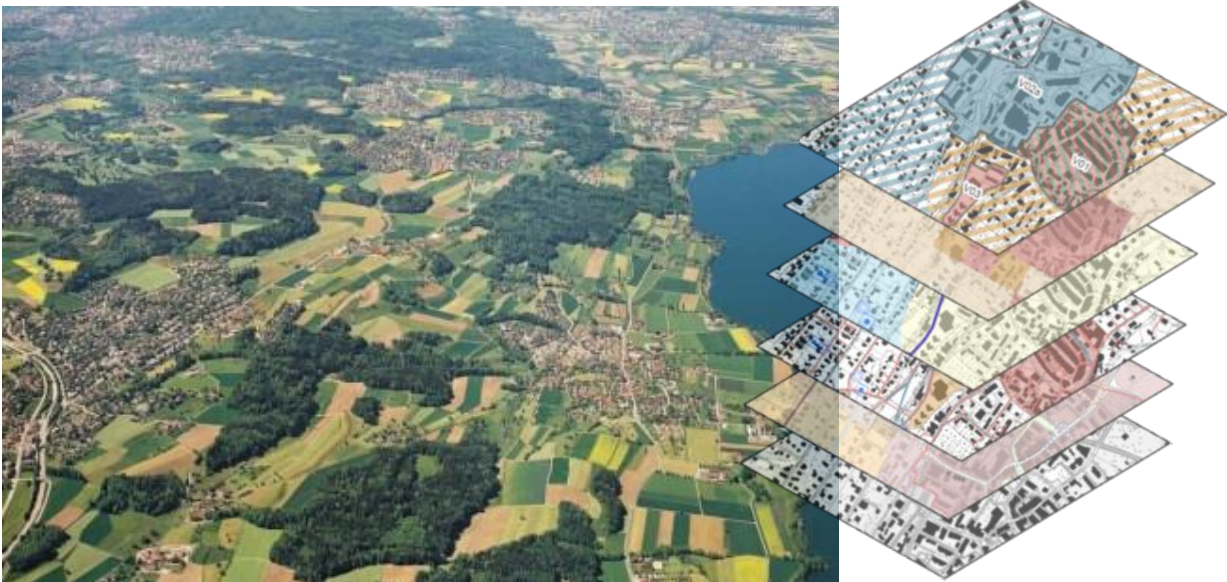




Kanton Zürich
Gemeinde Maur

Kommunale Energieplanung Gemeinde Maur

Planungsbericht



Bearbeitung

PLANAR AG für Raumentwicklung
Gutstrasse 73, 8055 Zürich
Tel 044 421 38 38
www.planar.ch, info@planar.ch
Bildquelle: <https://www.maur.ch/>, Grafik PLANAR

Nora Herbst, MSc. ETH Umwelt-Naturwissenschaften
Nadja Leuch, MA UZH Sozialwissenschaften

Begleitet durch die Mitglieder der Energiekommission

Thomas Hügli, Präsident
Yves Keller, Mitglied
Urs Rechsteiner, Mitglied
René Jud, Leiter Hochbau und Planung
Hanspeter Bislin, Leiter Tiefbau und Sicherheit
Deborah Zulliger, Sachbearbeiterin Energie

Genehmigungsvermerke

Vom Gemeinderat der Gemeinde Maur genehmigt am xx.xx.2025.
Von der Baudirektion des Kantons Zürich genehmigt am xx.xx.2025.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Einleitung	7
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Vorgehen	7
1.3 Verbindlichkeit	8
1.4 Abgrenzungen	10
2 Energiepolitische Rahmenbedingungen	11
2.1 Energiepolitik des Bundes	11
2.2 Energiepolitik des Kantons Zürich	12
2.3 Energiepolitik der Gemeinde Maur	14
3 Bestehende Wärmeinfrastruktur	15
3.1 Gasnetz	15
3.2 Wärmeverbunde	15
3.3 Weitere Wärmeinfrastruktur	15
4 Energieverbrauch Gemeinde Maur	16
4.1 Daten und Methodik	16
4.2 Energie- und Treibhausgasbilanz Jahr 2023	17
4.2.1 Gesamtenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen	17
4.2.1 Wärmeenergieverbrauch	20
4.2.2 Energiebedarfsdichte	22
4.2.3 Kälteaffine Nutzung	23
5 Potenzial für die Wärmeversorgung	24
5.1 Effizienzpotenzial Wärme	24
5.2 Wärmepotenziale	24
5.2.1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme	24
5.2.2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme	24
5.2.3 Regionale, erneuerbare Potenziale	28
5.2.4 Ungebundene erneuerbare Energie	30
5.2.5 Zusammenfassung Wärmepotenziale	30
6 Potenziale für die Stromversorgung	32
6.1 Effizienzpotenziale	32
6.2 Potenziale zur Stromproduktion	32
6.3 Zusammenfassung Strompotenziale	33
7 Entwicklungsprognose	35
7.1 Raumplanerische Grundlagen	35

7.2	Abschätzung zukünftiger Wärmebedarf	35
8	Räumliche Festlegung	37
8.1	Vorgehen räumliche Festlegung	37
8.2	Massnahmen	40
8.3	Absenkpfad	40
8.4	Wirkungsanalyse	41
	Glossar	44
	Literaturverzeichnis	46
	Abkürzungen	48
	Anhänge	49
A.	Energieplan	49
B.	Massnahmenblätter	49
C.	Infrastrukturplan	49
D.	Potenzialplan	49
E.	Wärmebedarfsdichte	49
F.	Kältebedarfsdichte	49

Zusammenfassung

Ausgangslage	Mit der fortschreitenden Klimaveränderung aufgrund der Treibhausgasemissionen und der Verknappung fossiler Brennstoffe gewinnt der sparsame Umgang mit den Energieressourcen und der Umstieg auf erneuerbare Energien stetig an Bedeutung. Die Bestrebungen widerspiegeln sich in den Zielsetzungen zu Netto-Null Treibhausgasen auf den verschiedenen Ebenen von Bund, Kanton und Gemeinde.
Nachhaltigkeit und Energie in Maur	Die Gemeinde Maur setzt sich für eine zukunftsgerichtete, umsetzungsorientierte und wirkungsvolle Energiepolitik ein. Die Grundlagen dazu hat sie in einem Energieleitbild festgehalten. Ein Umsetzungskonzept koordiniert die weiteren Schritte. Die vorliegende kommunale Energieplanung wurde erarbeitet, um die Wärme- und Kälteversorgung langfristig auf das Netto-Null-Ziel und die weiteren übergeordneten Vorgaben von Bund und Kanton auszurichten. Somit soll eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung in der Gemeinde auch in Zukunft sichergestellt werden.
Zweck der Energieplanung	Die kommunale Energieplanung ist ein wichtiges strategisches Instrument zur Koordination der Wärme- und Kälteversorgung für die verschiedenen involvierten Abteilungen, Unternehmen und Fachleute. Die Energieplanung ist behördenverbindlich. Dadurch schafft sie Planungssicherheit und dient als Kommunikationsgrundlage gegenüber der Bevölkerung und weiteren Akteuren. Für eine fachlich breit abgestützte Erarbeitung der Energieplanung wurden diverse Grundlagen erarbeitet. Dazu gehören die bestehende Infrastruktur der Wärme- und Kälteversorgung, eine Energie- und Treibhausgasbilanz für das Gemeindegebiet Maur, die Energiebedarfsdichte im Hektarraster sowie die Kältebedarfsdichte.
Gesamtenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	Der Gesamtenergieverbrauch (Endenergie) von Maur betrug im Jahr 2023 207 GWh. Mit 66 % weist der Mobilitätssektor den höchsten Anteil der CO ₂ -Emissionen aus, gefolgt vom Wärmesektor mit 31 % und Strom mit 3 %. Insgesamt wurden dadurch 52'800 Tonnen CO ₂ -Äquivalente emittiert.
Wärmeverbrauch	Der Wärmeverbrauch (Endenergie) der Gemeinde Maur beträgt im Jahr 2023 84 GWh. 41 % der Wärmeenergie stammt aus erneuerbaren Quellen. Der oben genannte Wärmeverbrauch verursacht einen Treibhausgasausstoss von 16'500 Tonnen CO ₂ -Äquivalenten im Jahr 2023. Die Verwendung von fossilen Brennstoffen (Heizöl, Erdgas und nicht erneuerbare Fernwärme) ist dabei für rund 92 % der CO ₂ -Emissionen verantwortlich.
Energiepotenziale	Als weitere Grundlage wurden die erneuerbaren Energiepotenziale für die Wärme- und Kälteversorgung sowie die Strompotenziale erfasst. Über das gesamte Gemeindegebiet von Maur betrachtet ergibt sich ein lokal verfügbares Potenzial von 334 GWh/a. Im Jahr 2023 wurden davon rund 22 GWh/a genutzt. Grosse verfügbare Potenziale liegen im Bereich der Erdwärme, Luft und der Oberflächengewässer (Greifensee) vor. Die Hauptpotenziale im Bereich Strom liegen bei der Solarenergie und der Windkraft.
Bestandteile der kommunalen Energieplanung	Die kommunale Energieplanung Maur besteht aus der Energieplankarte mit den räumlichen Festlegungen, dem dazugehörigen Erläuterungsbericht mit den verbindlichen kommunalen Wärme-Zielen sowie den Massnahmenblättern zur Umsetzung des Energieplans.

Energieplankarte	Die angestrebte Entwicklung der Wärme- und Kälteinfrastruktur ist in der Energieplankarte abgebildet. Dabei ist das Siedlungsgebiet entsprechend dem kantonalen Geodatenmodell flächendeckend in zwei Gebietsversorgungstypen eingeteilt: Verbundgebiete und Eignungsgebiete. In den Gebieten, in welchen eine Gasversorgung vorhanden ist, werden zusätzlich Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht. Der Fokus liegt in der Prüfung und dem anschliessenden Aufbau des neuen Verbundgebietes und dem Ausbau der Erdwärmenutzung. Für sämtliche Gebiete wurden entsprechende Umsetzungsmassnahmen und weitere ergänzende Unterstützungsmassnahmen definiert.
Implikationen für die Erreichung von Netto-Null	Mit der kommunalen Energieplanung wird das Ziel Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2040 für den Wärmebereich festgesetzt. Dafür ist ein Umstieg auf 100% erneuerbare Wärme notwendig. Aufgrund der länger dauernden Prozesse von der Planung bis zum Bau eines thermischen Netzes ist davon auszugehen, dass die Zunahme des Anteils erneuerbarer Energien in Verbundgebieten nicht linear erfolgen wird. Sobald die thermischen Netze aber in Betrieb sind, erfolgt eine sprunghafte Absenkung der Emissionen.
Verbindlichkeit	Die Energieplanung ist behördenverbindlich. Das bedeutet, dass die vorgesehenen Massnahmen in der Behördentätigkeit (Realisierung und Bewilligungsverfahren) zu berücksichtigen und entsprechend umzusetzen sind. Eine grundeigentümerverbindliche Umsetzung ist bei Bedarf grundsätzlich möglich. So kann, gestützt auf § 295 Abs. 2 PBG, unter bestimmten Voraussetzungen eine Anschlusspflicht oder die Gewährung von Durchleitungsrechten verfügt werden. Im Rahmen von Sondernutzungsplanungen sind auch weitere energetische Bestimmungen möglich (z.B. zu Energieeffizienz), sofern entsprechende Vorgaben in der BZO festgesetzt sind.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Im 20. Jahrhundert wurde global mehr Energie verbraucht als während der gesamten Menschheitsgeschichte davor. Die Auswirkungen dieses enormen Verbrauchs zeigen sich in einer zunehmenden Verknappung fossiler Kraftstoffe, beim Klimawandel oder bei den Importabhängigkeiten. Um dieser Problematik zu begegnen, wurden auf verschiedenen Ebenen energie- und klimapolitische Ziele und Grundlagen verabschiedet.

Energiepolitik Gemeinde Maur	Die Gemeinde Maur setzt sich für eine zukunftsgerichtete, umsetzungsorientierte und wirkungsvolle Energiepolitik ein. Die Grundlagen dazu hat sie in einem Energieleitbild festgehalten und ein Umsetzungskonzept koordiniert die weiteren Schritte. Die Erarbeitung der vorliegenden kommunalen Energieplanung stellt einen Schwerpunkt aus dem Energieleitbild dar. Mit der Energieplanung soll eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung in der Gemeinde auch in Zukunft sichergestellt werden.
Zweck der Energieplanung	Die Energieplanung bildet ein Instrument zur räumlichen Koordination der Wärme- und Kälteversorgung, welches die klima- und energiepolitischen Ziele einer Gemeinde weiter konkretisiert und die Nutzung der vorhandenen Wärmequellen sowie weiterer lokal vorhandener, erneuerbarer Energiepotenziale ökologisch und ökonomisch nachhaltig plant. Die kommunale Energieplanung zeigt auf, wie die übergeordneten Energie- und Klimaziele in der Wärme-/Kälteversorgung umsetzbar sind. Insbesondere ist der Aufbau von erneuerbar betriebenen thermischen Netzen weiter zu konkretisieren. In Gebieten ohne Eignung für den Aufbau von thermischen Netzen ist ein Wechsel auf Individuallösungen erneuerbarer Heizsysteme weiter zu beschleunigen.
Energieplanung zur Koordination und Kommunikation	Die Energieplanung schafft Planungssicherheit für die beteiligten Akteure und dient gemeindeintern als wichtiges strategisches Koordinationsinstrument für die verschiedenen involvierten Stellen und Fachleute. Gegen aussen dient die Energieplanung als Kommunikationsgrundlage gegenüber der Bevölkerung und weiteren Akteuren.

1.2 Vorgehen

Erfassung Ist-Zustand	In einem ersten Schritt wird die bestehende Infrastruktur zur Wärme-/Kältenutzung und -versorgung erfasst. Der aktuelle Energieverbrauch wird mit dem Energie- und Klimakalkulator von Energie Schweiz (1) bilanziert sowie nach Energieträgern dargestellt und ausgewertet. Dadurch lassen sich Aussagen über den End- und Primärenergieverbrauch, den heutigen Energieträgermix in Maur sowie die energiebedingten Treibhausgasemissionen machen.¹ Eine weitere wichtige Grundlage für die Energieplanung bildet die Energiebedarfsdichte im Hektarraster (Kapitel 4.2.2) sowie die Kältebedarfsdichte (Kapitel 4.2.3).
-----------------------	--

¹ Berücksichtigt sind die Sektoren Wärme, Strom, Mobilität, nicht berücksichtigt ist Graue Energie durch Konsum.

Energiepotenziale und weitere Ansatzpunkte	Als weiterer Ausgangspunkt wurden die erneuerbaren Energiepotenziale für die Wärme- und Kälteversorgung sowie die Strompotenziale erfasst (Kapitel 5 und 5.16).
Entwicklungsabschätzung	Unter Berücksichtigung der energetischen Sanierungen wird der zu erwartende Wärmebedarf abgeschätzt und als zukünftige Wärmebedarfsdichte visualisiert. Ebenfalls berücksichtigt wird die Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung. Darauf beruhend kann abgeschätzt werden, welche Gebiete sich längerfristig für Verbundlösungen eignen (Kapitel 4.2.2).
Räumliche Festlegung	Die angestrebte Entwicklung der Wärme- und Kälteinfrastruktur ist in der Energieplankarte (Anhang Energieplan) abgebildet. Dabei ist das Siedlungsgebiet (Bauzonen) entsprechend dem kantonalen Geodatenmodell flächendeckend in zwei Gebietsversorgungstypen eingeteilt: Verbundgebiete und Eignungsgebiete ² . Flächendeckend werden zusätzlich Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht.
Massnahmenkatalog	Die Verbund- und Eignungsgebiete 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 B).
Ergebnisse	Als Resultat der Energieplanung liegen die Energieplankarte mit den räumlichen Festlegungen, der dazugehörige Erläuterungsbericht sowie die Massnahmenblätter zur Umsetzung des Energieplans vor.
Prozessbegleitung	Die Erarbeitung der Energieplanung wurde von der Energiekommission begleitet. Die Mitglieder der Energiekommission sind auf Seite 2 aufgeführt.

