



Kanton  
Stadt Zürich  
Uster



# Kommunaler Energieplan Uster

Planungsbericht



### **Bearbeitung**

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

Nora Herbst, MSc. ETH Umweltnaturwissenschaften  
Nora Farrag, BSc ZFH in Umweltingenieurwesen  
Lea Fabritius, BSc. ETH Umweltnaturwissenschaften

### **Mitglieder des Gremiums**

Nadine Freuler, Stadt Uster, Leiterin Fachstelle Nachhaltigkeit  
Nadine Kaspar, Stadt Uster, Leistungsgruppenleiterin Stadtplanung (bis Oktober 2023)  
Bruno Modolo, Energie Uster AG, Vorsitzender der Geschäftsleitung  
Rita Newnam, Stadt Uster, Geschäftsfeldleiterin Stadtraum und Natur (ab November 2023)  
Karin Reifler, Stadt Uster, Geschäftsfeldleiterin Liegenschaften  
Stefan Reimann, Stadt Uster, Geschäftsfeldleiter Hochbau und Vermessung

### **Genehmigungsvermerke**

Vom Stadtrat der Stadt Uster genehmigt am 11.02.2025.  
Von der Baudirektion des Kantons Zürich genehmigt am 06.03.2025.

Titelbild: <https://www.uster.ch/fotoalbum/detail/31706>

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Vorgehen	8
1.3 Verbindlichkeit	9
1.4 Abgrenzung	11
<b>2 Energiepolitische Rahmenbedingungen</b>	<b>13</b>
2.1 Energiepolitik des Bundes	13
2.2 Energiepolitik Kanton Zürich	14
2.3 Energiepolitik Stadt Uster	16
<b>3 Bestehende Infrastruktur</b>	<b>18</b>
3.1 Gasnetz	18
3.2 Wärmeverbunde	18
3.3 Weitere Wärmeinfrastruktur	19
3.4 Stromerzeugung	20
<b>4 Energieverbrauch Stadt Uster</b>	<b>21</b>
4.1 Daten und Methodik	21
4.2 Energie- und Treibhausgasbilanz 2022	24
4.2.1 Gesamtenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen	24
4.2.2 Wärmeenergieverbrauch	26
4.2.3 Wärmebedarfsdichte	28
4.2.4 Kälteaffine Nutzungen	28
<b>5 Energiepotenziale</b>	<b>30</b>
5.1 Wärmepotenziale	30
5.1.1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme	30
5.1.2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme	31
5.1.3 Regional gebundene, erneuerbare Potenziale	37
5.1.4 Ungebundene erneuerbare Energie	39
5.1.5 Zusammenfassung Wärmepotenziale	40
5.2 Strompotenziale	41
5.2.1 Zusammenfassung Strompotenziale	43
<b>6 Entwicklungsprognose</b>	<b>45</b>
6.1 Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung	45
6.2 Zukünftiger Wärmebedarf Wohnnutzungen	46
6.3 Zukünftiger Elektrizitätsbedarf und -produktion	46

<b>7</b>	<b>Ziele im Wärmebereich</b>	<b>50</b>
7.1	Unterziele und Absenkpfad Wärme	50
<b>8</b>	<b>Räumliche Festlegung</b>	<b>52</b>
8.1	Vorgehen räumliche Festlegung	52
8.2	Massnahmen	55
8.3	Wirkungsabschätzung	56
<b>Glossar</b>		<b>58</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>60</b>
<b>Anhänge</b>		<b>62</b>
A	Energieplankarte	62
B	Massnahmenblätter	62
C	Infrastrukturplan	62
D	Potenzialplan	62
E	Wirkungsabschätzung	62
F	Wärme-/ Kältebedarfsdichtekarten	62
G	Auswirkungen auf den Elektrizitätsbedarf	62

## Zusammenfassung

Ausgangslage	Mit dem fortschreitenden Klimawandel und einer Verknappung fossiler Brennstoffe gewinnt der sparsame Umgang mit Energiere Ressourcen und der Umstieg auf erneuerbare Energien stetig an Bedeutung. Diese Bestrebungen spiegeln sich in den Zielsetzungen zu Netto-Null-Treibhausgasen auf den verschiedenen Ebenen von Bund, Kanton und Gemeinden wider.
Klimapolitische Ziele Stadt Uster	Der Massnahmenplan der Stadt Uster aus dem Jahr 2021 definiert die klimapolitischen Ziele der Stadt Uster. Der Massnahmenplan Klima unterstützt das Ziel des Bundesrats, ab dem Jahr 2050 Netto-Null-Treibhausgasemissionen zu erreichen. Im direkten kommunalen Einflussbereich setzt sich die Stadt Uster strengere Ziele: kommunale Gebäude sollen bis 2040 und kommunale Fahrzeuge bis 2030 Netto-Null erreichen.
Zweck Revision Energieplan	Der bestehende Energieplan von 2013 ist nicht mehr aktuell, da verschiedene Massnahmen bereits umgesetzt und Wärmeverbunde aufgebaut wurden. Mit der vorliegenden Revision der Energieplanung soll dieser aktualisiert und die Wärme- und Kälteversorgung auf das Netto-Null-Ziel von Bund, Kanton und der Stadt Uster ausgerichtet werden.
Gesamtenergieverbrauch	Der Gesamtenergieverbrauch (Endenergieverbrauch) in der Stadt Uster betrug im Jahr 2022 insgesamt rund 652 GWh. Durch den Endenergieverbrauch wurden rund 161'000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalente (t CO <sub>2</sub> -eq) emittiert. Am meisten Emissionen verursachte dabei der Bereich Mobilität (55.2 %) gefolgt von der Wärmeproduktion (38.2 %) und dem Strom (6.6 %).
Wärmeverbrauch	Der Wärmeverbrauch (Endenergie) betrug 2022 in Uster rund 300 GWh/a, was einem Pro-Kopf-Verbrauch von 8.4 MWh/a entspricht. Dieser Verbrauch liegt somit unter dem schweizerischen Durchschnitt von 10.8 MWh/EW/a. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen am Wärmeverbrauch beträgt 30 % der Endenergie. Insgesamt verursacht der Wärmeverbrauch Treibhausgasemissionen von 61'000 t CO <sub>2</sub> -eq. 89 % dieser Treibhausgasemissionen werden durch die Nutzung fossiler Brennstoffe, wie Heizöl, Erdgas und nicht erneuerbare Fernwärme verursacht.
Wärmepotenzial	Als weitere Grundlage wurden die erneuerbaren Energiepotenziale für die Wärme- und Kälteversorgung sowie die Strompotenziale erfasst. Das theoretische Gesamtpotenzial an erneuerbarer Wärme in Uster beträgt 236 GWh/a. Besonders viel Wärmepotenzial steht bei den Energieträgern Erdwärme, Sonnenenergie, Oberflächengewässer und Umgebungsluft zur Verfügung. Für Kälteanwendungen eignen sich Energieträger auf tiefem Temperaturniveau wie beispielsweise Abwärme oder Umweltwärme. Die in diesem Bericht ausgewiesenen Potenziale sind theoretische Potenziale. Das heisst, die Potenziale der Wärmequellen wurden ohne die Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und der Machbarkeit quantifiziert. Das realisierbare Potenzial liegt somit in der Regel etwas tiefer als das theoretische Potenzial.
Zukünftiger Energieverbrauch	Aufgrund von energetischen Sanierungen und durch Effizienzsteigerungen bei Gewerbe und Industrie ist mit einer Abnahme des zukünftigen Energiebedarfs zu rechnen. Bei einer Sanierungsrate von 1.5 % wird sich der jährliche Wärmebedarf für Wohnbauten von ca. 177 GWh/a bis 2035 auf ca. 173 GWh/a um rund 4 % reduzieren. Der zusätzliche Wärmebedarf bis 2035 aufgrund der erwarteten Siedlungsentwicklung beträgt rund 9.5 GWh/a.

Verbundgebiete	Zurzeit bestehen in Uster drei Wärmeverbunde: Uster Nord, Uster Zentrum und der ARA-Abwärmeverbund. Der Wärmeverbund Uster Nord versorgt das Gebiet um die Gesundheitsmeile mit einer Holzsnitzelheizung. Der Verbund Uster Zentrum versorgt das Gebiet südlich des Bahnhofes mittels eines Anergienetzes. Beide Wärmeverbunde, Uster Nord und Uster Zentrum, werden durch die Energie Uster AG betrieben. Der ARA-Abwärmeverbund, der von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich (EKZ) betrieben wird, versorgt die Gebiete in Niederuster mit Abwärme aus gereinigtem Abwasser.
Energieplankarte	Die angestrebte Entwicklung der städtischen Wärme- und Kälteinfrastruktur ist in der Energieplankarte abgebildet. Das Siedlungsgebiet ist entsprechend dem kantonalen Geodatenmodell flächendeckend in zwei Gebietsversorgungstypen eingeteilt: Verbundgebiete und Eignungsgebiete. Flächendeckend werden zudem Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht. Der Fokus liegt in der Optimierung und Erweiterung der bestehenden thermischen Netze für eine Transformation weg von fossilen hin zu erneuerbaren Energieträgern sowie der Prüfung und dem anschliessenden Aufbau neuer Verbundgebiete. Für die Gebiete wurden entsprechende Umsetzungsmassnahmen formuliert.
Bestandteile kommunaler Energieplan	Der kommunale Energieplan der Stadt Uster besteht aus der Energieplankarte mit den räumlichen Festlegungen, dem dazugehörigen Planungsbericht mit den verbindlichen kommunalen Wärme-Zielen sowie den Massnahmenblättern zur Umsetzung des Energieplans.
Verbindlichkeit	Der Energieplan ist behördenverbindlich. Das bedeutet, dass die vorgesehenen Massnahmen in der Behördentätigkeit (Realisierung und Bewilligungsverfahren) zu berücksichtigen und entsprechend umzusetzen sind. Eine grundeigentümergebundene Umsetzung ist bei Bedarf grundsätzlich möglich. Beispielsweise 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, sofern entsprechende Vorgaben in der Bau- und Zonenordnung (BZO) festgesetzt sind. Entsprechende Vorgaben sollen in der geplanten Revision der BZO verbindlich festgesetzt werden.

# 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 Treib- und Brennstoffe, beim Klimawandel oder bei den Importabhängigkeiten. Um dieser Problematik zu begegnen, wurden auf verschiedenen Ebenen energie- und klimapolitische Ziele und Grundlagen verabschiedet.

Gültiger Energieplan von 2013	Die Stadt Uster hat diese Herausforderung anerkannt und im Jahr 2013 den Energieplan aus dem Jahr 1999 ein erstes Mal revidiert und festgesetzt. Der Energieplan orientiert sich an den Zielwerten gemäss dem Energiegesetz (Art. 1 EnG, März 2011), mit dem Ziel, die Treibhausgasemissionen bis 2050 auf 2.2 t CO <sub>2</sub> pro Person zu reduzieren.
Netto-Null-Ziele	Die nationale Energie- und Klimapolitik hat sich seither verschärft: Der Bundesrat beschloss Ende August 2019, dass die Schweiz ab dem Jahr 2050 keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen soll (Netto-Null-Ziel). Der Kanton Zürich setzt sich ambitioniertere Klimaziele, indem bis 2040, jedoch bis spätestens 2050, Netto-Null zu erreichen ist.
Massnahmenplan Klima	Am 2. Februar 2021 genehmigte der Stadtrat von Uster den Massnahmenplan Klima. Mit dem beschlossenen Massnahmenplan Klima bekennt sich die Stadt Uster zu den Zielsetzungen von Netto-Null Treibhausgasen bis 2050. Im direkten kommunalen Einflussbereich setzt sich die Stadt Uster strengere Ziele: kommunale Gebäude sollen bis 2040 und kommunale Fahrzeuge bis 2030 Netto-Null erreichen. Der Massnahmenplan Klima berücksichtigt und definiert einerseits Massnahmen zur Einschränkung des Klimawandels und andererseits Anpassungen an den ebendiesen.
Anpassung weitere Grundlagen	Zudem ist den angepassten Grundlagen auf Stufe Bund, Kanton und der Gemeinde Rechnung zu tragen, welche in der Folge kurz erläutert werden.
Neues Energiegesetz des Kantons Zürich	Das neue Energiegesetz des Kantons Zürich (EnerG, in Kraft seit 1. September 2022) schreibt vor, dass zukünftig fossile Heizungen mit erneuerbaren Heizungssystemen ersetzt werden müssen, wobei Ausnahmen in bestimmten Fällen möglich sind. Uster ist davon doppelt betroffen: Einerseits als Gemeinde im Vollzug, andererseits indirekt durch die Energieversorgerin Energie Uster AG, welche im Besitz der Stadt Uster ist. Eine Energieplanung definiert die langfristige Planung der erneuerbaren Wärme-/ Kälteversorgung und liefert die Basis für Übergangslösungen. So können Städte und Gemeinden beim erneuerbaren Heizungsersatz Aufschub gewähren, wenn die Energieplanung mittelfristig eine Verbundlösung vorsieht.
Entwicklungen Energie Uster AG	Grosse Teile der Stadt Uster sind heute mit einem Gasnetz erschlossen. Die Gasversorgung erfolgt durch die Energie Uster AG. Die Energie Uster AG treibt bereits seit Jahren die Dekarbonisierung und die Ökologisierung des Energiesektors mit dem Auf- und Ausbau von Wärmeverbunden voran. Die ersten Etappen des Wärmeverbunds Uster Nord wurden bereits in Betrieb genommen. Ebenfalls in Betrieb genommen, wurde der Wärmeverbund Uster Zentrum mit dem Initialprojekt im 2023. Der weitere Ausbau der beiden Wärmeverbunde sowie der Aufbau neuer Wärmeverbunde ist in den nächsten Jahren laufend vorgesehen. Die vorgesehenen Verbundgebiete stimmen aufgrund neuer Erkenntnisse aus den

weiteren Planungsphasen nicht mehr in allen Bereichen mit den in der bisherigen Energieplanung ausgewiesenen Gebieten überein. Ausgelöst durch die veränderten übergeordneten Zielsetzungen und Massnahmen im Massnahmenplan Klima wurde auch die Gas- und Wärmestrategie 2050, gekoppelt an eine Strategie zum Ausbau der Wärmeverbunde, von der Energie Uster AG erarbeitet.

Entwicklungen KEZO

Der Zweckverband Kehrichtverwertung Zürcher Oberland (KEZO) plant einen Neubau der Kehrichtverwertungsanlage in Hinwil, welche voraussichtlich 2030 in Betrieb genommen werden soll. Mit dem Projekt «Fernwärme Zürcher Oberland» hat die KEZO gemeinsam mit den Zürcher Oberländer Gemeinden geprüft, unter welchen Bedingungen die Fernwärme aus der Kehrichtverwertungsanlage künftig genutzt werden kann. Die Nutzung der Fernwärme wurde durch die Energie Uster AG sorgfältig geprüft. Aufgrund der Abklärungen kam die Energie Uster AG zum Schluss, dass keine konkurrenzfähigen Wärmepreise angeboten werden können, weshalb sich der Verwaltungsrat der Energie Uster AG Ende 2023 gegen den Ausbau des Fernwärmenetzes in Uster mit Wärme aus der KEZO entschieden hat.

Revision der BZO

Die Stadt Uster hat in den kommenden Jahren die Revision der Bau- und Zonenordnung (BZO) vorgesehen. Durch eine abgestimmte Revision der BZO an die Energieplanung können die Erkenntnisse aus dem einen Prozess in den anderen Prozess einfließen.

Zweck der Energieplanung

Mit der vorliegenden Revision der Energieplanung soll die Wärmeversorgung langfristig auf das Netto-Null-Ziel ausgerichtet werden. Entsprechend bildet die kommunale Energieplanung für die verschiedenen involvierten Abteilungen, Unternehmen und Fachleute ein wichtiges strategisches Instrument zur Koordination der Wärme- und Kälteversorgung. Die Energieplanung schafft Planungssicherheit und dient als Kommunikationsgrundlage gegenüber der Bevölkerung und weiteren Akteuren und Akteurinnen.

Die bereits erarbeitete Gas- / Wärmestrategie 2050 der Energie Uster AG klärt den mittel- bis langfristigen Umgang mit dem Gasnetz und konkretisiert den Aufbau thermischer Netze. Die revidierte Energieplanung nimmt diese neuen Erkenntnisse auf und soll zudem aufzeigen, wie die übergeordneten Energie- und Klimaziele in der Wärme-/Kälteversorgung umsetzbar sind. Sie bietet eine Grundlage, um auch in Gebieten ohne Eignung für den Aufbau von thermischen Netzen den Wechsel auf erneuerbare Heizsysteme weiter zu beschleunigen.

## 1.2 Vorgehen

Erfassung Ist-Zustand

In einem ersten Schritt wird die bestehende Infrastruktur zur Wärmenutzung und -versorgung erfasst. Der aktuelle Energieverbrauch der Stadt Uster wird mit dem Energie- und Klimakalkulator von EnergieSchweiz (1) bilanziert sowie nach Energieträgern dargestellt und ausgewertet. Dadurch lassen sich Aussagen über den End- und Primärenergieverbrauch, den heutigen Energieträgermix sowie die energiebedingten Treibhausgasemissionen machen.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Berücksichtigt sind die Sektoren Wärme, Strom, Mobilität, nicht berücksichtigt ist der Konsum.

Eine weitere wichtige Grundlage für die Energieplanung bildet die Energiebedarfsdichte im Hektarraster (Kapitel 4.2.3) sowie die Kältebedarfsdichte (Kapitel 4.2.4). Diese Grundlagen wurden in der Energiepotenzialstudie bereits erstellt und aus diesen Grundlagen beigezogen.

Energiepotenziale und weitere Ansatzpunkte	Als weiterer Ausgangspunkt wurden die erneuerbaren Energiepotenziale für die Wärme- und Kälteversorgung sowie die Strompotenziale erfasst (Kapitel 5.1 und 5.2). Zudem wurden weitere Ansatzpunkte für eine Wärmeversorgung im Verbund, wie potenzielle Schlüsselkunden oder Quartiere mit Interesse an Verbundlösungen, identifiziert (Anhang D).
Zieldefinition	Aufbauend auf den aktualisierten Planungsgrundlagen und unter Berücksichtigung der übergeordneten Vorgaben werden die Ziele und der Zielpfad für den Wärmesektor in Uster definiert.
Räumliche Festlegung	Die angestrebte Entwicklung der städtischen Wärme- und Kälteinfrastruktur ist in der Energieplankarte (Anhang A) abgebildet. Dabei ist das Siedlungsgebiet entsprechend dem kantonalen Geodatenmodell flächendeckend in zwei Gebietsversorgungstypen eingeteilt: Verbundgebiete und Eignungsgebiete. Flächendeckend werden zusätzlich Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht. <sup>2</sup> Die Verbund- und Eignungsgebiete werden nur bei Gebäuden in der Bauzone ausgewiesen. Gebäude in der Landwirtschaftszone werden keinem Gebiet zugeordnet. Der Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich gibt zusätzlich Auskunft über die Möglichkeiten zur Nutzung von erneuerbaren Energiequellen.
Massnahmenkatalog	Die Verbundgebiete 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 <b>Energieplankarte</b> mit den räumlichen Festlegungen, der dazugehörige <b>Erläuterungsbericht</b> mit den verbindlichen kommunalen Energie-Zielen sowie die <b>Massnahmenblätter</b> zur Umsetzung des Energieplans vor.
Prozessbegleitung	Die Erarbeitung der Energieplanung wurde von einem Projektteam unterstützt. Strategische Meilensteine wurden durch die Projektsteuerung entschieden. Die Mitglieder der Gremien sind auf Seite 2 aufgeführt.

