

THEMA

Abwasserenergie Nordwestbahnhof

Untersuchung des thermischen Potenzials des Kanals unter der Nordbahnstraße für die Nutzung als Wärmequelle für das Stadtentwicklungsgebiet Nordwestbahnhof, MAI 2016

Wien!
voraus

Energieplanung

StoDt+Wien

Abwasserenergie Nordwestbahnhof

Untersuchung des thermischen Potenzials des Kanals unter der Nordbahnstraße (Höhe Taborstraße) für die Nutzung als Wärmequelle für das Stadtentwicklungsgebiet Nordwestbahnhof

ENDBERICHT

Verfasser: DI Franz Zach

Auftraggeber: MA 20

Datum: Wien, Mai 2016

IMPRESSUM

Herausgeberin: Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency, Mariahilfer Straße 136, A-1150 Wien,
T. +43 (1) 586 15 24, Fax DW - 340, office@energyagency.at | www.energyagency.at

Für den Inhalt verantwortlich: DI Peter Traupmann | Gesamtleitung: DI Franz Zach | Lektorat: Mag. Michaela Ponweiser |
Layout: DI Franz Zach |

Herstellerin: Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency | Verlagsort und Herstellungsort: Wien
Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Die Österreichische Energieagentur hat die Inhalte der vorliegenden Publikation mit größter Sorgfalt recherchiert und dokumentiert. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

1 Einleitung

Inhalt dieser Studie ist die Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit der Energienutzung des Abwasserkanals unter der Nordbahnstraße in Wien 20, Höhe Taborstraße, für das Stadtentwicklungsgebiet Nordwestbahnhof. Die Basis bilden Messdaten zu Kanaldurchfluss und Abwassertemperatur, die von der BOKU mit technischer Unterstützung von Wien Kanal durchgeführt wurde. Das Messintervall betrug 5 Minuten, nur zu Messbeginn waren es kurzzeitig 15 Minuten. Die Daten wurden von der Österreichischen Energieagentur aggregiert, ausgewertet und interpretiert.

Eine Berechnung des Potenzials von Abwasserwärme für das Stadtentwicklungsgebiet Nordwestbahnhof auf Basis von Modelldaten hat bereits vor Vorliegen der Messdaten stattgefunden, wobei das Einzugsgebiet des Kanals zur Durchflussermittlung und die Temperatur des Zuflusses zur Wiener Hauptkläranlage zu Grunde gelegt wurden.

Die Details zur technischen Ausführung finden sich bereits im Endbericht zum Forschungsprojekt urban pv+geotherm (u.a. hier zu finden: http://www.energyagency.at/fileadmin/-dam/image/Energie_in_Zahlen/Ergebnisbericht.pdf).

Weiteres Ziel der Studie ist es zu beurteilen, ob das Energiekonzept, das im Forschungsprojekt erarbeitet wurde, nach Kenntnis der tatsächlichen Abwassermengen und Temperaturen geändert werden muss.

2 Berechnung des Potenzials

Um die verfügbare Energiemenge aus Abwasser berechnen zu können, benötigt man Daten zu Durchflussmenge und Temperatur. Die diesbezüglichen Messdaten werden zu Beginn dieses Kapitels dargestellt. Danach schließt sich die sich daraus ergebende Berechnung des Energiepotenzials aus dem Abwasser an.

2.1 Abflussmessung

Da die Abwassermenge sowohl jahres- als auch tageszeitlich schwankt, wurden die Werte monatlich getrennt ausgewertet und auch nach Tageszeit geordnet. Auf die nicht gemessenen Monate wurde mit Hilfe einer Kanalmessung von Wien Kanal in der Nottendorfer Gasse zurückgeschlossen, aus der Verhältniswerte von Abflüssen zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten gewonnen werden konnten, auf Basis derer dann diese Extrapolation erfolgte.

In der Tabelle sind bereits überall 15 l/s vom eigentlichen Abfluss subtrahiert, da diese Menge bei der Nutzung eines externen Wärmetauschers aus technischen Gründen im Kanal verbleibt. Es handelt sich also um die energetisch relevante Abwassermenge.

