Swiss Prime Site Immobilien AG
Frau Edna Slegers
Prime Tower
Hardstrasse 201
8005 Zürich

Rheinfelden, 09. März 2017

422-006 Usego Areal Olten

Energiekonzept

Abbildung 1: Altbau Usego Olten (Quelle: Masterplan FSP)

Erstellt: 07.03.18/rh
Geprüft: 08.03.18/md
422-006_6rh Usego Energiekonzept

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Details zum Dokument			
Titel:	Bericht Energiekonzept		
Dateiname:	422-006_6rh Usego Energiekonzept		
Dateigrösse:	3229 kB		
Pfad:	K:\422 fsp Architekten AG\422-006 fsp Usego Areal Olten\6 konzepte berichte\422-006_6rh Usego Energiekonzept.docx		
Ersteller:	Reto Heimberg	**Erstellt am:**	6. März 2018
Version	02 vom 09.03.2018		
Status	FREIGEGEBEN		

Änderungsindex			
Revision	**Beschreibung**	**Erstellt**	**Datum**
V02	Textliche Anpassungen	R. Heimberg	09.03.2018

Verteiler		
Name	**Firma/Institution**	**Bemerkung**
Edna Slegers	Swiss Prime Site	
Christian Schmitt	FSP Architekten	
Alexander Christen	FSP Architekten	

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Management Summary 4
2 Ausgangslage 5
2.1 Projektübersicht 5
2.2 Verfügbare Energieträger 6
3 Energiekonzept 7
3.1 Ausgangslage und Ziele 7
3.2 Zentrale oder dezentrale Energieerzeugung 7
3.3 Energie- und Leistungsbedarf 9
3.4 Varianten zur Energieversorgung 10
3.5 Standort der Wärmeerzeugung 11
3.6 Variante 1: 100% Erdwärme 12
3.7 Variante 2: Erdwärme und Erdgas 13
3.8 Variante 3: Luft-Wasser-Wärmepumpe und Gas 16
3.9 Variante 4: Holzpellet-Feuerung 17
3.10 Variante 5: 100% Erdgas 19
4 Variantenvergleich 21
4.1 Anteil erneuerbarer Energie 21
4.2 Wirtschaftlichkeit 22
4.3 Ökologie 24
4.4 Platzbedarf der Wärmeerzeugung 26
4.5 Zusammenfassung Variantenvergleich 26
5 Etappierung 27
6 Empfehlung 28
7 Anhang 29
7.1 Nutzungsgrade Wärmeerzeugung 29
7.2 Grundlagen Umweltbelastung 29
7.3 Grundlagen Wirtschaftlichkeitsberechnung 30
7.4 Angehängte Dokumente 31

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

1 Management Summary

Im Auftrag von SPS soll geprüft werden, wie ein ganzheitliches Energiekonzept für die Wärmeversorgung der geplanten Entwicklung des Usego Areals in Olten ökologisch und ökonomisch gelingen kann.

Die Bestandsaufnahme des Altbaus hat gezeigt, dass die Wärmeerzeugung in einem guten Zustand ist und nicht durch einen Anschluss an die neue Anlage ersetzt werden sollte. Für das Baufeld C, welches eine eigene Parzelle bildet, ist erst ab 2027 eine Realisierung geplant. Baufeld C soll daher zu einem späteren Zeitpunkt eine eigene Wärmeerzeugungsanlage erhalten. Für den Energiebedarf relevant sind dementsprechend die Baufelder A und B.

Der für diese Konzeptstudie massgebende Wärmebedarf ist wie folgt:

- Nutzleistung: ca. 375 kW
- Nutzenergie: ca. 825 MWh/a

Folgende Varianten zur Wärmeerzeugung wurden untersucht:

Nr.	Energieträger	Technologie
1	Erdwärme (+Strom)	Wärmepumpe(n)
2	Erdwärme (+Strom) + Erdgas	Wärmepumpe(n) + Gaskessel
3	Aussenluft (+Strom) + Erdgas	Wärmepumpe(n) + Gaskessel
4	Holz	Holzpelletkessel
5	Erdgas	Gaskessel

Tabelle 1 Wärmeerzeugungsvarianten

Die wirtschaftliche sowie ökologische Bewertung der 5 Varianten führt zu folgendem Ergebnis:

Aufgrund des Mindestanteils an erneuerbaren Energien von 20% am Energiebedarf für Heizung und Warmwasser werden die Varianten 3 „Luft + Gas“ und 5 „100% Erdgas“ ausgeschlossen. Die Machbarkeit der weiteren Varianten 1, 2 und 4 ist gewährt. Sie erreichen die Anforderungen an den Mindestanteil erneuerbarer Energie. Die jährlichen Kosten (Abschreibung, Energiekosten, Wartungskosten) liegen bei der Variante 2 „Erdwärme + Gas“ am tiefsten. In der Mitte liegen die Kosten für die Variante 4 „100% Pellets“ und am höchsten sind die jährlichen Kosten bei der Variante 1 „100% Erdwärme“. Im Vergleich der jährlich produzierten Treibhausgasemissionen liegt die Variante mit 100% Erdwärme an der Spitze. Fast gleichauf liegt die Variante mit einer Pelletfeuerung. Etwas mehr als dreimal so viel CO_2 wird bei der Variante mit einer kombinierten Lösung von Erdwärme und Gas erzeugt.

Die Variante Erdwärme + Gas wird unter den verbleibenden drei Varianten favorisiert.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

2 Ausgangslage

2.1 Projektübersicht

In der Entwicklung des Usego Areals in Olten erhalten drei Neubaukörper Platz neben dem historischen Altbau. Auf dem Areal befinden sich drei Baufelder auf denen jeweils ein Neubau errichtet wird. Als erstes wird auf dem Baufeld B ein Neubau erstellt. Darin befinden sich das Wohn- und Pflegeheim Tertianum sowie einige Mehrzweckräume. Auf dem Baufeld A wird in der zweiten Etappe ein Bau mit gewerblicher Nutzung errichtet. Langfristig soll auch auf dem Baufeld C ein Neubau mit voraussichtlich gewerblicher Nutzung sowie einer Parking-Anlage erstellt werden.

In diesem Energiekonzept werden mögliche Lösungen für die Areal-Energieversorgung entwickelt und deren Machbarkeit geprüft.

