Energieverbund Zug Machbarkeitsstudie

Technischer Bericht Tiefbau

Auftraggeber:	Stadt Zug
	Kanton Zug
Bearbeitungs-Team:	Richard Staubli; Staubli, Kurath & Partner AG
	Rebecca von Büren; Staubli, Kurath & Partner AG
Erstelldatum:	17.04.2014
Revidiert:	

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis **3**

Tabellenverzeichnis **3**

1. Zusammenfassung **4**

2. Einleitung **4**

2.1 Ziel und Zweck 4

2.2 Freigabe und Aktualisierung 4

3. Technische Machbarkeit **4**

3.1 Seewasserfassungen 4

3.2 Seewasserrückgabe 8

3.3 Bewilligungsfähigkeit 10

3.4 Leitungsführung am Land 10

3.4.1 Leitungskonzept für Anergienetz 10

3.4.2 Leitungsführung 11

3.4.3 Leitungsbau / Materialisierung 12

4. Kosten **12**

4.1 Seewasserfassung und –rückgabe 12

4.2 Landleitungen (Zonenerschliessung, Zonenverteilung) 13

4.3 Gesamtkosten Leitungsbau 1. Ausbauetappe 14

5. Referenzendokumente **14**

6. Anhang **15**

6.1 Laufmeterpreise Grabenbau 15

6.2 Laufmeterpreis Grabenlos 16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Konzept Seewasserfassungen (rot gestr. = neue Fassungsleitung, blau gestr. = neue Rückgabeleitung, grün schraffiert = Ausbauetappen) 5
Abbildung 2: Temperaturprofile Zugersee 7
Abbildung 3: Schemaskizze des Fassungsbauwerks, Seiher 8
Abbildung 4: Schema Einschichtung von Rückgabewasser 9
Abbildung 5: Foto Mischer Rückgabeleitung Siemens 9
Abbildung 6: Übersicht Leitungsführung Anergienetz 10
Abbildung 7: Planausschnitt Leitungsführung (Beilage 1325-18) 11
Abbildung 8: Normquerschnitte Grabenprofil (d=400 mm) 11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Fassungsmengen Seewasser, Leitungsdurchmesser 6
Tabelle 2: Kosten nach Kostenteiler Seewasserleitung, Fassungsleitung 12
Tabelle 3: Kosten nach Kostenteiler Seewasserleitung, Rückgabeleitung 13
Tabelle 4: Bsp. Elementkostenberechnung d=40 cm 13
Tabelle 5: Referenzen 14

1. Zusammenfassung

Für den Endausbau des Energieverbundes der Stadt Zug werden zwei Seewasserfassungen benötigt. Die beiden Fassungen sollen bereits für die 1. Ausbauetappe auf die Kapazität des Endausbaus dimensioniert werden. Die Fassungsleitungen haben einen Durchmesser von 1.2 m. Das Seewasser wird in 28 m Tiefe gefasst und in einen Uferschacht geleitet. Im Uferschacht wird dem Seewasser über Wärmetauscher Wärme entzogen (heizen) bzw. Wärme zugegeben (kühlen). Danach wird das Seewasser über Rückgabeleitungen wieder dem See zurückgegeben. Die Rückgabeleitungen führen das Rückgabewasser auf eine Tiefe von 26 m. Die vorliegende Studie zeigt, dass die Seewasserfassungen und -rückgaben technisch machbar und gemäss den ersten Gesprächen mit den kantonalen Fachstellen voraussichtlich auch bewilligungsfähig sind.

Über die Wärmetauscher in den Uferschächten wird das Wasser im Anergienetz gekühlt, bzw. erwärmt. Das Anergienetz besteht aus einem Zweileitersystem. Es wird unterschieden zwischen Zonenerschliessung (Hauptleitungen), -erweiterung und Hausanschluss. Die Leitungen des Anergienetzes werden in den Strassenquerschnitten der Stadt Zug verlegt. Aufgrund der vorhandenen Leitungen im Boden sind die Platzverhältnisse teilweise sehr eng. Stellenweise müssen die Leitungen ausserhalb des Strassenquerschnittes geführt werden. Normalerweise werden die Landleitungen in offener Grabenbauweise erstellt. An schwierigen Stellen kann auch die Baumethode des grabenlosen Leitungsbaus zum Einsatz kommen. Die durchgeführten Abklärungen zeigen, dass das für den Energieverbund erforderliche Leitungsnetz in der Stadt Zug erstellt werden kann. Örtlich werden die Platzverhältnisse jedoch sehr eng sein.

2. Einleitung

2.1 Ziel und Zweck

Das vorliegende Dokument beschreibt die Art der Leitungen für die Seewasserfassungen und -rückgaben und die Leitungsführung für das Anergienetz innerhalb der Stadtzone.

2.2 Freigabe und Aktualisierung

Für den Inhalt und die Aktualisierung ist das Bearbeitungsteam verantwortlich. Die Freigabe von Aktualisierungen erfolgt durch die Gesamtleitung.

3. Technische Machbarkeit

3.1 Seewasserfassungen

Das System des Energieverbundes soll in verschiedenen Ausbauetappen realisiert werden. Die erste Ausbauetappe befindet sich am Seeufer. In weiteren Ausbauetappen soll das System landwärts erweitert werden. Für die erste Ausbauetappe sind zwei Seewasserfassungen geplant. Das Seewasser kann so am effizientesten an den Bedarfsort gebracht werden. Mehrere Fassungen ergeben auch eine Redundanz im System. Würde lediglich eine Fassung erstellt, müsste eine sehr grosse Seewasserfassung gebaut werden. Bezüglich der Gesamtkosten ist eine grosse Fassung nicht günstiger als 2 Fassungen.

