



Institute of
**Building Research
& Innovation**
ZT-GmbH

Arch. Dipl.-Ing. Dr. Renate Hammer, MAS
Dipl.-Ing. Dr. Peter Holzer
A-1010 Wien, Wipplingerstraße 23/3
FN 394372

Prozessunterstützung Energieraumplanung Oberes Hausfeld

Im Auftrag der
MA 20 - Energieplanung
Amerlingstraße 11, 1060 Wien

Institute of Building Research & Innovation ZT-GmbH
DI Dr. Peter Holzer
Arch. DI Dr. Renate Hammer, MAS

Bericht

Arbeitszeitraum: 1. August – 15. November 2015

Wien, 14.12.2015

Inhalt

1	Einleitung.....	4
1.1	Fragestellungen	4
1.2	Methode.....	4
2	Formulierung konkreter Ziele der Energieraumplanung für das Obere Hausfeld (AP1).....	5
2.1	Übergeordnete Ziele:	5
2.2	Daraus abgeleitete übergeordnete Strategien:	6
2.3	Daraus abgeleitete Anforderungen im städtebaulichen Wettbewerb:	6
3	Erarbeitung von Informationsgrundlagen für die Stakeholder (AP2)	10
3.1	Energetische Standortpotentiale und verfügbare Umweltenergien am Hausfeld	10
3.1.1	Grundwasser- und Erdwärmepotenzial.....	10
3.1.2	Energetische Nutzung der Fundierungen der Stadtstraße.....	15
3.1.3	Energetische Nutzung des Kanals.....	16
3.1.4	Niedertemperatur-Wärmegewinnung aus Asphalt- und Hybridkollektoren	17
3.2	Varianten zur Energiebereitstellung für das Obere Hausfeld	19
3.2.1	Bauliche Randbedingungen.....	19
3.2.2	Wärmebedarfsannahmen	20
3.2.3	Wärmeerzeugung.....	20
3.2.4	Wärmeabgabe Raumheizung	21
3.2.5	Warmwasserabgabe.....	21
3.2.6	Umweltwärmequelle für die Wärmepumpen.....	21
3.2.7	Thermische Regeneration	22
3.2.8	Wärmenetz.....	24
3.2.9	Technische, Wirtschaftliche und Ökologische Bilanzergebnisse.....	24
3.3	Bauliche, Haustechnische und Städtebauliche Konsequenzen.....	26
4	Workshop zur Funktionalität großer Erdsondenfelder (AP2a).....	26
4.1	Einladungstext	27
4.2	Teilnehmerinnen und Teilnehmer.....	28
4.3	Ergebnisse.....	28
5	Ergebnisworkshops mit den Stakeholdern (AP3).....	29
6	Weiterführende Ergebnisdarstellung und Dokumentation (AP4).....	31
	Literaturverzeichnis.....	33
	Abbildungsverzeichnis.....	34

Tabellenverzeichnis	34
Verzeichnis der Anhänge.....	35

1 Einleitung

Im Auftrag der MA 20 – Energieplanung wird eine Prozessunterstützung für die Energieraumplanung des Stadterweiterungsgebiets Oberes Hausfeld erarbeitet. Der vorliegende abschließende Bericht umfasst die Beschreibung aller vier Arbeitspakete.

1.1 Fragestellungen

Abgeleitet aus den Zielen der Stadt Wien wurde die Frage gestellt, inwieweit die Versorgung eines städtebaulichen Entwicklungsprojektes auf Basis von Niedertemperatur Wärmeversorgung wirtschaftlich, technisch und ökologisch sinnvoll gestaltet werden kann. Dazu wurden als Grundlagen herangezogen:

- Smart City Wien – Rahmenstrategie, Wien 2014
- Studie „Energieraumplanung“, Institute of Building Research & Innovation ZT GmbH, im Auftrag der MA 20 – Energieplanung, Wien 2015
- Vorläufige Ergebnisse aus der Studie „Energieraumplanung Donauefeld“, e7 energie markt analyse gmbh im Auftrag der MA 20 Energieplanung, Wien 2015

1.2 Methode

In Arbeitspaket 1 wurden konkrete Ziele für das Obere Hausfeld formuliert. Dazu wurden aus den übergeordneten Zielen und Strategien zum Wohnbau in Wien Anforderungen für den städtebaulichen Wettbewerb am Oberen Hausfeld abgeleitet.

Arbeitspaket 2 betrachtet die thermischen Grundstücksressourcen mit Fokus auf Erdwärmeanwendungen. Einerseits wurde die Nutzung von Grundwasser- und Erdwärme im herkömmlichen Sinn betrachtet und auf das Obere Hausfeld umgelegt, andererseits wurden auch die Abwärmen der geplanten Stadtstraße sowie des Kanalnetzes betrachtet. Die Regeneration von Erdsondenfeldern über Asphalt- oder Hybridkollektoren war ebenfalls Thema.

Aus den vorhandenen Potentialen wurden dann auf Basis von Jahresenergiebedarfsprognosen, mittels eines eigens dafür entwickelten Excel-Tools, Varianten zur Energiebereitstellung für das Obere Hausfeld abgeleitet. Eine Endenergiebilanz wurde erstellt, ebenso wie eine wirtschaftliche Bilanz mit Elementen von Life Cycle Cost Analysen nach der Annuitätenmethode.

Ein Expertinnen und Experten Workshop zum Thema Funktionalität großer Erdsondenfelder (AP 2a) wurde abgehalten.

Arbeitspaket 3 umfasste Ergebnisworkshops mit den Stakeholdern,

Arbeitspaket 4 stellt die weiterführende Ergebnisdarstellung und Dokumentation, auf Grundlage des Excel Tools zur planungsbegleitenden Optimierung des Wärmeversorgungskonzepts für das Obere Hausfeld, dar.

2 Formulierung konkreter Ziele der Energieraumplanung für das Obere Hausfeld (AP1)

Konkrete Zielsetzungen für die Energieraumplanung für das Obere Hausfeld werden abgeleitet aus

- den Ergebnissen der Studie „Energieraumplanung“ unseres eigenen Instituts, im Auftrag der MA 20 Energieraumplanung,
- den vorläufigen Ergebnissen der Studie „Energieraumplanung Donaufeld“ von e7 energie markt analyse gmbh im Auftrag der MA 20 Energieraumplanung,
- den Inhalten der Smart City Rahmenstrategie
- den Inhalten des Smart Wohnbauprogramms

Die Zielsetzungen wurden in der Abstufung von erstens übergeordneten Zielen, zweitens daraus abgeleiteten übergeordneten Strategien und drittens daraus abgeleiteten Anforderungen im städtebaulichen Wettbewerb ausgearbeitet, mit den Auftraggebern abgestimmt und wie folgt formuliert:

2.1 Übergeordnete Ziele:

- Erreichung der energierelevanten Ziele der Smart City Rahmenstrategie:
 - 2.000 Watt Primärenergiebedarf pro Person bis 2050 anstelle von dzt. 3.000 Watt ¹
 - 1 Tonne CO₂-Emissionen pro Person bis 2050 anstelle von derzeit 3,1 Tonnen ²
- Übergeordnete Ziele, heruntergebrochen auf den Sektor Wohnen: ³
 - 500 Watt Primärenergiebedarf pro Person bis 2050 anstelle von dzt. 1.100 Watt ⁴
 - 460 kg CO₂-Emissionen pro Person bis 2050 anstelle von derzeit 1,6 Tonnen ⁵

¹ Werte aus Smart City Wien Rahmenstrategie 2014, Datenbasis 2011

² Werte aus Smart City Wien Rahmenstrategie 2014, Datenbasis 2011 (Berechnet ohne Emissionen des Emissionshandelssektor und Verkehrsemissionen gemäß „Emikat-Methode“. Ohne dieser Abzüge und laut Wienenergie Energieflussbild würden sich 5,66 t/pers ergeben)

³ Ausgehend vom Energieverbrauch für Heizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsstrom in privaten Haushalten, aber ohne Mobilität, Konsum und Energieverbrauch von Arbeitsstätten

⁴ Werte aus Energieflussbild Wien 2011, Wienenergie

⁵ Werte aus Energieflussbild Wien 2011, Wienenergie

2.2 Daraus abgeleitete übergeordnete Strategien:

1. Suffiziente Wohnungsgrößen und -grundrisse [Konditionierte Nutzfläche pro Person]
2. Effizienz im Gebäudeenergieverbrauch [Endenergiebedarf pro konditionierter Nutzfläche]
3. Bestmögliche Nutzung energetischer Standortressourcen aus Erdwärme, Grundwasserwärme, Solarenergie und gewerblichen Abwärmern
4. Einbindung der Fernwärme, die in Wien weit überwiegend aus MVA- und KWK-Abwärme aufgebracht wird, und des Netzstroms nach ökologischen Maßgaben

2.3 Daraus abgeleitete Anforderungen im städtebaulichen Wettbewerb:

Aus den oben formulierten übergeordneten Zielen und Strategien wurden die folgenden Anforderungen für den städtebaulichen Wettbewerb abgeleitet. Bei der Formulierung dieser Anforderungen wurde auf auch deren wirtschaftliche Umsetzbarkeit beachtet.

Strategie 1, Suffiziente Wohnungsgrößen und –grundrisse, wird durch die Vorgabe des Wiener Smart Wohnbauprogramms, mindestens ein Drittel der Wohnungen als Smart Wohnungen zu errichten, sichergestellt, welches auf alle Finanzierungsarten, also auch auf frei finanzierte Wohnungen im Oberen Hausfeld ausgedehnt werden soll.

Strategie 2, Effizienz im Gebäudeenergieverbrauch, wird durch die Anforderungen des Nationale Plans zur OIB RL 6 und die Bestimmungen der Wiener Wohnbauförderung als ausreichend erfüllt betrachtet.

Strategie 3, Bestmögliche Nutzung energetischer Standortressourcen, wird insbesondere mit der der Anforderung einer niedrigen Heizungs-Vorlauftemperatur und der Anforderung nach Freihaltung von Dach- und Fassadenflächen sichergestellt.

Strategie 4, Einbindung der Fernwärme, wird als Auflage nach ökologischen Maßgaben ergänzend formuliert.

Ad Strategie 1

- Die errichteten Wohnungen sollen hohen Komfort und hohe Nutzungsqualität bei optimierter personenbezogener Nutzfläche anbieten. Im Wiener Durchschnitt weisen Wohnungen mit niedriger Personenbelegung derzeit überproportional große personenbezogene Nutzflächen auf.⁶

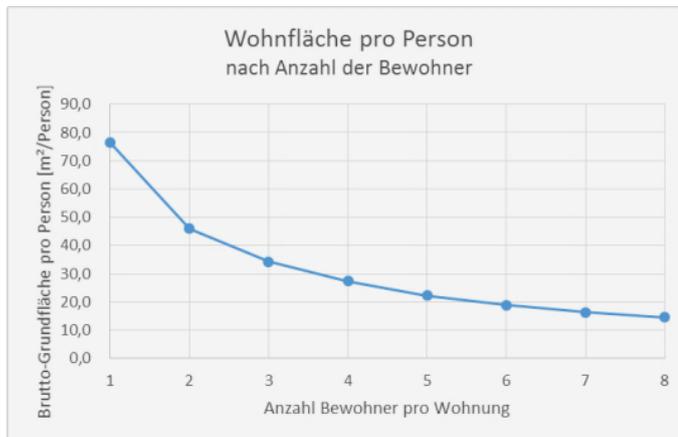


Abbildung 2-1: Statistische Verteilung der Wohnfläche pro Person (Statistik Austria, 2004)⁷

Um diesbezüglich eine bessere Ausgewogenheit zu erreichen, ist zumindest ein Drittel der Wohneinheiten entsprechend dem Wiener smart Wohnungsprogramm wie folgt zu dimensionieren (Flächenangaben beziehen sich auf die mietzinstragende Fläche):

Typ A (1 Zimmer): 40 m² max.

Typ B (2 Zimmer): 55 m² max.

Typ C (3 Zimmer): 70 m² max.

Typ D (4 Zimmer): 80 m² max.

Typ E (5 Zimmer): 100 m² max.

