
Energieverbund Zug Machbarkeitsstudie

Technischer Bericht Energie und Leitungsnetz FOKUS

Auftraggeber:

Stadt Zug

Kanton Zug

Bearbeitungsteam:

Urs Steinemann, Ingenieurbüro US

Roland Grab und Daniel Kaufmann, Hans Abicht AG

Erstelldatum:

17.04.2014

Revidiert:

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	3
1. Zusammenfassung	4
2. Einleitung	4
2.1 Ziel und Zweck	4
2.2 Grundlagen	4
2.3 Abkürzungen	5
2.4 Freigabe und Aktualisierung	5
3. Wärme- und Kältebedarf und dessen Deckung	5
3.1 Bestehende Situation	5
3.1.1 Bauten Kanton	5
3.1.2 Bauten ZVB und RDZ	7
3.2 Neue Situation mit dem Projekt FOKUS	7
4. Technische Machbarkeit	7
4.1 Seewassernutzung	7
4.1.1 Allgemeines	7
4.1.2 Wärmeentzug	8
4.1.3 Wärmeeintrag	9
4.2 Grundwassernutzung	9
4.2.1 Allgemeines	9
4.2.2 Wärmeentzug und Wärmeeintrag	10
4.3 Gemeinsame Nutzung von Seewasser	10
4.4 Gesamtprinzip mit Seewasser und Tiefengrundwasser	11
5. Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit	11
6. Umweltentlastung	11
7. Schnittstellen	11
8. Referenzdokumente	12
9. Anhang	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Temperaturverlauf Seewasser	8
Abbildung 2: Wärmeentzug aus dem Seewasser ohne Venturidüse	8
Abbildung 3: Wärmeentzug aus dem Seewasser mit Venturidüse mit Faktor 3	9
Abbildung 4: Wärmeeintrag ins Seewasser mit verschiedenen Venturidüsen	9
Abbildung 5: Wärmebilanz im Grundwasser	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusätzliche Grundlagen	4
Tabelle 2: Abkürzungen	5
Tabelle 3: Referenzen	12

1. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass beim Projekt Fokus die Versorgungssicherheit mit der Seewassernutzung vor allem betreffend Kühlung massgeblich verbessert wird. Zusätzlich gewährleistet die Seewassernutzung eine langfristige Nutzung des Tiefengrundwassers, indem dank der ergänzenden Kühlung mit Seewasser eine über das Jahr ausgeglichene Wärmebilanz der Grundwassernutzung erreicht werden kann. Diese Vorteile gelten nicht nur für die geplanten Neubauten, sondern auch für die bestehenden Verwaltungsbauten an der Aa.

2. Einleitung

2.1 Ziel und Zweck

Die kantonale Verwaltung und die Zugerland Verkehrsbetriebe AG planen auf dem Areal an der Aa in Zug das gemeinsame Projekt FOKUS mit folgenden zwei Teilprojekten:

- Teilprojekt A: Neues Verwaltungszentrum (VZ3, inkl. VZ1 und Dritte)
- Teilprojekt B: Neuer Hauptstützpunkt für die Zugerland Verkehrsbetriebe AG (HSP ZVB, inkl. Provisorien)

In seinem Leitbild „Energie im Kanton Zug“ hat der Regierungsrat festgehalten, dass der Energiebedarf sinken muss. Die 2000-Watt-Gesellschaft ist das Ziel, der Weg dazu ist mit verhältnismässigen Massnahmen zu ebnen. Im Projekt FOKUS sollen die Ziele des Leitbildes zur Dokumentation der Vorbildfunktion des Kantons eingehalten werden. Dazu soll der Bedarf an Wärme, Kälte, Wasser, Warmwasser und Elektrizität durch technische und betriebliche Massnahmen minimiert werden und der verbleibende Bedarf mit einer energieeffizienten und möglichst CO₂-freien Gebäudetechnik gedeckt werden.

Für die Wärme- und Kälteversorgung soll gespanntes Tiefengrundwasser und Seewasser genutzt werden. Das vorliegende Dokument beschreibt die Einbindung des Projektes FOKUS in den geplanten Energieverbund von Stadt und Kanton Zug. Die Anforderungen an den Energieverbund bezüglich Energie und Leistung aus Sicht FOKUS werden definiert. Die Anbindung an den Energieverbund wird im Sinne eines Pilotobjekts definiert.

2.2 Grundlagen

Die verwendeten Grundlagen sind im Projekthandbuch [1] und im übergeordneten Bericht [2] beschrieben. Zusätzlich verwendete Grundlagen sind:

Dokument	Version
Projekt FOKUS Grundlagen und Anforderungen betreffend Gebäudehülle und Gebäudetechnik	Arbeitsbericht zuhanden des Wettbewerbsverfahrens, Stand 14. März 2013
Projekt FOKUS, Teilprojekt A, Neues Verwaltungszentrum Bericht des Preisgerichtes	Berichtsentwurf vom 14. Januar 2014, zuhanden Regierungsrat Kanton Zug
Projekt FOKUS, Teilprojekt B, Neuer Hauptstützpunkt für die Zugerland Verkehrsbetriebe AG Bericht des Beurteilungsgremiums	Berichtsentwurf vom 14. Januar 2014, zuhanden Regierungsrat Kanton Zug und Verwaltungsrat ZVB

Tabelle 1: Zusätzliche Grundlagen

2.3 Abkürzungen

Die verwendeten Abkürzungen sind im Projekthandbuch [1] beschrieben. Zusätzliche in diesem Dokument verwendete Abkürzungen sind in der folgenden Tabelle beschrieben.

