

Stadt Opfikon

---

# Energieplanung Opfikon

---

Schlussbericht  
8. Dezember 2017

---

**Erarbeitet durch**

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich  
www.econcept.ch / + 41 44 286 75 75

**Autoren/innen**

Christian Vogler, MSc ETH, Umweltnaturwissenschaftler  
Martin Meyer, MSc ETH, Energy Science and Technology  
Meta Lehmann, MA in Germanistik und Volkswirtschaftslehre  
Reto Dettli, dipl. Masch. Ing. ETH, Dipl. NDS ETHZ in Betriebswissenschaften

# Inhalt

	<b>Zusammenfassung</b>	<b>i</b>
<b>1</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>1</b>
1.1	Einleitung	1
1.2	Ziele und Ablauf der Arbeiten	1
1.3	Vorarbeiten	2
1.4	Grundlagen	2
1.5	Energieplanungsbericht des Kantons Zürich	3
<b>2</b>	<b>Heutige Wärmenachfrage und Zielsetzungen der Stadt Opfikon</b>	<b>4</b>
2.1	Wärmebedarf	4
2.1.1	Abschätzung des absoluten Endenergieverbrauchs	4
2.1.2	Abschätzung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs	7
2.2	Kältebedarf	7
2.3	Perspektiven und Zielsetzungen	8
2.3.1	Energiepolitisches Leitbild der Stadt Opfikon	8
2.3.2	Zielesezung per 2050	8
<b>3</b>	<b>Bestehende Infrastrukturen der Wärmeversorgung und Entwicklungsgebiete</b>	<b>10</b>
3.1	Ausgewählte Infrastrukturen mit Relevanz für die Wärmeversorgung	10
3.2	Siedlungsstruktur und Stadtentwicklung	10
<b>4</b>	<b>Potenziale für die Wärme- und Kälteversorgung</b>	<b>13</b>
4.1	Standortgebundene hochwertige Wärme	13
4.1.1	Gewerbliche hochwertige Abwärme	13
4.1.2	Geothermie	13
4.1.3	Abwärme Kehrichtverbrennungsanlagen	14
4.1.4	Abwärme Umformerstation SBB in Seebach	15
4.2	Standortgebundene niederwertige Abwärme	16
4.2.1	Gewerbliche niederwertige Abwärme	16
4.2.2	Abwärme aus geklärtem/ungeklärtem Abwasser	17
4.2.3	Untiefe Geothermie (EWS)	19
4.2.4	Grundwasser	20
4.2.5	Oberflächengewässer	22
4.2.6	Sonnenenergie	23
4.3	Wärme aus regionalen erneuerbaren Energieträgern	23
4.3.1	Energieholz	23
4.3.2	Biomasse ohne Holz	24

4.4	Zusammenfassung heutige Nutzung, zukünftiger Bedarf und Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme	24
4.5	Künftige Bedeutung der Gasversorgung	25
<b>5</b>	<b>Räumliche Koordination</b>	<b>26</b>
5.1	Umsetzung des Energieplans	26
5.1.1	Rechtliche Grundlagen für die Umsetzung	27
5.1.2	Entwicklungsgebiete	28
5.1.3	Städtische Liegenschaften	29
5.1.4	Fördergelder für Wärmeverbunde	29
5.1.5	Nachführung des Energieplans	29
5.2	Aufbau der Massnahmenblätter	29
5.3	Massnahmenblätter für die Versorgung in Wärmeverbunden	30
5.4	Zone für öffentliche Bauten	41
5.5	Eignungsgebiete	41
5.6	Gasversorgung	43
5.6.1	Zukünftige Gasversorgung	43
5.6.2	Gebietsausscheidung ohne Neuerschliessung	45
5.6.3	Neukonzessionierung der Gasversorgung	45
5.7	Zusammenarbeitsvertrag mit Energieversorgern oder Contractor	45
	<b>Anhang</b>	<b>47</b>
A-1	Energieplan Opfikon 2003	47
A-2	Energieplan Opfikon 2017	48
A-3	Energiebezug Wärme nach Energieträger	49
A-4	Wärmebezugsdichte im Hektarraster	50
A-5	Gebäudealter und Sanierungszeitpunkt	51
A-6	Zulässigkeit von Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen	52
A-7	Abwärmepotenzial und Kältebedarf	53
A-8	Zonenplan	54
A-9	Gasnetz in Opfikon	55
A-10	Fluglärmsituation ES2	56
A-11	Städtische Liegenschaften	57

## Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht und der dazugehörige Energieplan (siehe Anhang A-2) bilden gemeinsam die Energieplanung Opfikon. Im Rahmen der kommunalen Energieplanung wurden der Wärmebedarf und das lokale Wärmeangebot analysiert und räumlich koordiniert. Dabei stehen die Senkung des fossilen Energieverbrauchs, sowie die Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien im Vordergrund. Die Stadt Opfikon will alle öffentlichen Gebäude bis 2050 ohne fossile Energien versorgen. Der Anteil der erneuerbaren Energien bei Raumwärme und Warmwasser in der Stadt Opfikon soll bis 2035 mindestens 50% und bis 2050 80% betragen.

In den Jahren 2013/2014 betrug der Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung in der Stadt Opfikon rund 288 GWh/a. Davon wurde rund die Hälfte mit Heizöl, ein Drittel mit Gas und 10% mit Fernwärme gedeckt. Der Rest verteilte sich auf Strom, Energieholz, Umweltwärme und Solarthermie. Insgesamt betrug der Anteil an erneuerbaren Energien rund 10%. Wenn der seit Ende 2016 gesteigerte Biogasanteil beim Gas von 10% berücksichtigt wird, beträgt der erneuerbare Anteil in 2017 bereits rund 13%.

Das bestehende Gasnetz leistet heute und zukünftig einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit und ermöglicht den Übergang zu einer umweltfreundlichen Versorgung mit erneuerbaren Gasen (Biogas, Power-to-Gas). Eine Verdichtung der Gasanschlüsse zur Substitution von Erdöl durch Gas ist nach wie vor sinnvoll und weiter zu verfolgen. Für einen erfolgreichen Aufbau der neuen Wärmeverbunde ist eine Kooperation der Fernwärme- und Gasversorger notwendig.

Für die zukünftige Wärmeversorgung wurden die Potenziale von Abwärme und erneuerbaren Energien untersucht. Bei der ortsgebundenen hochwertigen Abwärme gibt ein verbleibendes Potenzial von knapp 2 GWh/a aus der Industrie, mindestens 8-9 GWh/a bei der ERZ Fernwärme und rund 5 GWh/a beim Umformerwerk der SBB in Seebach. Bei der ortsgebundenen niederwertigen Abwärme gibt es ein Potenzial von rund 12 GWh/a aus dem Gewerbe, rund 4 GWh/a aus dem gereinigten Abwasser ab der Abwasserreinigungsanlage (ARA) und bis zu 32 GWh/a aus dem Glattwasser. Die Nutzung von Erdwärme ist auf einem grossen Teil des Stadtgebiets möglich. Damit die Erdwärme langfristig genutzt werden kann, ist im dicht bebauten Gelände das Erdreich im Sommerhalbjahr mit solarer Wärme oder Abwärme zu regenerieren. Das Potenzial von Energieholz aus regionalen Quellen ist mit rund 11 GWh/a beträchtlich. Die Nutzung von Solarthermie ist auf dem ganzen Stadtgebiet eine sinnvolle Ergänzung für die erneuerbare Wärmeversorgung.

Die Airport-Zone, resp. das Gebiet westlich der Schaffhauserstrasse wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten stark entwickelt. Das Gebiet eignet sich aufgrund der hohen Baudynamik, den vorhandenen Abwärmepotenzialen sowie der hohen Energiebezugsdichte für einen grösseren Wärme-/Kälteverbund, welcher vorwiegend durch gewerbliche Abwärmern, mit Wärme aus dem gereinigten Abwasser der ARA und aus dem Glattwas-

ser versorgt werden kann. Das gesamte Glattparkareal wird mit ERZ Fernwärme versorgt. Weiteres Potenzial für die Versorgung von Gebieten nördlich des Glattparks und der dritten Etappe des Glattparks sind vorhanden. Die bestehende Abwärmenutzung beim Umformerwerk der SBB in Seebach kann weiter ausgedehnt werden und beim Unternehmen CWS boco könnte in einem eigenständigen Wärmeverbund oder integriert in einem grösseren Verbund hochwertige Abwärme genutzt werden. Auch für den kleinen Holzwärmeverbund im alten Dorfzentrum gibt es Ausbaupotenzial. Für die Umsetzung der Energieplanung wurden zwölf meist gebietsspezifische Massnahmenblätter formuliert.

Für stadteneigene Liegenschaften sind langfristig (Zeithorizont 2050) nur die Nutzung von Abwärme und Umweltenergien vorgesehen. Bei Neubauten und Heizungsersatz der städtischen Liegenschaften sind fossile Energien ausgeschlossen.

Ein grosser Teil des restlichen Stadtgebiets eignet sich für die Nutzung von Erdwärme oder Glattwasser (entlang der Glatt). Ebenso sind die Nutzung von Aussenluft und Energieholz sinnvoll.

Insgesamt sind genügend Potenziale vorhanden um, ergänzt mit Energieeffizienzmassnahmen, die Bedürfnisse für Raumwärme und Warmwasser in Opfikon bis 2050 zu 80% mit erneuerbaren Energien zu decken.

# 1 Ausgangslage

## 1.1 Einleitung

Die Stadt Opfikon betreibt eine aktive Energiepolitik und ist seit 1998 Energiestadt. Bereits im Jahr 2003 liess sie einen Energieplan erarbeiten (siehe Anhang A-1), welcher 2004 durch den Stadtrat festgesetzt und vom Regierungsrat genehmigt wurde. Im Rahmen ihrer energiepolitischen Aktivitäten hat sich die Stadt Opfikon dazu entschieden, einen neuen kommunalen Energieplan zu erarbeiten. Der vorliegende Bericht und der dazugehörige Energieplan (siehe Anhang A-2) bilden gemeinsam die Energieplanung Opfikon.

Im Rahmen einer kommunalen Energieplanung analysieren Gemeinden den Wärmebedarf und das lokale Wärmeangebot und koordinieren diese räumlich. Massgebliches Ziel ist es, Voraussetzungen zu schaffen, dass ortsgebundene Abwärme und erneuerbare Energien an dafür geeigneten Orten genutzt werden und unnötige Doppelspurigkeiten bei der Versorgung mit leitungsgebundenen Energien vermieden werden. Mit der Energieplanung lässt sich der Verbrauch von fossilen Energien senken, die Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien fördern sowie die Umsetzung von Energieeffizienz-Massnahmen steigern.

Resultat der Energieplanung ist ein Energieplanungsbericht mit der dazugehörenden Energieplan-Karte, in welchem Prioritätsgebiete bzw. Verbundgebiete und weitere Gebietsausscheidungen eingezeichnet sind, sowie einer Massnahmenliste, welche die nächsten Schritte zur Nutzung der bestehenden Potentiale gebietsspezifisch beschreibt.

## 1.2 Ziele und Ablauf der Arbeiten

Ziele der kommunalen Energieplanung Opfikon sind:

- Wärmeversorgung: Senkung des Verbrauchs an fossilen Energieträgern durch vermehrte Nutzung von Umweltwärme und Sonnenenergie sowie durch gesteigerte Energieeffizienz.
- Planungs- und Vollzugsinstrument: Schaffung von Planungssicherheit und Schutz von Investitionen in die Nutzung von Umweltwärme und Abwärme.
- Die kommunale Energieplanung Opfikon ist zu diesem Zweck behördenverbindlich festzulegen.

Im vorliegenden Grundlagenbericht zum Energieplan Opfikon werden Mobilitätsfragen und Fragen bezüglich Elektrizitätsversorgungsinfrastrukturen nicht behandelt. Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Wärme- und Kälteversorgung. Strom wird nur betrachtet, falls er für Wärmezwecke (zum Beispiel Wärmepumpe) eingesetzt wird.

In einem ersten Schritt werden der heutige und zukünftige Wärme- und Kältebedarf abgeschätzt, die Zielsetzungen der künftigen Wärmeversorgung in Opfikon festgelegt, die bestehenden energierelevanten Infrastrukturen erfasst, bedeutende Entwicklungsgebiete identifiziert sowie die Abwärmepotenziale und Potenziale erneuerbarer Energien ermittelt.

Im zweiten Schritt werden die im kantonalen Richtplan aufgeführten Prioritäten der Wärmeversorgung (siehe Kapitel 1.5) angewendet und Prioritätsgebiete für die Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien festgelegt. Als Resultat liegen eine Plankarte (Energieplan) und Empfehlungen für Massnahmen in einzelnen Gebieten sowie für übergeordnete Massnahmen vor.

### 1.3 Vorarbeiten

In bereits erfolgten Aufträgen für die Stadt Opfikon wurden einzelne Aspekte einer umfassenden Energieplanung erarbeitet.<sup>1</sup> In einem ersten Schritt wurden der aktuelle Wärmebedarf (Wärmebezugsdichte) und die Gebäudeinfrastruktur untersucht. In einem weiteren Schritt wurden die Potenziale an Umweltwärme und Abwärmequellen, sowie mögliche Entwicklungsgebiete analysiert.

Die bisherigen Arbeiten werden in den vorliegenden Bericht übernommen und punktuell ergänzt und aktualisiert, so dass eine umfassende Grundlage für die räumliche Wärme-koordination vorliegt.

### 1.4 Grundlagen

Folgende Dokumente bilden die relevanten Grundlagendokumente, welche bei der Erarbeitung der Energieplanung Opfikon berücksichtigt wurden:

- *Energieplanungsbericht 2015 und Vision Energie 2050 (Überprüfung 2014) des Kantons Zürichs* (AWEL 2014 und 2015): Darin enthalten sind Angaben zu Energieverbrauch, -entwicklung und -potenzialen innerhalb des Kantonsgebiets.
- *Kantonaler Richtplan*: Im Kantonalen Richtplan werden die Prioritäten für Gebietsausscheidungen in kommunalen Energieplanungen festgelegt. Zudem enthält der Kantonale Richtplan Grundlagen und Festlegungen, welche zu berücksichtigen sind.
- *Das energiepolitische Leitbild der Stadt Opfikon* wurde vom Stadtrat am 24. Juni 2008 behördenverbindlich festgesetzt.
- *Energieperspektive Opfikon – Energieverbräuche und Sparpotentiale, Energiekonzepte AG, September 2011.*

---

<sup>1</sup> GIS Analysen und Visualisierungen Opfikon, Kurzbericht, 10. 07. 2015

GIS Potentialanalyse Umweltwärme und Abwärmequellen in Opfikon, Kurzbericht Phase 2, 14.12.2015

## 1.5 Energieplanungsbericht des Kantons Zürich

Die Grundlagen der Energieplanung sind im Energieplanungsbericht des Kantons Zürich festgelegt. Die Energieplanung muss von der Baudirektion genehmigt werden, damit sie gemäss kantonalem Energiegesetz EnerG, Art. 7 behördenverbindlich wird. .

### *Prioritäten für Gebietsausscheidungen im Kanton Zürich*

Der Kanton Zürich legt für räumliche Gebietsausscheidungen im Rahmen einer Energieplanung folgende Prioritäten fest (Richtplan Kanton Zürich 2015<sup>2</sup>, Kapitel 5.4.1):

#### *1. Ortsgebundene hochwertige Abwärme*

*Abwärme aus Kehrichtverbrennungsanlagen (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*

*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.*

*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.*

---

<sup>2</sup> Teilrevision 2015; Öffentliche Auflage vom 20.11.2015 bis 01.02.2016:

[http://www.are.zh.ch/internet/audirektion/are/de/raumplanung/kantonaler\\_richtplan/laufende\\_verfahren/krp\\_paket\\_2015.html](http://www.are.zh.ch/internet/audirektion/are/de/raumplanung/kantonaler_richtplan/laufende_verfahren/krp_paket_2015.html)

## 2 Heutige Wärmenachfrage und Zielsetzungen der Stadt Opfikon

### 2.1 Wärmebedarf

Für die Abschätzung des Wärmebedarfs wurden zum einen eine bestehende Quelle verwendet und zum anderen neue, räumliche aufgelöste Abschätzungen vorgenommen. Im Folgenden wird für beide Abschätzungen die Methodik erläutert sowie die Ergebnisse aufgeführt. Für die Abschätzungen des Wärmebedarfs werden Gebiete an der Grenze zu Nachbargemeinden, welche nicht mehr zu Opfikon gehören, aber für die Energieplanung berücksichtigt werden, nicht betrachtet bzw. vernachlässigt.

#### 2.1.1 Abschätzung des absoluten Endenergieverbrauchs

##### *Methodik*

Der Verbrauch von Gas (Erdgas und Biogas), Heizöl und Holzenergie wurde adressengenau anhand der Daten aus dem Feuerungskataster (Stand 2013) der Stadt Opfikon abgeschätzt. Im Feuerungskataster ist die Kesselleistung pro Adresse erfasst. Der jährliche Verbrauch wurde unter Annahme von 1'800 Volllaststunden abgeschätzt. Diese Annahme wurde anhand der Gasverbrauchsdaten (2014) von Energie 360° AG plausibilisiert. Eine Unterscheidung der Volllaststunden nach Verwendungszweck (Heizen/Warmwasser/Prozessenergie) ist nicht möglich, da dieser im Feuerungskataster nicht erfasst ist. Zudem besteht eine Ungenauigkeit darin, dass die Leistung nicht für alle erfassten Adressen bekannt ist (Werte Null). Dies betrifft 109 Objekte des Feuerungskatasters, welche in der Visualisierung (siehe AnhangA-3) nicht dargestellt werden.

Der Wärmeverbrauch an Fernwärme im Gebiet Glattpark basiert auf dem Wärmeabsatz 2015 von Entsorgung + Recycling Zürich<sup>3</sup>.

Für die Umweltwärme liegen aktuelle Daten<sup>4</sup> zu den bewilligungspflichtigen Wärmepumpen (55 Erdwärmesonden und einer Flusswasserwärmepumpe) des Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) vor. Der jährliche Energieverbrauch wurde auf Grund der erfassten Wärmeentnahme (Leistung) unter Annahme einer durchschnittlichen Zahl Volllaststunden sowie Jahresarbeitszahl abgeschätzt.

Es wurden folgende Annahmen getroffen (Quelle: BFE<sup>5</sup>):

- Erdwärmesonden: 2000 Volllaststunden, JAZ 3.5
- Flusswasserwärmesonde: 2000 Volllaststunden, JAZ 4
- Luft-Wasser-Wärmepumpen: 2000 Volllaststunden, JAZ 3

---

<sup>3</sup> Auskunft Herr Wegmann, ERZ, 22.04.2016

<sup>4</sup> Stand am 21.04.2016

<sup>5</sup> Richard Phillips (2010): Wärmepumpen – häufig gestellte Fragen, Antworten für Laien und Interessierte über Wärmepumpen und deren Anwendungen, Bundesamt für Energie.

Für Luft-Wasser-Wärmepumpen, liegen keine Daten vor, da diese keine kantonale Bewilligung benötigen<sup>6</sup>. Es wird folgende Annahme getroffen: Die installierte Leistung von Erdwärmesonden beträgt zwei Drittel und diese von Luft-Wasser-Wärmepumpen einen Drittel.

Der Strombedarf von Wärmepumpen kann aufgrund der angenommenen Jahresarbeitszahl berechnet werden.

Solarthermie: Angabe zu geförderten Anlagen und Annahme<sup>7</sup>, dass die Hälfte der Anlagen Fördergelder beantragt haben.

Elektroheizungen: Gemäss dem Bundesamt für Statistik wurden im Jahr 2014 im Kanton Zürich rund 4% aller Gebäude mit Elektrizität beheizt<sup>8</sup>. Als Näherung wird angenommen, dass zusätzlich zu den restlichen Energieträgern 4% an zusätzlichem Bedarf von Elektroheizungen kommt.

---

<sup>6</sup> Für den Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ist eine baurechtlich Bewilligung der Gemeinde erforderlich.

<sup>7</sup> D. Martinelli, Energiebeauftragter Stadt Opfikon

<sup>8</sup> <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/09/02/blank/key/qebaede/heizung.html> [21.06.2016]

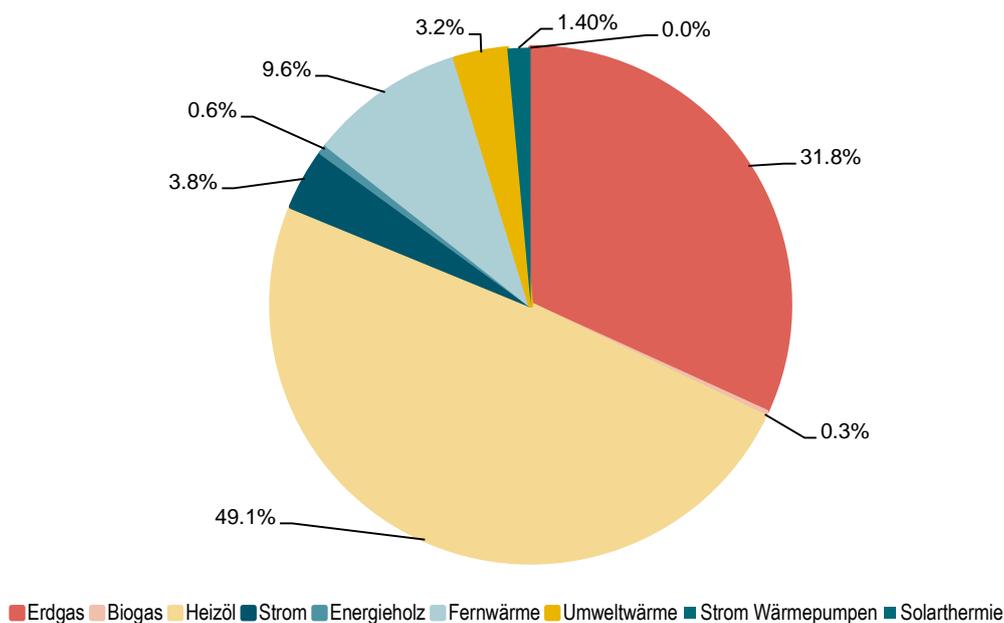
### Ergebnisse Endenergieverbrauch Wärme

Energieträger	Verbrauch [MWh/a]	Quelle
Erdgas (inkl. Propan)	72'565	Feuerungskataster Opfikon Stand 2013
Biogas	689	Energie 360° (Biogasanteil 2014 von 0.94%) <sup>9</sup>
Heizöl (inkl. Dieselöl)	111'879	Feuerungskataster Opfikon Stand 2013
Strom (Elektroheizungen)	8'738	Abschätzung (BFS)
Energieholz	1'339	Feuerungskataster Opfikon Stand 2013
Fernwärme <sup>10</sup>	21'984	ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, 12.07.2016
Davon erneuerbar	51%	
Davon nicht erneuerbar	49%	
Umweltwärme	7'395	AWEL 21.04.2016
Davon Erdwärmesonden	4'806	
Davon Grundwasserwärmepumpen	186	
Davon Luft-Wasser-Wärmepumpen	2'403	Abschätzung
Strom für Wärmepumpen	3'186	(Anteil Erneuerbar 50% gemäss Strommix Energie Opfikon)
Davon Erdwärmesonden	1'922	AWEL 21.04.2016
Davon Grundwasserwärmepumpen	62	AWEL 21.04.2016
Davon Luft-Wasser-Wärmepumpen	1'202	Abschätzung
Solarthermie	100	D. Martinelli, Energiebeauftragter Stadt Opfikon
<b>Endenergieverbrauch Wärme</b>	<b>227'875</b>	
Davon erneuerbar	22'327	10%
Davon nicht erneuerbar	205'548	90%

Tabelle 1: Endenergieverbrauch für Wärmezwecke in Opfikon (Energiedaten beziehen sich je nach Quelle auf die Jahre 2013 oder 2014)

<sup>9</sup> Seither ist der Biogasanteil stark gestiegen: 2015: 2.2%, 2016: 5.2%. Seit dem 01.10.2016 beträgt der Biogasanteil im Standard-Gasprodukt von Energie 360° 10%. Dadurch wird der erneuerbare Anteil der Wärmeversorgung in Opfikon auf rund 13% ansteigen.