### 1.3 Verbindlichkeit

Energiegesetz (EnerG)	Die kommunale Energieplanung stützt sich auf § 7 des kantonalen Energiegesetzes (EnerG vom 19. Juni 1983, aktualisiert am 01.09.2022) und steht in direkter Beziehung zum behördenverbindlichen kantonalen Richtplan (ARE 2014). Durch die Festlegung von räumlich definierten Verbund- und Eignungsgebieten wird die angestrebte Wärme- und Kälteversorgung gebietsweise vorgegeben. Mit konkreten Massnahmen wird nachvollziehbar aufgezeigt, welche Schritte und Abklärungen bis zur eigentlichen Umsetzung zu tätigen sind.
-----------------------	---

---

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

Die von der Stimmbürgerschaft am 28. November 2021 angenommene Revision des Energiegesetzes des Kantons Zürich führt dazu, dass u.a. Öl- und Gasheizungen am Ende ihrer Lebensdauer zwingend durch erneuerbare Heizungssysteme ersetzt werden müssen. Ausnahmen sind nur möglich, falls dies technisch nicht machbar 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 Stadt für begrenzte Dauer eine nicht erneuerbare Lösung bewilligen, wenn die Energieplanung mittelfristig eine Lösung durch ein thermisches Netz vorsieht. Dabei ist der Anschluss «sicher zu stellen», z.B. durch einen Vorvertrag oder einen Anschlussvertrag.

#### Behördenverbindlichkeit

Die kommunale Energieplanung ist behördenverbindlich. Das bedeutet, dass die vorgesehenen Massnahmen in der Behördentätigkeit (Richt- und Sondernutzungsplanung, Realisierung und Bewilligungsverfahren) zu berücksichtigen und entsprechend umzusetzen sind.

Als behördenverbindliche Bestandteile des kommunalen Energieplanes gelten:

- Energiepolitische Ziele
- Energieplankarte
- Massnahmenkatalog

#### Grundeigentümerverbindliche Umsetzung

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Energieplanung in einzelnen Punkten grundeigentümerverbindlich umzusetzen. Die folgenden Ausführungen bieten eine Übersicht der Möglichkeiten. Jedoch soll zukünftig die Anschlusspflicht - wo nötig und sinnvoll - auch zum Einsatz kommen.

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 Wärmeverbände oder Durchleitungsrechte zu verfügen:

- Im thermischen Netz werden Abwärme oder erneuerbare Energien genutzt (mind. 70 % (2)).
- Das thermische Netz 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 dem im kantonalen Geodatenmodell für kommunale Energieplanungen definierten Status ist eine Anschlusspflicht gemäss der genannten Gesetzgebung nur für den Status «in Betrieb» sowie «in Planung» möglich (siehe Tabelle 5 für detaillierte Erläuterungen der Status und Kategorien).<sup>3</sup>

Auf diese Weise wird die Rechtssicherheit für Investoren und Investorinnen sowie Grundeigentümer und Grundeigentümerinnen erhöht. Die Anschlusspflicht oder die Durchleitungsrechte bedürfen keiner Verankerung in der Bau- und Zonenordnung.

Der § 78a PBG erlaubt den Gemeinden auf Basis des Energieplans Zonen für erneuerbare Energien zu schaffen in denen die Gemeinde die Vorgaben des Kantons zum Höchstanteil

<sup>3</sup> <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/energie/energieplanung.html>, Kantonales Geodatenmodell, Umsetzung Kategorien, 25.09.2023

erneuerbarer Energien verschärfen kann. Mit dem neuen 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, Materialien oder Baustandards relevant. In der Bau- und Zonenordnung können hierzu folgende Festlegungen erfolgen:
Regelbauweise	In der Regelbauweise sind die Möglichkeiten für Vorschriften bezüglich Energieeffizienz, Materialien oder Baustandards sehr begrenzt und ermöglichen aktuell praktisch keinen Spielraum.
Sondernutzungsplanung	Im Rahmen von Sondernutzungsplanungen ist die Einforderung eines erhöhten Baustandards möglich, sofern entsprechende Vorgaben in der BZO festgesetzt sind. Dies betrifft die folgenden Gebiete: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gebiete mit Gestaltungsplanpflicht (über die in der Bauordnung festzulegenden Ziele des Gestaltungsplans)</li> <li>– Gebiete mit Sonderbauvorschriften</li> <li>– Gebiete mit Arealüberbauung</li> </ul> <p>Neben den Eigenschaften der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik 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 jedoch noch stärker als die Graue Energie ins Gewicht fallen.</p>
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 Geschwister und Geschwisterinnen, wozu beispielsweise Richtlinien dienen können. Dies trifft auch für städtebauliche Verträge oder die Einräumung von Baurechten zu.

## 1.4 Abgrenzung

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 Energieplanung. Die Themen werden daher nur im Zusammenhang mit dem Gesamtenergieverbrauch der Stadt Uster und – im Bereich Strom - bei den Potenzialen behandelt. Damit wird ihre Bedeutung eingeordnet und Handlungsmöglichkeiten im Gesamtkontext der Energieplanung ermöglicht. Ebenfalls werden die Auswirkungen auf den veränderten Elektrizitätsbedarf aufgrund der erwarteten Entwicklungen im Bereich der Wärmepumpen, PV-Anlagen und der Elektromobilität aufgezeigt.

Die Stromversorgung erfolgt durch eine grossräumig vernetzte Infrastruktur mit geringen Übertragungsverlusten über weite Strecken. Somit besteht auf kommunaler Ebene kein Bedarf an räumlicher Koordination für die Stromnutzung. Dennoch ist die Erreichung der

übergeordneten Klimaziele stark von einer umfassenden Elektrifizierung (auch im Wärme-/Kältebereich) geprägt. Der Ausbau von Stromproduktionsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien muss unter Berücksichtigung der Verteilnetzinfrastrukturen daher auch in Uster schrittweise weiter vorangetrieben werden.

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

## 2 Energiepolitische Rahmenbedingungen

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

### 2.1 Energiepolitik des Bundes

Pariser Abkommen	Mit dem Übereinkommen von Paris hat sich die internationale Staatengemeinschaft, einschliesslich der 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. Dieses Ziel soll durch ein revidiertes CO <sub>2</sub> -Gesetz mit konkretisierten Massnahmen umgesetzt werden. In der Volksabstimmung vom 13. Juni 2021 wurde das revidierte CO <sub>2</sub> -Gesetz jedoch abgelehnt. Die befristeten Massnahmen des Gesetzes wurden vom Nationalrat als Übergangslösung bis Ende 2024 verlängert. Am 15. März 2024 einigten sich National- und Ständerat auf einen neuen Gesetzestext des CO <sub>2</sub> -Gesetzes (Anschlussgesetz 2025-2030).
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. Zudem wird der Bau neuer Kernkraftwerke verboten.
Energieperspektiven 2050+	Mit den Energieperspektiven 2050+ (4) konkretisiert das Bundesamt für Energie (BFE) das Zielbild der klimaneutralen Schweiz. Im Wärmesektor bedeutet dies einen Ausbau an thermischen Netzen, eine Zunahme an Wärmepumpen, Biomasse und erneuerbaren Gasen für Prozesswärme, Kehrlichtverbrennung mit Carbon Capture and Storage (CCS) sowie gut gedämmte Gebäude mit wenig Wärmebedarf (Abbildung 1).



Abbildung 1: Zielbild Klimaneutrale Schweiz 2050 (4).

**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 erstmals verbindlich fest. Es beinhaltet umfassende Beratungs- und Förderangebote z.B. für den Ersatz von Öl-, Gas- und Elektroheizungen und für innovative Technologien.

**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 Kanton Zürich

**Zuständigkeit Kanton** Gemäss Artikel 89 Absatz 4 der Bundesverfassung (BV) sind für den Erlass von Vorschriften im Gebäudebereich vor allem die Kantone zuständig. Gemäss Art. 106 Abs. 3 der Kantonsverfassung (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<sub>2</sub>-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).

**Klimastrategie** Der Regierungsrat des Kantons Zürich hat jedoch bereits ambitioniertere Klimaziele beschlossen: Bis 2030 sollen die direkten Treibhausgasemissionen<sup>4</sup> um 48 % reduziert werden, und bis 2040 (spätestens bis 2050) soll das Netto-Null-Ziel erreicht werden (0 Tonnen pro Kopf). Die Integration dieser Ziele in das kantonale Energiegesetz ist im Rahmen einer

<sup>4</sup> 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).

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 Strategie zeigt auf, wie die Ziele erreicht werden sollen und definiert, dass Treibhausgasemissionen im Kantonsgebiet bis 2040 weitestgehend vermeiden und verbleibende Emissionen, wie beispielsweise aus der Landwirtschaft, kompensiert werden müssen. Der Regierungsrat hat spezifische Ziele für die verschiedenen Sektoren und die Verwaltung festgelegt (vgl. Tabelle 1), wobei die Handlungsschwerpunkte insbesondere in den Bereichen Gebäude und Mobilität liegen. Für die erfolgreiche Umsetzung der langfristigen Klimastrategie sind die Städte und Gemeinden des Kantons Zürich wichtige Akteurinnen.

Tabelle 1: Zielvorgaben der langfristigen Klimastrategie des Kantons Zürich.

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

Energiegesetz

Mit der Annahme des neuen Energiegesetzes schafft der Kanton Zürich eine wichtige Grundlage für wirksamen Klimaschutz im Gebäudebereich. Das kantonale Energiegesetz wurde im Sinne der MuKEN 2014<sup>5</sup> überarbeitet und an den heutigen Stand der Bautechnik angepasst. Es werden wichtige Weichen für die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Wärmebereitstellung und die Steigerung der Energieeffizienz gestellt. Für die Energieplanung von Bedeutung sind vor allem Vorgaben gemäss § 11 EnerG:

- Der Energiebedarf von Neubauten für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung muss ohne CO<sub>2</sub>-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).

<sup>5</sup> Um einheitliche Anforderungen im Gebäudebereich zu schaffen, hat die Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) die "Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN)" erarbeitet. Für die Übernahme der Module in die kantonale Gesetzgebung hat die EnDK die Empfehlung abgegeben, dass mind. das Basismodul von allen Kantonen zu übernehmen ist (Baudirektion, 2018).

Klima-Deal Kanton Zürich	Neben den verschärften Bestimmungen beim Ersatz von fossilen Heizsystemen, hat der Kanton Zürich seit dem 1. Juli 2020 ein stark ausgebautes Förderprogramm, welches Anreize schafft, die rund 120'000 Öl- und Gasheizungen durch klimafreundliche Heizsysteme zu ersetzen. Die Kombination aus Forderung und Förderung bildet den neuen Klima-Deal des Kantons. Die Förderprogramme wurden bereits mehrmals aufgrund aktueller Entwicklungen leicht angepasst.
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 den Vordergrund stellen. Der kantonale Richtplan wird aktuell revidiert, um die Themen der Windenergie und der Wasserkraft zu ergänzen (5).

### 2.3 Energiepolitik Stadt Uster

Energiestadt	Die Stadt Uster erhielt im Jahr 2001 erstmals das Label Energiestadt. Im Jahr 2016 erreichte die Stadt erstmals das Energiestadt Gold Label, welches 2024 mit rund 84 % bestätigt werden konnte.
Massnahmenplan Klima	Seit 2021 verfügt die Stadt Uster über den «Massnahmenplan Klima» als zentrales Planungs-, Koordinations- und Vollzugsinstrument für eine wirksame Klimapolitik. Der Plan fokussiert auf die Handlungsfelder im Zuständigkeitsbereich der Gemeinde und definiert Massnahmen in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung. Er umfasst die Themen Mobilität / Verkehr / Raum, Siedlung / Gebäude / Gewerbe / Industrie, Ver- und Entsorgung / Infrastruktur, Natur / Forst- und Landwirtschaft / Gewässer, Stadt- und Mikroklima sowie flankierende Massnahmen und Informationen. Für jede der vorgesehenen Massnahmen wurde ein Massnahmenblatt erarbeitet, das nebst dem Massnahmenbeschrieb und Vorgehen weitere Informationen wie die Zuständigkeit, den Umsetzungshorizont, die Priorität, die voraussichtlichen Kosten sowie die Wirkung umfasst. Die Umsetzung der Massnahmen erfolgt im normalen politischen Prozess.
Energieplanung 2013	Der rechtskräftige Energieplan der Stadt Uster wurde von der Baudirektion des Kantons Zürich im März 2013 genehmigt. Der Energieplan orientiert sich an den Zielwerten gemäss dem kantonalen Energiegesetz (Art. 1 EnG, März 2011) mit dem Ziel, die Treibhausgasemissionen bis 2050 auf 2.2 tCO <sub>2</sub> pro Person zu reduzieren. Die Zielsetzungen im Energieplan 2013 sind somit nicht mehr aktuell und auch verschiedene weitere Vorgaben auf Stufe Bund und Kanton wurden seither verschärft (vgl. Kapitel 2.1 und 2.2). Weiter wurden im Stadtgebiet diverse thermische Netze neu geplant, erweitert und teilweise auch bereits in Betrieb genommen.
Gemeindeordnung	In der Gemeindeordnung (GO) 2022 der Stadt Uster ist unter anderem die Energiepolitik verankert. Entsprechend setzt sich die Stadt Uster für den sparsamen Umgang mit Primärenergien, eine kontinuierliche Reduktion des Energieverbrauchs und des CO <sub>2</sub> -Ausstosses pro Einwohnerin und Einwohner, die Förderung der Energieeffizienz und erneuerbaren Energiequellen, und den vollständigen Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energiequellen bis 2050 ein (Art. 3 ziff. 4 lit. a, b, c, d und e).

Gebäudestandard von  
Energistadt

Als Leitlinie für den Umgang mit kommunalen Bauten hat die Stadt Uster am 18. Dezember 2018 den Gebäudestandard von Energistadt und EnergieSchweiz beschlossen. Der Gebäudestandard sieht eine verstärkte Umsetzung von Massnahmen in den Bereichen Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Bauökologie vor.

### 3 Bestehende Infrastruktur

Der Infrastrukturplan (Anhang C) zeigt die bestehende Energie-Infrastruktur für die Stadt. Eingezeichnet sind bestehende und geplante Wärmeverbunde, die Grundwasserfassung, Erdwärmesonden, die ARA sowie das Gas- und Fernwärmenetz. In den folgenden Unterkapiteln wird auf die einzelnen Teile des Infrastrukturplanes eingegangen.

#### 3.1 Gasnetz

Das Siedlungsgebiet von Uster ist weitgehend mit dem Gasleitungsnetz der Energie Uster AG erschlossen. Gemäss den Feuerungsdaten des Kantons und der Stadt Uster gibt es rund 3'150 Gasheizungen. Im Jahr 2022 betrug der End-Gasverbrauch in Uster 146 GWh, was rund 49 % des gesamten Wärmebedarfs von rund 300 GWh entspricht. Der Anteil an ökologisiertem Gas (Biogas CH und CO<sub>2</sub>-kompensiertes Erdgas CH/EU) am gesamten Wärmebedarf betrug 2022 rund 12 % (36.6 GWh).

#### 3.2 Wärmeverbunde

In der Stadt Uster bestehen bisher drei Wärmeverbunde bzw.-netze. Wobei in den nächsten Jahren bereits weitere geplant sind. Die bestehenden Wärmeverbunde sind in Abbildung 2 dargestellt.

- Wärmeverbund in Betrieb
- V1 Wärmeverbund Uster Nord (WUN)
- V2 Wärmeverbund Uster Zentrum (WUZ)
- V5 Wärmeverbund ARA
- Grundwasserfassungen
- Erdwärmesonden mit Bohrprofil
- Erdwärmesonden ohne Bohrprofil
- ▲ ARA
- Gasnetz
- Fernwärmenetz
- kommunale Gebäude

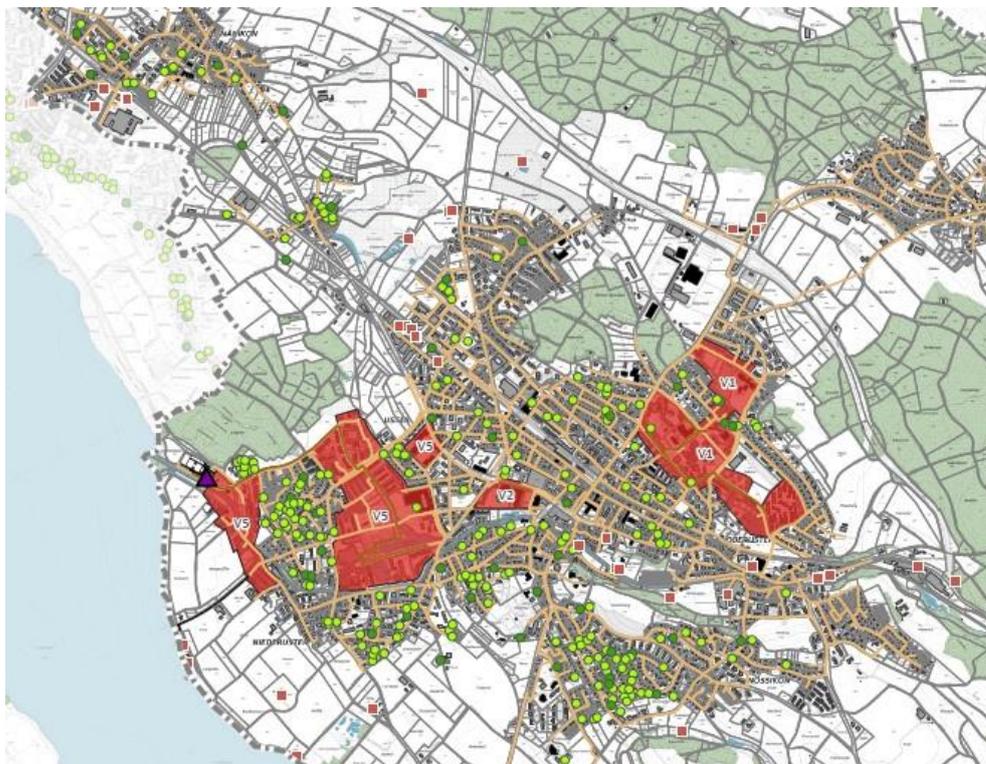


Abbildung 2: Bestehende Wärmeverbunde in Uster (Auszug Infrastrukturplan, siehe Anhang C).

Uster Nord

Der Wärmeverbund V1 Uster Nord mit einem Wärmeverbrauch von 3'700 MWh/a im Jahr 2022 wird durch die Energie Uster AG betrieben. Der grösste Anteil zur Wärmeerzeugung wird durch Holzschnitzel (87.5 %) gedeckt. Der restliche Anteil verteilt sich auf die Energieträger ökologischisiertes Erdgas (1.9 %), erneuerbarer Strom (3.0 %) und fossiles

Erdgas (7.5 %). Ein schrittweiser Ausbau des Wärmeverbundes in den kommenden Jahren ist bereits im Bau bzw. in Planung.

Uster Zentrum

Der Wärmeverbund V2 Uster Zentrum ist seit 2023 in Betrieb und wird mit Prozessabwärme versorgt. Im Sommer wird die überschüssige Abwärme in einem Erdsondenfeld gespeichert, so dass sie im Winter als Wärmequelle genutzt werden kann. Eine schrittweise Erweiterung des Wärmeverbundes in den kommenden Jahren ist durch die Energie Uster AG bereits im Bau bzw. in Planung.

Abwärmeverbund ARA

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) Jungholz in Niederuster reinigt die Abwässer der Stadt Uster und der Gemeinde Greifensee. Die Wärme aus dem gereinigten Abwasser der ARA Jungholz wird in Uster in einem Wärmeverbund bereits verwendet. Der Abwärmeverbund ARA wird durch die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) betrieben. Im Jahr 2022 wurden für Raumheizung und Warmwasser rund 3'800 MWh/a Energie produziert. Eine Energiemenge von 2'514 MWh stammt aus der Abwärme der ARA Jungholz, 1'155 MWh aus Strom sowie 94 MWh aus fossilen Energien.

Durch die Nutzung der Abwärme aus der ARA Uster können aktuell 564 Wohneinheiten sowie das Primarschulhaus Krämeracher und das Bildungszentrum Uster (BZU) beheizt und mit Brauchwarmwasser versorgt werden. Die angeschlossene Leistung betrug 2'460 kW Norm-Heizleistung. Der Betrieb der kalten Fernwärme wird laufend optimiert. Weitere Anschlüsse an den Wärmeverbund sind in Prüfung.

### 3.3 Weitere Wärmeinfrastruktur

#### Erdwärmesonden

Die Anzahl der Erdwärmeeinrichtungen in der Stadt Uster betrug 2022 rund 270 Stück (teilweise mit mehreren Sonden), welche eine elektrische Gesamtleistung von 3.62 MW ausweisen.

#### Ölfeuerungen

Gemäss den Feuerungsdaten des Kantons und der Stadt Uster gibt es rund 570 Ölfeuerungen. Deren installierte Leistung beträgt rund 38'000 kW.