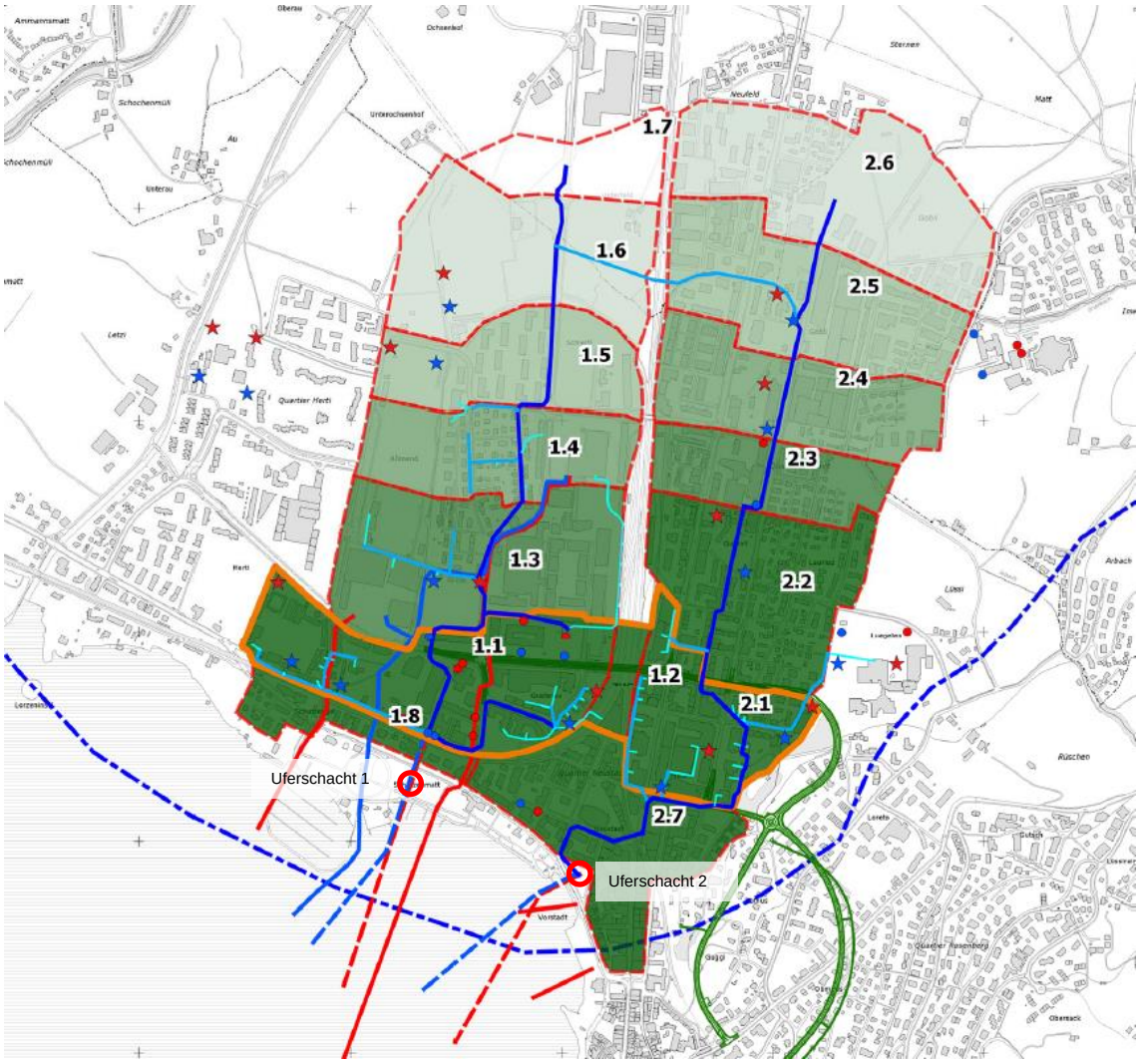

Abbildung 1: Übersicht Konzept Seewasserfassungen (rot gestr. = neue Fassungsleitung, blau gestr. = neue Rückgabeleitung, grün schraffiert = Ausbauetappen)

Die Seewasserfassungen werden auf den Endausbau dimensioniert. Die Fassungs- und Rückgabeleitungen weisen somit einen grösseren Durchmesser auf, als er für die erste Ausbauetappe erforderlich ist. Ein etappenweiser Ausbau der Fassungen zusammen mit der jeweiligen Erweiterung des Energieverbundsystems ist schwierig zu realisieren und käme im Gesamten teurer als der anfängliche Bau von zwei grossen Fassungen. (siehe Kapitel 4.1).

Folgende Wassermengen wurden aufgrund des Energiebedarfs ermittelt und sind im Dokument „Definition Energie und Leistung“, Quelle: [5] festgelegt.

Ausbaugrad	**Leistung Anergie kW**	**Wasserbedarf bei dT 1K**	**Def. Leitungsdurch-messer**
Fassung 1 1. Ausbauetappe	4‘435 kW	1‘805 m3/h	0.5 m
Fassung 1 Endausbau	17‘948 kW	11‘143 m3/h	1.2 m
Fassung 2 1. Ausbauetappe	4‘435 kW	1‘817 m3/h	0.5 m
Fassung 2 Endausbau	21‘500 kW	14‘201 m3/h	1.2 m

Tabelle 1: Übersicht Fassungsmengen Seewasser, Leitungsdurchmesser

Die Durchmesser wurden auf Basis von energetischen und leistungspezifiscgeb Überlegungen auf 1.2 m festgelegt (Siehe Bericht „Technischer Bericht Energie Leitungsnetz und Wirtschaft-lichkeit“ [7], Kap. 3.3, Seite 22). Die angenommene Anergieleistung liegt dabei auf der sicheren Seite. Sollte sich im Projektverlauf zeigen, welche Leistungen effektiv notwendig sind, kann die Seewasserleitung gegebenenfalls optimiert werden.