<sup>10</sup> Anteil erneuerbare Energie beträgt rund 50%, E-Mail vom 12. Juli 2016 von Hanspeter Wegmann, Leiter Abteilung Wärmeverteilung, ERZ Entsorgung & Recycling Zürich. Energieträger 2014 (2015): Heizöl 2.23% (2.97%), Erdgas 11.96% (16.41%), Holz 13.60% (13.47%), WP 2.63% (1.93%), Kehricht 69.58% (65.22%). Die Kehrichtverbrennung wird zu 50% als erneuerbar eingestuft.



econcept

Figur 1: Endenergieverbrauch für Wärmezwecke in Opfikon (Energiedaten beziehen sich je nach Quelle auf die Jahre 2013 oder 2014)

In Opfikon wohnten per Ende 2015 18'482 EinwohnerInnen. Da sich ein Teil der Energiewerte auf die Jahre 2013 und 2014 bezieht, wird die Einwohnerzahl für 2014 (17'085) für pro Kopf-Berechnungen verwendet.<sup>11</sup>

Daraus ergeben jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen von rund 46'000 t CO<sub>2</sub>. Dies entspricht 2.7 t CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr.

### 2.1.2 Abschätzung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs

Die Karten in Anhang A-3 und A-4 stellen den Energiebezug nach Energieträger und die Energiebezugsdichte in einem Hektarraster auf dem Gebiet der Stadt Opfikon dar.<sup>12</sup>

## 2.2 Kältebedarf

Eine erste Grob-Analyse in Bezug auf das Abwärmepotenzial (siehe Karte in Anhang A-7) hat ergeben, dass es auch möglichen Kältebedarf gibt. Die Rechenzentren der Firma Interxion und der UBS (Cher und Cardcenter) haben einen Bedarf für die Kühlung der IT-Infrastruktur. Auch das Balsberg-Gebäude der Priora hat wahrscheinlich einen erheblichen Kältebedarf im Sommer. Detaillierte Abklärungen zum genauen Bedarf an Kälte und mögliche Potenziale in Zusammenhang mit einem Wärme-Kälteverbund werden zurzeit

<sup>11</sup> <http://www.opfikon.ch/de/portrait/kennzahlen/portraitbevoelkerung/>

<sup>12</sup> Die zugrunde liegenden amtlichen Vermessungsdaten wurden zwischenzeitlich aktualisiert und werden für den Energieplan gemäss neustem Stand verwendet.

im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für einen Wärmeverbund durch die Halter AG im Auftrag von Energie Opfikon erhoben.

## **2.3 Perspektiven und Zielsetzungen**

### **2.3.1 Energiepolitisches Leitbild der Stadt Opfikon**

Das Energiepolitische Leitbild der Stadt Opfikon von 2008 setzt zum Ziel die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Brennstoffen gegenüber 1990 um 15% zu senken. Das Zieljahr wurde allerdings nie festgelegt.

### **2.3.2 Zielesetzung per 2050**

Die Energiestrategie 2050 des Bundes setzt das Ziel, die bundeseigenen Betriebe bis 2050 ohne fossile Energien mit Wärme zu versorgen. Für die ganze Wärmeversorgung der Schweiz werden keine konkreten Ziele gesetzt, aber umfangreiche Massnahmen ergriffen.

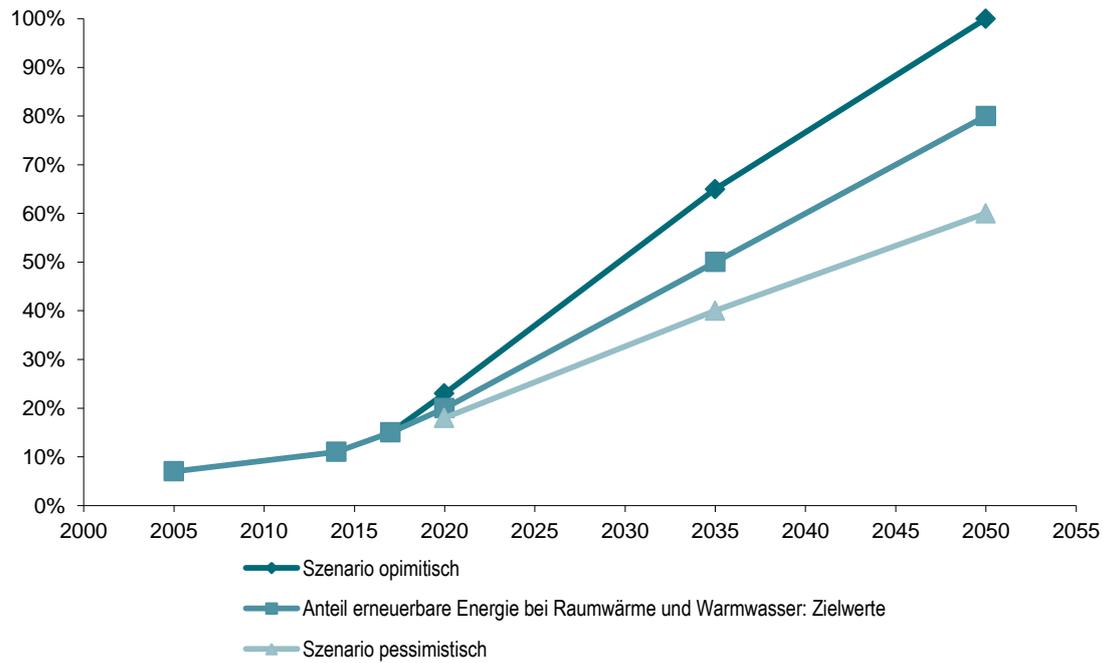
Die Stadt Opfikon möchte ebenfalls die öffentlichen Gebäude bis 2050 ohne fossile Energien versorgen. Für das ganze Stadtgebiet empfiehlt sich eine Anlehnung an das Leitbild zur langfristigen Entwicklung der interkantonalen Gebäudepolitik. Die Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK) hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden um über 80 Prozent unter den Wert gegenüber 1990 zu senken<sup>13</sup>.

Da ein Ausgangswert für die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden in Bezug zu 1990 in Opfikon fehlt, empfiehlt sich eine Abstützung auf den Anteil an erneuerbaren Energien bei Raumwärme und Warmwasser. Dieser Anteil betrug in Opfikon etwa 6-8% in 2005 und etwa 10-12% in 2013/2014.

Der Energieplan beabsichtigt in erster Linie den Anteil erneuerbarer Energien bei Raumwärme, Warmwasser und auch Prozessenergie zu erhöhen und optimal mit den möglichen Potenzialen und Wärmeangeboten zu koordinieren. Die Stadt Opfikon will den Anteil an erneuerbaren Energien bei Raumwärme und Warmwasser sowie auch beim gesamten Wärmeverbrauch bis 2050 auf mindestens 80% steigern. Wenn die Potenziale, welche ökonomisch sinnvoll nutzbar sind, umgesetzt werden und die Erneuerungsraten von Gebäuden gegenüber heute deutlich gesteigert werden können, kann das gesetzte Ziel erreicht werden. Die folgende Grafik zeigt einen realistischen Zielpfad bis 2050 und zeigt mögliche Entwicklungen als Szenarien auf.

---

<sup>13</sup> Gebäudepolitik 2050: Ein Leitbild der EnDK zur langfristigen Entwicklung der interkantonalen Gebäudepolitik. Verabschiedet durch die Plenarversammlung vom 26. August 2016.



econcept

Figur 2: Zielwerte für den Anteil erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung in Opfikon und Bandbreite der Entwicklungsmöglichkeiten.

Der Anteil der erneuerbaren Energien bei Raumwärme und Warmwasser in der Stadt Opfikon soll bis 2035 mindestens 50% und bis 2050 mindestens 80% betragen.

### 3 Bestehende Infrastrukturen der Wärmeversorgung und Entwicklungsgebiete

#### 3.1 Ausgewählte Infrastrukturen mit Relevanz für die Wärmeversorgung

Im Rahmen von Vorarbeiten wurden verschiedene Karten mit Infrastrukturen, welche für die Wärmeversorgung relevant sind, erstellt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick dazu:

Infrastruktur	Plangrundlage
Wärmenetze	Fernwärme ERZ, siehe Plan Nr.1 «Energiebezug Wärme nach Energieträger», Anhang A-3 Abwärmennutzung beim Umformerwerk der SBB in Seebach (siehe Energieplan, Anhang A-2) Privater Holzwärmeverbund im Dorfzentrum (siehe Energieplan Anhang A-2)
Gasnetz	Siehe Anhang A-9
Feuerungen	Siehe Karte «Energiebezug Wärme nach Energieträger», Anhang A-3
WKK-Anlagen	Gemäss Energieplan des Kantons Zürich gibt es keine entsprechenden Anlagen in Opfikon
Wärmepumpen	Siehe Karte «Zulässigkeit von EWS und GWWP», Anhang A-6 Plan enthält Standorte der Erdwärmesonden EWS und Grundwasserwärmepumpen GWWP
Abwasserreinigungsanlage (ARA)	Anhang A-7
Alter und Struktur Gebäudesubstanz	Siehe Karte «Gebäudealter und Sanierungszeitpunkt», Anhang A-5
Siedlungsstruktur	Siehe Zonenplan, Anhang A-8

Tabelle 2: Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturen in Opfikon.

\*Beim Gemeindehaus gibt es eine Wärmenutzung der Glatt.

#### 3.2 Siedlungsstruktur und Stadtentwicklung

Zu Entwicklungsgebieten gehören unbebaute Zonen und Erneuerungsgebiete. Bei Letzteren sind Neu- und Ersatzbauten möglich oder vorgesehen. Die Gebiete können nach Möglichkeit durch die folgenden Informationen beschrieben werden:

- Geplante Anzahl Arbeitsplätze
- Geplante Wohn- und Arbeitsfläche
- Realisierungszeitraum
- Energiebedarf

Aktuell gibt es keine konkreten Planungen für Entwicklungsgebiete, für welche oben stehende Kennzahlen im Detail bestimmt wurden. Im Folgenden werden verschiedene Gebiete qualitativ beschrieben und das mögliche Entwicklungspotential aufgezeigt. Eine Schätzung oder Hochrechnung der Kennzahlen war nicht Teil der bereits ausgeführten Arbeiten.

Die folgenden Informationen wurden mit Nicola Witt und Sarah Keller von der Abteilung Bau und Infrastruktur der Stadt Opfikon erarbeitet.

#### *Allgemeine Bemerkungen*

Auf einem grossen Teil des Stadtgebiets ist die Entwicklung gehemmt durch die die Fluglärmsituation (siehe Anhang A-10). In der Mehrheit der Wohngebiete ist keine Zunahme oder ein Ausbau von Wohnbauten möglich. Dort sind jeweils nur Ersatzbauten ohne eine wesentliche Zunahme der Nutzfläche möglich. Insbesondere darf in den meisten Gebieten die Anzahl der Wohneinheiten nicht vergrössert werden, wodurch das Potenzial der Entwicklung und Erneuerung stark gehemmt wird. In Misch- und Gewerbebezonen gibt es bezüglich Entwicklung jeweils mehr Möglichkeiten.

Das wichtigste Gebiet in Bezug auf städtebauliche Entwicklungen für die nächsten 5 bis 10 Jahre ist die «Flughafen Zone oder Airport-City». Gemäss Zonenplan der Stadt Opfikon (siehe Anhang A-8) gehört das Gebiet überwiegend zur Zentrumszone Arbeitsplatzgebiet ZA2 und ist von Gewerbe dominiert. Wohnen ist nicht zulässig.

#### *Flughafen oder Airport Zone*

In dieser Zone werden einige neue Bauten erwartet. Das Potenzial ist durch die vielen unbebauten Grundstücke und die Nähe zum Flughafen und der Stadt Zürich gross. Es existieren Baulandreserven von fast 1 Million m<sup>2</sup> gemäss rechtskräftiger Bau- und Zonenordnung. Neben Arbeitsplätzen sind in Zukunft auch Schwerpunkte für Einkauf, Sport, Freizeit etc. angestrebt. Das Ziel ist es eine gute Durchmischung und ein urbanes Stadtquartier zu entwickeln. Der Entwicklungshorizont in diesem Gebiete beträgt zwischen 10 und 30 Jahren, mit Ausnahme von einzelnen Projekten innerhalb der nächsten ca. 5 Jahren. Da sich aufgrund der Parzellenstruktur und Eigentümerschaft einige grössere Projekte ergeben könnten und es in dieser Zone viele Neuerungen geben wird, wäre in Zukunft die Abwärmenutzung sehr erwünscht.

#### *Rohr- / Plattenstrasse*

In diesem Wohngebiet sind aufgrund des Fluglärms keine neuen Wohnbauten, sondern nur Sanierungen und Ersatzbauten möglich. Das Gebiet weist einen hohen Anteil an sanierungsbedürftigen Gebäuden und eine spezielle Struktur mit vielen eher kleinen Wohnungen auf. Aktuell werden verschiedene Szenarien entwickelt, wie sich dieses Gebiet weiterentwickeln soll. Die Möglichkeiten sind allerdings durch die Fluglärmsituation stark eingeschränkt. Eine Umzonung wäre nur langfristig denkbar. Obwohl eine Erneuerung dringend notwendig wäre, ist aufgrund der Einschränkungen und politischen Diskussionen zurzeit schwer abschätzbar, wann mit einer Entwicklung zu rechnen ist.

#### *Glattpark-Areal*

Beim Glattpark gibt es Arbeitsplatzzonen und gemischte Wohn- und Gewerbebezonen. Die letzten Bauprojekte sind in der Umsetzung. Es bleiben vorerst aber vier Parzellen unbebaut, respektive mit Zwischennutzungen versehen. Wann der Glattpark (Etappe 1+2) vollständig bebaut sein wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Das ganze Gebiet wird bereits durch die Fernwärme der Stadt Zürich erschlossen. Die 3. Etappe Glattpark (Gebiet am südlichen Ende von Opfikon, südlich des Leutschenbachs) ist von grosser

Bedeutung, da dies eines der wenigen Gebiete der Stadt Opfikon ist, auf welchem neue Wohnbauten möglich sind. Der Kanton möchte dort jedoch ein Tramdepot erstellen. Im Gebiet Glattpark West (westlich der Thurgauerstrasse) gibt es nur Gewerbe und teilweise ältere Gebäude, welche in den nächsten 10 bis 20 Jahren saniert werden müssen. Neubauten sollen in diesem Teil wenn möglich ebenfalls dem Verbund des Umformerwerks der SBB angeschlossen werden.

#### *Schaffhauserstrasse*

Entlang der Schaffhauserstrasse sind gemäss Zonenplan Verdichtungen möglich. Es gibt ein Leitbild, die Erneuerung wird aber nicht aktiv vorangetrieben. Trotzdem ist eine Verdichtung bereits im Gang. Aufgrund des Fluglärms kann es nicht mehr Wohnraum geben, sondern nur Sanierungen und Erneuerungen. Die Verdichtung findet somit über Gewerbe- und Dienstleistungsflächen statt.

#### *Städtische Baulandreserven*

Die meisten Baulandreserven der Stadt Opfikon werden als strategische Reservefläche für Wohnbauten gesichert (Fallwiesen, Müllackerstrasse, Dorfkern). Die noch verfügbare Fläche beträgt ca. 5 ha. In den nächsten 5-10 Jahren wird sich nicht viel ändern.

#### *Wohngebiete*

In den Einfamilienhausquartieren ist eine kontinuierliche, leichte Verdichtung im Gang. In den Mehrfamilienhausquartieren werden punktuell Häuser saniert. Aufgrund der Fluglärmbeschränkungen gibt es aber eher selten Neubauten.

#### *Zonen für öffentliche Bauten:*

Die ARA wird ab 2017 während 7 Jahren umgebaut und erweitert. Entlang der Glatt im Bereich zwischen der Schaffhauserstrasse und der Thurgauerstrasse liegen diverse städtische Liegenschaften. Das Gebiet ist für öffentliche Bauten reserviert und hat noch Verdichtungspotenzial. Bereits gebaut wurde ein Schulhausprovisorium und der Umbau des Schulhauses Halden ist am Laufen. Die ehemalige ARA Glatt ist im Besitz der Stadt Zürich. Teile davon sind bereits umgenutzt, weitere Umnutzungen könnten folgen. Die Stadt Opfikon möchte in diesem Bereich die Freizeitnutzung stärken.

## 4 Potenziale für die Wärme- und Kälteversorgung

Das folgende Kapitel zeigt die Potenziale für die Wärme- und Kälteversorgung auf. Dabei werden standortgebundene hochwertige und niederwertige Abwärme, sowie regionale erneuerbare Energieträger unterschieden. Bei den Potenzialen werden jeweils die heutige Nutzung und das verbleibende ungenutzte Potenzial unterschieden.

### 4.1 Standortgebundene hochwertige Wärme

Als standortgebundene, hochwertige Abwärme wird Abwärme bezeichnet, die direkt ohne Hilfsenergie genutzt werden kann.

#### 4.1.1 Gewerbliche hochwertige Abwärme

Eine Auswertung des Feuerungskatasters zeigt, dass in Opfikon nur die CWS boco Feuerungen für Prozessenergie betreibt. Alle anderen Verbraucher, welche über einer GWh/a Energie verbrauchen, setzen diese für Raumwärme ein. Es wird angenommen, dass nur im Falle von Prozessenergie Abwärme sinnvoll genutzt werden könnte. Am Standort von CWS boco werden jährlich ca. 4 GWh Heizöl und ca. 8 GWh Gas verbraucht. Etwa 15% davon könnte wahrscheinlich als Abwärme aus den Abgasen genutzt werden. Aufgrund einer groben Schätzung dürften es knapp 2 GWh/a sein, welche als Abwärme genutzt werden könnten. Es wird angenommen, dass die Abwärme auf einem hohen Temperaturniveau anfällt und zur hochwertigen Abwärme. Detaillierte Abklärungen dazu erfolgen durch die Halter AG, dies im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für einen Wärmeverbund im Auftrag von Energie Opfikon.

**Heutige Nutzung:** keine

**Ungenutztes Potenzial:** < 2 GWh/a hochwertige Abwärme

#### 4.1.2 Geothermie

Von tiefer Erdwärme spricht man bei einer Erschliessung der Tiefen von 400 m bis max. 5–6 km. Grössere Tiefen sind aktuell wirtschaftlich nicht interessant, da die Kosten mit der Bohrtiefe exponentiell ansteigen. Die Wärmenutzung ist aufgrund der hohen Temperaturen direkt möglich. Bei Temperaturen deutlich über 100°C kann zusätzlich Elektrizität produziert werden.

Bei der Nutzung der tiefen Erdwärme gilt es zwei Systeme zu unterscheiden: Beim ersten Anlagentyp spricht man von hydrothermalen Systemen, welche tief im Untergrund vorkommende wasserführende Gesteinsschichten nutzen. Der zweite Anlagentyp wird als petrothermales System bezeichnet. Dieses wird angewendet, wenn kein nutzbares Wasser im Untergrund vorzufinden ist. Um die Erdwärme dennoch nutzen zu können, wird Wasser unter hohem Druck in den Untergrund gepresst, bis das Gestein aufbricht.

**Heutige Nutzung:** Heute wird keine Wärme aus den tiefen Erdschichten gewonnen.

**Ungenutztes Potenzial:** Nach heutigem Stand der Technik und aus geologischer Sicht ist in Opfikon das Potenzial von tiefer Geothermie für Wärmezwecke nicht interessant.<sup>14</sup>

Es gibt ein grosses noch ungenutztes Potenzial. Die Erschliessung ist jedoch mit erheblichen Risiken und Kosten verbunden. Erfahrungen mit Projekten in Basel, Zürich und St. Gallen haben diese Vorbehalte noch etwas verstärkt.

#### 4.1.3 Abwärme Kehrichtverbrennungsanlagen

Die Fernwärmestammleitungen, welche ins Gebiet Opfikon führen sind für maximal 16 MW Leistung ausgelegt. Der Leitungsstrang (DN200) wird bei einer Vorlauftemperatur von 113°C und einer Temperaturspreizung von 63°K betrieben. Bei einer angenommenen Volllaststundenzahl von 2000 h, ergibt sich eine theoretische maximale Wärmemenge von 32 GWh/a.

##### Heutige Nutzung:

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abonnierte Leistung [MW]	4.64	4.89	4.89	4.89	6.66	12.89	13.89
Wärmeabsatz effektiv [MWh/a]	9'360	11'096	9'239	10'763	12'552	15'282	20'711
Wärmeabsatz auf 3300 HGT norm. [MWh/a]	9'527	9'918	10'360	10'542	11'619	18'345	21'984

Tabelle 3: Verbrauchsdaten Glattparkareal Opfikon<sup>15</sup>.

In 2016 wurden zwei weitere Objekte mit einer abonnierten Leistung von 0.85 MW gebaut und an die Fernwärme angeschlossen.

Der Bau der geplanten Verbindungsleitung vom Hagenholz (Zürich-Nord) nach Zürich-West, welcher aufgrund der Schliessung der KVA-Josefstrasse notwendig wird, ermöglicht ein zusätzliches Absatzpotenzial für Fernwärme in den neu erschlossenen Gebieten. Dies wiederum liefert die Grundlage für den Bau einer dritten Kehrichtverbrennungslinie im Hagenholz. Dadurch erhöht sich auch die für Opfikon verfügbare Abwärmemenge (MWh). Die Leistungskapazität des Strangs nach Opfikon ist aber weiterhin für den Spitzenlastbezug limitierend.

