

WÄRMEVERBUNDE UND NETZE WINTERTHUR
AUSARBEITUNG MASTERPLAN TEIL 2
ZUSAMMENFÜHRUNG TEIL 1 + TEIL 2 ZUM MASTERPLAN

BERICHT VORSTUDIE
STADTWERK WINTERTHUR

Winterthur, 14.11.2023, Version 1.0, Schlussbericht an Stadtwerk
Winterthur, 18.03.2024, Version 1.1a, Textanpassungen

Projektleitung / Projektteam

Stadtwerk Winterthur	Felix Winter	felix.winter@win.ch
Stadtwerk Winterthur	Frank Schilt	frank.schilt@win.ch
Stadtwerk Winterthur	Stefan Treudler	stefan.treudler@win.ch
Stadtwerk Winterthur	Roger Müller	roger.mueller@win.ch

Verfasser

Denkgebäude AG	Martin Kolb	martin.kolb@denkgebaeude.ch
Denkgebäude AG	Stefan Fauser	stefan.fauser@denkgebaeude.ch

MANAGEMENT SUMMARY

Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die kommunale Energieplanung der Stadt Winterthur wurde im Hinblick auf die CO₂-Ziele «Netto Null bis 2040» komplett überarbeitet. Der neue kommunale Energieplan ist seit Anfang 2023 in Kraft.

Ein zentraler Ansatzpunkt des Energieplans ist die Senkung des CO₂-Ausstosses bei der Wärmeversorgung der Liegenschaften. Der kommunale Energieplan sieht vor, die Nutzung von Abwärme aus der KVA und von regenerativen Energieträgern zu forcieren, bestehende Wärmenetze auszubauen, miteinander zu koppeln und durch neue Netze zu erweitern.

Im Mai 2023 veröffentlichte Stadtwerk Winterthur die Studie «Wärmeverbunde und Netze» (Masterplan Teil 1), welche die Gebiete mit einer hohen Realisationschance für Wärmenetze behandelt und konkrete Vorschläge für den Ausbau der Wärmenetze in Winterthur liefert. Bereits die Ausbaupläne gemäss Masterplan Teil 1 stellen aus baulich-technischer und finanzieller Hinsicht eine grosse Herausforderung dar, die nur unter optimalen Bedingungen in vollem Umfang (zeitlich und räumlich) zu bewältigen ist.

Aufbauend auf dem Masterplan Teil 1 soll mit der Studie Masterplan Teil 2 für die weiteren V-Gebiete des kommunalen Energieplans untersucht werden, wie weit hier Wärmeverbunde mit weitgehend CO₂-freier Energie realisiert und allenfalls mit anderen Gebieten verbunden werden können. Mit den Erkenntnissen aus Masterplan Teil 1 und 2 soll ein gesamtheitlicher Masterplan über alle P- und V-Gebiete erarbeitet werden.

Erkenntnisse

Masterplan Teil 1 (Vorstudie vom 31.10.2022)

Die im Masterplan Teil 1 aufgezeigten Konzepte und Kosten haben auch mit Abschluss des Masterplans Teil 2 vollumfänglich Gültigkeit. Die vollständige Umsetzung bedingt in verschiedenen Punkten optimale Rahmenbedingungen und Voraussetzungen.

Neben den notwendigen finanziellen Mitteln braucht es auch die ausreichende Kapazität von Stadtwerk Winterthur, den koordinierenden Stellen, Planern und Baufirmen sowie die Bereitschaft, die erheblichen Bautätigkeiten für den Ausbau der Wärmenetze in Kauf zu nehmen.

Hauptwärmequelle für die Wärmenetze ist die KVA, welche bis zu 80% der Wärmeenergie in die Verbundgebiete liefert. Voraussetzung ist die Realisierung der zusätzlichen Wärmeauskopplung aus den Rauchgasen beim Ersatz der Verbrennungslinie 2 sowie der Einbau eines grossen Wärmespeichers. Bei einer Umsetzung von Carbon Capture and Storage (CCS) könnte mit entsprechender Technik annähernd gleich viel Wärme aus der KVA genutzt werden. Die Stromauskopplung würde sich dann jedoch erheblich verringern.

Masterplan Teil 2 (vorliegende Studie)

Zur Versorgung der im Masterplan Teil 1 nicht enthaltenen V-Gebieten mit regenerativer Energie gibt es zwei Ansätze mit relevantem Leistungspotenzial:

A) Rechenzentrum-Abwärmenutzung (Vantage Rechenzentrum Neuhegi):

Der Abwärme des Rechenzentrums wird ein beachtliches Potential zugeschrieben. Sie kann über eine «kalte» Leitung in die angrenzende Energiezentrale Neuhegi geführt und dort mit Wärmepumpen auf ein Temperaturniveau von rund 70°C gebracht werden. Mit dieser Wärme sollen in 1. Priorität die

Gebiete V10 und V17 versorgt werden. Der Ausbau dieses Netzes könnte auf Basis KVA-Abwärme rasch gestartet werden, um die Kundschaft zu sichern. Sobald ausreichend gesicherte Mengen an Abwärme des Rechenzentrums zu Verfügung stehen, soll die Wärmepumpenanlage realisiert werden. Bei ausreichend gesicherter Abwärme des Rechenzentrums könnte später die Erschliessung des Gebiets V8 mit einer Verbindung bis zur QWV-Zentrale Wasser zur unterstützenden Versorgung der Gebiete P13 und V11 ins Auge gefasst werden.

Die Kosten für die 1. Ausbaustufe der RZ-Abwärmenutzung mit Ausbau der Wärmenetze V10 und V17 belaufen sich auf ca. CHF 55 Mio. Die 2. Ausbaustufe mit der Erschliessung V8 und Zentrale Wasser kostet nochmals ca. CHF 16 Mio.

B) Nutzung der ARA-Abwärme

Das gereinigte Abwasser der ARA weist ein beachtliches und langfristig gesichertes energetisches Potenzial auf, welches mit Wärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht werden könnte.

Das im Masterplan Teil 2 dargestellte Konzept geht von einer «kalten» Leitung bis zum Zentralenstandort beim Schulhaus Wyden aus, ab welcher dann das Gebiet V5 mit einem Wärmenetz erschlossen wird. Die Kosten für die Umsetzung würden sich auf ca. CHF 109 Mio. belaufen.

Verschiedene Rahmenbedingungen zur Nutzung der ARA-Abwärme stellten sich als stark erschwerend heraus. Die Installationen auf dem ARA-Gelände, die Anergie-Leitungsführung ab ARA bis zur neu zu schaffenden Wärmezentrale und der eigentliche Standort der Wärmezentrale weisen Herausforderungen auf, für die im Rahmen dieser Studie noch keine vollständigen Lösungen ausgearbeitet werden konnten.

Die Wärmequelle des gereinigten Abwassers liegt an einem peripheren Punkt von Winterthur und die mittlere Energiedichte des Gebiets V5, Wülflingen ist vergleichsweise tief. Aus diesen Gründen wird der Erschliessung dieses Gebiets eine niedrigere Priorität zugeordnet.

Masterplan Teil 1 + 2 = Masterplan

Der Masterplan (Teil 1 + Teil 2) zeigt auf, dass ein Netzverbund für die bestehenden Gebiete P1, P2, P6, P9, P12, P13, P15 sowie die neuen Gebiete V3, V4, V10, V11 und V17 zielführend realisierbar ist.

Die Gebiete V8 und V5 könnten zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls in den Verbund integriert werden.

Aufgrund der Charakteristik der Gebiete mit verhältnismässig geringer Energiedichte und guten Möglichkeiten für individuelle Lösungen wird empfohlen, für die Gebiete V16, V18 und V19 keine Wärmeverbunde durch Stadtwerk Winterthur zu realisieren.

Chancen und Risiken

- Eine grosse Chance des im Masterplan vorgeschlagenen Konzeptes ist, dass es sich bei den Zentralen und Netzen auf eine bestehende Infrastruktur abstützt, welche kontinuierlich weiter ausgebaut wird. Dabei ist eine parallele Entwicklung von verschiedenen Teilgebieten möglich.
- Durch die Umsetzung des kantonalen Energiegesetzes und der partiellen Stilllegung der Gasversorgung gewinnt der Anschluss an einen Wärmeverbund an Attraktivität.
- Eine grosse Herausforderung ist die zeitliche Abfolge mit dem Ausbau der Netze und Zentralen. Dabei spielen Faktoren wie die Koordination zwischen den verschiedenen städtischen Stellen, die Kapazität bei Stadtwerk Winterthur, Planern und Unternehmern sowie Engpässe bei verfügbarem Material eine bedeutende Rolle.

- Wenn ein Anschluss an einen Wärmeverbund nicht rasch in Aussicht gestellt werden kann, werden potenzielle Wärmebezüger aufgrund des aktuellen Verbots zum Ersatz von Öl-/Gasheizungen bei einem Heizungsersatz auf Eigenlösungen setzen müssen. Die Anschlussdichte in den Wärmeverbunden sinkt und die Wirtschaftlichkeit könnte dadurch nicht mehr gegeben sein.
- Die langfristige Verfügbarkeit von Abfall als Brennstoff für die KVA ist mit Unsicherheiten behaftet. Die Kapazitäts- und Standortsplanung des Kantons Zürich geht von keiner signifikanten Änderung der erwarteten Abfallmengen aus.
- Die Nutzung der Abwärmenutzung vom Rechenzentrum stellt sowohl eine Chance als auch ein Risiko dar. Die Chance der RZ Abwärmenutzung (AWN) ist die im Winter verfügbare Abwärmequelle, bei der ein substantielles Potenzial prognostiziert wird und im Vergleich mit anderen Quellen relativ einfach erschlossen werden kann. Das Risiko der RZ AWN besteht insbesondere darin, dass die Abwärme-Prognosen nicht oder stark reduziert eintreffen oder der RZ-Betrieb eingestellt wird, bevor die Investitionen zur AWN abgeschlossen sind. Allfällige Ersatzlösungen mit erneuerbarem Gas oder Holz müssten im Eintrittsfall gesucht werden.
- Bei der ARA-Wärmenutzung wird die Chance des substantiellen und sicheren Energie-Potenzials durch verschiedene Risiken geschmälert. Das ARA-Erweiterungs-Projekt ist der angedachten Abwärmenutzung zeitlich voraus. Zu verschiedenen zentralen Punkten wie Leitungsführung auf dem ARA-Gelände, ca. 2000 m Trassenführung der Anergie-Leitung bis zur Energiezentrale und der Standort der Energiezentrale konnte die Machbarkeit noch nicht definitiv nachgewiesen werden. Hier zeichnet sich ein langwieriger und hürdenreicher Planungs- und Genehmigungsprozess ab. Mit zunehmender Dauer reduziert sich die zu erwartende Anschlussquote im Gebiet V5, welches ohnehin eine eher geringe Energiedichte aufweist und das Potenzial für individuelle Lösungen bietet.

Laufende Aktivitäten

- Verdichtung der bestehenden Wärmenetze in den P-Gebieten sowie die Erschliessung Neuwiesen Süd und Wartstrasse auf Basis der bewilligten Kredite.
- Vertiefte Planungen für die Grundwasserheizzentrale Aquifer Plus, Ausbau der Wärmenetze V4/Neuwiesen 2, V11 und V3.