Die Kostendifferenz gegenüber einem Leitungsdurchmesser von 0.5 m, welcher minimal für die 1. Ausbauetappe erforderlich ist, wird im Kapitel 4 Kosten aufgezeigt.

Die Anforderungen an das gefasste Seewasser vonseiten Energienutzung sind im Winter und Sommer unterschiedlich. Im Winter wird möglichst warmes Wasser gewünscht, dem Wärme für Heizungszwecke entzogen werden kann. Im Sommer sollte das Seewasser möglichst kalt sein, um effizient kühlen zu können.

Der Wassertemperaturverlauf im Zugersee ist je nach Jahreszeit sehr verschieden. Im Sommer werden die oberflächennahen Wasserschichten erwärmt. In ca. 15 m Tiefe entsteht eine Sprungschicht, ab welcher das Wasser wesentlich kälter ist. Der See ist geschichtet: oben warm und unten kühl.
Im Winter ist das Seewasser über die ganze Wassertiefe ungefähr gleich kalt. Es weist eine Temperatur von 4 bis 6 Grad auf.

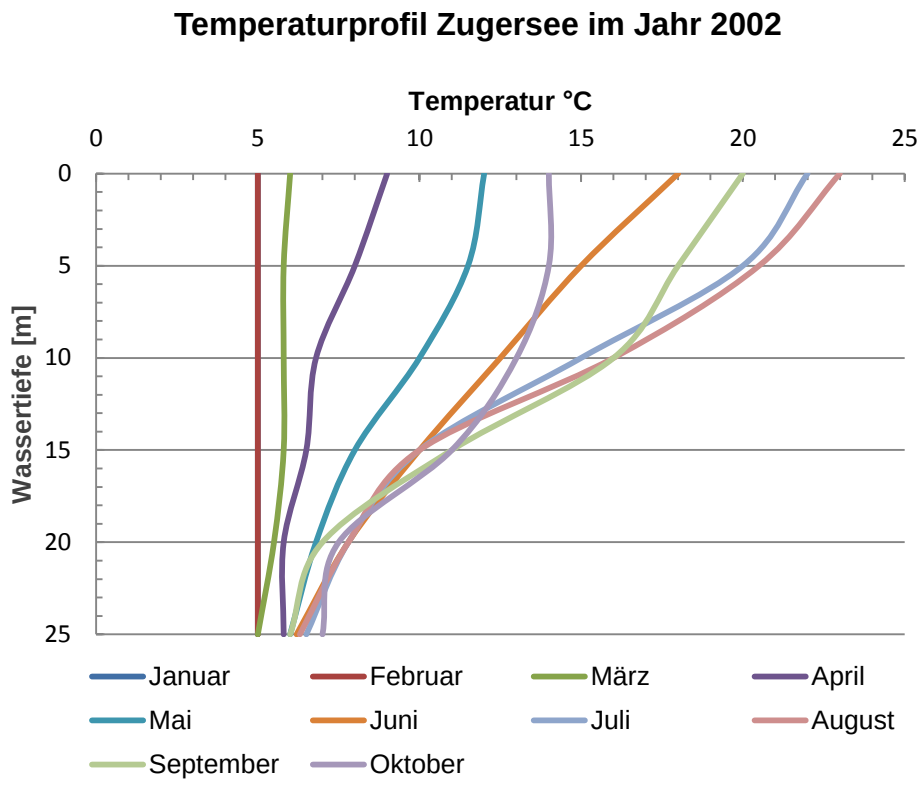

Abbildung 2: Temperaturprofile Zugersee

Massgebend für die Fassungstiefe wird somit der Sommerbedarf. Das Wasser muss im Sommer in einer Tiefe > 15 m gefasst werden.
Für eine grosse Fassungstiefe spricht auch das Wachstum von Wandermuscheln und Algen. Erfahrungen mit Wasserfassungen zeigen, dass ab einer Fassungstiefe von 15 - 20 m praktisch keine Probleme mehr mit Muschelbewuchs am Fassungsbauwerk oder in der Fassungsleitung auftreten. In dieser Tiefe gibt es nur noch vereinzelte Muschellarven.
Aufgrund der obigen Überlegungen wird eine Fassungstiefe von 28 m festgelegt. Es werden in der 1. Ausbauetappe zwei Fassungsleitungen erstellt, diese haben eine Leitungslänge von jeweils 400 m bis 450 m.

Die Lage der Fassungen wurde jeweils so gewählt, dass eine möglichst kurze Seewasserfassungsleitung entsteht und die Leitung gut ans Ufer geführt werden kann. Die Fassungsleitung sollte möglichst rechtwinklig zu den Höhenkurven im See verlaufen. Die Leitungslänge wird so minimiert.

Am Ende der Leitung wird ein spezielles Fassungsbauwerk, ein sogenannter Seiher (siehe Abbildung 3) erstellt. Mit dem Fassungsbauwerk wird sichergestellt, dass das Wasser ausreichend hoch über dem Seegrund gefasst wird und so möglichst keine Sedimente angesogen werden. Das Lochblech um den Seiher stellt sicher, dass keine Fische in die Leitung eintreten können.