Abkürzung	Bedeutung
CO ₂	Kohlendioxid
EBF	Energiebezugsfläche
FOKUS	Gemeinsames Projekt des Kantons Zug und der Zugerland Verkehrsbetriebe AG
GG	Gerichtsgebäude
HBA	Hochbauamt Kanton Zug
KBZ	Kaufmännisches Bildungszentrum
RZ	Rechenzentrum
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Strafa	Strafanstalt
VG	Verwaltungsgebäude
VZ	Verwaltungszentrum
WP	Wärmepumpe
ZuPo	Zuger Polizei
ZVB	Zugerland Verkehrsbetriebe AG

Tabelle 2: Abkürzungen

2.4 Freigabe und Aktualisierung

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

3. Wärme- und Kältebedarf und dessen Deckung

3.1 Bestehende Situation

3.1.1 Bauten Kanton

Es sind die folgenden bestehenden Bauten des Kantons betroffen (Angaben zur EBF gemäss Energiestatistik Hochbauamt, Berechnung nach der neuen Norm SIA 416/1:2007):

Objekt	EBF in m ²	Inbetriebnahme
Aabachstrasse 5, Verwaltungsgebäude 1 (VG1)	10'168	1991
Aabachstrasse 3 Gerichtsgebäude (GG)	2'204	1991
Aabachstrasse 1 Verwaltungsgebäude 2 inkl. RZ (VG2)	4'052	1999
An der Aa 4, Polizeigebäude (ZuPo)	8'739	1999
An der Aa 2, Strafvollzug (Strafa)	2'448	1999
Total kantonale Verwaltung exkl. KBZ	27'611	
Aabachstrasse 7, Kaufmännisches Bildungszentrum (KBZ)	9'758	2001
Total kantonale Verwaltung inkl. KBZ	37'369	

3.1.1.1 Energie- und Wasserverbrauch

Die Heizung und Kühlung aller kantonalen Bauten auf dem Areal an der Aa basieren auf der Nutzung von gespanntem Tiefengrundwasser. Die Heizung erfolgt mittels Wärmepumpen, die Kühlung hauptsächlich direkt mit dem Grundwasser (über Wärmetauscher, ohne Kältemaschine) und zu einem kleinen Teil mit Kältemaschinen (tiefes Temperaturniveau). Als Energieträger wird ausschliesslich Elektrizität verwendet.

Die Daten zum Energie- und Wasserverbrauch der bestehenden Bauten sind im Anhang A1 zusammengestellt.

3.1.1.2 Grundwassernutzung

Zur Nutzung des artesisch gespannten Tiefengrundwassers im Baarer Becken für Wärme- und Kühlzwecke bestehen heute auf dem Areal der kantonalen Verwaltung und des kaufmännischen Bildungszentrums die folgenden Bohrungen:

Verwaltung: 3 Entnahmebrunnen in Betrieb. Der Brunnen 1111 ist infolge zerstörter Filterstrecke nicht mehr in Betrieb.
2 Rückgabebrunnen
Grundwasservolumenstrom 60 m³/h = 1'000 l/min

KBZ: 1 Entnahmebrunnen
2 Rückgabebrunnen (neuer Rückgabebrunnen 1327 neben dem bestehenden Rückgabebrunnen 1297)
Genutzter Grundwasservolumenstrom 30 m³/h = 500 l/min. Kapazität des neuen Rückgabebrunnens 1'200 l/min.

Die Lage der bestehenden Bohrungen im Tiefengrundwasser ist im Anhang A2 dargestellt, der Anhang A3 zeigt das Prinzip der heutigen Grundwassernutzung. Die Grundwassertemperatur liegt ganzjährig bei 14 bis 15°C.

3.1.1.3 Wärme- und Kälteerzeugung

VG1, GG: 2 Wärmepumpen
Heizleistung 1 x 190 kW + 1 x 140 kW als Redundanz
Heizleistung heute max. 110 kW aufgrund ungenügender Förderleistung der Grundwasserbrunnen.
EBF = 12'372 m² → 22.6 W/m² resp. 11.3 W/m² mit 1 WP

VG2, ZuPo, Strafa: 2 Wärmepumpen
Heizleistung 2 x 107 = 214 kW
EBF = 15'239 m² → 14.0 W/m²
plus Abwärmenutzung Rechenzentrum

KBZ: 1 Wärmepumpe
Heizleistung 218 kW
EBF = 9'758 m² → 22.3 W/m²

3.1.2 Bauten ZVB und RDZ

Das ZVB-Hochhaus verfügt über eine Gasheizung. In der Garage und dem Depot der ZVB werden Heizöl und Elektrizität als Energieträger verwendet. Die Verbrauchsdaten des Jahres 2009 lauten:

Objekt	Erdgas kWh/a	Heizöl l/a	Elektrizität kWh/a	Wasser m ³ /a
Hochhaus	66'888	-	115'005	1'043
Garage/Depot inkl. Waschen	-	66'239	462'920	9'671
Total	66'888	66'239	577'925	10'714

Die Verbrauchsdaten des Jahres 2010 finden sich im Anhang A1.

3.2 Neue Situation mit dem Projekt FOKUS

Mit der geplanten Überbauung FOKUS werden die bestehenden Bauten ZVB und RDZ ersetzt und durch neue Nutzungen des Kantons und Dritter ergänzt. Die im Abschnitt 3.1.1 erwähnten bestehenden Bauten des Kantons bleiben vorerst bestehen.

Nach dem Bau der Gebäude des Teilprojektes A „VZ3, inkl. VZ1, Dritte“ und des Teilprojektes B „HSP ZVB, inkl. Provisorien“ beträgt der Leistungsbedarf nach ersten Abschätzungen:

- Wärmeleistungsbedarf ca. 1'700 kW
- Kälteleistungsbedarf ca. 1'000 kW
- Elektrischer Leistungsbedarf ca. 3'200 kW

Mit dem Projekt FOKUS soll eine Energieversorgungsanlage erstellt werden, welche die Bedürfnisse der neuen Bauten auf dem Areal abdeckt. Es ist eine Hauptzentrale vorgesehen, welche mit den bestehenden Anlagen der kantonalen Verwaltung so verbunden ist, dass die Versorgungssicherheit für den alten und den neuen Teil erhöht wird.