Handlungsempfehlung

- Gemäss Masterplan Teil 1 ist die Verdichtung der bestehenden Wärmenetze in den P-Gebieten sowie die Erschliessung Neuwiesen Süd auf Basis der bestehenden Finanzierungsgefässe voranzutreiben.
- Die Standorte der Energiezentralen Schützenwiese und Neuhegi sind langfristig zu sichern.
- Der Masterplan Teil 2 schlägt vor, ergänzend zum Masterplan Teil 1, ein konkretes Projekt für die Nutzung der RZ-Abwärme mit der Erschliessung der Gebiete V10/V17 auszuarbeiten. Dafür wird ein entsprechender Planungskredit benötigt.
- Die ARA-Abwärmenutzung mit der Erschliessung des Gebiets V5 wird in der Priorität zurückgestellt.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Ausgangslage und Aufgabenstellung.....	7
1.1	Ausgangslage	7
1.2	Aufgabenstellung	7
2	Grundlagen	8
3	Energie und Leistung	8
3.1	Basisdaten, Berechnung Energie und Leistung.....	8
3.2	Energie und Leistung im Jahresverlauf	9
4	Wärmeversorgung Masterplan Teil 2	10
4.1	Generelle Hinweise	10
4.2	Abwärmenutzung Rechenzentrum Neuhegi.....	10
4.3	Wärmenutzung aus gereinigtem Abwasser der ARA.....	14
4.4	Wärmenutzung aus Grundwasser	16
4.5	Energie-Holz.....	17
5	Wärmeverbunde und Netze (Masterplan).....	18
5.1	Versorgungskonzept Wärmeverbundgebiete Masterplan Teil 1	18
5.2	Erschliessung P12, Gern mit Fernwärme ab KVA	18
5.3	Konzept Wärmeverbunde alle Gebiete (Masterplan Teil 1 + 2) = Masterplan.....	19
6	Energieträger und CO ₂	21
6.1	Wärmenetze Studie Teil 1 + P12 + RZ AWN Strang Nord (Empfehlung)	21
6.2	Wärmenetze Gesamtgebiet Masterplan (Teile 1 und 2) inkl. Wärmenutzung ARA + RZ AWN Strang Süd (Option)	22
6.3	CO ₂ -Bilanz.....	23
7	Investitionen	24
7.1	Masterplan Teil 1	24
7.2	Annahmen, Grundlagen und Abgrenzungen Masterplan Teil 2	24
7.3	Investitionskosten AWN RZ, 1. Ausbaustufe (Empfehlung Masterplan Teil 2).....	24
7.4	Investitionskosten für Optionen Masterplan Teil 2 (AWN RZ 2. Stufe u. V5 Wüflingen)	25
7.5	Einflussfaktoren Wirtschaftlichkeit.....	25
8	Zeitplan.....	26
8.1	Zeitplan	26
8.2	Herausforderungen (Risiken) im zeitlichen Ablauf:.....	27
9	Chancen und Risiken	28
10	Handlungsempfehlung	29

1 AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG

1.1 Ausgangslage

Das Stadtparlament beschloss im Jahr 2013 den kommunalen Energieplan Winterthur (Energieplan 2011). Zwischenzeitlich wurde die kommunale Energieplanung mit dem Ziel, dass die Stadt in Schritten bis 2040 Netto Null Tonnen CO₂ ausstossen soll, komplett überarbeitet. Der neue Energieplan ist seit Anfang 2023 in Kraft.

Ein zentraler Ansatzpunkt des Energieplans ist das bei der Wärmeversorgung der Liegenschaften vorhandene CO₂ Reduktionspotenzial. Der Energieplan sieht vor, die Nutzung von Abwärme aus der KVA und von regenerativen Energieträgern zu forcieren, bestehende Wärmenetze zu verdichten, auszubauen, miteinander zu koppeln und durch neue Netze zu erweitern.

Der kommunale Energieplan ist die planerische Grundlage für die Wärmeversorgung der Stadt Winterthur und damit ein Planungsinstrument zur Umsetzung der energiepolitischen Ziele der Stadt Winterthur. Der Auftrag im Anschluss an die Energieplanung war, die Versorgung der thermischen Netze in Winterthur in einem Masterplan zu konkretisieren (Revision Kommunale Energieplanung Erläuterungsbericht vom 14. April 2022, Anhang G, Massnahme M1).

Im Masterplan sind die technisch nutzbaren Energie- und Absatzpotenziale zu finden. Nachdem die Potenziale verifiziert wurden, gilt es, die Energieträger pro Versorgungsgebiet festzulegen sowie die technischen und zeitlichen Abhängigkeiten der verschiedenen Netz-Bauprojekte zu klären.

Entsprechend dem Vorgehen im Energieplan ist der Masterplan in zwei Teilen zu erarbeiten. Im Mai 2023 veröffentlichte Stadtwerk Winterthur die Studie «Wärmeverbunde und Netze» (Masterplan Teil 1), welche die Gebiete mit einer hohen Realisationschance für Wärmenetze behandelt und konkrete Vorschläge für den Ausbau der Wärmenetze in Winterthur liefert. Die Ausbaupläne gemäss Masterplan Teil 1 stellen aus baulich-technischer und finanzieller Hinsicht eine grosse Herausforderung dar, die nur unter optimalen Bedingungen zu bewältigen ist.

1.2 Aufgabenstellung

Der kommunale Energieplan ist die erste Stufe in der Ausarbeitung der klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Winterthur.

Die Masterplanstudien sind die zweite Stufe und ein Schritt in Richtung Umsetzung. Sie klären ab, welche Wärmenetze technisch machbar sind.

Aufbauend auf dem Masterplan Teil 1, für die weiteren V-Gebiete des kommunalen Energieplans untersucht werden, wie weit hier Wärmeverbunde mit weitgehend CO₂-freier Energie realisiert und allenfalls mit anderen Gebieten verbunden werden können. Mit den Erkenntnissen aus Masterplan Teil 1 und 2 sollen Empfehlungen für alle P- und V-Gebiete erarbeitet und im Masterplan zusammengeführt werden. Mit dem Masterplan ist die zweite Stufe abgeschlossen.

Die Dritte Stufe ist nicht Inhalt dieser Studie. Sie beinhaltet die Ausarbeitung der konkreten Projekte mit genauer Kosten- und Umsetzungsplanung, welche als Basis für den Nachweis der Wirtschaftlichkeit und die Kreditanträge dienen.

2 GRUNDLAGEN

Die Ausarbeitung der Studie stützte sich im Wesentlichen auf folgende Grundlagen ab:

- Revision Kommunale Energieplanung, Erläuterungsbericht + Massnahmenkatalog, Stand Juni 2022 inkl. zugehöriger Energieplankarte
- Bericht Vorstudie «Wärmeverbunde und Netze Winterthur», Denkgebäude AG, 06.02.2023, genannt Masterplan Teil 1, mit den darin aufgeführten Basisdaten, Berechnungen und Konzepten

3 ENERGIE UND LEISTUNG

3.1 Basisdaten, Berechnung Energie und Leistung

Im Rahmen des Masterplans Teil 1 «Wärmeverbunde und Netze Winterthur» wurden die vorhandenen Basisdaten sowie Berechnungsgrundlagen und -faktoren erläutert und Energie und Leistung für alle infrage kommenden P- und V-Gebiete gemäss Energieplan ermittelt. Für die Herleitung der Berechnungen wird auf den Masterplan Teil 1 verwiesen. Eine geringfügige Änderung ergab sich im Gebiet V8.

Nachfolgend sind die Energie- und Leistungsdaten über alle betrachteten Gebiete aufgeführt:

Primäre Prioritäts- und Verbundgebiete			Verbundgebiete Studienperimeter		
Verbundgebiet	GIS Auszug	Gewählte Werte 2040			
Abk.	Bezeichnung	Fläche GIS gem. Planar [m2]	Abo Leistung [kW]	Leistung Zentrale [kW] ⁶⁾	Energie ab Zentrale [MWh/a] ⁴⁾
P1	Fernwärmegebiet Kehrichtverwertungsanlage	3'060'131	116'165	60'406	178'622
P2	Quartierwärmeverbund Sulzer Stadtmitte	430'264	21'416	12'849	37'930
P6	Wärmeversg. Kantonsschule Rychenberg/Im Lee	60'434	1'260	630	1'698
P13	Quartierwärmeverbund Waser	388'503	9'346	6'075	19'409
P15	Quartierwärmeverbund Rudolf-Diesel-Str.	295'624	6'309	4'101	11'098
V3	Wärmeversorgungsgebiet Tössfeld-Eichliacker	731'822	19'735	14'406	47'912
V4	Wärmeversorgungsgebiet Neuwiesen	845'835	17'910	12'537	43'482
V11	Wärmeversorgungsgebiet Seen	538'400	9'173	6'421	22'268
Summe Primärgebiet		6'351'014	201'313	117'425	362'419
Erweiterte Prioritäts- und Verbundgebiete			Verbundgebiete ausserhalb Studie		
			Gewählte Werte 2040		
Abk.	Bezeichnung	Fläche GIS gem. Planar [m2]	Abo Leistung [kW]	Leistung Zentrale [kW] ⁶⁾	Energie ab Zentrale [MWh/a] ⁴⁾
P7	Quartierwärmeverbund Wyden	246'988	2'376	1'687	5'361
P9	Quartierwärmeverbund Zinzikon	184'017	3'141	2'199	7'626
P12	Quartierwärmeverbund Gern	203'538	3'506	2'490	8'348
V5	Wärmeversorgungsgebiet Wülflingen	1'317'872	12'955	9'069	31'453
V8	Wärmeversorgungsgebiet Orbüel	572'184	3'546	2'340	6'890
V10	Wärmeversorgungsgebiet Oberwinterthur	425'985	7'209	5'046	17'502
V17	Wärmeversorgungsgebiet Guggenbühl	124'877	1'808	1'320	4'390
V16	Wärmeversorgungsgebiet Binzhof	54'760	0	0	0
V18	Wärmeversorgungsgebiet mit tiefer Energiedichte	875'360	10'673	7'418	25'911
V19	Wärmeversorgungsgebiet Hegi	54'295	322	235	783
Summe Erweiterungsgebiete		4'059'877	45'537	31'803	108'262
Summe Primär- und Erweiterung		10'410'891	246'850	149'228	470'681
Gebiete ausserhalb Verbund					
P14	Quartierwärmeverbund Sennhof	189'689	3'850	2'734	9'142

ABBILDUNG 1: ENERGIE UND LEISTUNGSWERTE (PROGNOSE 2040) FÜR ALLE GEBIETE IM PERIMETER MASTERPLAN TEIL 1 + 2

3.2 Energie und Leistung im Jahresverlauf

Die nachfolgende Grafik zeigt die für 2040 prognostizierte Leistung im Jahresverlauf für alle Verbundgebiete im Perimeter Masterplan 1 + 2 (Gebietsgrenzen gemäss Energieplan mit erwarteter Anschlussquote) als Balken. Als blaue Linie dargestellt ist die Leistung, welche die KVA (50 MW), zusammen mit den Holzfeuerungen (8 MW) der Quartierwärmeverbünde von Stadtwerk Winterthur, heute bereitstellen kann. Die gelbe Linie zeigt die entsprechende Leistung nach Fertigstellung des Ersatzes der Verbrennungslinie 2 (ErVel2). Hinweis: Mit zunehmender Wärmeauskopplung sinkt die Stromproduktion der KVA.

Die «Einbrüche» im April und Juni sind die Zeitfenster der geplanten Revisionen, während derer jeweils eine Verbrennungslinie stillgelegt ist.

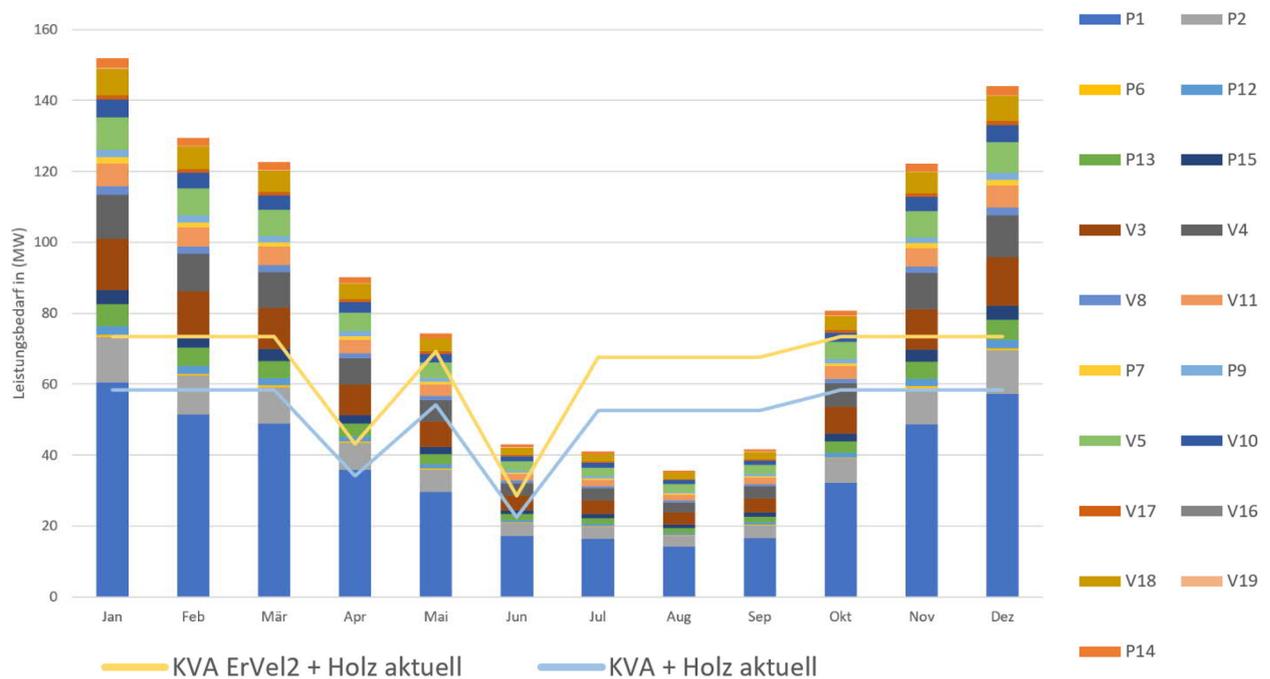


ABBILDUNG 2: LEISTUNGSWERTE (PROGNOSE 2040) FÜR ALLE P- UND V-GEBIETE GEMÄSS ENERGIEPLAN

4 WÄRMEVERSORGUNG MASTERPLAN TEIL 2

4.1 Generelle Hinweise

Die Betrachtung des Masterplans Teil 2 erfolgte über die Gebiete V5, V8, V10, V16, V17, V18 und V19 gemäss kommunalem Energieplan der Stadt Winterthur. V18 besteht aus 3 räumlich getrennten Gebieten und wird daher im Folgenden als V18.1, V18.2 und V18.3 behandelt.