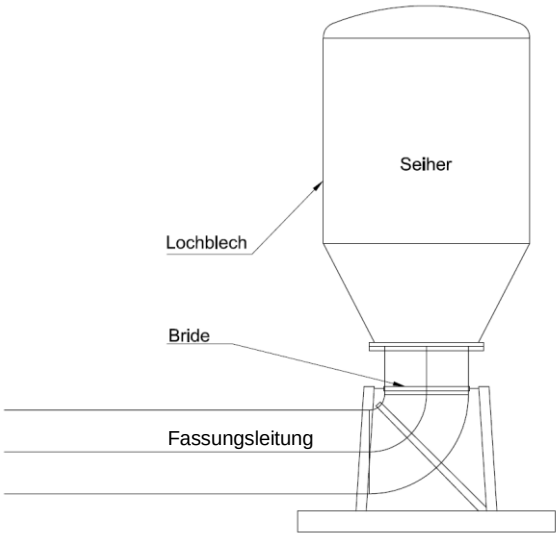

Abbildung 3: Schemaskizze des Fassungsbauwerks, Seiher

Die Fassungsleitung führt vom See gegen das Ufer. Ab einer Wassertiefe von kleiner ca. 5 m wird die Seeleitung im Seegrundmaterial eingegraben. Im Uferbereich wird die Leitung weiter ins Landesinnere geführt bis zum Uferschacht. Bei der Fassung 1 liegt dieser Uferschacht in Ufernähe auf der Wiese Schützenmatt, bei Fassung 2 befindet sich der Uferschacht in Ufernähe auf der Wiese Quartier Neustadt.

Bis zum Uferschacht liegt die Fassungsleitung unter dem minimalen Seewasserspiegel. Das heisst, das Seewasser muss nicht gepumpt werden, sondern läuft kommunizierend direkt vom See in den Uferschacht.

Die Fassungsleitung der Fassung 1 wird im grabenlosen Leitungsbau (Stossvortrieb) Richtung See erstellt. Die Stahlleitung wird so von der Wiese Schützenmatt in Richtung See gestossen, bis sie im See aus dem Seegrund austritt. Von dort aus wird sie konventionell verlängert. D.h. die Leitung wird eingeschwommen und mit Taucher abgesenkt. Von der Wiese Schützenmatt aus geht die Stahlleitung landwärts weiter und kreuzt die Seestrasse sowie private Grundstücke bis sie das Gebäude „FOKUS“ erreicht. Dieser Abschnitt soll aufgrund des Bahntrassees, der Seestrasse und den privaten Grundstücken ebenfalls als grabenloser Leitungsbau erstellt werden.

3.2 Seewasserrückgabe

Die Rückgabe des genutzten Seewassers erfolgt über Rückgabeleitungen. Der Kanton fordert, dass die Temperatur des in den See austretenden Rückgabewassers nicht mehr als 3 Grad von der Temperatur des Fassungswassers abweicht (Delta T < 3 Grad).
Phosphat im Seewasser beschleunigt das Algenwachstum im See. Seewasser in grösseren Tiefen hat einen höheren Phosphatgehalt als in den oberflächennahen Schichten (vor allem im Sommer). Wird nun Seewasser in 28 m Tiefe gefasst und oberflächennah zurückgegeben, führt dies zu einem verstärkten Algenwachstum im See. Dies ist unerwünscht. Der Kanton fordert deshalb weiter, dass sich das Rückgabewasser unterhalb der Sprungschicht (Wassertiefe 15 m) einschichten muss. Im Sommer wird das Seewasser durch die Energienutzung erwärmt. Es ist somit wärmer als das Wasser unterhalb der Sprungschicht und weist auch eine entsprechend geringere Dichte (kg/m3) auf. Das Rückgabewasser tritt am Ende der Rückgabeleitung aus, steigt aufgrund der geringeren Dichte auf, mischt sich in diesem Aufstiegsprozess mit dem umliegenden Seewasser und schichtet sich auf einer bestimmten Tiefe ein.