1.3 Verbindlichkeit

Energiegesetz (EnerG)	Die kommunale Energieplanung berücksichtigt die übergeordneten kantonalen und nationalen Ziele. Sie stützt sich auf § 7 des kantonalen Energiegesetzes (EnerG vom 19. Juni 1983, aktualisiert am 01. September 2022) und steht in direkter Beziehung zum behördenverbindlichen kantonalen Richtplan (ARE 2014). Das Energiegesetz des Kantons Zürich führt dazu, dass u.a. Öl- und Gasheizungen am Ende ihrer Lebensdauer zwingend durch Heizungen ersetzt werden müssen, die ausschliesslich erneuerbare Energien nutzen. Ausnahmen sind nur möglich, falls dies technisch nicht möglich ist oder die erneuerbare Heizung über den Lebenszyklus mehr als fünf Prozent teurer ist als die fossil betriebene Alternative (§ 11 Abs. 2 lit. b EnerG). Zudem kann die Gemeinde für eine begrenzte Dauer eine nicht erneuerbare Lösung bewilligen, wenn die Energieplanung mittelfristig eine Lösung durch ein thermisches Netz vorsieht. Dabei ist der Anschluss «sicherzustellen», z.B. durch einen Vorvertrag oder einen Anschlussvertrag mit dem Netzbetreiber.
-----------------------	---

² Eignungsgebiete beinhalten Empfehlungen zu den örtlich zweckmässigsten Energieträgern für Individuallösungen. In diesen Gebieten sind aufgrund ungenügender Wärmebedarfsdichte keine grossräumigen, thermischen Netze vorgesehen.

Behördenverbindlichkeit	Die kommunale Energieplanung ist behördenverbindlich. Das bedeutet, dass die vorgesehenen Massnahmen in der Behördentätigkeit (Realisierung und Bewilligungsverfahren) zu berücksichtigen und entsprechend umzusetzen sind. Als behördenverbindliche Bestandteile des kommunalen Energieplanes gelten: – Energieplankarte – Massnahmenkatalog
Grundeigentümerverbindliche Umsetzung	Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Energieplanung in einzelnen Punkten grundeigentümerverbindlich umzusetzen. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Energieplanung wurde kein Bedarf für die Verfügung von Anschlusspflichten identifiziert. Jedoch soll zukünftig die Anschlusspflicht – wo nötig und sinnvoll – auch zum Einsatz kommen. Die folgenden Ausführungen geben eine Auslegeordnung der Möglichkeiten: Das Planungs- und Baugesetz (PBG) ermöglicht eine grundeigentümerverbindliche Umsetzung der Energieplanung. Ein rechtskräftiger Energieplan ermöglicht, gestützt auf § 295 Abs. 2 PBG, unter folgenden Bedingungen eine Anschlusspflicht an Wärmeverbünde oder Durchleitungsrechte zu verfügen: – Im thermischen Netz werden Abwärme oder erneuerbare Energien genutzt (mind. 70 % (2)). – Der Wärmeverbund ist in der kommunalen Energieplanung festgelegt. – Die Wärme oder Kälte wird zu technisch und wirtschaftlich gleichwertigen Bedingungen wie aus konventionellen Anlagen angeboten (§ 295 PBG). Gemäss den im kantonalen Geodatenmodell für kommunale Energieplanungen definierten Status, ist eine Anschlusspflicht gemäss der genannten Gesetzgebung, nur für die Status «in Betrieb» sowie «in Planung» möglich (siehe Tabelle 4 für detaillierte Erläuterungen der Status und Kategorien) (2). Auf diese Weise wird die Rechtssicherheit für Investoren und Grundeigentümer erhöht. Die Anschlusspflicht oder die Durchleitungsrechte bedürfen keiner Verankerung in der Bau- und Zonenordnung. Der § 78a PBG erlaubt den Gemeinden, gestützt auf den Energieplan, Zonen für erneuerbare Energien zu schaffen, in denen die Gemeinde die Vorgaben des Kantons zum Höchstanteil erneuerbarer Energien verschärfen kann. Mit dem Energiegesetz des Kantons Zürich (EnerG) ist die Umsetzung dieses Artikels obsolet geworden, da keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt werden dürfen.
Bau- und Zonenordnung (BZO)	Die Energieplanung ist beschränkt auf die räumliche Koordination der verfügbaren Energiepotenziale mit dem Bedarf an Wärme und Kälte. Zur Zielerreichung der Klimaneutralität im Wärmebereich sind aber auch Themen wie Energieeffizienz und Baumaterialien (graue Energie) relevant. In der Bau- und Zonenordnung können hierzu folgende Festlegungen erfolgen:
Regelbauweise	In der Regelbauweise sind die Möglichkeiten für Vorschriften bezüglich Energieeffizienz und Materialien sehr begrenzt und ermöglichen aktuell praktisch keinen Spielraum.

Sondernutzungsplanung

Im Rahmen von Sondernutzungsplanungen ist die Einforderung eines erhöhten Baustandards (mit Vorgaben zu Energieeffizienz und/oder Materialien) möglich, sofern entsprechende Vorgaben in der BZO festgesetzt sind. Dies betrifft die folgenden Gebiete:

- Gebiete mit Gestaltungsplanpflicht (über die in der Bauordnung festzulegenden Ziele des Gestaltungsplans)
- Gebiete mit Sonderbauvorschriften
- Gebiete mit Arealüberbauung

Neben den Eigenschaften der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik, die für den Wärmebedarf entscheidend sind, fällt zunehmend die graue Energie für die Erstellung der Gebäude wie auch die Energie für die gebäudeinduzierte Alltagsmobilität ins Gewicht. In heutigen Neubauten macht die graue Energie bis zu einem Viertel der gesamten Primärenergie aus. Die Mobilität ist stark abhängig vom Standort und den Voraussetzungen vor Ort, kann aber noch stärker als die Graue Energie ins Gewicht fallen.

Privater Gestaltungsplan

Bei Gebieten mit freiwilligen, privaten Gestaltungsplänen können die entsprechenden Vorgaben fallweise festgelegt werden, ohne dass es hierzu einer Änderung der Bau- und Zonenordnung bedarf. Jedoch empfiehlt sich die Gleichbehandlung der verschiedenen Gesuchsteller, wozu beispielsweise Richtlinien dienen können. Dies trifft auch für städtebauliche Verträge oder die Einräumung von Baurechten zu.

1.4 Abgrenzungen

Der kommunale Energieplan betrachtet primär die Wärme- und Kälteversorgung, da diese eine räumliche Koordination erfordert.

Strom und Mobilität sind aus energiepolitischer Sicht ebenfalls bedeutend, liegen jedoch nicht im Fokus einer kommunalen Energieplanung. Die Themen werden daher nur bei der Betrachtung des Gesamtenergieverbrauchs der Gemeinde Maur und – im Bereich Strom – bei den Potenzialen behandelt. Damit wird eine Einordnung der Bedeutung der Themen und der Handlungsmöglichkeiten im Gesamtkontext der Energieplanung ermöglicht.

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 kein 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, unter Berücksichtigung der Verteilnetzinfrastrukturen im Strom, deshalb auch in der Gemeinde Maur schrittweise vorangetrieben werden. Dies ist insbesondere in den Wintermonaten von Bedeutung, da in diesen Monaten mehr Strom verbraucht und zusätzlich weniger Strom durch die Wasserkraft oder die Sonnenenergie produziert wird.

Die Mobilität und deren räumliche Auswirkung sind im kommunalen Richtplanung Verkehr festgehalten und könnten bei Bedarf in einem Mobilitätskonzept detailliert werden.

2 Energiepolitische Rahmenbedingungen

Die wichtigsten Rahmenbedingungen für die Energieplanung ergeben sich aus den gesetzlichen Vorgaben von Bund und Kanton sowie aus dem Energieleitbild der Gemeinde Maur.

2.1 Energiepolitik des Bundes

Pariser Abkommen

Mit dem Übereinkommen von Paris hat sich die internationale Staatengemeinschaft und auch die Schweiz dazu bekannt, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen, wobei ein maximaler Temperaturanstieg von 1.5 °C angestrebt wird (3). Für die Schweiz bedeutet dies, ihren Treibhausgasausstoss bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 zu halbieren. Diese Ziele will die Schweiz mit der Umsetzung der im CO₂-Gesetz konkretisierten Massnahmen erreichen.

Netto-Null-Ziel

Basierend auf neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen des Weltklimarates 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 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+ konkretisiert das Bundesamt für Energie (BFE) das Zielbild der klimaneutralen Schweiz. Im Wärmesektor bedeutet dies einen Ausbau an thermischen Netzen, eine Zunahme an Wärmepumpen, die vermehrte Nutzung von Biomasse und erneuerbaren Gasen für Prozesswärme, Ergänzung der Kehrlichtverbrennung mit Carbon Capture and Storage (CCS) sowie gut gedämmte Gebäude mit wenig Wärmebedarf (Abbildung 1) (3).



Abbildung 1: Zielbild Klimaneutrale Schweiz 2050 (3)

Klima- und Innovationsgesetz	Am 18. Juni 2023 hat das Schweizer Stimmvolk das Klima- und Innovationsgesetz angenommen. Das Klima- und Innovationsgesetz ist ein indirekter Gegenvorschlag zur Volksinitiative «Für ein gesundes Klima (Gletscher-Initiative)» und hält das Ziel von Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2050 mit dem Bundesgesetz verbindlich fest. Um dieses Ziel zu erreichen, sind umfassende finanzielle Förderungen für den Ersatz von Öl-, Gas- und Elektroheizungen und für innovative Technologien vorgesehen (4).
Neues Stromgesetz	Am 9. Juni 2024 hat das Schweizer Stimmvolk das Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien (Revision StromVG/EnG) angenommen. Das Gesetz tritt am 1. Januar 2025 in Kraft.

2.2 Energiepolitik des Kantons Zürich

Zuständigkeit Kanton	Gemäss Artikel 89 Absatz 4 der Bundesverfassung (BV) sind für den Erlass von Vorschriften im Gebäudebereich primär die Kantone zuständig. Gemäss Art. 106 Abs. 3 der Kantonsverfassung (5) (Stand 27. Februar 2005) 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 des EnerG), ist der CO ₂ -Ausstoss der Wärme- und Stromversorgung sowie der Mobilität bis 2050 auf 2.2 t pro Person zu begrenzen (aktueller Wert bei 4.5 t/Person) (6).
Klimastrategie	Der Regierungsrat des Kantons Zürich hat jedoch bereits ambitioniertere Klimaziele beschlossen. Zu Beginn des Jahres 2022 hat der Regierungsrat des Kantons Zürich den Beschluss gefasst, die direkten Treibhausgasemissionen ³ bis 2030 um 48 % zu reduzieren und bis 2040 (spätestens bis 2050) auf Netto-Null zu senken (0 Tonnen pro Kopf). Die Integration dieser Ziele in das kantonale Energiegesetz ist im Rahmen einer Teilrevision vorgesehen. Der Kantonsrat hat der Revision Ende Januar 2025 zugestimmt. Aufgrund eines Referendums kommt die Vorlage jedoch noch vors Volk. Mit diesem Beschluss setzt der Regierungsrat die langfristige Klimastrategie fest (Festsetzung RRB Nr. 128/2022 im Januar 2022). Die «Langfristige Klimastrategie» zeigt auf, wie die Ziele erreicht werden sollen. Die Strategie definiert, dass der Ausstoss von Treibhausgasemissionen auf Kantonsgebiet bis 2040 so weit wie möglich zu vermeiden ist. Emissionen, die nicht vollständig vermieden werden können, wie in der Landwirtschaft, müssen der Atmosphäre dauerhaft entzogen und gespeichert werden. Dafür hat der Regierungsrat Ziele für die unterschiedlichen Sektoren sowie die Verwaltung festgelegt (vgl. Tabelle 1). Dabei werden die Handlungsschwerpunkte vorrangig in den Bereichen Gebäude und Mobilität gesetzt. Für die erfolgreiche Umsetzung der langfristigen Klimastrategie sind Städte und Gemeinden des Kantons Zürich wichtige Akteurinnen.

³ Direkte Treibhausgasemissionen sind solche, die im Kanton selbst ausgestossen werden. Hier hat der Kanton den grössten Handlungsspielraum, um diese zu reduzieren (Gebäude, Verkehr (exkl. Luftverkehr), Industrie/Gewerbe, Abfall-/Abwasserbehandlung, Landwirtschaft).

Tabelle 1: Zielvorgaben der langfristigen Klimastrategie des Kantons Zürich.

Sektoren	1990	2030	2040
Verminderung gegenüber 1990			
Gebäude	2'640'000 t CO ₂ -eq	–65%	–95%
Verkehr (ohne Luftverkehr)	2'100'000 t CO ₂ -eq	–40%	–95%
Industrie/Gewerbe	590'000 t CO ₂ -eq	–20%	–75%
Abfall- und Abwasserbehandlung	390'000 t CO ₂ -eq	–30%	–85%
Land-/Waldwirtschaft	440'000 t CO ₂ -eq	–30%	–45%

Energiegesetz

Im November 2021 hat die Stimmbevölkerung des Kantons Zürich die Revision des kantonalen Energiegesetzes 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 MuKE 2014⁴ überarbeitet und an den heutigen Stand der Bautechnik angepasst. Es werden wichtige Weichen für die Reduktion der CO₂-Emissionen bei der Wärmebereitstellung und die Steigerung der Energieeffizienz gestellt. Für die Energieplanung von Bedeutung, und über die MuKE 2014 hinausgehend, sind vor allem Vorgaben gemäss § 11 EnerG:

- Der Energiebedarf von Neubauten für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung muss ohne CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen gedeckt werden (§ 11 Abs. 1 EnerG).
- Werden Wärmeerzeuger in bestehenden Bauten ersetzt, müssen ausschliesslich erneuerbare Energien eingesetzt werden, wenn dies
 - a) technisch möglich ist
 - b) die Lebenszykluskosten um höchstens 5% erhöht (§ 11 Abs. 2 EnerG).

Das kantonale Energiegesetz wird derzeit teilrevidiert, mit dem Ziel den Ausbau grosser Solaranlagen weiter zu fördern, die Emissionsziele der Klimastrategie anzugleichen und die Entwicklung von Technologien zur saisonalen Energiespeicherung voranzutreiben.

Kantonaler Richtplan

Der Kantonale Richtplan legt die Grundzüge der künftigen Raumentwicklung des Kantons fest. Im Versorgungsplan werden Ziele, Potenziale und raumwirksame Massnahmen von überkommunaler Bedeutung festgelegt.

Ziel des Richtplans ist es eine «zuverlässige, umwelt- und ressourcenschonende Energieversorgung anzustreben». Mit dem Richtplan unterstützt der Kanton die Nutzung von Abwärmequellen, erneuerbaren Energien sowie Projekte, die eine effiziente Energienutzung in

⁴ Um einheitliche Anforderungen im Gebäudebereich zu schaffen, hat die Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) die "Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)" 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).

den Vordergrund stellen. Der kantonale Richtplan wird aktuell revidiert, um die Themen der Windenergie und der Wasserkraft zu ergänzen (7).

2.3 Energiepolitik der Gemeinde Maur

Energieplanung 1999	Bereits im Jahr 1999 hat die Gemeinde Maur eine kommunale Energieplanung erarbeitet. Seither haben sich die Rahmenbedingungen sowie die energiepolitischen Zielsetzungen jedoch stark verändert.
Energiestadt	Die Gemeinde Maur ist seit 2023 Mitglied des Trägervereins Energiestadt (nicht zertifiziert).
Energieleitbild	Die Gemeinde Maur hat im Jahr 2021 ein Energieleitbild inkl. Umsetzungskonzept verabschiedet, mit welchem die Schwerpunkte der Energie- und Klimapolitik definiert werden. Aus dem Energieleitbild geht der Schwerpunkt bezüglich eines aktuellen Energieplans hervor. Im Rahmen der Energieplanung soll die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen geplant und die Erstellung von Wärmeverbünden geprüft werden (8).
Legislaturprogramm 2022-2026	Mit dem Legislaturprogramm 2022-2026 der Gemeinde Maur setzt sich der Gemeinderat das Ziel, die Nutzung der erneuerbaren Energien zu fördern und bei Bauvorhaben der Gemeinden die Energieeffizienz zu steigern (9).
Energieplanung 2025	Mit der Energieplanung 2025 wird das Netto-Null-Ziel 2040 für den Wärmebereich der Gemeinde Maur festgelegt. Weitere Ausführungen finden sich im Kapitel 8.3 und 8.4.