Gemäss Informationen von ERZ<sup>16</sup> wird beabsichtigt ab 2031 die Vorlauftemperatur im ganzen Netz Zürich-Nord von heute 113°C auf 104°C zu reduzieren. Dies ergibt eine Reduktion in der Temperaturspreizung von 63K auf 54K und eine Reduktion in der Strangkapazität. Die nominale Leistungskapazität würde sich so von 16 auf 14 MW reduzieren. Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor<sup>17</sup> von zum Beispiel 0.8 ergäbe sich bei der heu-

<sup>14</sup> Das Potenzial von tiefer Geothermie für Wärmezwecke ist im folgenden Bericht für den Kanton Zürich beschrieben: Geothermische Energie im Kanton Zürich – Grundlagen und Potenzial, Baudirektion Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), November 2007.

<sup>15</sup> Hanspeter Wegmann, ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, 22.04.2016

<sup>16</sup> E-Mail von Hanspeter Wegmann, Leiter Abteilung Wärmeverteilung, 03.01.2017

<sup>17</sup> Der Gleichzeitigkeitsfaktor kalkuliert die Tatsache ein, dass nicht alle Verbraucher gleichzeitig einen maximalen Leistungsbedarf haben.

tigen Temperaturspreizung eine Kapazität von 20 MW und ab 2031 (bei reduzierter Vorlauftemperatur) eine Kapazität von 17.5 MW.

**Ungenutztes Potenzial:** Per Ende 2016 sind noch 1.3 MW abonnierbare Spitzenlast verfügbar in Bezug auf die Kapazitätsgrenze von 16 MW. Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0.8 (Kapazität 20 MW) sind noch 5.3 MW Leistung verfügbar.<sup>18</sup>

**Weiteres Potenzial:** Die maximal bezogene Leistung, wird nur während wenigen Stunden im Jahr benötigt. Während der restlichen Zeit wären grössere Wärmemengen verfügbar, welche die Grundlast von weiteren Bezüglern abdecken könnten. Bei der Betrachtung des Grenzdeckungsgrads (oder Gleichzeitigkeitsfaktor) der Fernwärme und dezentraler Nachheizung (lokale Spitzenlastkessel) könnte ein weiteres Potenzial von 5 – 15 MW erschlossen werden. Um dieses zusätzliche Potenzial zu erschliessen wären zusätzliche Investitionen notwendig.

#### 4.1.4 Abwärme Umformerstation SBB in Seebach<sup>19</sup>

Im Unterwerk Seebach der SBB wird die Frequenz von 50 Hertz auf 16-2/3 Hertz umgeformt. Die dabei entstehende Abwärme wird von der ewz genutzt.

Die Abwärme wird auf zwei Temperaturniveaus entnommen. Über einen 55°-Strang wird die Thurgauerstrasse 117 versorgt. Zurzeit wird ein 35°-Strang zur Thurgauerstrasse 101 und Alpenstrasse 3 gelegt. Die Alpenstrasse 3 nutzt die Abwärme nur zur Grundlastdeckung. Mittels einer Wärmepumpe (WP) wird die geforderte hohe Vorlauftemperatur erreicht. Die WP wird auch zur Kühlung verwendet. Dieses Konzept könnte man auch für andere Liegenschaften anwenden.

Das hochtemperaturige Potenzial ist ausgeschöpft, auf dem 35°-Niveau gibt es jedoch noch ungenutztes Potenzial, welche mit Hilfe einer WP die Grundlast des ganzen Gebiets decken könnte. Das gesamte Potenzial (inklusive des bereits genutzten) beträgt 1 MW (90% der Zeit), bzw. >1.5 MW (50% der Zeit), oder 2-2.5 MW (30% der Zeit). Ein Wärmespeicher würde das Potenzial vergrössern.

**Heutige Nutzung:** Insgesamt werden rund 2 GWh/a an Abwärme genutzt. Für 2017 ist eine neue Anlage geplant, welche rund 3-4 GWh/a nutzen wird.

**Ungenutztes Potenzial:** Die mittlere Abwärmeleistung beträgt rund 1.8 MW. Dies ergibt ein theoretisches Potenzial von rund 15 GWh/a. Davon ist allerdings nur rund die Hälfte mit vernünftigem Aufwand nutzbar.

<sup>18</sup> Gemäss Information der ERZ sind ab 2031 nur noch 17.5 MW Leistung verfügbar und es bliebe ein ungenutztes Potenzial von 2.8 MW.

<sup>19</sup> Auskunft von Herrn Leumann, ewz, 05.7.2016

## 4.2 Standortgebundene niederwertige Abwärme

Standortgebundene, niederwertige Abwärme kann mit Hilfsenergie genutzt werden. In den meisten Fällen ist dies Strom, welcher einer Wärmepumpe zugeführt wird. Die Wärmepumpen-Technik nutzt die niederwertige Abwärme als Quelle und liefert Wärmeenergie auf einem für den Wärmebezüger nutzbaren Temperaturniveau. Je nach Konzept kann der erforderliche Temperaturhub zentral oder dezentral beim Wärmebezüger erfolgen.

### 4.2.1 Gewerbliche niederwertige Abwärme

Detaillierte Abklärungen durch die Halter AG<sup>20</sup> haben gezeigt, dass es einige gewerbliche Firmenstandorte gibt, an welchen nutzbare Abwärmepotenziale und Kältebedarf vorhanden sind. Dies sind gute Voraussetzungen für die Einbindung in einen kombinierten Wärme-/Kälteverbund. Es sind die folgenden Potenziale vorhanden:

- Rechenzentrum Interxion: 12.7 GWh/a Abwärmepotenzial, je nach Ausbau eines Verbunds sind 50 – 65% des Potenzials nutzbar
- UBS Cher: 6 GWh/a Abwärmepotenzial, ca. 2.8 GWh/a davon werden bereits als Abwärme für die standorteigene Wärmeenergie genutzt. Die verbleibende Wärmemenge ist aufgrund der nicht ganzjährigen Heizsaison nur etwa zur Hälfte (1.6 GWh/a) nutzbar.
- UBS Cardcenter: 1.6 GWh/a Abwärmepotenzial, in etwa die Hälfte (0.8 GWh/a) ist nutzbar.
- Balsberg: 4 GWh/a Abwärmepotenzial, in etwa die Hälfte (2 GWh/a) ist nutzbar.

Objekt	Abwärmepotenzial [GWh/a]	Bereits genutzt [GWh/a]	Verfügbar und nutzbar in einem Wärmeverbund [GWh/a]
Interxion (Rechenzentrum)	12.7	0	6.3 – 8.2
UBS Cher	6	2.8	1.6
UBS Cardcenter	1.6	0	0.8
Balsberg	4	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>24.3</b>	<b>2.8</b>	<b>10.7 – 12.6</b>

Tabelle 4: Vorhandenen und nutzbare Abwärmepotenziale für niederwertige gewerbliche Abwärme.

**Heutige Nutzung:** Rund 2.8 GWh

**Ungenutztes Potenzial:** Insgesamt sind rund 10.7 – 12.6 GWh/a an nutzbarem Abwärmepotenzial vorhanden.

<sup>20</sup> Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für einen Wärmeverbund in Opfikon im Auftrag von Energie Opfikon.

#### 4.2.2 Abwärme aus geklärtem/ungeklärtem Abwasser

Die Abwärme im Abwasser kann zum einen dem gereinigten Abwasser auf bzw. nach der Kläranlage (geklärtes Abwasser) oder zum anderen aus der Kanalisation (ungeklärtes Abwasser) entnommen und zur Beheizung und zum Kühlen von Gebäuden genutzt werden. Die Nutzung von Abwärme, welche durch die Verbrennung von Klärschlamm entsteht ist nicht möglich, da der anfallende Klärschlamm in der ARA Opfikon-Kloten entwässert (30% Trockensubstanz) wird und danach beim Werdhölzli thermisch verwertet wird. Im Werdhölzli soll es später möglich sein, den Phosphor aus dem Klärschlamm zurückzugewinnen. Eine thermische Verwertung vor Ort in Opfikon-Kloten würde wesentlich teurer ausfallen.

Hunziker Betatech hat die Nutzungsmöglichkeiten von Wärme aus Schmutzwasser und gereinigtem Abwasser untersucht. Sie kommen zum Schluss, dass die Möglichkeiten für die Wärmenutzung von Schmutzwasser im Vergleich zu gereinigtem Abwasser geringer sind. Zudem sind die Anforderungen komplexer und deshalb auch kostenintensiver. Ein kritischer Punkt bei der thermischen Nutzung von Schmutzwasser ist die erlaubte Temperaturabkühlung des Abwassers. Für eine optimale Klärung des Abwassers sind die ARA auf Temperaturen von mindestens 10°C angewiesen. Um das entsprechende Potential genau abzuklären, müssten in den Wintermonaten Messreihen in den potentiellen Abwasserkanälen veranlasst werden. Allgemein müssen folgende Bedingungen gegeben sein, damit eine Nutzung des Abwassers aus technischer Sicht möglich ist: mehr als 80cm Durchmesser im Kanal, mindestens 15l/s Trockenabfluss<sup>21</sup> und ein Sanierungsbedarf des Kanals muss gegeben sein (ansonsten zu teuer). Gemäss einer Sitzung zur überarbeiteten Energieplanung der Stadt Zürich<sup>22</sup> steht die Abwärme aus dem Rohabwasser des Hauptsammelkanals (aus dem Glattstollen) nicht zur Verfügung, da die Reinigung im Werdhölzli auf minimale Temperaturen angewiesen sei, welche sonst nicht eingehalten werden könnten.

Hunziker Betatech untersuchte vertieft die Nutzungsmöglichkeiten von gereinigtem Abwasser ab der ARA Kloten-Opfikon mittels kalter Fernwärmeverteilung. Bei warmer Fernwärmeverteilung wird die dem Wasser entzogene Wärme zentral (bei der ARA) mittels Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und über isolierte Leitung zu den Verbrauchern transportiert. Bei einer kalten Fernwärmeverteilung wird das gereinigte Abwasser über nicht isolierte Leitungen, welche in bestehenden Kanälen oder in der Erde verlegt werden können, verteilt und beim Endverbraucher mittels Wärmepumpe auf das gewünschte Temperaturniveau gebracht. Die Studie errechnet ausgehend vom thermischen Potenzial des Abwassers eine nutzbare Wärmemenge von 3'950 MWh/Jahr.<sup>23</sup> Grundsätzlich ist die kanalverlegte Variante (Leitungen im bestehenden Abwasserkanal verlegt) wirtschaftlicher, aber der mögliche Radius ist wegen des

<sup>21</sup> Abflussmenge bei trockener Witterung im Winter

<sup>22</sup> Protokoll der Sitzung vom 18.11.2015

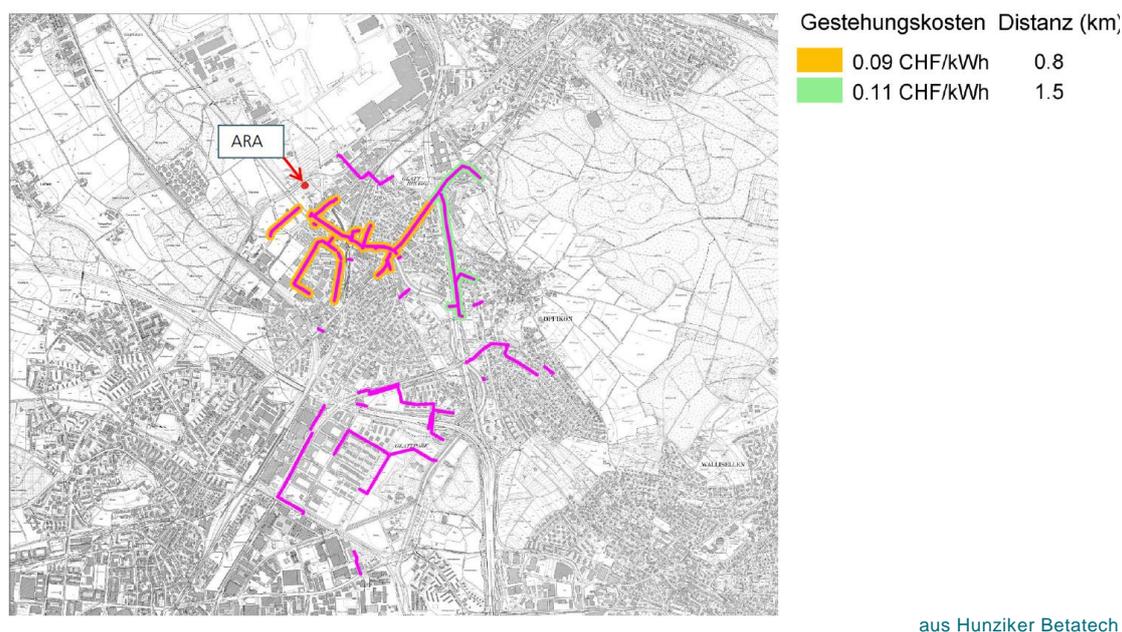
<sup>23</sup> Abklärungen der Halter AG im November 2016 im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für einen Wärmeverbund in Opfikon haben ergeben, dass mit einer Wärmepumpe bis 9'000 MWh/a (Nutzenergie) aus dem geklärten Abwasser genutzt werden können. Die Annahmen zu den Volllaststunden in der Studie von Hunziker Betatech treffen für die Nutzung in einem Wärme-/Kälteverbund nicht zu.

nutzbaren und geeigneten Kanalnetzes deutlich kleiner als bei der erdverlegten Variante (Leitungen in der Erde verlegt), welche weniger eingeschränkt ist. Es wurden folgende Gestehungs- und Investitionskosten geschätzt:

Investitionen	Gestehungskosten	Distanz zur ARA Kloten-Opfikon
Im Kanal verlegt		
4.8 Mio. CHF	0.09 CHF/kWh	0.8 km
6.3 Mio. CHF	0.11 CHF/kWh	1.5 km
9.7 Mio. CHF	0.16 CHF/kWh	3 km (kaum umsetzbar, weil neue Kanäle gebaut werden müssten)
In der Erde verlegt		
5.4 Mio. CHF	0.10 CHF/kWh	0.8 km
7.5 Mio. CHF	0.13 CHF/kWh	1.5 km
12 Mio. CHF	0.19 CHF/kWh	3 km

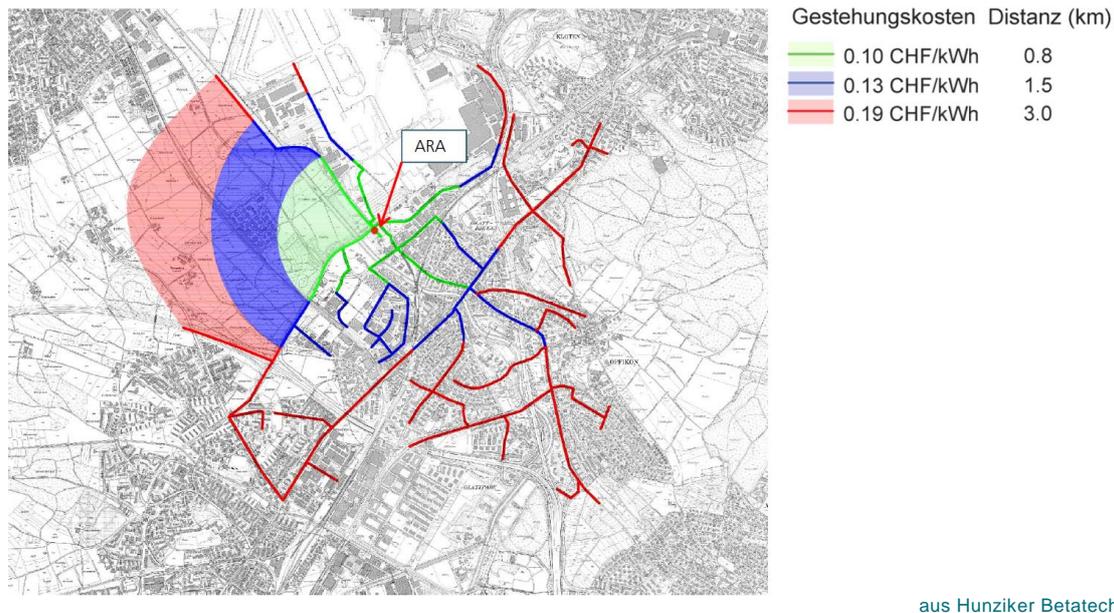
Tabelle 5: Gestehungs- und Investitionskosten aus der Studie von Hunziker Betatech.<sup>24</sup>

Die grafischen Ergebnisse können leider nicht im benötigten Umfang für eine GIS-Darstellung verwendet werden. Die Ergebnisse werden deshalb direkt dem Bericht entnommen. Die folgenden Bilder aus der Studie von Hunziker Betatech zeigen die Kanäle und die notwendigen Erdverlegungen für die distanzabhängige Nutzung des gereinigten Abwassers gemäss obenstehender Tabelle.



Figur 3: Radius kalte Fernwärme im Kanal und andere Kanalabschnitte (pink), welche für eine Verlegung von Leitungen genügend gross wären.

<sup>24</sup> Machbarkeitsstudie Abwärmenutzung, Technischer Bericht, Objekt Nr. 1282.65, Hunziker Betatech, Winterthur, 04.09.2014.



Figur 4: Radius kalte Fernwärme Erdverlegt

Die Studie empfiehlt die kalte Fernwärmenutzung erdverlegt zu realisieren, da die Einschränkung des geeigneten Kanalnetzes entfällt. Auf Grund der hohen Investitionskosten wird eine Umsetzung mit einem Contractor empfohlen.

In Bezug auf die räumliche Koordination wäre auch die Nutzung in einem kombinierten Wärme-/Kälteverbund mit gewerblicher Abwärme und Kältebedarf möglich.

**Heutige Nutzung:** Abwärme wird heute keine genutzt. Jedoch wird das Klärgas in zwei BHKW's zu Strom und Wärme umgewandelt und in der ARA intern genutzt.

**Ungenutztes Potenzial:** Gemäss Richtplan des Kantons Zürich<sup>25</sup> beträgt das Potenzial 15 GWh/a. Diese Zahl stammt aus dem Energieplan von 2003 und wurde nach heutigem Kenntnisstand stark überschätzt. Die Studie von Hunziker Betatech geht von einem nutzbaren Potenzial von rund 4 GWh/a aus.

**Weiteres Potenzial:** Gemäss einer zurzeit laufenden Machbarkeitsstudie für einen Wärmeverbund der Halter AG im Auftrag von Energie Opfikon sind in einem grossen Wärmeverbund bis 9 GWh/a nutzbar.

#### 4.2.3 Untiefe Geothermie (EWS)

Die Zulässigkeit von Erdwärmesonden (EWS) ist im Anhang A-6 dargestellt. Erdwärmesonden dürfen auf einem sehr grossen Teil des Stadtgebiets realisiert werden.

In Gebieten, in welchen Erdwärmesonden nicht zulässig sind (u.a. in Grundwassergebieten), stellen Erdregister und Energiekörbe in der Deckschicht (bis ca. 5 m Tiefe) eine Alternative dar. Bei Neubauten mit erforderlicher Pfahlfundation können zudem die Pfähle

<sup>25</sup> Richtplan Kanton Zürich, Beschluss des Kantonsrats (Festsetzung), Stand: 18.09.2015.

[http://www.are.zh.ch/internet/baudirektion/are/de/raumplanung/kantonaler\\_richtplan/richtplan/\\_jcr\\_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/42\\_1397641321238.spooler.download.1444836496057.pdf/KRP\\_komplett\\_20150918.pdf](http://www.are.zh.ch/internet/baudirektion/are/de/raumplanung/kantonaler_richtplan/richtplan/_jcr_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/42_1397641321238.spooler.download.1444836496057.pdf/KRP_komplett_20150918.pdf)

als Energiepfähle realisiert werden und auf diese Weise den Untergrund als Wärmequelle, Wärmesenke und Wärmespeicher nutzen. Aufgrund von Kältefahnen kann das Potenzial evtl. nicht vollständig ausgeschöpft werden. Bei sehr geringer Fließgeschwindigkeit des Grundwassers kann die im Winter entnommene Wärme im Sommer über Rückkühlung oder Solarthermie wieder zurückgegeben werden (Nutzung als Saisonspeicher). Das Potenzial dieser Technologien wird im Rahmen der vorliegenden Arbeiten nicht abgeschätzt.

**Heutige Nutzung:** 4.8 GWh/a

**Ungenutztes Potenzial:** Da die Nutzung von Erdwärme fast auf dem ganzen Stadtgebiet möglich ist, gibt es nur durch die gegenseitige Beeinflussung der Sonden (Dichte) Einschränkungen. Ansonsten ist das Potenzial theoretisch unbeschränkt. Damit die Erdwärme langfristig genutzt werden kann, ist im dicht bebauten Gelände das Erdreich im Sommerhalbjahr mit solarer Wärme oder Abwärme zu regenerieren.

#### 4.2.4 Grundwasser<sup>26</sup>

Für die Nutzung von Grundwasser ist ein Grundwasserträger von ausreichender Mächtigkeit (mindestens 5 m wasserführender Schotter [Kies und Sand]) nötig. Ein solcher ist in der Gemeinde Opfikon nur im Osten, von Wallisellen her kommend, vorhanden. Dieses Grundwasservorkommen tritt an diversen Stellen über Quellen an die Geländeoberfläche. Diese Quellen werden zu Trinkzwecken verwendet und sind daher mit Grundwasserschutz zonen ausgestattet, in welchen eine Wärmenutzung nicht zulässig ist (siehe Anhang A-6). Gemäss Informationen des AWEL, ist eine zusätzliche Randzone rund um die eigentliche Grundwasserschutzzone zu beachten. Diese sollte 200m in Fließrichtung (Anströmbereich) des Grundwassers betragen (siehe Figur 5).

In Opfikon gibt es zwei Gebiete, in welchen eine Wärmenutzung des Grundwassers möglich sein könnte. Südlich des Balsberg beim Hilton Zürich Airport gibt es einen Ausläufer des Grundwasserträgers, welcher bis ins Gebiet der Plattenstrasse reicht. Dieser ist allerdings gemäss AWEL an dieser Stelle kaum mehr zu Wärmezwecken nutzbar. Die genauen hydrogeologischen Verhältnisse müssten abgeklärt werden. Eine mögliche Nutzung ist nicht ganz auszuschliessen.