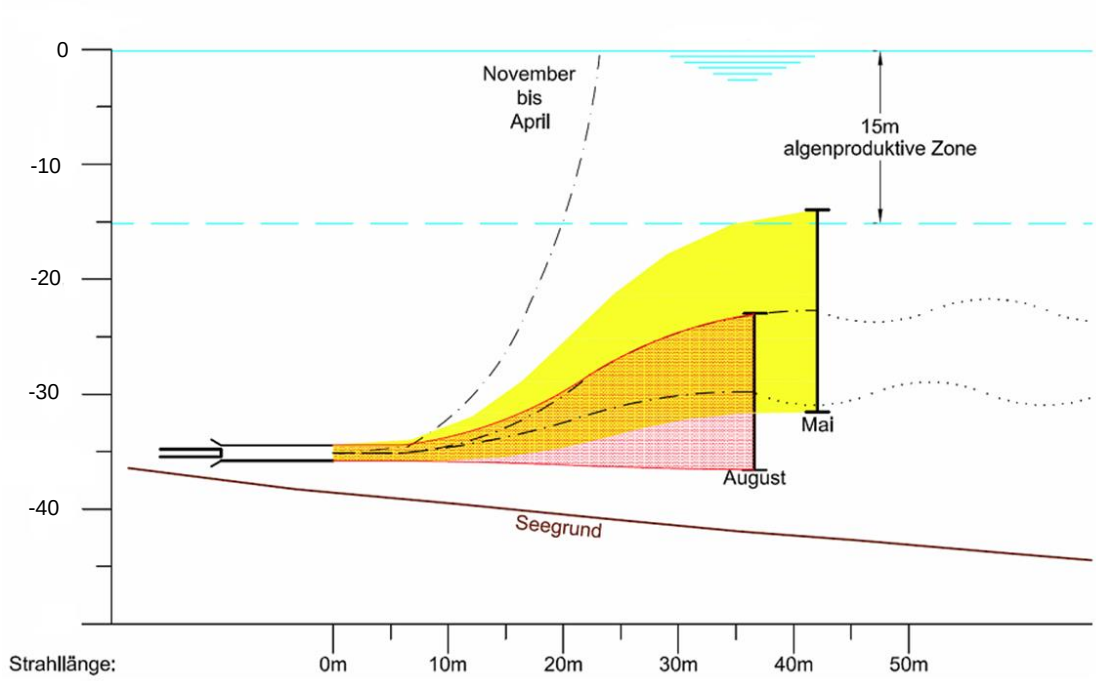

Abbildung 4: Schema Einschichtung von Rückgabewasser

Um den Prozess der Einschichtung zu optimieren und um sicher zu stellen, dass die Forderung Delta T < 3 Grad eingehalten werden kann, wird am Ende der Rückgabeleitung ein Mischer eingebaut. Im Mischer wird das erwärmte Rückgabewasser mit umliegenden Seewasser zwangsvermischt. Dadurch sinkt die am Ende des Mischers austretende Wassertemperatur. Ein solcher Mischer wurde bei der Rückgabeleitung Siemens bereits installiert. Mit dem Mischer können die Einleitbedingungen des Kantons gut eingehalten werden.

Abbildung 5: Foto Mischer Rückgabeleitung Siemens

Aufgrund der obigen Überlegungen wurde eine Rückgabetiefe der Rückgabeleitungen von 26 m festgelegt. Die Rückgabeleitungen haben eine Leitungslänge ab Ufer von jeweils 400 m - 450 m. Die Rückgabestandorte werden so gewählt, dass kein Kurzschluss mit den Fassungsstellen entsteht.

Die Rückgabeleitung der Fassung 1 wird analog der Fassungsleitung als Stahlleitung ausgebildet, im Uferbereich im grabenlosen Bauverfahren erstellt und im See konventionell verlängert (siehe Kap 3.1).

3.3 Bewilligungsfähigkeit

Erste Abklärungen mit den kantonalen Fachstellen haben gezeigt, dass die Seewasserfassungen voraussichtlich bewilligungsfähig sind (siehe hierzu [6]).

3.4 Leitungsführung am Land

3.4.1 Leitungskonzept für Anergienetz

Das Konzept sieht vor, für das Anergienetz des Energieverbundes ein Zweileitersystem einzusetzen (siehe hierzu Technischer Bericht Anergienetz und wissenschaftliche Begleitung [3]). In diesem Leitungssystem wird unterschieden zwischen Zonenerschliessung, Zonenverteilung und Hausanschluss:

Zonenerschliessung (dunkelblau): Die Zonenerschliessung beinhaltet die Hauptleitungen, welche die einzelnen Verteilschächte miteinander verbindet. Von den grossen Wärmetauschern der See- und Grundwasserfassungen (Zentrale) führen diese Hauptleitungen sternförmig zu Verteilschächten. Die Hauptleitungen haben Durchmesser von 60 cm bis 80 cm. Grosse Energienutzer können auch direkt über die Zonenerschliessung erschlossen werden, indem für solche Nutzer separate Hauptleitungen erstellt werden (z.B. FOKUS).

Zonenverteilung (blau): Ab diesen Verteilschächten erfolgt eine Feinverteilung in die einzelnen Quartiere und Strassenzüge. Die Leitungsdurchmesser der Zonenverteilung liegen zwischen 20 cm bis 60 cm.

Hausanschluss (hellblau): Von den Zonenverteilungen aus werden die einzelnen Liegenschaften erschlossen. Die Leitungsdurchmesser der Hausanschlüsse liegen zwischen 10 cm und 30 cm.

