse für einen Anschluss besteht oder der Fernwärmeanschluss wirtschaftlich nicht gleichwertig mit Alternativen ist. – Der 1:1 Ersatz von Gas- oder Ölheizungen ist in diesen Gebieten nicht vorgesehen. Die Gemeinde kann den befristeten Ersatz einer Gas- oder Ölheizung als Übergangslösung bewilligen, sofern ein Vorvertrag für den mittelfristigen Fernwärmeanschluss vorliegt. – Die Gemeinde kann Grundeigentümer in diesem Gebiet dazu verpflichten, ihre Gebäude innert angemessener Frist an eine im Energieplan festgesetzte, öffentliche Fernwärmeversorgung anzuschliessen, sofern die Wärme zu technisch und wirtschaftlich gleichwertigen Bedingungen wie aus konventionellen Anlagen angeboten wird (Grundlage: §295 kant. PBG). Anschlusspflichten können auch in Gestaltungsplanverfahren festgesetzt werden.		
	– Die Gemeinde kann je nach Projektstand eine Machbarkeitsstudie in Auftrag geben. – Die Gemeinde kann einen Planungs- und Projektierungskredit beantragen und ein Bauprojekt ausarbeiten. – Übergangslösungen und Anschlusspflicht sind noch nicht möglich.		

Tabelle 3 Behördliche Umsetzungsinstrumente für Verbundgebiete

Die räumlichen Massnahmen in Rafz umfassen sowohl den bestehenden HWG-Wärmeverbund (VG1), sowie dessen geplante Erweiterung im Nordosten bis an die Landstrasse (VG2). Die jeweiligen Festlegungen werden im Folgenden tabellarisch festgehalten:

Verbundgebiete in Rafz

VG1: Bestehender HWG-Wärmeverbund

Status	In Betrieb
Betreiber	Holzwärmegenossenschaft Rafz
Energiequelle	Abwärme aus dem Rechenzentrum wird prioritär eingesetzt. Holzenergie wird nur in den Wintermonaten und ergänzend zur Abwärme eingesetzt. Die zur Verfügung stehende Abwärme deckt den Wärmebedarf zur Warmwasseraufbereitung in den Sommermonaten vollständig.
Ausgangslage	Dieses Gebiet verfügt über eine erhöhte Wärmebedarfsdichte (Abbildung 3).
Entwicklung	Mit dem Zubau von weiteren Betrieben wird sich die Wärmebedarfsdichte im Industriegebiet inskünftig stark erhöhen (Abbildung 23).
Massnahmen	— Das bestehende Rechenzentrum wird verpflichtet, bei einer Erneuerung des Kühlsystems auf eine Technologie umzustellen, welche überschüssige Abwärme vollständig nutzbar macht. — Neue Gewerbebetriebe in der Industriezone werden verpflichtet, sich an den Wärmeverbund anzuschliessen und ihre überschüssige Abwärme vollständig nutzbar zu machen.

VG2: Erweiterung HWG-Wärmeverbund bis Landstrasse

Status	In Planung
Betreiber	Holzwärmegenossenschaft Rafz
Energiequelle	Abwärme aus dem Rechenzentrum (prioritär) und Holzenergie (sekundär)
Ausgangslage	Durch die geografische Lage angrenzend an den bestehenden Wärmeverbund eignet sich dieses Gebiet besonders gut für eine Erweiterung des Fernwärmenetzes. In diesem Gebiet befinden sich vereinzelte Bohrungen für Erdwärmesonden (Abbildung 20). Einige Liegenschaftsbesitzende in diesem Gebiet haben bereits Interesse für einen Anschluss an das Fernwärmenetz gezeigt.
Entwicklung	In diesem Gebiet liegen vereinzelte unüberbaute Bauzonen, was auf eine künftige Erhöhung der Wärmebedarfsdichte hindeutet (Abbildung 23).
Massnahmen	— Prüfung der Finanzierung für die Erweiterung des Fernwärmenetzes — Durchführung von Umfragen bei konkreten Endkundinnen und Endkunden — Abschluss von Vorverträgen mit interessierten Liegenschaftsbesitzenden für den Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz — Technische Prüfung der aktuell vorhandenen Infrastruktur — Technische Planung der zusätzlich notwendigen Infrastruktur