#### Holzheizungen

Gemäss den Daten der Feuerungskontrolle und den Feuerungsdaten des Kantons existieren 100 Holzheizungen. Die installierte Leistung dieser Holzheizungen beträgt rund 3'200 kW. Dies umfasst nur die installierte Leistung der Holzheizungen, welche nicht an die Wärmeverbunde liefern.

### 3.4 Stromerzeugung

Auf dem Gemeindegebiet von Uster bestehen insgesamt sechs Kleinwasserkraftwerke (KWKW) und es sind insgesamt 334 Photovoltaikanlagen (Stand 2022) (6) vorhanden, welche eine Strommenge von 5'300 MWh/a erzeugen.

Im Jahr 2022 wurden insgesamt rund 7.6 GWh Strom produziert, welche sich wie folgt aufschlüsseln lassen:

Wasserkraft	1'500 MWh
BHKW Klärgas	814 MWh
PV-Anlagen (ohne Eigenverbrauch)	5'300 MWh
<b>Total</b>	<b>7'614 MWh</b>

## 4 Energieverbrauch Stadt Uster

### 4.1 Daten und Methodik

Bilanzierung

Als Grundlage für die Energieplanung wurde der Energieverbrauch auf Stadtgebiet analysiert und eine Energiebilanz für das Jahr 2022 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.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wurde mit dem Energie- und Klimakalkulator (EKK), Version 2022, vorgenommen. Der EKK berücksichtigt das Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft. Die meisten Angaben basieren auf gemessenen Energieverbrauchsdaten oder der installierten Leistung.

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

Tabelle 2: Verwendete Daten und Datenquellen.

Daten	Quelle	Ansatz
Gas- und Stromverbrauch	Energie Uster AG	Bottom-Up
Wärmeverbunde	Energie Uster AG, EKZ	Bottom-Up
Stromwerte	Energie Uster AG, EKZ	Bottom-Up
Öl- und Holzfeuerungen	Kantonale Fachstelle, kommunale Feuerungskontrolle	Bottom-Up, Berechnungen
Gemeindespezifische Kennzahlen	Stadt Uster, BFS, Kantonales Amt für Statistik, GWR, Kantonales Amt für Geoinformation	Bottom-Up und Top-Down
Mobilität: Personenwagen	BFS, Strassenfahrzeugbestand (Motorfahrzeugbestand)	Top-Down mit Annahmen
Mobilität: Flugverkehr, Schienen-Fern- und Güterverkehr, lokaler Schienenverkehr	Schweizerische Gesamtenergiestatistik	Top-Down
<b>Räumliche Auswertungen</b>		
Energiebezugsfläche, Energiekennzahl pro Bauperiode	EcoSpeed (basierend auf GWR-Daten)	Top-Down
Beschäftigte (Vollzeitäquivalente) und Energieträger nach Wirtschaftszweig (NOGA 82) Schweiz, bzw. pro Gemeinde und Stadt	STATENT, BESTA und Energieeinsatzkonten der Wirtschaft (BFS)	Top-Down und Bottom-Up

Mobilität

Der Mobilitätsbereich ist auf kommunaler oder regionaler Ebene nur mit erheblichem Aufwand messbar. Um dennoch eine Aussage zum Energieverbrauch zur Mobilität und zur

Einordnung im Gesamtenergieverbrauch für die Stadt Uster zu erhalten, wurde die Anzahl Personenwagen (Motorisierungsgrad) mit dem durchschnittlichen Treibstoffabsatz multipliziert. Schienen- und Flugverkehr wurden mit schweizerischen Mittelwerten pro Einwohner abgeschätzt.

Graue Energie Energieträger	Der Energieverbrauch für die Bereitstellung der Energieträger wurde ebenfalls berücksichtigt und mit der Primärenergie und den Treibhausgasen ausgewiesen. Die Systemgrenze beschränkt sich auf die energiebedingten Umweltauswirkungen.
Wärmebedarfsdichte Wohnen	Für die gebäudescharfe Darstellung der Wärmebedarfsdichte im Bereich Wohnen werden die EcoSpeed Immo – Daten mit Erfahrungswerten der Firma PLANAR AG plausibilisiert, ergänzt und modelliert. Für den Wärmebedarf Stand 2022 pro Gebäude wird die Energiebezugsfläche mit der Energiekennzahl pro Bauperiode multipliziert. Für das Jahr 2050 wird für jedes Gebäude in Abhängigkeit der Bauperiode, über Annahmen zur Sanierungsrate und erfolgreich umgesetzter Sanierungen der Wärmebedarf modelliert und hochgerechnet. Schlussendlich wird der gebäudescharfe Wärmebedarf pro Hektar zur Wärmebedarfsdichte aufsummiert und räumlich dargestellt.
Wärmebedarfsdichte Arbeiten	Der Komfort- und Prozesswärmebedarf der Industrie, Gewerbe und Dienstleistungsbetriebe in der Stadt Uster wird ausgehend von der Anzahl der gesamt beschäftigten Personen (Vollzeitäquivalente) in der Schweiz, pro Branche entsprechend ihrem NOGA-Code (Nomenclature Générale des Activités économiques), dem dazugehörigen Energieträgermix und mit Hilfe der Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT) berechnet. Die Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt über Annahmen zur Effizienzsteigerung von Unternehmen (vgl. Kapitel 4.4).
Kälteaffine Nutzungen	Eine quantitative Abschätzung des aktuellen Kältebedarfs ist mit der aktuellen Datenlage nicht möglich. Um kälteaffine Nutzungen trotzdem lokalisieren zu können, wird für alle Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe innerhalb des Gemeindegebiets anhand ihres Wirtschaftszweiges eine Schätzung des Kältebedarf 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.
Entwicklung Elektrizitätsbedarf	Der zukünftige Strombedarf wird für die Bereiche Elektromobilität und Wärmepumpen berechnet. Zudem wird die zukünftige Stromproduktion durch PV-Anlagen abgeschätzt. Abschliessend wird die Veränderung des Strombedarfs ab Netz ausgewiesen. Die räumliche Darstellung erfolgt in Hektarrastern. Als Betrachtungsjahr wird das Jahr 2050 gewählt.
Elektromobilität	Die Abschätzung basiert auf nationalen (Studien, Daten des BFE und BFS) – und wo vorhanden – lokalen Annahmen (z.B. STEK 2019). Es wird mit einem Elektromobilitätsanteil von 90 % (7) bis 2050 gerechnet und die «Ladewelt bequem» (8) gewählt. Der Bedarf wird für die beiden Kategorien «zu Hause/im Quartier» sowie «am Arbeitsplatz» abgeschätzt und gemeinsam räumlich in einem Hektarraster dargestellt. Ladevorgänge an Schnelllade-Stationen, Point of Interest etc. können nicht örtlich verortet werden und werden vernachlässigt.
Wärmepumpen (WP)	Im kommunalen Energieplan werden verschiedene Verbund- und Eignungsgebiete festgelegt. Aufgrund der festgelegten Verbund- und Eignungsgebiete sowie des berechneten,

zukünftigen Wärmeverbrauchs kann der zukünftige Strombedarf für Wärmepumpen ausgewiesen werden.

In den Eignungsgebieten wird dies mit der entsprechenden Jahresarbeitszahl (JAZ) der zugeweilten Energiequelle (z.B. Erdwärme, Luft etc.) berechnet (vgl. Energieplankarte in Anhang A).<sup>6</sup> Dabei wird gemäss erstellter Wirkungsabschätzung (Anhang E) berücksichtigt, dass nicht alle Haushalte und Gewerbebetriebe auf Wärmepumpen umstellen. Beispielsweise wird im E1 davon ausgegangen, dass zukünftig 80 % der Haushalte und Gewerbe eine Erdwärme-Wärmepumpe verwenden und die restlichen 20 % weiterhin auf Holz als Energiequelle setzen.

In den Verbundgebieten (vgl. Energieplankarte, Anhang A) wird differenziert verfahren:

- Im V1 Wärmeverbund Uster Nord (Energieträger Holz) wird die Anschlussdichte an den Wärmeverbund von 60 % berücksichtigt. Dabei wird davon ausgegangen, dass vor allem die grösseren Wärmebezüger angeschlossen werden. Bei denjenigen Haushalten/Gewerbe, bei welchen nicht mit einem Anschluss gerechnet wird, wird das Vorgehen gemäss Eignungsgebiet angewendet.

Die Wärmeversorgungskonzepte der übrigen Verbundgebiete erfordern den Einsatz von dezentralen Wärmepumpen. Abhängig vom Wärmeversorgungskonzept der Wärmeverbunde ist die JAZ unterschiedlich. Vereinfachend wird für die nicht an den Wärmeverbund angeschlossenen Gebäude keine andere JAZ angenommen. Im gesamten Gebiet wird davon ausgegangen, dass 10% mit Holz versorgt wird. Aufgrund der vorhandenen Systeme wurde folgende Unterscheidung vorgenommen:

- V2 (ohne V2.8, V2.9), V4, V5, und V9 (JAZ 3.2)
- V3, V6-8, V2.8, V2.9: (JAZ 4)

#### PV-Anlagen

Um die zukünftige Stromproduktion durch PV-Anlagen abzuschätzen, wird auf den Datensatz des BFE zurückgegriffen, welcher der interaktiven Anwendung [www.sonnendach.ch](http://www.sonnendach.ch) hinterlegt ist. Die als «gut», «sehr gut» und «hervorragend» kategorisierten Dachflächen werden in die Auswertung miteinbezogen. Der Solarthermie werden in dieser Betrachtung keine Dachflächen und Fassaden zugewiesen. Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl an Sonnenstunden wird ein Hektarraster für das Sommerhalbjahr (1. April bis 30. September) und ein Hektarraster für das Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März) erstellt. Gemäss [www.sonnendach.ch](http://www.sonnendach.ch) wird bei einer typischen Ausnutzung dreiviertel der Dachfläche belegt, was berücksichtigt wurde. Unter der Annahme, dass bei der Realisierung des Potenzials verschiedene Hürden wie die Bewilligungsfähigkeit oder die konkrete technische Machbarkeit (z.B. Dachtragfähigkeit) bestehen, wurde das Potenzial auf 70% reduziert. Plausibilisiert wird die Berechnung mit den in den Energieperspektiven 2050+ ausgewiesenen Werten für die Solarstromproduktion im Jahr 2050. (9)

#### Veränderung ab Netz

Die Veränderung des Strombedarfs ab Netz resultiert aufgrund des erhöhten Bedarfs im Bereich der Wärmepumpen und der Elektromobilität sowie aufgrund der erhöhten Stromproduktion durch PV-Anlagen. Da sowohl Bedarf als auch Produktion im Jahresverlauf stark

---

<sup>6</sup> Es werden die JAZ gemäss KBOB verwendet (Elektro-WP Erdsonde JAZ 3.2, Elektro-WP Grundwasser JAZ 3.2, Elektro-WP Luft/Wasser JAZ 2.7).

schwanken, werden die Veränderungen im Bedarf und der Produktion monatsweise ausgewiesen. Die monatlichen Schwankungen wurden auf die Erfahrungswerte der Energie Uster AG abgestimmt.

## 4.2 Energie- und Treibhausgasbilanz 2022

### 4.2.1 Gesamtenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen

Gesamtenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch in der Stadt Uster betrug im Jahr 2022 insgesamt rund 652 GWh, was unter Berücksichtigung des Energiemix einem Primärenergiebedarf von 780 GWh entspricht (vgl. Glossar). Durch den Endenergieverbrauch wurden 160'748 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente emittiert.<sup>7</sup> Dabei sind nur die energiebedingten Emissionen aus Wärme, Strom und Mobilität (inkl. Flugverkehr), jedoch nicht Konsumgüter, Abfall und Landwirtschaft berücksichtigt (Abbildung 3).

Anteil erneuerbarer Energieträger

Den grössten Anteil an End- und Primärenergie haben die fossilen Energieträger mit jeweils 71 % resp. 76 %. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen liegt bei der Endenergie bei 29 %. Der schweizerische Durchschnitt für die Anteile erneuerbarer Energie ist etwas höher als in Uster und beträgt 36 % für Endenergie. In der Bilanzierung nicht berücksichtigt ist der durch PV-Anlagen generierte Strom, welcher im Eigenverbrauch verwendet wurde. Gemäss Annäherungen der Energie Uster AG beläuft sich dieser im Jahr 2022 auf rund 2'200 MWh, was allerdings lediglich ca. 0.4 % des gesamten Endenergieverbrauchs entspricht.

Energieträgermix

Die verschiedenen Energieträger sind in Uster auf Endenergiestufe mit den folgenden Anteilen vertreten: Erdöl (Brennstoff) 9.8 %, Erdöl (Treibstoffe) 34.2 %, Erdgas 22.6 %, Biomasse 7.8 % (beinhaltet ökologisiertes Erdgas, Holz und Klärgas), Umweltwärme 2.9 %, Wasserkraft 16.5 % und nicht Überprüfbar 4.2 %.

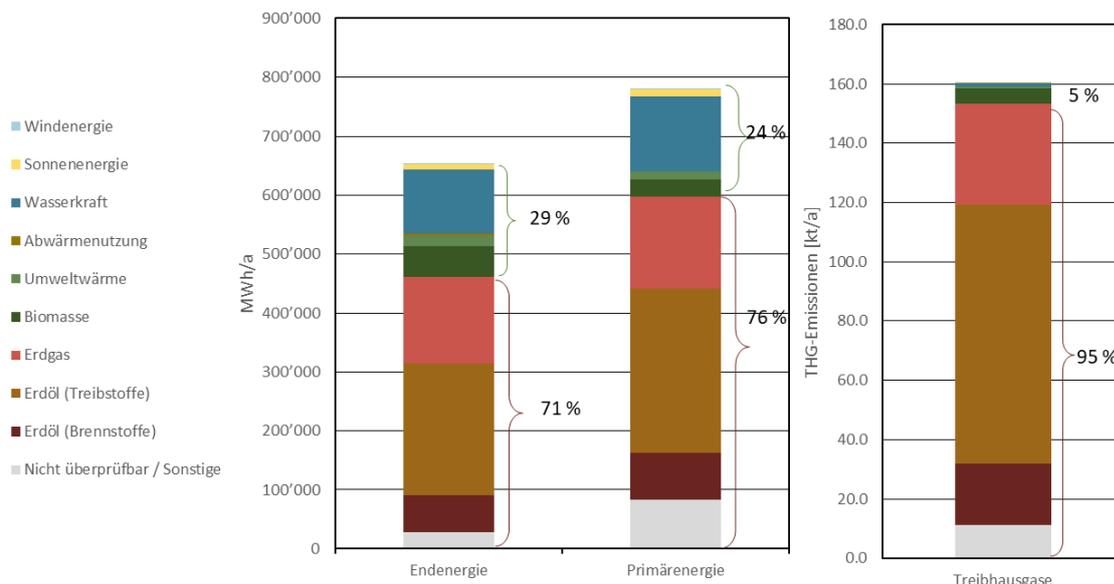


Abbildung 3: End- und Primärenergie der Stadt Uster im Jahr 2022 über alle Sektoren nach Energieträger und entsprechende Treibhausgasemissionen (Quelle PLANAR).

<sup>7</sup> CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-eq.) ist die mit dem jeweiligen Treibhauspotenzial gewichtete Summe der verschiedenen Treibhausgase (z.B. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O etc.).

Die Verwendung von fossilen Brenn- und Treibstoffen (Erdöl und Erdgas) ist für 95 % der insgesamt 161 kt/a Treibhausgas-Emissionen verantwortlich. 5 % der Emissionen stammen aus erneuerbaren Energien. 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.

Dauerleistung

Wird der Pro-Kopf-Primärenergieverbrauch (PE) auf die Dauerleistung pro Person umgerechnet, ergibt dies 2'504 Watt pro Person (Abbildung 4). Um die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft erreichen zu können, ist der Primärenergiebedarf der Stadt Uster zu senken. Die Dauerleistung pro Einwohner (EW) von Uster liegt deutlich unter dem schweizerischen Durchschnitt, welcher im Jahr 2022 bei 4'033 Watt pro Person liegt. Der geringere Energieverbrauch in der Stadt Uster ist voraussichtlich auf die wirtschaftliche Struktur der Stadt zurückzuführen. In Uster gibt es im Verhältnis zur Einwohnerzahl vergleichsweise wenig industrielle Produktion oder verarbeitendes Gewerbe.

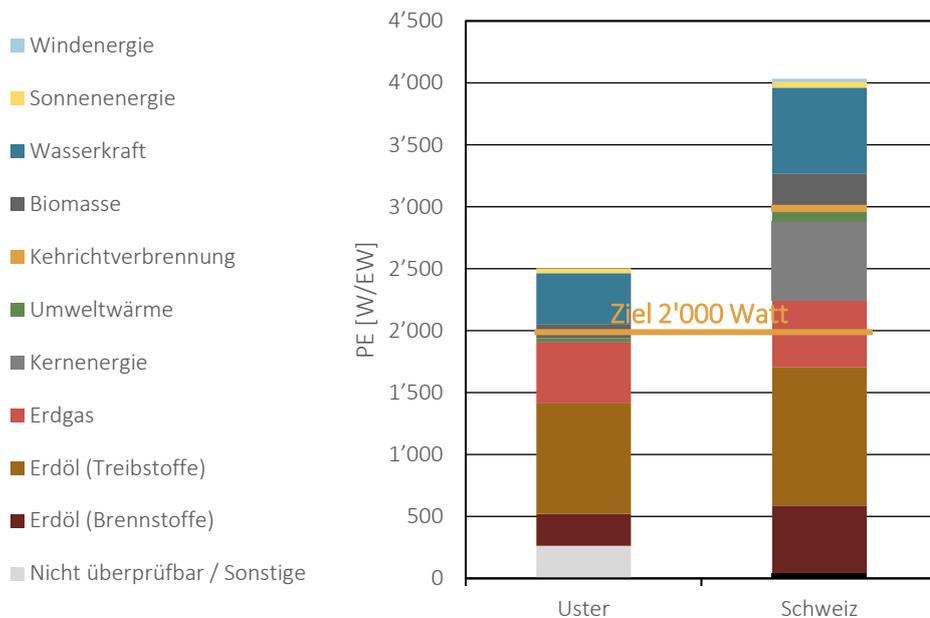


Abbildung 4: Dauerleistung pro Person in Uster und in der Schweiz im Jahr 2022 (Quelle: PLANAR).

Treibhausgasemissionen pro Kopf

Die Treibhausgasemissionen werden überwiegend von der Nutzung fossiler Brenn- und Treibstoffe bestimmt. Bei den verursachten Treibhausgasemissionen liegt die Stadt Uster mit einem Pro-Kopf-Ausstoss von 4.5 t CO<sub>2</sub>-eq. pro Jahr unter dem durchschnittlichen Emissionswert der Schweiz von 5.6 t CO<sub>2</sub>-eq. pro Jahr und Person, jedoch über dem geforderten Zielwert von Netto-Null (Abbildung 5).

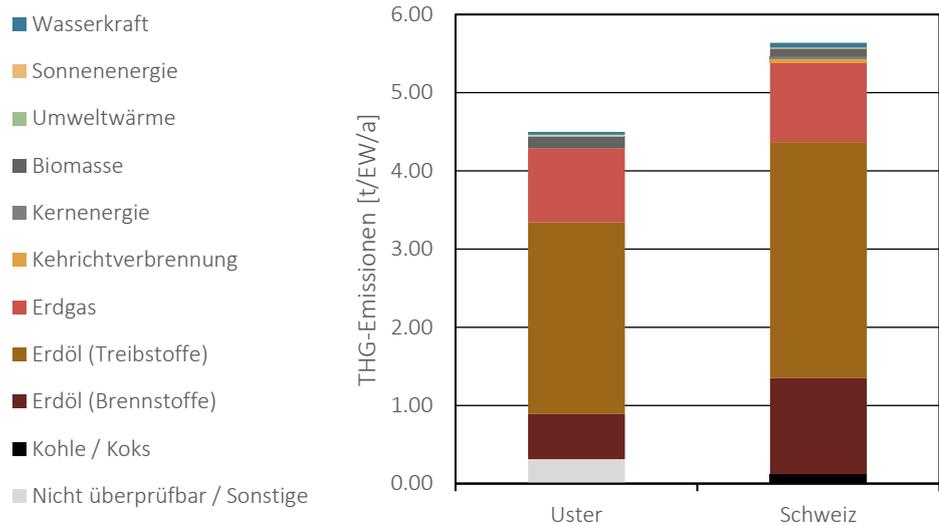


Abbildung 5: Pro-Kopf Treibhausgasemissionen (THG) in Uster und in der Schweiz im Jahr 2022 (Quelle: PLANAR).