Typ A + Typ B: mindestens 50 %, Typ C + Typ D + Typ E: maximal 50 %

- Begleitend sind qualitätvolle, vielseitig nutzbare, sichere, anregende Außenräume, Gemeinschaftsräume, Lagerräume und individuell zeitlich begrenzt nutzbare Arbeits- oder Freizeiträume anzubieten und stadträumlich vorzuhalt.

Ad Strategie 2

- Der Nationale Plan zur OIB RL 6 und die Bestimmungen der Wiener Wohnbauförderung definieren hinsichtlich der Gebäude-Energieeffizienz ein ambitioniertes und auf die Nutzungsdauer kostenoptimales Niveau. Die Gebäude haben die zum Zeitpunkt der Einreichung gültigen Vorgaben einzuhalten. Es werden keine weiteren Unterschreitungen dieses Wärmeschutzniveaus verlangt.

⁶ Statistik Austria, 2004: Gebäude- und Wohnungszählung – Hauptergebnisse Wien (Datenbasis 2001)

⁷ Statistik Austria, 2004: Gebäude- und Wohnungszählung – Hauptergebnisse Wien (Datenbasis 2001)

- Die Gebäude sollen eine energieeffiziente Kompaktheit aufweisen, ohne aber die Qualitäten guter Belichtung und Belüftbarkeit einzubüßen. Die Gebäude sollen deshalb eine charakteristische Länge, also ein Verhältnis von konditioniertem Gebäudevolumen zu konditionierter Energiebezugsfläche, von 2,5 m nicht unterschreiten.
- Die Baumassen sind in einer Weise zur einfallenden Solarstrahlung zu positionieren, die ausgewogen eine physiologisch qualitätvolle Tageslichtversorgung, adäquate passiv solare Wärmegevinne und einen strukturellen Schutz vor sommerlicher Überwärmung ermöglicht.

Aus den derzeit gültigen Anforderungen der Wiener Wohnbauförderung zusammen mit der Anforderung einer charakteristischen Länge von zumindest 2,5 m ergibt sich ein Mindestwert des HWB von 25 kWh/m²_{BGFa}.

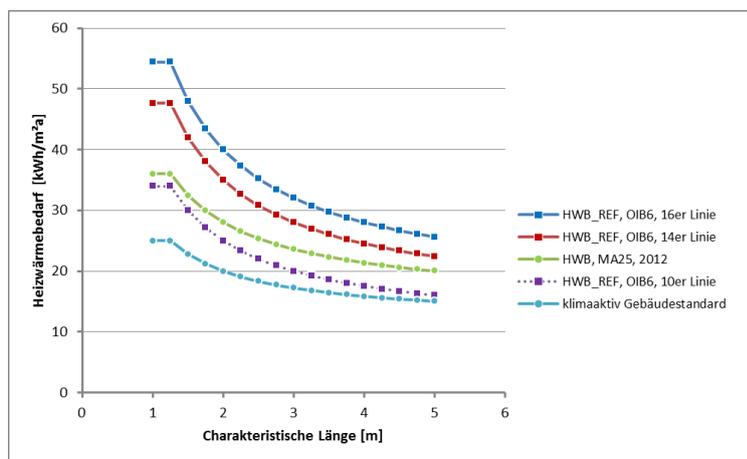


Abbildung 2-2: Niveaus thermischer Gebäudeanforderungen über der char. Länge

Ad Strategie 3

- Die Verfügbarkeit und Nutzung energetischer Standortressourcen aus Erdwärme, Grundwasserwärme, Solarenergie und gewerblichen Abwärmern ist sorgfältig zu prüfen.
- Dachflächen von zumindest einem Drittel der Gebäudegrundflächen sind für eine aktivsolare Nutzung vorzuhalten. Eine solarertragsgleiche Kompensation von Dachflächen durch Fassadenflächen ist möglich.
- Synergien aus dem allfällig gleichzeitigen Bedarf an einander in der Bereitstellung ergänzenden Energieformen, z.B. von Wärme und Kälte oder von Strom und Wärme sollen, vor Ort genutzt werden können. Es soll ein zeitlicher Ausgleich von Energiebedarfs- und Energieverfügbarkeitsspitzen ermöglicht werden.
- Das Temperaturniveau des Heizungsvorlaufs in den Gebäuden soll auf 38°C begrenzt werden, um so die Nutzung von Umwelt- und Abwärmern bestmöglich vorzubereiten.
- Als wichtige Voraussetzung für die oben genannten Punkte ist die Errichtung eines bidirektionalen Energieverbunds des gesamten Stadtentwicklungsgebiets für Wärme und Strom vorzusehen, mit einer baulich freigestellten Energieverteilungs- und Steuerungszentrale von 400 m² ebenerdiger Nutzfläche bei 6 m Raumhöhe.

Ad Strategie 4

- Die Nutzung der Fernwärme ist im Verbund mit den oben genannten Standortressourcen ebenfalls sorgfältig zu prüfen. Nachdem die Fernwärme in Wien weit überwiegend aus MVA- und KWK-Abwärme aufgebracht wird, ist sie einer Wärmebereitstellung durch Erdgas-Kessel vorzuziehen.
- Auch die Nutzung der Fernwärme ist ökologisch zu optimieren, konkret durch den Verbund mit den oben genannten Standortressourcen, durch die oben genannte Begrenzung der Heizungs-Vorlauftemperatur und durch die oben genannte Reduktion von Lastspitzen.

Gebäudezertifizierung

Die gesamtheitlich nachhaltige Qualität der Gebäude ist nach den Gebäudezertifizierungsinstrumenten TQB/klima:aktiv zu dokumentieren.

3 Erarbeitung von Informationsgrundlagen für die Stakeholder (AP2)

Ausgehend von den folgenden teils bereits begonnenen spezifischen Erhebungen zum Oberen Hausfeld, sowie exemplarischer Potentialstudien zur energetischen Konzeption von Stadtentwicklungsgebieten, wurden folgende entscheidungsrelevante Informationsgrundlagen erhoben beziehungsweise aufbereitet. Grobuntersuchung der Geologischen Bundesanstalt bezüglich des Grundwasser- und Erdwärmepotentials, Planungen der MA 29 - Wiener Brückenbau und Grundbau zur Stadtstraße bezüglich deren energetischer Nutzbarkeit, Daten von Wien Kanal bezüglich der energetischen Nutzbarkeit des Kanalpumpwerks.

3.1 Energetische Standortpotentiale und verfügbare Umweltenergien am Hausfeld

3.1.1 Grundwasser- und Erdwärmepotenzial

Erhoben wurde das lokale Potenzial der thermischen Grundwasser- und Erdwärmenutzung.

Als Grundlage wurden die diesbezüglichen Potenzialkatasterkarten des Magistrats der Stadt Wien, MA 20 sowie der diesen zugrundeliegende Ergebnisbericht der Studie W31 der Geologischen Bundesanstalt, Erdwärmepotenzialerhebung Stadtgebiet Wien, ausgewertet und darüber hinaus auch persönlich Rücksprache mit Herrn Dipl.-Ing. Gregor Götzl, Geologische Bundesanstalt, gehalten.

Die genannte Studie ist öffentlich verfügbar.⁸

Eine anschauliche Information zu den grundsätzlichen Grundwasserverhältnissen in Wien bietet auch das Infoblatt „Hydrogeologie von Wien“ des Wiener Gewässer Management WGM, aus welchem die folgende Grafik entnommen ist.⁹

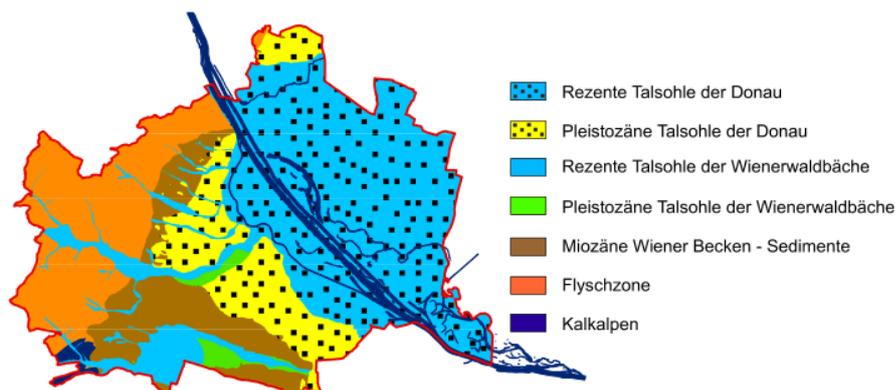


Abbildung 3-1: Hydrogeologie von Wien; generalisiert; WGM GmbH i.A. der MA45

⁸ Geologische Bundesanstalt GBA, Erdwärmepotenzialerhebung Stadtgebiet Wien, MA20 (Hrsg.), Endbericht Juni 2014, <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/erdwaerme-bericht.pdf> (Abfrage vom 06.12.2015)

⁹ Infoblatt „Hydrogeologie von Wien“, WGM GmbH, http://www.wgm.wien.at/fileadmin/docs/hydrogeoforschung/Hydrogeologie_von_Wien_WGM2013.pdf (06.12.2015)

Grundwasserpotenzial

Hinsichtlich des thermischen Grundwasserpotenzials liegt das Hausfeld im Bereich des ausgedehnten Grundwasserkörpers des Donaubegleitstroms und weist damit gute Bedingungen für thermische Grundwassernutzung mit Brunnenpaaren aus Saug- und Schluckbrunnen bis maximal 20 m Tiefe auf.

In der genannten Studie W31 der Geologischen Bundesanstalt wurde mit dem vereinfachten Ansatz gemäß Thiem (1906) die maximal zulässige Schüttung pro Brunnenpaar (hydraulische Brunnenleistung) in Abhängigkeit der Bodeneigenschaft des k_f -Werts (Durchlässigkeitsbeiwert [m^2/s]) und der hydraulisch wirksamen Mächtigkeit des Grundwasserkörpers bemessen.¹⁰ Aus der maximal zulässigen Schüttung wurde unter dem Ansatz von max. 5 K Temperaturdifferenz die maximal mögliche thermische Brunnenleistung errechnet. Gegliedert in vier thermische Leistungsbereiche (<1kW, 1kW bis <5kW, 5kW bis <20kW, $\geq 20kW$) werden die Ergebnisse dieser Berechnungen im Erdwärmepotenzialkataster für Thermische Grundwassernutzung im digitalen Wiener Stadtplan dargestellt.¹¹

Das Gebiet des oberen Hausfelds liegt demnach wie der gesamte 2., 20., 21. und 22. Bezirk im Bereich außerordentlich guter Eignung für thermische Grundwassernutzung mit einem thermischen Leistungspotenzial pro Brunnenpaar von >20 kW bei max. 5 K Temperaturspreizung.

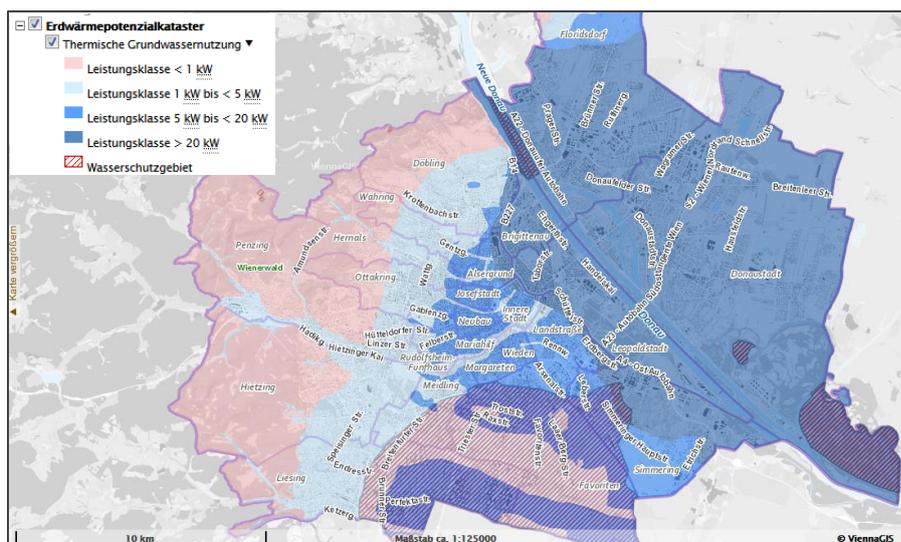


Abbildung 3-2: Erdwärmepotenzialkataster Thermische Grundwassernutzung Wien

Für fünf aktuelle Wiener Stadtentwicklungsgebiete wurden außerdem Detailanalysen erstellt, die ebenfalls im Ergebnisbericht W31 dokumentiert sind, darunter auch in unmittelbarer Nähe zum Hausfeld für Aspern und im selben Grundwasserstrom Donauefeld, Nordbahnhof und Nordwestbahnhof.¹²

¹⁰ $k_f = Q / (F * h/l)$ nach Darcy (1856). Mit k_f ... Durchlässigkeitsbeiwert, F ... hydraulischer Querschnitt, h ... Druckhöhenunterschied, l ... Fließlänge, auch $i = h/l$... hydraulischer Gradient.