Im Projekt sind Energiepfähle, evtl. Energieschlitzwände, thermisch aktive Bodenplatten und Wände zum Heizen (via WP) und Kühlen (direkt) vorgesehen.

Als hauptsächliche Wärmequelle und -senke soll gespanntes Tiefengrundwasser und Seewasser genutzt werden. Die Grund- und Seewassernutzung soll so ausgelegt werden, dass ein Austausch mit den bestehenden Anlagen der Verwaltung und des KBZ sowie einer späteren Überbauung der Stadt auf dem Gaswerkareal möglich ist. Die Wärme- und Kälteerzeugung für das gesamte Areal soll an den Energieverbund angeschlossen werden und die Nutzung gegenseitiger Synergien ermöglichen.

4. Technische Machbarkeit

4.1 Seewassernutzung

4.1.1 Allgemeines

Das Seewasser wird unterhalb der Sprungschicht in einer Tiefe von etwa 26 m entnommen. In dieser Tiefe bestehen kaum noch Probleme mit Wandermuscheln und die Temperatur des Seewassers liegt meistens zwischen etwa 4 und 7°C. In den 10 Jahren von 2004 bis 2013 wurde der tiefste Wert mit 3.5°C im Februar 2006, der höchste Wert mit 8°C im November 2008 gemessen.

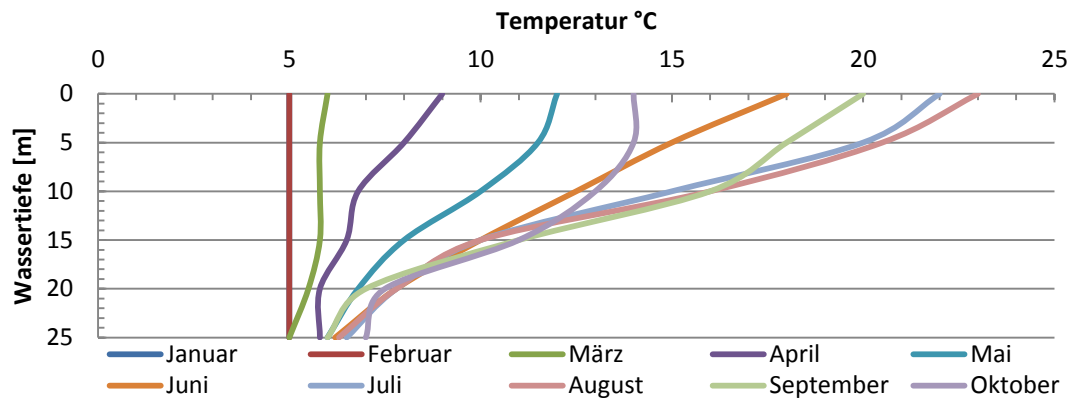


Abbildung 1: Temperaturverlauf Seewasser

Das Seewasser darf um maximal 3 K erwärmt oder abgekühlt werden. Dabei kann die Rückgabtemperatur mit einem Mischer (Venturidüse) an die umgebende Temperatur angepasst werden.

4.1.2 Wärmeentzug

Zur Vermeidung einer Eisbildung darf die Rückgabtemperatur aus dem Energieverbund nicht unter 1°C fallen. Bei Einhaltung einer Über- und Untertemperatur beim Seewasser-Wärmetauscher von 1 K kann die Rückgabtemperatur des Seewassers vor der Venturidüse 2°C betragen. Dies erfordert einen entsprechend gross dimensionierten Wärmetauscher, bei grösseren Temperaturdifferenzen wäre im Winter kein Wärmeentzug aus dem See möglich.

Die Abbildung 2 zeigt den Wärmeentzug aus dem See ohne Venturidüse, die Abbildung 3 mit einer Venturidüse mit einer Erhöhung des Wasserstromes um einen Faktor 3. Mit der Venturidüse kann der Wärmeentzug bei Wassertemperaturen über 5°C gesteigert werden. Bei Wassertemperaturen über 11°C bleibt der Wärmeentzug konstant.