Die gesamte Wärmeproduktion verursacht 38.2 % der gesamthaft im Jahr 2022 anfallenden energiebedingten Treibhausgasemissionen und liegt somit unter den mobilitätsbedingten Emissionen, welche 55.2 % ausmachen. 6.6 % der Emissionen sind auf den Strom zurückzuführen.

Sanierung und Ersatz fossiler Heizanlagen

Die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch Gebäudesanierungen sowie dem Ersatz fossiler Heizsysteme birgt ein enormes Potenzial zur Treibhausgasreduktion. Nicht zu vernachlässigen ist ausserdem die Produktion von emissionsarmem und ökologisch verträglichem Strom, z.B. durch Solaranlagen, da die Erreichung von Netto-Null Treibhausgasemissionen eine verstärkte Elektrifizierung des Wärmesektors und der Mobilität mit sich bringt.

#### 4.2.2 Wärmeenergieverbrauch

Endenergie Wärme

Nachfolgend wird die Bereitstellung von Heiz- und Prozesswärme in der Stadt Uster beschrieben. Dargestellt wird der Endenergiebedarf nach Energieträger, wobei auch der Elektrizitätsverbrauch für die Wärmebereitstellung ausgewiesen wird.

Der Endenergieverbrauch in Uster beträgt rund 300 GWh/a im Jahr 2022, was einem Pro-Kopf-Verbrauch von 8.4 MWh/a entspricht. Im schweizerischen Durchschnitt liegt der Pro-Kopf Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung bei 10.8 MWh/EW/a.

Aufgeschlüsselt in die Sektoren private Haushalte mit Raumwärme und Warmwasser sowie Gewerbe/Industrie inkl. Prozesswärme betrug der Bedarf an Endenergie 122 GWh/a für die privaten Haushalte und 178 GWh/a für Gewerbe und Industrie.<sup>8</sup>

Endenergieträgermix Wärme

Der Endenergieträgermix für die Wärmeproduktion bestand 2022 noch zu einem grossen Teil aus fossilen Energieträgern (Abbildung 6). Erdgas und Heizöl trugen mit 49 % resp. 21 %

<sup>8</sup> 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).

wesentlich zur Deckung des Wärmebedarfs bei. 1 % des Wärmebedarfs wurden durch erneuerbare Fernwärme/Abfall abgedeckt, 12 % durch ökologisiertes Gas, 5 % durch Umweltwärme, 1 % durch Abwärmenutzung und 6 % durch elektrische Wärmepumpen. Der Anteil erneuerbarer Energiequellen für Wärme liegt bei der Endenergie bei 30 %.

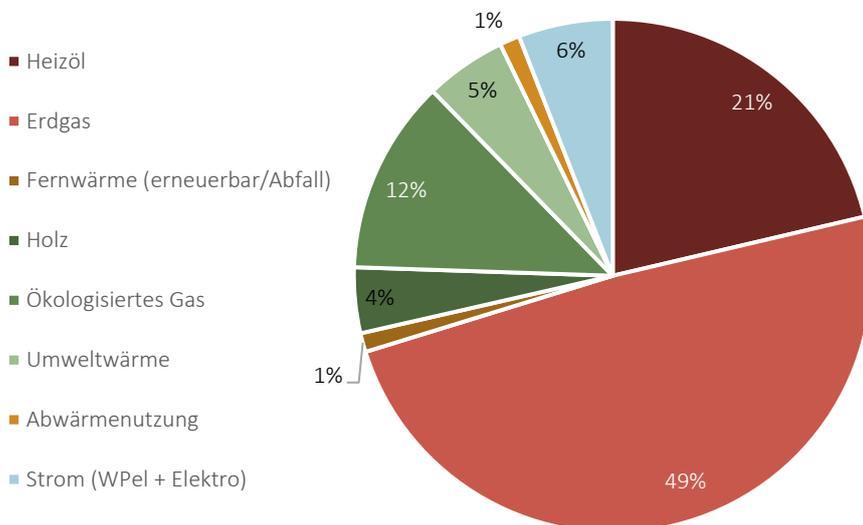


Abbildung 6: Endenergieträgermix Wärme der Stadt Uster 2022 (Quelle: PLANAR).

Treibhausgasemissionen Wärme

Die Wärmeproduktion der Stadt von 300 GWh/a verursachte im Jahr 2022 einen Treibhausgasausstoss von 61'405 t CO<sub>2</sub>-eq. Dies entspricht 3.55 t CO<sub>2</sub>-eq. pro Jahr und Person.

Treibhausgasemissionen nach Energieträger

Die Verwendung der fossilen Brennstoffe Heizöl, Erdgas und nicht erneuerbarer Fernwärme ist für rund 89 % der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung verantwortlich (Abbildung 7). 11 % der Emissionen stammen aus erneuerbaren Energieträgern.

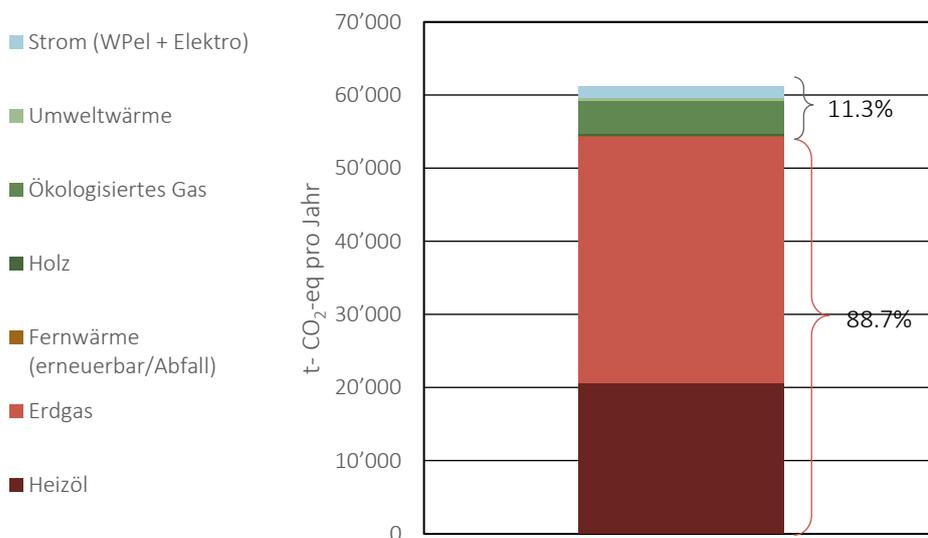


Abbildung 7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger für den Wärmebedarf in Uster im Jahr 2022 (inkl. Gewerbe/Industrie).

### 4.2.3 Wärmebedarfsdichte

Die Wärmebedarfsdichte sagt aus, wie hoch der Wärmebedarf pro Einheit Siedlungsgebiet ist (z.B. in MWh/a pro Hektare). Die räumlichen Auswertungen des Wärmebedarfs von Wohnen und Arbeiten wurden mittels GIS-Analysen durchgeführt.

Wärmebedarfsdichte

Die Abbildung 8 stellt die Wärmebedarfsdichte dar, welche den Energiebedarf für Komfortwärme (Raumheizung und Warmwasser) sowie den Wärmebedarf von Gewerbe und Industrie abdeckt.

Wärmebedarfsdichte 2035

Um einen langfristig wirtschaftlichen Betrieb der thermischen Netze zu ermöglichen, wird für die Gebietsausscheidung nicht nur die heutige, sondern auch die zukünftige Wärmebedarfsdichte anhand von Entwicklungsprognosen abgeschätzt und für das Jahr 2035 modelliert (Abbildung 8 und Anhang D, F). Es wurde eine Sanierungsrate von 1.5% angenommen.

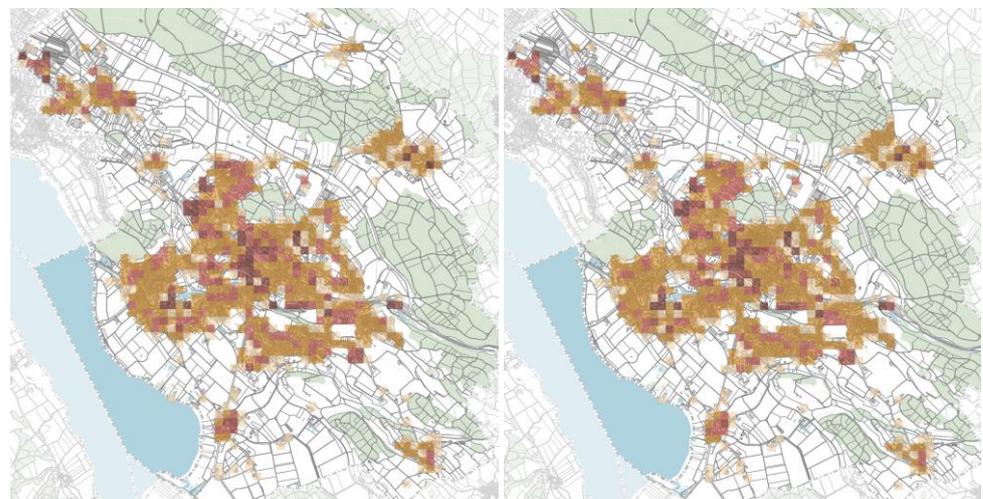
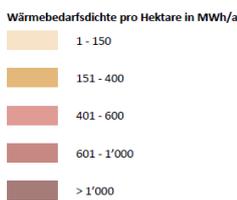


Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte 2022 und 2035 für die Stadt Uster (vgl. Anhang F).

### 4.2.4 Kälteaffine Nutzungen

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 auch wirtschaftlich interessant 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.

Die Karte der kälteaffinen Nutzungen (vgl. auch Anhang F) zeigt vor allem im Zentrum von Uster eine Häufung von möglichen Kältenutzungen. Diese sind mehrheitlich Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe sowie grosse Detailhändler.

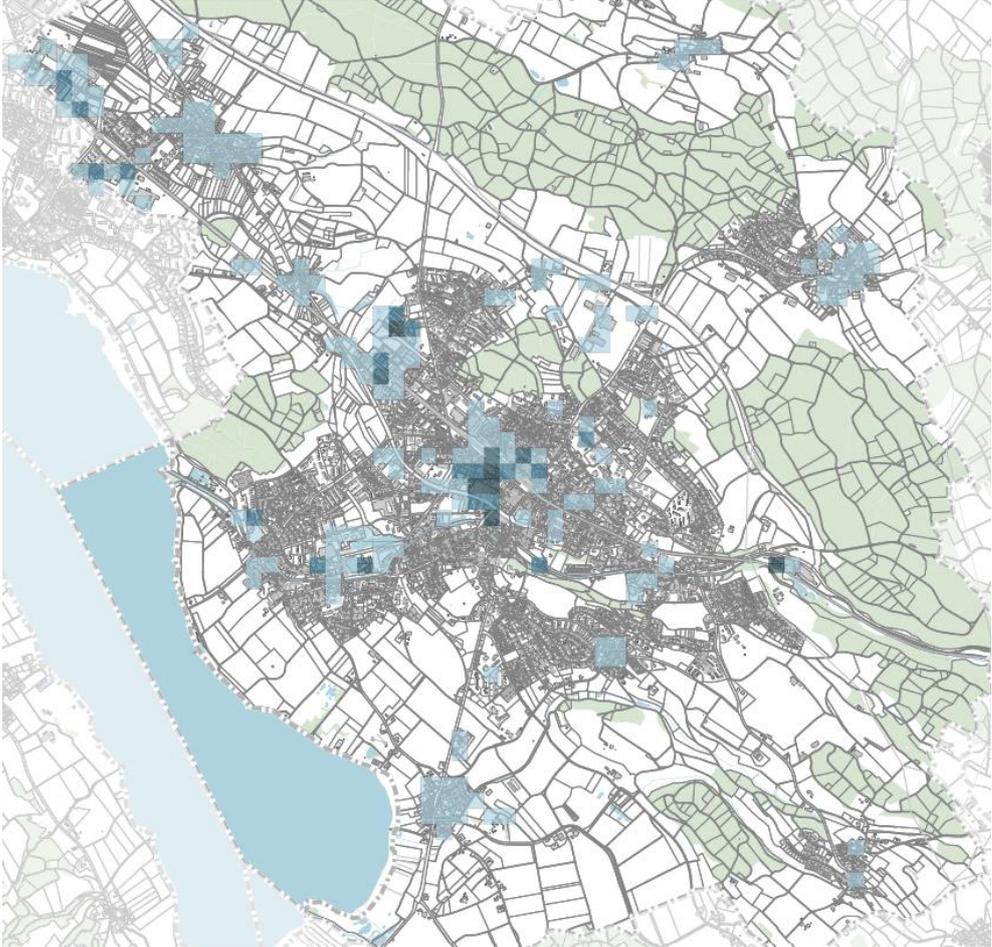
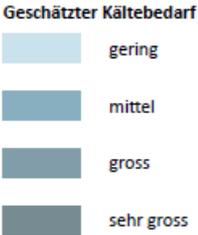


Abbildung 9: Schätzung der kälteaffinen Nutzungen für die Stadt Uster (vgl. Anhang F)

## 5 Energiepotenziale

### 5.1 Wärmepotenziale

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über die lokalen Wärmepotenziale in Uster. Abgebildet wird immer das heute bekannte Potenzial. Die technische Machbarkeit, die Wirtschaftlichkeit und die politische Tragfähigkeit der Ausschöpfung dieser Potenziale sind dabei bisher 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.

Die Wärmepotenziale sind – wo räumlich verortet - im Potenzialplan abgebildet (vgl. Anhang D).

#### 5.1.1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Als ortsgebundene hochwertige Abwärme wird anfallende Wärme auf einem direkt nutzbaren Temperaturniveau bezeichnet. Hierzu zählen etwa Abwärme aus Kehrrechtverwertungsanlagen (KVA) und tiefer Geothermie<sup>9</sup> sowie langfristig zur Verfügung stehende Industrieabwärme, Abwärme von Kraftwerken und bestehenden Wärmekraftkoppelungsanlagen (WKK) auf direkt nutzbarem Temperaturniveau.

#### Abwärme KVA

Abwärme KEZO

Der Zweckverband Kehrrechtverwertung Zürcher Oberland (KEZO) plant einen Neubau der Kehrrechtverwertungsanlage in Hinwil, welche voraussichtlich ab 2030 in Betrieb genommen werden soll. Das Gesamtwärmepotenzial der neuen KVA beträgt rund 250 GWh/a, wobei rund 95 % der Jahresenergie aus den verschiedenen Prozessen der KEZO stammen und rund 5 % als Spitzenlast dezentral von den Gemeinden erzeugt würde.

Machbarkeitsstudie  
Gemeinden

Eine Machbarkeitsstudie des Projekts «Fernwärme Zürcher Oberland» hat früher ergeben, dass die Versorgung der Gemeinden mit Fernwärme aus der KEZO technisch machbar ist und sich Energiepreise für die Wärmebezüglerinnen und -bezügler auf einem konkurrenzfähigen Niveau bewegen könnten – insbesondere für Gemeinden im näheren Einzugsbereich der KEZO. Als grösstes wirtschaftliches Risiko nennt die Studie einen zu langsamen Aufbau der Verteilnetze innerhalb der Gemeinden, weil die potenziellen Kundinnen und Kunden dann auf eine andere Energiequelle abspringen könnten und die Dichte der Anschlüsse ausgedünnt würde. Entsprechend hat der Steuerungsausschuss entschieden, dass Projekt in Teilprojekte aufzuteilen, um die Abhängigkeiten zwischen den Gemeinden zu reduzieren.

Entscheid Energie Uster AG

Gestützt auf die Machbarkeitsstudie wurde die Nutzung der Fernwärme für Uster durch die Energie Uster AG vertieft geprüft. Aufgrund der Abklärungen kam die Energie Uster AG zum Schluss, dass im Falle von Uster keine konkurrenzfähigen Wärmepreise angeboten werden können, weshalb sich der Verwaltungsrat der Energie Uster AG Ende 2023 gegen den Ausbau des Fernwärmenetzes KEZO in Uster entschieden hat. Ein weiteres für den Entscheid

<sup>9</sup> Bis anhin konnten in der Schweiz noch keine erfolgreichen Projekte zur Nutzung der tiefen Geothermie verzeichnet werden.

relevantes Element war das Risiko der langen Umsetzungsdauer – mehr als zehn Jahre – und die dadurch möglichen Kostensteigerungen. Ferner konnten auch beim notwendigen Bau der Transportleitung (Hinwil – Uster) Terminverzögerungen infolge der komplexen Bewilligungsverfahren nicht ausgeschlossen werden.

### 5.1.2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

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 untiefen Erdwärme verstanden. Auch hierbei ist eine räumliche Koordination zwischen dem Ort des Vorkommens und dem Ort der Nutzung notwendig.

#### Abwärme aus Industrie und Gewerbe

Abwärme aus Industrie und Gewerbe kann als hoch- oder niederwertige Abwärme anfallen. Die Abwärme wie z.B. aus einem Datacenter und aus Einkaufszentren sollen im Wärmeverbund Zentrum schrittweise erschlossen werden. Da wenige Produktionsbetriebe in Uster vorhanden sind und diese bereits interne Abwärmenutzung aufweisen, gibt es derzeit keine nennenswerten weiteren Abwärmepotenziale durch Industrie oder Gewerbebetriebe.

#### 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 des Abwassers bis auf 4 °C möglich ist.

Potenzialabschätzung Abwärme ARA

Das totale Wärmepotenzial der ARA Jungholz beträgt gemäss dem Energieplan des Kantons Zürich rund 18 GWh/a (11). Die maximale Leistung des ARA-Abwärmepotenzial wird von der EKZ auf maximal 5.5 MW geschätzt, davon sind heute bereits 3.5 MW genutzt. Das noch ungenutzte Potenzial beläuft sich somit auf ca. 2 MW, was einem Wärmepotenzial von rund 3.6 GWh/a entspricht.

Die Wärme aus dem gereinigten Abwasser der ARA Jungholz wird in Uster in einem Wärmeverbund bereits verwendet. Im Jahr 2022 wurden für Raumheizung und Warmwasser total 3'479 MWh Energie abgegeben. Eine Energiemenge von 2'398 MWh stammt aus der Abwärme der ARA Jungholz (siehe auch Kapitel 3.2).

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 und der zuständigen Bewilligungsbehörde geklärt werden.

### **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 Wasserwirtschaftsgesetz (WWG) des Kantons Zürich sind Grundwassernutzungen konzessionspflichtig. Für die Erteilung einer Konzession wird unter anderem ein hydrogeologisches Gutachten benötigt.

Die Einleitbedingungen für die Rückgabe des genutzten Wassers richten sich nach der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV). Darin ist festgehalten, dass durch den Wärmeeintrag oder -entzug 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 221, Abs. 3).

In den Zonen B, C und D gemäss Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich ist die Nutzung des Grundwassers zu Wärmezwecken grundsätzlich zulässig (Abbildung 10). In der Zone B werden Anlagen erst ab einer minimalen Anlagegrösse von 150 kW bzw. 100 kW Kälteleistung bei Anwendung besonderer Energiesparmassnahmen bewilligt. Somit ist in der Praxis in Zone B die Nutzung von Grundwasser nur für grössere gewerbliche Bezüger, grössere Überbauungen oder im Nahwärmeverbund möglich. In den Zonen C und D ist Grundwassernutzung für Anlagen ab 50 kW erlaubt. In diesen Zonen sind allerdings auch Erdsonden zulässig, was aufgrund von tieferen Kosten, Koordinationsbedarf und Grundwasserergiebigkeit in der Regel einer Grundwassernutzung vorgezogen wird.