VG3: Erweiterung HWG-Wärmeverbund ins Dorfzentrum	
Status	In Prüfung
Betreiber	Holzwärmegenossenschaft Rafz
Energiequelle	Abwärme aus dem Rechenzentrum (prioritär) und Holzenergie (sekundär)
Ausgangslage	Dieses Gebiet verfügt über eine erhöhte Wärmebedarfsdichte (Abbildung 3) und eignet sich deshalb für eine Versorgung mit einem thermischen Netz. Im nördlichen Teil des Dorfzentrums bestehen bereits vermehrte Bohrungen von Erdwärmesonden (Abbildung 20). Dennoch ist der Anteil fossile Energiequellen im Dorfkern sehr hoch (Abbildung 4). Das Gebiet ist aufgrund zwei limitierender Faktoren auf den Status «In Prüfung» gesetzt: (1) Einerseits wurde kürzlich die Märktgass renoviert. Erneute Bauarbeiten an der Märktgass sind in unmittelbarer Frist nicht möglich. Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie kann deshalb erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. (2) Andererseits müsste die Kapazität des HWG-Verbunds gesteigert werden, um den Dorfkern an das Netz anzuschliessen. Im Zuge der bereits durchgeführten baulichen Erneuerung der Märktgass wurde gemäss Ausführungsplanung ein Leitungstrasse für die Fernwärmeinfrastruktur vorgesehen. Allerdings ist das vorgesehene Trasse nicht durchgehend und einzelne Schlüsselpunkte müssten gelöst werden.
Entwicklung	In diesem Gebiet wird nur eine geringe Siedlungsverdichtung erwartet (Abbildung 23).
Massnahmen	— Prüfung der Finanzierung für die Erweiterung des Fernwärmenetzes — Umsetzung einer Machbarkeitsstudie — Durchführung von Umfragen bei konkreten Endkundinnen und Endkunden — Abschluss von Vorverträgen mit interessierten Liegenschaftsbesitzenden für den Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz — Technische Prüfung der aktuell vorhandenen Infrastruktur — Technische Planung der zusätzlich notwendigen Infrastruktur

5.3 Übergeordnete Massnahmen

Massnahme 1: Vorbildfunktion der Gemeinde	
Ziel	Die Gemeinde übernimmt eine Vorbildrolle, indem sie gemeindeeigene Liegenschaften mit erneuerbaren Energieträgern versorgt und die Gebäudehüllen mehrheitlich saniert.
Zeithorizont	Bis 2028 werden planerischen Grundlagen für die Sanierung der gemeindeeigenen Liegenschaften erarbeitet. Bis 2040 werden die gemeindeeigenen Liegenschaften mit erneuerbaren Energieträgern versorgt. Bis 2040 sind die Gebäudehüllensanierungen der gemeindeeigenen Liegenschaften mehrheitlich umgesetzt.
Umsetzung	Kommunale Liegenschaften werden mit 100% erneuerbaren Raumwärme versorgt, indem der Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz erfolgt oder alternative erneuerbare Einzellösungen umgesetzt werden. Zudem erarbeitet die Gemeinde einen Sanierungsfahrplan für die energetische Optimierung der gemeindeeigenen Liegenschaften: — Erstellung einer Übersicht zum energetischen Gesamtzustand der Gebäude — Ermittlung des Sanierungsbedarfs in den Bereichen Gebäudehülle und Anlagentechnik — Herleitung von spezifischen Sanierungsmassnahmen sowie Schätzung der Investitionskosten — Sicherstellung von finanziellen Mitteln für die Umsetzung der Sanierungsmassnahmen
Massnahme 2: Information der Bevölkerung	
Ziele	Die Planungs- und Energiekommission informiert die Bevölkerung über die Energieplanung und über ihre Möglichkeiten beim Heizungsersatz. Zudem werden der Bevölkerung die Erkenntnisse aus dem Monitoring periodisch bekanntgegeben.
Zeithorizont	6 Monate nach der Genehmigung der Energieplanung durch den Kanton sowie bei wichtigen Erkenntnissen von thermischen Netzen nach den jeweiligen Monitorings wird die Bevölkerung informiert.
Umsetzung	Die Bevölkerung erhält Informationen zu den gebietlichen Festlegungen, den übergeordneten Massnahmen sowie dem Monitoring über folgende Kanäle: — Medienmitteilung zur Genehmigung der Energieplanung in lokalen Printmedien (Rafzer Weibel) — Publikation des Energieplanungsberichts auf der Website der Gemeinde — Information an Gebäudebesitzende im Rahmen von Baubewilligungsverfahren — Periodische Berichterstattung zum Monitoring alle 8 Jahre in Form einer Medienmitteilung
Massnahme 3: Monitoring und Controlling	
Ziel	Mit einem Monitoring prüft die PEK, ob sich Rafz auf Kurs der definierten Zielpfade befindet (Kapitel 5.1) und ob die übergeordneten Massnahmen greifen. Allfällige Anpassungen werden in den definierten Massnahmen gemacht.
Zeithorizont	Spätestens alle 8 Jahre und erstmals im Jahr 2033 erfolgt ein Monitoring und Controlling der Energieplanung.
Umsetzung	— Prüfung der Indikatoren und Massnahmen: Die Erreichung der definierten Indikatoren wird bei Bedarf uns spätestens alle 8 Jahre überwacht. Als Hauptorientierung dienen die Absenkpfade (Kapitel 5.1). Ein Soll-Ist-Vergleich wird gezogen, um die Massnahmen zur Umsetzung der Energieplanung zu prüfen. Zudem wird mindestens alle 10 Jahre die Energie- und Klimabilanz anhand der GWR-Daten in Kurzform erhoben. — Aktualisierung der GWR-Daten: Um die Daten auf neustem Stand zu halten und die Datenqualität sicherzustellen, werden Informationen zu neuen sowie bestehenden Gebäuden und deren Energieträger stetig aktualisiert. — Allfällige Aktualisierungen der Energieplanung: Abweichungen sowie Herausforderungen zur Zielerreichung sollen dabei gezielt aufgedeckt und Nachsteuerungsoptionen eingeleitet werden. Wenn der