Im Gebiet Grossacker, südlich der Grundwasserschutzzone könnte eine Wärmenutzung möglich sein. Zwar liegt der Grundwasserspiegel 15 bis 20 m unter Terrain und die oberflächennahen Schichten bestehen aus schlecht durchlässigen Moränenablagerungen. Zwecks Erkundung des Grundwassers sind Sondierbohrungen unter Einbezug eines anerkannten Hydrologiebüros abzuteufen um den Untergrund zu untersuchen. Daraus kann dann die Massnahme für eventuell zwei Grundwasserfassungen wegen geringer Ergiebigkeit beschlossen werden. Im Weiteren ist die Rückversickerung via Sickergalerie oder

<sup>26</sup> Informationen erhalten von Marco Ghelfi, AWEL, Abteilung Gewässerschutz, Sektion Grundwasser und Wasserversorgung, 20.06.2016

Schluckbrunnen zu prüfen. Das würde etwas höher Kosten bedeuten, aber eine Nutzung könnte trotzdem sinnvoll sein.

Die Mindestgrösse für eine Anlage zur Nutzung von Grundwasser für Wärmezwecke beträgt 50 kW in der Zone C gemäss GIS Wärmenutzungsatlas<sup>27</sup>. Dies entspricht mehreren Einfamilienhäusern. Im westlichen Teil des Gebiets Grossacker, hin zur Wallisellerstrasse, gibt es grössere fossile Heizkessel bei Wohnüberbauungen, welche sich eignen würden für eine Sanierung durch eine Grundwasserwärmepumpe.

Die Dr. Heinrich Jäckli AG hat aus ihren Abklärungen folgende Schlussfolgerung gezogen: «Wir gehen davon aus, dass im Gebiet Grossacker eine thermische Grundwassernutzung in mittleren bis grossen Anlagen (> 100-150 kW Entzugsleistung) kaum möglich sein dürfte. Genaue Aussagen wären erst aufgrund einer Probebohrung mit Ausbau zu Versuchsbrunnen sowie gestützt auf einen Pumpversuch möglich».

Nutzungen zwischen 50 und 100 kW könnten durchaus möglich sein. Aufgrund des eingeschränkten Potenzials müssten die genauen hydrogeologischen Verhältnisse für ein konkretes Vorhaben geprüft werden.

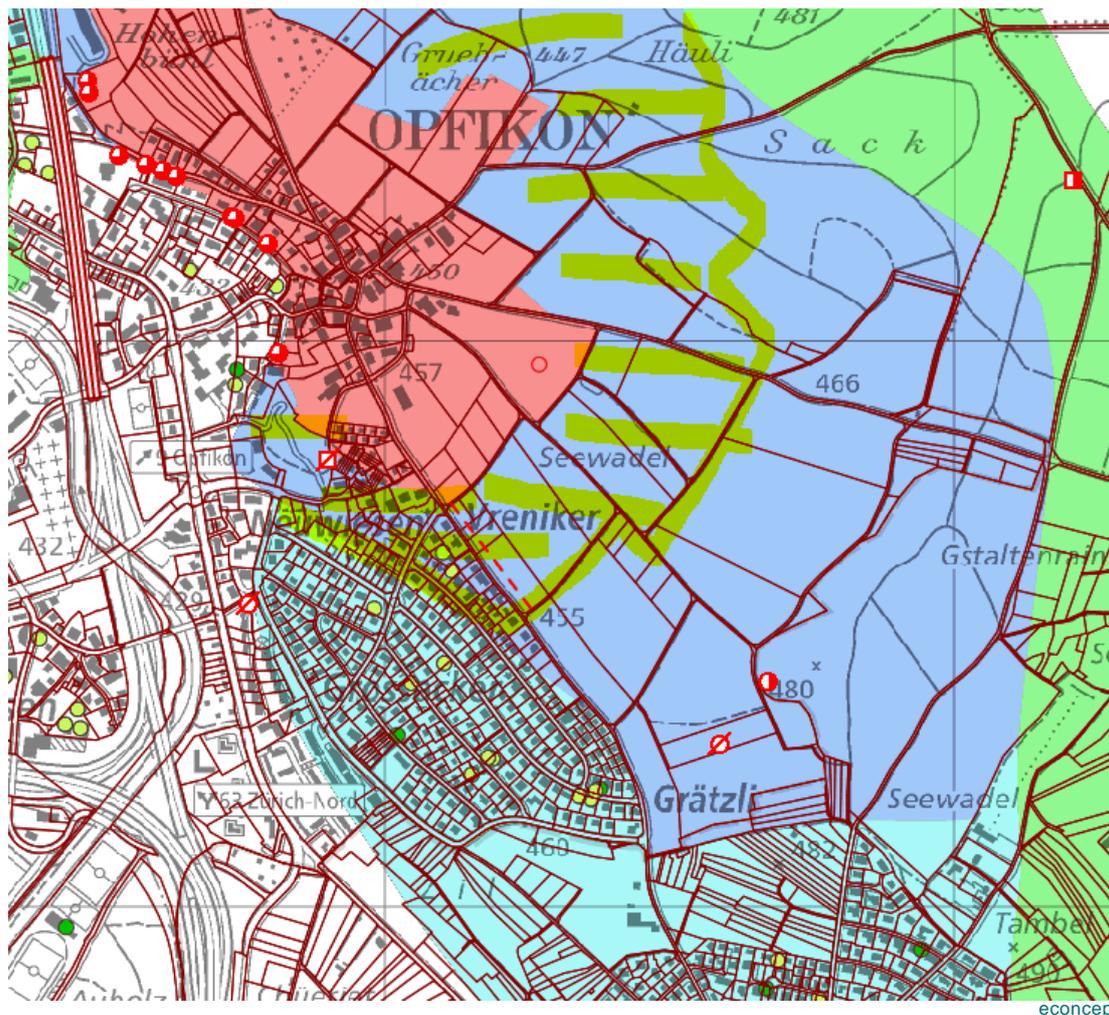
**Heutige Nutzung:** 0.2 GWh/a

**Ungenutztes Potenzial:** Das Potenzial ist eingeschränkt und für ein konkretes Vorhaben müssten die hydrogeologischen Verhältnisse im Detail abgeklärt werden<sup>28</sup>.

---

<sup>27</sup> Jede Grundwasserfassung und Rückversickerung ist eine potenzielle Eingangspforte für Grundwasserverschmutzungen. Mit der Beschränkung auf relativ grosse Wärmenutzungsanlagen kann das Risiko verringert werden. Vergleiche dazu die Planungshilfe des AWEL. Es ist frühzeitig mit dem AWEL Kontakt aufzunehmen bzw. miteinzubeziehen und das Vorgehen zu planen.

<sup>28</sup> Massgebend für die Planung ist der kantonale Wärmenutzungsatlas (GIS) und die Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser", vom Juni 2010 (Baudirektion Kanton Zürich).



Figur 5: Gewässerschutzzone (rot) mit Randzone (gelb), Marco Ghelfi, AWEL, 20.06.2016.

#### 4.2.5 Oberflächengewässer

Bei den Verwaltungsgebäuden der Stadt Opfikon gibt es bereits eine bestehende Nutzung von Glattwasser für Wärmezwecke.

Das Potenzial für weitere Nutzungen des Glattwassers für Wärmezwecke kann anhand der folgenden Formel abgeschätzt werden:

$Q_{347}^{29}$  [Abfluss in l/s] \* 1.5 [zulässige Temperaturänderung] \* 4.18 - bereits bewilligte Nutzungen = kW zulässig Nutzung<sup>30</sup>

Gemäss Auskunft des AWEL vom September 2016 beträgt  $Q_{347}$  südlich der ARA Opfikon-Kloten 2'800 l/s. Somit beträgt das gesamte Potenzial für Nutzungen des Glattwassers zu Wärmezwecken rund 17'500 kW. Gemäss Auskunft des AWEL sind zurzeit 1'466

<sup>29</sup> Mit  $Q_{347}$  wird der Abfluss eines Gewässers an einer bestimmten Stelle bezeichnet, welcher an 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird, gemittelt über 10 Jahre.  
[http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/wasser/messdaten/berechnung\\_minimalabfluss.html](http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/wasser/messdaten/berechnung_minimalabfluss.html) [16.09.2016]

<sup>30</sup> Auskunft von Herrn Christoph Noll, AWEL, Wasserbau, Sektion Gewässernutzung, 08.08.2016

kW für den Wärmeentzug und 3'097 kW für den Wärmeeintrag bewilligt und müssen vom Potenzial abgezogen werden. Die beiden Varianten «Wärme» und «Kälte» können unabhängig voneinander betrachtet und berechnet werden. Allerdings sind von Seiten des AWEL vorwiegend Wärmenutzungen, welche das Gewässer abkühlen erwünscht.

**Heutige Nutzung:** 0.2 GWh/a

**Ungenutztes Potenzial:** Für Wärmezwecke verbleibt aktuell ein bewilligungsfähiges Potenzial von rund 16 MW Entnahmeleistung. Bei 2'000 Volllaststunden würde dies einem Potenzial von 32 GWh/a entsprechen.

#### 4.2.6 Sonnenenergie

Die Sonnenenergie wird primär mit Röhren- und Flachkollektoren zu Wärmezwecken genutzt. Die verglasten Sonnenkollektoren dienen der Erwärmung von Brauchwarmwasser und teilweise auch als Heizungsunterstützung. Hauptsächlich werden Sonnenkollektoren im Wohnbereich eingesetzt.

**Heutige Nutzung:** in Opfikon beträgt ca. 100 MWh pro Jahr. Diese Abschätzung basiert auf der Annahme, dass die Hälfte der realisierten Anlagen über die Stadt Opfikon Fördergelder beantragt haben.

**Ungenutztes Potenzial:** Das theoretische Potenzial beträgt gemäss dem Solarkataster der Stadt Opfikon<sup>31</sup> rund 175 GWh. Vereinfacht betrachtet werden rund 10% des Wärmebedarfs für Warmwasser verwendet. Wenn der ganze Warmwasserbedarf in Opfikon durch solare Anwendungen gedeckt würde, wären dies rund 23 GWh/a. Wenn auch die Raumwärme betrachtet wird, so beträgt das umsetzbare Potenzial knapp 50 GWh/a. Zu beachten ist auch die Konkurrenzierung durch die stärker geförderte Photovoltaik.

### 4.3 Wärme aus regionalen erneuerbaren Energieträgern

#### 4.3.1 Energieholz

Energieholz bezeichnet energetisch nutzbares Holz aus dem Wald sowie Rest- und Altholz. Die heutige Nutzung beträgt gemäss Feuerungskataster (Stand 2013) rund 1.3 GWh pro Jahr.

Das Forstreviers Hardwald Umgebung hat eine Grösse von 920 ha Wald.<sup>32</sup> Wenn der jährliche Zuwachs vollständig genutzt würde und 50% Energieholz angenommen werden, so wären rund 12'000-13'000 Sm<sup>3</sup> verfügbar. Ein grosser Teil davon geht bereits heute ins Holzheizwerk Aubrugg (mit langfristigen Lieferverträgen) und neben anderen kleinen Lieferungen bleibt kein Potenzial mehr übrig.

<sup>31</sup> D. Martinelli, 28.04.2016

<sup>32</sup> Informationen vom August Erni, Revierförster, Forstrevier Hardwald Umgebung, 22.04.2016

Für die Nutzung als Energieholz kommen auch andere regionale Quellen in Frage. Gemäss dem kantonalen Richtplan<sup>33</sup> könnten regional rund 11.5 GWh/a Energieholz genutzt werden.

Allenfalls vorhandenes Alt- und Restholz wird mit grosser Wahrscheinlichkeit auch bereits in Aubrugg verwertet.

#### **4.3.2 Biomasse ohne Holz**

Die Nutzung von Biomasse für Wärmezwecke (ohne Holz) ist in Opfikon nicht von Bedeutung.

### **4.4 Zusammenfassung heutige Nutzung, zukünftiger Bedarf und Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme**

Die untenstehende Tabelle gibt einen Überblick zu den im Kapitel 4 beschriebenen Potenzialen zu Abwärme und anderen erneuerbaren Energien. Neben dem noch ungenutzten Potenzial wird auch die heutige Nutzung zusammengefasst.

Bei der ortsgebundenen hochwertigen Abwärme gibt ein verbleibendes Potenzial von knapp 2 GWh/a in der Industrie und mindestens 8-9 GWh/a bei der ERZ Fernwärme. Das verbleibende Potenzial bei der Abwärmenutzung des SBB Umformerstation beträgt rund 5 GWh/a.

Bei der ortsgebundenen niederwertigen Abwärme gibt es ein Potenzial von rund 12 GWh/a aus dem Gewerbe, rund 4 GWh/a aus dem gereinigten Abwasser ab ARA und bis 32 GWh/a aus dem Glattwasser. Die Nutzung von Erdwärme ist auf einem grossen Teil des Stadtgebiets möglich und nur in dicht bebautem Gelände in der Häufigkeit der Nutzung eingeschränkt.

Das Potenzial von Energieholz aus regionalen Quellen ist mit rund 11 GWh/a beträchtlich. Die Nutzung von Solarthermie ist auf dem ganzen Stadtgebiet eine sinnvolle Ergänzung für die erneuerbare Wärmeversorgung.

---

<sup>33</sup> Richtplan Kanton Zürich, Beschluss des Kantonsrats (Festsetzung), Stand: 18.09.2015.

[http://www.are.zh.ch/internet/audirektion/are/de/raumplanung/kantonaler\\_richtplan/richtplan/\\_jcr\\_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/42\\_1397641321238.spooler.download.1444836496057.pdf/KRP\\_komplett\\_20150918.pdf](http://www.are.zh.ch/internet/audirektion/are/de/raumplanung/kantonaler_richtplan/richtplan/_jcr_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/42_1397641321238.spooler.download.1444836496057.pdf/KRP_komplett_20150918.pdf)

Energieträger	heutige Nutzung (GWh/a)	ungenutztes Potenzial (GWh/a)
<b>1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme</b>		
1.1 Abwärme aus Industrie / Gewerbe	0	<2
1.2 Tiefe Geothermie	0	Nicht interessant
1.3 Abwärme KVA	22	8-9 <sup>34</sup>
1.4 Umformerstation SBB Seebach	2	5
<b>2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme</b>		
2.1 Abwärme aus Industrie / Gewerbe	3	11-13
2.2 Abwärme aus gereinigtem Abwasser der ARA	0	4
2.3 Abwärme ungereinigtes Abwasser	0	zu prüfen
2.4 Umweltwärme Erdwärmesonden	4.8	Nutzungspotenzial gemäss Nachfrage
2.5 Umweltwärme Grundwasser	0.2	Wenig
2.6 Glattwasser <sup>35</sup>	0.2	32
<b>3 Weitere erneuerbare Energien</b>		
3.1 Energieholz	1.3	11
3.2 Klärgas aus Klärschlamm	1.1 <sup>36</sup>	0
3.3 Sonne	0.1	(175)

Tabelle 6: Heutige Nutzung (Jahr 2013- 2015) und ungenutzte Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme für die Wärmebereitstellung auf dem Gebiet der Stadt Opfikon (geschätzte Werte).

#### 4.5 Künftige Bedeutung der Gasversorgung

Werden vermehrt Abwärme und erneuerbare Energien genutzt, so wird der Anteil der fossilen Energien an der Wärmeversorgung abnehmen. Gas (Erdgas und Biogas) hat heute in Opfikon eine hohe Bedeutung. Die Nutzung von Gas wird auf Kosten von erneuerbarer Energien mittelfristig deutlich abnehmen. Dies auch unter Berücksichtigung einer möglichen teilweisen Substitution von Heizöl durch Gas. Dies bedingt eine vorausschauende Investitions- und Unterhaltsplanung seitens der Gasversorgungsunternehmen, um auch zukünftig einen wirtschaftlichen Betrieb der Infrastruktur zu ermöglichen.

Die Energieplanung geht von folgenden Prämissen aus:

- Eine Verdichtung in bestehenden Netzgebieten ist möglich.
- Keine Neuerschliessung von Gebieten. Ausnahme: Für Verbundlösungen kann Gas wichtig sein für die Abdeckung von Spitzenlast
- Der Anteil von Biogas bei der Gasversorgung wird zunehmen.
- Für gewerbliche und industrielle Zwecke (Prozessenergie) sind Neuerschliessungen möglich.

<sup>34</sup> Berechnung der Volllaststunden gemäss der heutigen Nutzung (Tabelle 3).

<sup>35</sup> Bei 2'000 Volllaststunden.

<sup>36</sup> Die produzierte Wärme wird vollständig in der ARA genutzt und kann so rund 2/3 des Wärmebedarfs decken.

## 5 Räumliche Koordination

### 5.1 Umsetzung des Energieplans

Die Energieplanung legt Massnahmen zur Erreichung einer zukunftsgerichteten Wärmeversorgung des Siedlungsgebietes in Opfikon fest. Durch die Bezeichnung konkreter Verbunds-/Pflichtgebiete und Eignungsgebiete mit entsprechenden Umsetzungsmassnahmen wird die räumliche Koordination der Wärmeversorgung vorgenommen. In den Massnahmenblättern (siehe Kapitel 5.2) werden die einzelnen Vorhaben beschrieben. Im Wesentlichen geben sie Auskunft über den Gegenstand, die Zielsetzung, das Vorgehen und die massgeblich Beteiligten.

#### *Methodik*

Die räumliche Koordination der Wärme- und Kälteversorgung und des Siedlungsgebietes erfolgt durch die Überlagerung der Grundinformationen zu vorhandenen Wärmequellen und der räumlich-strukturellen Situation sowie des künftigen Wärmebedarfs im Perimeter der Stadt Opfikon. Die massgeblichen Festlegungen resultieren aus einer umsichtigen Interessenabwägung, wobei die energiepolitischen Ziele sowie die Prioritätenfolge des Kantons Zürich (siehe Kapitel 1.5) gemäss kantonalem Richtplanung berücksichtigt werden.

#### *Prioritäten der Stadt Opfikon*

Die in den Massnahmenblättern beschriebenen Verbunds-/Prioritätsgebiete und Eignungsgebiete werden in Bezug auf die Prioritäten der Stadt Opfikon grob eingeschätzt. Dabei werden die folgenden Aspekte gemäss dem heutigen Kenntnisstand berücksichtigt:

- Kosten/Nutzen: Wie hoch sind die Kosten im Vergleich zum Nutzen?
- Machbarkeit: Einschätzung der Machbarkeit bzw. der Erfolgchancen
- Potenzial: Wie gross ist das Potenzial für die Wärmeversorgung?
- Zeithorizont: Wie schnell kann das Vorhaben umgesetzt werden?

Die Aspekte werden summarisch auf einer Skala von A-C eingeschätzt:

- A: Hohe Priorität
- B: Mittlere Priorität
- C: Niedrige Priorität

#### *Kombinierbarkeit von Wärmequellen*

Wärmequellen können grundsätzlich kombiniert werden. Befinden sie sich auf unterschiedlichen Temperaturniveaus, ist jedoch ein technischer Aufwand erforderlich, welcher sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken kann. Technische Massnahmen sind beispielsweise die Anhebung des tiefen Temperaturniveaus mittels Wärmepumpe oder

der Serieschaltung der Wärmequellen in der Reihenfolge der ansteigenden Temperaturniveaus. Dasselbe Prinzip gilt für den Anschluss eines Gebietes, das bereits in einem Verbund versorgt wird, an einen grösseren Verbund.

#### *Gemeindeübergreifende Massnahmen*

Mögliche Gemeindeübergreifende Massnahmen müssen mit den betroffenen Nachbargemeinden koordiniert werden. Im Süden grenzt Opfikon an die Stadt Zürich. Deshalb wurden die Massnahmen im Zusammenhang mit der Fernwärme aus der KVA Hagenholz mit ERZ abgestimmt. Im Norden wurde die Koordination des grossen Verbundgebiets mit Kloten und Rümlang bereits initiiert. Insbesondere für die unbebauten Grundstücke in der Nähe des Flughafens (Kloten) und an der Grenze zu Rümlang wird eine starke Entwicklung erwartet. Eine verstärkte Zusammenarbeit bezüglich der Planung ist angezeigt.

#### *Gebietsabgrenzung*

Die Grenzen der festgelegten Gebiete sind nicht parzellenscharf zu verstehen. Eine Vergrösserung oder Verkleinerung der Gebiete und die Versorgung weiterer Gebiete entlang den Hauptleitungen soll in begründeten Fällen möglich sein, sofern dies den Zielen des Energieplans entspricht.

### **5.1.1 Rechtliche Grundlagen für die Umsetzung**

In den Massnahmengebieten mit hoher Umsetzungspriorität ist aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen eine möglichst hohe Anschlussdichte anzustreben. Wenn eine öffentliche Fernwärmeversorgung<sup>37</sup> lokale Abwärme oder erneuerbare Energien nutzt und die Wärme zu technisch und wirtschaftlich gleichwertigen Bedingungen wie aus konventionellen Anlagen anbietet, kann die Gemeinde gemäss § 295 Abs. 2 PBG Grundeigentümer verpflichten, ihr Gebäude innert angemessener Frist an das Leitungsnetz anzuschliessen und Durchleitungsrechte zu gewähren.

*§ 295 Abs. 2, Planungs- und Baugesetzes [PBG]: Wenn eine öffentliche Fernwärmeversorgung lokale Abwärme oder erneuerbare Energien nutzt und die Wärme zu technisch und wirtschaftlich gleichwertigen Bedingungen wie aus konventionellen Anlagen anbietet, kann der Staat oder die Gemeinde Grundeigentümer verpflichten, ihr Gebäude innert angemessener Frist an das Leitungsnetz anzuschliessen und Durchleitungsrechte zu gewähren.*

Die Anschlussverpflichtung kann im Rahmen eines Bewilligungsverfahrens für Neubauten und beim Heizungsersatz (ist bewilligungspflichtig) angeordnet werden.

Sinn und Zweck der Anschlussverpflichtungen:

- Das Instrument wird für bestehende Wärmenetze angewendet.
- Vorrangiges Vorgehen: Attraktives Angebot an die potenziellen Kunden/innen machen. Kann kein wirtschaftliches Angebot unterbreitet werden, kommt die Anschlussverpflichtung nicht zum tragen

---

<sup>37</sup> Der Energieplan verleiht dem Wärmeverbund den öffentlichen Charakter, unabhängig von dessen Eigentümerschaft.

- Die Anschlussverpflichtung hilft insbesondere bei der Nachverdichtung und wird nur in Einzelfällen angewendet.