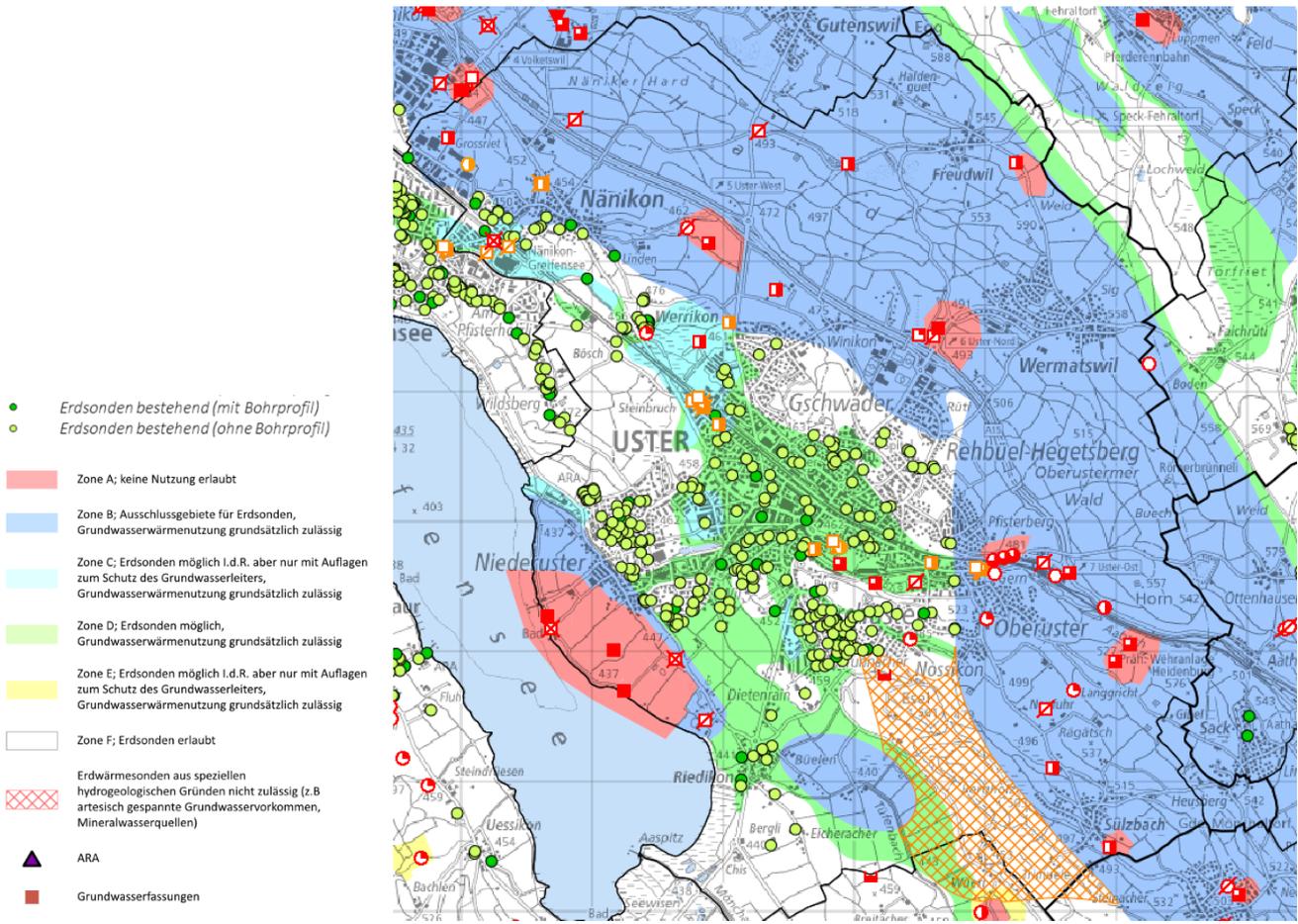


Abbildung 10: Auszug aus dem Wärmenutzungsatlas für Uster (Wärmenutzungsatlas, maps.zh.ch, Zugriff 15.08.23)

In einem kleineren Gebiet im westlichen Teil am Greifensee ist die Nutzung nicht zulässig, da sich im Gebiet eine Grundwasserfassung zu Trinkwasserzwecken befindet (Schutzzonen, rotes Gebiet gemäss Abbildung 10).



Werrikerbach durch Werikon und anschliessend am Dorfrand von Nänikon sowie der Nänikerbach durch Nänikon. Die letzteren beiden Bäche sind jedoch so klein, dass die Abflusswerte durch den Kanton Zürich nicht erhoben worden sind. Der Abfluss der drei Fließgewässer wird für eine Wärmenutzung als zu gering beurteilt.

**Aabach** Der Aabach fliesst durch das Siedlungsgebiet von Uster bevor er in den Greifensee mündet. Der Abfluss des Aabachs beträgt im Jahresmittel  $1.58 \text{ m}^3$ , wobei das grösste Jahresmittel  $2.18 \text{ m}^3/\text{s}$  (2002) und das kleinste Jahresmittel  $0.97 \text{ m}^3/\text{s}$  (2018) betrug (13).

**Potenzialabschätzung Aabach** Das Wärmepotenzial wurde bei der Einmündung in den Greifensee abgeschätzt. Der Abfluss beträgt an dieser Stelle gemittelt über das ganze Jahr ca.  $1.58 \text{ m}^3 / \text{s}$ , was  $1580 \text{ l/s}$  entspricht. Das Minimum des Tagesabflusses betrug  $0.13 \text{ m}^3 / \text{s}$  (Juni, 1984).

Bewilligungen zur Nutzung des Aabachs zu Wärmezwecken werden erteilt, bis die gesetzlichen Rahmenbedingungen überschritten werden. Die Wassertemperaturen im Winter liegen in der Heizperiode im Monatsmittel zwischen  $8.8 \text{ }^\circ\text{C}$  (November) und  $4.7 \text{ }^\circ\text{C}$  (Februar), wobei das absolute Temperaturminimum im Februar 2012 bei  $0.0 \text{ }^\circ\text{C}$  lag (14). Aufgrund der tiefen Wintertemperaturen ist der Aabach für Wärmenutzungen nicht geeignet.

**Greifensee** Seen bilden grundsätzlich eine potenzielle Wärmequelle für Heiz- oder Kühlzwecke. Gemäss den Abschätzungen der Eawag besteht beim Greifensee ein Wärmepotenzial von 227 GWh pro Jahr und ein Kältepotenzial von 51 GWh (15). 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 nicht genutzt. Vereinfachend wird der Stadt Uster 25% des ausgewiesenen Potenzials zugeordnet.

Die Energie Uster AG hat das Potenzial des Greifensee vertieft geprüft und ist zum Schluss gekommen, dass das Potential in Uster nicht wirtschaftlich genutzt werden kann. Gründe für diesen Entschluss sind z.B., dass das Siedlungsgebiet von Uster relativ weit vom See entfernt liegt, was eine wirtschaftliche Nutzung erschwert. Zudem ist der Greifensee im Bereich der möglichen Fassung in Riedikon sehr flach. Aus diesem Grund sinken die Wassertemperaturen in den Wintermonaten stark ab. Zudem durchmischen sich die Wassermassen so stark, dass sich ein tiefer Mittelwert der Wassertemperaturen einstellt. Für eine Seewassernutzung muss gemäss Vorschriften ein Zwischenkreislauf eingesetzt werden. Dieser muss aufgrund der niedrigen Temperaturen mit Frostmittelschutz gefüllt werden, was eine Bewilligung erschweren würde. Durch die tiefen Temperaturen im Januar und Februar müsste damit ein höherer Wärmeanteil über Gas gedeckt und der Gaskessel entsprechend grösser dimensioniert werden.

### **Erdwärmenutzung**

**Potenzialabschätzung Erdwärmenutzung** In grossen Gebieten der Stadt Uster sind Erdsonden unter Einhaltung einer Bohrtiefenbegrenzung und des Grundwasserschutzes zugelassen (siehe Abbildung 10). Die maximal zulässigen Bohrtiefen sind standortabhängig und betragen zwischen 35 und 140 m. Grund für die Tiefenbeschränkung sind artesisch gespannte Druckverhältnisse (Wasser steigt beim Anbohren über die Terrainoberfläche).

Genauere Informationen mit den möglichen Tiefenangaben sind im Wärmenutzungsatlas<sup>11</sup> des Kantons Zürich zu finden. Zudem ist der Umfang des Potenzials abhängig von der Zugänglichkeit der Grundstücke für die Bohrmaschine und dem Platz für die Erdsonden, was im Umfang der Energieplanung nicht für alle Gebäude geprüft werden konnte.

Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten wird davon ausgegangen, dass rund 50-70 % des Wärmebedarfs in diesen Gebieten gedeckt werden kann. Das Potenzial bewegt sich somit zwischen 66 und 93 GWh/a.

Bei hoher Erdsondendichte kann es vorkommen, dass sich die Erdsonden gegenseitig beeinflussen und der Untergrund über die Jahre auskühlt. Dies ist gemäss heutigen Kenntnissen ab einer Wärmebedarfsdichte von ca. 150 MWh/ha und Jahr der Fall. Die Problematik kann mittels Regeneration der Sonden in den Sommermonaten beispielsweise über Sonnenkollektoren oder Freecooling behoben werden. Der Untergrund wird somit nicht mehr lediglich als Wärmequelle, sondern als Wärme-Saisonspeicher genutzt.

#### 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

#### Mitteltiefe Geothermie

Der Begriff «mitteltiefe Geothermie» beschreibt die Wärmenutzung in einer Tiefe von 500 m bis 3'000 m<sup>12</sup>. 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 ca. 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 Reinach BL). 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 Energieversorgern, 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.

<sup>11</sup> Wärmenutzungsatlas Kanton Zürich, <https://maps.zh.ch/s/yfueq6wo>

<sup>12</sup> Definition gemäss Verband Geothermie Schweiz

30'000 bis 50'000 Fr). Kommt die Studie zu einem positiven Schluss, sind Sondierbohrungen nötig (Kosten ca. 10 bis 25 Mio. Fr.). Für die Sondierbohrungen zahlt der Bund Subventionen. Ob Mitteltiefe Geothermie am Standort Uster einen relevanten Beitrag zur Energieversorgung liefern kann, ist jedoch derzeit noch ungewiss. Zu gleichen Erkenntnissen kam auch bereits eine Studie in Auftrag der Energie Uster AG aus dem Jahre 2012.

### 5.1.3 Regional gebundene, erneuerbare Potenziale

#### Holz

Die Waldfläche in der Stadt Uster beträgt rund 730 ha. Der jährliche Holzzuwachs von ca. 9 FM pro ha führt zu einem totalen Zuwachs von 6'750 FM. Davon kann ca. 1/3 bis 1/2 nachhaltig als Energieholz genutzt werden, was rund 6'000 bis 9'000 Srm entspricht<sup>13</sup>. Da jedoch nur wenige private Waldbesitzer und Waldbesitzerinnen regelmässig holzen oder das Energieholz direkt nutzen, reduziert sich das Potenzial auf geschätzte 6'000 bis 8'000 Srm (Auskunft Stadtförster Uster, 09.02.23).

Die genutzte Energieholzmenge hat in den letzten Jahren stetig zugenommen und betrug im Jahr 2022 6'350 Srm, was ca. 5'300 MWh/a<sup>14</sup> entspricht. Das noch ungenutzte Potenzial beträgt somit maximal 1'650 Srm oder 1'400 MWh/a. Die Nachfrage für den bestehenden Wärmeverbund Uster Nord kann mit den vorhandenen Mengen mehrheitlich gedeckt werden, für den Vollastbetrieb (Wintermonate) ist der Einkauf von zusätzlichem Hackschnitzelholz von Nachbargemeinden bei Bedarf notwendig.

Eine kürzlich veröffentlichte Studie zum Energieholzpotenzial im Kanton und der Stadt Zürich (16) 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 (z.B. aus anderen Kantonen) angewiesen. Die mittel- bis langfristigen Modellierungsergebnisse (bis 2050) zeigen, dass das Energieholzpotenzial in Zürich und den umliegenden Kantonen abnimmt (mit Ausnahme des Kantons GR).

Aufgrund der im Vergleich gering ausfallenden Transportemissionen zu den Treibhausgas mildernden Effekten von Holz, muss der Versorgungsradius nicht zu eng gezogen werden. Aus den Nachbarländern ist allenfalls aus Baden-Württemberg und dem Elsass mit substantiellen Mengen zu rechnen. Vorarlberg und Bayern (Schwaben) weisen heute schon ein Versorgungsdefizit resp. ausgeschöpfte Vorräte auf.

Damit kann nur ein Bruchteil der Wärmeversorgung durch Holz erfolgen. Auf den Einsatz von Holz für den weiteren Ausbau der Wärmeversorgung sollte daher, wo immer möglich, verzichtet werden.

Altholz

Auch Altholz kann energetisch genutzt werden. Im Jahr 2021 betrug die Altholznutzung in der Schweiz 1'185'307 m<sup>3</sup>/a, während das gesamte Potenzial an Rest- und Altholz auf 2'750'000 m<sup>3</sup>/a geschätzt wird. Das noch verfügbare Altholz und Restholz Potenzial beläuft

<sup>13</sup> FM = Festmeter, Srm = Schüttraummeter

<sup>14</sup> 1 Srm = 1 m<sup>3</sup>, 1 m<sup>3</sup> = 0.833 MWh; 4'740 m<sup>3</sup> \* 0.833 MWh = 3'948.42 MWh/a

sich demnach auf 85'000 m<sup>3</sup>/a. Trotzdem kam es im Winter 2021/2022 zu Versorgungsgespässen, und einzelne Altholzfeuerungen mussten ihren Betrieb einschränken (17).

**Nicht verholzte Biomasse**

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

Klärgas

In einem Grossteil der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) in der Schweiz wird der bei Reinigungsprozessen anfallende Klärschlamm vergärt und das dabei entstehende Klärgas in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) für den Strom- und Wärmeeigenbedarf der ARA genutzt.

Gemäss den Betriebsdaten beinhaltet die ARA Jungholz der Stadt Uster in den diversen Teilanlagen eine Abwasserbehandlung, eine Regenwasserbehandlung und eine Schlammbehandlung (18). In der Schlammbehandlung wird Biogas gewonnen, das in den eigenen Blockheizkraftwerken (Gasverbrennungsmotor) verwertet wird und Strom und Wärme produziert. Der behandelte Klärschlamm wird anschliessend entwässert und in der kantonalen Schlammverbrennungsanlage im Klärwerk Werdhölzli, Stadt Zürich, verbrannt. Die Klärgasproduktion der ARA betrug im Jahr 2022 500'000 m<sup>3</sup>. Im Sommer wird Klärgas teilweise vernichtet, da keine Aufbereitung und keine Abgabelitung bestehen. Jedoch ist der zu vernichtende Anteil gering.

Ab 2025 wird das Ausbauprojekt der ARA zur Schlammbehandlung mit einem neuen BHKW in Betrieb gehen. Mit dem Ausbauprojekt zur Schlammbehandlung wird die Klärgasproduktion weitersteigen.

Potenzialabschätzung

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) hat das Potenzial wichtiger Biomasse-Ressourcen in der Schweiz quantifiziert und lokalisiert. Das Potenzial der nicht-verholzten Biomasse wird in der Schweiz durch map.geo.admin.ch für jede Gemeinde ausgewiesen. Das für die Stadt Uster ausgewiesene nachhaltige Potenzial der nicht-verholzten Biomassenressourcen beträgt rund 83'007 GJ/a, sprich 23'058 MWh/a (19). Die Aufschlüsselung des Potenzials ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Aufschlüsselung nicht-verholztes Biomassenpotenzial (20).

Nicht verholztes Biomasse Potenzial	Uster
Grüngut aus Haushalt und Landschaft	6'278 MWh/a
Organischer Anteil Kehrlicht	3'726 MWh/a
Klärschlamm	6'094 MWh/a
Hofdünger	3'833 MWh/a
Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau	1'472 MWh/a
Organische Abfälle aus Industrie und Gewerbe	1'654 MWh/a
<b>Total</b>	<b>23'058 MWh/a</b>

### 5.1.4 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 Nutzenden zu beachten. Die mittlere Energieausbeute eines Quadratmeters Kollektorfläche beträgt im Mittelland rund 500 kWh im Jahr.

Potenzialabschätzung Solarthermie

Grundsätzlich wird das Solarpotenzial dem Solarstrom zugewiesen (vgl. Kapitel 5.2 Solarstrom unter Photovoltaik). Wenn auf die Produktion des Solarstroms verzichtet wird, kann das Potenzial der Solarwärme zugewiesen werden. Gemäss der vom BFE lancierten Anwendung sonnendach.ch besteht in Uster ein Gesamtpotenzial für Solarwärme (Heizwärme und Warmwasser) von 60.94 GWh/a. 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. Das Solarwärmepotenzial ist ausschliesslich für PV-Anlagen auf den Dächern ausgewiesen, bei den Fassaden besteht kein Potenzial zur Wärmeengewinnung.

Die installierten Anlagen auf Stadtgebiet werden nicht erfasst, es sind dazu keine Kennwerte bekannt.

#### 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 wärmegeämmte 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 mit kleineren Leistungen (< 30 kW) bedingen jedoch die geringsten Investitionskosten hinsichtlich einmaliger Anschaffungs- und Installationskosten.

Potenzialabschätzung Wärme aus Umgebungsluft

Das Potenzial kann grundsätzlich uneingeschränkt genutzt werden, weshalb die mit Umgebungsluft-Wärmepumpen erzeugte Menge an Raumwärme primär von der Nachfrage und der Stromverfügbarkeit abhängt. Um die lokale Stromproduktion insbesondere in den Übergangsmonaten (Frühling/Herbst) zu unterstützen, wird empfohlen, die Wärmepumpe soweit möglich mit Strom von einer eigenen PV-Anlage zu betreiben.

### Erneuerbare synthetische Gase

Bei Power-to-Gas Technologien (P2G) wird Strom verwendet, um Gas in Form von Methan oder Wasserstoff zu erzeugen. Mit diesem Prozess sind erhebliche Energieverluste verbunden. Diese Technologie bietet allerdings eine Art von Stromspeicherung, in dem Gas zu einem späteren Zeitpunkt erneut verstromt werden kann (P2G2P). Allerdings sind die Energieverluste in diesem Fall erheblich höher. Aus Effizienzgründe sollte deshalb Strom aus erneuerbaren Energien vorrangig direkt verwendet werden, und Umwandlungsprozesse möglichst vermieden werden. Weiter ist zu beachten, dass im Sinne der Effizienz synthetische Gase nur mit überschüssigem erneuerbarem Strom produziert werden sollten.

Die Produktion von synthetischen Gasen in der Schweiz ist bis dato sehr klein.

Potenzialabschätzung

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit einer Power-to-Gas Anlage ist deren Standort. Kann vor Ort produzierter Strom direkt genutzt werden, entfallen die Netzgebühren, was der Wirtschaftlichkeit der Anlage zugutekommt, ebenfalls sollte das produzierte Gas möglichst vor Ort genutzt werden können. Da für den Prozess CO<sub>2</sub> benötigt wird, eignet sich zudem die räumliche Nähe zu einer ARA. Aufgrund der jungen Technologie und da sich in Uster kein Standort aufdrängt, konnte kein unmittelbares Potenzial für eine Power-to-Gas Anlage eruiert werden.

#### 5.1.5 Zusammenfassung Wärmepotenziale

Das theoretische Gesamtpotenzial an erneuerbaren Energien in Uster beträgt 236 GWh/a. Das Potenzial an erneuerbaren Wärmequellen in Uster übersteigt gesamthaft die derzeitige Nutzung bei Weitem. Bei einzelnen Potenzialen wie Holz und nicht verholzte Biomasse (in Form von ökologisiertem Erdgas) wird bereits heute mehr genutzt als auf dem Gebiet der Stadt Uster verfügbar. Besonders viel Wärmepotenzial steht bei den Energieträgern Erdwärme, Sonnenenergie, Oberflächengewässer und Umgebungsluft zur Verfügung. Die in diesem Bericht ausgewiesenen Potenziale sind theoretische Potenziale. Das heisst, die Potenziale der Wärmequellen wurden ohne die Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und der Machbarkeit quantifiziert. Das realisierbare Potenzial liegt somit in der Regel etwas tiefer als das theoretische Potenzial.