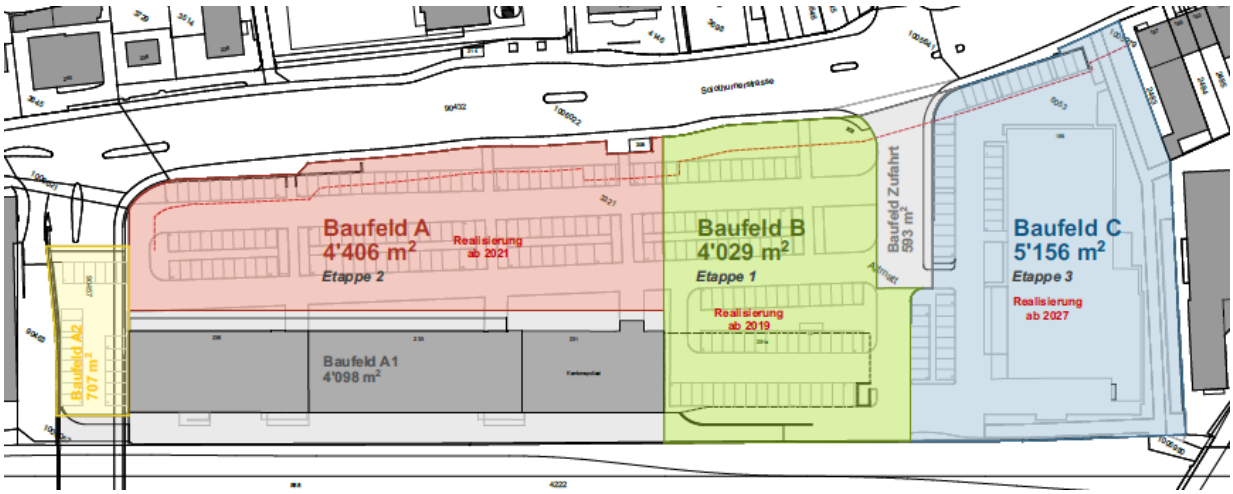

Abbildung 2: Betrachtungsperimeter Usego Areal Olten

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

2.2 Verfügbare Energieträger

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten wurden nachfolgende Energieträger geprüft:

Energieträger	Verfügbarkeit / örtliche Gegebenheit	Prüfung
Erdwärme	Es ist im betreffenden Perimeter generell möglich, Erdwärme als Anergiequelle für Wärmepumpen zu verwenden. Entnommen ist diese Information dem WebGIS des Kt. Solothurn. Eine Bewilligung muss jedoch vorgängig mit den Behörden geklärt werden.	☞
Grundwasser	Es ist im betreffenden Perimeter nicht möglich, Grundwasser als Anergiequelle für Wärmepumpen zu verwenden. Entnommen ist diese Information dem WebGIS des Kt. Solothurn.	👎
Erdgas / Biogas (Gaskessel)	Erdgas ist auf dem Usego-Areal vorhanden. Die Nutzung von Erdgas, einem fossilen Energieträger als einziger Energieträger, wird aus ökologischen Gründen nicht in erster Priorität verfolgt. Als Bivalenz-Erzeuger zur Spitzendeckung kann Erdgas jedoch sehr sinnvoll sein.	☞
Erdgas / Biogas (BHKW)	Erdgas ist auf dem Usego-Areal vorhanden. Die Volllaststunden der Heizungsanlage sind zu tief für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Blockheizkraftwerks.	👎
Holz	Holz (in Form von Holzpellets) als Energieträger bietet eine nachhaltige Lösung zur Deckung des Wärmebedarfes. Pelletfeuerungen sind relativ wartungsarm und störungsfrei im Betrieb.	👍
Aussenluft	Aussenluft als Wärmequelle ist in nahezu unendlicher Menge vorhanden, hat jedoch den Nachteil, dass sie gerade in der Zeit mit der höchsten Leistungsanforderung, nämlich im Winter, die tiefsten Temperaturen aufweist. Somit ist die Effizienz dieser Wärmepumpenanlagen gemessen am COP (Coefficient of Performance) tief. Eine Luft-Wasserwärmepumpe kann jedoch in Kombination mit einem zusätzlichen Energieträger eine gute Ergänzung bieten.	☞
Industrielle Abwärme	Rund um das Usego Areal sind keine angrenzenden Industriebetriebe mit grossen Abwärmequellen vorhanden. Industrielle Abwärmenutzung ist daher nicht möglich.	👎
Solar	Die Nutzung der Solarenergie mittels PV-Modulen ist möglich.	👍
Solar	Die Nutzung der Solarenergie mittels Solarthermie-Kollektoren ist möglich.	👍
Fernwärme	Die Abklärungen haben ergeben, dass es in unmittelbarer Nähe des Usego-Areals kein anschliessbares Fernwärmenetz gibt.	👎
Oberflächengewässer	Es befinden sich in der unmittelbaren Umgebung keine nutzbaren Oberflächengewässer mit ausreichender Wassermenge.	👎

Tabelle 2: Verfügbare Energieträger / örtliche Gegebenheiten

Legende:

👍 Energieträger verfügbar/für vorgesehene Nutzung geeignet

☞ Energieträger bedingt einsetzbar/Detaillierte Prüfung notwendig

👎 Energieträger nicht geeignet/nicht verfügbar

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

3 Energiekonzept

3.1 Ausgangslage und Ziele

Das Energiekonzept fokussiert sich auf die zur Beheizung sowie auf die für die Erzeugung des Brauchwarmwassers notwendige Wärmeenergie. Die örtliche und regionale Ausgangslage bestimmt vor allem die Verfügbarkeit der Energieträger.

Für folgende Hauptenergieträger wurden Varianten erarbeitet und bewertet:

- Strom (Wärmepumpe)
- Holzpellets
- Erdgas

3.2 Zentrale oder dezentrale Energieerzeugung

Im Endausbau sind vier Baukörper auf dem Areal vorhanden. Darunter befindet sich der Altbau, das Tertianum sowie Bau A und Bau C. Zur Auswahl steht eine dezentrale Lösung mit einer Wärmeerzeugungsanlage pro Gebäude, eine zentrale Lösung mit einer Wärmeerzeugungsanlage für alle Gebäude oder eine Mischlösung.