Tabelle 1: Nutzbarer Durchfluss durch den Abwasserkanal Nordbahnstraße Höhe Taborstraße – nicht gemessene Monate gelb unterlegt. Quelle: Österreichische Energieagentur mit Daten der BOKU und Wien Kanal sowie einer Annahme von Huber SE

Nutzbarer Durchfluss in l/s (Abfluss minus 15 l/s laut Huber)												
	0-2h	2-4h	4-6h	6-8h	8-10h	10-12h	12-14h	14-16h	16-18h	18-20h	20-22h	22-24h
Jan	16,8	10,5	10,0	21,3	34,3	39,3	39,8	37,1	35,9	36,7	36,0	27,5
Feb	15,2	5,0	9,0	26,5	40,1	43,0	42,0	38,2	36,4	41,4	39,9	31,8
Mär	15,5	6,6	6,8	24,9	40,4	42,7	41,7	38,2	36,0	41,6	39,1	29,6
Apr	8,9	8,9	13,8	36,7	40,0	38,3	37,0	33,5	33,8	39,7	35,4	21,6
Mai	9,7	3,3	7,4	30,6	36,2	35,9	34,7	31,4	30,6	34,5	32,2	25,0
Jun	17,9	11,7	16,0	37,0	43,0	42,5	41,5	38,4	37,1	42,9	40,3	32,5
Jul	25,7	15,7	21,1	45,2	53,6	53,7	53,2	49,5	48,8	53,9	52,0	42,0
Aug	23,9	14,6	20,2	45,5	53,0	54,6	54,1	50,2	50,0	55,9	53,1	40,6
Sep	21,2	13,2	17,6	42,0	50,8	50,3	49,2	44,2	44,2	50,8	47,6	34,7
Okt	19,2	10,6	15,1	42,2	49,9	50,2	49,0	47,3	42,0	51,2	49,7	37,9
Nov	23,9	12,2	13,6	31,3	49,2	50,2	51,2	47,2	42,5	50,3	48,9	37,9
Dez	13,0	3,6	0,9	10,7	26,5	36,1	35,5	32,0	30,5	30,4	28,9	23,2

Das Jahresmittel des Durchflusses beträgt 48,5 l/s, des nutzbaren Durchflusses damit 33,5 l/s.

2.2 Temperaturmessung

Bei der Temperatur wurde die gleiche zeitliche Einteilung wie beim Durchfluss gewählt. Die Ergebnisse sind in untenstehender Tabelle dargestellt.

Die gelb hinterlegten Werte wurden hinsichtlich des Jahresprofils aus dem Verlauf der Abwassertemperatur beim Zulauf der Wiener Hauptkläranlage extrapoliert, hinsichtlich des Tagesprofils wurden die täglichen Schwankungen der Vor-Ort-Messung in der Messperiode November bis April gemittelt.

Tabelle 2: Monatsmittel der gemessenen Abwassertemperatur – nicht gemessene Monate gelb unterlegt. Quelle: Österreichische Energieagentur mit Daten der BOKU

Temperatur Abwasser in °C													
	0-2h	2-4h	4-6h	6-8h	8-10h	10-12h	12-14h	14-16h	16-18h	18-20h	20-22h	22-24h	Tag
Jan	14,4	13,3	12,8	12,7	14,0	14,8	15,0	15,0	14,9	15,4	16,0	15,6	14,5
Feb	14,9	13,7	13,3	13,9	15,3	15,5	15,7	15,8	15,7	16,1	16,4	16,0	15,2
Mär	15,4	14,4	13,8	14,4	15,8	16,3	16,4	16,3	16,3	16,8	17,2	16,7	15,8
Apr	16,3	15,4	15,2	16,8	17,6	17,7	17,7	17,6	17,6	18,3	18,6	17,7	17,2
Mai	18,5	17,4	17,0	17,5	18,7	19,2	19,3	19,3	19,2	19,7	20,1	19,6	18,8
Jun	19,5	18,4	18,0	18,5	19,7	20,2	20,3	20,3	20,2	20,7	21,1	20,6	19,8
Jul	21,5	20,4	20,0	20,5	21,7	22,2	22,3	22,3	22,2	22,7	23,1	22,6	21,8
Aug	21,5	20,4	20,0	20,5	21,7	22,2	22,3	22,3	22,2	22,7	23,1	22,6	21,8
Sep	20,5	19,4	19,0	19,5	20,7	21,2	21,3	21,3	21,2	21,7	22,1	21,6	20,8
Okt	18,5	17,4	17,0	17,5	18,7	19,2	19,3	19,3	19,2	19,7	20,1	19,6	18,8
Nov	17,3	16,4	15,9	15,7	16,6	17,3	17,4	17,0	16,6	17,2	17,9	17,8	16,9
Dez	16,1	15,0	14,5	14,6	15,9	16,6	16,8	16,7	16,6	16,8	17,1	16,8	16,1
Jahr													18,1