Aufgrund von verschiedenen Abhängigkeiten in Bezug auf die Erschliessung der Gebiete, der Verfügbarkeit der erneuerbaren Energien – insbesondere Holz - sowie von Synergien bei den Energiezentralen wurden auch die bestehenden Quartierwärmeverbunde (P-Gebiete) im Studienperimeter Teil 2 in die Betrachtungen mit einbezogen.

Für jedes Gebiet im Masterplan Teil 2 wurde ermittelt/abgeklärt:

- Energie/Leistung (Prognose 2040) => Zahlen aus Masterplan Teil 1
- potenzielle erneuerbare Energieträger im Gebiet
- mögliche Versorgungs-Konzepte im Zusammenspiel mit anderen Verbund-Gebieten
- Grober Netzplan für die Erschliessung der Gebiete (V-Gebiete)
- Investitionskosten (V-Gebiete)
- Indikative Wärmegestehungskosten (V-Gebiete)

Nachfolgend werden die potenziellen erneuerbaren Energieträger betrachtet und daraus mögliche Nutzungskonzepte abgeleitet. Im Kapitel 5 werden daraus die Versorgungskonzepte aufgestellt, welche den Masterplan bilden.

4.2 Abwärmenutzung Rechenzentrum Neuhegi

Die Abwärme des neuen Rechenzentrums in Neuhegi stellt eine ganzjährig verfügbare regenerative Energiequelle dar. Über Wärmepumpen kann die Abwärme zur Wärmeversorgung verwendet werden.

4.2.1 Verfügbare Abwärme aus dem Vantage Rechenzentrum

Leistungsdaten gemäss Angabe Vantage

Aktuelle Kälte/Abwärmeleistung:	1.5 MW → 2 MW Wärme nach WP
Prognose Abwärme bei voller Auslastung 1 RZ-Block	5.0 MW → 6.5 MW Wärme nach WP
Prognose Abwärme Endausbau 4 RZ-Blöcke	20.0 MW → 25 MW Wärme nach WP

Die Abwärme kann auf einem Temperaturniveau von 24/17 °C genutzt werden. Für die Einspeisung in ein Wärmenetz wird die Abwärme auf ein nutzbares Temperaturniveau von mind. 70 °C angehoben. Ein Hub auf die Temperatur des Fernwärmenetzes von 120 – 130 °C ist nicht sinnvoll möglich.

Gemäss Vantage soll der Ausbau auf 4 RZ-Blöcke bis 2029 erfolgen.

Sowohl der Ausbau als auch die effektiv anfallende Abwärme ist vom Geschäft Vantage und den Installationen der Kunden abhängig. Es können keine Leistungen garantiert werden.

Die Daten wurden mit Zahlen aus einer aktuellen Studie von EnergieSchweiz / Eicher+Pauli «Abwärmenutzung von Rechenzentren - Potenzialstudie und Empfehlungen für Betreiber und Gemeinden»

vom 01. Juni 2023 gespiegelt. Eine Herleitung aus der IT-Load gemäss Angabe Vantage ergibt danach eine nutzbare Abwärme von 15 - 18 MW resp. 19...22 MW Wärme nach WP im Endausbau.

⇒ Die in der Studie eingesetzte Abwärmenutzung ab dem Rechenzentrum beträgt im Endausbau 16 MW Wärme nach der Wärmepumpe.

Für eine Erschliessung der RZ-Abwärme, den Ausbau der Energiezentrale und den Bau eines Wärmenetzes sollte eine Grundleistung von ca. 3 MW Abwärme aus dem RZ nachweislich zur Verfügung stehen, was gemäss Ausbauplänen von Vantage 2025 oder früher der Fall sein sollte.

Möglicher Versorgungssperimeter

Aufgrund des Temperaturniveaus von ca. 70 °C kommen für die Nutzung der Wärme folgende neue Gebiete in Frage: V8, V10, V17. Der Anschluss der Gebiete P9 im Norden, sowie der Gebiete P13 und V11 im Süden ist ebenfalls möglich.

4.2.2 Konzept zur Abwärmenutzung Rechenzentrum (AWN RZ)

Generelles Konzept zur AWN RZ

- Energie-Leitung vom Rechenzentrum bis in die Energiezentrale Neuhegi
- Nutzung der RZ-Abwärme mit Wärmepumpen
- Schrittweiser Ausbau parallel zur Abwärmeleistung Rechenzentrum
- Zwei Wärmeerzeugungsanlagen in der neuen Energiezentrale Neuhegi:
 - Stütz- und Redundanzanlage für KVA (130 °C); Kosten in Masterplan Teil 1
 - WP-Anlagen (70°C) zur AWN Rechenzentrum; Kosten in Masterplan Teil 2
- Speisung in neues MT-Netz VL 70°C
- Erschliessung der Gebiete V10, V17, P9 (OW-Zinzikon) mit MT-Netz in erster Priorität
- Ausbau Strang Süd mit Erschliessung V8 und P13 sowie V11 (Reduktion fossiler Anteil) in zweiter Priorität

Hinweise

- Die Abwärme aus dem RZ wird nur während der Heizperiode genutzt. Im Sommerhalbjahr steht für die Wärmeverbunde genügend KVA-Abwärme zur Verfügung.
- Die Redundanz beim Wegfall von RZ-Abwärme wird über die KVA und die Energiezentrale Neuhegi sichergestellt, wozu in der Energiezentrale Neuhegi im Endausbau ca. 12 MW zusätzliche Gasheizkessel installiert werden.
- Für die notwendige Elektroleistung der Wärmepumpen ist eine neue Strom-Zuleitung ab Unterwerk Grüze notwendig. Die Anschlusskosten sind im Masterplan Teil 2 berücksichtigt. Projekt und Finanzierung Ausbau Unterwerk Grüze durch Bereich Elektrizität und Telekom.

Abwärmenutzung Rechenzentrum, 1. Ausbaustufe (Gebiete Nord)

Der Ausbau Nord via V10 soll anstelle der Erweiterung der Holz-Heizzentrale Zinzikon in drei Schritten realisiert werden:

Schritt 1: Analog zur Erschliessung Rudolf-Diesel-Strasse wird KVA-Abwärme ins Gebiet gebracht. 2027/2028 soll das Quartier Grabenacker erschlossen sein. Die Installation der Wärmetauscher und der Bau der QWV-Wärmeleitung kann auch vor der Realisierung/Fertigstellung der AWN Rechenzent-

rum erstellt werden. In der Übergangsphase wird die KVA-Abwärme (Fernwärme) ganzjährig die Versorgung sicherstellen.

Schritt 2: Erstellung der Wärmepumpenanlage zur Nutzung der RZ-Abwärme und Substitution von Wärme ab Energiezentrale, sobald die Abwärme-Leistung des RZ ausreichend gross und gesichert ist. Im Sommer wird weiterhin prioritär die Abwärme der KVA genutzt.

Schritt 3: Kontinuierlicher Ausbau sowohl der Netze V10, V17, wie auch der Energiezentrale Neuhegi. Im Endausbau der 1. Etappe / Gebiete Nord ist in der Energiezentrale Neuhegi eine Wärmepumpenleistung von 8.5 MW installiert.

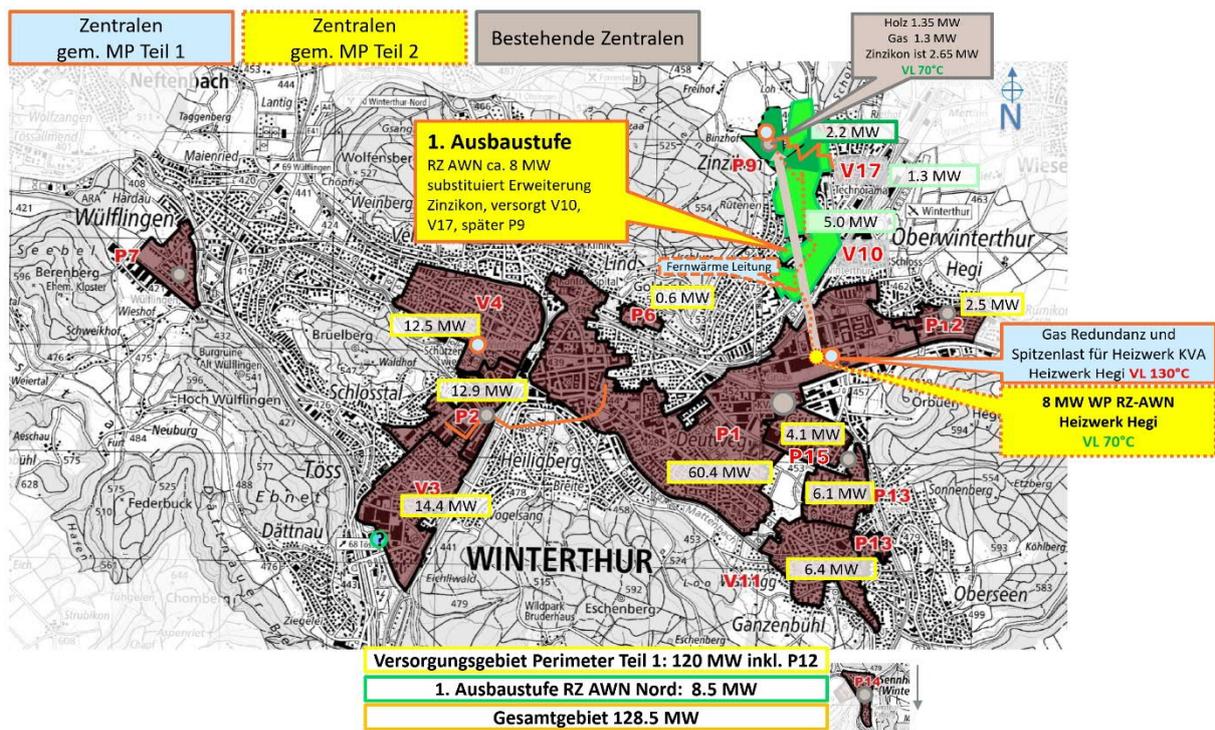


ABBILDUNG 3: ABWÄRMENUTZUNG RECHENZENTRUM, 1. AUSBAUSTUFE = GEBIETE NORD (GRÜNE FELDER)

Abwärmennutzung Rechenzentrum, 2. Ausbaustufe (Gebiete Süd)

Die Erweiterung der Abwärmennutzung Rechenzentrum mit dem Ausbau des Strangs Süd erfolgt dann, wenn die Abwärmeleistung des Rechenzentrums für eine Versorgung dieser ergänzenden Gebiete ausreicht. Eine Erschliessung und der Ausbau eines Wärmenetzes im Gebiet V8 wird ohne Transferleitung zur Zentrale Waser (Gebiete P13/V11) aus wirtschaftlichen Gründen nicht empfohlen. Dies bedeutet, dass der Ausbau der Gebiete Süd erst erfolgt, wenn die kontinuierliche Abwärmeleistung des Rechenzentrums im Bereich von mind. 10 MW gesichert ist.