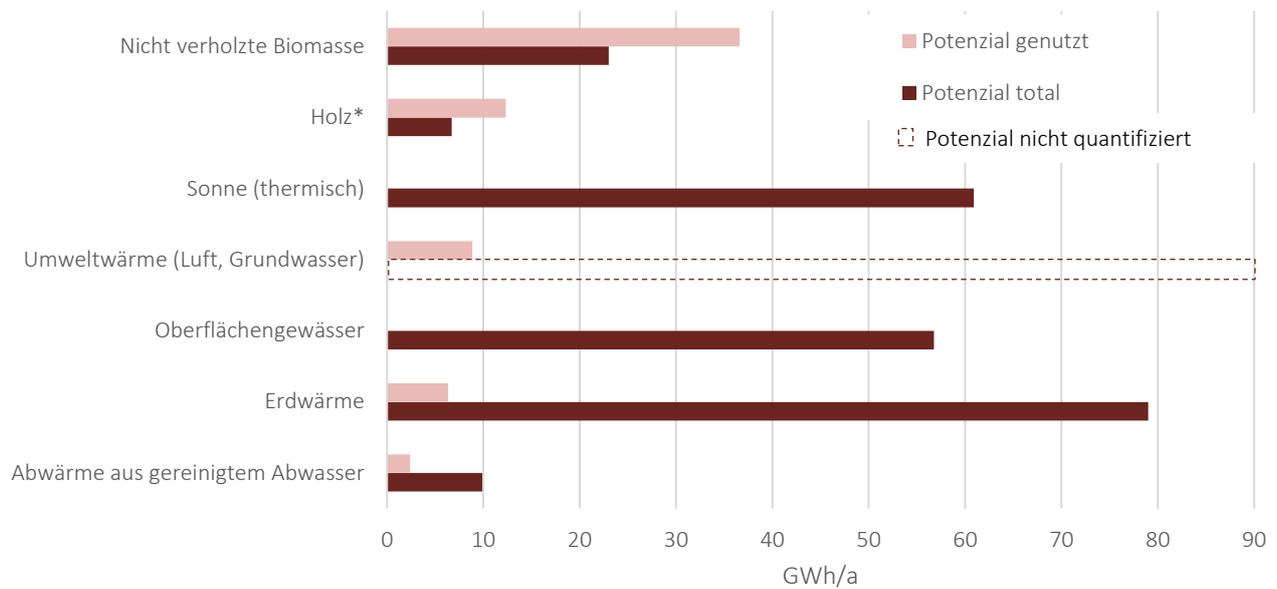


Abbildung 11: Genutztes und theoretisches Gesamtpotenzial an erneuerbaren Wärmequellen in Uster 2022 (Endenergie), \*Potenzialangabe mit Stromeinsatz

## 5.2 Strompotenziale

### Photovoltaik

Für die Strompotenziale aus Sonnenenergie sind mit der Applikation [sonnendach.ch](http://sonnendach.ch) gut aufbereitete Daten seitens Bund verfügbar. [sonnendach.ch](http://sonnendach.ch) und [sonnenfassade.ch](http://sonnenfassade.ch) weisen für das Gemeindegebiet Uster ein Solarstrompotenzial von 151 GWh pro Jahr aus,<sup>15</sup> wobei das Solarstrompotenzial ausschliesslich auf den Dächern bei rund 93 GWh pro Jahr liegt und auf den Fassaden bei rund 58 GWh pro Jahr.

Der Anteil Solarthermie von 61 GWh wurde dem Bereich Wärme zugeteilt (siehe Abbildung 11). Wird dieses nicht erschlossen, so könnte insgesamt für das Gemeindegebiet Uster ein Solarstrompotenzial von 213 GWh pro Jahr erschlossen werden (davon 155 GWh/a ausschliesslich auf Dächern).

<sup>15</sup> Berücksichtigung von Dächern und Fassaden.



Abbildung 12: Ausschnitt aus der Solarenergiekarte für einen Teil von Uster (Solarenergie: Eignung Dächer, [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch), Zugriff 16.08.23)

Die Eignung wird durch die Farben blau, gelb, orange und rot dargestellt. Je dunkler die Farbgebung, desto höher ist das Stromschöpfungspotenzial. In der Abbildung 12 sind einerseits einige grössere Dächer und andererseits Farbkennzeichnungen im Bereich orange bis rot dargestellt, welche Solarpotenziale aufweisen. Die Farbkennzeichnungen gelb und blau weisen nur ein mittleres bzw. geringes Solarpotenzial auf. Die Bewilligungsfähigkeit (bspw. in Kernzonen) ist dabei noch nicht berücksichtigt.

Im Stadtgebiet gibt es bereits 334 Photovoltaikanlagen (Stand 2022). Die zehn grossen Photovoltaikanlagen der Energie Uster AG produzierten im Jahr 2022 zusammen mit den privaten Solaranlagen rund 5.3 GWh Strom. Die Auswirkungen des weiteren Ausbaus durch PV-Anlagen wird in Kapitel 6.3 beschrieben.

Ab 2025 wird das Ausbauprojekt der ARA zur Schlammbehandlung mit einem neuen BHKW in Betrieb gehen. Die Fassaden und das Dach sollen mit PV-Anlagen ausgerüstet werden, was zu einer zusätzlichen Stromproduktion von 40 MWh/a führt.

### Windenergie

In der Abbildung 13 sind die Potenzialgebiete blau eingefärbt. Der Windatlas Schweiz weist für Uster kein Windpotenzial aus. Auch die Potenzialstudie des Kantons Zürich sieht in Uster kein Potenzial für Windenergie (21).

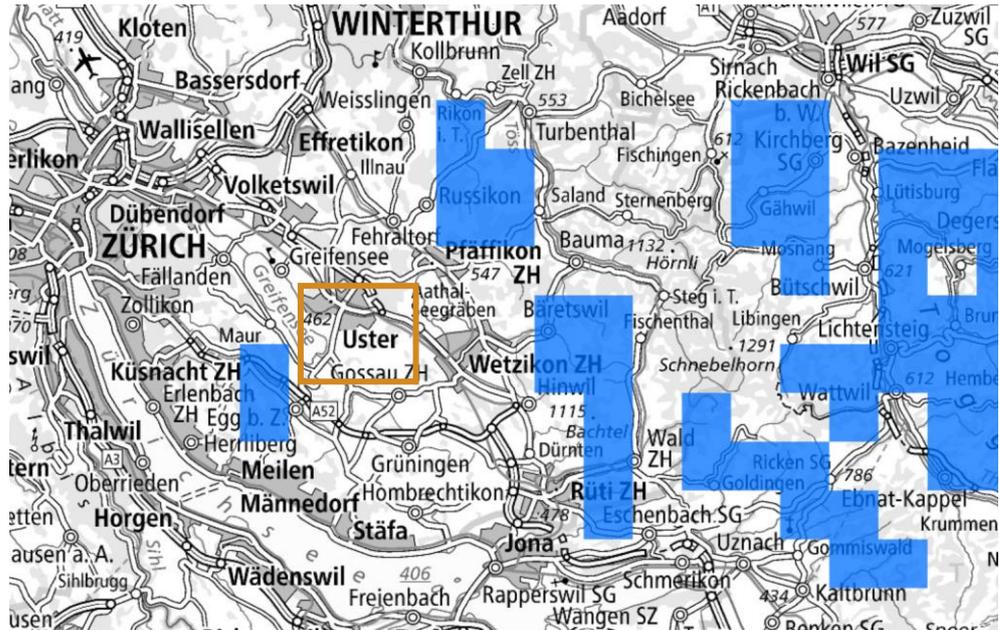


Abbildung 13: Windatlas der Schweiz (Windatlas Schweiz, [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch), Zugriff 16.08.23).

### Strom aus Wasserenergie

Auf dem Gemeindegebiet von Uster betreibt die Energie Uster AG zusammen mit fünf weiteren Kraftwerksbetreibern insgesamt sechs Kleinwasserkraftwerke am Aabach. Diese produzieren rund 1'500 MWh/a. Das Potenzial ist damit ausgeschöpft.

### Strompotenzial ARA

Die ARA Jungholz produziert im BHKW jährlich 814 MWh/a Strom. Das Ausbauprojekt der ARA zur Schlammbehandlung beinhaltet ein neues BHKW. Entsprechend wird die Leistung mit der Inbetriebnahme im Jahr 2025 steigen.

### Biomasse

Das nachhaltige nicht verholzte Biomassepotenzial wird auf rund 23 GWh/a geschätzt und wurde bereits bei den Wärmepotenzialen ausgewiesen. Im Falle einer konkreten Nutzung müsste das Optimum zwischen Wärme- und Stromerzeugung eruiert werden.

#### 5.2.1 Zusammenfassung Strompotenziale

Das gesamte Strompotenzial über die erneuerbaren Energieträger liegt bei 155 GWh/a. Zurzeit werden davon nur 8 GWh/a genutzt.

Die Diskrepanz zwischen dem genutzten und dem totalen Potenzial ist bei der Sonnenenergie am höchsten. Unabhängig davon könnte der aktuelle und zukünftige Strombedarf vollständig durch lokale, erneuerbare Energiequellen gedeckt werden, sofern ausreichend Speichermöglichkeiten vorhanden sind, um die Produktionslücke im Winter zu überbrücken.

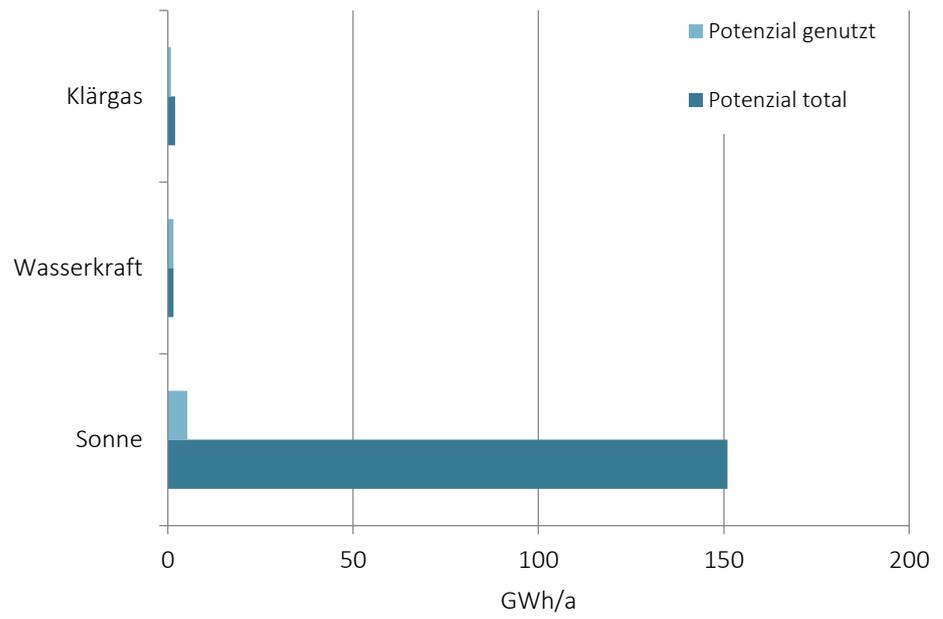


Abbildung 14: Gesamtes erneuerbares Strompotenzial der Stadt Uster im Jahr 2022 (Quelle PLANAR)

## 6 Entwicklungsprognose

### 6.1 Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung

Bevölkerungsentwicklung und -prognose

Seit 2000 ist Uster im Mittel um rund 370 Personen pro Jahr gewachsen. Obwohl leicht über dem gesamtschweizerischen Mittel, ist die Bevölkerungszunahme in Uster im regionalen Vergleich unterdurchschnittlich. Dies ist insbesondere auf die explosionsartig entstandenen Neubaugebiete in Dübendorf als auch auf Gebietsentwicklungen in Wetzikon und Volketswil zurückzuführen (22). In Uster hingegen beschränkte sich das Wachstum mehrheitlich auf Projekte im bebauten Siedlungsgebiet. Laut Prognosemodell des Kantons Zürich wird der Wachstumstrend in der Region Glattal anhalten (23).

Im Jahr 2023 leben 36'279 Personen in Uster. Bis 2035 sollen gut 6'000 Einwohner hinzukommen – so die Vorgaben des kantonalen Richtplans (22). Bis 2050 wird mit 10'000 zusätzlichen Einwohnern gerechnet.

Wachstumsreserven

Gemäss dem im Hinblick auf die Revision der Bau- und Zonenordnung erarbeitete Stadtentwicklungskonzept STEK stehen laut stadtinterner Schätzung genügend Flächenkapazitäten für das prognostizierte Wachstum zur Verfügung. Der Umstand, dass diese Reserven mehrheitlich in bereits überbauten Siedlungsgebieten liegen, zwingt Uster jedoch zur Verdichtung im Bestand und stellt die Stadtentwicklung damit vor grosse Herausforderungen (22).

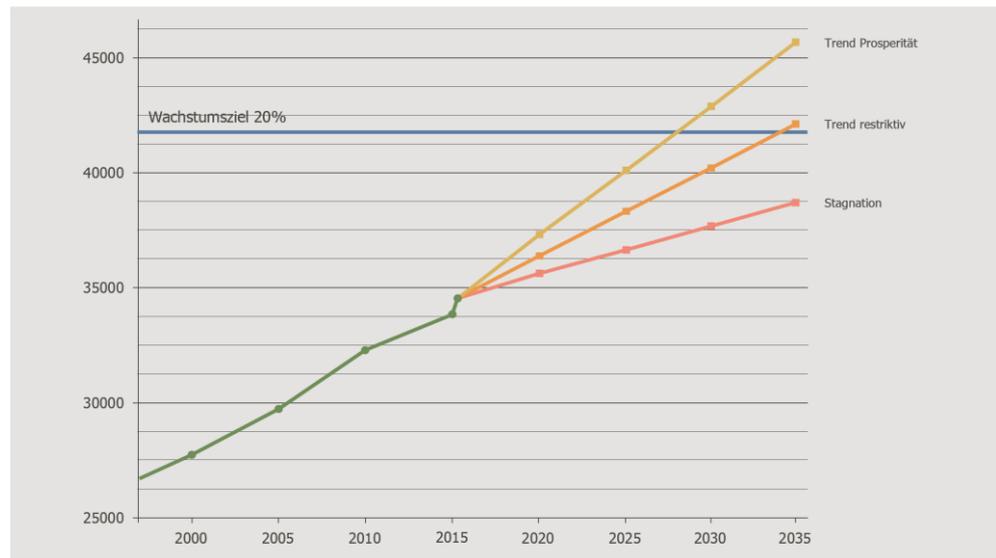


Abbildung 15: Bevölkerungswachstum in Uster ab der Jahrtausendwende und mögliche Wachstumsszenarien (Quelle: STEK, 2019)

Prognostizierte Siedlungsentwicklung

Der Entwurf des Siedlungsrichtplans zeigt die räumlichen Entwicklungsabsichten pro Gebiet sowie mittel- und langfristige Reserven auf.

Grössere aktuell bekannte Gebietsentwicklungen sind:

- Gestaltungsplan Loren (muss revidiert werden)
- Gestaltungsplan Hofuren
- Gestaltungsplangebiet Zellweger
- Gestaltungsplan Lenzlinger
- Gestaltungsplan Zeughausareal West (im Baurecht, geplant sind rund 100 Wohnungen)

- Zelgstrasse (Ersatzneubau UBS)
- Gestaltungsplan Park am Aabach
- Gestaltungsplan Gerichtsplatz-Areal

Bei der grössten Baulandreserve «Eschenbüel» ist zurzeit noch unklar, ob und in welcher Form hier künftig eine Entwicklung stattfinden wird. Der Stadtrat hat im Februar 2024 beim Gemeinderat einen Abbruch der Planung beantragt. Der Abbruch der Planung wurde vom Gemeinderat am 25. März 2024 beschlossen. Das Gebiet wurde daher in der Abschätzung der Siedlungsentwicklung für die Energieplanung nicht berücksichtigt.

Daneben bestehen diverse Gebiete, in denen dank einer Aufzoning eine bauliche Entwicklungsdynamik in Gang gesetzt wird. Dies sind beispielsweise:

- Gebiet zwischen Bahngleisen und Brandstrasse
- Gebiet zwischen Oberlandstrasse und Industriestrasse

## 6.2 Zukünftiger Wärmebedarf Wohnnutzungen

Entwicklung Wärmebedarf  
Wohnen

Für die Abschätzung des zukünftigen Wärmebedarfs im Jahr 2035 wurde die vorgesehene Siedlungsentwicklung berücksichtigt. Aufgrund der bekannten Entwicklungsgebiete wird von ca. 87'000 m<sup>2</sup> neuer Wohnfläche ausgegangen. Zudem führt auch die flächendeckende Bevölkerungszunahme zu einem steigenden zukünftigen Wärmebedarf. Bis 2035 wird mit einem Anstieg des Wärmebedarfs um rund 9.5 GWh/a gerechnet, wovon der Bedarf von rund 3 GWh/a auf die Entwicklungen in den Entwicklungsgebieten zurückzuführen ist<sup>16</sup>. Bis 2050 wird eine Zunahme von rund 16 GWh/a erwartet. Bei den bestehenden Wohnbauten wird sich der Wärmebedarf aufgrund von Sanierungen (energetische Massnahmen) in den kommenden Jahren verringern. Bei einer Sanierungsrate von 1.5 % kann bis 2035 eine Reduktion des Wärmebedarfs im Bereich Wohnen von rund 4 % erzielt werden. Mit dem zusätzlichen Wärmebedarf der bereits vorgesehenen Siedlungsentwicklung verringert sich diese Reduktion auf 2 %. Der Wärmebedarf für Wohnnutzungen wird bis 2035 folglich bei ca. 173 GWh/a liegen (Stand 2022: 177 GWh/a).

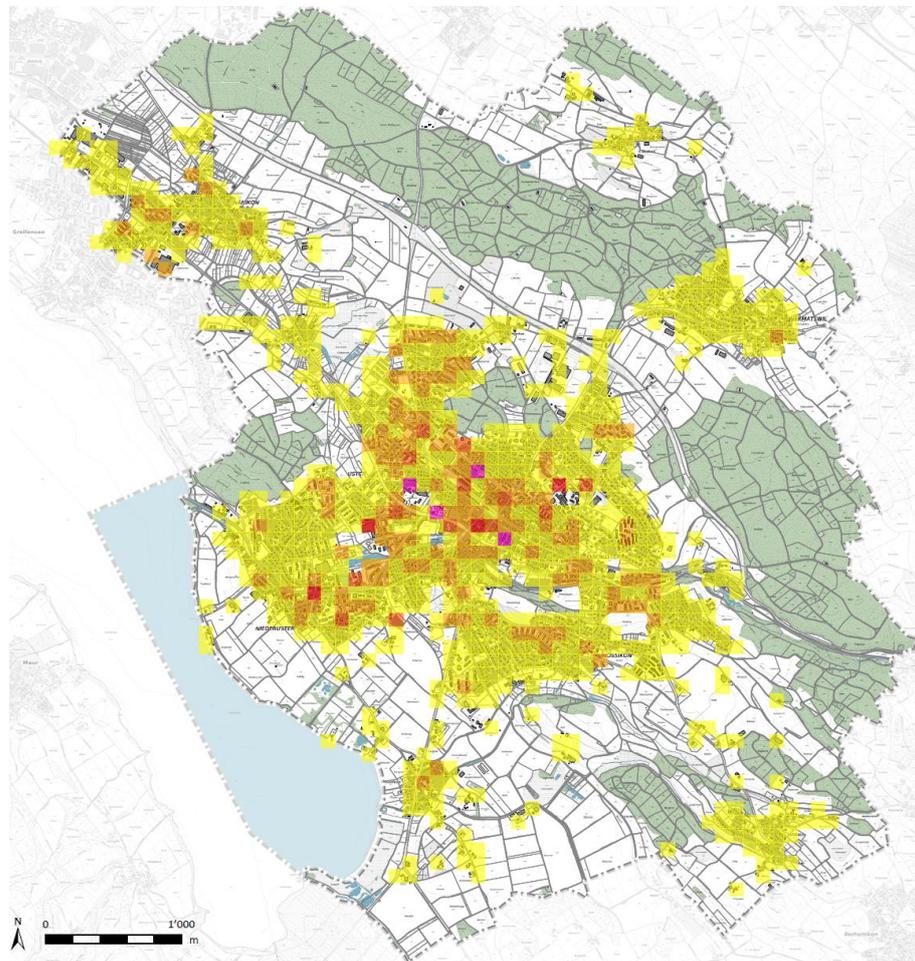
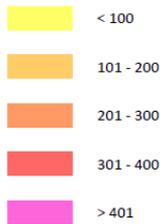
## 6.3 Zukünftiger Elektrizitätsbedarf und -produktion

Elektromobilität

Die Abschätzung des Strombedarfs für Elektromobilität ergibt rund 56'300 MWh im Jahr 2050. Davon sind 51'300 MWh/a Ladevorgängen zu Hause/im Quartier sowie 5'000 MWh/a Ladevorgängen am Arbeitsplatz zugeordnet. Die räumliche Darstellung zeigt auf, dass ein Grossteil des Strombedarfs in den dicht bebauten Gebieten anfällt (Abbildung 16). Mittels eines Lastmanagements kann das lokale Stromnetz entlastet werden.