2.3 Berechnung der Wärmemenge

Es wird angenommen, dass das Abwasser bei der Wärmenutzung auf 6°C abgekühlt wird. Damit ist die Differenz zwischen Abwassertemperatur aus Tabelle 2 und dem Wert 6°C die maßgebliche Größe für das Energiepotenzial.

Multipliziert man also die Differenz zwischen Abwassertemperatur und 6°C mit dem Durchfluss in l/s und der spezifischen Wärme von Wasser (Abwasser weicht kaum davon ab), so ergibt sich die dem Abwasser entnehmbare Wärmeleistung. Diese ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Wärmeentzugsleistung und gewinnbare Energiemengen aus dem Abwasserkanal unter der Annahme einer Abkühlung auf 6°C. Quelle: Österreichische Energieagentur mit Daten von BOKU und Wien Kanal

	Leistung in kW												Summe in kWh
	0-2h	2-4h	4-6h	6-8h	8-10h	10-12h	12-14h	14-16h	16-18h	18-20h	20-22h	22-24h	
Jan	593	322	283	594	1.145	1.446	1.492	1.405	1.340	1.449	1.504	1.102	785.852
Feb	562	161	273	874	1.550	1.710	1.708	1.570	1.482	1.755	1.740	1.325	831.089
Mär	613	231	224	869	1.647	1.835	1.817	1.650	1.545	1.874	1.837	1.320	958.671
Apr	384	352	532	1.663	1.939	1.881	1.813	1.619	1.633	2.040	1.856	1.056	1.006.079
Mai	506	158	341	1.470	1.923	1.982	1.938	1.747	1.692	1.979	1.896	1.417	1.057.115
Jun	1.005	607	800	1.931	2.464	2.525	2.490	2.297	2.209	2.640	2.542	1.982	1.409.575
Jul	1.660	943	1.229	2.738	3.521	3.635	3.634	3.374	3.310	3.767	3.714	2.912	2.135.100
Aug	1.546	880	1.178	2.756	3.482	3.700	3.696	3.425	3.392	3.903	3.794	2.816	2.143.082
Sep	1.278	739	955	2.370	3.128	3.200	3.159	2.833	2.813	3.336	3.201	2.262	1.756.403
Okt	1.001	505	690	2.029	2.651	2.774	2.734	2.634	2.326	2.936	2.926	2.151	1.572.198
Nov	1.127	531	559	1.263	2.179	2.361	2.441	2.167	1.885	2.358	2.424	1.873	1.270.046
Dez	549	135	33	387	1.094	1.599	1.596	1.432	1.344	1.376	1.346	1.052	740.486
Jahr													15.665.695

Diese Werte zeigen die theoretisch gewinnbaren Energiemengen. Die Werte sind abends im Sommer viel höher als zu Mitternacht im Winter. Daraus ergibt sich, dass man, sofern man das gesamte Energiepotenzial nutzen möchte, eine große Wärmepumpenanlage (aus mehreren Einzelwärmepumpen – ein Einzelaggregat dieser Größenordnung ist schwierig bis gar nicht zu bekommen) installieren muss, die teilweise übers Jahr nur eine sehr niedrige Anzahl an Volllaststunden hat. Dadurch wird die Ausschöpfung des gesamten Wärmepotenzials unwirtschaftlich, und es empfiehlt sich daher eine Anlagengröße zu wählen, die es zwar möglich macht, einen hohen Anteil der Wärmemenge zu nutzen, aber nicht zu 100 %.