Die zusätzlichen Wärmepumpen bis zu einer Endausbau-Wärmeleistung von 16 MW können ebenfalls in der Energiezentrale Neuhegi installiert werden.

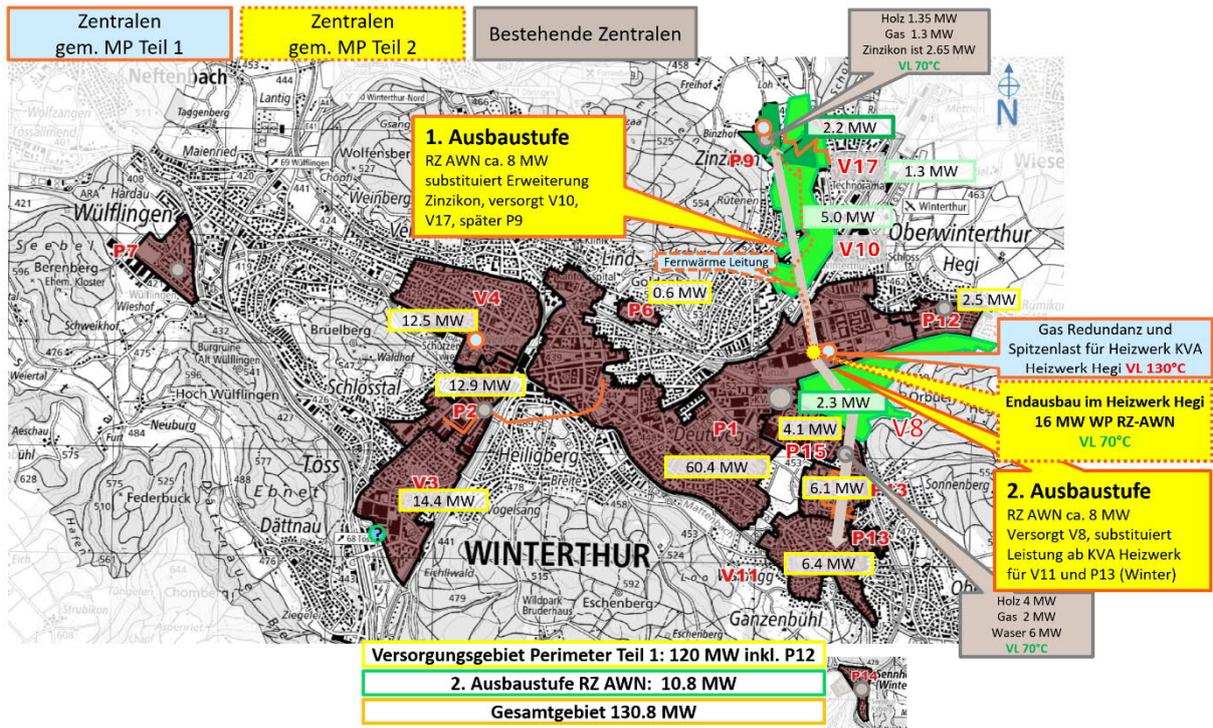


ABBILDUNG 4: ABWÄRMENUTZUNG RECHENZENTRUM, 1. + 2. AUSBAUSTUFE (ENDAUSBAU)

4.2.3 Chancen und Risiken Abwärmenutzung Rechenzentrum

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> - Erneuerbare Energiequelle - Substanzieller Beitrag zur Wärmeversorgung - Wunsch Politik und RZ-Betreiber (Green Image) - Vergleichbar kostengünstige Erschliessung + Wärmeproduktion - Etappierter Ausbau parallel zum Ausbau des Rechenzentrums - Kein Ausbau QWV-Zentrale Zinzikon notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Energie- und Leistungsdaten basieren auf Prognosen, Garantien sind nicht möglich - Verfügbare Leistung viel kleiner als erwartet (auf Zeitstrahl + Absolut) - Rechenzentrum-Betrieb wird eingestellt - Rückfallebene auf Basis erneuerbarer Energie nur begrenzt möglich - Gebäude der Energiezentrale Neuhegi nicht verfügbar

4.3 Wärmenutzung aus gereinigtem Abwasser der ARA

Die Wärme im gereinigten Abwasser, das von der ARA an die Töss abgegeben wird, stellt eine ganzjährig verfügbare und langfristig gesicherte regenerative Energiequelle dar. Über Wärmepumpen kann die Wärme dem gereinigten Abwasser entnommen werden und zur Wärmeversorgung verwendet werden.

4.3.1 Verfügbare Abwärme aus dem gereinigten Abwasser der ARA

Im Masterplan Teil 1 wurde das Potenzial des gereinigten Abwassers der ARA als Wärmequelle untersucht. Im Rahmen der vorliegenden Masterplanstudie Teil 2 wurden verschiedene Rahmenbedingungen zur Wärmenutzung näher abgeklärt. Dabei wurde das energetische Potenzial bestätigt.

⇒ Die in der Studie eingesetzte Wärmenutzung aus dem gereinigten Abwasser der ARA beträgt im Endausbau 15 MW Wärme nach der Wärmepumpe.

Möglicher Versorgungssperimeter

Aufgrund der Lage der Wärmequelle sowie des angedachten Temperaturniveaus von ca. 70 °C kommt für die Nutzung der Wärme primär das Gebiet V5, Wülflingen in Frage. In der Studie wurde überprüft, wie auch angrenzende Gebiete von der ARA-Wärmenutzung profitieren könnten. Aufgrund des Netz-Temperaturniveaus kommt hier das bestehende QWV-Gebiet P7, Wyden - welches aktuell mit Holz und etwas Gas versorgt wird - infrage. Daneben könnte durch einen Netzzusammenschluss zwischen V4 und V5 das Gebiet V4 teilversorgt und der dortige Einsatz von Gas im Winter grösstenteils substituiert werden.

Rahmenbedingungen

Verschiedene Rahmenbedingungen zur Nutzung der ARA-Abwärme stellten sich als stark erschwerend heraus. Die Installationen auf dem ARA-Gelände, die Anergie-Leitungsführung ab ARA bis zur Wärmezentrale und der eigentliche Standort der Wärmezentrale weisen v.a. im Bereich Gewässerabstandslinien, ggf. Waldrodungen etc. Herausforderungen auf, für welche im Rahmen dieser Studie noch keine vollständigen Lösungen ausgearbeitet werden konnten.

4.3.2 Konzept zur Wärmenutzung ARA-Abwasser

Generelles Konzept

- Wärmetauscher + Pumpen bei ARA
- Kalte Leitung (Anergie) von ARA bis in Heizzentrale
- Energiezentrale Gebäude und Anergieleitung (DN 600 VL + RL) für Vollausbau ausgelegt
- Technik etappiert, Ausbauleistung Wärmepumpen für V5 6 MW (max. Ausbauleistung 15 MW), Redundanz mit Gas (etappiert bis 10 MW im Vollausbau inkl. P7)
- Nutzwärme ca. 70°C VL ab Wärmepumpen
- Wärmenetz für Erschliessung des Gebiets V5 Wülflingen
- Verbundleitung zum Gebiet V4 zur Nutzung der KVA-Abwärme im Sommer

Grundsätzlich wurde auch die Nutzung der ARA-Abwärme mit einem Anergie-Netz und dezentralen Wärmepumpen geprüft. Dabei stellte sich die Variante mit zentraler Abwärmennutzung und Wärmeverteilung über einen warmen Verbund als geeigneter heraus.

Abgriff Wärme aus gereinigtem Abwasser auf dem ARA-Gelände

Das Konzept sieht den Entzug der Wärme aus dem gereinigten Abwasser mittels Wärmetauschern vor. Diese befinden sich in einer Anergie-Zentrale, die nahe dem Auslauf der ARA in die Töss angeordnet wird. Ab den Wärmetauschern wird die Anergie (Wasser mit Temperaturen von ca. 10-20 °C) in Transferleitungen ca. DN 600 (Vorlauf und Rücklauf) transportiert. Die Leitungsführung bis an die ARA-Grundstücksgrenze ist noch offen. Auf Grund der versch. Zeithorizonte der Planungen ergeben sich voraussichtlich keine Synergien mit dem Projekt ARA Hard West.

Anergie Leitung zwischen ARA und Wärmezentrale

Die Trassenführung der Anergie Transfer-Leitung zwischen ARA und Heizzentrale ist mit verschiedenen Herausforderungen behaftet. Die ursprünglich angedachte Trassenführung nahe der Töss scheidet nach Vorabklärungen aufgrund der zwingend einzuhaltenden Abstände vom Uferstreifen und den Gewässerabstandslinien aus. Damit bleibt nur die Trassenführung durch den Hardwald. Auch bei der Leitungsführung unter Forstwegen muss mit Rodungen gerechnet werden, dementsprechend ist mit einem entsprechend aufwändigen Bewilligungsverfahren zu rechnen.

Standort Wärmezentrale

Im Rahmen der Vorabklärungen zum Standort der Energiezentrale stellte sich heraus, dass die zuerst ins Auge gefassten Standorte nicht realisierbar sind. Die grössten Einschränkungen ergeben sich dabei aus den Vorgaben zur Einhaltung der Gewässerraum-Abstände für die Zentralen und die Leitungsführungen. Weitere Einschränkungen betreffen die Einbauten in das Grundwasser. Die meisten der geprüften Standorte für Energiezentralen und Leitungsführungen mussten aus diesem Grund wieder verworfen werden.

Auf Basis der Vorabklärungen wurde für die Studie und die Kostenermittlung eine oberirdische Zentrale beim Schulhaus Wyden als Grundlage angenommen. Der Standort ist jedoch noch nicht gesichert und bedingt weitere Klärungen.

Hinweise

- Die räumliche und zeitliche Abhängigkeit zum Ausbau der ARA ist zu berücksichtigen. In der weiteren Planung geht man auf Grund des fortgeschrittenen Projekts ARA Hard West davon aus, dass sich - abgesehen von der Freihaltefläche und der Wärmeschnittstelle - keine systemische Verknüpfung mit dem ARA Betrieb ergeben.
- Für die notwendige Stromleistung der Wärmepumpen ist eine neue Strom-Zuleitung ab Unterwerk Wülflingen notwendig. Projekt und Finanzierung durch Bereich Elektrizität und Telekom.
- Die Energiedichte des Gebiets V5, Wülflingen ist vergleichsweise gering. Individuelle Lösungen auf Basis von Grundwasser-Wärmepumpen sind vielerorts möglich. In einzelnen Randgebieten sind auch Erdsonden zulässig. Aufgrund des aktuellen Verbots zum Ersatz von Öl-/Gasheizungen werden potenzielle Wärmebezüger auf Eigenlösungen setzen. Dies vor allem, wenn ein Anschluss an den Wärmeverbund mit entsprechenden Übergangslösungen nicht rasch in Aussicht gestellt werden kann. Damit sinkt die Anschlussdichte im Wärmeverbund und es kann kein wirtschaftlicher Betrieb mehr erreicht werden.