¹¹ Digitaler Wiener Stadtplan, Erdwärmepotenzialkataster, www.wien.gv.at/stadtplan oder direkt <https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/> (Abfrage vom 05.12.2015)

¹² Geologische Bundesanstalt GBA, Erdwärmepotenzialerhebung Stadtgebiet Wien, MA20 (Hrsg.), Endbericht Juni 2014

In diesen Detailanalysen wurden zusätzlich zum thermischen Potenzial eines einzelnen Brunnenpaares auch die Steigerung der thermischen Leistung bei wechselseitigem Heiz- und Kühlbetrieb sowie die mögliche Dichte von Brunnenpaaren und damit das thermischen Potenzial bezogen auf die Fläche eines Gebiets untersucht.

Potenzial „Thermische Grundwassernutzung“					
Detailgebiet	Grundwassertemperatur (°C)				
	Anzahl Pegel	Median	Intervall	Schichtung	Trend
Aspern	1	12.5	11.7-13.0	0.5	Zunahme +0.5°C
Donaufeld	3	13.4	12.1-14.6	0.7	unterschiedlich, ±0.5°C
Nordwestbahnhof	4	12.6	11.2-14.4	n.b.	Zunahme [0.5°C - 2°C]
Nordbahnhof					
Liesing	2	14	12.3-15.4	1.3	Zunahme [0.5°C - 1°C]

Detailgebiet	Leistung pro Brunnenpaar	
	Max. Schüttung (l/s)	Max. Leistung (kW)
Aspern	55.72	1164
Donaufeld	41.31	863
Nordwestbahnhof	14.67	307
Nordbahnhof	14.67	307
Liesing	0.02	1

Detailgebiet	Leistungsvergleich: Einseitige Nutzung vs. Wechselseitige Nutzung			
	Einseitige Nutzung (therm. Ansatz)		Wechselseitige Nutzung (hydr. Ansatz)	
	Gesamtleistung (MW)	Spez. Jahresarbeit (MWh/Jahr/ha)	Gesamtleistung (MW)	Spez. Jahresarbeit (MWh/Jahr/ha)
Aspern	0.372	3.751	1.164	15.215
Donaufeld	0.251	3.936	0.863	18.362
Nordwestbahnhof	0.084	3.42	0.307	13.815
Nordbahnhof				
Liesing	1.527	4.202	5.622	16.614

Detailgebiet	Wirtschaftlichkeit	
	Investement (Mill. EUR)	Spez. Invest (EUR/kW)
Aspern	0.03	25.77
Donaufeld	0.03	34.76
Nordwestbahnhof		
Nordbahnhof	0.03	97.72
Liesing	146.16	25997.87

Tabelle 1: Übersicht der berechneten maximalen Anwendungspotenziale in den Detailgebieten für die thermische Nutzung des obersten Grundwasserkörpers

Die Detailanalysen bestätigen für Aspern und das Donaufeld und somit mit erheblicher Wahrscheinlichkeit auch für das Obere Hausfeld gute Bedingungen zur thermischen Grundwassernutzung vor.

Die Investitionskosten sind im Vergleich mit Erdsondenfeldern niedrig. Zu beachten wären jedenfalls aber bereits existierende Grundwassernutzungen im Einzugsbereich des Grundwasserstroms mit deren Veränderung der Grundwassertemperatur.

Übersichtliche Zusammenstellungen der wasserrechtlichen Rahmenbedingungen zur Grundwassernutzung in Wien finden sich auf der Website der Magistratsabteilung 58 Wasserrecht sowie in dem Merkblatt „Erforderliche Einreichunterlagen zur Erlangung der wasserrechtlichen Bewilligung für Anlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers (Wasser-Wasser-Wärmepumpen-anlagen und -Kältemaschinen)“ 2015 der Magistratsabteilung 45 Wiener Gewässer.^{13,}

¹⁴

¹³ Wasserrechtliches Verfahren zur thermischen Grundwassernutzung: Magistratsabteilung 58 Wasserrecht, <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/wirtschaft/gewerbe/gruendung/umwelt/gewaesser/wasserrechtsverfahren.html> (Abfrage vom 05.12.2015)

¹⁴ Merkblatt „Erforderliche Einreichunterlagen zur Erlangung der wasserrechtlichen Bewilligung für Anlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers (Wasser-Wasser-Wärmepumpen-anlagen und -Kältemaschinen)“ 2015 der Magistratsabteilung 45 Wiener Gewässer, <https://www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/rtf/grundwassernutzung.rtf> (Abfrage vom 05.12.2015)

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde die Option der Grundwassernutzung für die Energieraumplanung Oberes Hausfeld nicht weiter verfolgt, da vorangegangene Planungen in vergleichbaren Stadtentwicklungsgebieten immer wieder die Grenzen der Grundwassernutzung trotz nominell guter Voraussetzungen aufgezeigt haben, die insbesondere in Nutzungskonflikten mit bereits bestehenden Anlagen bestehen.

Erdwärmepotenzial

Hinsichtlich der Erdwärmennutzung mit Erdsondenfeldern liegt das Hausfeld in einer Zone mittleren Potenzials. Die bereits genannte Studie W31 der Geologischen Bundesanstalt, Erdwärmepotenzialerhebung Stadtgebiet weist in allen drei Kategorien der Nutzungstiefe (bis 30 m, bis 100 m, bis 200 m) konduktive Wärmeleitfähigkeiten des Erdreichs im Bereich von 1,8 bis 1,99 W/mK aus, die im Erdwärmepotenzialkataster für Erdwärmesonden im digitalen Wiener Stadtplan dargestellt sind.¹⁵

Die im Erdwärmepotenzialkataster publizierten Werte wurden aus den Analysen von Bohrprofilen gewonnen. Es wurden im Zuge der Studie auch Vergleiche mit den Ergebnissen von Thermal Response Tests vorgenommen. Eine systematische Auswertung steht zum Entstehungszeitpunkt der vorliegenden Studie aber noch aus. Tendenziell ergaben sich höhere Werte der Wärmeleitfähigkeit als die Analysen der Bohrprofile, welche dem Potenzialkataster zugrunde liegen. Hinzuweisen ist auch darauf, dass der Potenzialkataster die konduktive Wärmeleitfähigkeit angibt, also den Wert ohne Einfluss einer eventuell vorliegenden Grundwasserströmung, während ein TRT die effektive Wärmeleitfähigkeit ausgibt, also inklusive dem Einfluss einer eventuell vorliegenden Grundwasserströmung.

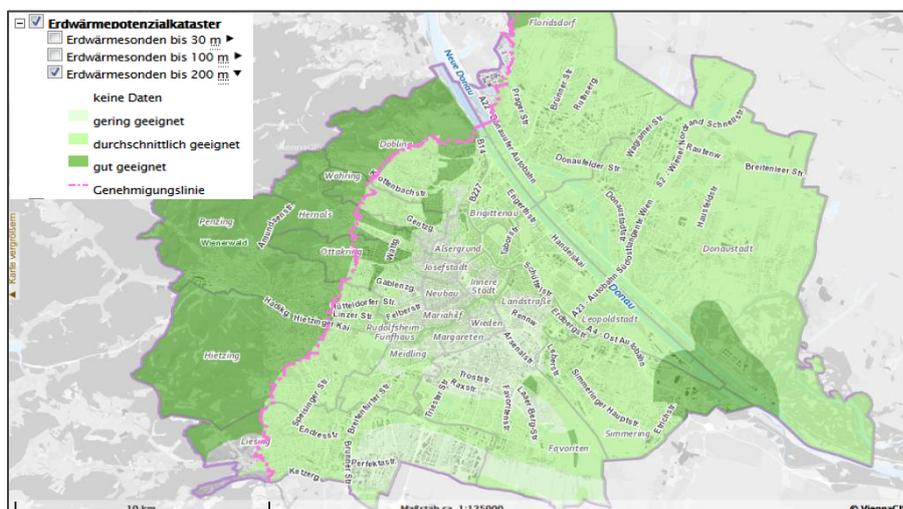


Abbildung 3-3: Erdwärmepotenzialkataster Erdwärmesonden bis 200m Wien

¹⁵ Digitaler Wiener Stadtplan, Erdwärmepotenzialkataster, www.wien.gv.at/stadtplan oder direkt <https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/> (Abfrage vom 05.12.2015)

Auch für die Erdwärmenutzung mit Erdwärmesonden wurden die schon genannten Detailuntersuchungen für fünf ausgewählte Stadtentwicklungsgebiete, so auch für Aspern und für das Donaufeld, vorgenommen.

Dabei wurden erstens die konduktiven Wärmeleitfähigkeiten mit einem Rechenansatz erweitert um die Berücksichtigung des Effekts fließenden Grundwassers. Diese Verfeinerung erwies sich allerdings nur für kurze Sonden bis 30 m Tiefe als relevant. Für lange Sonden ist der Effekt vernachlässigbar, da in Wien nennenswert fließende Grundwasserschichten nur bis 20 m Tiefe vorliegen.

Zweitens wurde ein fiktives Sondenfeld mit einem Sondenabstand im Raster von 10 m über das gesamte Stadtentwicklungsgebiet angeordnet und wurde der Wärmefluss bei einseitigem Wärmeentzug mittels thermischer Simulation über die Dauer eines Jahres ermittelt. Diesen Simulationen zugrunde gelegt wurde ein thermisches Lastprofil nach SIA 384/6 mit 1.800 Jahresbetriebsstunden.

Die Detailanalysen für Aspern und das Donaufeld liefern folgende Ergebnisse, die mit hoher Wahrscheinlichkeit auch auf das Obere Hausfeld umzulegen sind:

Würde das gesamte Baugebiet von ca. 280.000 m² in ein einziges Erdsondenfeld umgewandelt werden, besteht demnach das folgende Potenzial.

Wichtig ist dabei aber der Hinweis, dass bei großen Erdsondenfeldern unbedingt eine vollständige thermische Regeneration vorzusehen ist, um eine kontinuierliche Absenkung der Bodentemperatur zu vermeiden. Die folgenden Zahlen gehen von dieser vollständigen thermischen Regeneration aus.

- 2.800 Erdsonden mit 300 m Länge im Rasterabstand von 10 m
- Effektive spezifische Sondenleistung von 38 W/m (NW-Bhf, Donauefeld) bis 44 W/m (Aspern)
- Spezifische max. Sondenleistung von 120 W/m² und spez. Jahresarbeit von 216 kWh/m²a
- Gesamte max. Sondenleistung von 33,6 MW und Jahresarbeit von 60,5 GWh/a

Die so errechneten Zahlen sind aber als hypothetische Potenzialabschätzung zu verstehen. Die bereitstellbaren Wärmemengen übersteigen den Wärmebedarf bei Weitem, und Ausnutzung des gesamten Stadtentwicklungsgebiets für das Erdsondenfeld ist weder bautechnisch noch finanziell realistisch.