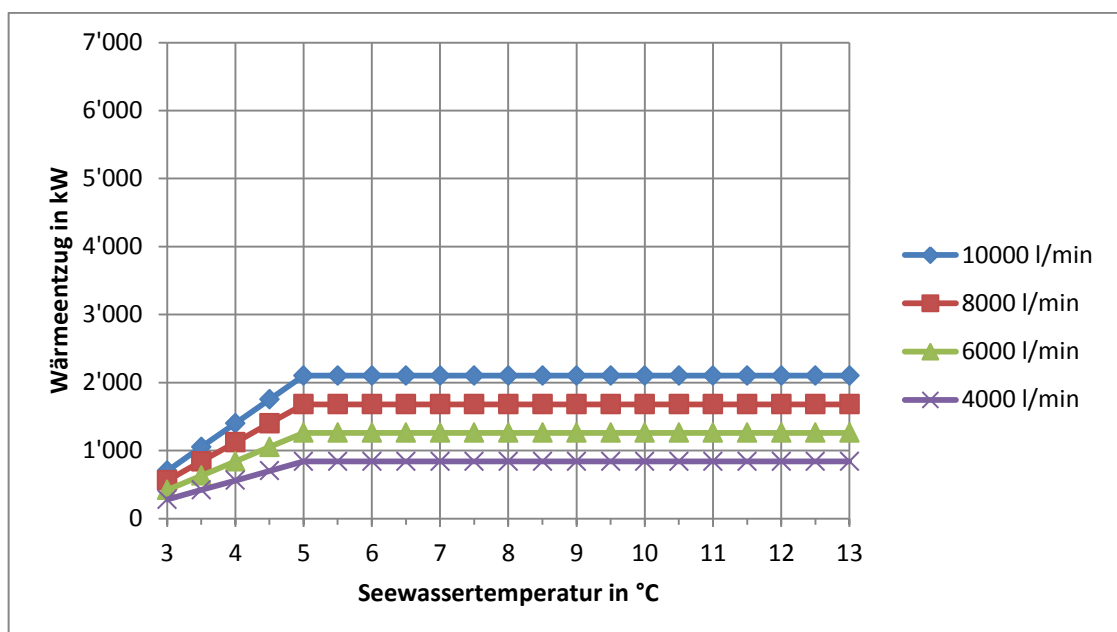


Abbildung 2: Wärmeentzug aus dem Seewasser ohne Venturidüse

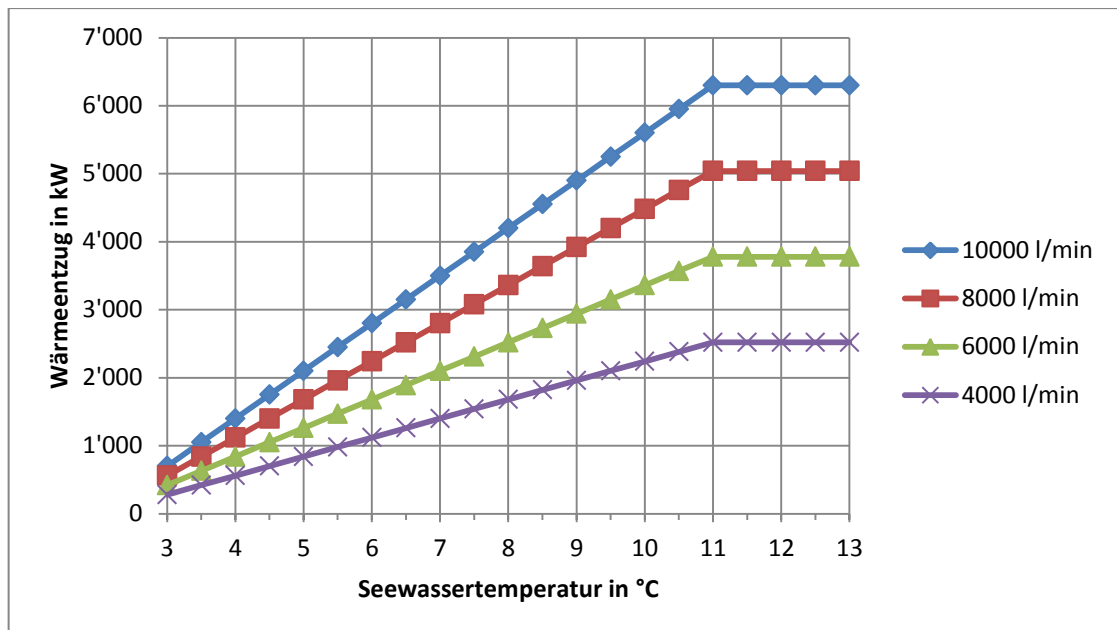


Abbildung 3: Wärmeentzug aus dem Seewasser mit Venturidüse mit Faktor 3

4.1.3 Wärmeeintrag

Bei einem Wärmeeintrag entfaltet die Venturidüse ihre Wirkung unabhängig von der Seewassertemperatur. Je nach Wassermenge und Faktor der Wassermengenerhöhung bei der Venturidüse ergibt sich bei der maximal zulässigen Temperaturdifferenz bei der Rückgabe in den See von 3 K der maximale Wärmeeintrag nach Abbildung 4.

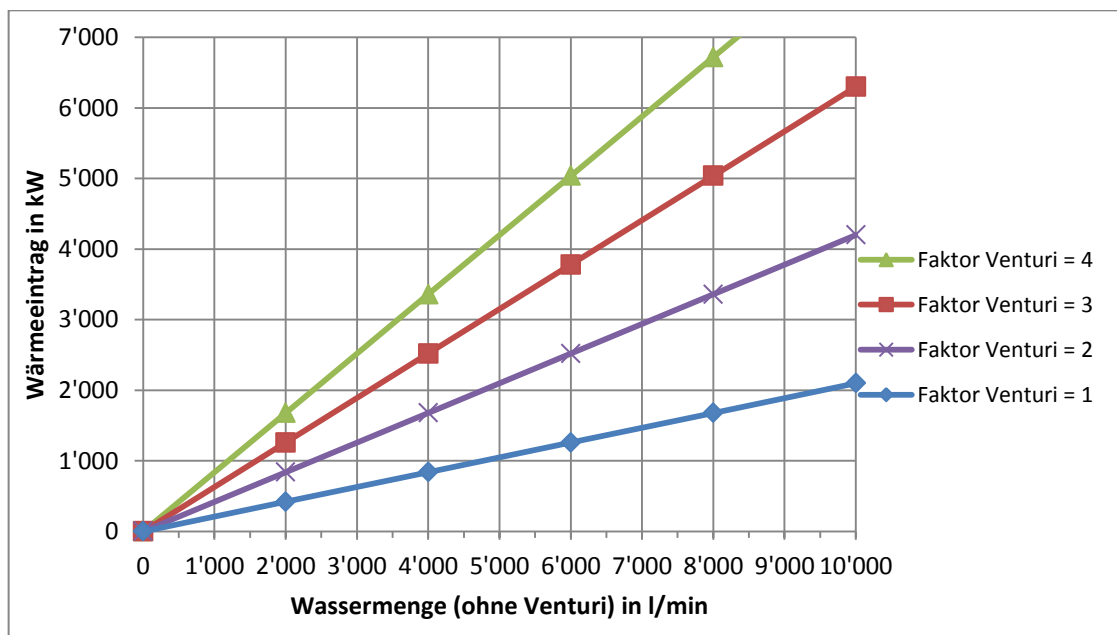


Abbildung 4: Wärmeeintrag ins Seewasser mit verschiedenen Venturidüsen

4.2 Grundwassernutzung

4.2.1 Allgemeines

Im Gebiet des Baarer Beckens kann gespanntes Tiefengrundwasser mit einer ganzjährig konstanten Temperatur um 14.5°C zum Heizen und Kühlen genutzt werden. Zur Erschliessung sind rund 150 m tiefe Bohrungen erforderlich. Bei neuen Bohrungen kann eine Ergiebigkeit um 1'000 l/min erwartet werden, in besonders günstigen Fällen können bis 1'500 l/min möglich sein.