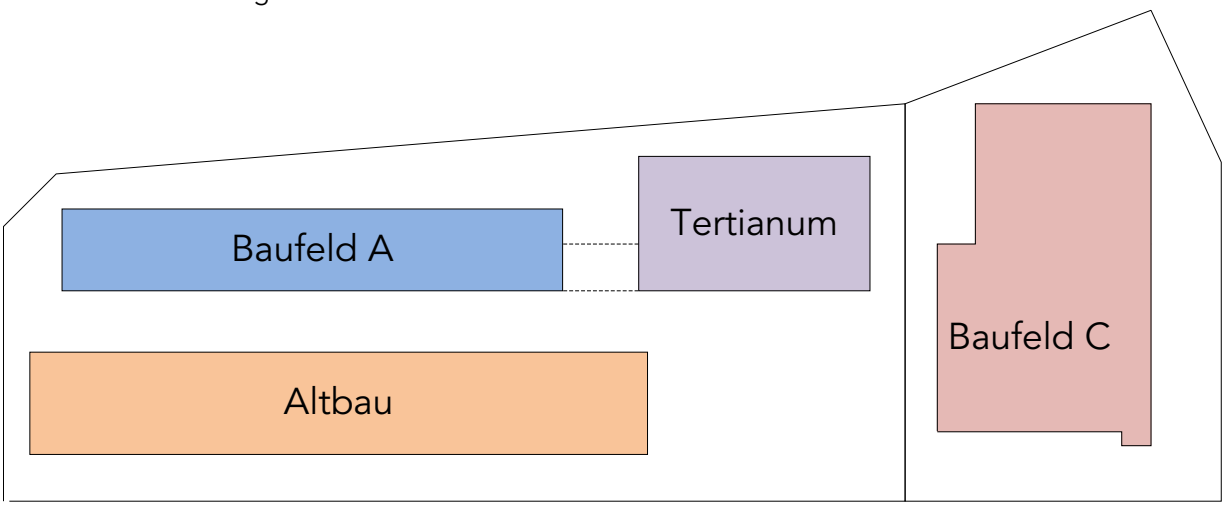

Abbildung 3 Übersicht Gebäude / Baufelder

Altbau

Untersuchungen zur Heizungsanlage des Bestandsgebäudes haben ergeben, dass die Anlage vor ca. 7 Jahren bei einer Gesamtsanierung des Gebäudes erneuert wurde. Die Anlage ist somit relativ neu und weist einen sehr guten Zustand auf. Die Vorlauftemperaturen der Raumheizung liegen bei >60°C. Bei der Dimensionierung der Anlage wurden gemäss Planungsunterlagen keine Leistungsreserven für Erweiterungen erstellt. Die Heizungsanlage teilt sich in zwei Heizzentralen im unbeheizten Dachgeschoss

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

auf. Es sind pro Heizzentrale jeweils fünf Gasthermen à 57 kW installiert. Aufgrund des sehr guten Zustands der Heizung sowie der hohen Vorlauftemperatur macht es keinen Sinn, die Anlage vorzeitig ausser Betrieb zu nehmen und einer zentralen Wärmeerzeugung anzuschliessen. Eine Erweiterung der bestehenden Gasheizung für die Neubauten macht aufgrund der Lage im Gebäude keinen Sinn.
Das Bestandsgebäude soll auch in Zukunft mit einer autonomen gebäudeinternen Heizungsanlage versorgt werden. Die modulare Bauweise der bestehenden Zentrale lässt Spielraum für künftige Entwicklungen im Gebäude. (Vorabklärungen beim lokalen Energieversorgungsunternehmen aen haben ergeben, dass die bestehende Gasleistung für den Altbau über das Baufeld B verläuft und beim Bau des Tertianum verlegt werden muss.)

Tertianum (Baufeld B) + Baufeld A

Mit der ersten Etappe wird der Bau des Tertianum auf dem Baufeld B realisiert. Im Untergeschoss des Gebäudes sind Technikflächen für eine Heizzentrale vorgesehen. Die beiden Gebäude Tertianum und Bau A sind im Untergeschoss miteinander verbunden. Bei der Nähe dieser Gebäude sowie dem ähnlichen Zeithorizont der Realisierung bietet sich eine gemeinsame Wärmezentrale an. Die Erschliessung des Baus A gestaltet sich dank dem Durchgang im Untergeschoss technisch einfach und es fallen keine hohen Kosten für eine Fernwärmeleitung an.

Baufeld C

Das Gebäude C wird als letzte Etappe realisiert. Es ist mit einer Realisierung ab dem Jahr 2027 zu rechnen. Das Baufeld C bildet eine eigene Parzelle. Die Nutzung des Gebäudes kann in dieser Zeitspanne noch stark variieren und somit können auch die wärmetechnischen Anforderungen (beispielsweise Temperaturniveau) noch nicht definitiv bestimmt werden. Grundsätzlich wird das Baufeld C somit als autonomes System angeschaut. Eine Wärmeversorgung aus dem Tertianum-Gebäude ist nicht vorgesehen.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

3.3 Energie- und Leistungsbedarf

Vorgaben

Es ist mit einer Vorgabe seitens Stadt Olten zu rechnen, nach welcher, der Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung „nahe bei null" liegen soll. Dazu wird keine Zertifizierung nach einem Label vorgeschrieben. Der Verbrauch wird durch bauliche Massnahmen wie z.B. einer thermisch optimierten Gebäudehülle auf ein Minimum reduziert, so dass die gesetzlich geforderten Ziele und Vorgaben mit Sicherheit übertroffen werden.

Wärmebedarf

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts ist lediglich eine Abschätzung des Wärmebedarfs möglich. Für die Ermittlung des Heizenergiebedarfs wurden die Standard-Werte nach SIA 2024 nach Aufschlüsselung der Nutzflächen auf deren Nutzungsart verwendet. Als Grundlage zur Ermittlung der Nutzflächen und Nutzungsarten diente der Planstand Architektur fsp Architekten vom 21.02.2018.

Die grob ermittelte Wärmeleistung für die Raumheizung und Warmwasser für die Baufelder A und B (Spitzenleistung bei Auslegetemperatur -7°C gemäss SIA 2028; Zone 4 / WYN) liegt bei 375 kW. Daraus resultiert der jährliche Wärmebedarf aller Bauten auf dem Usego-Areal von rund 825 MWh für Heizung und Warmwasser.

Brauchwarmwasserbedarf

Der Leistungsanteil für die Warmwassererzeugung liegt bei zirka 40 kW. Zur Erzeugung des Brauchwarmwassers ist ein hohes Temperaturniveau von ca. 65°C gefordert.

Kältebedarf

Auf Grund des geplanten Ausbaustandards wird nicht von einer aktiven Kühlung dieser Flächen ausgegangen. Im Tertianum ist eine Klimatisierung der Restaurations- sowie Gewerbeflächen denkbar, jedoch Flächenmässig noch nicht genauer definiert. Die Nutzungen mit Kältebedarf sind im Zuge der Projektierung zu detaillieren.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

3.4 Varianten zur Energieversorgung

Aus der Kombination von Energieträger und Anergiequelle (z.B. Aussenluft, Grundwasser) wurden total fünf verschiedene Varianten konfiguriert und geprüft:

Nr.	Energieträger	Technologie
1	Erdwärme (+Strom)	Wärmepumpe(n)
2	Erdwärme (+Strom) + Erdgas	Wärmepumpe(n) + Gaskessel
3	Aussenluft (+Strom) + Erdgas	Wärmepumpe(n) + Gaskessel
4	Holz	Holzpelletkessel
5	Erdgas	Gaskessel

Tabelle 3: Potenzielle Systemkonfigurationen

Nachfolgend sind die sechs Varianten kurz beschrieben:

Nr.	Variante	Systembeschrieb
1	100% Erdwärme	Vorgesehen ist eine Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpe. Als Anergiequelle für die Wärmepumpe kommen Erdwärmesonden zum Einsatz. Das Brauchwasser wird in einer zweiten Stufe mit einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe erzeugt. Die Erdwärmesonden werden im Sommer für die Kühlung des Gebäudes genutzt.
2	Erdwärme + Gas	Vorgesehen ist eine Wärmeversorgung mittels einer bivalenten Wärmeerzeugung durch einen Gasheizkessel und einer Wärmepumpe mit Erdwärmenutzung. Das Brauchwasser wird im Sommer mit dem Gaskessel erzeugt. So können die Erdwärmesonden für die Kühlung des Gebäudes genützt werden.
3	Luft + Gas	Vorgesehen ist eine Wärmeversorgung mittels einer bivalenten Wärmeerzeugung durch einen Gasheizkessel und einer Luft-Wasser-Wärmepumpe.
4	100% Holzpellets	Vorgesehen ist eine Wärmeversorgung mittels einer Pelletfeuerung.
5	100% Erdgas	Vorgesehen ist eine Wärmeversorgung mittels einer Erdgasfeuerung.