Potenzial „Geschlossene Wärmetauschersysteme“

Effektive spez. Leistung (W/m)			
Detailgebiet	Tiefenbereich (m u. GOK)		
	0 bis 30	0 bis 100	0 bis 300
Aspern	58	39	39
Donaufeld	63	44	44
Nordwestbahnhof	32	32	38
Nordbahnhof	32	32	38
Liesing	27	31	38

Gesamtleistung Sondenfeld (MW) (Technisches Maximalpotenzial)			
Detailgebiet	Tiefenbereich (m u. GOK)		
	0 bis 30	0 bis 100	0 bis 300
Aspern	21	47	140
Donaufeld	14	33	99
Nordwestbahnhof	3	11	40
Nordbahnhof	4	13	46
Liesing	42	164	603

Spezifische Jahresarbeitsleistung (MWh/Jahr/ha)			
Detailgebiet	Tiefenbereich (m u. GOK)		
	0 bis 30	0 bis 100	0 bis 300
Aspern	275	612	1836
Donaufeld	297	702	2106
Nordwestbahnhof	151	504	1781
Nordbahnhof	151	504	1782
Liesing	124	486	1782

Spezifische Gesteigungskosten (EUR/kW)			
Detailgebiet	Tiefenbereich (m u. GOK)		
	0 bis 30	0 bis 100	0 bis 300
Aspern	902	1324	5881
Donaufeld	788	1152	5133
Nordwestbahnhof	1489	1608	6062
Nordbahnhof	1535	1611	6054
Liesing	1951	1666	6061

Tabelle 2: Übersicht der berechneten maximalen Anwendungspotenziale in den Detailgebieten für geschlossene Wärmetauschersysteme (Erdwärmepumpen)

Übersichtliche Zusammenstellungen der wasserrechtlichen Rahmenbedingungen zu Errichtung und Betrieb von Erdsonden in Wien finden sich auf der Website der Magistratsabteilung 58 Wasserrecht sowie in dem Merkblatt „Erforderliche Einreichunterlagen zur Erlangung der wasserrechtlichen Bewilligung für Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme mittels Tiefsonden (Vertikalkollektoren)“ 2015 der Magistratsabteilung 45 Wiener Gewässer.^{16, 17}

3.1.2 Energetische Nutzung der Fundierungen der Stadtstraße

Erhoben wurde weiters das Potenzial der thermischen Nutzung der Fundierungen der Stadtstraße, welche in unterirdischer Trasse das Baugebiet im Nordwesten durchzieht. Es wurde zu diesem Zweck der vorliegende Schriftverkehr ausgewertet und Rücksprache gehalten mit Oberstadtbaurat Dipl.-Ing. Georg Kolik, MA 29 - Wiener Brückenbau und Grundbau, Abteilungsleiterstellvertreter sowie Leiter des Fachbereiches Brückenbau und Straßentunnel und Projektkoordinator Stadtstraße Aspern.

¹⁶ Wasserrechtliches Verfahren zur thermischen Grundwassernutzung: Magistratsabteilung 58 Wasserrecht, <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/wirtschaft/gewerbe/gruendung/umwelt/gewaesser/wasserrechtsverfahren.html> (Abfrage vom 05.12.2015)

¹⁷ Merkblatt „Erforderliche Einreichunterlagen zur Erlangung der wasserrechtlichen Bewilligung für Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme mittels Tiefsonden (Vertikalkollektoren)“ 2015 der Magistratsabteilung 45 Wiener Gewässer, <https://www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/rtf/tiefsonden.rtf> (Abfrage vom 05.12.2015)

Demnach beschränkt sich das Potenzial aus der thermischen Aktivierung der Fundierungen der Stadtstraße auf eine Größenordnung von 1,73 MW Spitzenleistung bzw. 3,37 MWh/a Wärmeentzugsleistung. Wie bei allen großflächigen Erdwärmenutzungen ist auch hier ein Betrieb mit über den Jahresverlauf ausbalanciertem Wärmeentzug und Wärmeeintrag zu fordern.

3.1.3 Energetische Nutzung des Kanals

Erhoben wurde das Potenzial der thermischen Abwassernutzung. Zu diesem Zweck wurden Gespräche geführt mit Herrn Ing. Bernd Kowaschitz, Wien Kanal, Leiter der Gruppe Stadterweiterung, Umlegungen und Sonderfinanzierungen.

Wien Kanal erteilt demnach der thermischen Nutzung des Abwassers Zustimmung, sofern diese mittels einer lokalen Ausleitung aus dem Kanal in einem eigenen Wärmetauscher erfolgt. Der Einbau eines Wärmetauschers direkt in den Kanal wird nicht genehmigt, allenfalls eine niedrige Stauschwelle vor der Ausleitung.

Im Oberen Hausfeld verläuft derzeit kein Sammelkanal und ist auch in Zukunft keine Trasse vorgesehen. Die Abwässer der Siedlung selbst ist geplant, im Verlauf der Hausfeldstraße zu sammeln und nach Süden abzuleiten. Für deren thermische Nutzung bietet sich daher der südöstliche Rand des Siedlungsgebiets an.

Es kann mit einem Abwasseranfall von derzeit 130 – 140 l/pers,Tag, bis 2040 voraussichtlich fallend auf 100 l/pers,Tag gerechnet werden, bei einer Abwassertemperaturen im Jahresverlauf und mit Wetterereignissen schwankend im Bereich von 14 – 20°C. Mit einer angenommenen Abkühlung des Abwassers aus der thermischen Nutzung von 5 K ergeben sich für die Annahme von 8.800 Personen eine mittlere thermische Leistung von 213 kW und ein thermischer Ertrag von 1,9 GWh/a.

Nachfolgend abgebildet ist der relevante Planausschnitt aus Wien Kanal KANIS Kanalinformationssystem.¹⁸

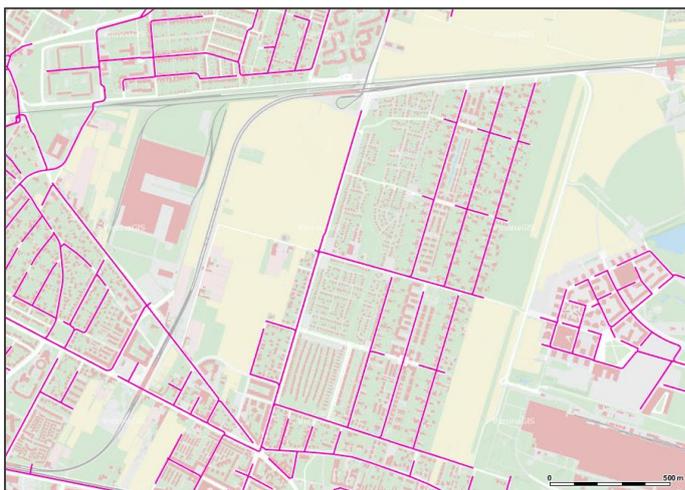


Abbildung 3-4: Kanalkataster Planausschnitt Oberes Hausfeld (www.kanis.at)

¹⁸ Wien Kanal KANIS Kanalinformationssystem, www.kanis.at (Abfrage vom 04.12.2015)

3.1.4 Niedertemperatur-Wärmegewinnung aus Asphalt- und Hybridkollektoren

Insbesondere in Verbindung mit der Nutzung von Erdsondenfeldern zur Wärmegewinnung werden erhebliche Mengen an Niedertemperaturwärme zur thermischen Regeneration der Erdsonden benötigt. Daher wurden auch die Möglichkeiten von Niedertemperatur-Wärmegewinnung aus Asphalt- und Hybridkollektoren untersucht.

Asphaltkollektoren

Asphaltkollektoren bezeichnen die Technologie, Kunststoffrohre ähnlich dem Prinzip einer Fußbodenheizung oder einer Fundamentplattenaktivierung direkt im Asphalt einzubetten und die durch die solare Einstrahlung bedingte Erwärmung des Asphalts in den Wasserkreislauf abzuführen. Die Technologie ist nicht neu, wird aber selten eingesetzt. Eine Herausforderung sind die notwendigen Zuschlagstoffe zum Asphalt, mit dem Ziel, dessen Einbringtemperatur zur Schonung der Rohre zu reduzieren. Eine weitere Herausforderung ist technologische Verbindung von hinsichtlich der Rohre zerstörungsfreier und hinsichtlich der Asphaltdecke weiterhin effizienter und qualitativvoller Aufbringung des Asphalts. In Österreich wurden Asphaltkollektoren im Jahr 2006 im OIB-Magazin erstmals öffentlich vorgestellt.¹⁹ Nennenswerte Referenzen und ein lizenziertes Montagesystem, Road Energy Systems®, befahrbar für die gängigen Asphaltiermaschinen, bietet der holländische Anbieter Ooms Civiël bv. Diesbezüglich Kontakt aufgenommen wurde im Zuge der gegenständlichen Recherchen mit dem Geschäftsführer, Herrn dr.ir. Arian de Bondt.

Hinweise auf Produktinformationen, mit Kontaktadressen und Auslegungskenndaten sind im Anhang aufgelistet und werden gemeinsam mit dem gegenständlichen Bericht übergeben.

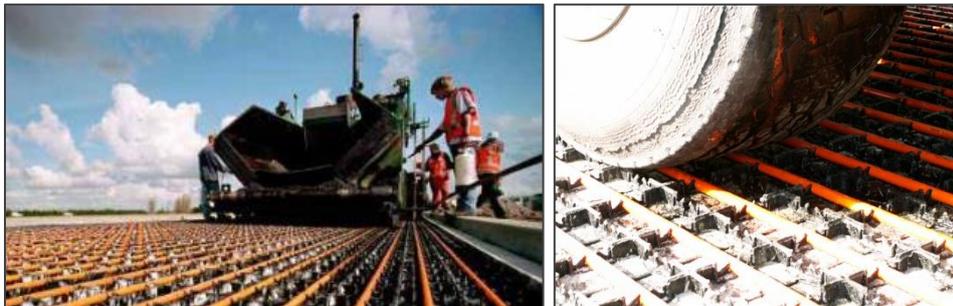


Abbildung 3-5: Asphaltkollektormontage Road Energy Systems ®

¹⁹ De Bondt Arian, Jansen Rob: Energie aus Asphaltdecken – Gewinnung und Einspareffekte, OIB Magazin 2006, 7. Jahrgang

Hybridkollektoren

Für die Niedertemperatur-Wärmeerzeugung bieten sich grundsätzlich – bei hohem Wirkungsgrad – thermische Solarkollektoren an, im Besonderen aber auch Hybridkollektoren. Hybridkollektoren kombinieren ein PV-Modul mit einem dahinter angeordneten thermischen Absorber. Speziell bei niedrigen Betriebstemperaturen des Kollektorkreises werden als Effekt der solarthermischen Kühlung bis zu 30% höhere Wirkungsgrade des PV-Moduls erzielt und wird ein Teil der ansonsten ungenutzten Verlustwärme von immerhin >85% der auftreffenden Strahlungsenergie für die Wärmebereitstellung eingesetzt.

Für die Effizienz beider Technologien entscheidend ist dabei die niedrige Betriebstemperatur, womit sich solare Wärmeerzeugung aus Hybridkollektoren exzellent für die thermische Regeneration von Erdsondenfeldern eignet.

Im Zuge der gegenständlich dokumentierten Recherchen wurde Kontakt aufgenommen mit Herrn Alexander Friedrich, Geschäftsführer von 3f-solar gmbh, Seestadt Aspern, Wien.

Die von 3f-solar gmbh angebotenen Kollektoren bieten bei Süd gerichteter, geneigter Aufstellung und bei Betrieb auf Temperaturen von 10 K über der Umgebungstemperatur einen thermischen Jahresertrag von > 450 kWh/m²_{brutto,a} und einen elektrischen Ertrag nach Wechselrichter von > 140 kWh/m²_{brutto,a}. Die Kosten des Kollektors betragen 770,- EUR bei einer Kollektorfläche von 1,6 m², somit 480,- EUR/m². Kalkulatorisch können diese Kosten aufgeteilt werden in ca. 320,- EUR/m² thermisch und ca. 160,- EUR/m² elektrisch. Für Montage und übrige Anlagenkomponenten muss jedenfalls ein Aufschlag von 50% kalkuliert werden.

Im Betrieb mit der thermischen Regeneration von Erdsondenfeldern besteht eine Herausforderung in den kurzfristig hohen Leistungsspitzen von thermischen Sonnenkollektoren. Hier sind kaskadische Kombinationen von Speicherladung und Erdsondenladung umzusetzen, um die Erdsonden nicht über die materialschonenden Temperaturgrenzen von meist 30°C zu überbelasten.