Bedeutung Netto-Null

Die Forderung «Netto-Null» bedeutet, dass es ein Gleichgewicht zwischen Treibhausgas-Quellen und -senken gibt. Anthropogene, also durch den Menschen verursachte, Treibhausgasemissionen sind auf ein absolutes Minimum zu reduzieren. Emissionen, die unvermeidbar sind, müssen vollständig durch technische oder natürliche Senken (negative Emissionen) ausgeglichen werden. Diese Betrachtung gilt für die definierte Systemgrenze.

3 Bestehende Wärmeinfrastruktur

3.1 Gasnetz

Das Gemeindegebiet von Maur ist nur in einem kleinen Teil von Ebmatingen und in Binz mit einem Gasnetz erschlossen. Im Jahr 2023 betrug der Gasverbrauch in der Gemeinde Maur 13 GWh, wovon der Biogasabsatz 20.6 % ausmachte (rund 2.7 GWh). Das Gasnetz wird durch Energie 360° betrieben.

3.2 Wärmeverbunde

In der Gemeinde Maur bestehen zwei kleine Wärmeverbunde. Zum einen gibt es den Holzwärmeverbund in Aesch, Zollinger Stiftung. Zum anderen besteht ein Kleinwärmeverbund beim Schulhaus Looren, welcher ebenfalls mit Holz betrieben wird. Aufgrund der geringen Grösse dieses Kleinwärmeverbundes wird er nicht im Energieplan aufgeführt. Bei beiden Kleinverbunden besteht zurzeit keine Möglichkeit zur Erweiterung des Versorgungsgebietes.

Ein weiterer grösserer Verbund mit Seewassernutzung ist durch ewz in Planung. Geplant ist eine Versorgung von grösseren Gebieten in den Ortschaften Binz und Ebmatingen im Gemeindegebiet Maur.

3.3 Weitere Wärmeinfrastruktur

Wärmepumpen

In der Gemeinde Maur kommen zwei Wärmepumpen-Technologien zum Einsatz: Luft-Wasser-Wärmepumpen und Sole-Wasser-Wärmepumpen. Insgesamt sind etwa 900 Wärmepumpen mit einer elektrischen Leistung von rund 4'800 kW in der Gemeinde installiert.

Ölfeuerungen

Gemäss den Feuerungsdaten der Gemeinde Maur gibt es ca. 630 Ölfeuerungen. Deren installierte Leistung beträgt rund 24'600 kW (Stand 2023).

Holzheizungen

Gemäss den Feuerungsdaten existieren 61 Holzheizungen. Die installierte Leistung dieser Holzheizungen beträgt rund 2'400 kW (Stand 2023). Dies umfasst nur die installierte Leistung der Holzheizungen, welche nicht an die Wärmeverbunde liefern.

4 Energieverbrauch Gemeinde Maur

4.1 Daten und Methodik

Bilanzierung

Als Grundlage für die Energieplanung wurde der Energieverbrauch auf dem Gemeindegebiet analysiert und eine Energiebilanz für das Jahr 2023 erstellt. Der Fokus der Energieplanung liegt auf der Wärme- und Kälteversorgung, welche eine räumliche Koordination erfordert. Die Energie- und Treibhausgasbilanz wurde jedoch über die drei Anwendungsbereiche Wärme, Strom und Mobilität erstellt. Dies ermöglicht eine Einordnung der Bedeutung der verschiedenen Anwendungsbereiche. Zudem findet aufgrund der Entwicklungen im Energiebereich eine zunehmende Verbindung der drei Bereiche statt (Sektorkopplung).

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wurde mit dem Energie- und Klimakalkulator (EKK), Version 2022, vorgenommen. Der EKK berücksichtigt das Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft. Die Vergleichswerte der Schweiz stammen aus dem Jahr 2022, da zum Zeitpunkt der Bilanzierung keine aktuelleren Daten erhältlich waren.

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht zu den verwendeten Daten und deren Datenquellen.

Tabelle 2: Verwendete Daten und Datenquellen.

Daten	Quelle	Ansatz
Gasverbrauch	E360°	Bottom-Up
Stromverbrauch	EKZ	Bottom-Up
Wärmeverbunde	Gemeinde Maur	Bottom-Up
Öl- und Holzfeuerungen	Kantonale Feuerungskontrolle, kommunale Feuerungskontrolle	Bottom-Up,
Gemeindespezifische Kennzahlen	Gemeinde Maur, BFS	Bottom-Up und Top-Down
Mobilität: Personenwagen	BFS - Strassenfahrzeugbestand (Motorfahrzeugbestand) - © BFS	Top-Down mit Annahmen
Räumliche Auswertungen		
Energiebezugsfläche, Energiekennzahl pro Bauperiode	EcoSpeed Immo (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

Mobilität

Der Mobilitätsbereich ist auf kommunaler oder regionaler Ebene nur mit erheblichem Aufwand messbar. Um dennoch eine Aussage zum Energieverbrauch der Mobilität und zur Einordnung im Gesamtenergieverbrauch zu erhalten, wird im EKK die Anzahl Personenwagen (Motorisierungsgrad) mit dem durchschnittlichen Treibstoffabsatz multipliziert. Schienen- und Flugverkehr werden im EKK mit schweizerischen Mittelwerten pro Einwohner abgeschätzt.

Graue Energie Energieträger	Der Energieverbrauch für die Bereitstellung der Energieträger wird ebenfalls berücksichtigt und mit der Primärenergie und den Treibhausgasen ausgewiesen.
Graue Energie Konsum	Der Energieverbrauch für die Bereitstellung von Waren und Dienstleistungen wird im EKK der Einfachheit und Verständlichkeit halber nicht bilanziert. Für eine vollständige Beurteilung der Treibhausgasbelastung der Gemeinde Maur müsste diese theoretisch jedoch auch berücksichtigt werden.
Wärmebedarfsdichte	Für die räumliche Analyse des Wärmebedarfs werden aufbereitete gebäudescharfe Wärmedaten (Bezug von EcoSpeed Immo, Stand 2022), Daten vom Bundesamt für Statistik (BFS) sowie Berechnungen und Modellierungen von der Firma PLANAR AG verwendet. Schlussendlich wird der gebäudescharfe Wärmebedarf pro Hektar zur Wärmebedarfsdichte aufsummiert, anonymisiert und räumlich dargestellt. Um einen langfristig wirtschaftlichen Betrieb der Wärmeverbunde zu ermöglichen, wird für die Gebietsausscheidung nicht nur die heutige, sondern auch die zukünftige Wärmebedarfsdichte anhand von Entwicklungsprognosen (vgl. Kapitel 7.2) abgeschätzt und für das Jahr 2040 und 2050 modelliert. Dabei wurde eine Sanierungsrate von 1.2 % angenommen.
Kälteaffinen Nutzung	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.

4.2 Energie- und Treibhausgasbilanz Jahr 2023

4.2.1 Gesamtenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen

Gesamtenergieverbrauch	Der Endenergieverbrauch in der Gemeinde Maur betrug im Jahr 2023 insgesamt rund 207 GWh, was unter Berücksichtigung des Energieträgermix einem Primärenergiebedarf von 250 GWh entspricht (vgl. Glossar). Durch den Endenergieverbrauch wurden 52'800 Tonnen CO ₂ -Äquivalente emittiert ⁵ . Dabei sind nur die energiebedingten Emissionen aus Wärme, Strom und Mobilität (inkl. Flugverkehr), jedoch nicht Konsumgüter, Abfall und Landwirtschaft berücksichtigt (vgl. Abbildung 2).
Anteil erneuerbarer Energieträger	Den grösseren Anteil an der Endenergie haben die fossilen Energieträger mit 65 %. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen liegt bei der Endenergie bei 35 %. Der schweizerische Durchschnitt für die Anteile erneuerbarer Energie ist etwas höher als in der Gemeinde Maur und beträgt 36 % für Endenergie.

⁵ CO₂-Äquivalente (CO₂-eq.) ist die mit dem jeweiligen Treibhauspotenzial gewichtete Summe der verschiedenen Treibhausgase (z.B. CO₂, CH₄, N₂O etc.).

Energieträgermix

Die verschiedenen Energieträger sind in der Gemeinde Maur auf Endenergiestufe mit den folgenden Anteilen vertreten: Erdöl (Treibstoff) 39.6 %, Wasserkraft 21.2 %, Erdöl (Brennstoff) 18.9 %, Umweltwärme 8 %, Erdgas 5.1%, Biomasse 4.9 %, Sonnenenergie 1.1 %, nicht überprüfbare/ sonstige 1.1 % und weniger als 0.1 % Windenergie.

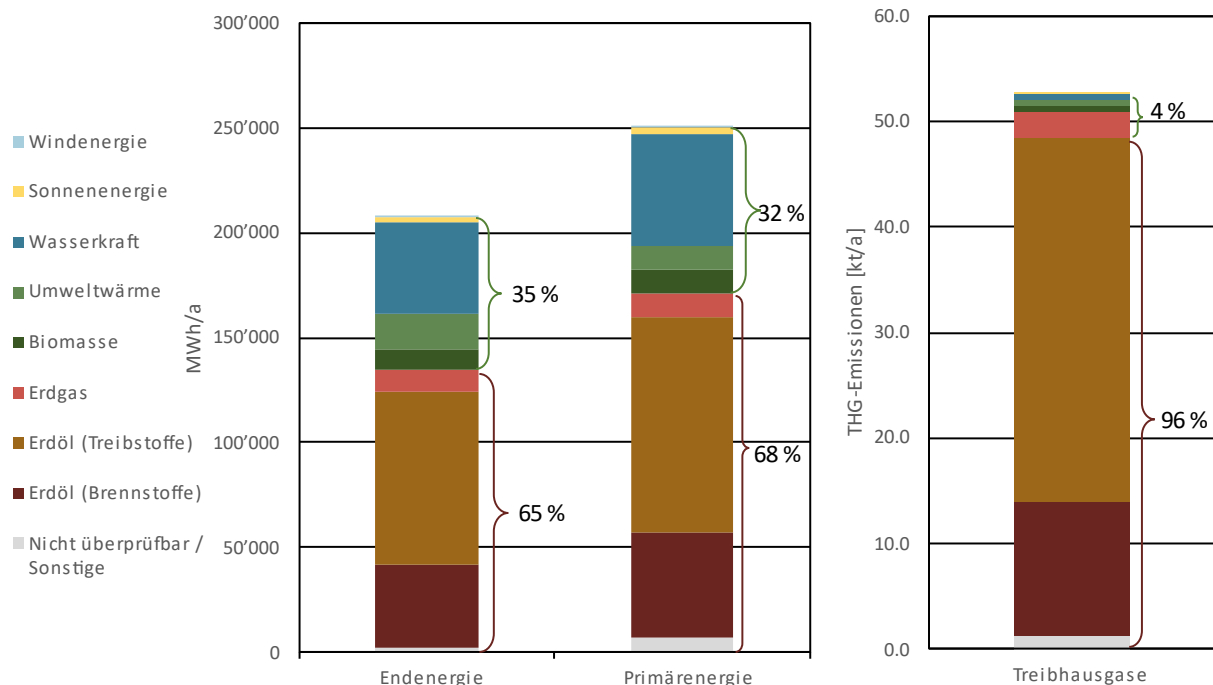


Abbildung 2: End- und Primärenergie der Gemeinde Maur im Jahr 2023 über alle Sektoren nach Energieträger und entsprechende Treibhausgasemissionen (eigene Darstellung).

Gemäss der vorliegenden Methodik des EKK berechnen sich die Treibhausgas-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch anhand der Emissionsfaktoren nach KBOB, welche auch die graue Energie (der Energieträger) mitberücksichtigen. Dies führt dazu, dass auch für erneuerbare Energieträger Treibhausgas-Emissionen entstehen. Die Verwendung von fossilen Brennstoffen (Heizöl und Erdgas) ist für 96 % der insgesamt 53 kt/a Treibhausgas-Emissionen verantwortlich. 4 % der Emissionen stammen aus erneuerbaren Energien.

Dauerleistung

Wird der Pro-Kopf-Primärenergieverbrauch auf die Dauerleistung pro Person umgerechnet, ergibt dies rund 2'620 Watt pro Person (Abbildung 3). Um die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft erreichen zu können, ist der Primärenergiebedarf der Gemeinde Maur weiter zu senken. Die Dauerleistung pro Einwohner (EW) von der Gemeinde Maur liegt deutlich unter dem schweizerischen Durchschnitt, welcher im Jahr 2022 bei 3'923 Watt pro Person liegt. Der tiefere Energieverbrauch in der Gemeinde Maur ist auf die wirtschaftliche Struktur der

Gemeinde mit einer geringeren Anzahl Arbeitsplätze pro Einwohner zurückzuführen.

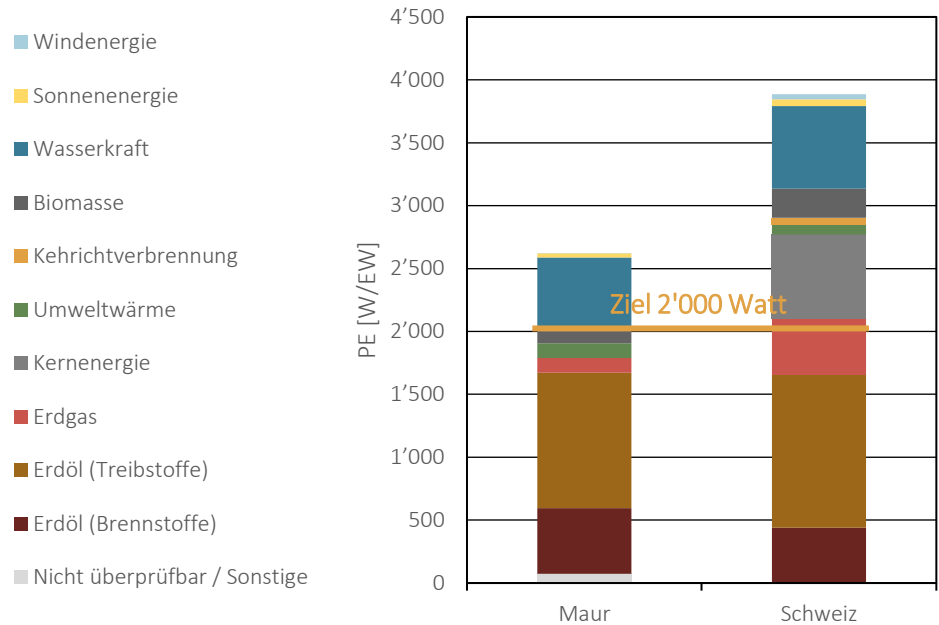


Abbildung 3: Dauerleistung pro Person in der Gemeinde Maur und in der Schweiz im Jahr 2023 (eigene Darstellung).

Treibhausgasemissionen pro Kopf

Die Treibhausgasemissionen werden überwiegend von der Nutzung fossiler Brenn- und Treibstoffe bestimmt. Bei den verursachten Treibhausgasemissionen liegt die Gemeinde Maur mit einem Pro-Kopf-Ausstoss von 4.84 t CO₂-eq. pro Jahr unter dem durchschnittlichen Emissionswert der Schweiz (5.75 t CO₂-eq. pro Jahr und Person) und noch erheblich über dem geforderten Zielwert von Netto-Null (Abbildung 4).

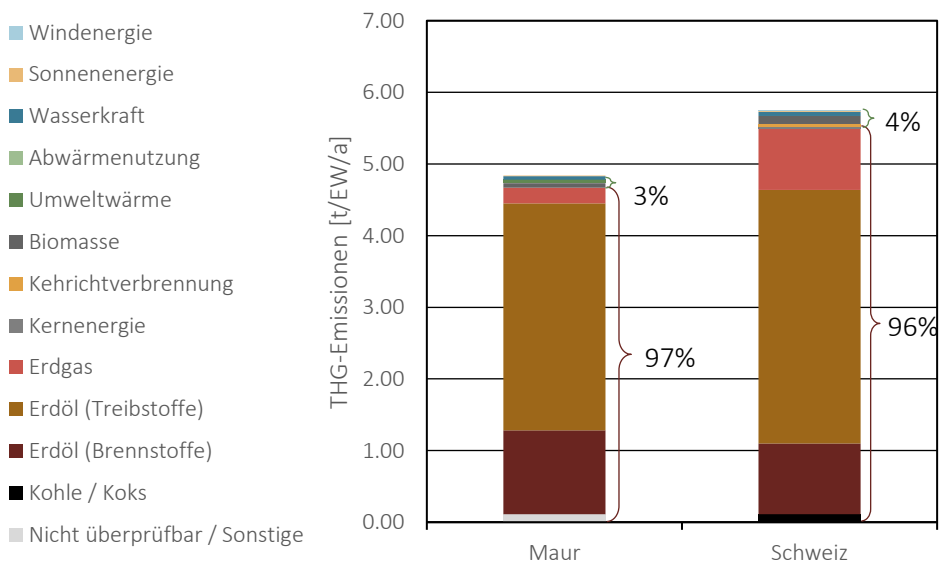


Abbildung 4: Pro-Kopf Treibhausgasemissionen (THG) in Maur und in der Schweiz im Jahr 2023 (eigene Darstellung).