Tabelle 4: Übersicht Varianten zur Energieversorgung

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

3.5 Standort der Wärmeerzeugung

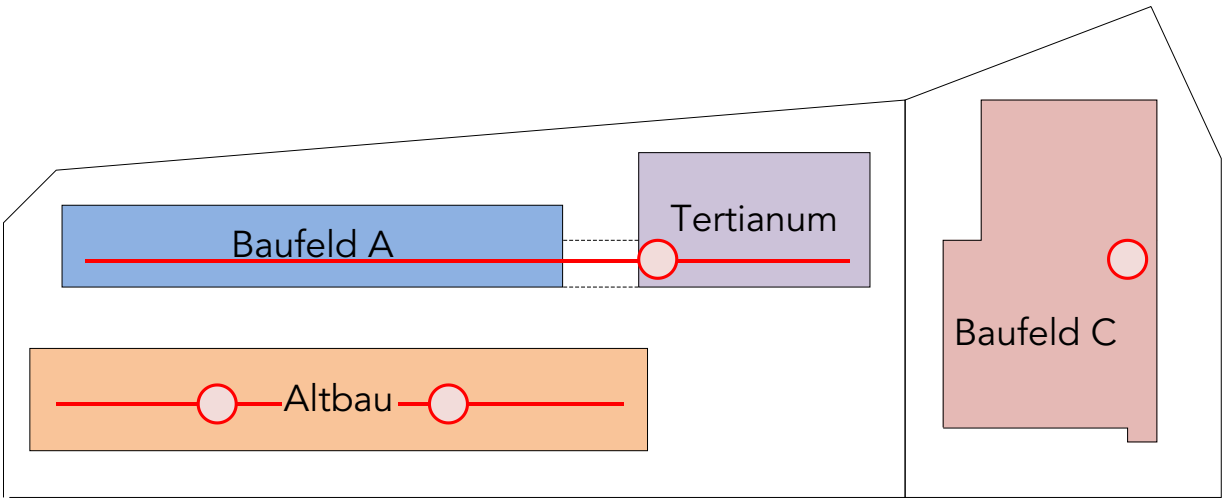

Abbildung 4 Standorte Wärmeerzeugung

Die beiden Kreise im Altbau deuten die bestehenden Heizzentralen im Dachgeschoss des Gebäudes an. Im Untergeschoss des Tertianum (Baufeld B) findet die Wärmeerzeugung für das Baufeld A sowie das Tertianum Platz. Das Baufeld C wird eine eigene Wärmeversorgung vorzugsweise im Untergeschoss des Gebäudes erhalten.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

3.6 Variante 1: 100% Erdwärme

3.6.1 Grobkonzept

Um den Heizwärmebedarf für die Baufelder A und B zu decken wird zu 100 Prozent Erdwärme genutzt. Dazu werden nach einer ersten Grobdimensionierung zirka 37 Erdwärmesonden à 240 Meter Tiefe gebohrt. Die Sonden werden unter den Gebäuden auf den Baufeldern A und B sowie zwischen Altbau und Gebäude A angeordnet. Die Anergie aus dem Erdboden wird mittels Wärmepumpe auf die benötigte Vorlauftemperatur transferiert. Dazu werden drei Wärmepumpen à 125 kW Heizleistung installiert. Das Brauchwarmwasser wird mit einer zusätzlichen Wärmepumpe auf das benötigte Temperaturniveau von 65°C erhöht.

Im Sommer stehen die Erdwärmesonden für eine Kühlung zur Verfügung. Dies führt zu doppeltem Nutzen: Zum einen kann der Kältebedarf für die Klimaanlagen in gewissen Gebäudeteilen mit minimalstem Energieeinsatz (lediglich Pumpenstrom für Medienförderung) gedeckt werden und zum andern werden die Sonden regeneriert.

Eine Abklärung beim Amt für Umwelt des Kantons Solothurn hat ergeben, dass Erdwärmesonden auf dem Areal möglich sind.

Die Nutzung von Solarenergie mittels Photovoltaik verringert den Strombedarf für die Wärmeerzeugung. Überschüssiger Strom aus der Eigenproduktion kann ins Netz eingespeist werden.

3.6.2 Standortskizze

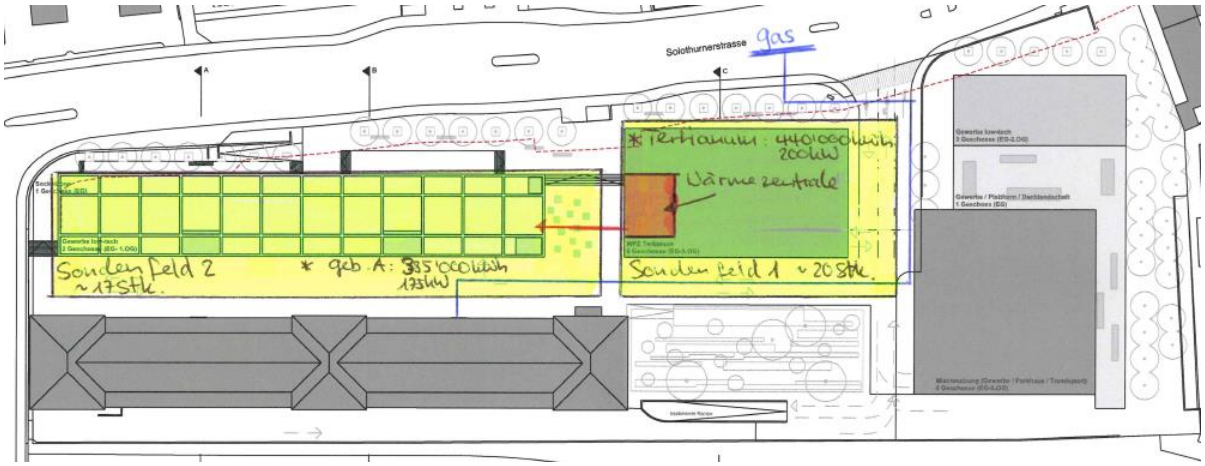

Abbildung 5 Standortskizze Variante 1

Der ideale Standort für die Wärmeerzeugungsanlage liegt im Untergeschoss des Tertianum-Gebäudes. Die Sonden werden unter den beiden Gebäuden sowie zwischen Altbau und Gebäude A gebohrt. Für die erste Etappe (Bau Tertianum) wird ca. ein Drittel der Leistung benötigt. Somit wird für die erste

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Etappe das Sondenfeld 1 benötigt. Mit der Realisierung des Baus A werden die restlichen Sonden im Sondenfeld 2 gebohrt.