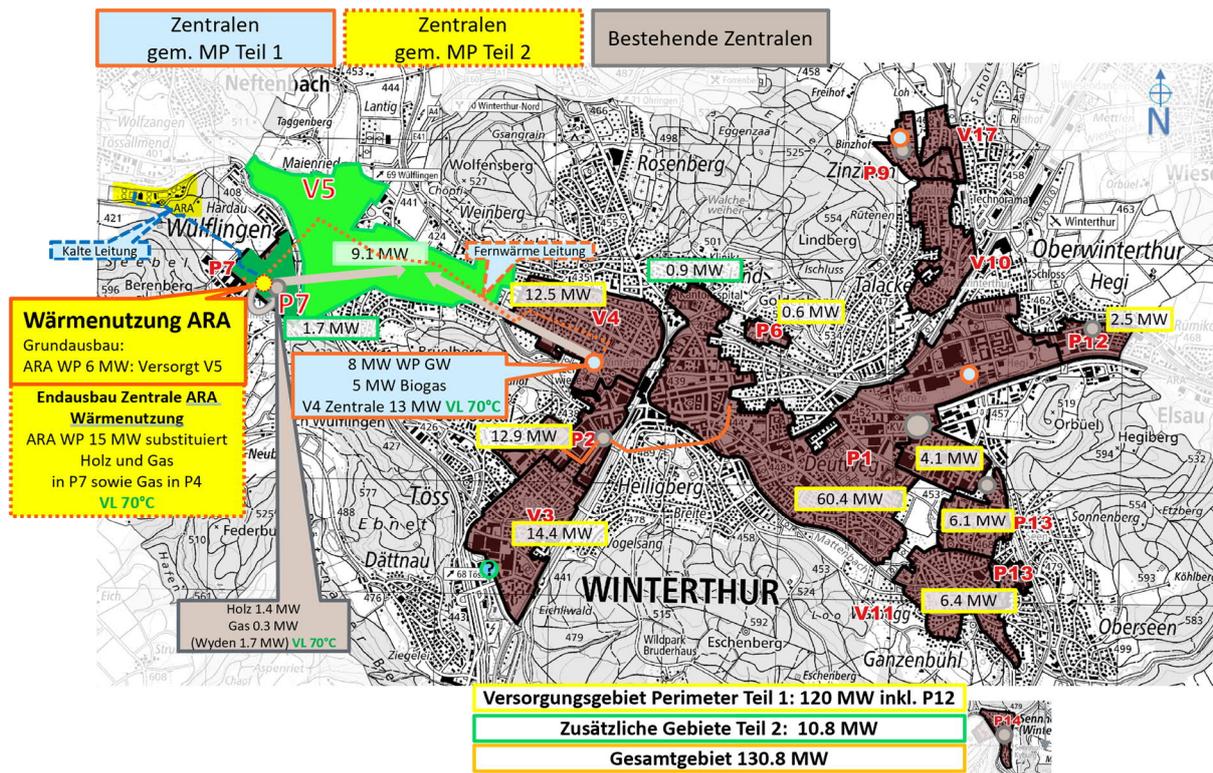


ABBILDUNG 5: ABWÄRMENUTZUNG ARA-ABWASSER MIT WÄRMENETZ V5

4.3.3 Chancen und Risiken Wärmenutzung ARA

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> - Zukunftssichere erneuerbare Energiequelle - Substanzieller Beitrag zur Wärmeversorgung möglich - Politisch gewünscht 	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwändige Erschliessung der Quelle (geografische Lage der ARA) - Abhängigkeit zum langfristigen Ausbau der ARA: Aktuelle ARA-Projekte sind weit fortgeschritten und systemische Verknüpfungen ARA-Betrieb und Wärmenutzung sind möglichst zu vermeiden - Standortfrage Heizzentrale nicht gelöst - Wirtschaftlichkeit nicht gesichert

4.4 Wärmenutzung aus Grundwasser

Im Masterplan Teil 1 wurde der Ausbau der Energiezentrale «Aquifer Plus» mit einer Leistung bis 8 MW nach den Grundwasser-Wärmepumpen zur Versorgung des Gebiets V4 empfohlen.

Im Rahmen des Masterplans Teil 2 wurde die Nutzung des Grundwassers in weiteren Gebieten untersucht.

Die Gebiete V18.1 Inneres Lind, V18.2 Mattenbach (nur teilweise) und V18.3, Spital West verfügen voraussichtlich über ausreichend Grundwasser, um einen relevanten Teil dieser Gebiete über Grundwasser-Wärmepumpen mit erneuerbarer Energie zu versorgen. Aufgrund der Charakteristik der Gebiete mit verhältnismässig geringer Energiedichte und guten Möglichkeiten für Mikroverbunde oder individuelle Lösungen wird empfohlen, in diesen Gebieten keine Wärmeverbunde durch Stadtwerk Winterthur zu realisieren.

Teile des Gebiets V5, Wülflingen, befinden sich auf einem Grundwasserstrom mit mittlerer bis grosser Mächtigkeit. Das Potenzial für die Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle ist in verschiedenen Bereichen vorhanden und wird an mehreren Orten bereits durch private Bauvorhaben genutzt. Es ist davon auszugehen, dass die Anzahl der GW-Brunnen kurz- und mittelfristig noch zunehmen wird. Unter Abwägung von verschiedenen Faktoren wurde im Masterplan Teil 2 für die Erschliessung von grossen Wärmenetzen wie z.B. für das V5 auf Abwärme aus der ARA gesetzt.

Ein weiteres Grundwasservorkommen der Eulach ist im Bereich Hegi vorhanden. Auch dieses wird teilweise bereits genutzt. Eine Nutzung des Grundwassers in diesem Gebiet wäre dann zu prüfen, wenn die Abwärme aus RZ unerwartet nicht mehr oder nur reduziert verfügbar wäre.

Das Gebiet P14, Sennhof, befindet sich in einem Bereich des Grundwasserstroms der Töss mit grosser Mächtigkeit. Im Rahmen des Masterplans Teil 2 wurde eine (Teil-)Ablösung der Energiequelle Holz des bestehenden QVV durch Grundwasser-Wärmepumpen überprüft.

4.5 Energie-Holz

In der Studie Teil 1 wurde auf die begrenzte Ressource Holz zur energetischen Nutzung hingewiesen.

Bei den Konzepten zu den verschiedenen bestehenden und vorgesehenen Wärmeverbunden (P- und V-Gebiete) wurde in den Überlegungen und der zeitlichen Entwicklung immer die Gesamtbilanz für das Energieholz berücksichtigt.

Mit dem vorgeschlagenen Anschluss des Gebiets P12 an die KVA kann – ähnlich wie bei der Erschliessung der Heizzentrale Waser - Holz für andere QVV-Gebiete freigespielt werden.

Die Wärmeversorgung des Gebiets P9, Zinzikon, bleibt vorläufig auf der Basis Holz. Die für die Versorgung von weiteren Anschlüssen im Gebiet V17 und Grabenacker (V10) notwendige Erweiterung der Energie-Zentrale setzt auf Abwärme aus dem Rechenzentrum anstelle auf Holz. Über die Verbindungsleitung ab der Energiezentrale Neuhegi kann im Sommer auch im Gebiet P9 die Abwärme der KVA genutzt und so der Anteil Holz reduziert werden. Wenn langfristig das Potenzial der RZ-Abwärme gesichert ist, kann die Holzzentrale P9 am Ende der Lebensdauer durch die RZ-Wärmepumpen abgelöst werden.

Der bestehende Quartierwärmeverbund P7, Wyden, wurde kürzlich auf der Basis Holz erweitert und wird auch mittelfristig als Holz-QVV betrieben. Bei einer Realisierung der ARA-Abwärmenutzung ist denkbar, die Holzzentrale P7 am Ende der Lebensdauer durch Wärmepumpen abzulösen.

Das Gebiet P14, Sennhof, befindet sich ausserhalb von möglichen Verbindungen zu den anderen Wärmenetzen. Die Erweiterung des Verbunds auf Basis Holz wird 2024/2025 realisiert, um den gesteigerten Bedarf an Wärmeenergie im Gebiet decken zu können. Längerfristig könnte die Substitution der Holzkessel durch Grundwasser-Wärmepumpen eine Option darstellen.

5.3 Konzept Wärmeverbunde alle Gebiete (Masterplan Teil 1 + 2) = Masterplan

Der kommunale Energieplan sieht vor, die Nutzung von Abwärme aus der KVA und von regenerativen Energieträgern zu forcieren, bestehende Wärmenetze zu verdichten, auszubauen, miteinander zu koppeln und durch neue Netze zu erweitern. Je mehr Wärmeverbunde zum Gesamtverbund zusammengeschlossen werden, desto besser wird die Abwärme der KVA im Sommerhalbjahr genutzt. Im Winterhalbjahr muss zur Versorgung der Gebiete ausreichend Wärmeleistung zur Verfügung gestellt werden.

Auf Basis der im Masterplan Teil 1 dargelegten Ermittlungen und Überlegungen sowie den Untersuchungen im Masterplan Teil 2 wurde für die Wärmeverbundgebiete der Stadt Winterthur ein Gesamtkonzept abgestimmt. Eckpunkte des Gesamt-Konzepts Masterplan Teil 1 und 2 sind:

- Hauptversorger ist die KVA, welche nach dem Ausbau ErVeL2 mit einer maximal auskoppelbaren Leistung von 65 MW für die zum Ausbau empfohlenen Gebiete rund 80% der Energie abdeckt. Die Leistungserhöhung im Rahmen der ErVeL2 ist ein wichtiger Baustein im Konzept. Hinweis: Mit zunehmender Wärmeauskopplung sinkt die Stromproduktion der KVA.
- Ein weiterer Stützpfeiler für die Versorgung mit erneuerbarer Energie ist die Nutzung des Grundwassers im Bereich Schützenwiese. Das Potenzial wird mit max. 8 MW vollständig ausgeschöpft. Konzept und Kosten für die neue Energiezentrale und die Erschliessung des Gebiets V4 sind im Bericht Teil 1 dargelegt und werden derzeit im Zuge eines Bauprojekts weiter konkretisiert.
- Die vom Rechenzentrum Neuhegi verfügbare Abwärme soll zur Versorgung mehrerer Gebiete im Osten der Stadt genutzt werden. Der Ausbau folgt dem Ausbau des Rechenzentrums und ist in zwei Stufen vorgesehen. Die erste Stufe erschliesst die Gebiete V10 und V17 und versorgt über diese Leitung auch das Gebiet P9 mit Abwärme der KVA. Bei ausreichender Verfügbarkeit der RZ-Abwärme kann das Netz Richtung Süden erweitert und so das Gebiet V8 erschlossen werden. Die Verbindung soll dann auch bis in die Zentrale Waser geführt werden, welche die Gebiete P13 und V11 versorgt.
- Das gereinigte Abwasser der ARA weist ein beachtliches, langfristig gesichertes Abwärmepotenzial auf, dessen Nutzung technisch möglich ist. Abhängigkeiten zum Ausbau der ARA sind zu berücksichtigen resp. möglichst zu vermeiden. Bei der Standortsuche und dem Bau der Energiezentrale sowie dem Bau der Leitungen sind viele Hindernisse zu überwinden. Die Wärmequelle der ARA liegt peripher und die Energiedichte des Gebiets V5 ist nur mässig. Das Konzept zeigt auf, wie die Wärme aus dem gereinigten Abwasser der ARA für das Gebiet V5 und allenfalls auch weitere Gebiete genutzt werden kann. Die Priorität für den Ausbau von Wärmeverbundnetzen liegt jedoch auf anderen Gebieten.
- Mehrere bestehende Quartierwärmeverbunde (P7, P9, P12, P13, P14) nutzen vorwiegend Holz zur Wärmeerzeugung. Die Ressourcen sind jedoch begrenzt. Damit auch mit dem fortschreitenden Ausbau der Quartierwärmeverbunde ausreichend Energie-Holz zur Verfügung steht, wurde als erster Verbund der P13, Waser, an das Fernwärmenetz angeschlossen. Holz wird nur noch im Winter verfeuert, wenn die Abwärmeleistung der KVA nicht mehr ausreicht. Die Ablösung der QWV-Zentrale P12, Gern, und der Anschluss der Zentrale P7, Zinzikon, über die Erschliessungsleitung V10 spielt mittel- bzw. langfristig Holz für den Ausbau in den anderen Gebieten frei.
- Die Spitzenlast in den Verbundgebieten soll durch Gas abgedeckt werden, welches im zeitlichen Verlauf zunehmend aus erneuerbaren Quellen stammen muss. Im Gegensatz zu Holz eignet sich

Gas gut zur Bereitstellung von grossen Leistungen bei kurzen Einsatzzeiten. Für die Spitzenenergie im Winter ist ein sehr hoher Gaspreis in Kauf zu nehmen. Trotz der hohen Leistung von rund 47 MW ist der Anteil an der Jahresenergie mit rund 10% verhältnismässig gering.