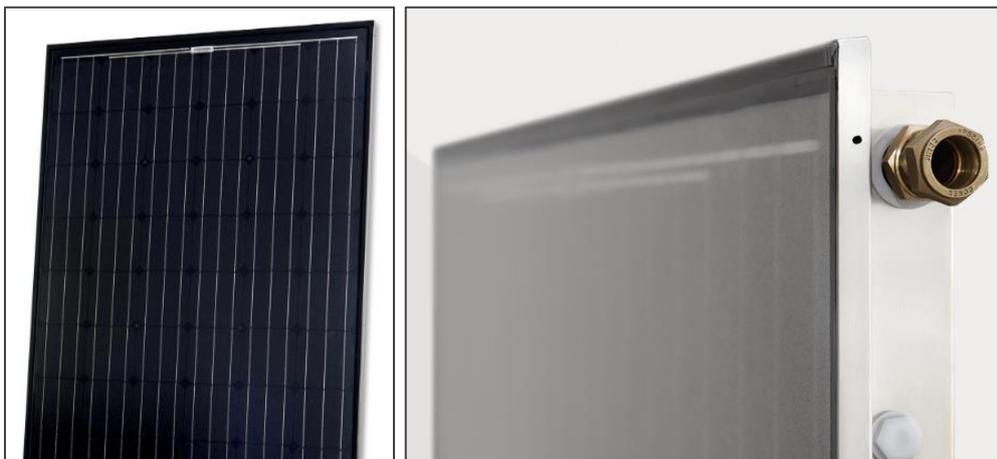


Abbildung 3-6: Hybridkollektor von 3f-solar gmbh

Raumkühlung

Als Niedertemperatur-Wärmequelle wird auch die Raumkühlung über die Flächen der Fußbodenheizung vorgeschlagen. Aus eigenen Simulationsrechnungen wird eine Wärmeentzugsleistung von $10 \text{ W/m}^2_{\text{NGF}}$ und eine Wärmeentzugsmenge von, konservativ angenommen, $10 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF,a}}$ veranschlagt.

3.2 Varianten zur Energiebereitstellung für das Obere Hausfeld

Auf Basis der definierten Ziele der Energieraumplanung für das Obere Hausfeld und der ermittelten energetischen Standortpotentiale wurde ein Modell der Energie-, Öko- und Kostenbilanz für die Wärmeversorgung von Stadtentwicklungsgebieten erstellt und mit Hilfe dessen das folgende Konzept der nachhaltigen Wärmeversorgung für das Obere Hausfeld entwickelt.

Die eingefügten Tabellen sind dem in MS Excel ausprogrammierten Bilanzmodell entnommen, das im Kapitel 0 beschrieben wird und das dem Auftraggeber mit dem gegenständlichen Bericht als offene Datei übergeben wird.

3.2.1 Bauliche Randbedingungen

Dem Wärmeversorgungskonzept liegen die folgenden baulichen Randbedingungen zugrunde:

Bauen/Wohnen		Berechnungsgrundlagen Bauen/Wohnen	
Bebaubare Fläche	280.000 m ²		
Bruttogrundfläche	375.000 m ²	Umrechnung NF/BGF	0,8 -
Nettogrundfläche	300.000 m ²	Personen pro Wohnung	2,2 m ² /pers
Bebaute Fläche	75.000 m ²	Nutzfläche pro Wohnung	75 m ² /Whg
Anzahl der Wohnungen	4.000 Whgn	GFZ, Geschoßflächenzahl	1,3 m ² /m ²
Anzahl der BewohnerInnen	8.800 Pers	GZ, Geschoßzahl	5
Fahrbahflächen im Außenraum	15.833 m ²		

Tabelle 3: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Bauen/Wohnen

3.2.2 Wärmebedarfsannahmen

Dem Wärmeversorgungskonzept liegen die folgenden Wärmebedarfsannahmen zugrunde. Sie wurden aus der themenverwandten Entwicklungsstudie Donaufeld (e7 und ecofys i.A. von MA20) übernommen.

Es wird demnach von einem Gebäude Energiebedarf Raumheizung von 35 kWh/m²_{BGFa} und von einem Gebäude Energiebedarf Warmwasser von 28 kWh/m²_{BGFa} ausgegangen.^{20, 21}

Energie		Berechnungsgrundlagen Energie	
Gebäude Energiebedarf Raumheizung	13.125 MWh/a	Gebäude Energiebedarf Raumheizung	35 kWh/m ² BGF
Gebäude Energiebedarf Warmwasser	10.500 MWh/a	Gebäude Energiebedarf Warmwasser	28 kWh/m ² BGF
Gebäude Energiebedarf gesamt	23.625 MWh/a	Volllaststunden Raumheizung	1.400 h/a
Gebäude Heizlast Raumheizung	9,4 MW/h/a	Volllaststunden Warmwasser	2.200 h/a
Gebäude Heizlast Warmwasser	4,8 MW	Heizlast	31 W/m ² NGF
Gebäude Heizlast gesamt	14,1 MW	WW-Wärmelast	16 W/m ² NGF
		Haushaltsstrombedarf	30 kWh/m ² BGF

Tabelle 4: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Energie

3.2.3 Wärmeerzeugung

Wärmeerzeugung für Raumheizung und Warmwasserbereitung mittels Großwärmepumpenanlagen in Leistungseinheiten von 600 kW. Mit den vorliegenden Bedarfsschätzungen ergibt sich der Bedarf von 24 Stück mal 600 kW oder eine entsprechende Anzahl kleinerer Einheiten.

Es ergeben sich Investitionskosten von 2,8 Mio EUR oder von 9 EUR/m²_{NGF}.

Über die kalkulatorische Nutzungsdauer von 20 Jahren ergibt sich der Anteil der WP an den Wärmebereitstellungskosten, in dem die Anschaffung, die Wartung und die Stromkosten des Betriebs inkludiert sind, von 4,8 Cent/kWh.

Das vorgelegte Wärmeversorgungsmodell geht von einer monovalenten Wärmeerzeugung durch die WP ohne zusätzliche Spitzenlast aus. Eine zusätzliche Spitzenlastabdeckung ist aber im Rechenmodell vorsorglich bereits vorgesehen und kann somit jederzeit untersucht werden.

Das vorgelegte Wärmeversorgungsmodell geht von der Aufstellung der WP in den einzelnen Baufeldern aus. In dieser Version ist demnach kein Nahwärmenetz erforderlich. Ein zusätzliches Nahwärmenetz ist aber im Rechenmodell vorsorglich bereits vorgesehen und kann somit jederzeit untersucht werden.

Wärmeerzeugung Wärmepumpen		Berechnungsgrundlagen Wärmepumpen	
Installierte Wärmeleistung WP	14,1 MW	Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe	4 -
Wärmebereitstellung WP	23.625 MWh/a	Strompreis	15 cent/kWh
Strombedarf WP	5.906 MWh/a	WP-Preis ohne Errichtung für 600 kW Leistung	95.000 EUR
Anzahl WP	24 #	Aufschlag Errichtung und Inbetriebnahme	25% der Gerätekosten
Leistung je WP	600 kW	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	2,5% p.a.
Kosten Herstellung WP	2.800.071 EUR	Kalkulatorische Nutzungsdauer	20 a
Kosten Herstellung WP spezifisch	9 EUR/m ² NGF	Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
Kosten Wartung WP	70.002 EUR/a	Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,06 1/a
Kosten Strombedarf WP	885.938 EUR/a		
spezifische Wärmebereitstellungskosten WP	4,8 Cent/kWh		

Tabelle 5: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Wärmepumpen

²⁰ Unter dem Gebäude Energiebedarf Raumheizung wird der Heizwärmebedarf inklusive der Wärmeverluste der Wärmespeicherung, -erteilung und -abgabe verstanden.

²¹ Unter dem Gebäude Energiebedarf Warmwasser wird der Warmwasserwärmebedarf inklusive der Wärmeverluste der Wärmespeicherung, -erteilung und -abgabe verstanden.

3.2.4 Wärmeabgabe Raumheizung

Wärmeverteilung und –abgabe in der Raumheizung erfolgt ausschließlich mittels Fußbodenheizung mit möglichst niedrigem Temperaturniveau, Zielwert <35°C.

Die Wärmeabgabe Raumheizung wird als außerhalb der Systemgrenze der Wärmebereitstellung betrachtet und wird daher nicht in die Kostenbilanz aufgenommen.

3.2.5 Warmwasserabgabe

Warmwasserbereitung soll mit Wohnungsstationen erfolgen, womit das Temperaturniveau auf 55°C anstelle der ansonsten erforderlichen 65°C begrenzt werden kann.

Die Warmwasserabgabe wird als außerhalb der Systemgrenze der Wärmebereitstellung betrachtet und wird daher nicht in die Kostenbilanz aufgenommen.

3.2.6 Umweltwärmequelle für die Wärmepumpen

Als Umweltwärmequelle für die Wärmepumpen wird Erdwärme vorgeschlagen und als Gewinnungstechnologie Tiefenbohrungen. Mit den angesetzten Grundlagen der Dimensionierung ergibt sich der Bedarf von knapp ca. 265.000 m Bohrung, bei einer angenommenen Bohrtiefe von 150 m also knapp 1.800 Bohrungen oder eine adäquat verringerte Anzahl bei größeren Bohrtiefen.

Es ergeben sich Investitionskosten von 11,9 Mio EUR oder von 40 EUR/m²_{NGF}.

Über eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 40 Jahren ergibt sich der Anteil der Erdsonden an den Wärmebereitstellungskosten von 2,8 Cent/kWh.

In jedem Fall ist für einen langjährigen Betrieb von Erdsondenfeldern eine vollständige thermische Regeneration und im Fall direkter Grundwassernutzung zumindest eine überwiegende thermische Regeneration im Sinne eines Ausgleichs des winterlichen Wärmeentzugs erforderlich.

Wärmebereitstellung Erdsondenfeld		Berechnungsgrundlagen Erdsondenfeld	
Installierte Wärmeleistung	10,6 MW	Bohrtiefe	150 m
Wärmebereitstellung Erdsondenfelder	17.719 MWh/a	spezifische Entzugsleistung	40 W/m
erforderliche Erdsondenlänge gesamt	265.270 m	spezifische Entzugswärme	67 kWh/m.a
erforderliche Anzahl Erdsonden	1.768 Stück	Sondenabstand	7,1 m
Flächenbedarf Erdsonden	88.423 m ²	Flächenbedarf pro Sonde	50 m ²
Anteiliger Flächenbedarf an der unbebauten Grundstücksfläche	43%	Errichtungskosten	45 EUR/m
Kosten Herstellung Erdsonden	11.937.145 EUR	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	0,5% p.a.
Kosten Herstellung Erdsonden spezifisch	40 EUR/m ² NGF	Kalkulatorische Nutzungsdauer	40 a
Kosten Wartung Erdsonden	59.686 EUR/a	Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
spezifische Wärmebereitstellungskosten aus Erdsondenfeld	2,8 Cent/kWh	Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,04 1/a

Tabelle 6: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Erdsondenfeld

Alternativ oder ergänzend könnte auch Grundwasser als Wärmequelle genutzt werden. Wie bereits erwähnt wurde in Absprache mit dem Auftraggeber diese Option für die Energieraumplanung Oberes Hausfeld bislang nicht weiter verfolgt, da vorangegangene Planungen in vergleichbaren Stadtentwicklungsgebieten immer wieder die Grenzen der Grundwassernutzung trotz nominell guter

Voraussetzungen aufgezeigt haben, die insbesondere in Nutzungskonflikten mit bereits bestehenden Anlagen bestehen.

3.2.7 Thermische Regeneration

Für die thermische Regeneration, also für den Ausgleich des winterlichen Wärmeentzugs wurden die beschriebenen Technologien geprüft und in realistisch verfügbaren Größenordnungen im vorliegenden Konzept berücksichtigt.

- Energetische Nutzung der Fundierungen der Stadtstraße
- Energetische Nutzung des Kanals
- Niedertemperatur-Wärmegewinnung aus Asphalt- und Hybridkollektoren
- Raumkühlung

Es obliegt einer späteren Optimierung, die Zahl dieser Technologien gegebenenfalls einzuschränken oder auch weitere Technologien zuzuziehen. Jegliche Abwärme aus betrieblichen Prozessen bietet sich dafür prioritär an, etwa Rückkühlwärme aus Supermärkten oder aus Rechenzentren.

Erdsondenregeneration mit Geothermischer Nutzung der unterirdischen Betonstrukturen der Stadtstraße wurde auf Basis der vorliegenden Abschätzungen der MA 29 - Brückenbau und Grundbau vorgenommen. Unter diesen Randbedingungen ergeben sich Investkosten von 3,7 Mio EUR bzw. von 12 EUR/m²_{NGF}. Über eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 40 Jahren ergeben sich die spezifischen Wärmebereitstellungskosten der geothermischen Nutzung der Stadtstraße zu 4,8 Cent/kWh. Es bietet sich außerdem das Optimierungspotenzial an, die Energetische Nutzung der Fundierungen der Stadtstraße nicht als thermische Regeneration, sondern als Wärmequelle und –senke parallel zu den Tiefensonden einzusetzen und so einige Tiefensonden einzusparen.