Aufteilung der Emissionen
nach Verwendungszweck

Die gesamte Wärmeproduktion verursacht 31 % der gesamthaft im Jahr 2023 anfallenden energiebedingten Treibhausgasemissionen. Sie ist nach der Mobilität (66 %) der zweitgrösste Sektor. Die Emissionen im Bereich Strom (ohne Strombedarf für Mobilität und Wärme) betragen 3 %.

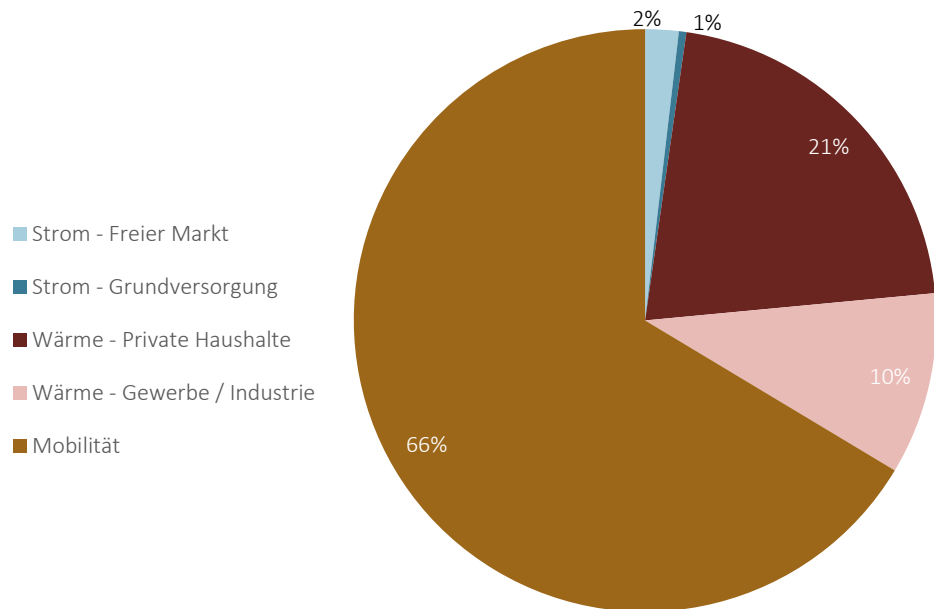


Abbildung 5: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Verwendungszweck und Sektor

4.2.1 Wärmeenergieverbrauch

Endenergie Wärme

Nachfolgend wird die Bereitstellung von Heiz- und Prozesswärme in der Gemeinde Maur beschrieben. Dargestellt wird der Endenergiebedarf nach Energieträger, wobei der Elektrizitätsverbrauch für die Wärmebereitstellung ausgewiesen, jedoch nicht auf die Energieträger aufgeschlüsselt wird.

Der Endenergieverbrauch beträgt in der Gemeinde Maur 84 GWh/a bzw. ein Pro-Kopf-Verbrauch von 7.7 MWh/EW/a. Im schweizerischen Durchschnitt beträgt der Pro-Kopf Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung 9.1 MWh/EW/a.

Aufgeschlüsselt in die Sektoren Private Haushalte mit Raumwärme und Warmwasser resp. Gewerbe/Industrie inkl. Prozesswärme betrug der Bedarf an Endenergie für die privaten Haushalte 66 GWh/a und 18 GWh/a für Gewerbe und Industrie.⁶

Endenergieträgermix Wärme

Der Endenergieträgermix für die Wärmeproduktion bestand 2023 noch zu einem grossen Teil aus fossilen Energieträgern. Die verschiedenen Energieträger werden in der Gemeinde Maur im Wärmebereich mit den folgenden Anteilen genutzt: Heizöl 47 %, Umweltwärme 20 %, Erdgas 12 %, Strom (inkl. elektrische Wärmepumpen) 10 %, Holz 5 %, Biogas/Klärgas

⁶ Im Bereich Gas kann die Zuteilung Haushalte und Gewerbe/Industrie aufgrund von Messwerten erfolgen. In den Bereichen Öl und Holz wurde eine Unterteilung nach Grösse der Feuerung vorgenommen (</> 70 kW).

3 % und Fernwärme (erneuerbar) 3 %. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen für Wärme liegt bei der Endenergie somit bei ca. 41 %.

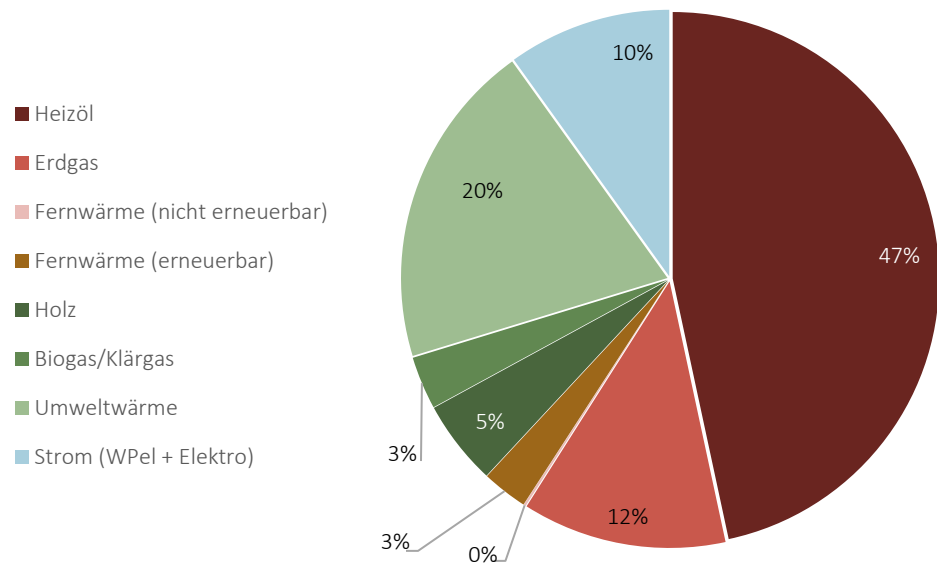


Abbildung 6: Endenergieträgermix Wärme der Gemeinde Maur 2023 (eigene Darstellung).

Treibhausgasemissionen
Wärme

Die Wärmeproduktion der Gemeinde Maur von 84 GWh/a verursachte im Jahr 2023 einen Treibhausgasausstoß von rund 16'500 t CO₂-eq. Dies entspricht 1.5 t CO₂-eq. pro Jahr und Person.

Treibhausgasemissionen nach
Energieträger

Die Verwendung der fossilen Brennstoffe Heizöl, Erdgas und nicht erneuerbarer Fernwärme ist für rund 91.7 % der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung verantwortlich. 8.3 % der Emissionen stammen aus erneuerbaren Energieträgern (vgl. Abbildung 7).

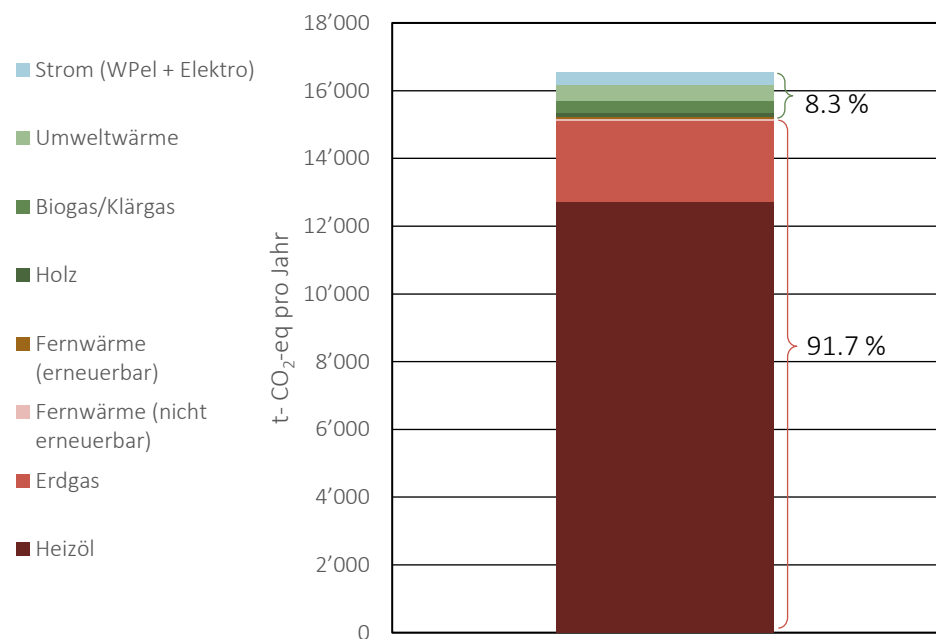


Abbildung 7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger für den Wärmebedarf in Maur im Jahr 2023 (inkl. Gewerbe/Industrie) (eigene Darstellung).

4.2.2 Energiebedarfsdichte

Wärmebedarfsdichte

Die Wärmebedarfsdichte sagt aus, wie hoch der Wärmebedarf pro Einheit Siedlungsgebiet ist (z.B. in MWh/a pro Hektare). Die Abbildung 8 stellt die Wärmebedarfsdichte dar, welche den Energiebedarf für Komfortwärme (Raumheizung und Warmwasser) sowie den Wärmebedarf von Gewerbe und Industrie abdeckt (vgl. Abbildung 8 und Anhang E).

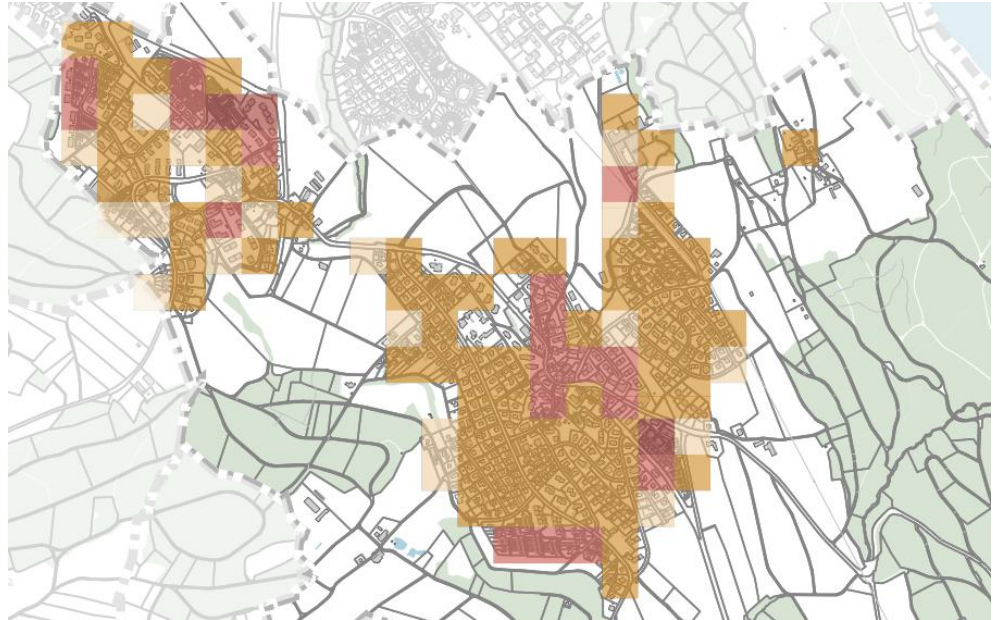
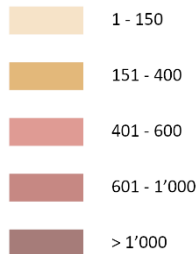


Abbildung 8: Ausschnitt Binz und Ebmatingen Hektarraster Wärmebedarf Wohnen und Arbeiten für das Jahr 2023 (eigene Darstellung).

Wärmebedarfsdichte 2040
oder 2050

Ebenfalls wurde die zukünftige Entwicklung der Wärmebedarfsdichte für die Jahre 2040 und 2050 modelliert (vgl. Kapitel 7.2 und Anhang E).

Eignung für Wärmeverbunde

Gebiete mit einer Wärmebedarfsdichte ab ca. 400 MWh/a*ha eignen sich in der Regel für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmeverbunds. In der Gemeinde Maur weisen u.a. das Gebiet rund um das Gemeindezentrum von Maur, das Gebiet rund um den Werkhof von Ebmatingen, das Gebiet rund um die Hausacherstrasse und die Zelglistrasse in der Binz sowie das Gebiet der Zollinger Stiftung eine höhere Wärmebedarfsdichte auf.

4.2.3 Kälteaffine Nutzung

Die kälteaffinen Nutzungen im Hektarraster geben einen Hinweis darauf, wo durch eine Kombination aus vernetzter Wärme- und Kälteversorgung Effizienzgewinne möglich sind bzw., wo der Aufbau eines Kältenetzes ein Business Case sein könnte. Aufgrund der begrenzten Datengrundlage für die Schätzung des Kälteverbrauchs im Vergleich zum Wärmeverbrauch sind die Aussagen mit grösseren Unsicherheiten verbunden, die bei Bedarf in einer Machbarkeitsstudie vertieft werden können.

Anhand der Karte für kälteaffine Nutzungen (vgl. Abbildung 9 und Anhang F) ist zu erkennen, dass vor allem in den Ortszentren ein potenzieller Kältebedarf vorliegt. Jedoch ist der Kältebedarf fast überall nur gering.



Abbildung 9: Ausschnitt Maur Hektarraster Kälteaffine Nutzungen für das Jahr 2023 (eigene Darstellung).

5 Potenzial für die Wärmeversorgung

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über die lokalen Energiepotenziale in der Gemeinde Maur. Abgebildet wird immer das heute bekannte Potenzial. Die technische Machbarkeit, die Wirtschaftlichkeit und die politische Tragfähigkeit der Ausschöpfung dieser Potenziale sind dabei noch nicht abschliessend geklärt. Der politische Wille, die entsprechenden Rahmenbedingungen sowie aktuelle und zukünftige Energiepreise der einzelnen Energieträger werden die effektiv nutzbaren Potenziale in Zukunft stark beeinflussen.

5.1 Effizienzpotenzial Wärme

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.

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 seitens der Gemeinden und weiterer Akteure. Die Umsetzung ist grösstenteils abhängig von den Energiepreisen und Fördergeldern.

Potenzialabschätzung

Die Abschätzung für die Effizienzpotenziale ist in Kapitel 7.2 erläutert.

5.2 Wärmepotenziale

5.2.1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme

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) auf direkt nutzbarem Temperaturniveau.

In der Gemeinde Maur ist keine hochwertige Abwärme verfügbar, da weder eine KVA noch grosse Industriebetriebe mit entsprechend hochtemperaturigen Prozessen vorhanden sind.

5.2.2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Niederwertige Abwärme

Bei niederwertiger Abwärme ist die anfallende Wärme aufgrund des tiefen Temperaturniveaus (unter 30°C) nicht direkt nutzbar, d.h. es ist eine Erhöhung des Temperaturniveaus mittels Wärmepumpen erforderlich.

Unter dem Begriff ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme wird die Wärmenutzung aus Betrieben auf tiefem Temperaturniveau, aus dem Abwasser, dem Grund- und Oberflächenwasser sowie der oberflächennahen Erdwärme verstanden. Auch

hierbei ist eine räumliche Koordination zwischen dem Ort des Vorkommens und dem Ort der Nutzung notwendig.