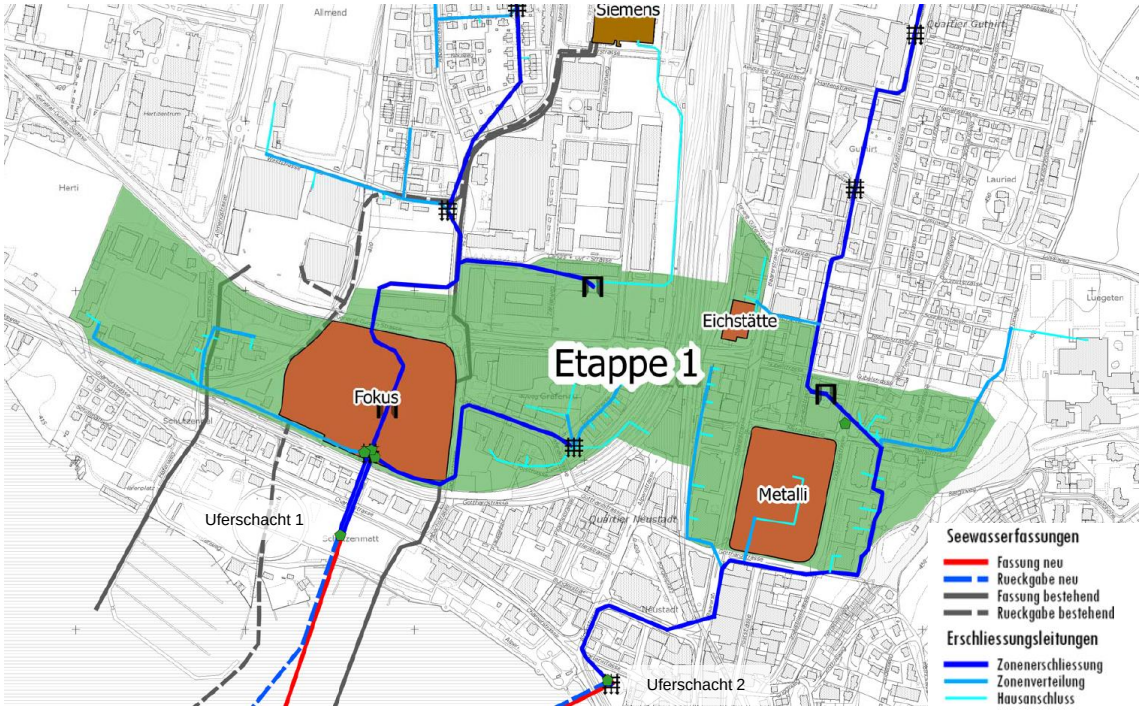

Abbildung 6: Übersicht Leitungsführung Anergienetz

3.4.2 Leitungsführung

Die Leitungsführung folgt grundsätzlich dem Strassenverlauf in der Stadt Zug. Die Leitungen werden, wo möglich im Strassenquerschnitt verlegt. Vielerorts ist dies möglich. In einzelnen Strassen hat es aufgrund bereits zahlreicher Leitungen zu wenig Platz im Strassenbereich. Bei solchen Strassen ist man mit dem Leitungstrassee teilweise in die benachbarten Grundstücke ausgewichen und platziert die Leitungen parallel zur Strasse im Bereich des durch die Bauordnung vorgeschriebenen Strassenabstands.

Die Seewasserleitung soll für die Erschliessung des Gebietes Fokus mit einem grabenlosen Verfahren erstellt werden. Dabei unterquert diese den Bahndamm sowie private Grundstücke. Die genaue Lage der Leitung muss im Detailprojekt definiert werden.

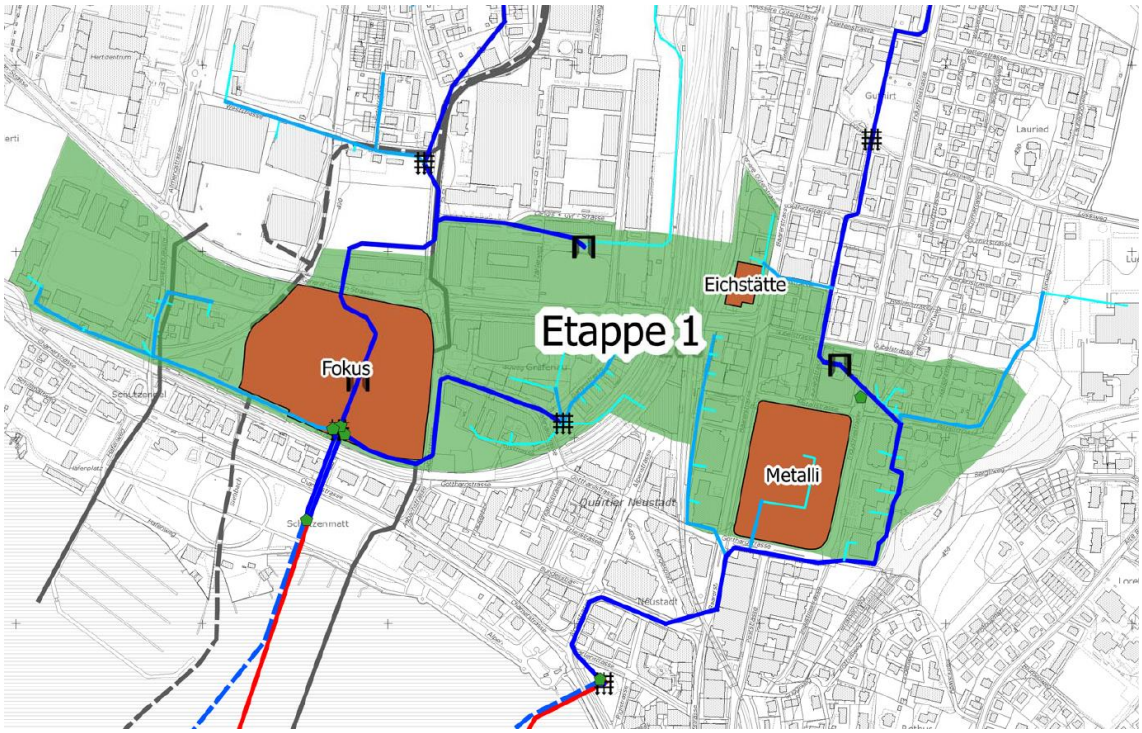

Abbildung 7: Planausschnitt Leitungsführung (Beilage 1325-18)

Die Leitungen werden in einer Tiefe von ca. 1.7 m verlegt. Je nach Platzverhältnissen werden die beiden Leitungen des Zweileitersystems nebeneinander oder übereinander angeordnet. Aufgrund der vorhandenen Leitungspläne wurde überlegt, wo und wie die Leitungen des Energieverbundes verlegt werden können.