Erdsondenregeneration mit Geothermie Stadtstraße		Berechnungsgrundlagen Geothermie Stadtstraße	
Wärmeinspeisung Geothermie Stadtstraße	3.374 MWh/a	Dauerentzugsleistung bei den u.g. Volllaststunden	1.730
Hilfsstrombedarf Geothermie Stadtstraße	67 MWh/a	Volllaststunden	1.950
Kosten Herstellung Geothermie Stadtstraße	3.659.518 EUR	Herstellungskosten	3.659.518
Kosten Herstellung Geothermie Stadtstraße spezifisch	12 EUR/m ² _{NGF}	Anteiliger Hilfsstrombedarf	2%
Kosten Wartung Geothermie Stadtstraße	18.298 EUR/a	Strompreis	15 cent/kWh
Kosten Hilfsstrom Geothermie Stadtstraße	10.121 EUR/a	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	0,5% p.a.
Spezifische Wärmekosten zur Reperation aus Stadtstraße	4,8 Cent/kWh	Kalkulatorische Nutzungsdauer	40 a
		Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
		Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,04 1/a

Tabelle 7: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Geothermie Stadtstraße

Erdsondenregeneration mit Kanalabwärmernutzung wurde auf nur für die im Oberen Hausfeld selbst entstehenden Abwässer angenommen, mit einer Spreizung von 5 K. Unter diesen Randbedingungen ergeben sich Investkosten von 30.000 EUR bzw. von 0,10 EUR/m²_{NGF}. Über eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 20 Jahren ergeben sich die spezifischen Wärmebereitstellungskosten der Kanalabwärmernutzung zu 0,6 Cent/kWh.

Erdsondenregeneration mit Kanalabwärmenutzung		Berechnungsgrundlagen Kanalabwärmenutzung	
Wärmeeinspeisung Kanalabwärmenutzung	1.863 MWh/a	Kanalabflussmenge pro EW	100
Hilfsstrombedarf Kanalabwärmenutzung	37 MWh/a	Nutzbare Temperaturdifferenz	5 K
Kosten Herstellung Kanalabwärmenutzung	30.000 EUR	Herstellungskosten	30.000 h/a
Kosten Herstellung Kanalabwärmenutzung spezifisch	0,10 EUR/m ² NGF	Anteiliger Hilfsstrombedarf	2% EUR
Kosten Wartung Kanalabwärmenutzung	3.000 EUR/a	Strompreis	15 cent/kWh
Kosten Hilfsstrom Kanalabwärmenutzung	5.589 EUR/a	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	10% p.a.
Spezifische Wärmekosten zur Reperation aus Kanalabwärmenutzu	0,6 Cent/kWh	Kalkulatorische Nutzungsdauer	20 a
		Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
		Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,06 1/a

Tabelle 8: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Kanalabwärmenutzung

Erdsondenregeneration mit Asphaltkollektoren wurde auf einer Fläche von 4% der bebaubaren Fläche und mit einem Jahresertrag von 200 kWh/m²a angenommen.

Unter diesen Randbedingungen ergeben sich Investkosten von 2,2 Mio EUR bzw. von 7 EUR/m²NGF.

Über eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 20 Jahren ergeben sich die spezifischen Wärmebereitstellungskosten der Asphaltkollektoren zu 6,9 Cent/kWh.

Erdsondenregeneration mit Asphaltkollektoren		Berechnungsgrundlagen Asphaltkollektoren	
Installierte Fläche Asphaltkollektoren	11.200 m ²	spezifischer Jahresertrag	200 kWh/m ² a
Fläche Asphaltkollektoren zur bebaubaren Fläche	4%	spezifische Kosten	75 EUR/m
Wärmeeinspeisung Asphaltkollektoren	2.240 MWh/a	Anteiliger Hilfsstrombedarf	2% der Wärmeeinspeisung
Hilfsstrombedarf Asphaltkollektoren	44,8 MWh/a	Strompreis	15 cent/kWh
Kosten Herstellung Asphaltkollektor	2.240.000 EUR	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	0,5% p.a.
Kosten Herstellung Asphaltkollektor spezifisch	7 EUR/m ² NGF	Kalkulatorische Nutzungsdauer	20 a
Kosten Wartung Asphaltkollektor	11.200 EUR/a	Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
Kosten Hilfsstrom Asphaltkollektor	6.720 EUR/a	Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,06 1/a
Spezifische Wärmekosten zur Reperation aus Asphaltkollektor	6,9 Cent/kWh		

Tabelle 9: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Asphaltkollektoren

Erdsondenregeneration mit Hybridkollektoren wurde auf einer Fläche von 25% der bebaubaren Fläche und mit einem Jahresertrag von 450 kWh/m²a angenommen.

Unter diesen Randbedingungen ergeben sich Investkosten von 6,0 Mio EUR bzw. von 20 EUR/m²NGF.

Die anteiligen Investkosten der PV-Komponente der Hybridkollektoren wird als außerhalb der Systemgrenze definiert und ist in dieser Berechnung nicht enthalten, ebenso die Stromproduktion aus der PV-Komponente.

Über eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 20 Jahren ergeben sich die spezifischen Wärmebereitstellungskosten der Asphaltkollektoren zu 5,4 Cent/kWh.

Erdsondenregeneration mit Hybridkollektoren		Berechnungsgrundlagen Hybridkollektoren	
Installierte Fläche Hybridkollektoren	18.750	spezifischer thermischer Jahresertrag	450 kWh/m ² a
Fläche Hybridkollektoren relativ zur bebauten Fläche	25%	spezifische anteilige thermische Kosten	320 EUR/m ²
Wärmeeinspeisung Hybridkollektoren	8.438 MWh/a	Anteiliger Hilfsstrombedarf	2% der Wärmeeinspeisung
Hilfsstrombedarf Hybridkollektoren	169 MWh/a	Strompreis	15 cent/kWh
Kosten Herstellung Hybridkollektoren	6.000.000 EUR	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	1% p.a.
Kosten Herstellung Hybridkollektoren spezifisch	20 EUR/m ² NGF	Kalkulatorische Nutzungsdauer	20 a
Kosten Wartung Hybridkollektoren Stadtstraße	60.000 EUR/a	Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
Kosten Hilfsstrom Hybridkollektoren	25.313 EUR/a	Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,06 1/a
Spezifische Wärmekosten zur Reperation aus Hybridkollektoren	5,4 Cent/kWh		

Tabelle 10: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Hybridkollektoren

Erdsondenregeneration mit Raumkühlung wurde mit einer Wärmeentzugsmenge von 10 kWh/m²BGF berücksichtigt. Investkosten seitig wurden zusätzliche Herstellkosten zur reinen Fußbodenheizung von 5 EUR/m²NGF veranschlagt. Unter diesen Randbedingungen ergeben sich Investkosten von 1,5 Mio EUR bzw. von 5 EUR/m²NGF. Über eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 20 Jahren ergeben sich die spezifischen Wärmebereitstellungskosten der Asphaltkollektoren zu 3,1 Cent/kWh.

Erdsondenregeneration mit Raumkühlung		Berechnungsgrundlagen Raumkühlung	
Wärmeeinspeisung aus der Raumkühlung	3.750 MWh/a	spezifische Abwärme aus Raumkühlung	10 kWh/m ² BGFa
Hilfsstrombedarf zum Betrieb der Raumkühlung	75 MWh/a	spezifische Herstellkosten zusätzlich zu NT-Heizsystem	5 EUR/m ² NGF
Kosten Herstellung Raumkühlung	1.500.000 EUR	Anteiliger Hilfsstrombedarf	2% des Wärmeentzugs
Kosten Herstellung Raumkühlung spezifisch	5 EUR/m ² NGF	Strompreis	15 cent/kWh
Kosten Wartung Raumkühlung	15.000 EUR/a	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	1% p.a.
Kosten Hilfsstrom Raumkühlung	11.250 EUR/a	Kalkulatorische Nutzungsdauer	20 a
Spezifische Wärmekosten zur Reeneration aus Raumkühlung	3,1 Cent/kWh	Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
		Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,06 1/a

Tabelle 11: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Raumkühlung

3.2.8 Wärmenetz

Im vorgelegten Konzept einer Aufstellung der WP in den einzelnen Gebäuden und einer thermischen Regeneration, die ebenfalls den einzelnen Gebäuden zugeordnet werden kann, besteht keine Notwendigkeit eines Nahwärmenetzes. Erst bei Einsatz einer netzgebundenen Spitzenlast Wärmeerzeugung oder einer netzgebundenen thermischen Regeneration, etwa mit Fernwärme, wäre ein Wärmenetz erforderlich. Im Rechenmodell wurde dennoch ein Nahwärmenetz vorsorglich bereits vorgesehen und kann somit jederzeit untersucht werden.

Das Wärmenetz wurde mit einer Leitungslänge von 4.000 m und Errichtungskosten von 300 EUR/m sowie mit Pumpstromkosten von 10 kW/m,a angenommen.

Unter diesen Randbedingungen ergeben sich Investkosten von 1,2 Mio EUR bzw. von 4 EUR/m²_{NGF}. Über eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 20 Jahren ergeben sich die spezifischen Wärmebereitstellungskosten des Nahwärmenetzes zu 5,3 Cent/kWh. Wobei nochmals zu betonen ist, dass diese Investition nur dann erforderlich wird, wenn eine leitungsgebundene Spitzenlast-Wärmeerzeugung oder eine leitungsgebundene thermische Regeneration der Erdsonden eingeführt wird, was die Dimensionierung des Erdsondenfeldes und/oder der thermischen Regenerationstechnologien verändern und die Mehrkosten des Wärmenetzes voraussichtlich mehr als ausgleichen würde.

Niedertemperatur - Nahwärmenetz		Berechnungsgrundlagen Niedertemperatur - Nahwärmenetz	
Hilfsstrombedarf zum Betrieb des Nahwärmenetzes	40 MWh/a	Leitungslänge	4.000 m
Kosten Herstellung Nahwärmenetz	1.200.000 EUR	spezifische Herstellkosten	300 EUR/m
Kosten Herstellung Nahwärmenetz	4 EUR/m ² NGF	Hilfsstrombedarf für die Pumpen	10 kWh/m.a
Kosten Wartung Nahwärmenetz	24.000 EUR/a	Strompreis	15 cent/kWh
Kosten Hilfsstrom Nahwärmenetz	6.000 EUR/a	Wartungskosten, bezogen auf Herstellung	2% p.a.
Annuitäten Nahwärmenetz	103.388 EUR/a	Kalkulatorische Nutzungsdauer	20 a
Spezifische Wärmekosten zur Verteilung im Nahwärmenetz	5,3 Cent/kWh	Kalkulatorischer realer Zinssatz der Finanzierung	2% p.a.
		Annuitätenfaktor der Finanzierung	0,06 1/a

Tabelle 12: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Nahwärmenetz

3.2.9 Technische, Wirtschaftliche und Ökologische Bilanzergebnisse

Mit der oben beschriebenen Planung ergibt sich unter den dokumentierten Randbedingungen eine ökologisch hochwertige und technisch wie wirtschaftlich durchaus plausible Wärmeversorgung des Stadtentwicklungsgebiets des Oberen Hausfelds:

- Technisch verspricht das System eine Deckung von 75% des gesamten Wärmebedarfs aus erneuerbaren, am Grundstück vorliegenden, energetischen Ressourcen. Die Deckung der verbleibenden 25% erfolgt durch Strom, in Form des Antriebs der Großwärmepumpen. Zusätzlich werden weitere ca. 2% des gesamten Wärmebedarfs für elektrische Antriebe im gebäudetechnischen System aufgewendet.
- Ökologisch erreicht das vorgeschlagene System bereits mit normalem Netzstrom mit den Konversionsfaktoren aus OIB RL 6 (2015) eine sehr gute CO₂-Emissionskennzahl von

12,9 kg_{CO2}/m²_{BGFa} (Kategorie A nach OIB RL 6, 2015) und eine gute Primärenergiekennzahl von 89 kWh_{PE}/m²_{BGFa} (Kategorie B nach OIB RL 6, 2015).