Wärmenutzung aus Abwasser

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

Gereinigtes Abwasser

Der Vorteil bei der Abwasserwärmenutzung nach der ARA (gereinigtes Abwasser) besteht darin, dass die Reinigungsleistung nicht beeinträchtigt wird und das Potenzial hier zudem am grössten ist, da eine Abkühlung bis auf 4 °C möglich ist. Gemäss der Energiestrategie und Energieplanung 2020 des Kantons Zürich hat die ARA in Maur ein Potenzial von 2 GWh. Zurzeit wird dieses Potenzial noch nicht genutzt (11).

Zukunft ARA Maur

Im Juni 2023 hat die Bevölkerung der Gemeinde Maur die Aufhebung der Abwasserreinigungsanlage (ARA) der Gemeinde Maur beschlossen (12). Die Gemeinde Maur wird an die ARA in Fällanden angeschlossen. Die Energie dieser ARA wird bereits in Fällanden und Schwerzenbach genutzt. Somit besteht kein offenes Potenzial für die Gemeinde Maur.

Rohabwasser

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 sinnvoll. Die Nutzung des Rohabwassers hat jedoch Auswirkungen auf die Reinigungsleistung der Abwasserreinigungsanlage (ARA), sollte die Temperatur bei der ARA unter 10 °C fallen. Eine Nutzung des ungeklärten Abwassers muss deshalb vorgängig mit dem Betreiber der ARA geklärt werden, um die Biologie des Reinigungsprozesses nicht zu beeinträchtigen.

Abwärme aus Industrie und Gewerbe

In der Gemeinde Maur ist keine niederwertige Abwärme aus Industrie und Gewerbe bekannt.

Wärmenutzung aus 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 Wasserversorgungsgesetz (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 (GSchV). Darin ist festgehalten, dass durch den Wärmeeintrag oder Wärmeentzug die Temperatur des Grundwassers gegenüber dem natürlichen saisonalen Zustand um höchstens 3 °C (gemessen 100 m nach der Rückgabe) verändert werden darf (GSchV, Anhang 2, Kap 21, Abs. 3).

In der Gemeinde Maur sind keine für die Wärmeerzeugung nutzbaren Grundwasservorkommen vorhanden (13).

Wärmenutzung aus Oberflächengewässern

Bei der Nutzung von Oberflächengewässern gelten im Grundsatz die gleichen gesetzlichen Rahmenbedingungen wie bei der Grundwassernutzung. Die Temperaturveränderung darf dabei nicht mehr als 3 °C betragen, in Gewässerabschnitten von Forellenregionen nicht mehr als 1.5 °C. Bei Verwendung zu Kühlzwecken darf die Wassertemperatur nicht mehr als 25 °C übersteigen (GSchV, Anhang 3.3, Kap. 21, Abs. 4b).

Gemäss den Abschätzungen der Eawag⁷ besteht beim Greifensee ein Wärmepotenzial von 227 GWh pro Jahr und ein Kältepotenzial von 51 GWh (14). Dieses Potenzial besteht für den gesamten Greifensee. Die weiteren Gemeinden am Greifensee könnten dieses Potenzial ebenfalls nutzen, wodurch sich das Potenzial auf die verschiedenen Gemeinden aufteilen würde. Zurzeit wird die Wärme des Greifensees noch nicht genutzt und es ist in den Planungen der weiteren Gemeinden am Greifensee auch nicht vorgesehen.

Die Bäche auf dem Gemeindegebiet Maur sind für eine thermische Nutzung zu klein und fallen als Wärme- oder Kühlquelle ausser Betracht.

Geothermie

Oberflächennahe Geothermie/
Erdwärme

In grossen Teilen des Gemeindegebietes von Maur sind Erdsonden zulässig. Die Nutzung der Erdwärme ist nur in den rot und gelb eingefärbten Gebieten nicht zulässig (vgl. Abbildung 10). Das Potenzial ist als sehr gross zu bezeichnen (13). Der Umfang des Potenzials wird unter anderem von der Zugänglichkeit der Grundstücke für die Bohrmaschine und der Dichte der Erdsonden zueinander eingeschränkt. Dies konnte im Umfang der Energieplanung nicht für alle Gebäude abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten wird davon ausgegangen, dass rund 80-90 % des Wärmebedarfs in diesen Gebieten durch Erdwärme gedeckt werden kann. Das Potenzial bewegt sich somit zwischen 67 und 76 GWh/a. Davon werden bereits 16 GWh/a genutzt.

⁷ Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag) ist das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs

- Erdwärmesonden (mit Bohrprofil)
- Erdwärmesonden (ohne Bohrprofil)

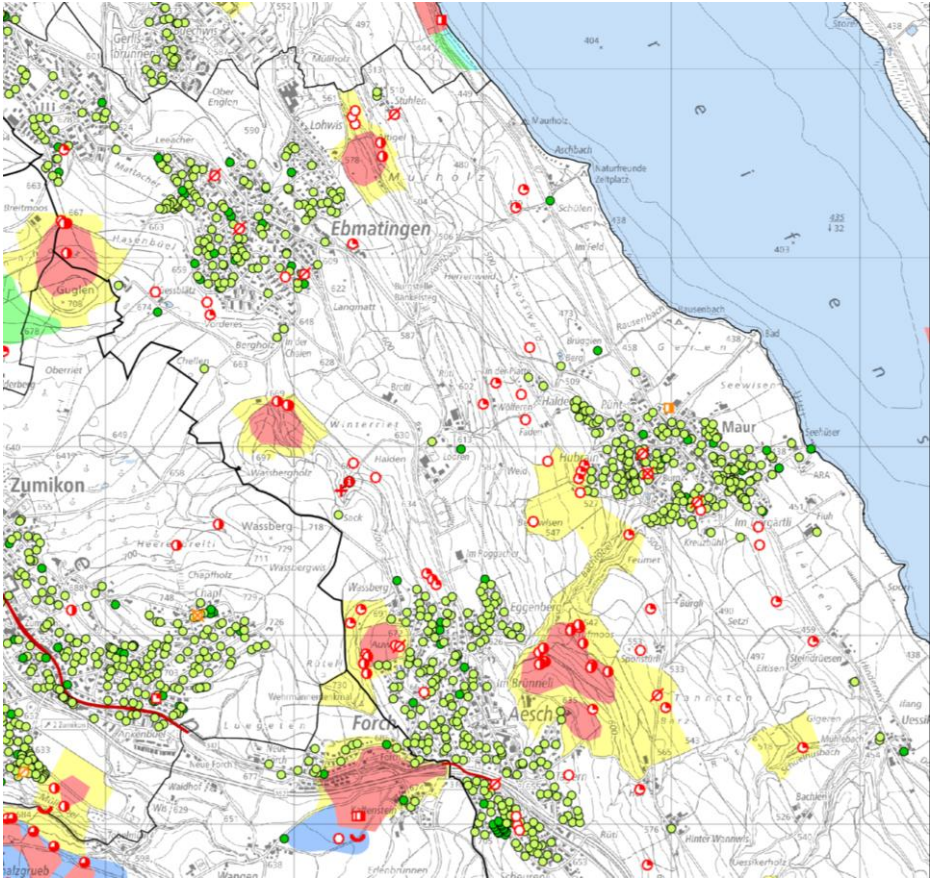


Abbildung 10: Auszug Wärmenutzungsatlas (13) 2024).

Zone	Zulässigkeit für Erdwärmesonden
A	Nicht zulässig
B	Nicht zulässig
C	Grundsätzlich zulässig. Spezielle Auflagen für EWS beachten – in Schlieren 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.

Tabelle 3: Farbcodierung des Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich

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 Gas) 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).

Mitteltiefe Geothermie

Der Begriff «mitteltiefe Geothermie» beschreibt die Wärmenutzung in einer Tiefe von 500 m bis 3'000 m. Dabei wird warmes Wasser aus dem Untergrund für Wärmezwecke genutzt, ab einer Tiefe von ca. 1'500 m ist eine direkte Nutzung ohne Wärmepumpe möglich. In der Schweiz beträgt das geologische Wärmepotenzial für mitteltiefe Geothermie circa 100 TWh/a. Geothermie-Schweiz geht von einem nutzbaren, wirtschaftlich konkurrenzfähigen Potenzial von rund 8 TWh/a aus. Solche Anlagen kombiniert mit thermischen Netzen können insbesondere für Neubaugebiete sehr attraktiv sein.

Potenzialabschätzung Mitteltiefe Geothermie

In der Schweiz gibt es heute eine Anlage mittlerer Geothermie in Betrieb (in RiehenBL). Eine kurzfristige Erschliessung des Potenzials wird als nicht machbar erachtet, langfristig bildet die mitteltiefe Geothermie eine interessante Wärmequelle. Die Erschliessung des Potenzials müsste in Zusammenarbeit mit weiteren Akteuren wie weiteren Gemeinden, dem Kanton Zürich und Energieversorgungsunternehmen vertieft abgeklärt werden. In einem nächsten Schritt wäre dazu eine Machbarkeitsstudie nötig, welche aufgrund von bestehenden Daten und Informationen zum Untergrund die Eignung des Standorts weiter prüft (Kostenpunkt ca. 30'000 bis 50'000 Fr). Kommt die Studie zu einem positiven Schluss, sind Sondierbohrungen nötig (Kosten ca. 10 bis 25 Mio.). Für die Sondierbohrungen zahlt der Bund Subventionen.

5.2.3 Regionale, erneuerbare Potenziale

Holz

Energieholz

Aus energiepolitischer Sicht sollten die Holzpotenziale mit Priorität für besonders effiziente Energienutzungen (z.B. WKK-Anlagen) oder für Gebäude mit hohen Vorlauftemperaturen (für Altbauten) verwendet werden.

Eine kürzlich veröffentlichte Studie zum Energieholzpotenzial im Kanton und der Stadt Zürich (15) kommt zum Schluss, dass der aktuelle Holzverbrauch im Kanton Zürich das nachhaltig verfügbare Energieholzpotenzial bereits heute stark übersteigt. Entsprechend ist der Kanton Zürich heute wie in Zukunft auf Holzimporte angewiesen. Die mittel- bis langfristigen Modellierungsergebnisse (bis 2050) zeigen, dass das Energieholzpotenzial in Zürich und den umliegenden Kantonen abnimmt.

Potenzialabschätzung

Die Waldfläche der Gemeinde Maur beträgt rund 360 ha. Der jährliche Holzzuwachs pro Hektare beträgt 10 m^3 , was zu einem totalen Zuwachs von $3'600 \text{ m}^3/\text{a}$ führt. Rund 40 % davon können als Energieholz genutzt werden, womit rund $1'440 \text{ m}^3/\text{a}$ zur Verfügung stehen. Daraus können rund 4'000 Schüttkubikmeter (Sm^3) Hackschnitzel für die Wärmeherzeugung gewonnen werden. Daneben gibt es ein Energieholzpotenzial aus Privatwäldern von rund $1'300 \text{ Sm}^3$. Insgesamt ergibt sich daraus ein Energieholzpotenzial von total $5'300 \text{ Sm}^3$.

$2'500 \text{ Sm}^3$ des Potenzials werden bereits für die Wärmeverbunde der Zollinger Stiftung und das Schulhaus Looren genutzt. Weitere $1'300 \text{ Sm}^3$ werden durch Private oder durch das Blockheizkraftwerk Aubrugg genutzt. Folglich bleibt eine freie Restmenge an Energieholz

von 1'500 Sm³.⁸ Umgerechnet in GWh/a ergibt dies ein Potenzial für Energieholz von 4 GWh/a. Innerhalb des Gemeindegebiets von Maur betrug der Wärmebedarf durch Holz rund 3 GWh im Jahr 2023⁹.

Nicht verholzte Biomasse

Die nicht verholzte Biomasse ist eine erneuerbare Energiequelle, die in Energieformen wie Wärme, Strom und Biogas umgewandelt werden kann. Da Biomasse eine speicherbare Energieform darstellt, kann diese die volatile Energieproduktion von Sonne und Wind ausgleichen. Nicht verholzte Biomasse umfassen Hofdünger, Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau, organischer Anteil des Kehrtrichts, Grüngut aus Haushalt und Landschaft, organische Abfälle aus Industrie und Gewerbe sowie Klärschlamm.

Gemäss der Karte «nicht-verholzte Biomassen» von map.geo.admin.ch beträgt das nachhaltige Potenzial der nicht-verholzten Biomassenressourcen in der Gemeinde Maur rund 11 GWh/a. Aufgeschlüsselt nach den einzelnen Bereichen ist ersichtlich, dass in der Gemeinde Maur insbesondere Potenziale beim Grüngut durch Haushalte und Landwirtschaft sowie Hofdünger vorhanden sind.

Tabelle 4: Übersicht über die nicht verholzte Biomasse in der Gemeinde Maur (16)

Nicht verholzte Biomasse	Gemeinde Maur (MWh/a)
Grüngut durch Haushalte und Landwirtschaft	2'784
Organischer Anteil Kehrtricht	1'586
Klärschlamm	790
Hofdünger	4'734
Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau	692
Organischer Abfälle Industrie und Gewerbe	182
Total nicht verholzte Biomasse	10'718

Das Umsetzungskonzept des Energieleitbildes sieht die Erarbeitung einer vertiefenden Potenzial- und Machbarkeitsanalyse von Biogas vor (17). Für die Realisierung einer Biogasanlage ist die Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsbetrieben entscheidend. Darüber hinaus müssen die Vorschriften des Planungs- und Baugesetzes (PBG) sowie der örtlichen Regelungen beachtet werden. Das Grüngut von Haushalten und Landwirtschaft wird an die Vergärungsanlage in Oetwil geliefert, in welchem Strom produziert und die Abwärme genutzt wird.

Die ARA in Maur wird mit der ARA in Fällanden zusammengelegt. Folglich wird auf dem Gemeindegebiet von Maur zukünftig kein Klärschlamm mehr zur energetischen Nutzung anfallen.

⁸ Angaben gemäss Förster

⁹ Eigene Berechnungen

5.2.4 Ungebundene erneuerbare Energie

Solarthermie

Die Sonnenenergie ist grundsätzlich überall nutzbar. Vorbehalte bestehen bzgl. Ortsbildverträglichkeit oder ungünstigen Lagen (z. B. steile, nordexponierte Schattenlage, 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 Energieausbeute eines Quadratmeters Kollektorfläche beträgt im Mittelland rund 500 kWh im Jahr.

Potenzialabschätzung

Gemäss der vom BFE lancierten Anwendung sonnendach.ch besteht in der Gemeinde Maur ein Gesamtpotenzial für Solarwärme (Heizwärme und Warmwasser) von 20.5 GWh/a (18). Sonnendach.ch priorisiert die Solarwärme, indem neben dem Warmwasserbedarf auch die Heizungsunterstützung eingerechnet und die Paneele auf den «am besten geeigneten» Flächen platziert werden. Die restliche geeignete Dachfläche ist für die Solar-Stromproduktion reserviert (Kapitel 6.2). Das Solarwärmepotenzial ist ausschliesslich für PV-Anlagen auf den Dächern ausgewiesen, bei den Fassaden besteht kein Potenzial zur Wärmegewinnung.

Die installierten Anlagen im Gemeindegebiet werden nicht erfasst.

Wärme aus der Umgebungsluft

Bei der Nutzung der Umgebungsluft ist keine räumliche Koordination erforderlich. Sie lässt sich grundsätzlich überall und ohne kantonale Bewilligung oder Konzession nutzen. Eine Einschränkung besteht teilweise aus Lärmschutzgründen. Auch haben Luft-Wasser-Wärmepumpen im Winter – in der Zeit des grössten Wärmebedarfs – einen tieferen Wirkungsgrad als solche, die Erdwärme, Grundwasser oder Abwasser nutzen.

Des Weiteren ist für weniger gut wärmedämmte Gebäude in den Wintermonaten die Attraktivität der Umgebungsluft (aufgrund der Temperatur um den Gefrierpunkt) als Wärmequelle im Vergleich zum Grundwasser oder Erdwärme (10-15°C) bescheiden und erfordert entsprechend einen höheren Stromeinsatz. In jedem Fall sollte deshalb eine Wärmedämmung möglichst vor dem Heizungsersatz durchgeführt werden. Luft-Wasser-Wärmepumpen bedingen (bei Anlagen < 30 kW) jedoch die geringsten Investitionskosten hinsichtlich einmaliger Anschaffungs- und Installationskosten.