3.6.3 Energieflussdiagramm

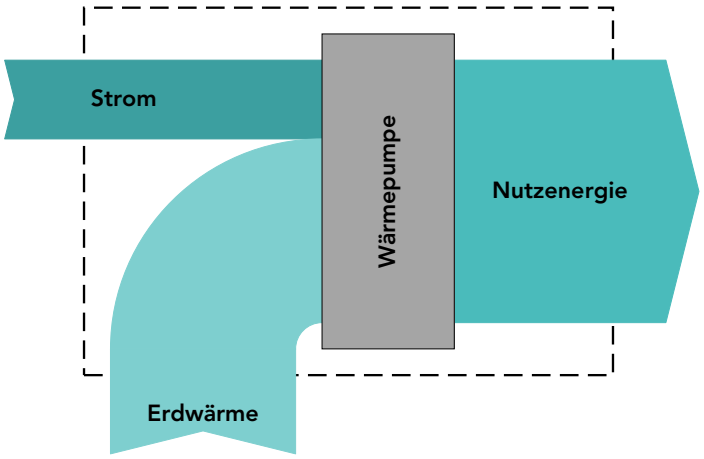

Abbildung 6 Energieflussdiagramm Variante 1

3.7 Variante 2: Erdwärme und Erdgas

Grobkonzept

Um den Heizwärmebedarf für die Baufelder A und B zu decken wird eine Kombination von Erdwärme und Erdgas genutzt. Dazu werden nach einer ersten Grobdimensionierung zirka 12 Erdwärmesonden à 240 Meter Tiefe gebohrt. Für die Platzierung der Sonden stehen mehrere Standorte zur Verfügung. Die Sonden können zwischen dem Altbau und Bau A sowie unter Bau B oder unter Bau A erstellt werden. Unter Berücksichtigung eines späteren Ausbaus der Wärmepumpenanlage macht eine Platzierung unter dem Gebäude B Sinn. So stehen bis zur Realisierung des Baus A die Fläche unter dem Gebäude und die gesamte Fläche zwischen dem Altbau und Bau A weiterhin zur Verfügung.

Die Anergie aus dem Erdboden wird mittels Wärmepumpe auf die benötigte Vorlauftemperatur transferiert. Dazu wird eine Wärmepumpe à 125 kW Heizleistung installiert. Das Brauchwarmwasser wird vorgewärmt und mit dem Gaskessel auf das benötigte Temperaturniveau von 65°C erhöht.

Bis zu einer Aussentemperatur von rund 5°C kann die benötigte Heizleistung mit der Wärmepumpe abgedeckt werden. Fällt die Temperatur unter 5°C wird der Gaskessel zugeschaltet um die Spitzenlast abzudecken. Dazu wird ein Gaskessel mit einer Leistung von 250 kW installiert. Die bestehende Gasleitung muss bei dem Bau des Gebäudes neu verlegt werden. Dabei wird ein zusätzlicher Anschluss für das neue Gebäude erstellt. Die Abgase werden mit einem Abgaskamin über Dach geführt.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Im Sommer stehen die Erdwärmesonden für eine Kühlung zur Verfügung. Dies führt zu doppeltem Nutzen: Zum einen kann der Kältebedarf für die Klimaanlagen in gewissen Gebäudeteilen mit minimalstem Energieeinsatz (lediglich Pumpenstrom für Medienförderung) gedeckt werden und zum andern werden die Sonden regeneriert.

Eine Abklärung beim Amt für Umwelt des Kantons Solothurn hat ergeben, dass Erdwärmesonden auf dem Areal möglich sind.

Die Nutzung von Solarenergie mittels Photovoltaik verringert den Strombedarf für die Wärmeerzeugung. Überschüssiger Strom aus der Eigenproduktion kann ins Netz eingespeist werden.

Standortskizze

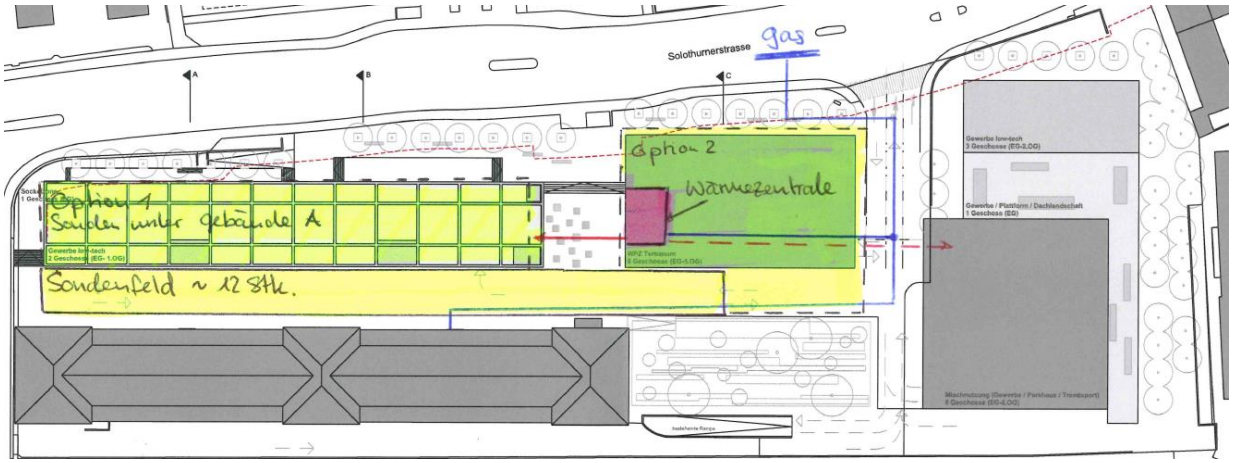

Abbildung 7 Standortskizze Variante 2

Der ideale Standort für die Wärmeerzeugungsanlage liegt im Untergeschoss des Tertianum-Gebäudes. Die Sonden können an mehreren Standorten realisiert werden. Bei Erstellung der ersten Etappe sind die Sonden idealerweise unter dem Baufeld B zu errichten um keine Platzreserven für weitere Ausbauten (z.B. Altbau) zu verbauen.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Energieflussdiagramm