Pro Kopf werden die Kennzahlen von 550 kg_{CO2}/pers.a und von 435 W/pers.a erreicht, was hinsichtlich Primärenergie die Ziele für den Sektor Wohnen im Sinne der Smart Strategie von 500 W/pers.a bereits erreicht. Hinsichtlich CO2 wird der Zielwert von 460 kg_{CO2}/pers.a noch knapp verfehlt. Verbesserungspotenziale bieten sich in der Effizienz der Flächenausnutzung, in der Senkung des Haushaltsstrombedarfs und in der Steigerung der Wärmeschutzniveaus sowie der gebäudetechnischen Energieeffizienz.

- Wirtschaftlich erreicht das vorgeschlagene System unter den vorliegenden Randbedingungen Wärmebereitstellungskosten von 11,5 Cent/kWh, bezogen auf den Bedarf an Gebäude-Energie, also Nutzwärme plus Wärmeverteilung, -speicherung und -abgabe für Raumheizung und Warmwasser. Dieser durchaus Wärmepreis beinhaltet bereits die Refinanzierung der Investitionskosten von 18,1 Mio EUR oder 94 EUR/m²_{NGF}.

Teilsystem Wärmepumpen und Erdsondenfelder		
Wärmebedarfsdeckung mit Wärmepumpen	23.625 MWh/a	
Wärmebereitstellung aus den Erdsondenfeldern	17.719 MWh/a	
Wärmebedarf gesamt	23.625 MWh/a	
Stromverbrauch	5.906 MWh/a	
Herstellungskosten	14,7 Mio EUR	
Herstellungskosten spezifisch	49 EUR/m ² _{NGF}	
Wartungskosten	129.688 EUR/a	
Stromkosten	885.938 EUR/a	
Spezifische Wärmekosten bei 20 Jahren Nutzungsdauer	6,9 Cent/kWh	

Tabelle 13: Aggregierte Ergebniskennzahlen des Teilsystems WP + Erdsondenfelder

Teilsystem Thermische Regeneration der Erdsondenfelder OHNE Nahwärmenetz		
Regeneration aus Asphaltkollektoren	2.240 MWh/a	
Regeneration aus Kanalabwärmennutzung	1.863 MWh/a	
Regeneration aus Geothermie Stadtstraße	3.374 MWh/a	
Regeneration aus Hybridkollektoren	8.438 MWh/a	
Regeneration aus Raumkühlung	3.750 MWh/a	
Summe Regeneration der Erdsondenfelder	19.664 MWh/a	
Stromverbrauch	393 MWh/a	
Herstellungskosten	13,4 Mio EUR	
Herstellungskosten spezifisch	45 EUR/m ² _{NGF}	
Wartungskosten	107.498 EUR/a	
Stromkosten	58.992 EUR/a	
Spezifische Wärmekosten bei 20 J. Nutzungsdauer	4,6 Cent/kWh	

Tabelle 14: Aggregierte Ergebniskennzahlen des Teilsystems Thermische Regeneration ohne Wärmenetz

Ökobilanzen		
Konversionsfaktor CO2 Strom	276 gCO2/kWh	
Konversionsfaktor PE Strom	1,91 kWh/kWh	
CO2 Emissionen aus Raumheizung und Warmwasserbereitung	4,6 kgCO2/m ² _{BGF.a}	
CO2 Emissionen aus Haushaltsstrom	8,3 kgCO2/m ² _{BGF.a}	
CO2 Emissionen Gesamt	12,9 kgCO2/m²_{BGF.a}	
CO2 Emissionen gesamt pro Kopf	550 kgCO2/pers.a	
PE Bedarf aus Raumheizung und Warmwasserbereitung	32 kWh _{PE} /m ² _{BGF}	
PE Bedarf aus Haushaltsstrom	57 kWh _{PE} /m ² _{BGF}	
PE Bedarf Gesamt	89 kWh_{PE}/m²_{BGF}	
PE Bedarf gesamt pro Kopf	435 Watt_{PE}/Kopf	

3.3 Bauliche, Haustechnische und Städtebauliche Konsequenzen

Das vorgeschlagene Konzept der regenerativen Wärmeversorgung hat nur wenige zwingenden Konsequenzen auf die bauliche, haustechnische und städtebauliche Gestaltung des Stadtentwicklungsgebiets. Die folgende Formulierung derselben ist identisch mit jener, welche im Zuge des dritten Stakeholder-Workshops am 29.09.2015 vereinbart und allen Stakeholdern übermittelt wurde.

Auf Grundlage der vorliegenden Sondierung ergeben sich aus der Energieraumplanung keine speziellen Vorgaben für die städtebauliche Planung.

Um eine Versorgung mit Standortenergien auf Basis der Variante B2 zu gewährleisten müssen folgende städtebaulichen Grundgrößen eingehalten werden:

- Die GFZ darf im Schnitt nicht über 2,5 liegen.
- 30% der Bruttogrundstücksflächen müssen unversiegelt verbleiben.
- Dachflächen von zumindest 33% der Gebäudegrundflächen sind für die aktivsolare Nutzung vorzusehen.
- Auf eine durch den Einsatz von Niedertemperaturanlagen haustechnisch bedingte Erhöhung der Deckenstärken ist bei der Festlegung von Bauklassen zu achten.

4 Workshop zur Funktionalität großer Erdsondenfelder (AP2a)

Es wurde ein ExpertInnen Round Table zum Erfahrungsaustausch über Planung, Errichtung und Betrieb Städtischer Niedertemperatur Wärmeversorgungssysteme mit Erdsondenfeldern vorbereitet, durchgeführt und nachfolgend ausgewertet.

Eingeladen wurden nationale und internationale ExpertInnen aus dem Kreis der Planung, Ausführung, Betrieb von derartigen Wärmeversorgungsanlagen sowie VertreterInnen aus der Forschung und der kommunalen Verwaltung.

Der Round Table fand am 17.11.2015 in den Räumen der tina vienna, energy center statt und wurde aus Mitteln des klima:aktiv Programms Erneuerbare Wärme ko-finanziert.

Der Round Table wurde von Renate Hammer, IBR&I ZT-GmbH moderiert.

Von IBR&I ZT GmbH wurde auch das erweiterte Ergebnisprotokoll erstellt, welches im Anhang beiliegt.

4.1 Einladungstext

Die Magistratsabteilung 20 Energieplanung der Stadt Wien untersucht gegenwärtig in Zusammenarbeit mit Bauträgern, Forschungsinstitutionen und Planungsbüros die Möglichkeiten der Wärmeversorgung von Wohnbauten, insbesondere von neuen Stadtentwicklungsgebieten, unter bestmöglicher Nutzung erneuerbarer energetischer Standortressourcen.

Basis dieser Aktivitäten ist nicht zuletzt die 2014 verabschiedete Smart City Wien – Rahmenstrategie. In ihr werden die bis zum Jahr 2050 zu erreichenden Ziele mit einem Primärenergiebedarf von 2.000 Watt Dauerleistung pro Kopf und mit CO₂_{eq}-Emissionen von 1 Tonne pro Kopf und Jahr definiert.

Nach mehreren Sondierungen und Parameterstudien erweisen sich Systeme mit Niedertemperatur-Wärmeabgabe, Heizwärmeerzeugung mittels Groß-Wärmepumpen, Erdsondenfeldern als Umweltwärmequelle bzw. Saisonspeicher, Regeneration der Erdsondenfelder aus Freecooling und Niedertemperatur-Solarwärme als technisch vielversprechender und wirtschaftlich immerhin denkbarer Weg.

Diskutiert werden aktuell Fragen der Dimensionierung der Erdsondenfelder, der Warmwasserbereitung, der Notwendigkeit von Nahwärmenetzen sowie der Art und Dimension von Spitzenlastwärmeerzeugern.

Vor diesem Hintergrund lädt die Magistratsabteilung 20 Energieplanung der Stadt Wien, vor einer allfälligen Pilotanwendung, ausgewählte ExpertInnen zum informellen Wissens- und Erfahrungsaustausch über Städtische Niedertemperatur Wärmeversorgungssysteme mit Erdsondenfeldern.

Wir laden Sie als ausgewiesenen Experten / ausgewiesene Expertin zur Teilnahme an diesem Wissensaustausch ein. Seitens der MA 20 werden wir die Ergebnisse der bisherigen Studien präsentieren und ersuchen Sie umgekehrt herzlich, Ihre Erfahrungen und Erkenntnisse mit uns und den anderen TeilnehmerInnen des Round Table auszutauschen.

4.2 Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Mag. Roman Bock, Wien Energie

Mag. Anna-Katharina Brüstle, Geologische Bundesanstalt Wien

Mag. Michael Cerveny, tina vienna, energy center

Mag. Eva Dvorak, MA20 Energieplanung und MA25 Stadterneuerung und Prüfstelle für Wohnhäuser

Katharina Eder, AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Ing. Stefan Eisinger-Sewald, Kallco Development GmbH

Felix Frej, MSc, Amstein + Walthert AG

DI Stefan Geier, MA20 Energieplanung

Ing. Martin Groyß, MA25 Stadterneuerung und Prüfstelle für Wohnhäuser

Arch. DI Dr. Renate Hammer, MAS, Institute of Building Research & Innovation ZT-GmbH

DI Gerhard Hofer, e7 Energie Markt Analyse GmbH

DI Dr. Peter Holzer, Institute of Building Research & Innovation ZT-GmbH

DI Ernst Höckner, Wien Energie GmbH

Ing. Ali Kainer, Gebäudetechnik Kainer GmbH

DI Andrea Kinsperger, MA20 Energieplanung

DI (FH) Stefan Spitzer, Böhm Stadtbaumeister & Gebäudetechnik GmbH

DI Christian Steininger, Vasko+Partner Ingenieure

DI Daniel Toth, Wien Energie GmbH

DI Franz Zach, Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency

DI Florian Zauner, Ochsner Wärmepumpen GmbH

4.3 Ergebnisse

Der ExpertInnen Round-Table bestätigte die realistische Machbarkeit von Niedertemperatur Wärmeversorgungs-systeme mit Erdsondenfeldern und brachte eine wertvolle Zusammenführung von Wissen, Erfahrungen und Ideen.

Die Ergebnisse wurden in Form eines erweiterten Ergebnisprotokolls zusammengefasst, welches allen TeilnehmerInnen zur Zustimmung und Ergänzung ausgehändigt wurde und welches im Anhang diesem Bericht beiliegt.

5 Ergebnisworkshops mit den Stakeholdern (AP3)

Im Zuge der gegenständlich dokumentierten Prozessunterstützung wurden drei Workshops mit den Stakeholdern vorbereitet und durchgeführt:

- Erster Workshop am 05.05.2015
- Zweiter Workshop am 30.06.2015
- Dritter Workshop am 29.09.2015

Im ersten Workshop vom 05.05.2015 wurde seitens der MA 20 den BauträgervertreterInnen die Absicht einer exemplarischen, übergeordneten Wärmeversorgung des Oberen Hausfelds auf Basis regenerativer Vorortressourcen mitgeteilt und wurde deren grundsätzliche Bereitschaft sondiert, die Erarbeitung dahingehender Lösungen mitzutragen.

Seitens der IBR&I ZT-GmbH wurde den BauträgervertreterInnen auch ein zuvor mit der MA 20 abgestimmtes Dokument mit „Anregungen zur Formulierung energierelevanter Anforderungen im städtebaulichen Wettbewerb Wien, Donaustadt, Hausfeld“ überreicht, in welchem Mindestanforderungen an 1. Suffiziente Wohnungsgrößen und -grundrisse [Konditionierte Nutzfläche pro Person], 2. Effizienz im Gebäudeenergieverbrauch [Endenergiebedarf pro konditionierter Nutzfläche], 3. Bestmögliche Nutzung energetischer Standortressourcen aus Erdwärme, Grundwasserwärme, Solarenergie und gewerblichen Abwärmern sowie 4. Einbindung der Fernwärme, die in Wien weit überwiegend aus MVA- und KWK-Abwärme aufgebracht wird, und des Netzstroms nach ökologischen Maßgaben formuliert wurden.