Weitere Instrumente für die Grundeigentümergebindlichkeit sind:

- Energiezonen nach BZO<sup>38</sup>: Die Aufnahme von Energiezonen ist z.B. bei der nächsten BZO-Revision auf Basis des Energieplans möglich. Prioritätsgebiete/Wärmeverbunde können als Energiezonen festgelegt werden, in welchen die Wärmeversorgung zu z.B. mindestens 50% erneuerbar geleistet werden muss.
- Arealüberbauungen: Die Zulässigkeit von Arealüberbauungen kann an Kriterien betreffend Energieversorgung und -nutzung gebunden werden, welche sich an den Grundlagen des Energieplans orientieren. Die entsprechenden Anpassungen können im Rahmen einer BZO-Revision vorgenommen werden.
- Sonderbauvorschriften oder Sondernutzungsplanungen für noch unbebaute Gebiete und Gebiete mit Ersatzneubauten: Die Sonderbauvorschriften können Bestimmungen enthalten wie z.B.: «Die Energieversorgung muss sich am kommunalen Energieplan orientieren.» Die entsprechenden Anpassungen können im Rahmen einer BZO-Revision vorgenommen werden.
- Gestaltungs- und Quartierpläne: Die Gemeinde kann in der BZO Gebiete mit Gestaltungsplanpflicht festlegen. Dabei ist in der Bauordnung auch der Gestaltungsplanzweck festzuhalten. Im Zweck können energieplanerische Ziele oder Vorgaben formuliert werden. Im Rahmen einer BZO-Revision können bei der Neuausscheidung von gestaltungsplanpflichtigen Gebieten entsprechende Regelungen getroffen werden oder bei bestehenden Gebieten der Zweck entsprechend angepasst werden.

### 5.1.2 Entwicklungsgebiete

Der Handlungsspielraum der öffentlichen Hand ist bei Neubaugebieten besonders gross: Die Stadt Opfikon gibt dort im Rahmen von Gestaltungsplänen Anforderungen an den Baustandard oder den zu nutzenden Energieträger vor. Als erster Grundsatz soll bei Neubauten der Wärmebedarf so gering wie möglich gehalten werden.

Aufgrund tiefer Vorlauftemperaturanforderungen der Heizsysteme bei Neubauten bietet sich eine Wärmeversorgung mit der Nutzung niederwertiger Abwärmequellen, dem Grundwasser, der Erdwärme sowie der Oberflächengewässer an, wofür Wärmepumpen-Anlagen notwendig sind. Die Versorgung von Neubaugebieten im Verbund ist oftmals interessant, da die Erstellungskosten im Rahmen von Gebietserschliessungen wesentlich geringer ausfallen als beim Aufbau eines Verbunds in bereits bestehendem Siedlungsgebiet. Auch führt die Verteilung von Niedertemperaturwärme im Verbund zu geringeren Leitungsverlusten als bei herkömmlichen Fernwärmenetzen. Zudem müssen diese Nie-

---

38

[http://www.bd.zh.ch/internet/baudirektion/de/aktuell/mitteilungen/2015/energiezonen/\\_jcr\\_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/informationsschreibe.spooler.download.1438264847547.pdf/Brf\\_Gde-Info\\_IKS\\_Energiezonen\\_2015-03-20\\_def\\_SCAN.pdf](http://www.bd.zh.ch/internet/baudirektion/de/aktuell/mitteilungen/2015/energiezonen/_jcr_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/informationsschreibe.spooler.download.1438264847547.pdf/Brf_Gde-Info_IKS_Energiezonen_2015-03-20_def_SCAN.pdf)

der Temperatur-Verteilnetze weniger stark gedämmt werden, was den Aufbau einer solchen Verteilung zusätzlich verbilligt.

### 5.1.3 Städtische Liegenschaften

Für städtische Liegenschaften gilt langfristig eine Pflicht zur Verwendung von erneuerbaren Energien für die Wärmeversorgung. Der Umsetzungshorizont ist langfristig auf 2050 anvisiert. Anhang A-11 zeigt alle Liegenschaften und Grundstücke, welche im Besitz der Stadt Opfikon sind. Das Gebiet V06 Zone für öffentliche Bauten (siehe Kapitel 5.3) regelt den Umgang mit der Wärmeversorgung für die städtischen Liegenschaften, welche in der Zone für öffentliche Bauten liegen. Alle Objekte, welche in einem der Wärmeverbundgebiete V01-V05 liegen, werden nicht separat eingezeichnet. Für die entsprechenden Liegenschaften besteht eine Anschlusspflicht an den entsprechenden Wärmeverbund.

### 5.1.4 Fördergelder für Wärmeverbunde

Die Stiftung KliK<sup>39</sup> fördert Wärmeverbunde, im speziellen auch ARA-Wärmeverbunde, als CO<sub>2</sub>-Kompensationsprojekte mit 100 CHF pro Tonne reduziertes CO<sub>2</sub> im Vergleich zu einer Referenzentwicklung.

### 5.1.5 Nachführung des Energieplans

Der Energieplan ist auf 10 bis 20 Jahre ausgelegt. Er sollte jedoch regelmässig (mindestens alle fünf Jahre) auf seine Gültigkeit überprüft werden und bei Bedarf an die aktuelle Situation angepasst werden. Die Umsetzungskontrolle sollte jährlich erfolgen..

## 5.2 Aufbau der Massnahmenblätter

Für das Erreichen der formulierten Ziele der Energieplanung (siehe Kapitel 2.3) sind konkrete Umsetzungsschritte einzuleiten. In den Massnahmenblättern werden die einzelnen Vorhaben beschrieben. Im Wesentlichen geben sie Auskunft über den Gegenstand, die Zielsetzung, das Vorgehen und die massgeblich Beteiligten. Es wird zwischen Massnahmen für den Aufbau oder die Erweiterung von Wärmeverbunden (Kapitel 5.3), Vorgaben für städtische Liegenschaften in der Zone öffentliche Bauten (Kapitel 5.4) und Massnahmen für eine individuelle Wärmeversorgung (Eignungsgebiete in Kapitel 5.5) unterschieden.

#### *Bezeichnung der Massnahmen und Gebiete*

Die Nummerierung der nachfolgenden Massnahmen bezieht sich sowohl auf die Gebiete im Energieplan (Energieplankarte) als auch auf die einzelnen Massnahmenblätter.

#### *Zeithorizonte*

Als Planungshorizont wird ein Zeitraum von gut 20 Jahren zugrunde gelegt (bis rund 2035). Der Handlungshorizont beträgt hingegen maximal 10 bis 15 Jahre; längerfristig

---

<sup>39</sup> www.klik.ch

ausgerichtete Massnahmen sind infolge von nicht absehbaren wirtschaftlichen und technischen Veränderungen im Energiebereich nicht zweckmässig.

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

- Kurzfristig < 5 Jahre
- Mittelfristig 5 bis 10 Jahre
- Langfristig > 10 Jahre
- Laufend Daueraufgabe

#### *Prioritäten der Stadt Opfikon*

Die Aspekte Kosten/Nutzen, Machbarkeit, Potenzial und Zeithorizont werden berücksichtigt und summarisch auf einer Skala von A-C in Bezug auf ihre Priorität für die Stadt Opfikon beurteilt.

#### *Federführung bei der Umsetzung*

Die in den Massnahmenblättern erstgenannte Organisation ist für die Umsetzung der Massnahmen federführend.

### **5.3 Massnahmenblätter für die Versorgung in Wärmeverbunden**

Siedlungsgebiete, die sich für eine Versorgung im Wärmeverbund eignen, werden als Verbundgebiete bezeichnet. Es handelt sich dabei um Gebiete mit einer auch künftig hohen Wärmebedarfsdichte, allenfalls auch mit Bedarf an Kühlung. Um eine wirtschaftliche Versorgung im Verbund gewährleisten zu können, sollte der Wärmebedarf im bestehenden Siedlungsgebiet auch langfristig mindestens 400 MWh/a pro Hektare betragen (wobei die Abnahme des Wärmebedarfs aufgrund von Sanierungsmassnahmen im Gebäudebestand zu berücksichtigen ist). Bei der Versorgung von Neubaugebieten oder wenn neben Wärme auch Kälte geliefert wird, kann dieser Wert auch tiefer liegen. Weitere Kriterien sind der Handlungsspielraum der öffentlichen Hand, was die Umsetzungswahrscheinlichkeit erhöht, das Vorhandensein bestehender Wärmeverbunde sowie der Sanierungsbedarf der bestehenden Heizungsanlagen, womit eine hohe Anschlussdichte erzielbar wird.

#### *Technische Standards*

Bei der Planung von Wärmeverbunden sind einheitliche technische Standards zu wählen, damit spätere Zusammenschlüsse einfacher möglich sind. Zur Deckung von Bedarfsspitzen werden Wärmeverbunde meistens bivalent betrieben; d.h. mit einem zusätzlichen Spitzenkessel (meistens Heizöl oder Erdgas). Neben der Spitzendeckung dient der zweite Energieerzeuger auch einer erhöhten Betriebssicherheit (Redundanz).

#### *Ausrichtung auf voraussichtlichen Wärmebedarf*

Bei der Auslegung des Wärmenetzes gilt es, die zukünftige Entwicklung der Wärmenachfrage zu berücksichtigen, da der Bedarf an Raumwärme und Warmwasser sowie das erforderliche Temperaturniveau infolge von energetischen Sanierungen oder Ersatzneu-

bauten sinken. Bei Altbauten sind vorzeitige Sanierungsmassnahmen zu prüfen, um eine zukunftsorientierte Dimensionierung der Heizzentrale und der Fernleitung zu ermöglichen.

01a Fernwärme ERZ Glattpark			
Beschreibung	<p>Das gesamte Glattparkgebiet unterliegt einem Gestaltungsplan respektive den Sonderbauvorschriften, welche die Versorgung durch ERZ Fernwärme vorgeben. Das in der Energieplankarte bezeichnete Gebiet ist nahezu vollständig bebaut.</p> <p>Die Fernwärmestammleitungen, welche in das Gebiet führen sind gemäss ERZ für maximal 16 MW abonnierte Spitzenleistung ausgelegt. Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0.8 beträgt die verfügbare Leistung 20 MW. Per Ende 2016 waren noch 5.3 MW Leistung oder rund 8-9 GWh/a Energie verfügbar</p> <p>Es ist aber abzunehmen, dass nach dem Vollausbau des Glattparkgebiets nur noch wenig zusätzliche Leistung verfügbar ist.</p>		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abwärme aus Kehrichtverbrennung</li> <li>– Abwärme aus Holzheizkraftwerk</li> <li>– Fernwärme ergänzt mit Heizöl, Gas und Luft-Wasser-WP</li> <li>– Gas als Spitzendeckung und Redundanz</li> </ul>		
Projektverantwortung	ERZ		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Laufend	Umsetzung des bestehenden Gestaltungsplans, welcher die Versorgung durch ERZ Fernwärme vorgibt.	Stadt Opfikon, Bau und Infrastruktur
Prioritäten Stadt Opfikon	A (hohe Priorität)		
Abhängigkeiten	Erweiterung 01b/c als Option berücksichtigen.		

01b Fernwärme ERZ (ungenutztes Potenzial: Fallwiesen)			
Beschreibung	<p>Nutzung des zusätzlichen Potenzials der ERZ Fernwärmeversorgung im Gebiet Fallwiesen. Die Gebiete 01a und 01b (Fallwiesen) würden über den gleichen Fernwärmestrang der ERZ mit zurzeit begrenzter Kapazität von 20 MW (bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0.8) versorgt. Per Ende 2016 waren in der Fernwärmeleitung der ERZ nach Opfikon noch rund 5.3 MW Leistung verfügbar. ERZ plant mit der verbleibenden Kapazität das Neubau-Gebiet Fallwiesen nördlich der Autobahn und des Glattparks (1. &amp; 2. Etappe) zu versorgen. Eine Netzsimulationsrechnung der ERZ<sup>40</sup> für die Erschliessung des Gebiets Fallwiesen mit 1.35 MW wurde auch bei reduzierter Temperaturspreizung (ab 2031) als machbar beurteilt. Es handelt sich um Reserveland der Stadt und daher kann die Stadt bei der Vergabe im Baurecht oder bei einem Verkauf erhöhte Anforderungen an die Wärmeversorgung stellen und eine Orientierung am vorliegenden Energieplan vorschreiben oder empfehlen. Falls kein Wärmeverbund realisiert werden kann, gehört das Gebiet zum Eignungsgebiet B: 1. Priorität Erdwärmesonde; 2. Priorität Luftwärmepumpe oder Holz. Städtische Liegenschaften innerhalb einer Zone für öffentliche Bauten würden zu Gebiet 06.</p>		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abwärme aus Kehrichtverbrennung</li> <li>– Abwärme aus Holzheizkraftwerk</li> <li>– Fernwärme ergänzt mit Heizöl, Gas und Luft-Wasser-WP</li> <li>– Gas für die lokale Spitzendeckung</li> </ul>		
Projektverantwortung	ERZ		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig	Prüfung der Kapazität der separaten Leitung für die 3. Etappe Glattpark	ERZ
		Information Grundeigentümer der Schlüsselobjekte	Stadt Opfikon
	kurz- bis mittelfristig	Verträge mit ERZ	Grundeigentümer
		Detailplanung und Realisierung Anschluss Fernwärme	ERZ / Grundeigentümer
	laufend	Prüfung von zusätzlichen Kapazitäten der ERZ Fernwärme	Stadt Opfikon / ERZ
Prioritäten Stadt Opfikon	A (hohe Priorität)		
Abhängigkeiten	Nutzung des zusätzlichen Potenzials der bestehenden ERZ Fernwärmeversorgung (V01a) für das Gebiet Fallwiesen.		

<sup>40</sup> E-Mail von Hanspeter Wegmann, Leiter Abteilung Wärmeverteilung, 03.01.2017

01c Fernwärme ERZ (ungenutztes Potenzial: 3. Etappe Glattpark)			
Beschreibung	<p>Nutzung des zusätzlichen Potenzials der ERZ Fernwärmeversorgung: 3. Etappe Glattpark                      ERZ signalisiert Bereitschaft die 3. Etappe des Glattparks (südwestlich der ehemaligen ARA Glatt) über einen separaten Fernwärmestrang zu erschliessen. Das heute noch unbebaute Gebiet befindet sich zurzeit in Planung. Ein neues Gebäude zwischen dem unbebauten Gebiet und der Stadtgrenze wird bereits mit Fernwärme versorgt. Sinnvollerweise werden auch die bereits bestehenden Liegenschaften an der Stadtgrenze mit Fernwärme versorgt sobald die 3. Etappe des Glattparks gebaut wird.</p> <p>Falls kein Wärmeverbund realisiert werden kann, gehört das Gebiet zum Eignungsgebiet B: 1. Priorität Erdwärmesonde; 2. Priorität Luftwärmepumpe oder Holz. Städtische Liegenschaften innerhalb einer Zone für öffentliche Bauten würden zu Gebiet 06 fallen.</p>		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abwärme aus Kehrrichtverbrennung</li> <li>– Abwärme aus Holzheizkraftwerk</li> <li>– Fernwärme ergänzt mit Heizöl, Gas und Luft-Wasser-WP</li> <li>– Gas für die lokale Spitzendeckung</li> </ul>		
Projektverantwortung	Stadt Opfikon / ERZ		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig	Gespräche mit ERZ und Prüfung der Kapazität der separaten Leitung für die 3. Etappe Glattpark	Stadt Opfikon
		Information Grundeigentümer der Schlüsselobjekte	Stadt Opfikon
	kurz- bis mittelfristig	Verträge mit ERZ	Grundeigentümer
		Detailplanung und Realisierung Anschluss Fernwärme	ERZ / Grundeigentümer
	laufend	Prüfung von zusätzlichen Kapazitäten der ERZ Fernwärme	Stadt Opfikon / ERZ
Prioritäten Stadt Opfikon	B (mittlere Priorität)		
Abhängigkeiten	Nutzung des zusätzlichen Potenzials der bestehenden ERZ Fernwärmeversorgung (V01a) für das Gebiet Fallwiesen.		

01d Fernwärme ERZ (weiteres Potenzial: Giebeleich)			
Beschreibung	<p>Nutzung des zusätzlichen Potenzials der ERZ Fernwärmeversorgung für das Gebiet Giebeleich nördlich des Glattparks (1. &amp; 2.Etappe).</p> <p>Per Ende 2016 sind noch rund 5.3 MW Leistung (Bei Gleichzeitigkeitsfaktor von 0.8) verfügbar sein in der Fernwärmeleitung der ERZ nach Opfikon. Es ist aber anzunehmen, dass nach dem Vollausbau keine oder nur wenig zusätzliche Leistung verfügbar sein wird. Für die Erschliessung des Gebiets Giebeleich müsste neben der Autobahn auch die Thurgauerstrasse überwunden werden. Dies könnte zu erheblichen Mehrkosten führen. Da das Gebiet Fallwiesen (01b) einfacher erschlossen werden kann, hat dieses Gebiet Priorität gegenüber einer Erschliessung des Gebiets Giebeleich.</p> <p>Gemäss der aktuell laufenden Machbarkeitsstudie der Halter AG im Auftrag von Energie Opfikon gäbe es weiteres Potenzial, welches mit dezentraler Nachheizung (lokale Spitzenlast) erschlossen werden könnte. Zusätzliche Abklärungen mit ERZ wären notwendig.</p> <p>Für eine Nutzung von ERZ-Fernwärme ergänzt mit lokaler Spitzenlastproduktion sind die Objekte Schulhaus Lättenwiesen und Altersheim Giebeleich nördlich des Glattparks interessant. Das ganze Gebiet 01d hat einen Wärmebedarf von ca. 6 – 6.5 GWh pro Jahr.</p> <p>Falls kein Wärmeverbund realisiert werden kann, gehört das Gebiet zum Eignungsgebiet B: 1. Priorität Erdwärmesonde; 2. Priorität Luftwärmepumpe oder Holz. Städtische Liegenschaften innerhalb einer Zone für öffentliche Bauten würden zu Gebiet 06 fallen.</p>		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abwärme aus Kehrriechverbrennung</li> <li>– Abwärme aus Holzheizwerk</li> <li>– Fernwärme ergänzt mit Heizöl, Gas und Luft-Wasser-WP</li> <li>– Gas für die lokale Spitzendeckung</li> </ul>		
Projektverantwortung	Stadt Opfikon / ERZ		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig	Prüfung mit ERZ für die verbleibende Kapazität der Fernwärmeleitung nach Opfikon und Bereitschaft für zusätzliche Investitionen bei ERZ	Stadt Opfikon
		Information Grundeigentümer der Schlüsselobjekte	Stadt Opfikon
		Machbarkeitsstudie durchführen	ERZ
	kurz- bis mittelfristig	Verträge mit ERZ aushandeln	Betreiber / Contractor
		Detailplanung und Realisierung Energieverbund	Betreiber / Contractor
	langfristig	Verdichtung Verbund	Betreiber / Contractor
	laufend	Prüfung von zusätzlichen Kapazitäten der ERZ Fernwärme	Stadt Opfikon
Prioritäten Stadt Opfikon	C (niedrige Priorität)		
Abhängigkeiten	<p>Nutzung des zusätzlichen Potenzials der bestehenden ERZ Fernwärmeversorgung (01a-c)</p> <p>Bei einer Machbarkeitsstudie muss die ab 2031 die geplante Reduktion der Vorlauftemperaturen berücksichtigt werden (siehe Kapitel 4.1.3).</p>		

01e Fernwärme ERZ (ungenutztes Potenzial: ARA-Glatt)			
Beschreibung	<p>Nutzung des zusätzlichen Potenzials der ERZ Fernwärmeversorgung: ARA-Glatt / Ausbildungszentrum Schutz &amp; Rettung Zürich</p> <p>ERZ signalisiert Bereitschaft die 3. Etappe des Glattparks (südwestlich der ehemaligen ARA Glatt) über einen separaten Fernwärmestrang zu erschliessen (siehe Gebiet 01c). Sofern weitere Kapazität besteht, könnte auch das Gebiet der ehemaligen ARA-Glatt und das Gebiet südlich davon (Ausbildungszentrum Schutz &amp; Rettung Zürich) versorgt werden. Der Anschluss ist direkt abhängig von der Entwicklung von Gebiet 01c (3. Etappe Glattpark).</p> <p>Hinweis: Für das Teilgebiet der ehemaligen ARA-Glatt besteht eine Gestaltungsplanpflicht.</p> <p>Falls kein Wärmeverbund realisiert werden kann, gehört das Gebiet zum Eignungsgebiet B: 1. Priorität Erdwärmesonde; 2. Priorität Luftwärmepumpe oder Holz. Städtische Liegenschaften innerhalb einer Zone für öffentliche Bauten würden zu Gebiet 06 fallen.</p>		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abwärme aus Kehrrichtverbrennung</li> <li>– Abwärme aus Holzheizkraftwerk</li> <li>– Fernwärme ergänzt mit Heizöl, Gas und Luft-Wasser-WP</li> <li>– Gas für die lokale Spitzendeckung</li> </ul>		
Projektverantwortung	Stadt Opfikon / ERZ		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig	Gespräche mit ERZ und Prüfung der Kapazität der separaten Leitung für die 3. Etappe Glattpark und ARA-Glatt	Stadt Opfikon
		Information Grundeigentümer der Schlüsselobjekte	Stadt Opfikon
	kurz- bis mittelfristig	Verträge mit ERZ	Grundeigentümer
		Detailplanung und Realisierung Anschluss Fernwärme	ERZ / Grundeigentümer
	laufend	Prüfung von zusätzlichen Kapazitäten der ERZ Fernwärme	Stadt Opfikon / ERZ
Prioritäten Stadt Opfikon	B (mittlere Priorität)		
Abhängigkeiten	<p>Der Anschluss ist direkt abhängig von der Entwicklung von Gebiet 01c (3. Etappe Glattpark). Nutzung des zusätzlichen Potenzials der bestehenden ERZ Fernwärmeversorgung (V01a) für das Gebiet Fallwiesen.</p>		

**02 Abwärmenutzung Umformerwerk SBB Seebach**

Beschreibung	<p>Nutzung des zusätzlichen Potenzials der Abwärme aus dem Umformerwerk der SBB in Seebach.</p> <p>Realisierter Verbund:</p> <p>Im Unterwerk Seebach der SBB wird die Frequenz von 50 Hertz auf 16-2/3 Hertz umgeformt. Die dabei entstehende Abwärme wird von der ewz genutzt. Die Abwärme wird heute auf zwei Temperaturniveaus entnommen. Über einen 55°C-Strang wird die Thurgauerstrasse 117 versorgt. Zurzeit wird ein 35°C-Strang zur Thurgauerstrasse 101 und Alpenstrasse 3 gelegt. Die Alpenstrasse 3 nutzt die Abwärme nur zur Grundlastdeckung. Mittels einer Wärmepumpe (WP) wird die geforderte hohe Vorlauftemperatur erreicht. Die WP wird auch zur Kühlung verwendet. Dieses Konzept könnte man auch für andere Liegenschaften anwenden. Heute werden rund 2 GWh/a Abwärme genutzt.</p> <p>Weiteres Potenzial:</p> <p>Das hochtemperaturige Potenzial ist ausgeschöpft, auf dem 35°C-Niveau gibt es jedoch noch ungenutztes Potenzial, welche mit Hilfe von WP die Grundlast des ganzen Gebiets decken könnte. Das gesamte Potenzial (inklusive des bereits genutzten) beträgt 1 MW (90% der Zeit), bzw. &gt;1.5 MW (50% der Zeit), oder 2 - 2.5 MW (30% der Zeit). Ein Wärmespeicher würde das Potenzial vergrössern. Die mittlere Leistung der Abwärme beträgt rund 1.8 MW. Daraus ergibt sich ein theoretisches Potenzial von rund 15 GWh/a. Es wird angenommen, dass rund die Hälfte davon nutzbar ist.</p>		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abwärme aus Umformerwerk SBB</li> <li>– Gas für die lokale Spitzendeckung</li> </ul>		
Projektverantwortung	ewz		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	kurzfristig	Kontakt mit ewz: Unterstützung anbieten	Stadt Opfikon
		Information Grundeigentümer der Schlüsselobjekte für Nutzung zusätzliches Potenzial	ewz
		Vorprojekt erstellen	ewz
		Machbarkeitsstudie durchführen	ewz
	kurz- bis mittelfristig	Verträge mit SBB aushandeln	ewz
		Detailplanung und Realisierung Zusatzobjekte	ewz
Prioritäten Stadt Opfikon	A (hohe Priorität)		
Abhängigkeiten	Eine Verbindung mit dem Fernwärmenetz der ERZ könnte die Redundanz und Versorgungssicherheit erhöhen, bzw. die Abhängigkeit von einer lokalen Stützfeuerung reduzieren.		