Potenzialabschätzung

Das Potenzial kann theoretisch uneingeschränkt genutzt werden, weshalb die mit Luft-Wasser-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 Strom vom eigenen Dach zu betreiben. Die heutige Wärmeproduktion mit Luft- Wasser-Wärmepumpen ist noch sehr gering. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten wird davon ausgegangen, dass rund 80-90 % des Wärmebedarfs in diesen Gebieten gedeckt werden kann. Das Potenzial bewegt sich somit zwischen 67 und 76 GWh/a.

5.2.5 Zusammenfassung Wärmepotenziale

Insgesamt ergibt sich auf dem Gemeindegebiet von Maur ein lokal verfügbares und bezifferbares Energiepotenzial von rund 334 GWh/a. Im Jahr 2023 wurden davon rund

22 GWh/a genutzt (Abbildung 12). Das Potenzial ist abhängig von verschiedenen Faktoren vgl. Einleitung, Kapitel 5).

In Abbildung 11 werden die Wärmepotenziale Geothermie, und Umgebungsluft zu Umweltwärme zusammengefasst, da bei der Nutzung des Potenzials zwischen diesen beiden nicht unterschieden werden kann (vgl. Kapitel 5.2.2). Limitierend ist im Bereich der Umweltwärme jedoch der für den Betrieb der Wärmepumpe notwendige Strom.

Besonders viel Wärmepotenzial bieten Umweltwärme und Oberflächenwasser. Auch das Wärmepotenzial der Solarwärme sollte nicht vernachlässigt werden (vgl. Abbildung 11).

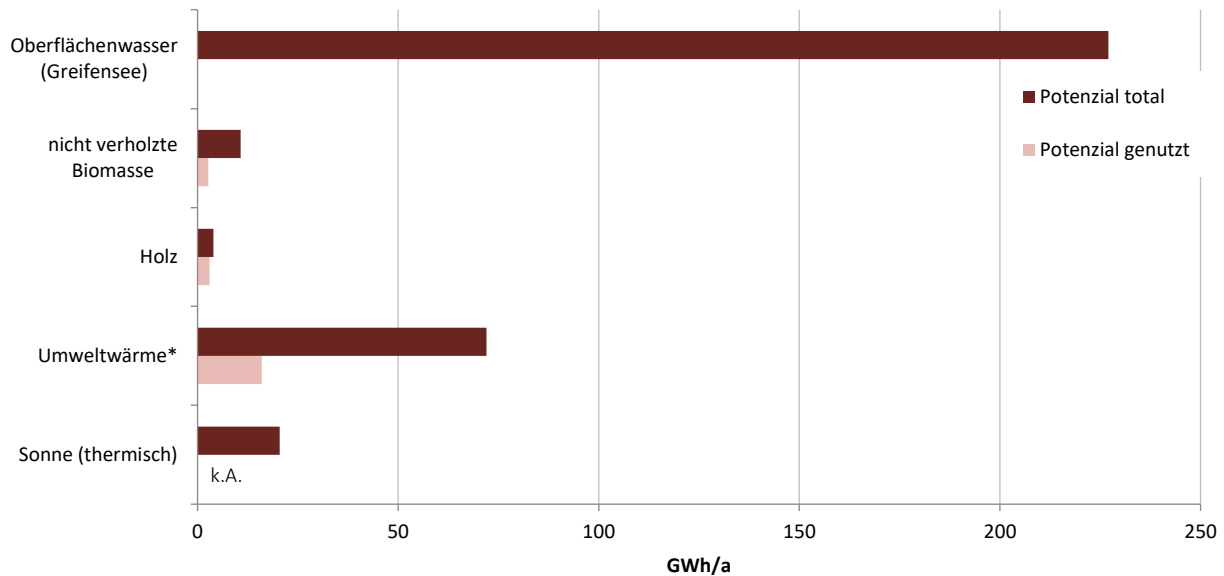


Abbildung 11: Übersicht erneuerbare Wärmepotenziale (*inklusive Stromanteil für Wärmepumpe) (eigene Darstellung).

Das gesamte, theoretische Wärmepotenzial übersteigt mit total 334 GWh/a den Wärmeverbrauch 2023 von 84 GWh/a bei weitem.

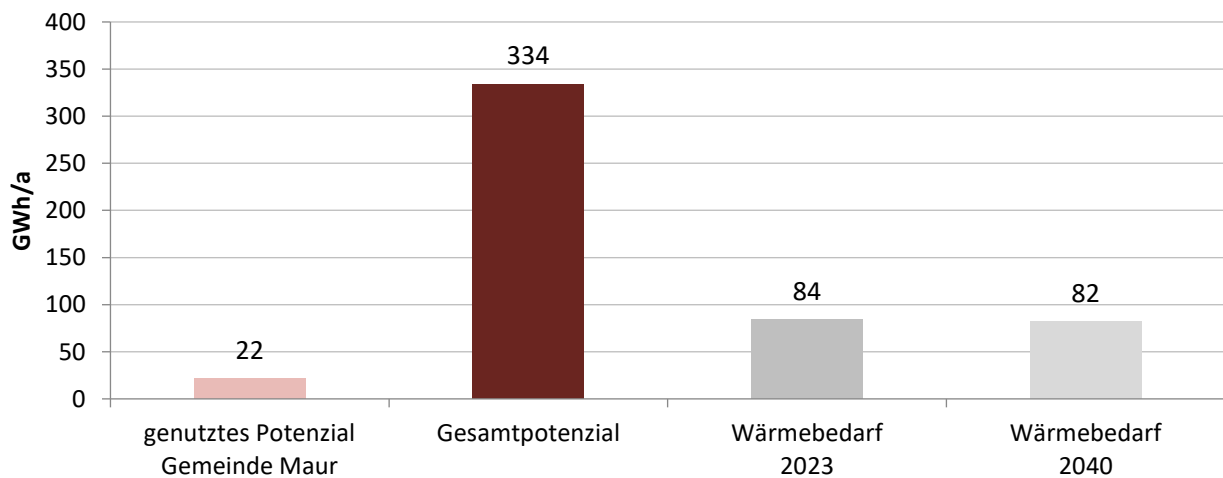


Abbildung 12: Gegenüberstellung der Wärmepotenziale und des Wärmebedarfs für das Jahr 2023 und zukünftig (eigene Darstellung).

kantonalen Richtplan aufgenommen werden, ist zurzeit noch unklar (19). Falls das Gebiet als Eignungsgebiet im kantonalen Richtplan aufgenommen wird, liegt die Verantwortung für die Planung eines grossen Windkraftwerkes gemäss Aussagen der Swiss Eole beim Kanton Zürich.

Gemäss dem Kanton Zürich steht in den Gemeinden Egg, Herrliberg, Küsnacht, Maur und Meilen ein Windpotenzial von total 84 GWh/a. Dieses Potenzial könnte mit dem Bau von zehn Windenergieanlagen ausgenützt werden (20). Vorausgesetzt, dass in der Gemeinde Maur eine dieser zehn Windkraftanlagen zu stehen kommt, beläuft sich das Potenzial auf rund 8.4 GWh/a.

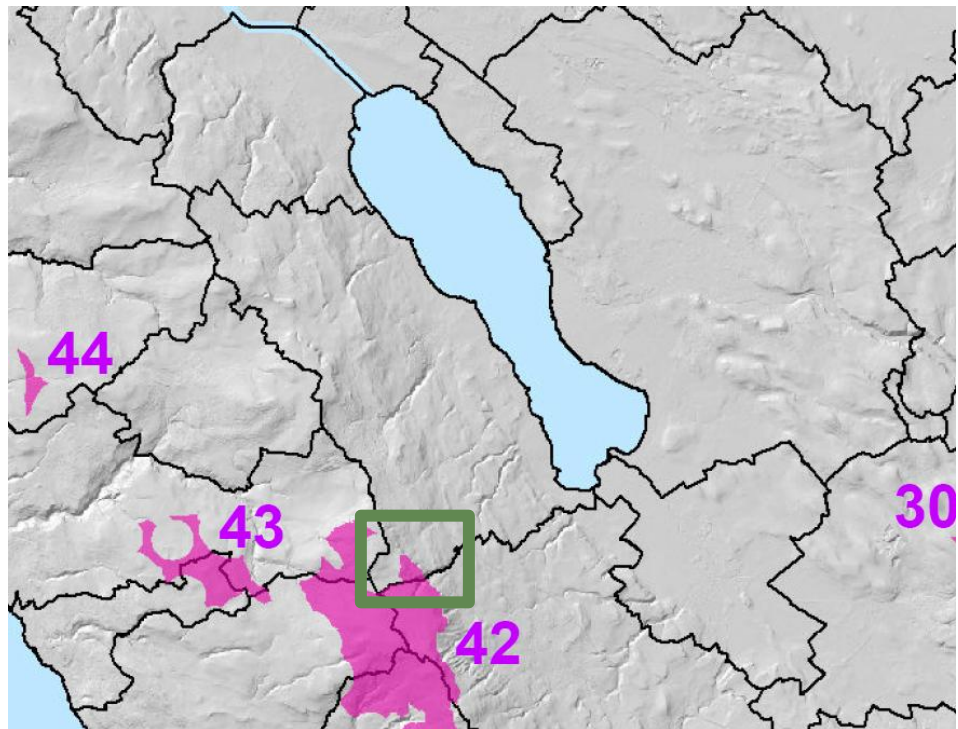


Abbildung 14: Windpotenziale im Kanton Zürich (Ausschnitt) (19)

Nicht verholzte Biomasse

Das nachhaltig nutzbare nicht verholzte Biomassepotenzial wird gemäss der Karte «nicht verholzte Biomasse» von map.geo.admin.ch auf rund 11 GWh/a geschätzt und wurde bereits bei den Wärmepotenzialen ausgewiesen. Im Falle einer konkreten Nutzung müsste das Optimum zwischen Wärme- und Stromerzeugung eruiert werden, resp. bei einer Stromproduktion die Nutzung der Abwärme mitgeplant werden.

Klein-Wasserkraftwerke

In der Gemeinde Maur gibt es kein bekanntes Potenzial für Klein-Wasserkraftwerke.

6.3 Zusammenfassung Strompotenziale

Vom gesamten Potenzial von 51 GWh/a werden rund 5 GWh/a bereits genutzt. Die grossen, noch ungenutzten Potenziale liegen vor allem im Bereich der Produktion von Solarstrom, ebenfalls besteht ein Potenzial zur Stromproduktion durch Windkraft (vgl. Abbildung 15).

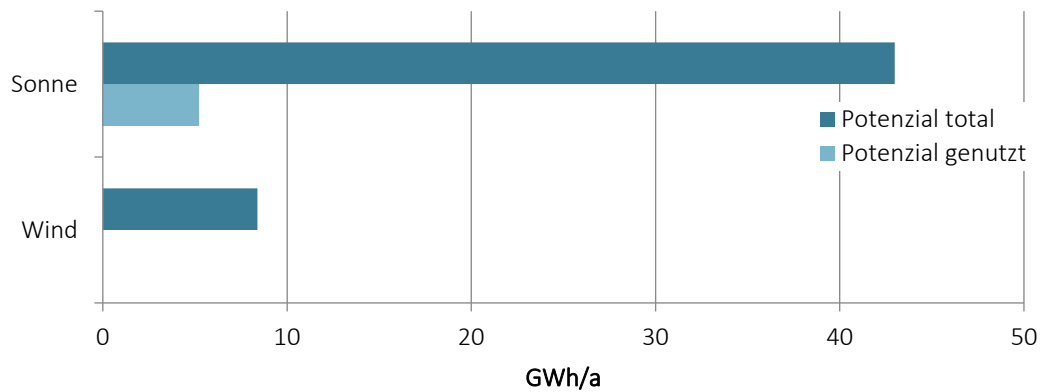


Abbildung 15: Strompotenziale in der Gemeinde Maur (eigene Darstellung).

Mit dem gesamten theoretischen Strompotenzial von total 51 GWh/a lässt sich der Stromverbrauch des Jahres 2023 von 45 GWh/a knapp decken (vgl. Abbildung 16). Dabei ist jedoch zu beachten, dass das effektiv nutzbare Windpotenzial noch sehr unsicher ist und die Umsetzung beim Kanton liegt.

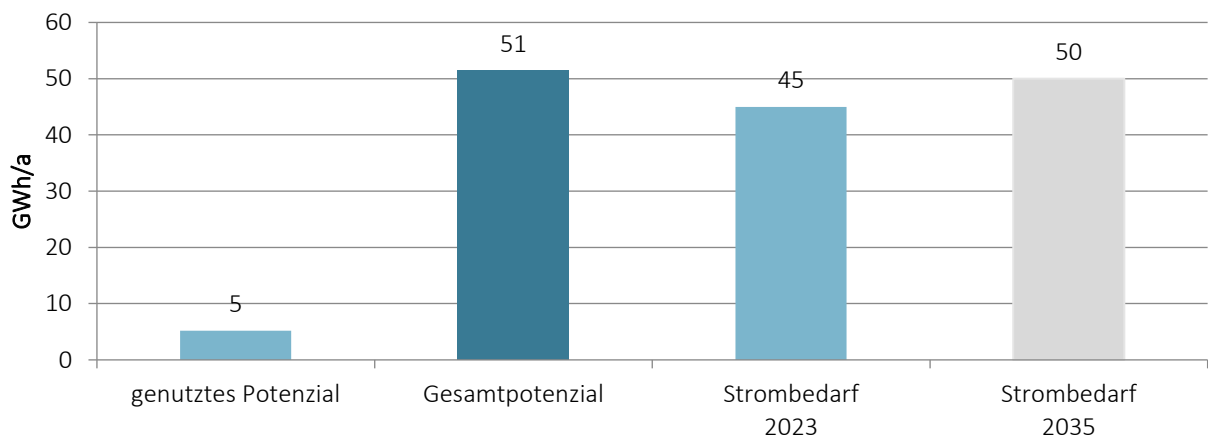


Abbildung 16: Strompotenzial in der Gemeinde Maur im Vergleich zum aktuellen Verbrauch ohne nicht verholzte Biomasse (eigene Darstellung).

7 Entwicklungsprognose

7.1 Raumplanerische Grundlagen

Ortsplanungsrevision

Anfang 2020 hat die Gemeinde Maur den Prozess zur Revision der Ortsplanung gestartet. Dafür wurde in einem ersten Schritt ein räumliches Entwicklungskonzept (REK) erstellt. Basierend auf dem REK wurde die kommunale Richt- und Nutzungsplanung im September 2022 festgesetzt, beim Kanton Zürich zur Genehmigung eingereicht und grösstenteils genehmigt. Zur revidierten Bau- und Zonenordnung ist ein Rekurs eingegangen (21). Gemäss dem Erläuterungsbericht der Ortsplanungsrevision bestehen in der Wohnzone Nutzflächenreserven für circa 6'000 zusätzliche Personen. Die Priorität liegt bei einer Verdichtung nach innen.

Bevölkerungsentwicklung

Die Gemeinde Maur ist in den letzten Jahren stetig gewachsen (vgl. Abbildung 17). Im Jahr 2023 lebten 10'901 Personen in der Gemeinde Maur.

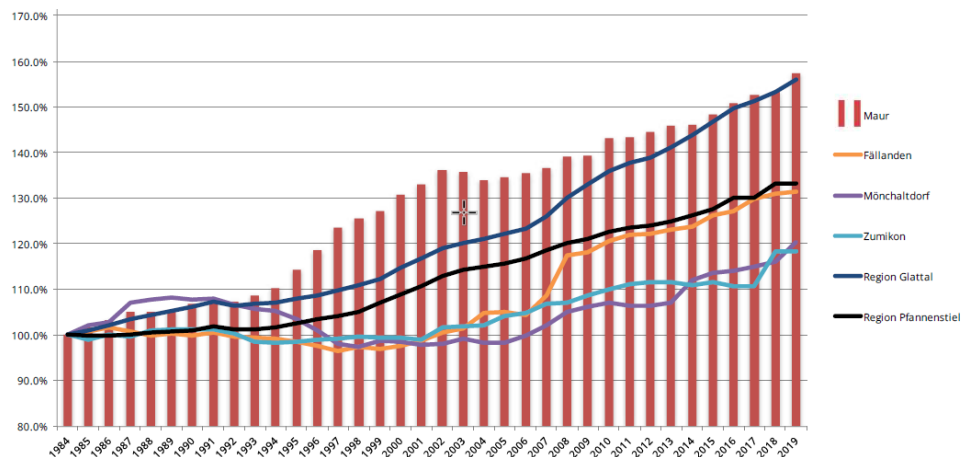


Abbildung 17: Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde Maur von 1984 bis 2019 (Gemeinde Maur (2022): Ortsplanungsrevision; S. 65).