Die BauträgervertreterInnen haben Ihre grundsätzliche Bereitschaft zu einer übergeordneten Wärmeversorgung im beschriebenen Sinn signalisiert, verbunden mit dem Ersuchen an die MA 20, bis zum zweiten Workshop die dahingehenden Vorstellungen und die damit verbundenen Anforderungen an die Gestaltung und Ausstattung der einzelnen Gebäude und darüber hinaus an das städtebauliche Planungsverfahren näher zu formulieren und zur Diskussion zu stellen.

Im zweiten Workshop vom 30.06.2015 wurden seitens der MA 20 und Ihrer Auftragnehmerin, der IBR&I ZT-GmbH, weitere Informationen zu den speziellen Energieressourcen im Stadtentwicklungsgebiet Oberes Hausfeld gegeben:

Möglichkeit der Geothermienutzung aus den Tiefbauwerken der Stadtstraße, Möglichkeit der oberflächennahen Geothermie aus Grundwasser und Erdwärmesonden, Möglichkeit der Abwärmenutzung aus dem Kanal, Möglichkeit Thermischer Solaranlagen.

Mit den Vertretern der Wien Energie wurden die Möglichkeiten einer Fernwärmeversorgung diskutiert, wobei diese auch in diesem zweiten Workshop noch weitgehend offen blieben.

Es wurde vereinbart, dass seitens der MA 20 und ihrer BeraterInnen bis zum dritten Workshop ein schlüssiges Konzept der übergeordneten regenerativen Wärmeversorgung des Oberen Hausfelds ausgearbeitet und vorgestellt wird, inklusive der technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Optionen.

Es wurde weiters, in Hinblick auf den Start des kooperativen städtebaulichen Planungsverfahrens am 20.10.2015, vereinbart, bis zum dritten Workshop allfällige Forderungen zu formulieren, die sich aus der Energieraumplanung an den Städtebau ergeben.

Im dritten Workshop vom 29.09.2015 wurden seitens der MA 20 und Ihren BeraterInnen, die in der Zwischenzeit ausgearbeiteten Optionenstudien zur regenerativen Wärmeversorgung von Stadtteilentwicklungen vorgelegt:

Erstens die vorläufigen Ergebnisse aus der von e7 energie markt analyse gmbh ausgearbeitete Studie „Energieversorgungsoptionen für das Donaufeld“.

Zweitens die von der IBR&I ZT-GmbH ausgearbeitete konzeptive Planung einer Wärmeversorgung für das Obere Hausfeld, die im gegenständlichen Bericht bereits erläutert wurde und das dieser Planung zugrunde liegende Exceltool mit diesem Bericht übergeben wird.

Seitens der IBR&I ZT-GmbH wurde der Workshop außerdem moderiert, wurde ein Beitrag zur Verankerung der Energieraumplanung im gesamten Planungsprozess eingebracht und wurde ein memo zum Workshop verfasst und an die TeilnehmerInnen weitergeleitet. Siehe Anhang.

6 Weiterführende Ergebnisdarstellung und Dokumentation (AP4)

Als weiterführende Ergebnisdarstellung und Dokumentation wird seitens IBR&I ZT-GmbH dem Auftraggeber das Excel Tool übergeben, welches zur planungsbegleitenden Optimierung des Wärmeversorgungskonzepts für das Obere Hausfeld entwickelt wurde. Mit Hilfe dieses Tools werden die einzelnen Komponenten des Wärmebedarfs und der Wärmebereitstellung beschrieben und werden hinsichtlich ihrer Energie-, Kosten- und Emissionsrelevanz bilanziert.

Energetechnisch bildet das Modell eine Jahresenergiebilanz ab.

Gebäudetechnisch werden alle Komponenten der Wärmebereitstellung und des Wärmebedarfs mit ihren spezifischen Kennzahlen abgebildet und miteinander verrechnet.

Softwaretechnisch wird die Bilanz mit MS Excel, makrofrei und übersichtlich in einem einzigen Registerblatt durchgeführt. Das Modell ist spezifisch für das obere Hausfeld programmiert, kann aber von informierten NutzerInnen leicht an andere Stadtentwicklungsgebiete angepasst und zur Optimierung deren Wärmebereitstellung verwendet werden. Eingegebene/einzugebende Zahlenwerte sind durch blaue Schriftfarbe gekennzeichnet. Alle Zahlenwerte in schwarzer Schriftfarbe ergeben sich aus Zellbezügen errechnet. Weiters ist jede einzelne Technologie gegliedert in einen – rechts angeordneten – Bereich mit spezifischen Berechnungsgrundlagen sowie in einen – links angeordneten – Bereich mit den sich daraus ergebenden Ergebniszahlen für das Obere Hausfeld.

Ökobilanztechnisch wird der Endenergiebedarf in Anlehnung an OIB RL 6 bzw. ÖNORM B 8110-6 mit den endenergiebezogenen Konversionsfaktoren multipliziert und daraus der Primärenergiebedarf und die CO₂_{equ}-Emissionen berechnet.

Als Ergebniskennzahlen der Ökobilanz werden, sofern zutreffend, angegeben:

- Flächenbezogene CO₂_{equ} Emissionen, in kg_{CO₂equ}/m²_{BGF,a}
- Personenbezogene CO₂_{equ} Emissionen, in kg_{CO₂equ}/pers,a
- Flächenbezogener PE-Bedarf, in kg_{CO₂equ}/m²_{BGF,a}
- Personenbezogener PE-Bedarf, in kg_{CO₂equ}/pers,a

Finanztechnisch wird eine Lebenszyklusbilanz nach der vereinfachten Annuitätenmethode vorgenommen: Investitionen werden über ihre kalkulatorische Nutzungsdauer abgezinst. Finanzierungskosten werden mit einem über die Nutzungsdauer gleichbleibenden realen Zinssatz berücksichtigt. Laufende Betriebskosten werden spezifisch oder jährlicher Anteil der Investitionskosten veranschlagt. Energiekosten werden mit realitätsnahen Ansätzen auf heutiger Preisbasis berücksichtigt. Es wird konservativ von einer Gleichentwicklung des Verbraucherpreisindex (VPI) und des (EPI) ausgegangen.

Als Ergebniskennzahlen der Wirtschaftlichkeitsanalysen werden, sofern zutreffend, angegeben:

- Herstellungskosten netto, in EUR
- Spezifische Herstellungskosten, bezogen auf die Nettogrundfläche, in EUR/m²_{NGF}
- Wartungskosten in EUR/a
- Stromkosten, in EUR/a
- Spezifische Wärmekosten auf Ebene der Gebäude-Energie, in Cent/kWh

Literaturverzeichnis

- 1) BMVIT, 2014, *Smart ABC – Smart Energy Efficient Active Buildings and Building Cluster*, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Gleisdorf.
- 2) European Climate Foundation, 2010, *Roadmap 2050: a practical guide to a prosperous, lowcarbon Europe*, European Climate Foundation.
- 3) Fink A., 2012, *Die 2000-Watt-Gesellschaft als Eckpfeiler einer nachhaltigen Energiepolitik in der Gemeinde*, http://www.sgvw.ch/d/fokus/Seiten/121206_2000-Watt-Gesellschaft_Fink.aspx, 25.02.2015.
- 4) Magistrat der Stadt Wien, MDK Klimaschutzkoordination, *Wiener Klimaschutzprogramm (KliP II) 2010-2020*, 2009
- 5) Magistrat der Stadt Wien, 2014, *Smart City Wien – Rahmenstrategie*, Magistrat der Stadt Wien, Wien.
- 6) Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2014, *STEP 2025 Stadtentwicklungsplan Wien*. Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung, Wien.
- 7) Magistratsabteilung 20 – Energieplanung, 2014, *Energie! voraus - Energiebericht der Stadt Wien*, Magistrat der Stadt Wien, Wien.
- 8) Magistratsabteilung 37 – Baupolizei, 2013, *Techniknovelle 2012*, Magistrat der Stadt Wien, Wien.
- 9) Österreichisches Institute für Bautechnik, 2011, a, *OIB- Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz*, Österreichisches Institute für Bautechnik.
- 10) Österreichisches Institute für Bautechnik, 2011, b, *OIB- Richtlinie 6 – Erläuternde Bemerkungen*, Österreichisches Institute für Bautechnik.
- 11) Österreichisches Institute für Bautechnik, 2014, *OIB-Dokument zur Definition des Niedrigstenergiegebäudes und zur Festlegung von Zwischenzielen in einem „Nationalen Plan“*, Österreichisches Institute für Bautechnik.
- 12) Österreichisches Institute für Bautechnik, 2015, *OIB- Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz*, Österreichisches Institute für Bautechnik.
- 13) Stadt Wien, s.a., *Wiener Solarpotenzial*,
- 14) <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/wiener-solarpotenzial.html>, 13.03.2015.
- 15) Statistik Austria, 2004, *Gebäude- und Wohnungszählung – Hauptergebnisse Wien*, Statistik Austria, Wien.
- 16) Statistik Austria, 2014, *Ergebnisse im Überblick Wohnsituation*, Statistik Austria, Wien.
- 17) Umweltbundesamt GmbH, 2013, *Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2011*. Umweltbundeamt GmbH, Wien.
- 18) Wien Energie, 2012, *Energieflussbild Wien 2011*, Wien Energie, Wien.
- 19) Wien Energie, 2014, *Die Energieeffizienzstrategie von Wien Energie*, Wien Energie.
- 20) Wiener Stadtwerke, 2014, *Erneuerbare Energien – Energie aus Wasser, Wind, Sonne und Biomasse*, <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/oekologie/energieerzeugung-bereitstellung/erneuerbare-energien.html>, 12.03.2015.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Hydrogeologie von Wien; generalisiert; WGM GmbH i.A. der MA45	10
Abbildung 3-2: Erdwärmepotentialkataster Thermische Grundwassernutzung Wien	11
Abbildung 3-3: Erdwärmepotentialkataster Erdwärmesonden bis 200m Wien	13
Abbildung 3-4: Kanalkataster Planausschnitt Oberes Hausfeld (www.kanis.at).....	16
Abbildung 3-5: Asphaltkollektormontage Road Energy Systems®	17
Abbildung 3-6: Hybridkollektor von 3f-solar gmbh.....	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der berechneten maximalen Anwendungspotenziale in den Detailgebieten für die thermische Nutzung des obersten Grundwasserkörpers	12
Tabelle 1: Übersicht der berechneten maximalen Anwendungspotenziale in den Detailgebieten für geschlossene Wärmetauschersysteme (Erdwärmepumpen).....	15
Tabelle 2: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Bauen/Wohnen.....	19
Tabelle 3: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Energie	20
Tabelle 4: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Wärmepumpen	20
Tabelle 5: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Erdsondenfeld	21
Tabelle 6: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Geothermie Stadtstraße	22
Tabelle 7: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Kanalabwärmenutzung	23
Tabelle 8: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Asphaltkollektoren.....	23
Tabelle 9: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Hybridkollektoren	23
Tabelle 10: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Raumkühlung	24
Tabelle 11: Berechnungsgrundlagen und Ergebniskennzahlen Nahwärmenetz.....	24
Tabelle 12: Aggregierte Ergebniskennzahlen des Teilsystems WP + Erdsondenfelder.....	25
Tabelle 13: Aggregierte Ergebniskennzahlen des Teilsystems Thermische Regeneration ohne Wärmenetz.....	25
Tabelle 14: Aggregierte Ergebniskennzahlen hinsichtlich Ökobilanz des Gesamtsystems.....	26

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1. Bauträgerworkshop 150505

- Workshop 150505 Anwesenheitsliste

Anhang 2. Bauträgerworkshop 150630

- 2. Workshop Memo MA20 150630
- 2. Workshop Präs MA20 150630

Anhang 3. Workshop 150929

- 3. Workshop 150929 Memo
- 3. Workshop 150929 Präs Donaufeld e7
- 3. Workshop 150929 Präs gesamt
- 3. Workshop 150929 Präs Hausfeld IBRI
- 3. Workshop 150929 RahmenpräS IBRI
- 3. Workshop 150929 Programmentwurf

Anhang Energiebilanztool

- Excel Tool in MS Excel 2010 zur Ermittlung und übersichtlichen Darstellung der energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Bilanz des vorgeschlagenen Wärmeversorgungskonzepts Oberes Hausfeld.

Anhang ExperInnen Round Table 151117

- Erweitertes Ergebnisprotokoll 151117