Bei der Nutzung des Tiefengrundwassers sind die Anforderungen in der Wegleitung Grundwasserschutz des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (heute BfU) zu beachten [3]. Die Wärmenutzung darf insgesamt, d.h. unter Berücksichtigung aller im betrachteten Grundwassergebiet installierten Anlagen, die natürliche saisonale Temperatur des Grundwassers um nicht mehr als 3°C verändern. In der unmittelbaren Nachbarschaft des Rückgabebrunnens, d.h. in einem Umkreis von max. 100 m, darf die Veränderung mehr als 3°C betragen.

Während oberflächennahes Grundwasser meist eine klare Strömung aufweist, ist die Fließgeschwindigkeit im Tiefengrundwasser sehr klein. Das Tiefengrundwasser stellt einen grossen Saisonspeicher dar. Bei ausgeglichener Kälte-/Wärmebilanz können momentan auch grössere Temperaturdifferenzen ohne negative Auswirkungen gefahren werden.

Bei einer ausgeglichenen Gesamtbilanz von Wärmeentzug und Wärmeeintrag erscheint im Heizfall eine Abkühlung des Grundwassers um maximal etwa 10 K, im Kühlfall eine Erwärmung des Grundwassers um maximal etwa 12 K zulässig. Die konkreten Konzessionsbedingungen sind mit dem AfU auszuhandeln.

4.2.2 Wärmeentzug und Wärmeeintrag

Die Abbildung 5 zeigt die Wärmebilanz im Grundwasser je nach Wassermenge und Temperaturdifferenz. Für die weiteren Betrachtungen wird von einer Wassermenge von 1'000 l/min und einer Abkühlung von maximal 10 K (Wärmeentzug 700 kW) resp. Erwärmung um maximal 12 K (Wärmeeintrag 840 kW) ausgegangen.

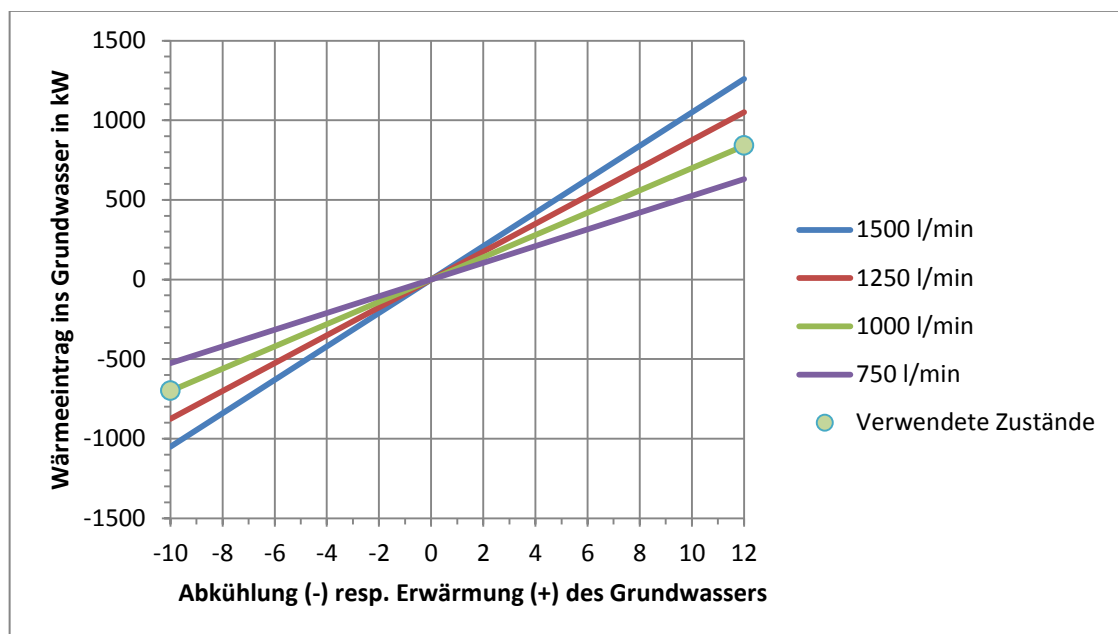


Abbildung 5: Wärmebilanz im Grundwasser

4.3 Gemeinsame Nutzung von Seewasser

Die tiefe Temperatur des Seewassers eignet sich hervorragend für eine direkte Kühlung ohne Kältemaschine.

In Anbetracht der unterschiedlichen Bedürfnisse und Randbedingungen von FOKUS und Energieverbund sind zwei separate Seewasserkreisläufe wünschbar. Unter Berücksichtigung des in Abschnitt 3.2 genannten Kälteleistungsbedarfs von ca. 1'000 kW ist für das Projekt FOKUS ein Wasserstrom von etwa 2'400 l/min vorzusehen (Venturidüse mit Faktor 3, max. Temperaturdifferenz im See = 3 K, 50 % Reserve).

Der Anhang A4 zeigt ein stark vereinfachtes Prinzipschema für eine künftige gemeinsame Nutzung von Seewasser mit separaten Kreisläufen für FOKUS und Energieverbund sowie einer gemeinsamen Fassung und Rückgabe des Seewassers. Im Kreis FOKUS wird das Seewasser

zunächst in Kühlern erwärmt und steht dann mit erhöhter Temperatur für die Heizung mittels Wärmepumpe zur Verfügung. Überschusswärme wird an den Energieverbund abgegeben.