Arbeitsplatzentwicklung

Es wird davon ausgegangen, dass die Anzahl Arbeitsplätze konstant bleibt.

7.2 Abschätzung zukünftiger Wärmebedarf

Entwicklung Wärme

Zur Abschätzung des zukünftigen Energiebedarfs für die Jahre 2040 und 2050 wurden die Sanierungsrate der Gebäude, die pro Bauperiode erwarteten Sanierungserfolge, die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung, die Entwicklung der Arbeitsplätze, die Effizienzsteigerungen im Gewerbe und in der Industrie sowie die erwarteten Neubauten berücksichtigt.

Entwicklung Gesamtenergie Wärme

Insgesamt ergibt sich eine Verringerung des Wärmebedarfs von heute 84 GWh/a auf 82 GWh im Jahr 2040 und auf 79 GWh im Jahr 2050.

In der Abbildung 18 ist die Entwicklungsprognose des Wärmebedarfs in der Gemeinde Maur von 2023 bis 2050 visualisiert.

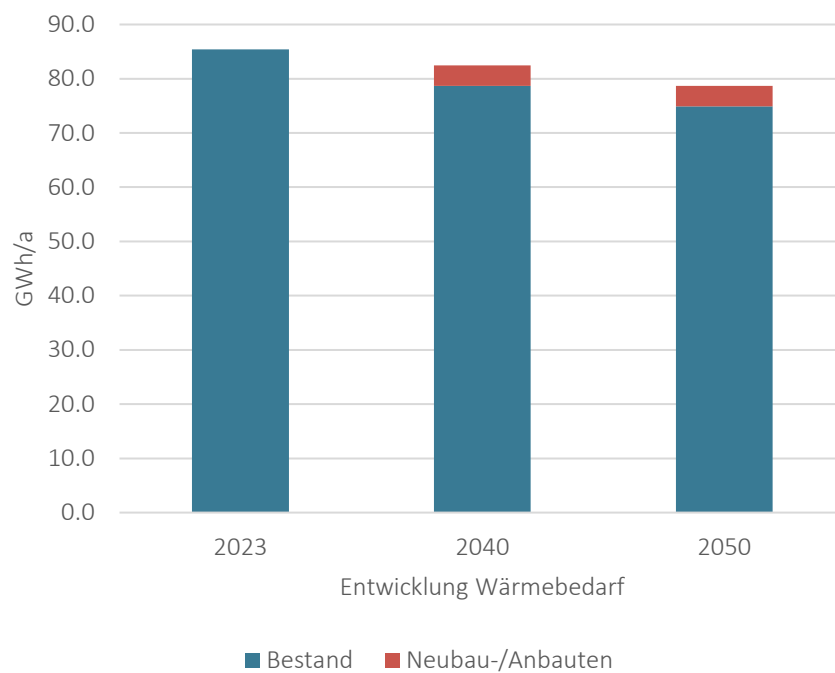


Abbildung 18: Entwicklung des Wärmebedarfs von 2023 bis 2050 in Maur

In den Anhängen E und F ist zudem die Entwicklung der Wärmebedarfsdichte für einzelne Gebiete ersichtlich (ohne Zunahme durch Neubauten).

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 A ersichtlich.

Planungsprioritäten

Die kantonale Prioritätenfolge (Kantonaler Richtplan) berücksichtigt primär die Belange Wertigkeit, Ortsgebundenheit und Umweltverträglichkeit der Energieträger:

1. Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Insbesondere Abwärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) und tiefer Geothermie und langfristig zur Verfügung stehende Industrieabwärme, die ohne Hilfsenergie direkt verteilt und genutzt werden kann.

2. Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Insbesondere Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sowie Wärme aus Gewässern.

3. Leitungsgebundene Energieträger

Gasversorgung oder Wärmenetze örtlich ungebundener Wärmequellen in bestehenden Absatzgebieten verdichten, sofern mittelfristig günstige Rahmenbedingungen dafür bestehen.

Der kantonale Richtplan wird aktuell revidiert, wobei eine Anpassung der Rangreihenfolge vorgesehen ist, nach denen Wärmenetze aufgebaut und verdichtet werden sollen (öffentliche Auflage bis 31. Oktober 2024):

1. Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Insbesondere Abwärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA), tiefer Geothermie und langfristig zur Verfügung stehende Industrieabwärme, die ohne Hilfsenergie direkt verteilt und genutzt werden kann.

2. Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Insbesondere Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA), von Rechenzentren und weiteren betrieblichen Quellen sowie Wärme aus Oberflächengewässern und dem Grundwasser.

3. Wärmenetze örtlich ungebundener Umweltwärme und Biomasse

Insbesondere Wärme aus Biomasse und untiefer Geothermie.

Folgende weitere Vorgaben sind im kantonalen Richtplan festgehalten (Kantonaler Richtplan):

- 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).

- 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, jedoch nicht zu priorisieren.

Räumliche Festlegungen

Mit der räumlichen Koordination wurde das Siedlungsgebiet entsprechend dem kantonalen Geodatenmodell flächendeckend in drei Versorgungsgebietskategorien eingeteilt: Verbundgebiete, Gasgebiete und Eignungsgebiete (2). In Verbundgebieten wird Wärme und nach Bedarf auch Kälte in einem thermischen Netz geliefert. Die Verbund- und Gasgebiete werden je nach Planungs- und Realisierungsstand in die Status «in Betrieb», «in Planung» und «in Prüfung» eingeteilt (vgl. Tabelle 5).

Flächendeckend werden Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht.¹⁰ Die Gasversorgung mit fossilem Gas soll auf dem Gemeindegebiet bis 2040 beendet werden. Danach wird nur noch erneuerbares Gas (vgl. Glossar) geliefert. Bis zum Jahr 2050 soll das Gasnetz stillgelegt werden. Das gesamte Gasgebiet der Gemeinde Maur wird daher der Kategorie «Stilllegung» zu geordnet. Die Kategorie Stilllegung gemäss dem kantonalen Geodatenmodell bedeutet, dass in diesen Bereichen per sofort keine neuen Gasanschlüsse mehr erfolgen und bestehende Anschlüsse nicht mehr ersetzt werden dürfen (davon ausgenommen sind Prozesswärme und Übergangslösungen).

Tabelle 5: Umsetzung Kategorien gemäss Geodatenmodell für kommunale Energieplanungen

Kategorien	Verbundgebiet			Gasgebiet			Eignungsgebiet
Status	In Betrieb	In Planung	In Prüfung	Fortbestand	Stilllegung	(Stilllegung) in Prüfung	
Verbindlichkeit	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Empfehlung
Unterscheidungskriterien	Verbundgebiet bereits realisiert	Entscheidung der Gemeinde für ein Verbundgebiet (neu oder Erweiterung)	Absichtserklärung der Gemeinde für ein Verbundgebiet (neu oder Erweiterung)	Gasversorgung bleibt vorerst bestehen	Entscheidung der Gemeinde zur Stilllegung des Gasnetzes	Absicht der Gemeinde zur Prüfung einer Stilllegung des Gasnetzes in den nächsten Jahren	Hinweis für dezentrale Lösungen

In den Eignungsgebieten sind Einzellösungen oder kleine Nahwärmeverbunde vorgesehen. Der primär zu nutzende Energieträger ist in der Energieplankarte festgehalten.

Massnahmenblätter

Jedes Versorgungsgebiet ist in einem Massnahmenblatt detailliert beschrieben. Im Wesentlichen geben sie Auskunft über den Gegenstand, die Zielsetzung, das Vorgehen und die massgeblich Beteiligten. Die Massnahmenblätter zeigen auf, mit welchem Vorgehen die

¹⁰ Eignungsgebiete beinhalten Empfehlungen zu den örtlich zweckmässigsten Energieträgern für Individuallösungen. In diesen Gebieten sind aufgrund ungenügender Wärmebedarfsdichte keine grossräumigen, thermischen Netze vorgesehen.

festgelegten Zielwerte pro Gebiet konkret erreicht werden können. Um die Rahmenbedingungen für die Umsetzung des Energieplans zu optimieren, wurden zudem gebietsunabhängige Massnahmen beschrieben.

Zeithorizont und Nachführung	Als Planungs- und Handlungshorizont wird ein Zeitraum von 10 Jahren zugrunde gelegt. Aufgrund der ehrgeizigen Ziele und dem geforderten hohen Umsetzungstempo werden bereits vor Ablauf dieser Frist Anpassungen in der Energieplankarte erforderlich sein. Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) ermöglicht eine jährliche Anpassung der Energieplankarte und des dazugehörigen Massnahmenblatts ohne einen umfassenden Revisionsprozess. Dazu ist jeweils ein Beschluss der Exekutive notwendig. In Abhängigkeit der Statusänderung des Gebietes ist eine Genehmigung der Baudirektion erforderlich. Eine Genehmigung ist bei Änderung von «in Prüfung» zu den folgenden Kategorien notwendig: Verbundgebiet in Betrieb oder in Planung; Gasgebiet Fortbestand oder Gasgebiet Stilllegung (blau hinterlegte Festlegungen gemäss Tabelle 5).
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.
Kantonale Förderung	Die kantonalen Fördergelder stehen im Zusammenhang mit dem Energieplan. So werden zum Beispiel in Gebieten, die im Energieplan als Verbundgebiet (Status in Betrieb oder in Planung) gekennzeichnet sind, keine Einzellösungen mehr gefördert.
Bemerkung zur Nutzung der Sonnenenergie	Die thermische Sonnenenergie und die Photovoltaik können jeweils in Kombination mit verschiedenen Hauptwärmeerzeugern eingesetzt werden. In Eignungsgebieten mit Umweltwärmenutzung empfiehlt sich die Photovoltaik, da somit der Strom für die Wärmepumpe produziert und der Eigenverbrauchsanteil erhöht werden kann. In thermischen Netzen (Energieverbunde) sollte die thermische Solarenergie im Konzept berücksichtigt sein, ansonsten kann die Grundlast im Sommer (primär Brauchwarmwasser) unrentabel werden.

8.2 Massnahmen

Die unten aufgeführten Verbund- und Eignungsgebiete sowie die ergänzenden Massnahmen sind in Massnahmenblättern im Anhang B detailliert beschrieben. Im Folgenden wird ein Überblick über die verschiedenen Massnahmen der ortsgebundenen und ortsungebundenen Massnahmen gegeben:

Ortsgebundene Massnahmen

Verbundgebiet in Betrieb	Verbundgebiet in Planung	Verbundgebiet in Prüfung	Eignungsgebiet
V1 Verbund Zollinger Stiftung	V2 Wärmeverbund Ebmingen-Binz	-	E1 Erdwärme

Ortsungebundene Massnahmen

- M1 Information und Beratung
- M2 Vollzugs- und Wirkungskontrolle
- M3 Gasstrategie mit Netto-Null Zielsetzung
- M4 Übergangslösungen
- M5 Dekarbonisierung kommunale Gebäude und Nutzung der lokalen Energiepotenziale
- M6 Prüfung Erstellung Biogasanlage

8.3 Absenkpfad

Die Entwicklung des Energieträgermix und der Treibhausgase beim Szenario Netto-Null bis 2040 ist im Absenkpfad graphisch dargestellt. Dabei wurde die Abnahme des Wärmeendenergieverbrauches, der Aufbau des Wärmeverbundes Ebmingen-Binz mit der ersten Wärmelieferung ab 2027 und die Umstellung von den fossilen Energieträgern auf Umweltwärme berücksichtigt.

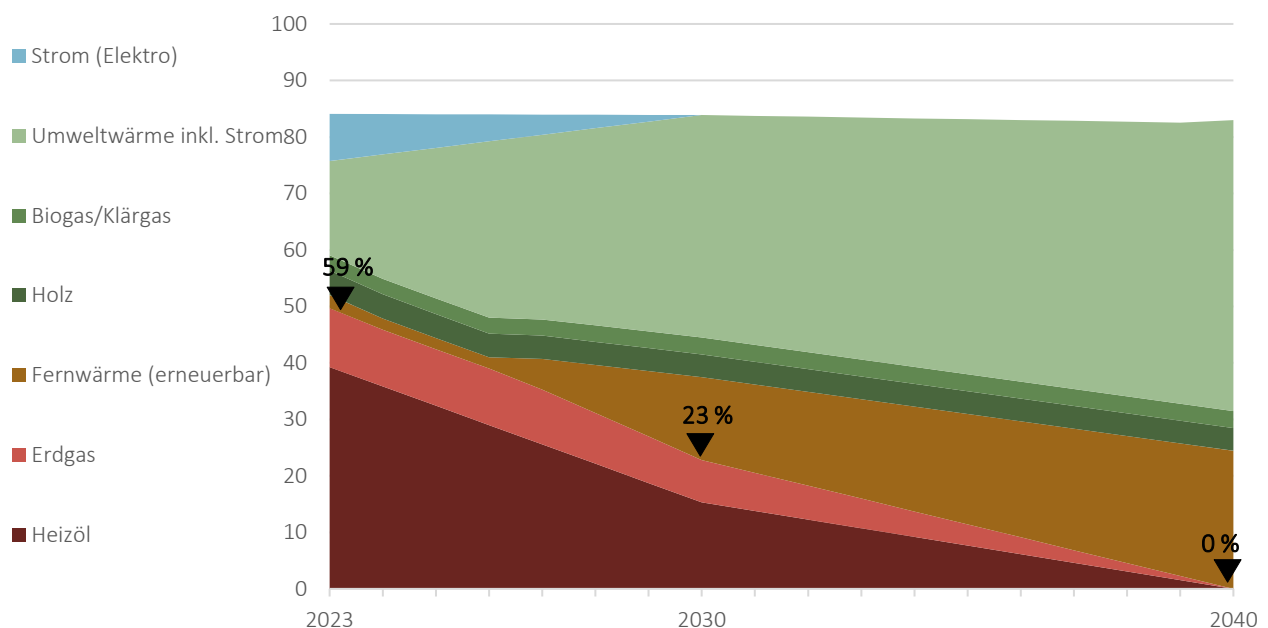


Abbildung 19: Absenkpfad Endenergie nach Energieträger der Gemeinde Maur

Aufgrund der länger dauernden Prozesse von der Planung bis zu Realisierung des thermischen Netzes ist davon auszugehen, dass erste Wärmelieferungen des Wärmeverbundes Ebmingen-Binz frühestens im Jahr 2027 erfolgen werden.

Aufgrund des veränderten Energieträgermixes entwickelt sich die Treibhausgasemissionen wie in Abbildung 20 dargestellt. Abbildung 20 zeigt, dass erneuerbare Energien deutlich weniger Treibhausgasemissionen verursachen als fossile Energieträger, jedoch nicht vollständig emissionsfrei sind. Daher müssen die verbleibenden Emissionen durch CO₂-Senken ausgeglichen werden. Es werden zwei Kategorien von «negativen Emissionen» respektive Senken unterschieden:

- Natürliche (bestehende) Senken, dazu zählen zum Beispiel die CO₂-Aufnahmekapazitäten von Wäldern, Feuchtgebieten, landwirtschaftlichen Böden oder Gewässern. Natürliche Senken halten sich idealerweise mit natürlichen Quellen die Waage, so dass der Treibhausgas-Anteil in der Atmosphäre in etwa im Gleichgewicht bleibt.
- Technische Senken (inkl. zusätzliche, ausgebaute natürliche), z.B. Abscheidung biogener CO₂-Quellen und anschließende dauerhafte Einlagerung im Untergrund.

Negativemissionstechnologie-Verfahren sind in der Praxis erst wenig erprobt und deren Umfang hat noch keine ausschlaggebende Wirkung auf den Klimawandel (22).