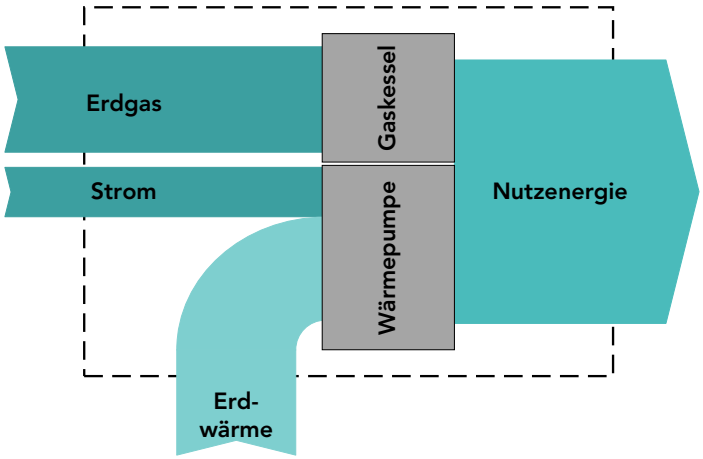

Abbildung 8 Energieflussdiagramm Variante 2

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

3.8 Variante 3: Luft-Wasser-Wärmepumpe und Gas

Grobkonzept

Um den Heizwärmebedarf für die Baufelder A und B zu decken wird eine Kombination von Luft-Wasser-Wärmepumpe und einem Erdgas-Kessel genutzt. Um die benötigte Energie der Luft zu entziehen, wird eine Ausseneinheit auf dem Dach des Tertianum installiert. Die Anergie aus der Aussenluft wird mittels Wärmepumpe auf die benötigte Vorlauftemperatur transferiert. Dazu wird eine Wärmepumpe à 150 kW Heizleistung installiert.

Bis zu einer Aussentemperatur von rund 5°C kann die benötigte Heizleistung mit der Wärmepumpe abgedeckt werden. Fällt die Temperatur unter 5°C wird der Gaskessel zugeschaltet um die Spitzenlast abzudecken. Bei Temperaturen unter -5°C sinkt die Effizienz der Wärmepumpe stark, deshalb wird die gesamte Heizenergie unter -5°C mit dem Gaskessel erzeugt. Dazu wird ein Gaskessel mit einer Leistung von 375 kW installiert. Die bestehende Gasleitung muss bei dem Bau des Gebäudes neu verlegt werden. Dabei wird ein zusätzlicher Anschluss für das neue Gebäude erstellt. Die Abgase werden mit einem Abgaskamin über Dach geführt.

Die Nutzung von Solarenergie mittels Photovoltaik verringert den Strombedarf für die Wärmeerzeugung. Überschüssiger Strom aus der Eigenproduktion kann ins Netz eingespeist werden.

Standortskizze

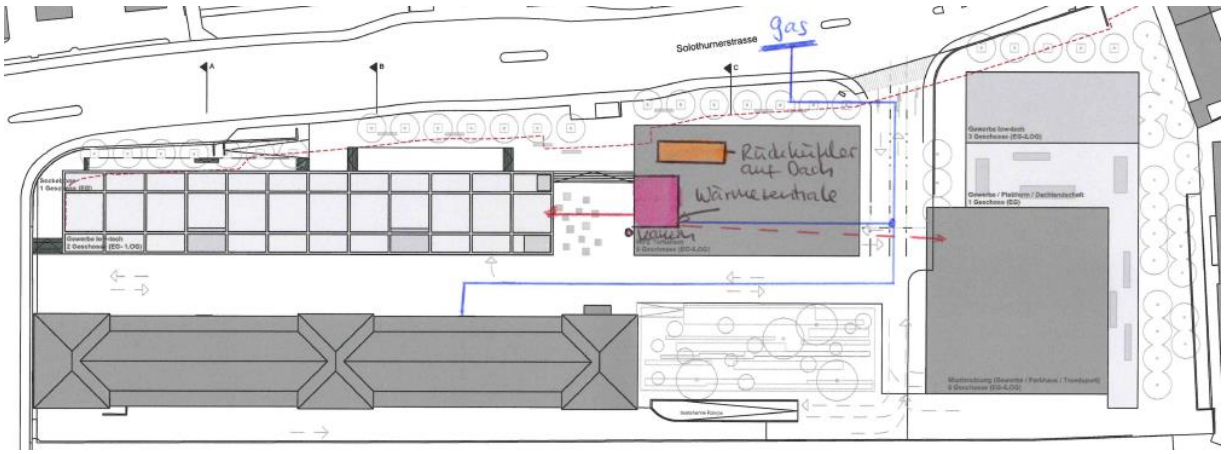

Abbildung 9 Standortskizze Variante 3

Der ideale Standort für die Wärmeerzeugungsanlage liegt im Untergeschoss des Tertianum-Gebäudes. Die Ausseneinheit der Wärmepumpenanlage kann auf dem Dach des Gebäudes erstellt werden.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Energieflussdiagramm

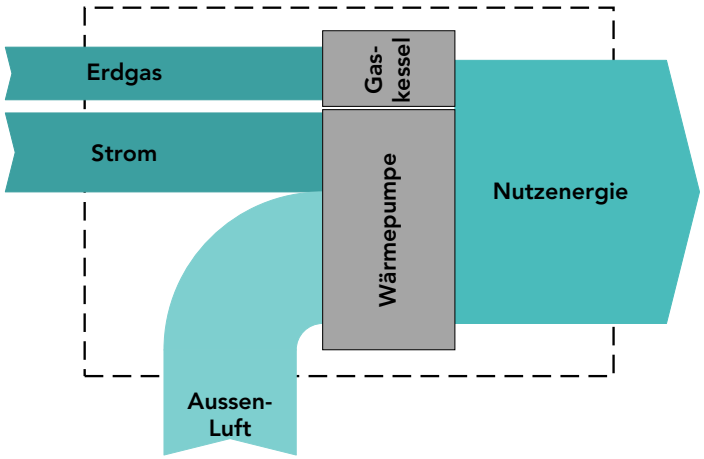

Abbildung 10 Energieflussdiagramm Variante 3

3.9 Variante 4: Holzpellet-Feuerung

Grobkonzept

Um den Wärmebedarf für die Baufelder A und B zu decken wird zu 100 Prozent Holz als Energieträger eingesetzt. Dazu wird ein Pelletkessel mit 375 kW Leistung installiert. Mit dem Pelletkessel wird sowohl die benötigte Energie für die Raumheizung als auch die Energie für die Brauchwassererzeugung ganzjährig bereitgestellt. Um in der kältesten Periode des Jahres einen Speicher von zwei Wochen zu gewährleisten wird ein Pelletlager von ca. 40m^3 benötigt. Bei einer nutzbaren Raumhöhe von 2.5 Metern wird ein Pelletlager mit der Grundfläche von 16m^2 benötigt.

Die Abgase werden mit einem Abgaskamin über Dach geführt.