4.4 Gesamtprinzip mit Seewasser und Tiefengrundwasser

Der Anhang A5 zeigt ein stark vereinfachtes Prinzipschema für die gemeinsame Nutzung von Tiefengrundwasser und Seewasser. Zur Erreichung einer guten Versorgungssicherheit wird vorgeschlagen, die Entnahme- und die Rückgabeburgen über Verteil- und Sammelbalken zu führen. So kann das Tiefengrundwasser auch genutzt werden, wenn ein Brunnen ausfällt oder wegen Unterhaltsarbeiten vorübergehend geschlossen werden muss. Wie im Anhang A5 dargestellt wäre es wünschbar, dieses Prinzip auf die bestehenden Grundwasserbohrungen an der Aa zu erweitern und so gegenseitig die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Besonders wünschbar ist diese Erweiterung für die Kühlung des bestehenden Rechenzentrums.

5. Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit

Die Gesamtkostenrechnung für den Energieverbund Zug ergibt bezogen auf die Nutzenergien Wärme und Kälte einen Gesamtpreis von unter 15 Rp/kWh (siehe Bericht Hans Abicht AG). Bei konventionellen Wärmeerzeugungslösungen resultieren mit vergleichbaren Randbedingungen und Betrachtung der Wärme alleine mittlere Gesamtkosten von etwa 16 bis 20 Rp/kWh. Bezüglich der Investitionskosten sind Gasheizungen nach wie vor am günstigsten. Bei den Gesamtkosten werden die tieferen Investitionskosten der fossilen Lösungen kompensiert durch die höheren Betriebskosten im Vergleich zu Lösungen mit Wärmepumpen.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Gesamtkosten des vorgesehenen Energieverbundes sehr konkurrenzfähig sind. Für das Projekt FOKUS sind folgende Vorteile des Energieverbundes von besonderer Bedeutung:

- Gleichzeitige Nutzung von Kälte und Wärme.
- Markante Erhöhung der Versorgungssicherheit mit der Nutzung von Seewasser und von Tiefengrundwasser aus mehreren, gekoppelten Bohrungen.
- Möglichkeit zur optimalen Nutzung der neuen und der bestehenden Grundwasserbrunnen mit einer ausgeglichenen Wärmebilanz über das Jahr. Dies gewährleistet eine langfristige Nutzung des Tiefengrundwassers.
- Erhöhung der Versorgungssicherheit auch für die bestehenden Anlagen auf dem Areal.

6. Umweltentlastung

Beim Projekt FOKUS soll im Sinne des Energieleitbildes der Energiebedarf durch bauliche und technische Massnahmen so weit wie möglich reduziert werden. Gemäss Wettbewerbsvorgabe sollen die zu erstellenden Bauten den Standard Minergie-P-ECO oder Mindergie-A-ECO bzw. einen vergleichbaren Standard erreichen. Der verbleibende Bedarf soll möglichst umweltfreundlich gedeckt werden. Dieses Ziel wird mit der kombinierten Nutzung von Tiefengrundwasser und Seewasser optimal erreicht.

Die Wärme- und Kälteerzeugung basiert auf der Nutzung von Umweltwärme und Elektrizität. Die Wärme wird mittels Wärmepumpen, die Kälte direkt mit See- oder Grundwasser ohne Einsatz von Kältemaschinen gedeckt. Vor Ort entstehen keine CO₂-Emissionen und keine Schadstoffemissionen. Ein Teil des Elektrizitätsbedarfs wird mit lokalen Photovoltaikanlagen vor Ort erzeugt.

7. Schnittstellen

Schnittstelle zu Hans Abicht AG → Energie und Leistungsbedarf

Schnittstelle zu EAWAG → Nutzung Seewasser

Schnittstelle zu Dr. Wyssling AG und Dr. Heinrich Jäckli AG → Nutzung Tiefengrundwasser

8. Referenzendokumente

[Nr.]	Dokumentenbezeichnung	Version
[1]	Energieverbund Zug Projekthandbuch (Machbarkeitsstudie)	1.0 / 12. August 2013
[2]	Übergeordneter Bericht	
[3]	Wegleitung Grundwassernutzung	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (heute BfU) Bern, 2004

Tabelle 3: Referenzen

9. Anhang

- A1 Energie- und Wasserverbrauch der bestehenden Bauten
- A2 Lage der bestehenden Bohrungen ins Tiefengrundwasser (Quelle: Geologisches Büro Dr. Lorenz Wyssling AG)
- A3 Prinzipschema der heutigen Nutzung von Tiefengrundwasser
- A4 Prinzipschema einer künftigen gemeinsamen Nutzung von Seewasser
- A5 Prinzipschema einer künftigen gemeinsamen Nutzung von Tiefengrundwasser und Seewasser

FOKUS ZUG: Energie- und Wasserverbrauch der bestehenden Bauten der Verwaltung im Jahr 2010