- Bei der Bestimmung der für die Wärmeversorgung notwendigen Energiezentralen spielt neben dem Spitzenlast- auch das Redundanzkonzept eine wichtige Rolle. Die Wärmeversorgung muss auch dann gewährleistet sein, wenn eine oder allenfalls auch mehrere Erzeugereinheiten ausfallen. Der grösste Wärmeerzeuger im Verbundgebiet ist die KVA, welche mit einer maximalen Wärmeleistung von 65 MW (Leistung beider Ofenlinien nach Ausbau ErVeL2) berücksichtigt ist. Die Leistung der KVA bei geplanten oder ungeplanten Unterbrüchen muss durch das KVA-Heizwerk und die anderen Energiezentralen übernommen werden können, damit die Wärmeversorgung auch bei Spitzenlast sichergestellt werden kann. Dabei ist auch zu berücksichtigen, wie die Verteilung in den verbundenen Wärmenetzen erfolgt. Im Rahmen des Masterplans Teil 2 wurde ein Redundanzkonzept erstellt und die Machbarkeit in den verschiedenen Energiezentralen verifiziert.
- Für die Koordination der Energieflüsse und eine maximale Reduktion der CO₂-Emissionen ist eine übergeordnete Steuerung für die Energiezentralen im Netzverbund vorgesehen.
- Für die Redundanz (nicht vorgesehener Ausnahmebetrieb bei Störungen/Ausfällen) kann auch Erdgas oder Heizöl eingesetzt werden. Die Einsatzzeit der Redundanz ist im Normalfall = 0 Std./Jahr und der Ausnahmebetrieb ist für die CO₂-Bilanz deshalb nicht relevant.
- Im Hinblick auf die verschiedenen Rahmenbedingungen scheint es aus heutiger Sicht nicht machbar, dass der Netz-Ausbau flächendeckend über alle im Energieplan der Stadt Winterthur dargestellten P- und V- Gebiete erfolgen wird. In den Gebieten V18.1, V18.2 und V18.3 sowie V16 und V19 werden aufgrund der Rahmenbedingungen keine Wärmeverbunde durch Stadtwerk Winterthur realisiert.

Der vorgesehene Endausbau der Netze in den Gebieten V3, V4, V11 (Masterplan Teil 1) und V10, V17 (Empfehlung gemäss Masterplan Teil 2) umfasst 37'000 Trassenmeter (Tm) Wärmeleitungen in Strassen und Wegen plus ca. zusätzliche 26'700 Trassenmeter für die 1540 Hausanschlüsse.

Bei einem ergänzenden Ausbau der Gebiete V5 und V8 (Masterplan Teil 2) kommen nochmals 12'700 Trassenmeter (Tm) Wärmeleitungen in Strassen und Wegen plus ca. zusätzliche 12'600 Trassenmeter für die 630 Hausanschlüsse dazu.

Das vorgeschlagene Konzept für den Masterplan (Teil 1 + Teil 2) der Wärmeverbunde und Netze der Stadt Winterthur beruht auf folgenden Überlegungen:

- Optimale Nutzung der vorhandenen und vorbereiteten Anlagen/Infrastruktur
- Rasche Umsetzbarkeit durch bewährte Technik
- Parallele Entwicklung verschiedener Teilgebiete möglich
- Die Nutzung der RZ-Abwärme wird gegenüber der ARA-Abwärme vorrangig behandelt, da die Gebiete V10 und V17 auf Basis der KVA-Wärme (Übergangslösung) rasch erschlossen werden können und so auf eine Erweiterung der Holz-Heizzentrale Zinzikon verzichtet werden kann.

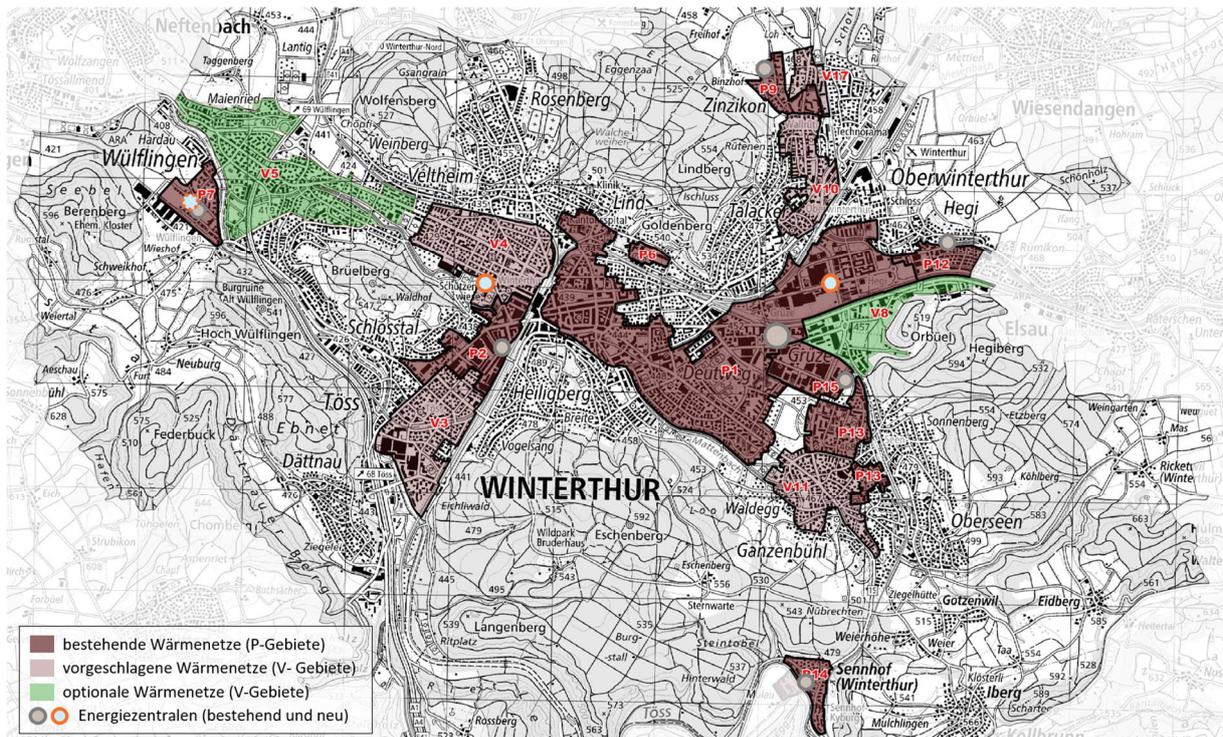


ABBILDUNG 7: MASTERPLAN FÜR WÄRMEVERBUNDNETZE STADT WINTERTHUR

6 ENERGIETRÄGER UND CO₂

6.1 Wärmenetze Studie Teil 1 + P12 + RZ AWN Strang Nord (Empfehlung)

Zur Herleitung der Energie pro Energieträger wird oft die Jahres-Summenhäufigkeit verwendet. Aus der Kurve ist ersichtlich, welche Leistungen über welchen Zeitraum im Jahr notwendig sind. Sie korreliert im Wesentlichen mit der Aussentemperatur, wobei verschiedene weitere Faktoren mitberücksichtigt wurden.

Die Fläche unter der Leistungs-Linie entspricht der Energie. Die nachstehende Kurve zeigt, wieviel Energie mit Abwärme aus der KVA abgedeckt werden kann (blaue Fläche), wie gross der Beitrag anderer erneuerbarer Energieträger ist (hellbraune Fläche) und wieviel Leistung/Energie (dunkelbraune Fläche) über Biogas bereitgestellt werden muss, um auch bei tiefen Aussentemperaturen alle im Verbundgebiet angeschlossenen Verbraucher mit Wärme zu versorgen.

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass im Endausbau 2040, nach vollständiger Umsetzung des im Masterplan Teil 1 und 2 empfohlenen Konzepts*, die beim ErVeL2 ausgebaute und mit Speicher ausgerüstete KVA «nur» 48% der erforderlichen Spitzenleistung erbringt, damit jedoch 80% des ganzen Wärmeenergiebedarfs abdecken kann (blaue Fläche). Die ergänzenden Energieträger (Wärmepumpen) kommen an ca. 120 Tagen im Jahr zum Einsatz. Die mit erneuerbarem Gas zu erbringende Spitzenleistung beträgt 46 MW, der Anteil an der Wärmeenergie beträgt im Endausbau jedoch nur 10 %.

* ohne die Gebiete V5 und V8 sowie ohne P14 (separater QWV ausserhalb Netzverbund)

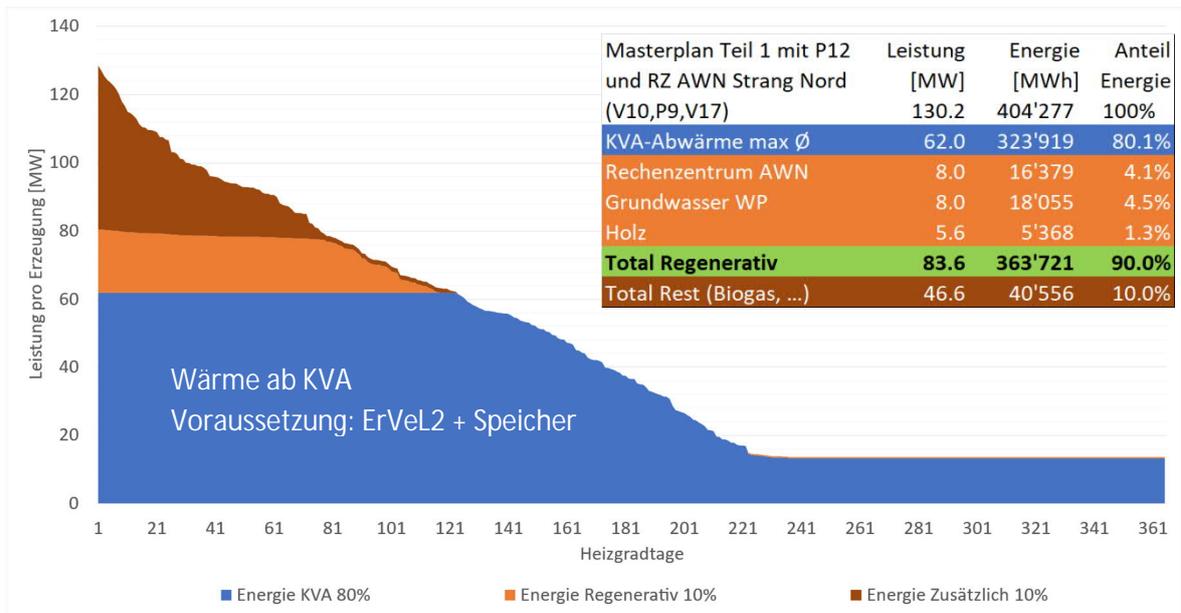


ABBILDUNG 8: JAHRESDAUERLINIE MIT ENERGIETRÄGERN FÜR DIE VORGESCHLAGENEN WÄRMEVERBUNDGEBIETE MASTERPLAN TEIL 1 + 2 (PROGNOSE 2040)

6.2 Wärmenetze Gesamtgebiet Masterplan (Teile 1 und 2) inkl. Wärmenutzung ARA + RZ AWN Strang Süd (Option)

Beim ergänzenden Ausbau der Zentralen und Netze in den Gebieten V5 (Maximalausbau ARA-Abwärme inkl. Verbindung mit V4 und P7) und V8 (Maximalausbau RZ-Abwärme inkl. Verbindungen zu den Gebieten P13/V11) würde sich folgende Energieträgerbilanz über alle Wärmeverbunde und Netze der Stadt Winterthur ergeben:

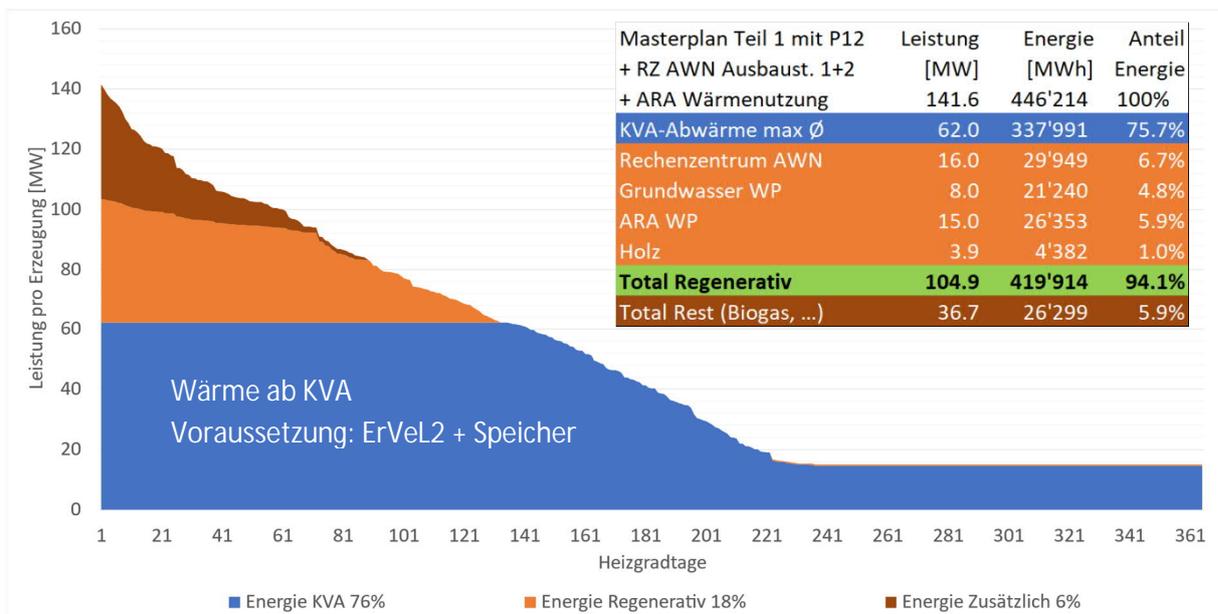


ABBILDUNG 9: JAHRESDAUERLINIE MIT ENERGIETRÄGERN FÜR ALLE WÄRMEVERBUNDGEBIETE MASTERPLAN TEIL 1 + 2 (PROGNOSE 2040)

6.3 CO₂-Bilanz

In den allgemein angewandten Bilanzierungsmethoden gilt die Wärme aus der Kehrrechtverwertung als Abwärme aus dem Entsorgungsprozess und ist damit CO₂-frei. Die bei der Kehrrechtverwertung freiwerdenden Treibhausgasemissionen sind den vorgelagerten Prozessen zugeordnet.