Die vollständige Hektarraster-Karte ist im Anhang G abgebildet und bietet Hilfestellung bezüglich der Stromnetzentwicklung und der Planung der Elektrostationen.

<sup>16</sup> Annahme: Energiekennzahl für Neubauten 35 kWh/m<sup>2</sup>; Wohnflächenbedarf 45 m<sup>2</sup>/Person

Strombedarf Elektromobilität  
[MWh/a]

Abbil-

dung 16: Strombedarf Elektromobilität 2050 (Quelle: PLANAR)

## Wärmepumpen (WP)

Der Strombedarf durch Wärmepumpen im Jahr 2050 wird auf total rund 32'100 MWh/a geschätzt. Dieser wird räumlich in zwei Hektarrastern dargestellt:

- V1, Holzwärmeverbund, bei welchem eine Anschlussdichte von 60 % berücksichtigt wird
- Eignungsgebiete sowie alle anderen Verbundgebiete mit Einsatz von dezentralen Wärmepumpen (Annahme: Einsatz von 10% Holz)

Die Abbildung 17 (links) widerspiegelt, dass in den dicht bewohnten Gebieten (kommunale Siedlungsfläche entlang der Bahnlinie und dem Aabach) ein höherer Strombedarf erwartet wird. Abbildung 17 (rechts) verdeutlicht, dass auch in Verbundgebieten ohne Einsatz von dezentralen Wärmepumpen der Strombedarf aufgrund von Wärmepumpen steigt, da nicht alle Haushalte/Gewerbe an den Verbund anschliessen werden. Der Anstieg ist jedoch weniger stark als in den übrigen Gebieten. Die Hektarraster sind im Anhang G ersichtlich.

Strombedarf Wärmepumpen (MWh/Jahr)

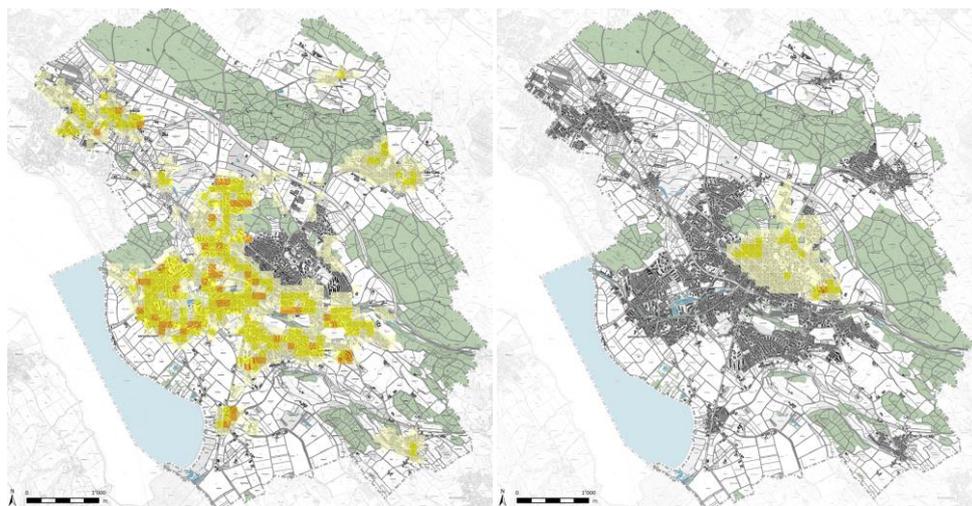
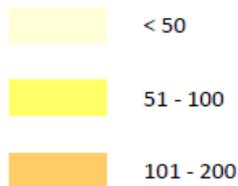


Abbildung 17: Strombedarf Wärmepumpen 2050, links: Eignungsgebiete sowie Verbundgebiete mit Einsatz von dezentralen Wärmepumpen, rechts: Verbundgebiet V1, ohne Einsatz von dezentralen Wärmepumpen (Quelle: PLANAR)

PV-Anlagen

Die Abschätzung der Stromproduktion durch PV-Anlagen zeigt im Sommerhalbjahr eine Produktion von rund 84'000 MWh/Halbjahr und im Winterhalbjahr von rund 30'000 MWh/Halbjahr. Diese Werte zeigen auf, dass im Sommer deutlich mehr Solarenergie produziert wird als im Winter. Dies ist ebenfalls aus den beiden Hektarrastern ersichtlich (Abbildung 18 bzw. Anhang G). Zurückzuführen ist der Unterschied auf die höheren Anzahl Sonnenstunden sowie intensivere Sonneneinstrahlung im Sommer.

Stromproduktion PV [MWh/Halbjahr]

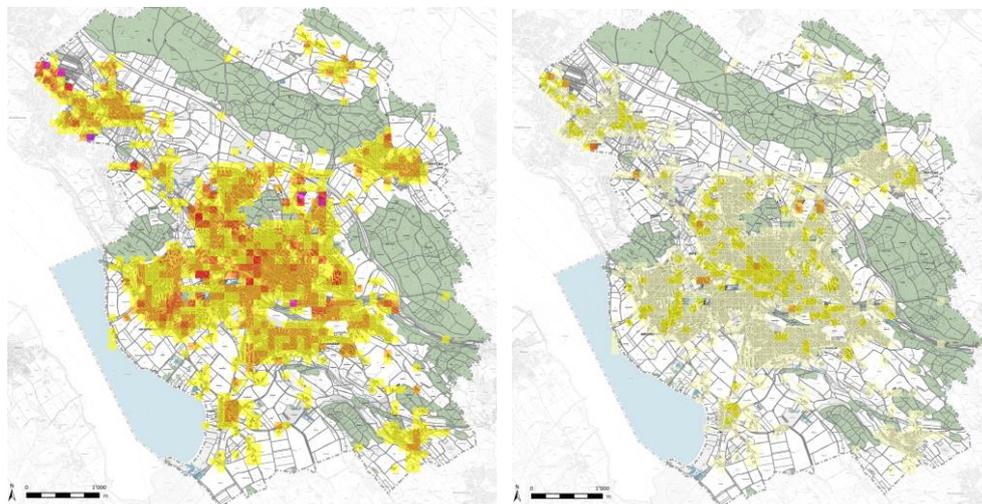
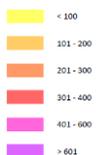


Abbildung 18: Stromproduktion PV-Anlagen 2050, links: Sommerhalbjahr, rechts: Winterhalbjahr (Quelle: PLANAR)

Aufsummiert ergibt sich eine Stromproduktion durch PV-Anlagen von total rund 114'000 MWh/ Jahr.

Veränderung Strombedarf ab Netz

Die Veränderung Strombedarf ab Netz resultiert aufgrund des erhöhten Bedarfs im Bereich der Wärmepumpen und der Elektromobilität sowie aufgrund der erhöhten Stromproduktion durch PV-Anlagen. Die Veränderungen werden in Form von Monatsbilanzen aufgezeigt. Diese Abschätzung kann dem Elektrizitätswerk (Energie Uster AG) zur Überprüfung der Netzkapazitäten sowie für Überlegungen zum Netzausbau dienen. Für

Sommerüberschuss und Winterstromlücke

Elektrizitätswerke sind v.a. die Lasten und Lastspitzen (Leistungsbedarf) wichtig. Als Grundlage zur Modellierung der Lastspitzen kann die vorliegend aufbereitete, erwartete Energiemenge pro Monat dienen (Abbildung 19).

Photovoltaikanlagen produzieren im Sommer häufig mehr Strom, als aktuell benötigt wird. Dies führt zu einem Überschuss (Sommerüberschuss), welcher das Stromnetz belasten kann. Der Sommerüberschuss entsteht durch die starke Sonneneinstrahlung und die langen Tage, während der Stromverbrauch in dieser Zeit oft geringer ist.

Im Winter hingegen ist die Sonneneinstrahlung schwächer, und die Tage sind kürzer, sodass die PV-Anlagen deutlich weniger Strom erzeugen. Gleichzeitig steigt in dieser Zeit der Strombedarf, beispielsweise durch Heizung und Beleuchtung, wodurch eine Winterstromlücke (Winterunterdeckung) entsteht. Somit stehen Überschüsse im Sommer einer Unterversorgung im Winter gegenüber, was eine Herausforderung für die Stabilität des Stromnetzes darstellt. In der Abbildung 19 sind der Sommerüberschuss durch die grüne Fläche sowie die Winterstromlücke durch die rote Fläche visualisiert. Die schwarze Linie visualisiert die Monatsbilanz.

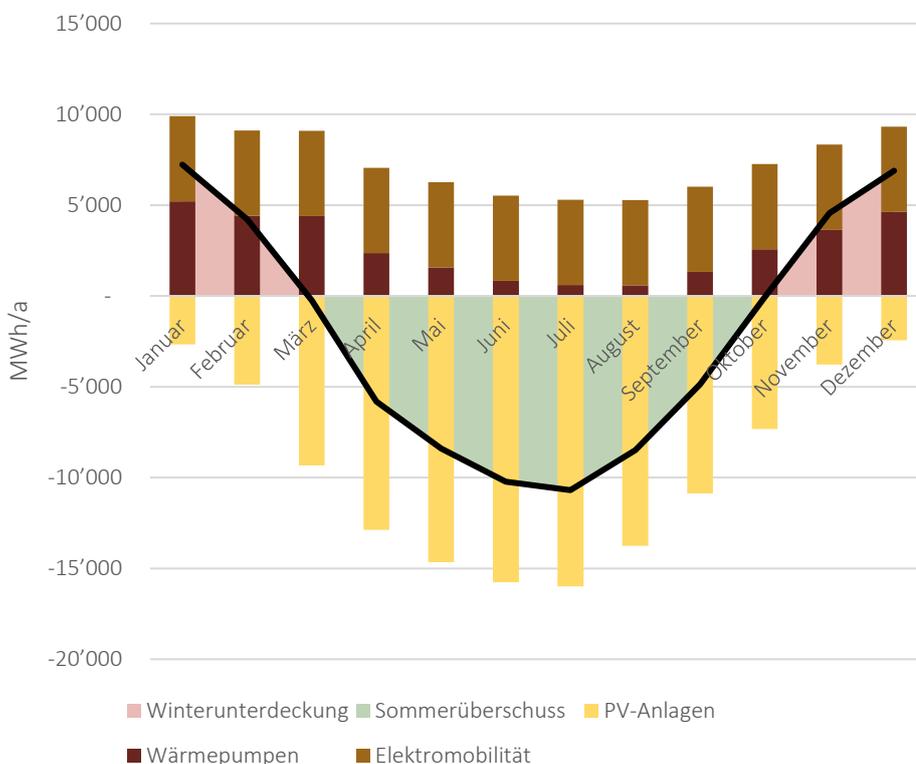


Abbildung 19: Veränderung Strombedarf ab Netz pro Monat (Quelle: PLANAR, in Anlehnung an die Energie Uster AG)

Die Stromproduktion in der Schweiz ist relativ stabil und liegt seit mehreren Jahren bei ca. 66 TWh. Der Strombedarf lag im Jahr 2022 bei rund 57 TWh (24). Im Winter ist die Schweiz jedoch auf Stromimporte angewiesen, da die Produktion den höheren Verbrauch über die kalten Wintermonate nicht decken kann. (25) Der während den Wintermonaten importierte Strom ist mehrheitlich nicht erneuerbar. Die Nutzung von Umweltwärme mit Wärmepumpen verschärft die Problematik. Um auch den für die Wärmeproduktion notwendigen Strombedarf erneuerbar decken zu können, ist ein entsprechender Ausbau von erneuerbaren Stromerzeugungs- und Speicheranlagen notwendig.

## 7 Ziele im Wärmebereich

Sowohl der Bund als auch der Kanton Zürich haben die Zielsetzung von Netto-Null Treibhausgasen beschlossen. Für die kommunalen Klimaziele sind die Gemeindeordnung und der Massnahmenplan Klima massgebend. Kapitel 2 gibt einen detaillierten Überblick über die bestehenden Zielsetzungen und Grundlagen.

Bedeutung Netto-Null

Die Verbrennung von fossilen Energieträgern verursacht hohe Treibhausgasemissionen. Für die Erreichung der Zielsetzungen ist daher der vollständige Umstieg auf 100 % erneuerbare Energiequellen unumgänglich. Da die Energieressourcen jedoch begrenzt sind und auch erneuerbare Ressourcen Klima und Umwelt belasten, ist ein möglichst effizienter Einsatz der genutzten Energien notwendig. Zudem hängt die Zielerreichung von einer Vielzahl von Faktoren wie politischen Entscheiden, Wirtschaftlichkeit der Verbunde, technischer Machbarkeit, Materialverfügbarkeit sowie finanziellen und personellen Ressourcen ab. Durch eine konsequente und rasche Umsetzung der vorgesehenen Massnahmen können der Primär- und Endenergiebedarf sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen reduziert und die Zielsetzungen der Stadt Uster erreicht werden.

### 7.1 Unterziele und Absenkpfad Wärme

Zur Abschätzung der Entwicklung der Wärmeversorgung und zur Überprüfung der Zielerreichung wurde eine einfache Wirkungsüberprüfung vorgenommen. Die Wirkungsüberprüfung ist in Kapitel 8.3 genauer beschrieben.

Aufgrund der länger dauernden Prozesse von der Planung bis zur Realisierung eines Wärmeverbundes, ist davon auszugehen, dass die Zunahme des Anteils erneuerbarer Energien und der Rückgang fossiler Wärme nicht linear erfolgen wird und in der ersten Phase langsamer verläuft als in der zweiten Phase bis 2050.

Die Entwicklung des Energieträgermix Wärme beim Szenario Netto-Null bis 2050 ist im Absenkpfad graphisch dargestellt:

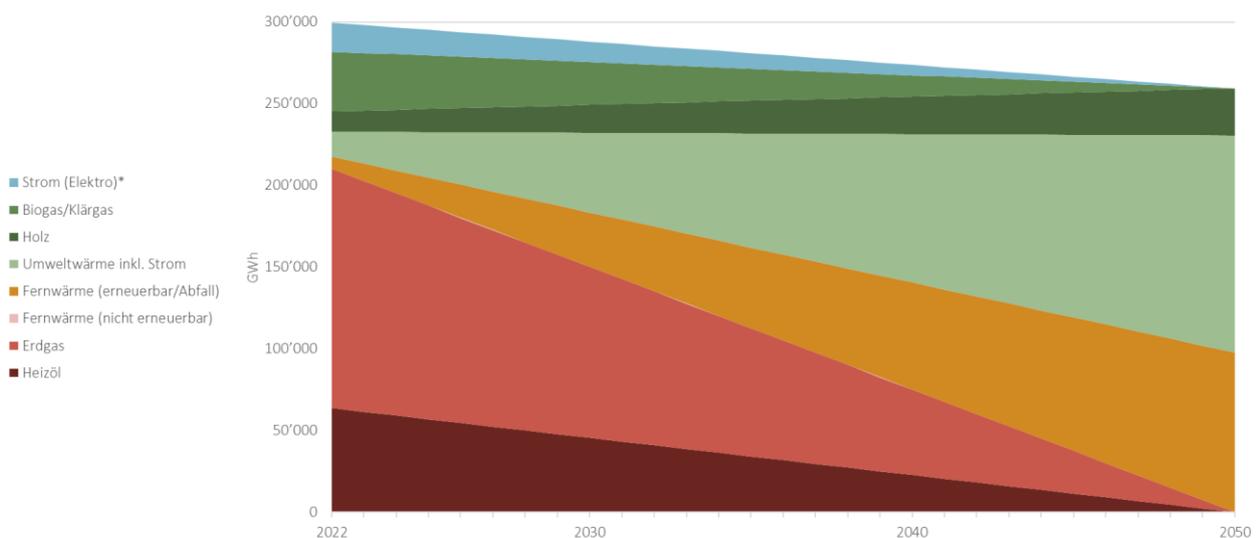


Abbildung 20: Absenkpfad Wärme bis 2050 der Stadt Uster (lineare Darstellung); da ab 2030 eine Sanierungspflicht für Elektroheizungen besteht, ist davon auszugehen, dass der Anteil Wärme durch Elektroheizungen ab 2030 den übrigen erneuerbaren Energien zuzuordnen ist.

Die Entwicklung der Treibhausgase im Wärme-Bereich ist in Abbildung 21 dargestellt. Es wurde die Annahme getroffen, dass sich die Treibhausgasemissionsfaktoren für erneuerbare Energien bis 2050 auf 1/3 der heute gültigen Faktoren reduzieren werden. Dies aufgrund von Entwicklung in Richtung einer weiteren Dekarbonisierung der Energiegewinnung, Erstellung von Infrastrukturen und Mobilität.

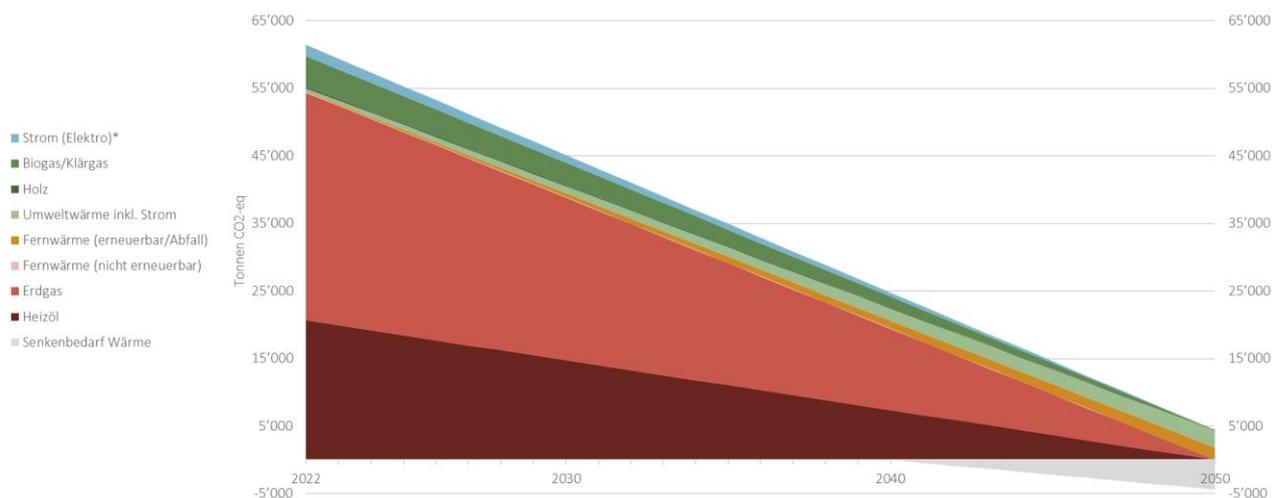


Abbildung 21: Absenkpfad Treibhausgase (Wärme) bis 2050 der Stadt Uster, da ab 2030 eine Sanierungspflicht für Elektroheizungen besteht, ist davon auszugehen, dass der Anteil Treibhausgase durch Elektroheizungen ab 2030 den übrigen erneuerbaren Energien zuzuordnen ist.

Aus der Wirkungsüberprüfung wurden Ziele und Zwischenziele abgeleitet. Zur Bestimmung der Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien wurden die Daten des Wärmemodells der Energie Uster AG verwendet, welches die Lebensdauer der fossilen Heizsysteme sowie die Planungs- und Realisierungsdauer für den Aufbau der thermischen Netze berücksichtigt. Die Zwischenziele gehen dabei davon aus, dass Wärmeverbunde in Prüfung realisiert werden können.