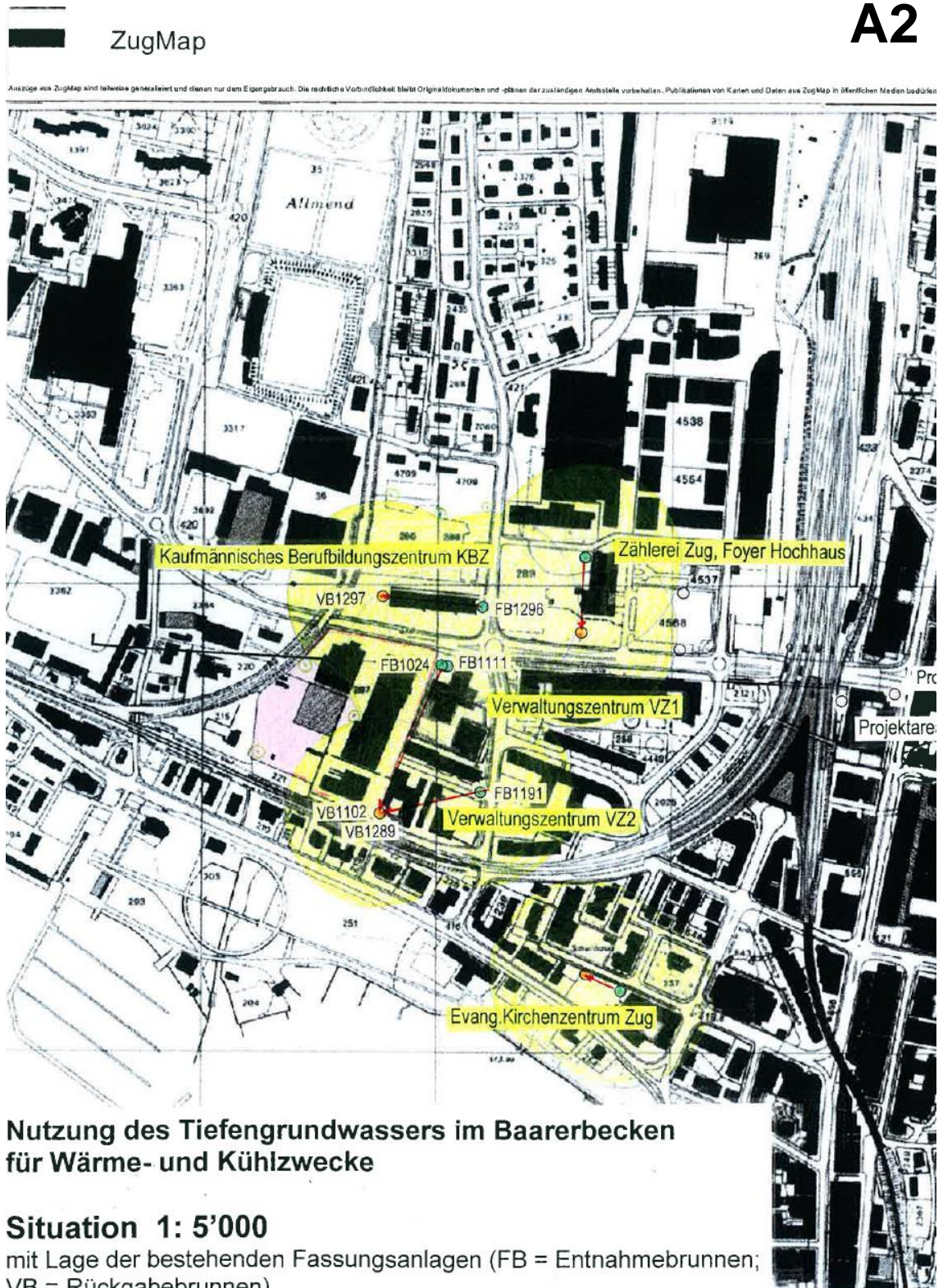
Objekt	EBF m ²	Elektrizität		Total exkl. WP kWh/a	Wärme		Wasser		
		Total inkl. WP kWh/a	Anteil WP kWh/a		Wärmezähler kWh/m ² .a	Wärmezähler kWh/m ² .a	Wasserzähler m ³ /a	Wasserzähler l/m ² .a	
Aabachstrasse 5, Verwaltungsgebäude 1	10'168					312'940	31		
Aabachstrasse 3, Gerichtsgebäude	2'204	1'916'677	117	130'518	10.55	134'527	61	3'045	246
Aabachstrasse 1, Verwaltungsgebäude 2 inkl. RZ	4'052					155'038	38	1'397	345
An der Aa 4, Polizeigebäude	8'739	801'932	92	129'170	8.48	248'499	28	2'328	266
An der Aa 2, Strafvollzug	2'448	304'175	124			141'205	58	3'396	1'387
Total exkl. KBZ	27'611	3'022'784	109	259'688	9.41	992'209	36	10'166	368
Aabachstrasse 7, Kaufm. Bildungszentrum *	9'758	430'000	44	54'850	5.62	248'220	25		
Total inkl. KBZ	37'369	3'452'784	92	314'538	8.42	1'240'429	33		

* Daten 2009

FOKUS ZUG: Energie- und Wasserverbrauch der bestehenden Bauten der Zugerland Verkehrsbetriebe AG im Jahr 2010