In einem ersten Ansatz wurde gemäß diesen Überlegungen im Projekt urban PV+geotherm eine Anlage mit drei Wärmepumpen zu je 812,4 kW (Entzugsleistung bzw. Kälteleistung) dimensioniert. Damit ergibt sich eine Entzugsleistung von max. 2.437 kW. Die folgende adaptierte Wärmeleistungstabelle unterscheidet sich von der Tabelle zuvor darin, dass Werte über 2.437 kW gleich 2.437 kW gesetzt wurden. Damit sinkt die gewinnbare jährliche Energiemenge von 15.666 MWh auf 14.137 MWh. Gleichzeitig kann die Wärmepumpenkälteleistung aber von 3.903 kW auf 2.437 kW sinken. Wollte man dennoch die gesamte im Abwasser zur Verfügung stehende Energie nutzen, so müsste man folglich die Leistung der Wärmepumpenanlage um 60,1 % vergrößern und würde lediglich 10,8 % mehr Energie gewinnen können.

Tabelle 4: Wärmeentzugsleistung und gewinnbare Energiemengen aus dem Abwasserkanal unter der Annahme einer Abkühlung auf 6°C und einer Maximal(kälte)leistung der Wärmepumpenanlage von $812,4 \times 3 = 2.437$ kW. Quelle: Österreichische Energieagentur mit Daten von BOKU und Wien Kanal

	Leistung in kW (max. 2.437 kW)												Summe in kWh
	0-2h	2-4h	4-6h	6-8h	8-10h	10-12h	12-14h	14-16h	16-18h	18-20h	20-22h	22-24h	
Jan	593	322	283	594	1.145	1.446	1.492	1.405	1.340	1.449	1.504	1.102	785.852
Feb	562	161	273	874	1.550	1.710	1.708	1.570	1.482	1.755	1.740	1.325	831.089
Mär	613	231	224	869	1.647	1.835	1.817	1.650	1.545	1.874	1.837	1.320	958.671
Apr	384	352	532	1.663	1.939	1.881	1.813	1.619	1.633	2.040	1.856	1.056	1.006.079
Mai	506	158	341	1.470	1.923	1.982	1.938	1.747	1.692	1.979	1.896	1.417	1.057.115
Jun	1.005	607	800	1.931	2.437	2.437	2.437	2.297	2.209	2.437	2.437	1.982	1.380.953
Jul	1.660	943	1.229	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	1.597.405
Aug	1.546	880	1.178	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	1.583.296
Sep	1.278	739	955	2.370	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.437	2.262	1.479.773
Okt	1.001	505	690	2.029	2.437	2.437	2.437	2.437	2.326	2.437	2.437	2.151	1.446.136
Nov	1.127	531	559	1.263	2.179	2.361	2.437	2.167	1.885	2.358	2.424	1.873	1.269.833
Dez	549	135	33	387	1.094	1.599	1.596	1.432	1.344	1.376	1.346	1.052	740.486
Jahr													14.136.687

2.4 Vergleich mit den ursprünglichen Annahmen

Im Vergleich zu den Annahmen aus dem Forschungsprojekt urban PV+geotherm ist die nutzbare Energiemenge gestiegen. In den Projektberechnungen ergab sich eine nutzbare Energiemenge aus dem Abwasserkanal von jährlich 11.851 MWh.

Anhand der Messdaten konnte dieser Wert nun auf 14.137 MWh nach oben korrigiert werden. Diese positive Abweichung von über 19 % ergibt sich zu etwa gleichen Teilen aufgrund der höheren Temperatur des Abwassers gegenüber dem wienweiten Durchschnitt (Zufluss zur Kläranlage) und aufgrund des etwa 10 % höheren nutzbaren Durchflusses.