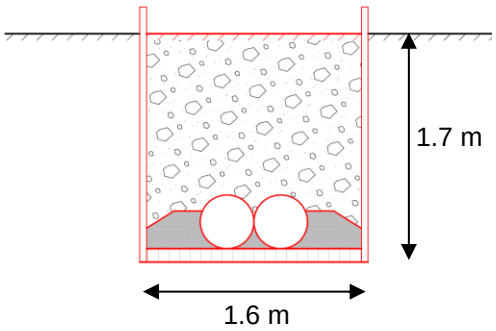

Abbildung 8: Normquerschnitte Grabenprofil (d = 400 mm)

Alternative Leitungsführungen wurden geprüft. Eine direkte Leitungsführung quer unter den Grundstücken wurde verworfen. Auch wenn sich die Leitung in einer grossen Tiefe befindet, braucht es für jedes Grundstück ein Durchleitungsrecht und die spätere Zugänglichkeit ist beschränkt (siehe hierzu Plan-Nr. 1325-7).

Als alternative Leitungsführung wurde eine Kombination mit dem neu geplanten Meteorwasserkanal geprüft. Die Erstellungskosten für die Konstruktion im Meteorwasserkanal sind ungefähr gleich hoch wie die Kosten für den Leitungsbau im offenen Graben. Hinzu kommen die zusätzlichen Kosten für die Vergrösserung des Meteorwasserkanals, bei welchem durch die Leitungen der Durchfluss verringert wird. Aus diesem Grund wurde diese Variante verworfen.

3.4.3 Leitungsbau / Materialisierung

Grundsätzlich wird zwischen grabenlosem Leitungsbau und offener Baumethode unterschieden.

Beim grabenlosen Leitungsbau wird die Leitung von einem Schacht aus gestossen oder gezogen, ohne dass ein Leitungsgraben geöffnet werden muss. Ca. alle 100 m bis 150 m muss ein Zwischenschacht erstellt werden. Für die seitlichen Anschlüsse (Verzweigungen, etc.) muss jedoch ein Schacht gebaut werden, um einen Leitungszusammenschluss zu erstellen. Die Kosten für einen grabenlosen Leitungsbau sind teurer als der Leitungsbau in offener Bauweise. Aus diesen Gründen soll der grabenlose Leitungsbau lediglich bei Strassenquerungen und speziellen Randbedingungen eingesetzt werden. Ansonsten werden die Leitungen in offener Bauweise erstellt.

Aufgrund der grossen Durchmesser werden für die Hauptleitungen Stahlrohre verwendet. Diese sind gegen Innen- wie auch Aussendruck sehr resistent.
Die Zonenverteilung kann mit Stahlleitungen oder HDPE Leitungen erstellt werden.

4. Kosten

4.1 Seewasserfassung und –rückgabe

Seewasserfassungen in der vorgesehenen Grössenordnung wurden in der Schweiz schon mehrere erstellt. Für die Kostenschätzung konnte man daher auf Erfahrungswerte basieren. Zusammenfassend ergeben sich für die 1. Ausbauetappe folgende Baukosten für die beiden Seewasserfassungen und –rückgaben:

Seewasserfassung	**Fassungsleitung 0.5 m**		**Fassungsleitung 1.2 m**	
	Fassung 1	Fassung 2	Fassung 1	Fassung 2
Installation	80'000.00	80'000.00	130'000.00	130'000.00
Leitung von Uferschacht bis See	295'000.00	190'000.00	520'000.00	275'000.00
Leitung im See	205'000.00	260'000.00	670'000.00	950'000.00
Einlaufbauwerk, Seiher	50'000.00	50'000.00	100'000.00	100'000.00
Uferschacht	240'000.00	240'000.00	265'000.00	265'000.00
Planung 20%	170'000.00	160'000.00	340'000.00	340'000.00
Total	**1'040'000.00**	**980'000.00**	**2'025'000.00**	**2'060'000.00**
MwSt.	80'000.00	80'000.00	160'000.00	160'000.00
Total inkl. MwSt.	1'120'000.00	1'060'000.00	2'185'000.00	2'220'000.00
Total Fassung inkl. MwSt.	**2'180'000.00**		**4'405'000.00**	

Tabelle 2: Kosten nach Kostenteiler Seewasserleitung, Fassungsleitung

Für die Rückgabeleitung werden die Kosten wie folgt geschätzt

Seewasserrückgabe	**Rückgabeleitung 0.5 m**		**Rückgabeleitung 1.2 m**	
	Rückgabe 1	Rückgabe 2	Rückgabe 1	Rückgabe 2
Installation	80'000.00	80'000.00	130'000.00	130'000.00
Leitung von Uferschacht bis See	295'000.00	190'000.00	520'000.00	275'000.00
Leitung im See	170'000.00	230'000.00	490'000.00	830'000.00
Auslaufbauwerk, Mischer	75'000.00	75'000.00	75'000.00	75'000.00
Uferschacht	0.00	0.00	0.00	0.00
Rückförderpumpe	100'000.00	100'000.00	180'000.00*	180'000.00*
Planung 20%	140'000.00	140'000.00	280'000.00	300'000.00
Total	**860'000.00**	**815'000.00**	**1'675'000.00**	**1'790'000.00**
MwSt.	70'000.00	70'000.00	130'000.00	140'000.00
Total inkl. MwSt.	**930'000.00**	**885'000.00**	**1'805'000.00**	**1'930'000.00**
Total Fassung inkl. MwSt.	**1'815'000.00**		**3'735'000.00**	

Tabelle 3: Kosten nach Kostenteiler Seewasserleitung, Rückgabeleitung

* Es wird nur eine der vier notwendigen Rückförderpumpen in der 1. Ausbauetappe in Betrieb genommen.

Die Mehrkosten, welche durch den Vollausbau mit dem grösseren Durchmesser der Leitung entstehen, sind als Vorinvestition des Endausbaus zu sehen. Eine spätere Vergrösserung der Durchmesser oder zusätzliche Fassungen würden wesentlich teurer ausfallen.