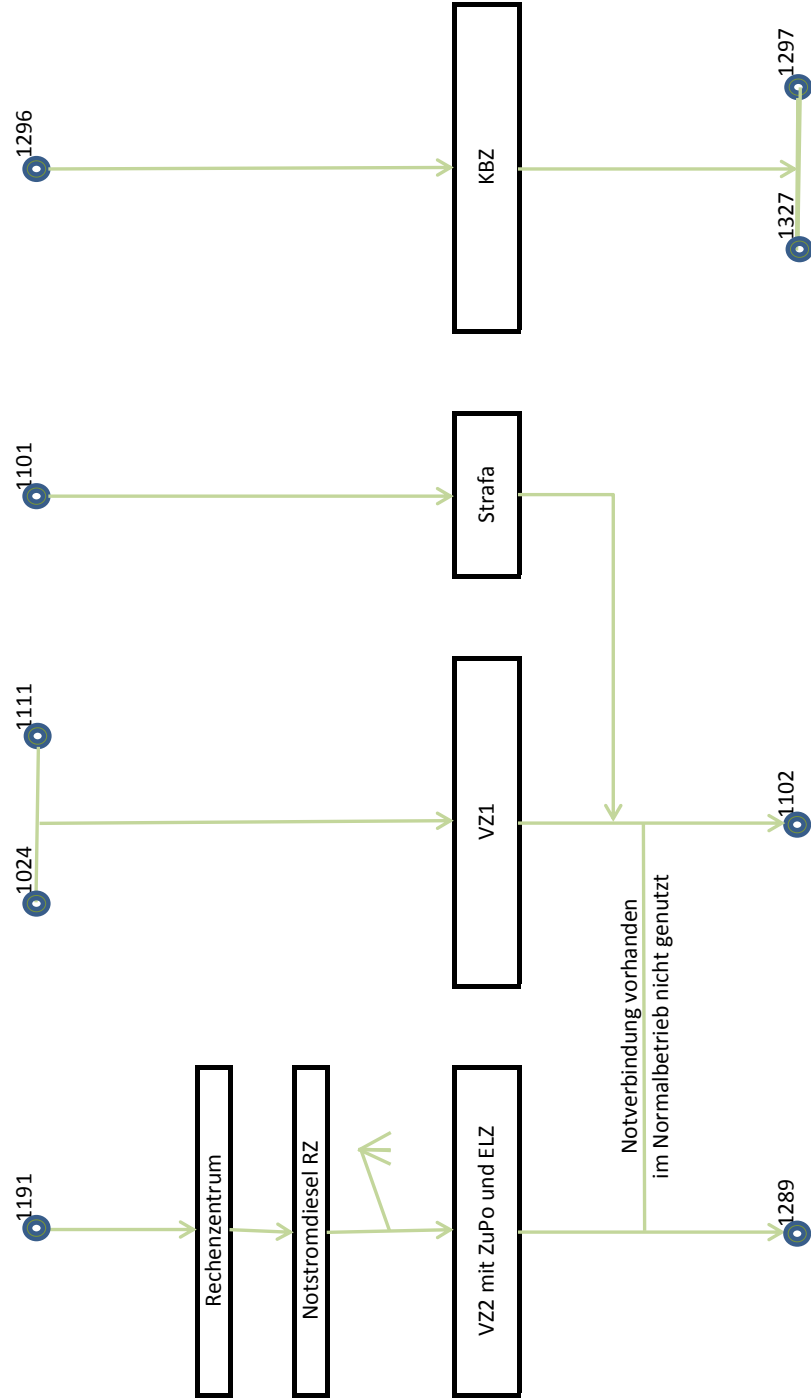
Objekt	EBF m ²	Elektrizität		Angabe ZVB kWh/m ² .a	Angabe ZVB l/a	Angabe ZVB l/m ² .a	Angabe ZVB m ³ /a
		Angabe ZVB kWh/a	Angabe ZVB l/m ² .a				
ZVB-Haus	980	133'015	136	74			993
Garage/Depot		456'786			100'152		9'139
Total		589'801			100'152		10'132

A1



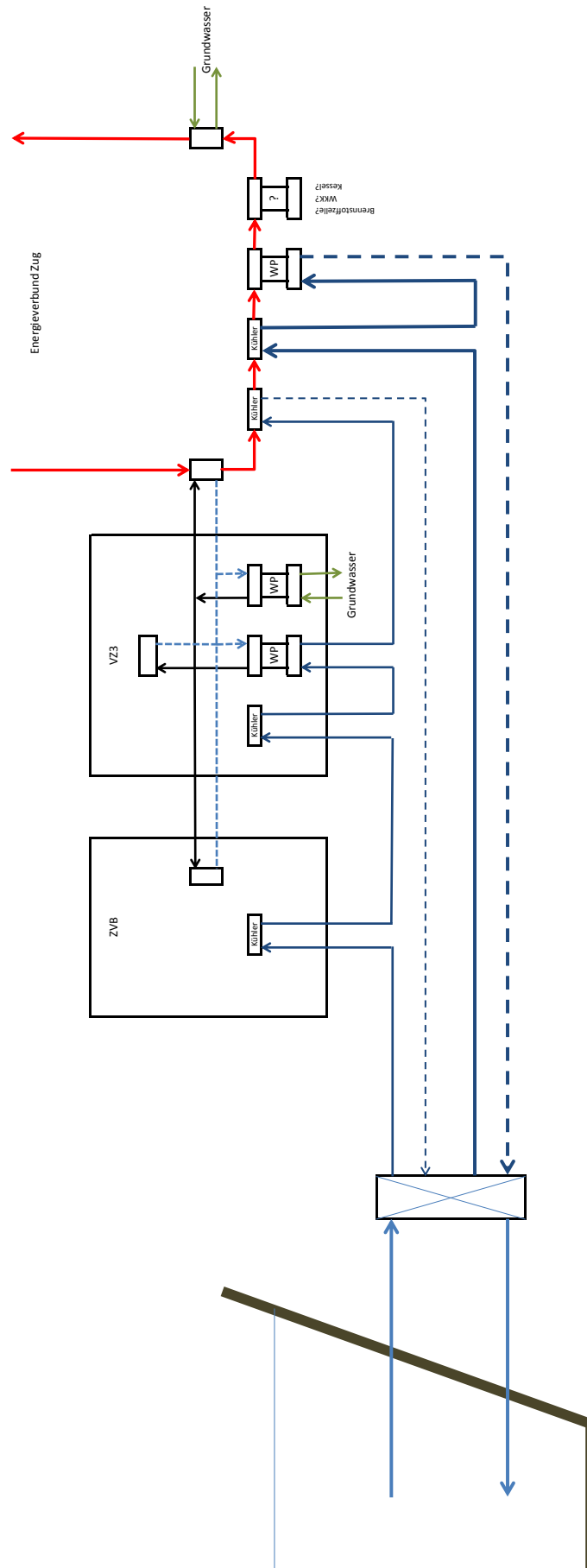
A3

Verwaltung an der Aa und KBZ: Heutige Nutzung von Tiefengrundwasser



A4

FOKUS und Energieverbund Zug: Gemeinsame Nutzung von Seewasser



A5

FOKUS und Energieverbund Zug: Gemeinsame Nutzung von Tiefengrundwasser und Seewasser