Die Nutzung von Solarenergie mittels Solarthermie-Kollektoren kann die Deckung des Wärmebedarfs für die Warmwassererzeugung ergänzen.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Standortskizze

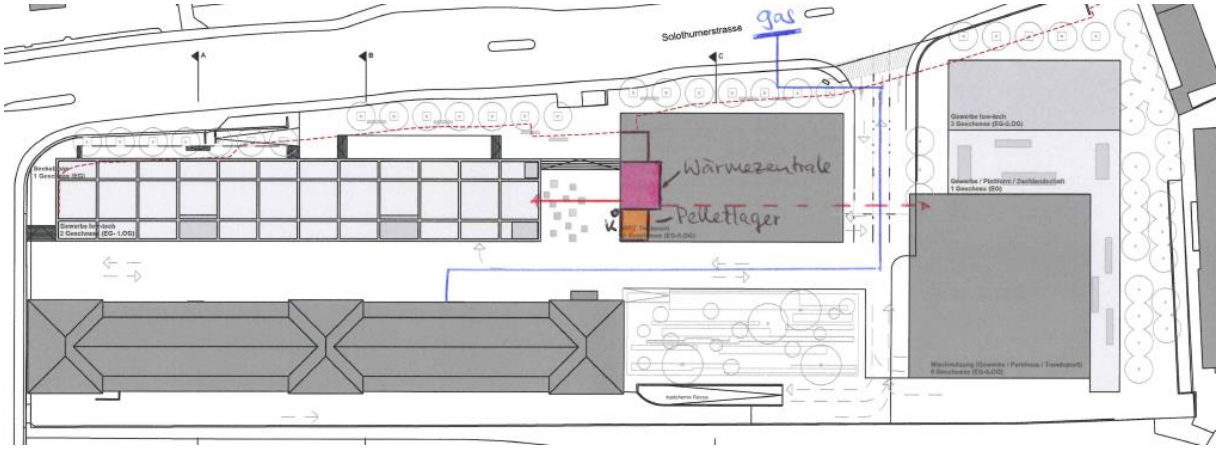

Abbildung 11 Standortskizze Variante 4

Der ideale Standort für die Wärmeerzeugungsanlage liegt im Untergeschoss des Tertianum-Gebäudes. Das Pelletlager muss angrenzend an die Heizzentrale sein.

Energieflussdiagramm

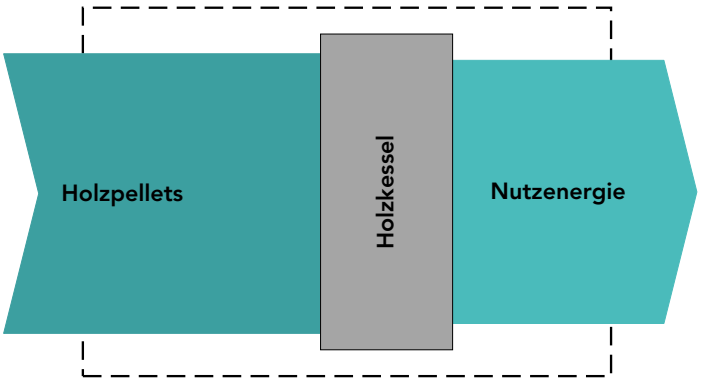

Abbildung 12 Energieflussdiagramm Variante 4

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

3.10 Variante 5: 100% Erdgas

Grobkonzept

Um den Wärmebedarf für die Baufelder A und B zu decken wird zu 100 Prozent Erdgas als Energieträger eingesetzt. Dazu wird ein Gaskessel mit einer Leistung von 375 kW installiert. Die bestehende Gasleitung muss bei dem Bau des Gebäudes neu verlegt werden. Dabei wird ein zusätzlicher Anschluss für das neue Gebäude erstellt. Die Abgase werden mit einem Abgaskamin über Dach geführt.

Die Nutzung von Solarenergie mittels Solarthermie-Kollektoren kann die Deckung des Wärmebedarfs für die Warmwassererzeugung ergänzen.

Standortskizze

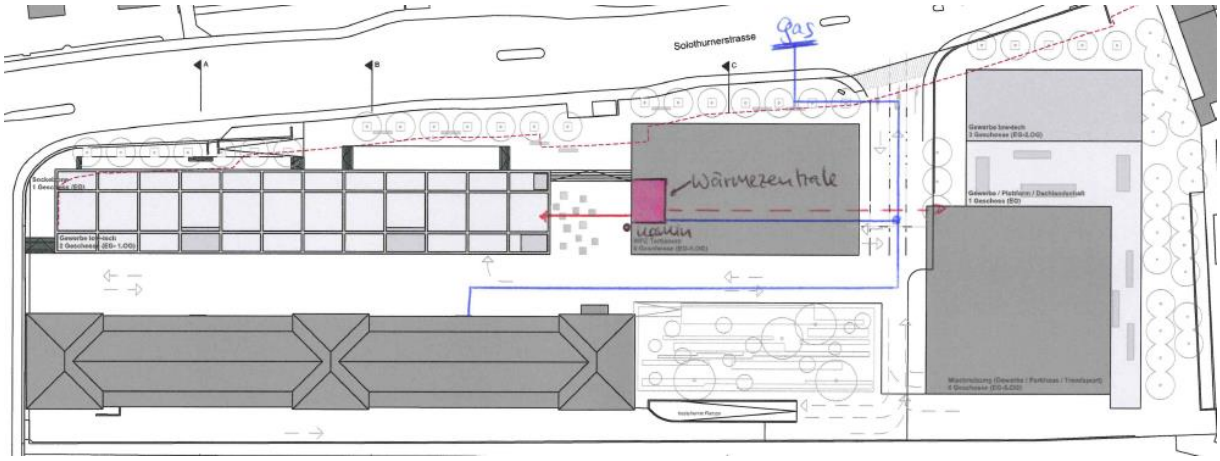

Abbildung 13 Standortskizze Variante 5

Der ideale Standort für die Wärmeerzeugungsanlage liegt im Untergeschoss des Tertianum-Gebäudes.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Energieflussdiagramm

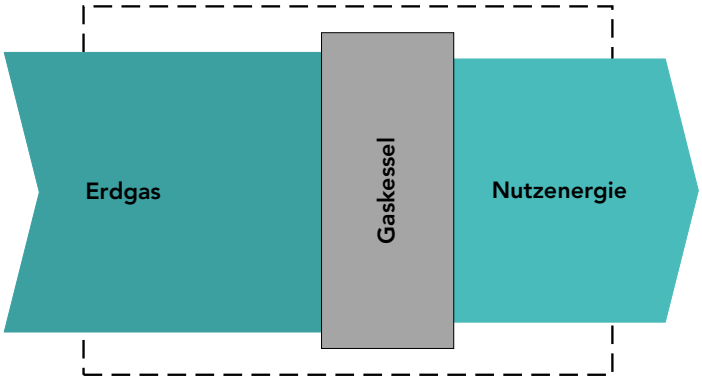

Abbildung 14 Energieflussdiagramm Variante 5

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

4 Variantenvergleich

In diesem Kapitel werden die vorgestellten Varianten bewertet und einander gegenübergestellt. Die Varianten werden im Bereich der Wirtschaftlichkeit, der Ökologie sowie dem Platzbedarf verglichen. Zudem wird der Anteil eingesetzter erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energie ermittelt, da dies aus bewilligungstechnischer Sicht zu einem Ausschluss einer Variante führen kann.