Fossile Energieträger, die bei der Fernwärme zugeführt werden, sowie die graue Energie für Leitungsbau etc. ergeben für Fernwärme ab KVA einen kleinen Anteil an Treibhausgasemission.

In der nachstehenden Grafik ist die CO₂-Bilanz für die Verbundgebiete im Perimeter des Masterplans Teil 1 + 2 (ohne V5 und V8) heute und im Endausbau 2040 dargestellt.

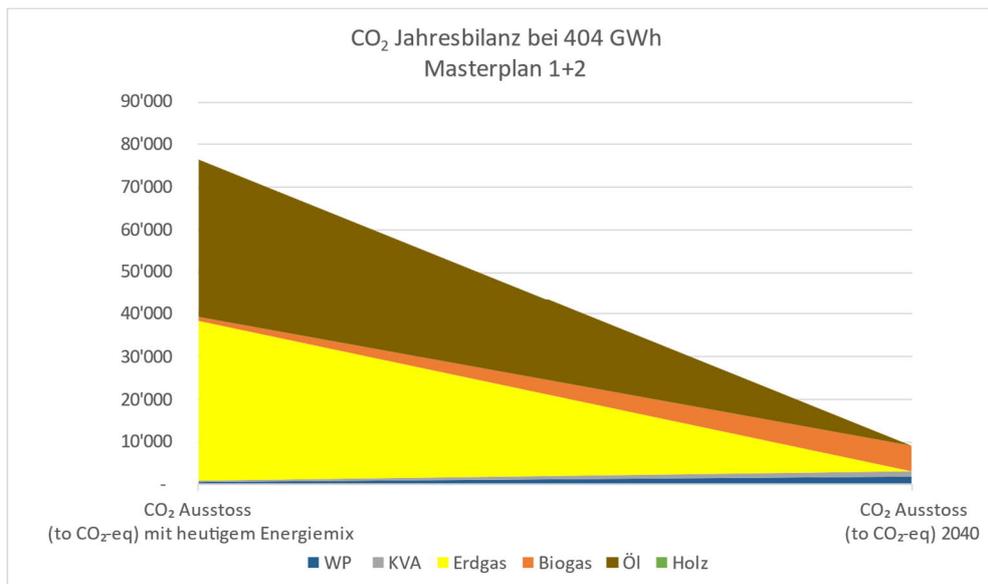


ABBILDUNG 10: CO₂-JAHRESBILANZ FÜR MASTERPLAN GEMÄSS EMPFEHLUNG NACH HEUTIGEM ERZEUGUNGSMIX

Der Verlauf der Absenkung wurde vereinfacht linear dargestellt. Der effektive Absenkpfad ist wesentlich von der Geschwindigkeit des Ausbaus der Wärmenetze abhängig. Die Bilanzierung geht davon aus, dass zum benötigten Zeitpunkt ausreichend erneuerbares Gas zur Verfügung steht.

Durch geringe fossile Anteile bei den regenerativen Energieträgern verbleibt 2040 ein kleiner Sockel an CO₂-Ausstoss aus der Wärmeerzeugung. Dieser kann durch geeignete Kompensationsmassnahmen auf Netto Null reduziert werden.

Während des für die Massnahmen ErVel2 notwendigen Unterbruchs der KVA wird der CO₂-Ausstoss für kurze Zeit erhöht.

Bei einem Ausbau aller Wärmenetze gemäss Masterplan 1 + 2 inkl. den Erweiterungen V5 und V8 mit zusätzlichen Verbänden würde sich die CO₂-Bilanz im Vergleich zur Empfehlung nur unwesentlich verändern.

7 INVESTITIONEN

7.1 Masterplan Teil 1

Nachfolgend sind die Kosten aus dem Masterplan Teil 1 aufgeführt:

Gebiet	Bezeichnung	Kosten Zentrale	Kosten Netz	Kosten Anschlüsse	Kosten pro Gebiet
P1	KVA-Wärmeverbund (Heizwerk KVA + Hegi)	14'000'000	0	0	14'000'000
P2	Quartierwärmeverbund Sulzer Stadtmitte	0	0	0	0
P6	Wärmeversorg. Kantonsschule Rychenberg/Im Lee	0	0	0	0
P13	Quartierwärmeverbund Waser	0	0	0	0
P15	Quartierwärmeverbund Rudolf-Diesel-Str.	0	0	0	0
V3	Wärmeversorgungsgebiet Tössfeld-Eichliacker	1'000'000	38'000'000	33'000'000	72'000'000
V4	Wärmeversorgungsgebiet Neuwiesen (HZ Aquifer Plus)	45'000'000	41'000'000	46'000'000	132'000'000
V11	Wärmeversorgungsgebiet Seen (Zentrale Waser)	4'000'000	25'000'000	19'000'000	48'000'000
	Total	64'000'000	104'000'000	98'000'000	266'000'000

ABBILDUNG 11: INVESTITIONSKOSTEN GEMÄSS MASTERPLAN TEIL 1 FÜR ENDAUSBAU 2040, PREISSTAND 2021, EXKL. MWST, GENAUIGKEIT ±30%

7.2 Annahmen, Grundlagen und Abgrenzungen Masterplan Teil 2

Die nachfolgenden Kosten verstehen sich exkl. MwSt., inkl. Honorare und Gebühren, Genauigkeit ± 30%, Preisstand 2023 ohne Teuerung.

Die geschätzten Kosten basieren auf Erfahrungswerten aus ähnlichen Projekten. Die effektiven Investitionskosten werden von verschiedenen Faktoren (Etappierung, Marktlage, etc.) beeinflusst. Die immer noch angespannte Lage an den Rohstoffmärkten und weitere Einflüsse führen zu schnellen und starken Preissprüngen. Deren mittel- und langfristige Auswirkung sind jedoch nicht bekannt und wurden in den Kosten daher nicht berücksichtigt.

Folgende Kosten sind im Masterplan Teil 2 nicht berücksichtigt:

- Die im Masterplan Teil 1 dargestellten Investitionen inkl. den darin aufgeführten Abgrenzungen:
- Ausbauten, Netzverdichtungen und zusätzliche Anschlüsse in den P-Gebieten P7, P9, P12, P14
- Ersatzinvestitionen in bestehende Zentralen und Netze
inkl. Anschluss der Zentrale Gern an das Fernwärmenetz

7.3 Investitionskosten AWN RZ, 1. Ausbaustufe (Empfehlung Masterplan Teil 2)

Gebiet	Bezeichnung	Kosten Zentrale	Kosten Netz	Kosten Anschlüsse	Kosten pro Gebiet
V10+V17	WV Oberwinterthur + Guggenbühl AWN RZ, 1. Ausbaustufe	13'000'000	18'000'000	24'000'000	55'000'000

ABBILDUNG 12: INVESTITIONSKOSTEN FÜR AWN RZ, 1. AUSBAUSTUFE NORD (ENDBAU 2040), PREISSTAND 2023, EXKL. MWST, GENAUIGKEIT ±30%

Total Investitionskosten Masterplan Teil 1 + AWN RZ 1. Ausbaustufe:	CHF 321 Mio.
---	--------------

7.4 Investitionskosten für Optionen Masterplan Teil 2 (AWN RZ 2. Stufe und V5 Wülflingen)

Gebiet	Bezeichnung	Kosten Zentrale	Kosten Netz	Kosten Anschlüsse	Kosten pro Gebiet
V8	WV Orbüel AWN RZ, 2. Stufe inkl. Transfer P13	4'000'000	8'000'000	4'000'000	16'000'000
V5	WV Wülflingen Wärmenutzung ARA	34'000'000	32'000'000	42'000'000	108'000'000
V5 plus	Erweiterung Zentr. Wärmen. ARA für (Teil-)Versorgung P7 und V4	11'000'000	0	0	11'000'000

ABBILDUNG 13: INVESTITIONSKOSTEN FÜR OPTIONEN (ENDAUSBAU 2040), PREISSTAND 2023, EXKL. MWST, GENAUIGKEIT ±30%

Total Investitionskosten Masterplan Teil 1 + 2 inkl. Optionen:	CHF 456 Mio.
--	--------------

7.5 Einflussfaktoren Wirtschaftlichkeit

Der Ausbau der Wärmenetze muss wirtschaftlich, oder zumindest, unter Berücksichtigung einer ausreichenden Risikoabdeckung, selbsttragend sein. Um eine Einschätzung zu erhalten, ob der Kundenschaft unter diesen Rahmenbedingungen marktfähige, zu individuellen Lösungen vergleichbare, Energiepreise angeboten werden können, wurden für die V-Gebiete im Studienperimeter Masterplan Teil 2 indikative Energiekosten ermittelt und denjenigen von individuellen Wärmepumpen-Lösungen gegenübergestellt. Die Berechnung erfolgte statisch für den Endzustand 2040 auf Basis der Preise 2023 und beinhalten Investitionen sowie Energie. Beim Vergleich ist zu berücksichtigen, dass die Kosten von individuellen Lösungen je nach Situation, Möglichkeiten, Auflagen etc. eine sehr grosse Streuung aufweisen.

Allgemein kann erwähnt werden, dass sich die Nutzung der KVA-Abwärme grundsätzlich positiv auf die Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit der Wärmenetze gegenüber individuellen Lösungen auswirkt. Bei den Wärmenetzen können sich dagegen hohe Anfangsinvestitionen und lange Ausbauezeiten negativ auf die Wärmeenergiekosten auswirken. Dies insbesondere auch, wenn aufgrund der langen Realisierungszeiten (Bewilligung, Planung, Bau) die Anschlussdichte in den versorgten Gebieten sinkt.

Die im Masterplan angesetzte Anschlussquote stützt sich auf eine rasche Zusicherung der Netzausbauten ab. Dies auch, um die angestrebte Netto Null Zielsetzung 2040 erreichen zu können. Mit jedem Jahr, in dem eine grundsätzliche Zusicherung für den Bau eines Wärmenetzes fehlt, gehen dem Netz Kundenschaft wegen der Realisierung von Eigenlösungen verloren. Mit der resultierenden Reduktion der Anschlussquoten werden die potenziellen Netze pro Einzelanschluss teurer und verlieren damit weiter an Attraktivität gegenüber Individuallösungen.

Die Wirtschaftlichkeit bzw. die Tragfähigkeit der Wärmenetzverbunde wird jeweils bei der Projektierung der einzelnen Vorhaben geprüft. Die indikativen Energiekosten zeigten für die V-Gebiete im Masterplan Teil 2 folgende Tendenz auf:

Gebiete V10, Oberwinterthur und V17, Guggenbühl:

Die indikativen Energiekosten aus der RZ-Abwärmenutzung sind in den zum Ausbau vorgeschlagenen Gebieten V10 und V17 marktfähig. Die Energiekosten sind tiefer als bei einer Erweiterung der QWV-Zentrale Zinzikon auf Basis Holz.