Status der räumlichen Festlegungen verändert wird, ist eine Bewilligung des Kantons notwendig. Geringfügige Anpassungen werden dem Kanton gemeldet.

- **Berichterstattung:** Die Planungs- und Energiekommission verfasst einen Kurzbericht. Dieser umschliesst die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Wärmebereich, der Umsetzungsstand der Energieplanung sowie die Zielerreichung. Der Bericht wird dem Gemeinderat vorgelegt und der Bevölkerung offen kommuniziert.

Massnahme 4: Erweiterung Verbund und Abwärmenutzung sicherstellen

Ziel	Die PEK leitet rechtliche sowie finanzielle Abklärungen ein, damit die Abwärme des Rechencenters baldmöglichst in den bestehenden Wärmeverbund integriert werden kann.
Zeithorizont	Bis 2026 erfolgen Vorabklärungen zur Abwärmenutzung. Sofern die Wirtschaftlichkeit gegeben ist, wird eine Abwärmenutzung ab 2030 angestrebt.
Umsetzung	— Konditionen zur Abwärmenutzung: Die PEK nimmt zusammen mit der HWG die Gespräche mit Stack Infrastructure auf, um die rechtlichen und technischen Grundlagen zur Abwärmenutzung sicherzustellen. Eine Absichtserklärung wird eingefordert, damit die Bereitstellung der Abwärme sichergestellt werden kann. Zudem ist ein Wärmeliefervertrag anzustreben, was die Verhandlung des Wärmepreises beinhaltet. — Rechtliche Grundlagen schaffen: Neue Gewerbe in der Industriezone werden über die Gestaltungspläne verpflichtet, sich an den Wärmeverbund anzuschliessen und ihre überschüssige Abwärme anhand aktueller Gesetzesvorschriften vollständig nutzbar zu machen. Das bestehende Rechenzentrum wird verpflichtet bei einer Erneuerung des Kühlsystems auf eine Technologie umzustellen, welche überschüssige Abwärme vollständig nutzbar macht. — Redundanz sicherstellen: Es wird ein alternativer Plan ausgearbeitet, falls es zu Ausfällen in der Abwärmeverfügbarkeit kommt, sodass die Versorgungssicherheit gewährleistet werden kann. — Finanzierung: Aus dem Gespräch mit Herrn Dünki geht hervor, dass Investitionen seitens HWG in die Einbindung der Abwärme frühestens in 5-6 Jahren wieder möglich sein wird. Deshalb prüft die Gemeinde alternative Finanzierungsmöglichkeiten wie beispielsweise eine Erweiterung des bestehenden Darlehens. — Für die Erweiterung des bestehenden HWG-Wärmeverbundes ins Dorfzentrum (VG3) initiiert die Gemeinde eine Machbarkeitsstudie. Diese erfolgt jedoch erst in mittel- bis langfristigem Zeitraum aufgrund der kürzlichen Renovation der Märktgass. — Umfragen der Gebäudebesitzenden in den geplanten Verbundgebieten, um das Interesse für einen Anschluss an das HWG-Fernwärmenetz zu prüfen