4.2 Landleitungen (Zonenerschliessung, Zonenverteilung)

Für verschiedene Leitungsdurchmesser wurden die Baukosten im Rahmen einer Elementkostenberechnung ermittelt. Am Beispiel einer Doppelleitung, Durchmesser 40 cm wird die Kostenberechnung hier exemplarisch dargestellt. Die weiteren Kostenberechnungen befinden sich im Anhang.

Bauteil	**Doppelleitungskosten pro Laufmeter**
Aufbrechen Strasse inkl. Entsorgung	70.00
Erdaushub	100.00
Sicherung Grabenwände	400.00
Geröllbeton	80.00
Verlegen Leitung (2 Leitungen)	550.00
Einbetonieren Leitung	180.00
Verfüllen inkl. Verdichten	90.00
Belag einbauen	290.00
Kosten pro m' Doppelleitung	1‘760.00
Kosten pro m' Doppelleitung inkl. MwSt.	**1‘900.00**
Bau allgemein (Installation, Verkehrsführung, Signalisation)	190.00

Tabelle 4: Bsp. Elementkostenberechnung d = 40 cm

Für die grabenlosen Leitungen wurden bei Unternehmern Richtpreise eingeholt.

4.3 Gesamtkosten Leitungsbau 1. Ausbauetappe

Aufgrund der ermittelten spezifischen Kostenkennwerte wurden die Gesamtkosten für diverse Ausbauvarianten ermittelt und verschiedene Szenarien durchgerechnet. Die genauen Kosten Berechnungen sind im Bericht „ [7] aufgelistet.

5. Referenzendokumente

[Nr.]	Dokumentenbezeichnung	Version
[1]	Energieverbund Zug Projekthandbuch (Machbarkeitsstudie)	10. / 12. August 2013
[2]	Übergeordneter Bericht	17.04.2014
[3]	Technischer Bericht Anergienetz und wissenschaftliche Begleitung	17.04.2014
[4]	Bericht VAW	06.02 2014
[5]	Definition Energie und Leistung	24.02.2014
[6]	Stellungnahme AWW	19.02.2014
[7]	Technischer Bericht Energie Leitungsnetz und Wirtschaftlichkeit.	17.04.2014

Tabelle 5: Referenzdokumente

6. Anhang

6.1 Laufmeterpreise Grabenbau

Leitungstiefe ca. 1.7 m

		Durchmesser Leitung in mm											
		100	200	300	400	500	600	700	800	1200			
Kosten pro m' Doppelleitung	Fr./m'	1'000.00	1'200.00	1'400.00	1'700.00	2'100.00	2'400.00	3'000.00	3'600.00	4'900.00			
Kosten pro m' Doppelleitung inkl. MwSt.	Fr./m'	1'100.00	1'300.00	1'600.00	1'900.00	2'300.00	2'600.00	3'300.00	3'900.00	5'300.00			
Schieberschacht	Fr./Stk.	3'300.00	3'700.00	4'700.00	6'200.00	8'300.00	10'100.00	14'300.00	26'000.00	87'100.00			
Schieberschacht inkl. MwSt.	Fr./Stk.	3'500.00	4'000.00	5'100.00	6'700.00	8'900.00	10'900.00	15'400.00	28'100.00	94'000.00			

6.2 Laufmeterpreis Grabenlos

Leitungstiefe ca. 2.0 m

Zusammenstellung Kosten

		Durchmesser Leitung in mm							
		100	200	400	500	600	800	1000	1200
Installation	Fr. gl	5'000.00	5'000.00	10'000.00	12'500.00	15'000.00	20'000.00	20'000.00	20'000.00
Startgrube	Fr. gl	5'000.00	5'000.00	10'000.00	12'500.00	15'000.00	20'000.00	25'000.00	25'000.00
Zielgrube	Fr. gl	5'000.00	5'000.00	10'000.00	12'500.00	15'000.00	20'000.00	25'000.00	25'000.00
Leitung Vortrieb	Fr./m	150.00	300.00	600.00	750.00	900.00	1'200.00	1'500.00	1'800.00
2. Leitung in selber Start- und Zielgrube	Fr./m	150.00	300.00	600.00	750.00	900.00	1'200.00	1'500.00	1'800.00
Doppelleitungskosten	Fr./m	155.25	379.50	690.00	950.00	1'035.00	1'932.00	2'415.00	2'898.00

Laufmeterkosten abhängig von der Leitungslänge

	Leitungslänge	Durchmesser Leitung in mm							
	m	100	200	400	500	600	800	1000	1200
Kosten pro Laufmeter Doppelleitung	10	2'000.00	2'500.00	4'900.00	6'200.00	7'400.00	10'400.00	12'500.00	13'500.00
	20	1'300.00	1'800.00	3'400.00	4'400.00	5'100.00	7'400.00	9'000.00	10'000.00
	50	800.00	1'300.00	2'500.00	3'200.00	3'800.00	5'600.00	6'900.00	7'900.00
	100	700.00	1'200.00	2'200.00	2'900.00	3'300.00	5'000.00	6'200.00	7'200.00
	150	600.00	1'100.00	2'100.00	2'700.00	3'200.00	4'800.00	5'900.00	7'000.00
	200	600.00	1'100.00	2'100.00	2'700.00	3'100.00	4'700.00	5'800.00	6'900.00
	250	600.00	1'100.00	2'100.00	2'600.00	3'100.00	4'600.00	5'700.00	6'800.00
	300	600.00	1'100.00	2'000.00	2'600.00	3'000.00	4'600.00	5'700.00	6'800.00
	350	500.00	1'100.00	2'000.00	2'600.00	3'000.00	4'600.00	5'700.00	6'700.00