3 Zusammenfassung

Die Auswertung der Messdaten zu Temperatur und Durchfluss im Abwasserkanal unter der Nordbahnstraße (Höhe Taborstraße) in Wien 20 zeigt, dass unter einer wirtschaftlich sinnvollen Dimensionierung der Wärmepumpenanlage etwa 14.137 MWh/a an Wärmeenergie aus dem Abwasser gewonnen werden können: das sind um 2.286 MWh/a mehr als ursprünglich angenommen.

Da die Ergebnisse die Annahmen übertroffen haben, ist keine Überarbeitung des Energiekonzepts aus dem Projekt urban PV+geotherm in dem Sinne notwendig, neue Energiequellen identifizieren und bewerten zu müssen. Allenfalls können sich geringfügige Änderungen, z.B. bei der Anzahl der Luftwärmepumpen, ergeben. Oder es sind Reduzierungen bei der Fläche der PVT-Kollektoren möglich, wenn etwa doch nicht genügend Fläche zur Verfügung stehen sollte, wenngleich die im Forschungsprojekt getroffenen Annahmen konservativ waren bzw. könnte auf das angenommene Energiepotenzial aus Kälteanwendungen in bestehenden Gebäuden (das mit 2.000 MWh/a angenommen wurde) verzichtet werden.

Wirtschaftlich gesehen ergeben sich durch das höhere Energiepotenzial des Abwassers Vorteile, da die Kosten für die Abwasserenergienutzung unverändert gelassen werden können (die Größe von Entnahgebauwerk, Wärmetauscher und Wärmepumpen musste aufgrund gleich gebliebener Leistung nicht geändert werden, lediglich die Auslastung verbessert sich), sich aber Einsparungen durch verminderte Nutzung anderer Energiequellen ergeben können.

Aufgrund der zusätzlichen Abwassermenge, die durch die zukünftige Nutzung des Nordwestbahnhofs als (in erster Linie) Wohngebiet anfallen wird, ist von einer erheblich gesteigerten Energiemenge, die in diesem Kanal in Zukunft zur Verfügung stehen wird, auszugehen. Wie stark diese steigt, ist von der genauen Nutzung (in den letzten Tagen wurde bekannt, dass wahrscheinlich weitaus mehr als die ursprünglich geplanten 12.000 Bewohner dort Platz finden sollen) und auch von der Abwasserkanalführung abhängig – ob diese eher Richtung Nordbahnstraße oder Nordwestbahnstraße erfolgen wird. Energetische Aspekte sollten daher bei der Entscheidung hinsichtlich der Kanalverlegung auf jeden Fall mitberücksichtigt werden.

Kurzporträt Autor



DI FRANZ ZACH

DI Franz Zach studierte Technische Physik an der Technischen Universität Wien und ist seit Jänner 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Österreichischen Energieagentur und hier als Projektleiter wie auch als Projektmitarbeiter tätig. Seine Hauptarbeitsgebiete sind energieeffiziente Heizungsanlagen, Energieverbrauchsprognosen, Ecodesign-Richtlinien für Heizungssysteme, Berechnungen energetischer Kennzahlen sowie Abwärmerückgewinnung mit Schwerpunkt Abwasser.

ÜBER DIE ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR – AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Die Österreichische Energieagentur ist das nationale Kompetenzzentrum für Energie in Österreich. Sie berät auf Basis ihrer vorwiegend wissenschaftlichen Tätigkeit Entscheidungsträger aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Ihre Schwerpunkte liegen in der Forcierung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträgern im Spannungsfeld zwischen Wettbewerbsfähigkeit, Klima- und Umweltschutz sowie Versorgungssicherheit. Dazu realisiert die Österreichische Energieagentur nationale und internationale Projekte und Programme, führt gezielte Informations- und Öffentlichkeitsarbeit durch und entwickelt Strategien für die nachhaltige und sichere Energieversorgung. Die Österreichische Energieagentur setzt **klimaaktiv** – die Klimaschutzinitiative des BMLFUW – operativ um und koordiniert die verschiedenen Maßnahmen in den Themenbereichen Mobilität, Energiesparen, Bauen & Sanieren und Erneuerbare Energie. Die Energieagentur ist die Nationale Energieeffizienz-Monitoringstelle.

Weitere Informationen für Mitglieder und Interessenten unter www.energyagency.at.