Tabelle 4: Zwischenziele Wärme für die Stadt Uster

	2022	2035	2050
Endenergie Wärme (GWh/a)	300	275	247
Anteil erneuerbare Energie (%)	30 <sup>17</sup>	54	100

<sup>17</sup> Der Anteil erneuerbare Wärme liegt gemäss dem Modell der Energie Uster AG bei rund 25 %. In diesem Modell sind jedoch Freudwil, Sulzbach und Riedikon nicht berücksichtigt, welche teilweise über kein Gasnetz verfügen. Diese wurden im Modell der Energieplanung mit einem höheren Anteil an erneuerbaren Energien eingerechnet. Zudem geht das Modell der Energie Uster AG von einem tieferen Anteil an Holz und Elektroboilern aus.

## 8 Räumliche Festlegung

Der Energieplan legt Massnahmen zur Erreichung einer nachhaltigen Wärmeversorgung fest. Durch die Bezeichnung konkreter Verbundgebiete 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, Kapitel 5.4.1) 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 (Stand: 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, Kapitel 5.4.1):

- 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 Gebietskategorien eingeteilt: Verbundgebiete, Gasgebiete und Eignungsgebiete.<sup>18</sup>

**Verbundgebiete** 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. Energieplankarte, Anhang A). Bei Verbundgebieten «in Planung» ist teilweise die Zustimmung der Organe der Energie Uster AG zum Bau bereits erfolgt. Bei anderen Verbundgebieten «in Planung» gilt der Vorbehalt der Zustimmung der Organe der Energie Uster AG zum Bau.

Flächendeckend werden Aussagen zur Entwicklung der Gasversorgung gemacht.<sup>19</sup> Für das ganze Gasgebiet wurde die Stilllegung bis 2050 definiert. Das kantonale Geodatenmodell definiert Stilllegung wie folgt: «Entscheidung der Gemeinde zur Stilllegung des Gasnetzes» (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Umsetzung Kategorien gemäss Geodatenmodell für kommunale Energieplanung

Kategorien	Verbundgebiet			Gasgebiet			Eignungsgebiet
	In Betrieb	In Planung	In Prüfung	Fortbestand	Stilllegung	(Stilllegung) in Prüfung	
<b>Status</b>	In Betrieb	In Planung	In Prüfung	Fortbestand	Stilllegung	(Stilllegung) in Prüfung	
<b>Verbindlichkeit</b>	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Festlegung	Empfehlung
<b>Unterscheidungskriterien</b>	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

**Kantonale Förderung** In Verbundgebieten «in Betrieb» und Verbundgebieten «in Planung» fördert der Kanton Zürich ausschliesslich Anschlüsse an den Wärmeverbund. Einzellösungen (z.B. Wärmepumpen) werden nicht gefördert. Ausnahmen werden gewährt, wenn der Verbundbetreiber eine Liegenschaft nicht anschliessen will oder der Anschluss wirtschaftlich nicht gleichwertig ist wie eine Einzellösung.

<sup>18</sup> <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/energie/energieplanung.html>, Kantonales Geodatenmodell, Umsetzung Kategorien, 17.10.2023

<sup>19</sup> Eignungsgebiete beinhalten Empfehlungen zu den örtlich zweckmässigsten Energieträgern für Individuallösungen. In diesen Gebieten sind aufgrund ungenügender Wärmebedarfsdichte keine grossräumigen, thermischen Netze vorgesehen.

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

**Massnahmenblätter** Jedes Verbundgebiet ist in einem Massnahmenblatt detailliert beschrieben. Im Wesentlichen geben sie Auskunft über den Gegenstand, die Zielsetzung, das Vorgehen und die massgeblichen Beteiligten. Die Massnahmenblätter zeigen auf, mit welchem Vorgehen die festgelegten Zielwerte pro Gebiet konkret erreicht werden können.

Für das Erreichen der formulierten übergeordneten Ziele des kommunalen Energieplans (siehe Kapitel 7) sind die konkreten Umsetzungsschritte rasch einzuleiten.

Tabelle 6 gibt eine Übersicht, welche Energieträger und in Kapitel 5 ausgewiesenen Potenziale in welchem Gebiet zum Einsatz kommen.

*Tabelle 6: Verbundgebiete und eingesetzte Energieträger*

Nr.	Bezeichnung	Energieträger
V1	Uster Nord	Holz, ökologisiertes Erdgas, weitere
V2	Uster Zentrum	Abwärme, Erdwärme, ökologisiertes Erdgas, weitere
V3	Nänikon	Stückholzabfall, Grundwasser, Holz, Erdwärme, Abwärme, weitere
V4	Dietenrain	Erdwärme, Holz
V5	ARA	Abwärme ARA
V6	Ackerstrasse	Erdwärme, Luft, Abwärme, weitere
V7	Strick/ Gschwader	Luft, Erdwärme (Tiefenbeschränkung), Abwärme, weitere
V8	Haberweid	Grundwasser, Erdwärme, weitere
V9	Trümppler Areal	Grundwasser, Abwärme

Das Potenzial des Greifensees wurde vertieft geprüft, eine wirtschaftliche Nutzung ist jedoch in Uster nicht möglich. Die Solarthermie ist grundsätzlich überall nutzbar.

**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 von «in Prüfung» zu den in blau hinterlegten Festlegungen gemäss Tabelle 5 notwendig (bei Verbundgebiet in Betrieb oder in Planung; bei Gasgebiet Fortbestand oder Gasgebiet Stilllegung).

**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.

## 8.2 Massnahmen

Die unten aufgeführten Verbund- und Eignungsgebiete sind in Massnahmenblättern im Anhang B detailliert beschrieben. Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht der verschiedenen Verbund- und Eignungsgebiete:

Tabelle 7: Ortsgebundene Massnahmen

Verbundgebiete in Betrieb	Verbundgebiete in Planung	Verbundgebiete in Prüfung
V1 Uster Nord: – V1.1 Initialprojekt – V1.3 Erweiterung Rehbühl, Etappe 1	V1 Uster Nord: – V1.2 Ausbau Süd, Neuwiesenstrasse bis 2026 – V1.4 Erweiterung Rehbühl, Etappe 2 bis 2026 – V1.5 Nord/West, Wagnern-/Alpenblickstrasse bis 2029 – V1.6 Ausbau Ost, Bordacker-/Hegetsberg bis 2031 – V1.7 Ausbau West, Hasenbühl bis 2036 – V1.8 Ausbau Sportanlage Buchholz bis 2036	V1 Uster Nord: – V1.9, Ausbau West, Industriestrasse
V2 Uster Zentrum: – V2.1 Initialprojekt «Am Stadtpark bis Schulhaus Pünt» (seit Mitte 2023)	V2 Uster Zentrum: – V2.2 Ausbau Nord, Gerichtsplatz (bis 2025) – V2.3 Ausbau Ost, Uster 77 (bis 2026) – V2.4 Ausbau West, Zeughaus (bis 2028) – V2.5 Ausbau Nord, Bahnhof (bis 2031) – V2.7 Ausbau Süd-West (bis 2030)	V2 Uster Zentrum: – V2.6 Ausbau Süd, im Lot – V2.8 Ausbau Ost, Freiestrasse – V2.9 Ausbau Ost, Oberuster
	V3 Nänikon: – V3.1 Nänikon (bis 2033) – V3.2 Nänikon (bis 2036)	V3 Nänikon: – V3.3 Zentrum Nänikon – V3.4 Werrikon
	V4 Dietenrain: – V4.1 Dietenrain (bis 2037) – V4.2 Dietenrain (bis 2039)	
V5 ARA Abwärme: – V5.1 ARA Süd – V5.2 ARA Nord		V5 ARA Abwärme: – V5.3 ARA Mitte – V5.4 ARA Niederuster
		V6 Ackerstrasse
		V7 Strick/Gschwader
		V8 Haberweid

Verbundgebiete in Betrieb	Verbundgebiete in Planung	Verbundgebiete in Prüfung
V9 Trümpeler Areal		

Eignungsgebiete	
E1	Erdwärme (Luft/ Holz)
E2	Wasser (Luft/ Holz)
E3	Luft (Holz)

Neben den Massnahmen zu den Verbund- und Eignungsgebieten sind für die erfolgreiche Umsetzung der Energieplanung ergänzende Massnahmen ohne räumlichen Bezug notwendig. Um Doppelspurigkeit zu vermeiden, werden diese jedoch nicht in der Energieplanung, sondern in der Massnahmenplanung des bereits bestehenden Massnahmenplan Klimas abgebildet.

### 8.3 Wirkungsabschätzung

Wirkungsabschätzung

Zur Überprüfung der Wirkung der Massnahmen wurde eine Wirkungsabschätzung vorgenommen (vgl. Anhang E). Die Abschätzung basiert auf den Auswertungen der Energieplanung sowie dem Energiemodell der Energie Uster AG und den ihm zugrunde liegenden Analysen. Diese Daten wurden mit der Energiebilanz des Energie- und Klimakalkulators, gemäss dem vorliegenden Bericht abgeglichen.

Annahmen

Für eine Abschätzung der Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs wurde eine energetische Sanierungsrate von 1.5 % (26) pro Jahr und ein Sanierungserfolg mit einer Einsparung der Wärmemenge, welche die Bauperiode der jeweiligen Gebäude berücksichtigt, angenommen. Die Sanierungsrate wird neben den Anstrengungen durch die Stadt Uster auch von der Entwicklung überkommunaler Faktoren wie beispielsweise der Energiepreisentwicklung und den kantonalen Förderprogrammen beeinflusst.

Weiter wurde mit einer Bevölkerungsentwicklung von zusätzlich 10'000 Einwohnerinnen und Einwohner bis 2050 und damit verbunden mit einem zusätzlichen Wärmebedarf von rund 16 GWh/a gerechnet. Der zusätzliche Bedarf von rund 3 GWh/a in Entwicklungsgebieten wurde den entsprechenden Gebieten im Energieplan zugeordnet. Die übrige Wärmezunahme von rund 13 GWh/a wurde anteilmässig auf das Siedlungsgebiet verteilt.

Wirkungsüberprüfung

Die Wirkungsüberprüfung zeigt auf, mit welcher Entwicklung in den Massnahmengebieten die gesetzten Ziele erreicht werden können. Dabei wurden pro Gebiet Annahmen getroffen. Bei den Verbundgebieten betrifft dies den Ausbaugrad des Wärmeverbundes sowie die Anschlussdichte. Bei den Eignungsgebieten (Einzellösungen) wurden Annahmen zum Prozentsatz, welcher eine Umstellung vornimmt, sowie zum Anteil erneuerbare Energien nach erfolgter Umstellung getroffen (Anhang E).

Aufgrund der länger dauernden Prozesse von der Planung bis zur Inbetriebnahme eines Wärmeverbundes, ist davon auszugehen, dass die Zunahme des Anteils erneuerbarer Energien nach einer Start- respektive Planungsphase beschleunigt wird. Aus diesem Grund wurden zur Bestimmung der Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien die Daten des

Wärmemodells der Energie Uster AG verwendet, welches die Lebensdauer der fossilen Heizsysteme sowie die Planungs- und Realisierungsdauer für den Aufbau der thermischen Netze berücksichtigen.

Der heutige Anteil erneuerbarer Wärme beträgt 30%. Bei einem erfolgreichen Aufbau der Verbunde (inkl. Verbunde in Prüfung) ist eine Steigerung auf 54 % bis 2035 denkbar. Für das kommunale Ziel von Netto-Null Treibhausgasen bis 2050 ist ein Umstieg auf 100 % erneuerbare Wärme notwendig.

Fazit

Das Ziel der Stadt Uster, bis 2050 Netto-Null Treibhausgasemissionen zu erreichen, erfordert entschlossenes und rasches Handeln. Der Wärmesektor spielt darin eine entscheidende Rolle. Da die Verbrennung fossiler Energieträger hohe Treibhausgasemissionen verursacht, ist der vollständige Umstieg auf 100 % erneuerbare Energiequellen unumgänglich. Der behördenverbindliche kommunale Energieplan der Stadt Uster dient dabei als zentrales Planungs- und Koordinationsinstrument im Wärme- und Kältebereich. Die konsequente Umsetzung der darin vorgesehenen Massnahmen ist ein entscheidender Hebel, mit dem die Stadt Uster ihre Klima- und Energieziele im Wärmebereich erreichen kann.

## Glossar

2'000 Watt	Kontinuierliche Leistung von 20 Glühlampen (à 100 Watt). Dieses Leistungsmass entspricht einem Energieverbrauch von 17'500 kWh pro Jahr (bei 8'760 Volllaststunden pro Jahr). Um die Jahrtausendwende war dieser Wert identisch mit dem mittleren globalen Energieaufwand pro Kopf. 1960 entsprach der Schweizer Energiekonsum diesem Wert; heute liegt dieser im Schnitt mit 6'500 Watt pro Person mehr als dreimal höher.
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 <sub>2</sub> -Gesellschaft, erreicht und der heutige CO <sub>2</sub> -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 <sub>2</sub>	Kohlendioxid. Dieses Treibhausgas entsteht z.B. bei der Verbrennung von Heizöl und Erdgas.
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Mit dem jeweiligen Treibhauspotenzial gewichtete Summe der verschiedenen Treibhausgase (z.B. CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> 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).
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.
EnerG	Energiegesetz des Kantons Zürich (vom 19. Juni 1983).
EnG	Energiegesetz (EnG) auf Bundesebene vom 30. September 2016 (Stand am 1. Januar 2021)
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.
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 wärmeisolierten Rohrsystem, das überwiegend erdverlegt ist. Mit einem Fernwärmenetz werden ganze Stadtteile erschlossen.
Gestaltungsplan	Ein Gestaltungsplan ist Teil der Nutzungsplanung und trifft Aussagen darüber, wie ein Gebiet bebaut werden kann. Er ist wie der Zonenplan und das Baureglement eigentümerverbindlich. Der Gestaltungsplan verfeinert die Vorgaben des Zonenplanes mit zusätzlichen Aussagen über die Nutzung, Erschliessung, Bebauung und Ausstattung. Darin werden vor

allem verbindliche Aussagen zu Gebäudehöhe und -länge, Ausnützung, Nutzung, Architektur, Erschliessung, Umgebungsgestaltung und so weiter gemacht.

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).
JAZ	Die Jahresarbeitszahl, kurz JAZ, beschreibt die Effizienz des gesamten Heizsystems über ein Jahr und ist die wichtigste Grösse zur Angabe der Effizienz einer Wärmepumpe.
KEZO	Die Verbandsgemeinden bilden unter der Bezeichnung «Zweckverband Kehrrechtverwertung Zürcher Oberland» (KEZO) auf unbestimmte Dauer einen Zweckverband nach den Bestimmungen des Gemeindegesetzes. Der Sitz der KEZO befindet sich in Hinwil.
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).
Mono- und bivalente Systeme	Muss ein System in allen möglichen Betriebszuständen die erforderliche Heizleistung erbringen, spricht man von monovalenten Systemen. Bei bivalenten Systemen werden zusätzliche Erzeuger zur Abdeckung der Spitzenlasten alternativ oder parallel zugeschaltet.
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 Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) die "Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)" erarbeitet.
MWh	Megawattstunden, Einheit für Energie. 1'000 Megawattstunden ergeben 1 Gigawattstunde (GWh).
Ökologisiertes Gas	Das ökologisierte Gas der Energie Uster AG besteht aus Biogas aus der Schweiz und CO <sub>2</sub> -kompensiertem Erdgas aus der Schweiz und/oder der Europäischen Union.
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.
Prozesswärme	Wärme, welche für technische Prozesse und Verfahren benötigt wird.
PV (Photovoltaik)	Umwandlung von Lichtenergie in Strom (elektrischer Strom).
Wärmebedarfsdichte	Diese Grösse sagt aus, wie hoch der Wärmebedarf pro Einheit Siedlungsgebiet ist (z.B. in MWh/a pro Hektare).
Wärmekraftkopplung (WKK)	In Wärmekraftkopplungsanlagen werden fossile Brennstoffe oder Biomasse in hochwertige Elektrizität und Nutzwärme umgewandelt. Dabei entsteht mittel- bis hochwertige nutzbare Abwärme. WKK-Anlagen sind unter voller Nutzung der entstehenden Abwärme zu betreiben (wärmegeführt).

## Literaturverzeichnis

- (1) EnergieSchweiz. Energie- und Klimakalkulator von EnergieSchweiz. [Online] EnergieSchweiz. [Zitat vom: 30. 08 2023.] [www.local-energy.swiss](http://www.local-energy.swiss).
- (2) Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL). Faktenblatt "Ersatz des Wärmeerzeugers". 2021.
- (3) Bundesamt für Umwelt (BAFU). Das Übereinkommen von Paris. [Online] 23. 06 2023. [Zitat vom: 30. 08 2023.] <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klima--internationales/das-uebereinkommen-von-paris.html>.
- (4) Bundesamt für Energie (BFE). Energieperspektiven 2050+ Kurzbericht. 2020.
- (5) Kanton Zürich. Kantonaler Richtplan. 2023.
- (6) Energie Uster AG. Geschäftsbericht Energie Uster AG 2022. 2022.
- (7) EBP. Electric and Hydrogen Mobility Scenarios Switzerland 2050. 2024.
- (8) Bundesamt für Energie (BFE). Verständnis Ladeinfrastruktur 2050, Wie lädt die Schweiz in Zukunft? 2023.
- (9) Bundesamt für Energie (BFE). Energieperspektiven 2050+: Entwicklung der Stromproduktion. 2024.
- (10) Baudirektion Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie, und Luft (AWEL). Heizen und Kühlen mit Abwasser- Leitfaden für die Planung, Bewilligung, und Realisierung von Anlagen zur Abwassernutzung. 2010.
- (11) Kanton Zürich. Energieplan des Kantons Zürich. [Online] [Zitat vom: 31. 08 2023.] <https://maps.zh.ch/>.
- (12) Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL). Stelle 488: Riedkerbach bei Riedikon. 2021.
- (13) Kanton Zürich. Abfluss und Wasserstand. Historische Daten der Messstation Aabach-Niederuster. 2023.
- (14) Kanton Zürich. Wassertemperatur. [Online] [Zitat vom: 31. 08 2024.] <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/messdaten/wassertemperaturen.html>.
- (15) EAWAG. Thermische Nutzung von Seen und Flüssen. [Online] [Zitat vom: 8. Juli 2024.] <https://thermdis.eawag.ch/de/potential>.
- (16) Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Fachstelle Energie Stadt Zürich, Departement der industriellen Betriebe, Energiebeauftragte Stadt Zürich. Potenzial Energieholz Kanton & Stadt Zürich. 2023.
- (17) Holzenergie Schweiz. Energieholz-Versorgung Grundlagen und Strategie. 2022.
- (18) Gemeinde Uster. ARA Jungholz. [Online] [Zitat vom: 31. 08 2023.] <https://www.uster.ch/unterinstanzen/8097>.
- (19) Bundesamt für Landestopografie swisstopo. map.geo.admin.ch. [Online] [Zitat vom: 31. 08 2023.] [https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.zeitreihen.ch.bfs.gebaeude\\_wohnungs\\_register.ch.bav.haltstellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege.ch.astra.wanderland-sperrungen\\_umleitungen.ch.bfe](https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.zeitreihen.ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register.ch.bav.haltstellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege.ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen.ch.bfe).
- (20) Thees, Oliver et al. Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung - Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET. 2017.

- (21) Kanton Zürich. Potenzialgebiete Windenergie. 2022.
- (22) Stadt Uster. Stadtentwicklungskonzept STEK. 2019.
- (23) Kanton Zürich. Zukünftige Entwicklung. [Online] [Zitat vom: 9. Juli 2024.]  
[https://www.zh.ch/de/soziales/bevoelkerungszahlen/zukuenftige\\_entwicklung.html](https://www.zh.ch/de/soziales/bevoelkerungszahlen/zukuenftige_entwicklung.html).
- (24) Bundesamt für Energie (BFE). Energieperspektiven 2050+, Exkurs Biomasse. 2021.
- (25) Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE). Stromverbrauch. 2024.
- (26) UVEK. Faktenblatt «Energieversorgung der Schweiz und internationale Entwicklung». 2017.

## **Anhänge**

**A Energieplankarte**

**B Massnahmenblätter**

**C Infrastrukturplan**

**D Potenzialplan**

**E Wirkungsabschätzung**

**F Wärme-/ Kältebedarfsdichtekarten**

**G Auswirkungen auf den Elektrizitätsbedarf**

- Strombedarf Elektromobilität
- Strombedarf Wärmepumpe
- Strombedarf Wärmepumpe V1
- Stromproduktion PV Sommer
- Stromproduktion PV Winter