03 Holzwärmeverbund Dorfzentrum			
Beschreibung	Privater Holzwärmeverbund im alten Dorfkern mit einer angeschlossenen Leistung von 246 kW und 500 MWh gelieferter Wärme. Der bestehende Verbund hat Ausbaupotenzial. Der Anschluss weiterer umliegenden Liegenschaften soll geprüft werden. Das Ausbaupotenzial beträgt rund 350 kW zusätzliche Leistung.		
Energieträger	– 100% Holz		
Projektverantwortung	Nahwärmenetzbetreiber		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig	Prüfung des Ausbaupotenzials	Nahwärmenetzbetreiber
	kurz- bis mittelfristig	Akquisition von weiteren Wärmebezugern	Nahwärmenetzbetreiber
Prioritäten Stadt Opfikon	Da es sich um einen privaten Wärmeverbund handelt, sind die Prioritäten der Stadt Opfikon nicht massgebend.		
Abhängigkeiten	Keine		

04 Wärmeverbund Abwärme CWS			
Beschreibung	<p>Nutzung der Abwärme der Firma CWS boco.</p> <p>Am Standort von CWS boco werden jährlich ca. 4 GWh Heizöl und ca. 8 GWh Gas verbraucht. Etwa 15% davon könnte wahrscheinlich als Abwärme aus den Abgasen genutzt werden. Aufgrund einer groben Schätzung dürften es knapp 2 GWh/a sein, welche als Abwärme genutzt werden könnten. Es wird angenommen, dass die Abwärme auf einem hohen Temperaturniveau anfällt und zur hochwertigen Abwärme zählt.<sup>41</sup></p> <p>Das Gebiet Eich hat ohne die CWS als Grossverbraucher einen Bedarf von rund 5.5 - 7 GWh/a. Bei einer Ergänzung durch einen Spitzenlastkessel (Holz oder Gas) oder Erdwärme könnte 50-80% des verbleibenden Wärmebedarfs (ohne CWS) gedeckt werden.</p> <p>Damit der Wärmeverbund nicht nur von einer Quelle abhängig ist, könnte eine Verbindung mit dem Verbund 05a/b nördlich der Bahngleise (Airport-Zone) hergestellt werden. Alternativ könnte die Abwärme der CWS beim Wegfall durch einen Holz-/Gaskessel oder ein Erdsondenfeld ersetzt werden. Das Erdsondenfeld könnte von Beginn weg geplant und in einer Teilausführung auch als Redundanz eines Wärmeverbunds bereits genutzt werden.</p> <p>Falls kein Wärmeverbund realisiert werden kann, gehört das Gebiet zum Eignungsgebiet B: 1. Priorität Erdwärmesonde; 2. Priorität Luftwärmepumpe und Holz</p>		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abwärme aus dem Prozessenergie bei der Firma CWS boco</li> <li>– Gas für die lokale Spitzendeckung</li> </ul>		
Projektverantwortung	Stadt Opfikon / Contractor		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig	Gespräche mit Abwärmelieferantin	Stadt Opfikon
		Information Grundeigentümer	Stadt Opfikon
		Machbarkeitsstudie durchführen	Stadt Opfikon oder Contractor
		Vorprojekt erstellen	Contractor
	kurz- bis mittelfristig	Akquisition Schlüsselkunden	Contractor
		Konzessionen, resp. Verträge CWS boco aushandeln	Contractor
		Detailplanung und Realisierung Energieverbund	Contractor
	langfristig	Verdichtung Verbund	Contractor
Prioritäten Stadt Opfikon	B (mittlere Priorität)		
Abhängigkeiten	<p>Eine Verbindung mit dem Wärmeverbund 05a/b könnte die Redundanz und Versorgungssicherheit erhöhen, bzw. die Abhängigkeit von einem einzigen Wärmelieferanten reduzieren.</p> <p>Es ist sinnvoll, das Verbundgebiet gemeindeübergreifend zusammen mit der Gemeinde Rümlang zu entwickeln.</p>		

<sup>41</sup> Detailliert Abklärungen laufen [02.12.2016].

**05a/b Wärme-/Kälteverbund in Airport-Zone**

**Beschreibung** Nutzung gewerblicher und industrieller Abwärme, Abwärme des geklärten Abwassers ab ARA, und Umweltwärme aus dem Glattwasser in einem Wärmeverbund.

Zurzeit (Stand Dezember 2016) erarbeitet die Halter AG im Auftrag von Energie Opfikon eine Machbarkeitsstudie für einen Wärme-/Kälteverbund in der Airport-Zone. Der Verbund soll Wärme und Kälte liefern zu den einzelnen Liegenschaften aus einer zentralen Erzeugung. Dadurch kann die Abwärme der Kälte auch zentral genutzt werden. Grosse Kältebezüger sind die Unternehmen Piora (Balsberg), UBS (Cher und Cardcenter) und Interxion. Zusätzlich zur Abwärme kann Wärme aus dem gereinigten Abwasser nach der ARA über einen Wärmetauscher und eine Wärmepumpe direkt bei der ARA oder in einer Heizzentrale genutzt werden. Durch die Integration von Umweltwärmequellen kann die Redundanz und das Versorgungspotenzial des Wärmeverbunds weitere erhöht werden. Die Nutzung des Wassers der Glatt, welche mitten durch das Verbundgebiet fliesst, ist vor allem für einen kombinierten Wärm-/Kälteverbund sinnvoll. Das Glattwasser kann direkt bei der ARA gefasst und über den Auslauf der ARA wieder ins Flussbett zurückgegeben werden. Weiter ist auch die Ergänzung mit Erdwärme möglich. (Ab-)Wärmepotenziale<sup>42</sup>:

- Abwärme Interxion: 12.7 GWh/a, je nach Ausbau des Verbunds sind 50 – 65% des Potenzials (rund 7 GWh) nutzbar
- Abwärme UBS Cher: 6 GWh/a, ca. 2.8 GWh/a davon werden bereits als Abwärme für eigene Wärmeerzeugung genutzt. Die verbleibende Wärmemenge ist aufgrund der nicht ganzjährigen Heizsaison nur etwa zur Hälfte (1.6 GWh/a) nutzbar.
- Abwärme UBS Cardcenter: 1.6 GWh/a, ca. die Hälfte (0.8 GWh/a) ist nutzbar.
- Abwärme Balsberg: 4 GWh/a, ca. die Hälfte (2 GWh/a) ist nutzbar.
- Wärmenutzung aus geklärtem Abwasser der ARA: Rund 4 GWh gemäss der Studie von Hunziker Betatech. Gemäss der aktuell laufenden Studie der Halter AG sind bis 9 GWh für einen Wärme-/Kälteverbund nutzbar.
- Glattwasser: max. 16 MW, bei 1 - 2 MW Entnahmeleistung und 4000 Vollaststunden ergeben sich 4 – 8 GWh/a

Da im Gebiet Rohr-/Platten-/Riethofstrasse und im Gebiet Hohenbühl/im Brännli (südöstlich des Balsberg) kein nennenswerter Kältebedarf vorhanden ist, wird diese Teil nur mit Wärme (Teil 5b) versorgt. Im übrigen Gebiet (Teil 5a) ist ein kombinierter Wärme-/Kälteverbund vorgesehen.

Das potenzielle Verbundgebiet weist eine hohe Entwicklungsdynamik auf. Die Dynamik kann für die Realisierung eines Energieverbunds genutzt werden, birgt aber gleichzeitig auch Probleme wie die Verkehrsauslastung mit sich, welche im Zuge der Gebietsentwicklung gelöst werden müssen.

Aufgrund der vielseitigen möglichen Wärmequellen und verschiedenen Bedürfnissen (Wärme- und Kältebedarf) kann ein kombinierter Wärme-/Kälteverbund mit einer Energiezentrale in verschiedenen Ausbaustufen (gemäss der Anzahl interessierter Wärmebezüger) realisiert werden. Bei der Planung ist eine Abstimmung mit dem bestehenden Gasnetz notwendig (siehe Kapitel 5.6.1).

Falls kein Wärmeverbund realisiert werden kann, gehört das Gebiet zum Eignungsgebiet B: 1. Priorität Erdwärmesonde oder Glattwasser; 2. Priorität Luftwärmepumpe oder Holz. Städtische Liegenschaften innerhalb einer Zone für öffentliche Bauten würden zu Gebiet 06 fallen.

**Energieträger**

- Verteilung des geklärten Abwassers und dezentrale Nutzung beim Verbraucher oder Nutzung in einer Wärmezentrale
- Gewerbliche Abwärme der Unternehmen Interxion, UBS und Piora (Balsberg)
- Glattwasser
- Erdwärme
- Gas für die lokale Spitzendeckung

**Projektverantwortung** Stadt Opfikon, Energie Opfikon

Vorgehen	Termine	Schritte	Federführung für Teilschritt
	Kurzfristig	Machbarkeitsstudie durchführen	Energie Opfikon oder Contractor
		Information Grundeigentümer (mit Priorität die vier grössten Eigentümer)	Stadt Opfikon
		Interessierte Betreiber (Contractor) suchen	Stadt Opfikon
		Vorprojekt erstellen	Contractor

<sup>42</sup> Die Potenzial-Abklärungen bei Interxion, UBS, Balsberg und ARA wurden durch Christian Erb, Halter AG im Rahmen der noch laufenden Machbarkeitsstudie für den Wärmeverbund vorgenommen oder ergänzt.

	kurz- bis mittelfristig	Akquisition Schlüsselkunden	Contractor
		Konzessionen, resp. Verträge mit Wärmelieferanten aushandeln	Contractor
		Detailplanung und Realisierung Ener- gieverbund	Contractor
	langfristig	Verdichtung Verbund bzw. stufenwei- ser Ausbau gemäss potenziellen und interessierten Abnehmern	Contractor
Prioritäten Stadt Opfikon	B (mittlere Priorität)		
Abhängigkeiten	Eine Verbindung mit dem Wärmeverbund 04 könnte die Redundanz und Versorgungssicherheit erhöhen. Es ist sinnvoll, das Verbundgebiet gemeindeübergreifend zusammen mit den Gemeinden Kloten und Rümlang zu entwickeln.		

## 5.4 Zone für öffentliche Bauten

06 Zone für öffentliche Bauten			
Beschreibung	<p>Das vorliegende Massnahmenblatt ist für die städtischen Liegenschaften verbindlich, bedeutet aber für private Eigentümer nur eine Empfehlung (analog zu einem Eignungsgebiet).</p> <p>Langfristig (Zeithorizont 2050) nur Nutzung von Abwärme und Umweltenergien für alle Immobilien, welche im Besitz der Stadt Opfikon sind. Bei Neubauten und Heizungsersatz sind fossile Energien ausgeschlossen. Vereinzelte Gebiete (wie z.B. Altersheim Giebeleich und Schulhaus Lättenwiesen) befinden sich in bezeichneten Verbundgebieten. Falls diese nicht umgesetzt werden, fallen die entsprechenden Liegenschaften unter dieses Massnahmenblatt.</p> <p>Grundsätzlich stehen die Nutzung von Erdwärme oder Glattwasser, sofern die betroffenen Gebiete nahe bei der Glatt liegen, im Vordergrund. Falls Glattwasser genutzt wird, sind vorzugsweise Lösungen im Verbund anzustreben. Für die Zone südlich der Glatt an der Oberhauserstrasse wäre aufgrund der Wärmebezugsdichte und der Anzahl der öffentlichen Gebäuden ein Wärmeverbund mit Nutzung von Glattwasser und Erdwärme (ergänzt durch Gas für Spitzenlast) möglich</p>		
Energieträger	<p>Prioritär:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Glattwasser</li> <li>– Erdwärme</li> </ul> <p>Sekundär:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Luft</li> <li>– Holz</li> <li>– Gas für Redundanz und Spitzenlast falls benötigt</li> </ul>		
Projektverantwortung	Stadt Opfikon (bei städtischen Liegenschaften)		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig	Prüfung des Liegenschaftsinventars der Stadt Opfikon	Stadt Opfikon
		Prüfung Möglichkeiten für Verbundprojekte mit stufenweisem Ausbau	Stadt Opfikon
		Prüfung von Heizungsersatz für einzelne Objekte	Stadt Opfikon
		Machbarkeitsstudie für Verbundlösungen durchführen	Stadt Opfikon oder Contractor
	kurz- bis mittelfristig	Detailplanung und Realisierung Energieverbund und Einzelobjekte	Contractor
	laufend	Prüfung des Liegenschaftsinventars der Stadt Opfikon und Planung der Ersatzbauten und Heizungsersatz für Verbund und Einzelobjekte	Stadt Opfikon
Prioritäten Stadt Opfikon	A (hohe Priorität)		
Abhängigkeiten	Keine		

## 5.5 Eignungsgebiete

Das übrige Siedlungsgebiet eignet sich aufgrund geringer Wärmebedarfsdichte und fehlenden Potenzialen weniger für eine Versorgung in Energie- oder Wärmeverbunden. Hier sind in erster Priorität der Wärmebedarf der Gebäude durch die Umsetzung von Effizienzmassnahmen an der Gebäudehülle zu reduzieren und in zweiter Priorität für die Wärmeerzeugung ein möglichst hoher Anteil an erneuerbaren Energien zu verwenden.

Als Eignungsgebiete werden Gebiete ausgeschieden, innerhalb welcher ein bestimmter bzw. mehrere Energieträger für die Wärmeversorgung vorrangig eingesetzt werden sollen (aufgrund von Situation und Planungsprioritäten).

Die Wärmeerzeugung mittels Erdwärme (Eignungsgebiet B) oder Aussenluft (Eignungsgebiet A) kann mit solarthermischer Aufbereitung von Brauchwarmwasser, und/oder mit Rückspeisung von Solarwärme in Erdsonden, oder mit lokaler Stromproduktion durch Photovoltaik ergänzt werden.

Eignungsgebiet A			
Beschreibung	Da sich das Eignungsgebiet in der Grundwasserschutzzone befindet ist hier die Nutzung von Erdwärme nicht möglich. Deshalb ist das Gebiet für die Nutzung der Aussenluft über eine Wärmepumpe geeignet. Die Wärmeerzeugung kann mit solarthermischer Aufbereitung von Brauchwarmwasser oder mit lokaler Stromproduktion durch Photovoltaik für die Unterstützung der Wärmepumpe ergänzt werden.		
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aussenluft (Betrieb mit einem möglichst hohen Anteil an erneuerbarem Strom)</li> <li>– Holz</li> <li>– Solarthermie</li> <li>– Gas</li> </ul>		
Projektverantwortung	Stadt Opfikon		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Laufend	Nutzung der Empfehlungen aus dem Energieplan für die Planung von Sanierungen oder Neubauten Aussprechen von unverbindlichen Empfehlungen im Rahmen von Baugesuchen	Grundeigentümer  Stadt Opfikon (Bauamt)
Abhängigkeiten			

Eignungsgebiet B										
Beschreibung	Das Gebiet ist geeignet für die Nutzung von Erdwärme über eine Wärmepumpe geeignet. Die Wärmeerzeugung kann mit solarthermischer Aufbereitung von Brauchwarmwasser oder mit lokaler Stromproduktion durch Photovoltaik für die Unterstützung der Wärmepumpe ergänzt werden.									
Energieträger	<p>Prioritär:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erdwärme</li> </ul> <p>Sekundär:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aussenluft</li> <li>– Holz</li> <li>– Gas</li> </ul> <p>Die Nutzung der vorgeschlagenen Energieträger kann in Einzelanlagen oder in Klein-Wärmeverbunden erfolgen.</p> <p>Im Gebiet Grossacker könnte für grössere Verbraucher (50 - 100 kW) auch die Nutzung von Grundwasser möglich sein. Aufgrund des eingeschränkten Potenzials müssten die genauen hydrogeologischen Verhältnisse für ein konkretes Vorhaben geprüft werden (siehe auch Kapitel 4.2.4).</p>									
Projektverantwortung	Stadt Opfikon									
Vorgehen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Termine</th> <th>Schritte</th> <th>Federführung für Teilschritt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Laufend</td> <td>Nutzung der Empfehlungen aus dem Energieplan für die Planung von Sanierungen oder Neubauten</td> <td>Grundeigentümer</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aussprechen von unverbindlichen Empfehlungen im Rahmen von Baugesuchen</td> <td>Stadt Opfikon</td> </tr> </tbody> </table>	Termine	Schritte	Federführung für Teilschritt	Laufend	Nutzung der Empfehlungen aus dem Energieplan für die Planung von Sanierungen oder Neubauten	Grundeigentümer		Aussprechen von unverbindlichen Empfehlungen im Rahmen von Baugesuchen	Stadt Opfikon
Termine	Schritte	Federführung für Teilschritt								
Laufend	Nutzung der Empfehlungen aus dem Energieplan für die Planung von Sanierungen oder Neubauten	Grundeigentümer								
	Aussprechen von unverbindlichen Empfehlungen im Rahmen von Baugesuchen	Stadt Opfikon								
Abhängigkeiten	Gemäss der Karte der Energiedichte (Anhang A-4) sind grosse Teile des Eignungsgebiets B für eine Versorgung über Wärmeverbunde geeignet. Falls sich bei den Detailplanungen beim V05a/b (Wärmeverbund Airport-Zone) grössere Potenziale für die Versorgung ergeben, als heute angenommen, so können weitere Gebiete aus dem Eignungsgebiet B für das Verbundgebiet berücksichtigt werden.									

## 5.6 Gasversorgung

Mit Ausnahme eines kleinen Gebiets im Raum Grossacker ist das ganze Stadtgebiet mit Gas (Erdgas und wahlweise auch Biogas) erschlossen (siehe Gebiet X im Energieplan). Da erneuerbare Energien aus energieplanerischer Sicht Priorität haben, wird das Gasnetz auf der Energieplankarte nicht ausgewiesen. Die längerfristige Verfügbarkeit von Gas hängt von der Bedarfsentwicklung und den anstehenden Leitungserneuerungen ab (vgl. Kapitel 5.6.1).

### 5.6.1 Zukünftige Gasversorgung

Die Zielsetzungen der Energiestrategie 2050 können nur erreicht werden, wenn der Marktanteil von Gas bei der Beheizung von Gebäuden langfristig markant reduziert werden kann und/oder vermehrt CO<sub>2</sub>-freies Gas (Biogas und Power-to-Gas) eingesetzt wird. Der damit verbundene Absatzrückgang hat betriebswirtschaftliche Auswirkungen auf die Infrastrukturen des Gasnetzes. Diesem Aspekt ist bei der Erneuerung der Gasnetze Rechnung zu tragen. Langfristig ist zu prüfen, welche Gebiete aus betriebswirtschaftli-

chen Gründen weiterhin versorgt werden können. Dies betrifft insbesondere Gebiete, welche aktuell oder künftig mit Fernwärme aus erneuerbaren Energien versorgt werden oder eine geringe Energiebezugsdichte aufweisen. Auf Grund der langen Amortisationsfristen der Gasinfrastrukturen haben diese planerischen Grundlagenarbeiten eine hohe Priorität.

Das Ziel einer auszuarbeitenden Strategie Gasversorgung soll basierend auf den übergeordneten energiepolitischen Zielsetzungen eine vorausschauende Erneuerung des Gasnetzes ermöglichen, gleichzeitig unnötige Doppelspurigkeiten bei der Versorgung mit leitungsgebundenen Energien vermeiden und die Planungssicherheit aller Beteiligten sicherstellen. Dabei sind die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen eines deutlich abnehmenden Gasabsatzes vorausschauend einzubeziehen.

Der Aufbau von neuen, sich konkurrenzierenden, leitungsgebundenen Systemen (mit neuen Gas- oder Fernwärmeleitungen im gleichen Gebiet) ist aus betriebs- und volkswirtschaftlichen Gründen zu vermeiden. Die Umsetzung des Transformationsprozesses in den neuen Fernwärmegebieten, die bereits mit Gas erschlossen sind, wird aber dazu führen, dass zwei sich ergänzende, leitungsgebundene Energieträger über einen längeren Zeitraum im gleichen Gebiet vorhanden sein werden. Dies gewährleistet die Versorgungssicherheit aller Kunden im Transformationsprozess. Dazu ist eine gegenseitige Abstimmung der Fernwärme- und Gasversorger anzustreben.