Gebiet V8:

Die indikativen Energiekosten für den Wärmeverbund V8 sind gegenüber individuellen Lösungen ebenfalls konkurrenzfähig. Dies, sofern gleichzeitig die Verbindung zur QWV-Zentrale Waser realisiert und die Gebiete P13 und V11 mit RZ-Abwärme teilversorgt werden können. Der Ausbau soll jedoch erst erfolgen, wenn nachweislich ausreichend RZ-Abwärme vorhanden ist.

Gebiet V5:

Die indikativen Energiekosten des Gebiets V5 sind nur unter optimalen Bedingungen konkurrenzfähig. Beim Eintreten von Projekterschwernissen verzögert sich der Ausbau und potenzielle Kundschaft wird auf Eigenlösungen umschwenken und nicht an den Wärmeverbund anschliessen. Damit steigen die Energiekosten was wiederum einen selbsttragenden Betrieb verunmöglicht.

Gebiete V18 und V19:

Die indikativen Energiekosten dieser Gebiete liegen über bzw. weit über denen von möglichen Eigenlösungen.

8 ZEITPLAN

8.1 Grober Zeitplan

Der nachfolgende, grobe unverbindliche Zeitplan stellt den Ablauf für verschiedene Teilgebiete des Masterplans dar. In einzelnen Gebieten wurde im Rahmen der bestehenden Kreditgefässe bereits 2023 mit der Umsetzung oder mit der Planung begonnen. Damit eine Planung Umsetzung in anderen Gebieten möglich ist, müssen viele Rahmenbedingungen erfüllt sein.

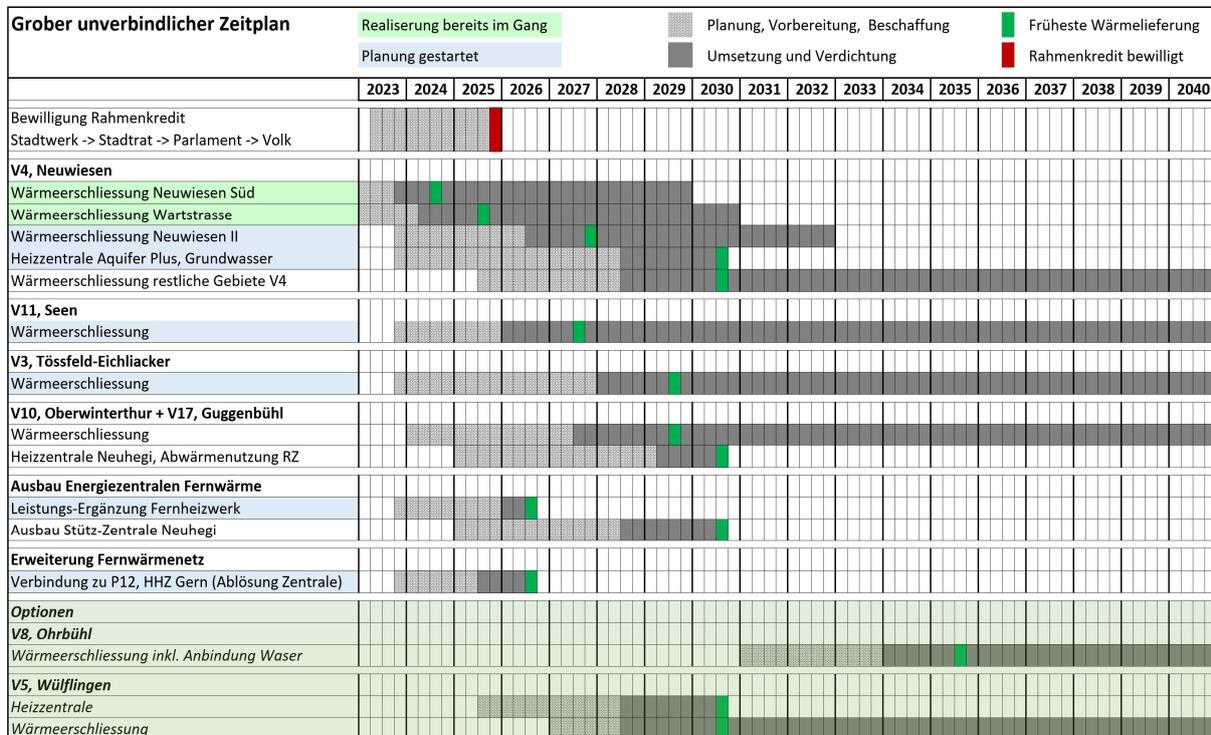


ABBILDUNG 14: GROBER UNVERBINDLICHER ZEITPLAN

Ein wichtiges Element für die Umsetzbarkeit des Masterplans ist das Projekt ErVeL2 mit der Leistungserhöhung der KVA und die Verstärkung der Redundanz im Heizkraftwerk der KVA.

Die Planung und der Bau der Wärmenetze V4/Neuwiesen, V11/Seen und V3/Tössfeld-Eichliacker erfolgt weitgehend parallel zur Planung und zum Bau der neuen Heizzentralen V4/Aquifer Plus (Grundwasser) und Neuhegi (Stützwerk mit Gas und Nutzung der Abwärme aus dem RZ).

Die Erschliessung des Gebiets V8 mit der Verbindung zu P13 und V11 wird erst später ins Auge gefasst, wenn die Abwärme des Rechenzentrums nachweislich vorhanden ist.

Für die Nutzung der ARA-Abwärme mit dem Ausbau des Wärmenetzes V5 ist auf Basis der aktuellen Erkenntnisse keine Zeitschiene darstellbar.

8.2 Herausforderungen (Risiken) im zeitlichen Ablauf:

Herausforderungen im zeitlichen Ablauf sind:

- Politische Prozesse (Volksentscheide, Kredite)
- Koordination mit Tiefbau und weiteren Stellen (Verkehr, Stadtbus, Städtebau, Stadtgrün, ...)
- Baustellenlogistik
- Kapazität Stadtwerk Winterthur, Planer und Unternehmer
- Material-Verfügbarkeit
- Überbrückung der KVA-Abwärme während des Unterbruchs ErVeL2
- Durchleitungsrechte auf privatem Grund

Hinweis: Aktuell werden ca. 1500 Trassenmeter/Jahr Wärmeleitungen (inkl. Hausanschlüsse) verbaut. Neu ist rund die fünffache Ausbauleistung notwendig, um in den zum Ausbau empfohlenen V-Gebieten gemäss Masterplan (ohne V5 und V8) die 37'000 Trassenmeter (Tm) Wärmeleitungen in Strassen plus zusätzliche ca. 30'000 Trassenmeter für die über 1'500 Hausanschlüsse realisieren zu können.

9 CHANCEN UND RISIKEN

Wichtigste Chancen

- Das Konzept unterstützt den vom Souverän beschlossenen CO₂-Absenkungspfad.
- Durch die Umsetzung des kantonalen Energiegesetzes und der partiellen Stilllegung der Gasversorgung gewinnt der Anschluss an einen Wärmeverbund an Attraktivität.
- Das Konzept stützt sich bei den Zentralen und Netzen auf eine bestehende Infrastruktur ab, welche kontinuierlich weiter ausgebaut wird.
- Die parallele Entwicklung von verschiedenen Teilgebieten ist möglich.
- Stadtwerk Winterthur verfügt über ein grosses Know-how zum Aufbau und Betrieb von thermischen Netzen.
- Im Konzept kommen ausschliesslich bewährte Technologien zum Einsatz.

Grösste Herausforderungen (Risiken):

- Zeitdruck: Durch die Umsetzung des kantonalen Energiegesetzes ist der 1:1 Ersatz von Öl- und Gasheizungen nicht mehr möglich. Potenzielle Wärmebezügler werden teilweise auf langfristig ausgelegte Eigenlösungen setzen, wenn der Anschluss an einen Wärmeverbund nicht rechtzeitig und zu konkurrenzfähigen Preisen in Aussicht gestellt werden kann. Dies wiederum reduziert die Anschlussdichte und Wirtschaftlichkeit in den neuen Wärmeverbundgebieten.
- Rechtzeitige Zusicherung von Anschlüssen und Bereitstellung von Übergangslösungen für potenzielle Kundschaft im zukünftigen Verbundgebiet.
- Die Finanzierung mit den Kreditbeschlüssen zum Ausbau der Netze benötigt voraussichtlich eine Volksabstimmung mit entsprechender Vorlaufzeit.
- Der Ersatz der Verbrennungslinie 2 (ErVeL2) der KVA muss durch die Stimmbevölkerung genehmigt werden.
- Die Projektierungszeit bei Strassenbauprojekten ist aktuell sehr lange.
- Die Koordination für den Ausbau des Wärmenetzes mit allen zuständigen Stellen und weiteren Stakeholdern ist trotz Beschleunigungsmassnahmen komplex und zeitaufwändig.
- Allfällige Kapazitätsengpässe bei Stadtwerk Winterthur, Planern und Unternehmern.
- Engpässe bei verfügbarem Material für Netzausbau und Zentralen.
- Die langfristige Verfügbarkeit von Abfall als Brennstoff für die KVA ist mit Unsicherheiten behaftet. Die Kapazitäts- und Standortsplanung des Kantons Zürich geht von keiner signifikanten Änderung der erwarteten Abfallmengen aus.
- Der Standort der Energiezentrale Neuhegi ist noch nicht gesichert.
- Keine Garantie für die Verfügbarkeit der Abwärme aus dem Rechenzentrum.
- Der Zentralen-Standort und die Leitungsführung für eine ARA-Wärmenutzung sind noch nicht gesichert.
- Ob und wie die benötigte Biogas-Menge bereitgestellt werden kann, ist heute noch unklar.

10 HANDLUNGSEMPFEHLUNG

- Gemäss Masterplan Teil 1 ist die Verdichtung der bestehenden Wärmenetze in den P-Gebieten sowie die Erschliessung Neuwiesen Süd auf Basis der bestehenden Finanzierungsgefässe voranzutreiben.
- Die Standorte der Energiezentralen Schützenwiese und Neuhegi sind langfristig zu sichern (notwendig für Masterplan Teil 1 und Teil 2).
- Der Masterplan Teil 2 schlägt vor, ergänzend zum Teil 1 für die Nutzung der RZ-Abwärme mit der Erschliessung der Gebiete V10/V17 ein konkretes Projekt auszuarbeiten. Dafür wird ein entsprechender Planungskredit benötigt.
- Die Optionen ARA-Abwärmenutzung mit der Erschliessung des Gebiets V5 und die Erschliessung des Gebiets V8 werden in der Priorität zurückgestellt.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bedeutung
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWN	Abwärmenutzung
BHKW	Blockheizkraftwerk (Erzeugung von Wärme und Strom)
CCS	Carbon Capture and Storage (aus Rauchgasen der KVA)
DGAG	Denkgebäude AG
dT	Temperaturdifferenz
ErVeL2	Ersatz Verbrennungslinie 2 (der KVA Winterthur)
EWS	Erdwärmesonde
FW	Fernwärme (Abwärme aus Abfallverwertung, Hochtemperatur)
GIS	Geografisches Informationssystem (öffentlich zugängliches Portal)
GWR	Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister GWR
HT-Netz	Hochtemperatur-Netz (hier im KVA-Verbund mit Temperaturen bis 130°C)
JAZ	Jahres-Arbeitszahl
K	Kelvin, Temperatureinheit
KVA	Kehrichtverwertungsanlage
LW WP	Luft-Wasser-Wärmepumpe
MT-Netz	Mitteltemperatur-Netz (hier für Vorlauftemperaturen ca. 70°C)
PV	Photovoltaik
P-Gebiete	Gebiete mit bestehenden thermischen Netzen gemäss kommunalem Energieplan
QWV	Quartierwärmeverbund
RZ	Rechenzentrum
RZ AWN	Rechenzentrum Abwärmenutzung
Sm ³	(Holz-)Schnitzel-Kubikmeter
SW	Stadtwerk Winterthur
TAB	Technische Anschlussbedingungen (für Wärmenetze)
Tm	Trassenmeter (Länge der Wärmeleitung je für Vor- und Rücklauf)
V-Gebiete	Gebiete mit vorgesehenen thermischen Netzen gem. kommunalem Energieplan
VL / RL	Vorlauf / Rücklauf
VBh	Volllast-Betriebs-Stunden
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung (Erzeugung von Wärme und Strom)
WP	Wärmepumpe
ZAV	Zürcher Abfallverwertungs AG