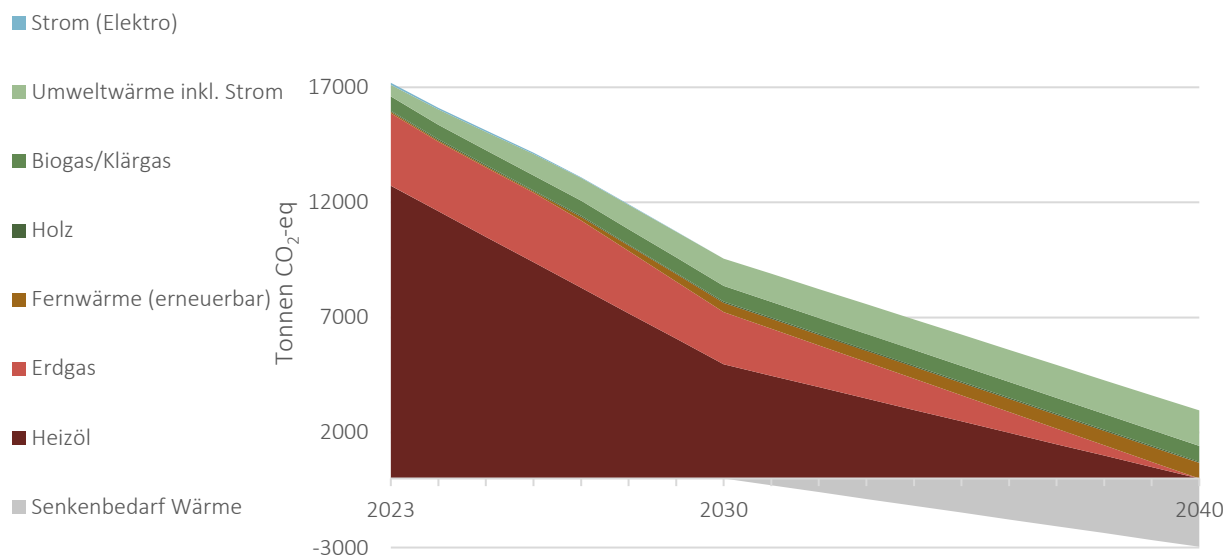


Abbildung 20: Absenkpfad Treibhausgasemissionen nach Energieträger der Gemeinde Maur

8.4 Wirkungsanalyse

Verschiedene Faktoren haben einen Einfluss auf die Erreichung von Netto-Null Treibhausgasemissionen im Wärmebereich. Im Folgenden werden die wichtigsten erläutert:

Feuerungen

Im Rahmen der Erarbeitung der Energieplanung wurde das Alter der Gas- und Ölkessel analysiert (Grundlage: Feuerungsdaten 2023). Dabei wird davon ausgegangen, dass eine Feuerung nach 20 Jahren ersetzt wird. Betrachtet wurden alle Öl- und Gasfeuerungen, die gemäss Stand 2023 mit Alter und Leistung erfasst waren.

Tabelle 6: Analyse der Feuerungskontrolldaten. Umfang des Ersatzes von fossilen Heizungen anhand des Alters der Brenner.

Energieträger	Heute in Betrieb	2030 > 20 Jahre alt	2040 > 20 Jahre alt
Gas			
Anzahl Kessel	91	20	79
Prozent		18%	72%
Öl			
Anzahl Kessel	633	384	590
Prozent		61%	93%
Summe	724	404	669
Summe (Prozent)		56%	92%

Bis ins Jahr 2030 werden insgesamt 56 % der fossilen Feuerungen ersatzbedürftig sein, da sie älter als 20 Jahre sind. Dies umfasst rund 18 % der Gaskessel und 61 % der Ölkessel. Mit dem revidierten Energiegesetz dürfen fossile Heizungen in bestehenden Gebäuden nur noch durch erneuerbare ersetzt werden. Dies bedingt einen Umstieg von den fossilen zu den erneuerbaren Energieträgern (Ausnahme sind Übergangslösungen zur Überbrückung bis zum Anschluss an ein thermisches Netz, vgl. unten). Bis 2040 werden voraussichtlich nur 8 % der fossilen Feuerungen nicht ersatzbedürftig.

Wärmeverbund

Für das Erreichen des Netto-Null-Zieles bis 2040 ist der Aufbau und der Ausbau des Wärmeverbundes entscheidend, da nicht überall die Möglichkeit besteht, eine erneuerbare Einzelösung zu realisieren. Der Aufbau eines solchen thermischen Netzes erfordert umfangreiche Infrastrukturmassnahmen, die Zeit in Anspruch nehmen. Die Ziele der Energieplanung können folglich nur erreicht werden, sofern die thermischen Netze auf- und ausgebaut werden und wenn sie eine hohe Anschlussdichte erzielen.

Übergangslösungen

Zur Umsetzung der thermischen Netze gilt es folgende Punkte zu beachten: Ein Interessenkonflikt besteht zwischen dem Ersatz der fossilen Heizungen und dem Ausbau des thermischen Netzes. Ein neues thermisches Netz muss erst geplant und gebaut werden. Die Leitungen werden nicht für alle Gebiete zum passenden Zeitpunkt verlegt sein, sodass ein Anschluss ggf. noch nicht möglich ist, die Feuerung aber ersetzt werden muss. Um eine hohe Anschlussdichte der Wärmeverbunde zu erreichen und konkurrenzfähige Energiepreise zu gewährleisten, sollten im Verbundgebiet möglichst wenige erneuerbare Einzellösungen umgesetzt werden. Dazu braucht es Übergangslösungen für einen kleinen Teil der Feuerungen (18 % der Gaskessel und ggf. einen Teil der Ölkessel), die bis ins Jahr 2030 ersetzt werden müssten. Wie die Analyse des Alters der Gaskessel zeigt, wird vermutlich nur ein kleiner Teil der Heizungen Übergangslösungen benötigen. Diese gilt es in Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde und Verbundbetreiber mit einem Angebot an Übergangslösungen zu sichern (vgl. Massnahme M4). Möglicherweise besteht eine solche Übergangslösung in einer fossilen Lösung. Dies wirkt zwar dem Ziel einer möglichst raschen Dekarbonisierung des Gemeindegebiets entgegen, ist jedoch im Sinne einer langfristig effizienteren und umweltfreundlichen Wärmeversorgung.

Ausbau der Umweltwärme	Neben dem Aufbau und Anschluss an den Wärmeverbund braucht es in den Gebieten, in welchen keine thermischen Netze vorgesehen sind, einen konsequenten Umstieg von fossilen Heizsystemen auf erneuerbare Heizsysteme (Energieträger: Erdwärme). Dieser wird durch das revidierte Energiegesetz unterstützt. Zusätzlich können weitere Massnahmen der Gemeinden, wie die Massnahme M1 Information und Beratung, den Umstieg unterstützen.
Fazit	Der heutige Anteil von erneuerbarer Wärme (mengenmässig) beträgt 41 %. Bei einem erfolgreichen Aufbau des thermischen Netzes und einem Ausbau der Umweltwärme ist eine Steigerung auf rund 77 % bis 2030 denkbar. Die Zielerreichung ist abhängig von einer Vielzahl von Faktoren wie politischen Entscheiden, gesetzlichen Vorgaben, technischer Machbarkeit, Materialverfügbarkeit sowie finanziellen und personellen Ressourcen. Die konsequente und rasche Umsetzung der vorgesehenen Massnahmen sind der wichtigste Hebel der Gemeinde Maur, die Ziele zu erreichen.

Glossar

2000-Watt-Gesellschaft	Das Modell der 2000-Watt-Gesellschaft sieht eine kontinuierliche Absenkung des Energiebedarfs pro Person auf 2'000 Watt vor. Dadurch sollen 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 Schädigung des Ökosystems verhindert.
Blockheizkraftwerk (BHKW)	Ein Blockheizkraftwerk ist eine modular aufgebaute Wärmekraftkopplungsanlage zur Strom- und Wärmeproduktion, die vorzugsweise an einem Ort mit steter Wärmenachfrage betrieben wird.
CO ₂	Kohlendioxid. Dieses Treibhausgas entsteht z.B. bei der Verbrennung von Heizöl und Erdgas.
CO ₂ -Äquivalente	Mit dem jeweiligen Treibhauspotenzial gewichtete Summe der verschiedenen Treibhausgase (z.B. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, etc.)
Dauerleistung	Kontinuierliche Leistung, bspw. in Watt. Ein Leistungsmass von 1000 Watt entspricht einem Energieverbrauch von 8'760 kWh pro Jahr (bei 8'760 Volllaststunden pro Jahr).
EBF	Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller Grundflächen eines Gebäudes, die beheizt oder klimatisiert werden.
Endenergie	Die Energie, die dem Verbraucher direkt zugeführt wird. Der Begriff Endenergie umfasst die kommerziell gehandelten Energieträger wie Heizöl, Erdgas, Strom, Benzin, Diesel, Holzbrennstoffe oder Fernwärme.
Erneuerbare Energie	Dieser Begriff beinhaltet sowohl die traditionsreiche erneuerbare Wasserkraft als auch die sogenannten neuen erneuerbaren Energiequellen wie Windenergie, Sonnenenergie, Geothermie oder Biomasse. Das alles sind nachhaltig zur Verfügung stehende Energieressourcen, die sich entweder kurzfristig von selbst erneuern oder deren Nutzung nicht zur Erschöpfung der Quelle beiträgt.
Erneuerbares Gas	Erneuerbares Gas umfasst Biogas und synthetisches Gas gemäss folgenden Definitionen: – Biogas: Biogas wird durch die Vergärung organischer Materialien wie Hofdünger, Grün- gut, landwirtschaftliche Nebenprodukte, organische Abfälle aus Haushalten, Industrieabfällen Klärschlamm und Holz gewonnen. Biogas aus den obigen Quellen gilt als erneuerbares Gas. – Synthetisches Gas: Künstlich mit Strom erzeugte Gase, wie Wasserstoff oder Methan, können als Brennstoff, Treibstoff oder in der Industrie genutzt werden. Diese Gase gelten als erneuerbar, wenn sie aus erneuerbaren Quellen stammen (namentlich der verwendete Strom). (22) (23)
EW	Abkürzung für Einwohner/Einwohnerin
Fernwärme	Fernwärme ist die Bezeichnung für eine Wärmelieferung zur Versorgung von Gebäuden mit Heizung und Warmwasser. Der Transport der thermischen Energie erfolgt in einem wärme- gedämmten Rohrsystem, das überwiegend erdverlegt ist. Mit einem Fernwärmenetz wer- den ganze Stadtteile erschlossen.

Graue Energie	Die Summe der Energie, die zur Herstellung, zum Transport, zum Verkauf oder zur Entsorgung eines Produktes oder einer Dienstleistung gebraucht werden.
GWh	Gigawattstunden, Einheit für Energie. 1'000 Gigawattstunden ergeben 1 Terawattstunde (TWh).
Komfortwärme	Raumwärme und Wärme für Warmwasserbereitstellung.
kW	Kilowatt, Einheit für Leistung. Die Heizungsanlage eines Einfamilienhauses hat zwischen 10 und 20 kW Heizleistung. Damit werden jährlich zwischen 20'000 und 40'000 kWh/a Heizwärme (Energie) erzeugt.
kWh	Kilowattstunden, Einheit für Energie. 1'000 Kilowattstunden ergeben 1 Megawattstunde (MWh).
MuKE	Der Bund hat grundsätzlich keine Kompetenz zum Erlass von Vorschriften im Gebäudebereich. Sie liegt bei den Kantonen. Um einheitliche Anforderungen zu schaffen, hat die Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) die "Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)" erarbeitet.
MWh	Megawattstunden, Einheit für Energie. 1'000 Megawattstunden ergeben 1 Gigawattstunde (GWh).
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.
PV (Photovoltaik)	Umwandlung von Lichtenergie in Strom (elektrischer Strom).
Suffizienz	Steht in diesem Bericht für das Bemühen um einen möglichst geringen Rohstoff- und Energieverbrauch. Frage nach dem rechten Mass im übermässigen Gebrauch von Gütern, Stoffen und somit auch Energie.
Wärmebedarfsdichte	Diese Grösse sagt aus, wie hoch der Wärmebedarf pro Einheit Siedlungsgebiet ist (z.B. in MWh/a pro Hektare).

Literaturverzeichnis

1. **EnergieSchweiz.** Energie- und Klimakalkulator. [Online] 2024. [Zitat vom: 20. 03 24.] <https://www.local-energy.swiss/arbeitsbereich/netto-null-2000-watt-pro/werkzeuge-und-instrumente/energie-und-klima-kalkulator.html#/>.
2. **Zürich, Kanton.** Energieplanung. [Online] 2024. [Zitat vom: 20. 03 2024.] <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/energie/energieplanung.html>.
3. **Bundesamt für Energie BFE.** *Energieperspektiven 2050+.* Bern : s.n., 2020.
4. **Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).** Klima- und Innovationsgesetz. [Online] 20. 03 2024. <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/abstimmungen/klima-und-innovationsgesetz.html>.
5. **Zürich, Kanton.** *Verfassung.* 27. Februar 2005.
6. **Kanton Zürich.** Energiegesetz des Kantons Zürich (EnerG) 730.1. 16. Juni 1983, aktualisiert 01. September 2022.
7. **Kanton Zürich.** *Kantonaler Richtplan.* Zürich : s.n., 2023.
8. **Gemeinde Maur.** *Energieleitbild.* 2021.
9. **Gemeinderat Maur.** *Legislaturprogramm 2022-2026.* 2021.
10. **Baudirektion Kanton Zürich, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie, und Luft des Kantons Zürich.** *Heizen und Kühlen mit Abwasser- Leitfaden für die Planung, Bewilligung, und Realisierung von Anlagen zur Abwassernutzung.* Zürich : s.n., 2010.
11. **Kanton Zürich.** *Energiestrategie und Energieplanung 2022.* 2022.
12. **Gemeinde Maur.** Aus dem Gemeinderat. [Online] 2024. [Zitat vom: 25. 03 2024.] <https://www.maur.ch/aktuelles/kommunikation/news.html/572/news/3427>.
13. **Kanton Kanton.** GIS-Browser. [Online] <https://maps.zh.ch/>.
14. **EAWAG.** Thermische Nutzung von Seen und Flüssen. [Online] [Zitat vom: 20. 03 2024.] <https://thermdis.eawag.ch/de/potential>.
15. **Amt für Abfall, Wasser, Energie, und Luft des Kanton Zürich (AWEL).** *Potenzial Energieholz Kanton & Stadt Zürich.* 2023.
16. **Wald, Schnee und Landschaftsinstitut.** *Potentials of domestic biomass resources for the energy transition in Switzerland .* 2018.
17. **Gemeinde Maur.** *Umsetzungskonzept zum Energieleitbild.* 2021.
18. **EnergieSchweiz.** Solarpotenzial von Schweizer Gemeinden. [Online] 2024. <https://www.energieschweiz.ch/tools/solarpotenzial-gemeinden/>.
19. **Kanton Zürich.** Planung & Bewilligung. [Online] n.d. [Zitat vom: 25. 03 2024.] Planung & Bewilligung.
20. **georegio.** *Windenergieplanung Kanton Zürich Phase 2.* Zürich : Kanton Zürich Baudirektion, 2024.

21. **Gemeinde Maur.** Revision kommunale Richt- und Nutzungsplanung. [Online] [Zitat vom: 20. 03 2024.] <https://www.maur.ch/themen/bauen-umwelt/bauen/bau-zonenordnung-bzo.html/904>.
22. **Bundesamt für Umwelt (BAFU).** CO₂ aus der Luft entfernen. *Die Umwelt*. 2/2022, 2022.
23. **Bundesamt für Energie (BFE).** *Künftige Rolle von Gas und Gasinfrastruktur in der Energieversorgung der Schweiz*. s.l. : Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), 2019.
24. **EnergieSchweiz.** *Werkzeugkoffer räumliche Energieplanung*. s.l. : Bundesamt für Energie (BFE), 2025.
25. **Schweizerische Eidgenossenschaft** . map.geo.admin.ch. [Online] [Zitat vom: 31. 08 2023.] map.geo.admin.ch.
26. **Bundesamt für Statistik (BFS).** Statistik der Unternehmensstruktur STATENT 2021. [Online] 2021. [Zitat vom: 10. 06 2024.] <https://www.bfs.admin.ch/news/de/2022-0427>.

Abkürzungen

a	Abkürzung für Jahr
BFE	Bundesamt für Energie
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO ₂	Kohlendioxid
E360°	Energie 360°
EW	Einwohner
ewz	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
h	Abkürzung für Stunde
GWh	Gigawattstunden
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
MWh	Megawattstunden
PV	Photovoltaik

Anhänge

- A. Energieplan**
- B. Massnahmenblätter**
- C. Infrastrukturplan**
- D. Potenzialplan**
- E. Wärmebedarfsdichte**
- F. Kältebedarfsdichte**