Die zu erarbeitende Strategie Gasversorgung soll sich u. a. an folgenden planerischen Empfehlungen orientieren:

- Gas soll primär bei hochtemperaturiger Prozesswärme, bei der Versorgung bivalenter Heizzentralen zusammen mit erneuerbaren Energien oder Abwärme, bei Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK) sowie als Treibstoff eingesetzt werden. Die dazu erforderliche Basis-Infrastruktur ist zu bezeichnen und langfristig zu sichern.
- Ausserhalb der Wärme-Verbundgebiete ist eine Verdichtung des Gasversorgungsnetzes zur Substitution von Erdöl durch Gas möglich, innerhalb der Wärme-Verbundgebiete jedoch nicht.
- Es sollen keine Versorgungsgebiete neu erschlossen werden (siehe Kapitel 5.6.2).
- Die langfristige Planung der Gasversorgung ist auf den sich ändernden Wärmeabsatz und den geplanten Ausbau der Wärme- und Energienetze abzustimmen.
- Mittelfristig soll ein möglichst hoher Anteil des ins Netz eingespeisten Gases aus erneuerbaren Quellen stammen (Biogas aus Biomasse und Power-to-Gas). Dazu sollen quantitative Ziele festgelegt werden. Bei der Festlegung der Ziele sind die begrenzten inländischen Potenziale und die Kosten zu berücksichtigen.
- Es ist eine vorausschauende Informations-, Kommunikations-, Beratungs- und Marketingstrategie bezüglich der mittel- und langfristigen Änderungen bei der Gasversorgung und den neuen leitungsgebundenen Wärme-/Kälteversorgungen aus erneuerbaren Energien aufzubauen.

### 5.6.2 Gebietsausscheidung ohne Neuerschliessung

Auf Anschlüsse an das Gasnetz ausserhalb des heutigen Gasversorgungsgebietes ist zu verzichten. Der Teil des Gebiets Grossacker (siehe Energieplan, Gebiet X)), welcher heute noch nicht mit Gas erschlossen ist, wird nicht neu erschlossen. Ausnahmen können für Anwendungen gemäss Kapitel 5.6.1 gewährt werden.

### 5.6.3 Neukonzessionierung der Gasversorgung

Neukonzessionierung der Gasversorgung			
Beschreibung	Im Rahmen der Erneuerung der Konzession der Gasversorgung, welche die Stadt Opfikon der Energie 360° erteilt, können folgende Elemente der Strategie Gasversorgung aufgenommen werden: – Keine Neuerschliessung von Gebieten (siehe Kapitel 5.6.2). – Festlegung quantitativer Ziele zum Mindestanteil an CO <sub>2</sub> -freiem Gas.		
Zielsetzung/Wirkung	– Keine weitere Ausdehnung des Gasnetzes, Fokus auf bestehende Versorgungsgebiete ausserhalb der Verbundgebiete – Erhöhung des Anteils an CO <sub>2</sub> -freien Gases		
Projektverantwortung	Stadt Opfikon, Energie 360°		
Vorgehen	<b>Termine</b>	<b>Schritte</b>	<b>Federführung für Teilschritt</b>
	Kurzfristig bis mittelfristig	Erarbeitung neuer Konzession	Stadt Opfikon, Energie 360°
	Kurzfristig bis mittelfristig	Abschluss der Neukonzessionierung	Stadt Opfikon, Energie 360°
	laufend	Monitoring der Festlegungen	Stadt Opfikon
Abhängigkeiten			

## 5.7 Zusammenarbeitsvertrag mit Energieversorgern oder Contractor

Für Wärme- und Energieverbunde, die ganze Quartiere / Stadtteile mit Wärme und Kälte versorgen, besteht ein öffentliches Interesse an einer technisch und betrieblich einwandfreien Lösung zu wirtschaftlichen Konditionen, die gleichzeitig auch den ökologischen Zielen entspricht und finanziell und betrieblich langfristig gesichert ist. Insbesondere wenn für Neubauten und bestehende Bauten (bedingte) Anschlussverpflichtungen verfügt werden, muss die öffentliche Hand eine möglichst grosse Gewähr der Einhaltung der Vorgaben sicherstellen.

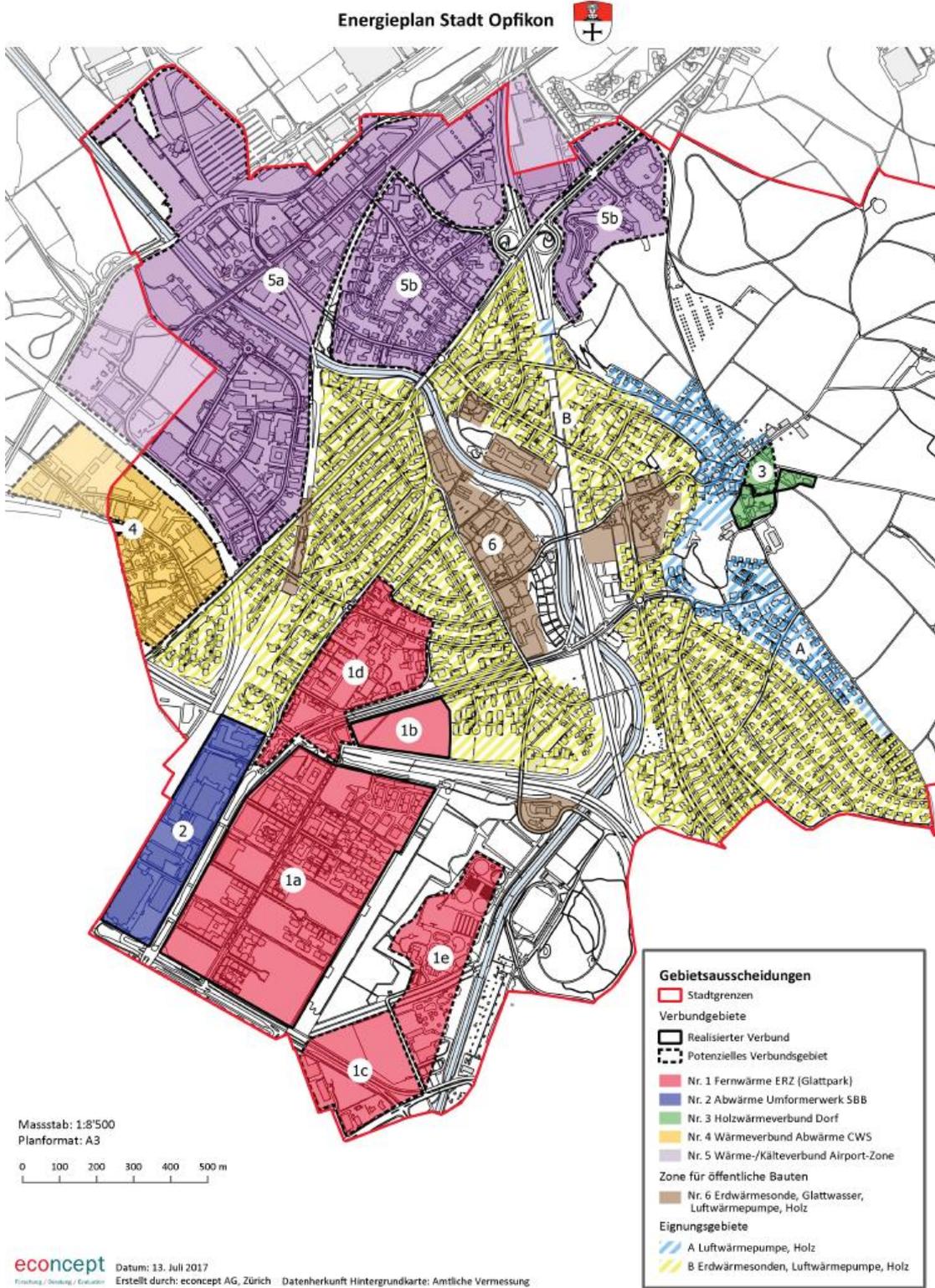
Ein Zusammenarbeitsvertrag pro Verbundgebiet soll dementsprechend folgende Inhalte regeln:

- Nutzung von Wärmequellen («öffentliche Güter»), vorbehältlich Konzessionserteilung
- Leistungsauftrag z.B. ökologische Zielvorgaben, Versorgungsgebiete etc.
- Tarifbildung (angemessene Kosten vgl. §295 PBG)
- Aufgabenteilung z.B. Gewährung Durchgangsrechte, Verfügung Anschlussverpflichtungen, etc.

- Zusammenarbeit
- Besitzverhältnisse
- Vertragsdauer / Übernahmeoption
- Finanzielle Beteiligung der öffentlichen Hand



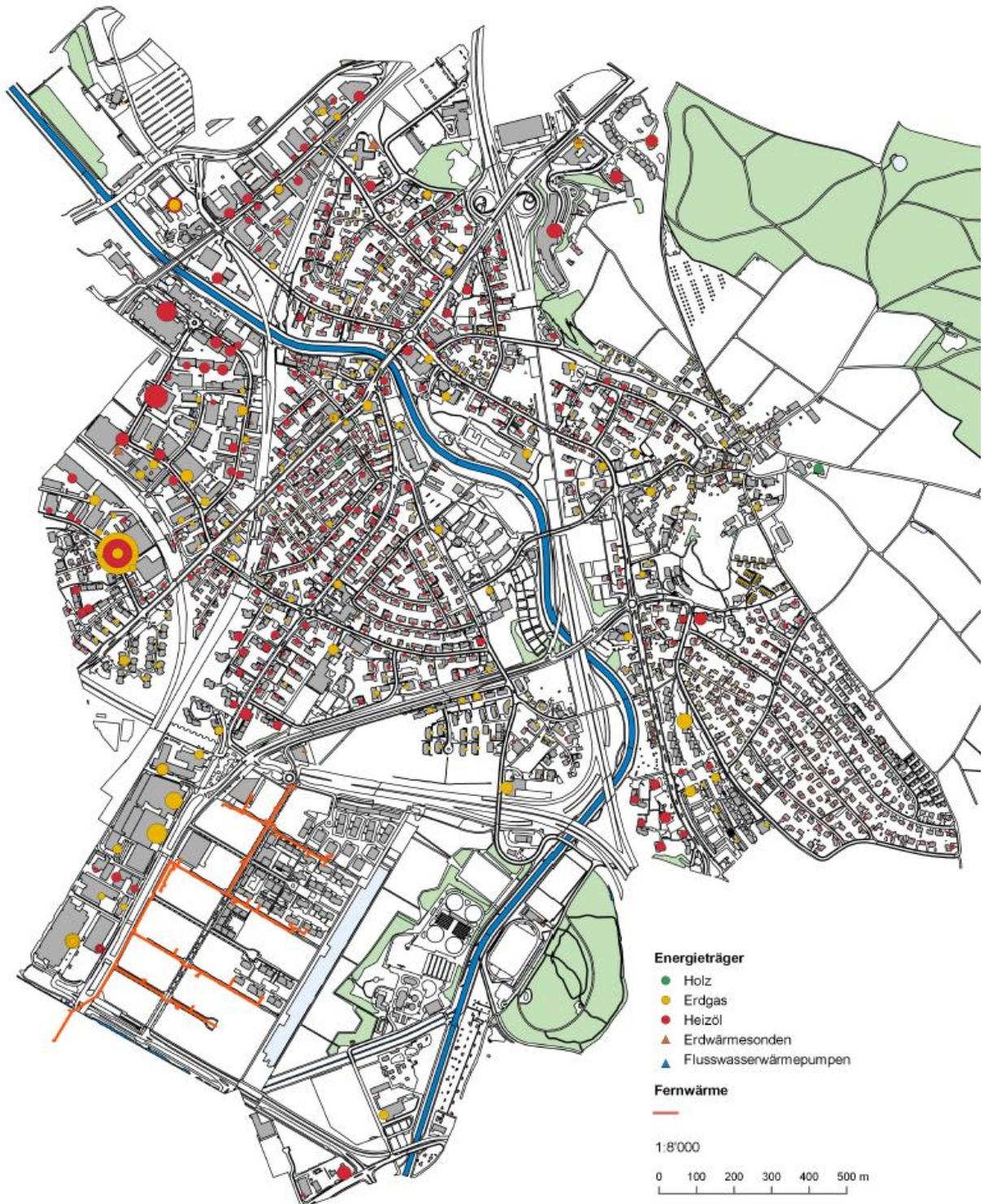
# A-2 Energieplan Opfikon 2017



## A-3 Energiebezug Wärme nach Energieträger

### Energie-Visualisierung Stadt Opfikon

Plan Nr. 1: Energiebezug Wärme nach Energieträger

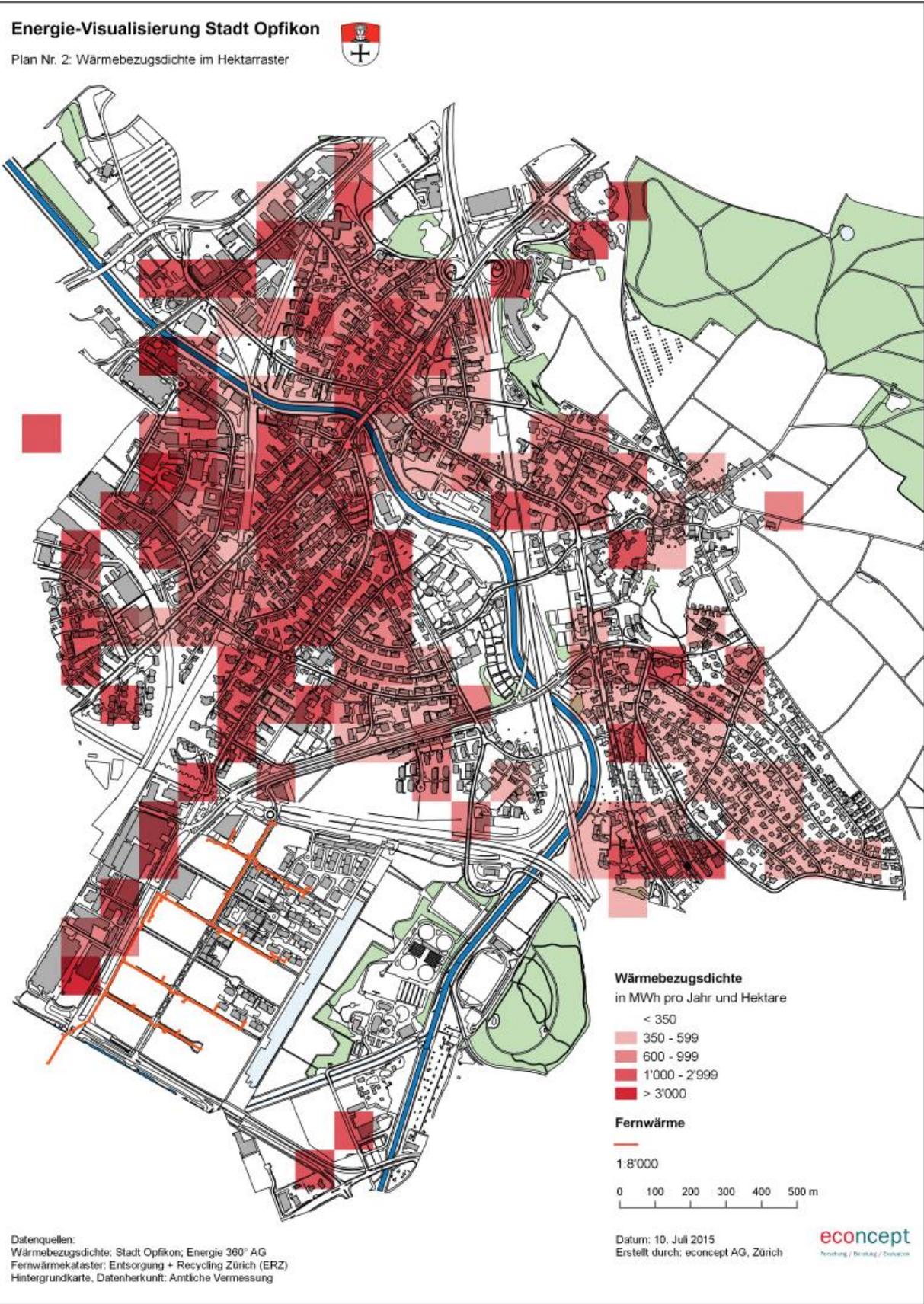


Datenquellen:  
 Energiebezug Wärme: Feuerungskataster, Kataster Wärmepumpen Stadt Opfikon  
 Fernwärmekataster: Entsorgung + Recycling Zürich (ERZ)  
 Hintergrundkarte, Datenherkunft: Antike Vermessung

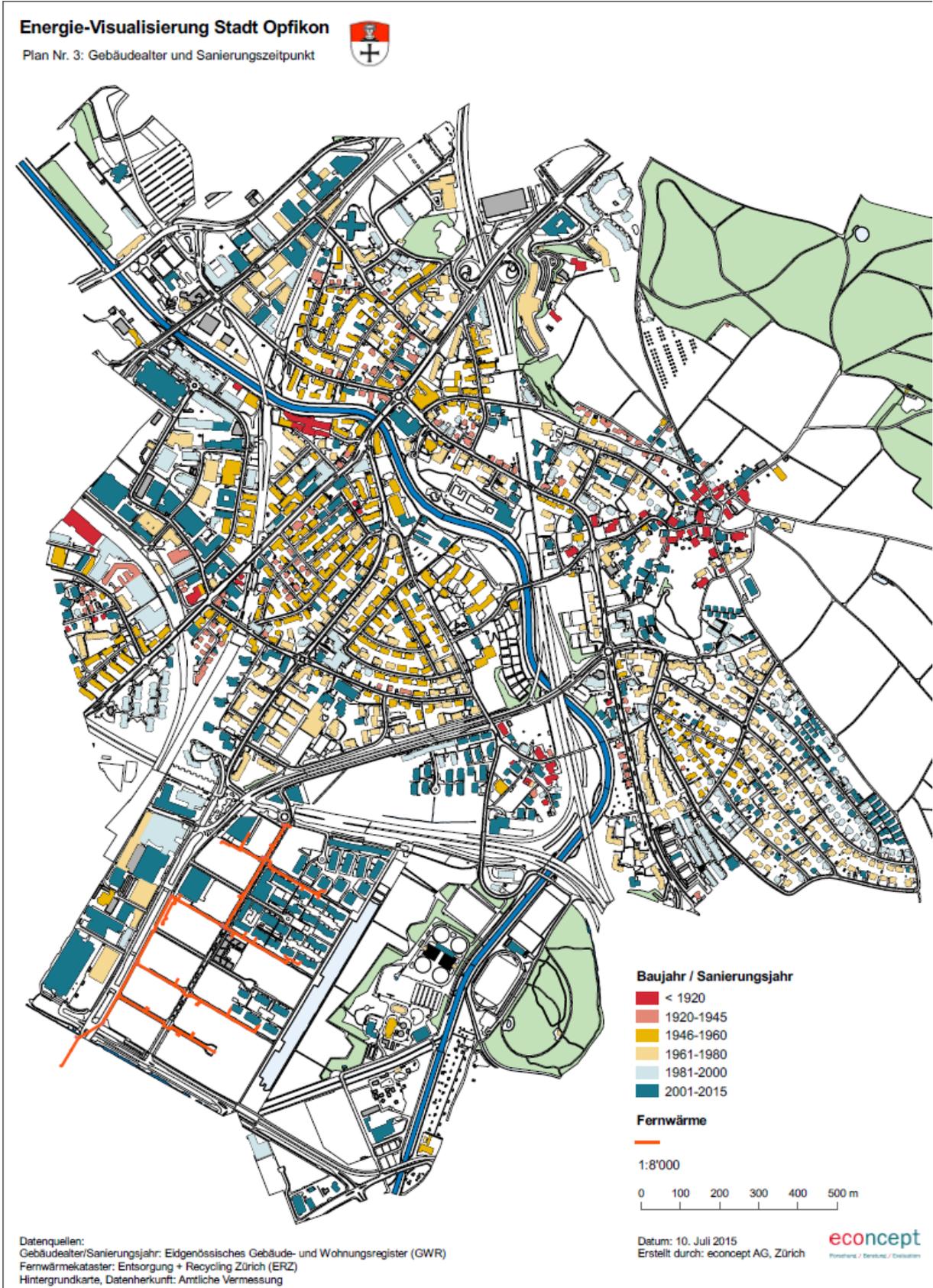
Datum: 10. Juli 2015  
 Erstellt durch: econcept AG, Zürich

**econcept**  
 Planung / Beratung / Realisation

# A-4 Wärmebezugsdichte im Hektarraster



# A-5 Gebäudealter und Sanierungszeitpunkt



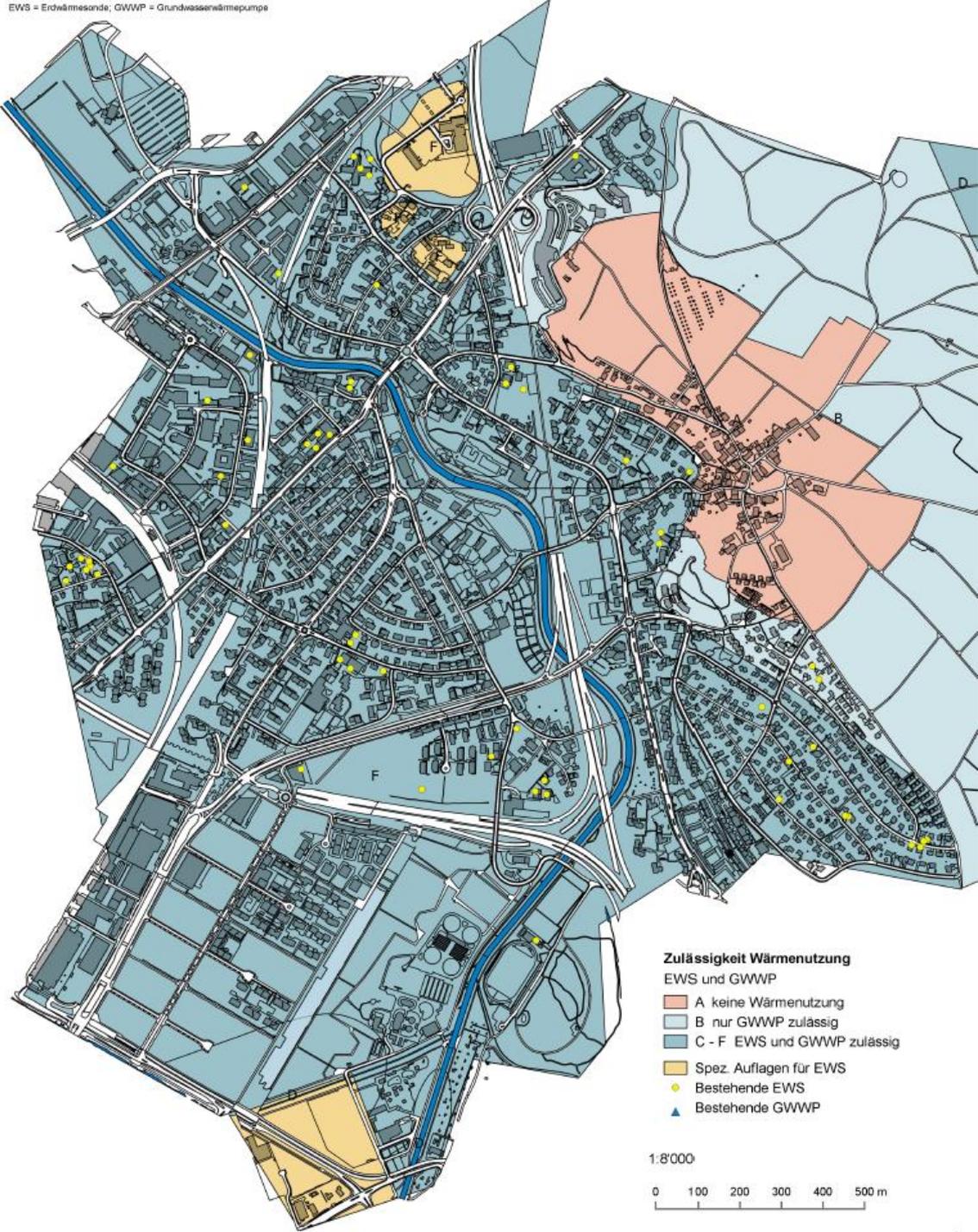
# A-6 Zulässigkeit von Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen

## Energie-Visualisierung Stadt Opfikon



Plan Nr. 4: Zulässigkeit von EWS und GWWP

EWS = Erdwärmesonde; GWWP = Grundwasserwärmepumpe



Datenquellen:  
Wärmenutzung, Wärmenutzungsatlas, GIS-ZH  
Standorte EWS, Wärmenutzungsatlas, GIS-ZH  
Hintergrundkarte, Datenherkunft: Amtliche Vermessung

Datum: 24. September 2015  
Erstellt durch: econcept AG, Zürich



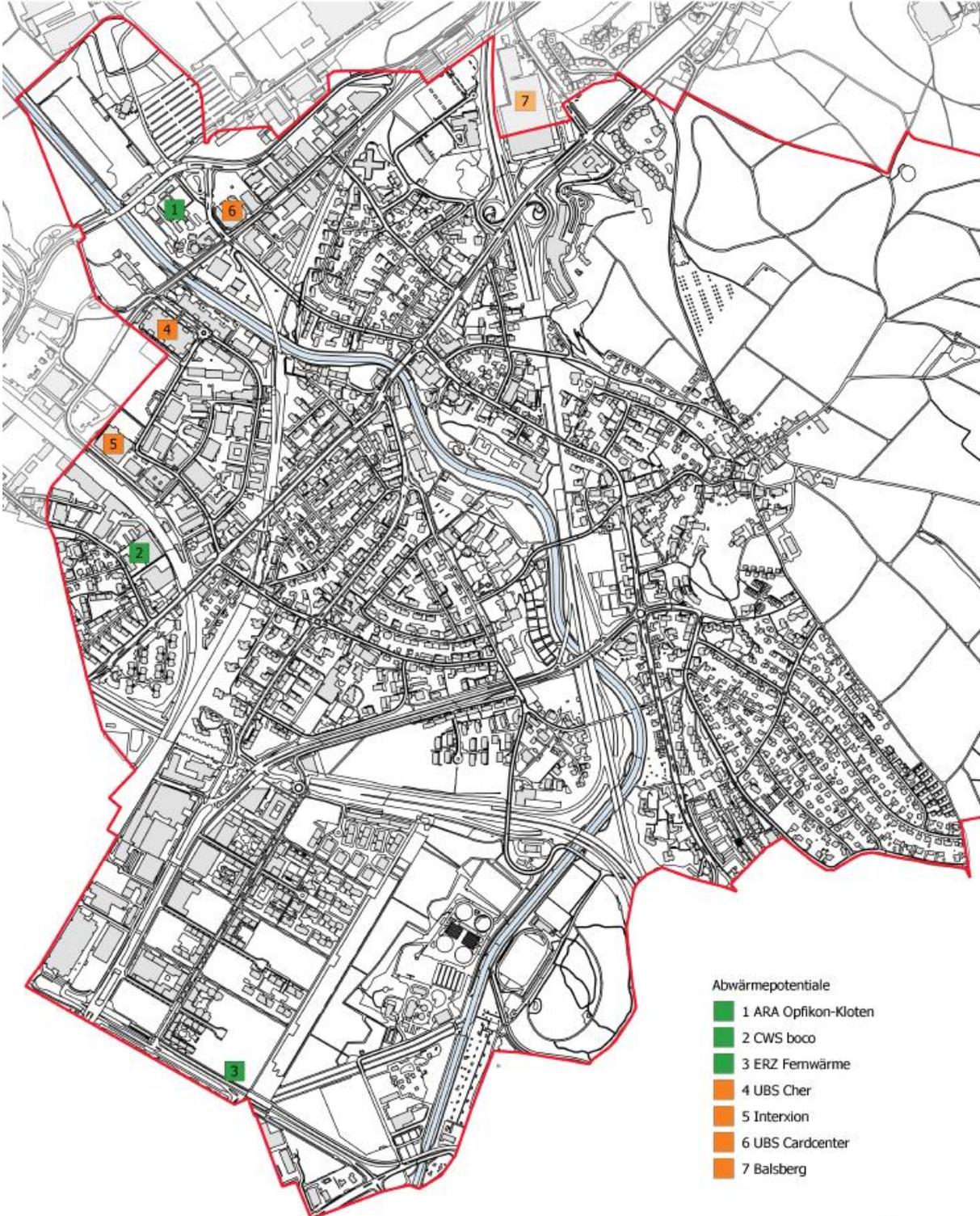
Planung / Beratung / Software

# A-7 Abwärmepotenzial und Kältebedarf

## Energie-Visualisierung Stadt Opfikon

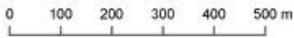


Plan Nr. 6: Abwärmepotentiale



- Abwärmepotentiale
- 1 ARA Opfikon-Kloten
  - 2 CWS boco
  - 3 ERZ Fernwärme
  - 4 UBS Cher
  - 5 Interxion
  - 6 UBS Cardcenter
  - 7 Balsberg

Datenquellen:  
Abwärmepotentiale: Recherchen, Angaben Stadt Opfikon  
Hintergrundkarte, Datenherkunft: Amtliche Vermessung



1:8000

Datum: 5. Dezember 2016  
Erstellt durch: econcept AG, Zürich

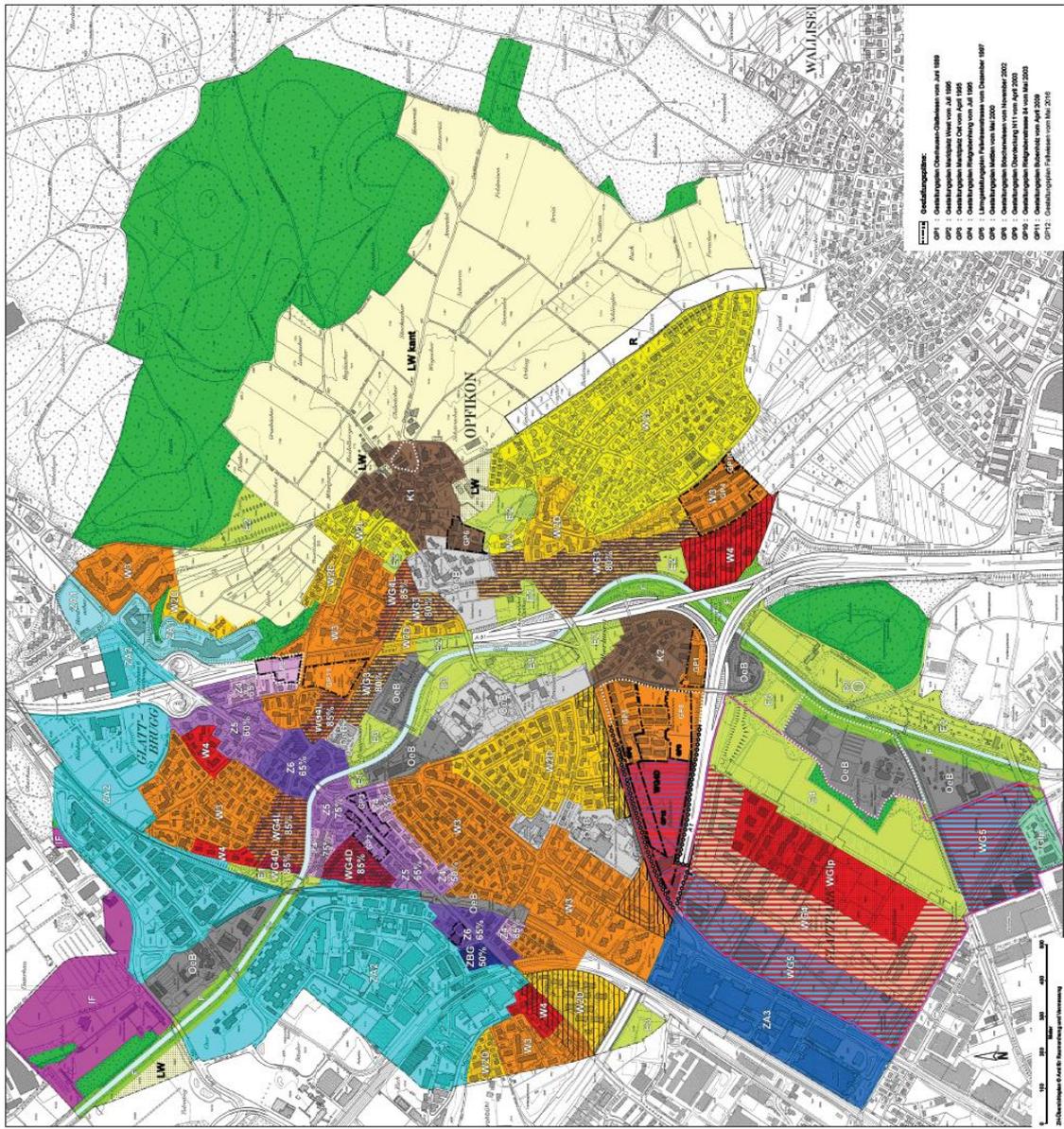


Planung / Beratung / Evolution

# A-8 Zonenplan



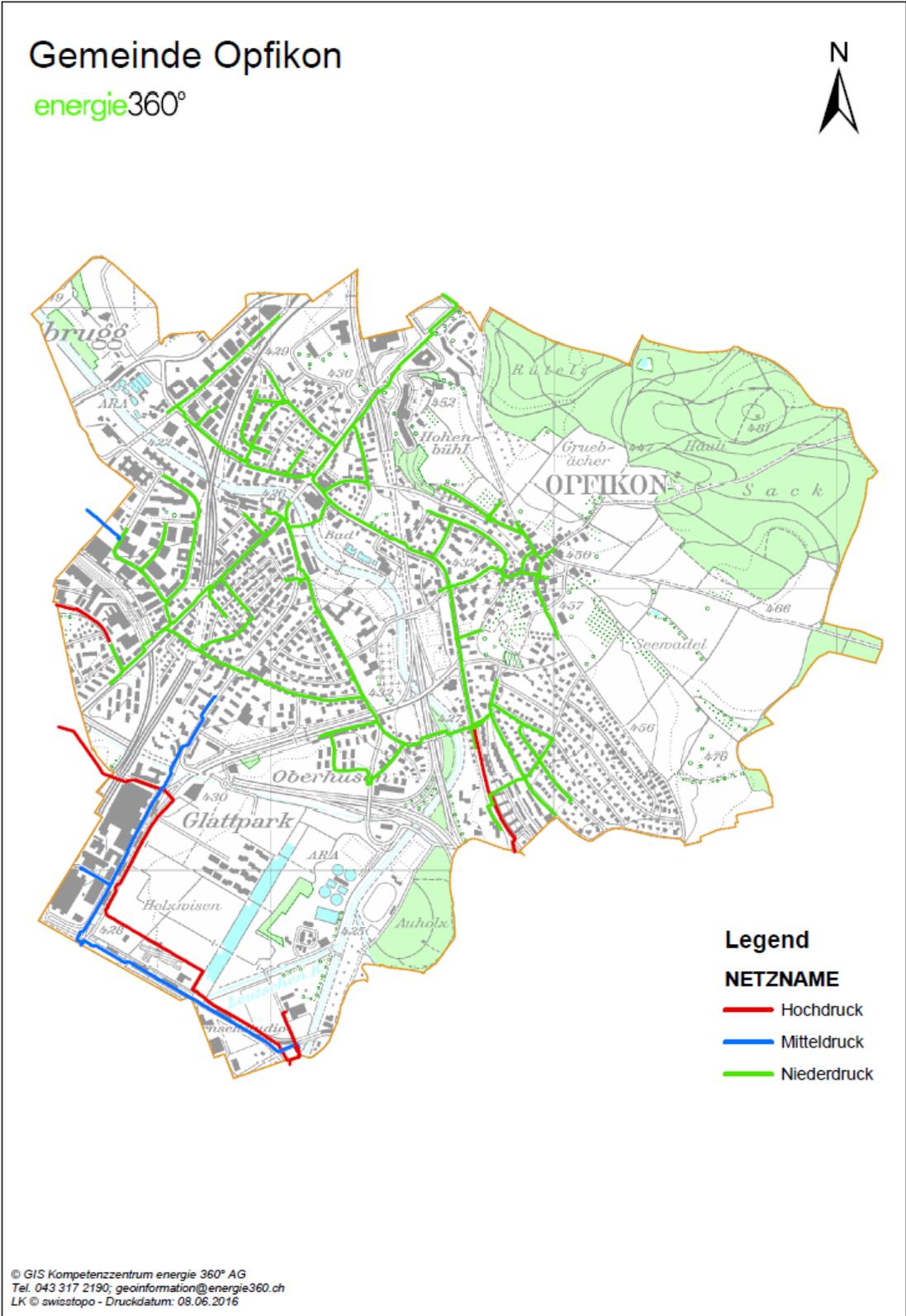
**Zonenplan**  
**Letzte Anpassungen:**  
 Festsetzung Oberstadion durch den Gemeinderat vom 7. März 2011  
 Verlegung der Baustrasse entlang Zürich vom 6. Oktober 2011 (ARV / 156 / 2011)  
 Festsetzung Baustrasse durch den Gemeinderat am 7. Dezember 2016  
 Verlegung der Baustrasse entlang Zürich vom 3. Mai 2018 (BDV / 6177 / 2018)  
 Dieser Plan ist ein öffentliches Dokument und darf nicht weiterverbreitet, für die Abgrenzung der Zonen und die im Rahmen der Anträge für die Verwirklichung der Zonenplanmassnahmen geltend gemachten Ansprüche der Stadt Opfikon verwendet werden.



Zone	Legende	Kurzbeschreibung	AZ / BE
1	Intensives Gewerbe (K, Oberstadion K2)	IK, K2	— / —
2	Zweckzonierung 1-geschossig	Z1	100%
3	Zweckzonierung 2-geschossig	Z2	100%, 100%
4	Zweckzonierung 3-geschossig	Z3	100%, 100%
5	Zweckzonierung 4-geschossig	Z4	100%, 100%
6	Zweckzonierung 5-geschossig	Z5	100%, 100%
7	Zweckzonierung 6-geschossig	Z6	100%, 100%
8	Zweckzonierung 7-geschossig	Z7	100%, 100%
9	Zweckzonierung 8-geschossig	Z8	100%, 100%
10	Zweckzonierung 9-geschossig	Z9	100%, 100%
11	Zweckzonierung 10-geschossig	Z10	100%, 100%
12	Zweckzonierung 11-geschossig	Z11	100%, 100%
13	Zweckzonierung 12-geschossig	Z12	100%, 100%
14	Zweckzonierung 13-geschossig	Z13	100%, 100%
15	Zweckzonierung 14-geschossig	Z14	100%, 100%
16	Zweckzonierung 15-geschossig	Z15	100%, 100%
17	Zweckzonierung 16-geschossig	Z16	100%, 100%
18	Zweckzonierung 17-geschossig	Z17	100%, 100%
19	Zweckzonierung 18-geschossig	Z18	100%, 100%
20	Zweckzonierung 19-geschossig	Z19	100%, 100%
21	Zweckzonierung 20-geschossig	Z20	100%, 100%
22	Zweckzonierung 21-geschossig	Z21	100%, 100%
23	Zweckzonierung 22-geschossig	Z22	100%, 100%
24	Zweckzonierung 23-geschossig	Z23	100%, 100%
25	Zweckzonierung 24-geschossig	Z24	100%, 100%
26	Zweckzonierung 25-geschossig	Z25	100%, 100%
27	Zweckzonierung 26-geschossig	Z26	100%, 100%
28	Zweckzonierung 27-geschossig	Z27	100%, 100%
29	Zweckzonierung 28-geschossig	Z28	100%, 100%
30	Zweckzonierung 29-geschossig	Z29	100%, 100%
31	Zweckzonierung 30-geschossig	Z30	100%, 100%
32	Zweckzonierung 31-geschossig	Z31	100%, 100%
33	Zweckzonierung 32-geschossig	Z32	100%, 100%
34	Zweckzonierung 33-geschossig	Z33	100%, 100%
35	Zweckzonierung 34-geschossig	Z34	100%, 100%
36	Zweckzonierung 35-geschossig	Z35	100%, 100%
37	Zweckzonierung 36-geschossig	Z36	100%, 100%
38	Zweckzonierung 37-geschossig	Z37	100%, 100%
39	Zweckzonierung 38-geschossig	Z38	100%, 100%
40	Zweckzonierung 39-geschossig	Z39	100%, 100%
41	Zweckzonierung 40-geschossig	Z40	100%, 100%
42	Zweckzonierung 41-geschossig	Z41	100%, 100%
43	Zweckzonierung 42-geschossig	Z42	100%, 100%
44	Zweckzonierung 43-geschossig	Z43	100%, 100%
45	Zweckzonierung 44-geschossig	Z44	100%, 100%
46	Zweckzonierung 45-geschossig	Z45	100%, 100%
47	Zweckzonierung 46-geschossig	Z46	100%, 100%
48	Zweckzonierung 47-geschossig	Z47	100%, 100%
49	Zweckzonierung 48-geschossig	Z48	100%, 100%
50	Zweckzonierung 49-geschossig	Z49	100%, 100%
51	Zweckzonierung 50-geschossig	Z50	100%, 100%
52	Zweckzonierung 51-geschossig	Z51	100%, 100%
53	Zweckzonierung 52-geschossig	Z52	100%, 100%
54	Zweckzonierung 53-geschossig	Z53	100%, 100%
55	Zweckzonierung 54-geschossig	Z54	100%, 100%
56	Zweckzonierung 55-geschossig	Z55	100%, 100%
57	Zweckzonierung 56-geschossig	Z56	100%, 100%
58	Zweckzonierung 57-geschossig	Z57	100%, 100%
59	Zweckzonierung 58-geschossig	Z58	100%, 100%
60	Zweckzonierung 59-geschossig	Z59	100%, 100%
61	Zweckzonierung 60-geschossig	Z60	100%, 100%
62	Zweckzonierung 61-geschossig	Z61	100%, 100%
63	Zweckzonierung 62-geschossig	Z62	100%, 100%
64	Zweckzonierung 63-geschossig	Z63	100%, 100%
65	Zweckzonierung 64-geschossig	Z64	100%, 100%
66	Zweckzonierung 65-geschossig	Z65	100%, 100%
67	Zweckzonierung 66-geschossig	Z66	100%, 100%
68	Zweckzonierung 67-geschossig	Z67	100%, 100%
69	Zweckzonierung 68-geschossig	Z68	100%, 100%
70	Zweckzonierung 69-geschossig	Z69	100%, 100%
71	Zweckzonierung 70-geschossig	Z70	100%, 100%
72	Zweckzonierung 71-geschossig	Z71	100%, 100%
73	Zweckzonierung 72-geschossig	Z72	100%, 100%
74	Zweckzonierung 73-geschossig	Z73	100%, 100%
75	Zweckzonierung 74-geschossig	Z74	100%, 100%
76	Zweckzonierung 75-geschossig	Z75	100%, 100%
77	Zweckzonierung 76-geschossig	Z76	100%, 100%
78	Zweckzonierung 77-geschossig	Z77	100%, 100%
79	Zweckzonierung 78-geschossig	Z78	100%, 100%
80	Zweckzonierung 79-geschossig	Z79	100%, 100%
81	Zweckzonierung 80-geschossig	Z80	100%, 100%
82	Zweckzonierung 81-geschossig	Z81	100%, 100%
83	Zweckzonierung 82-geschossig	Z82	100%, 100%
84	Zweckzonierung 83-geschossig	Z83	100%, 100%
85	Zweckzonierung 84-geschossig	Z84	100%, 100%
86	Zweckzonierung 85-geschossig	Z85	100%, 100%
87	Zweckzonierung 86-geschossig	Z86	100%, 100%
88	Zweckzonierung 87-geschossig	Z87	100%, 100%
89	Zweckzonierung 88-geschossig	Z88	100%, 100%
90	Zweckzonierung 89-geschossig	Z89	100%, 100%
91	Zweckzonierung 90-geschossig	Z90	100%, 100%
92	Zweckzonierung 91-geschossig	Z91	100%, 100%
93	Zweckzonierung 92-geschossig	Z92	100%, 100%
94	Zweckzonierung 93-geschossig	Z93	100%, 100%
95	Zweckzonierung 94-geschossig	Z94	100%, 100%
96	Zweckzonierung 95-geschossig	Z95	100%, 100%
97	Zweckzonierung 96-geschossig	Z96	100%, 100%
98	Zweckzonierung 97-geschossig	Z97	100%, 100%
99	Zweckzonierung 98-geschossig	Z98	100%, 100%
100	Zweckzonierung 99-geschossig	Z99	100%, 100%
101	Zweckzonierung 100-geschossig	Z100	100%, 100%

**Geplante Zonen:**  
 OP1 - Gesamtregion Oberstadion-Obstbauern vom Juli 1989  
 OP2 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP3 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP4 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP5 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP6 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP7 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP8 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP9 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP10 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP11 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP12 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP13 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP14 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP15 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP16 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP17 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP18 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP19 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP20 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP21 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP22 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP23 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP24 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP25 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP26 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP27 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP28 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP29 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP30 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP31 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP32 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP33 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP34 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP35 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP36 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP37 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP38 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP39 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP40 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP41 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP42 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP43 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP44 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP45 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP46 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP47 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP48 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP49 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP50 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP51 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP52 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP53 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP54 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP55 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP56 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP57 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP58 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP59 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP60 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP61 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP62 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP63 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP64 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP65 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP66 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP67 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP68 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP69 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP70 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP71 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP72 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP73 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP74 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP75 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP76 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP77 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP78 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP79 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP80 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP81 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP82 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP83 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP84 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP85 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP86 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP87 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP88 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP89 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP90 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP91 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP92 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP93 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP94 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP95 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP96 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP97 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP98 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP99 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995  
 OP100 - Gesamtregion Muggenli vom Juli 1995

# A-9 Gasnetz in Opfikon



# A-10 Fluglärmsituation ES2