4.1 Anteil erneuerbarer Energie

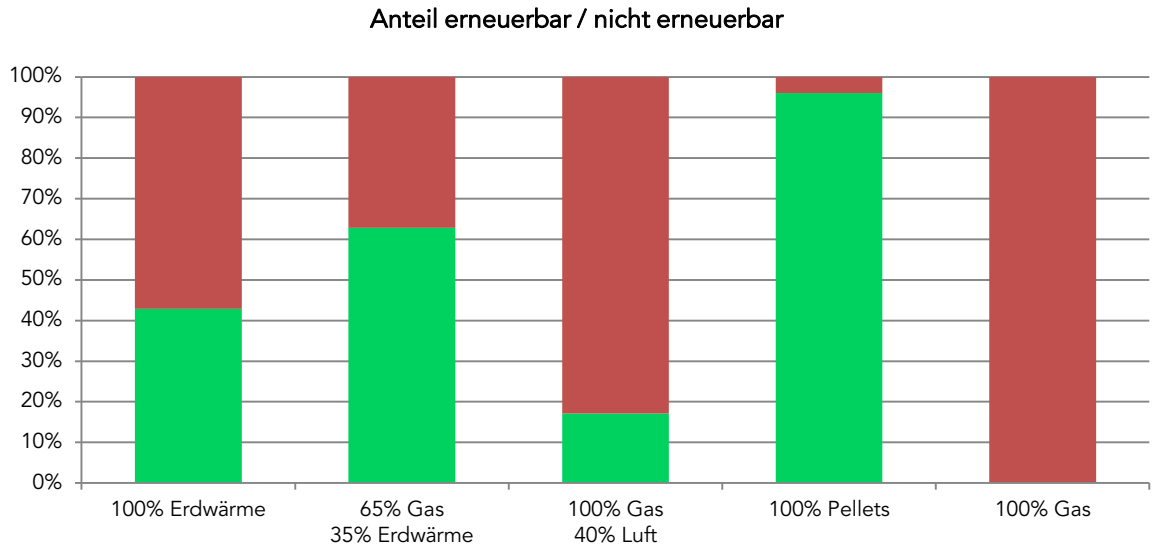

Abbildung 15 Diagramm Anteil erneuerbarer Energie

Der Anteil erneuerbarer Energie (grün) für Heizung und Warmwasser muss von Gesetz her bei Neuanlagen mindestens 20% erreichen. Bei der Berechnung gilt Strom als nicht erneuerbar und wird mit Faktor 2 gewichtet. Die Varianten „Gas + Luft“ und „100% Gas“ weisen weniger als 20% erneuerbare Energie auf und sind somit nicht bewilligungsfähig. Die Variante mit der Pelletfeuerung besteht aus nahezu 100% erneuerbarer Energie. Die Varianten „100% Erdwärme“ und „Erdwärme + Gas“ erfüllen die Anforderung ohne weiteres. Der doppelt gewichtete Strom führt bei der Berechnung von Variante 1 zu einem relativ hohen Anteil nicht erneuerbarer Energie.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

4.2 Wirtschaftlichkeit

Investition

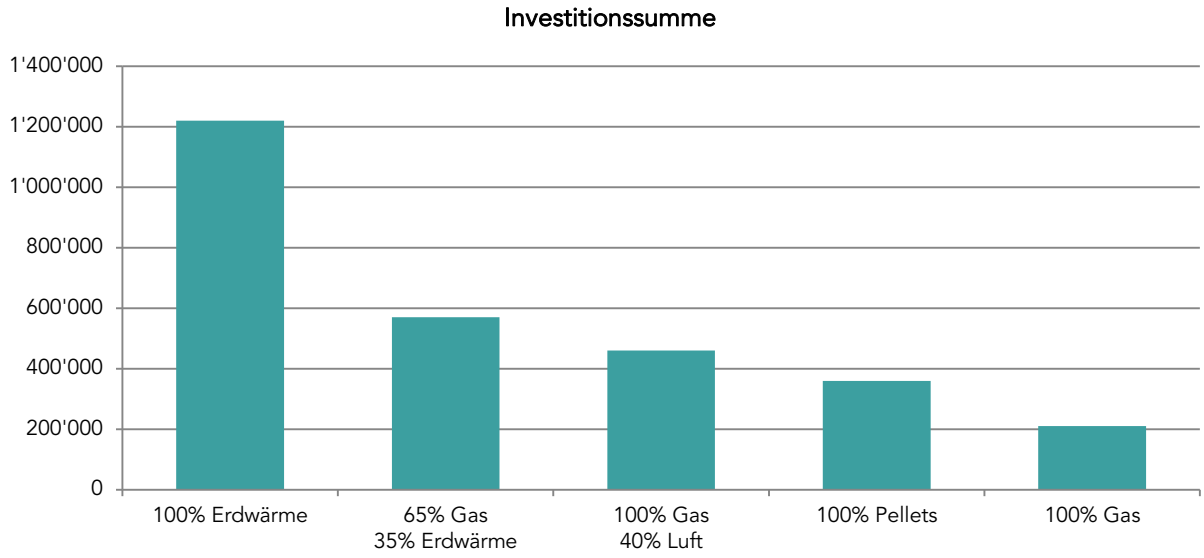

Abbildung 16 Diagramm Investitionssumme der Varianten

Die aufgeführten Investitionen umfassen die Kosten für die Wärmeerzeuger, die für die einzelnen Varianten variieren. Das heisst Kosten für Wärmepumpen, Heizkessel, Kamine, Erdwärmesonden, Wärmespeicher etc. Bauliche Massnahmen sowie wärmetechnische Installationen die nicht variantenspezifisch sind, sind in den Kosten nicht enthalten. Die Genauigkeit liegt bei +/- 20%.

Die Investitionen für die Variante 1 mit 100-prozentiger Erdwärmenutzung liegen deutlich über allen anderen. Dabei fallen die Erdwärmesonden ins Gewicht. Die Sonden machen rund zwei Drittel der Kosten aus. Bei der zweiten Variante ist die Anzahl der Sonden stark reduziert, deshalb liegen die Kosten trotz zusätzlichem Gaskessel deutlich unterhalb der ersten Variante. Die Variante mit der Pelletfeuerung hat neben der Gas-Variante (die nicht bewilligungsfähig ist) die tiefste Investition.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Jährliche Gesamtkosten

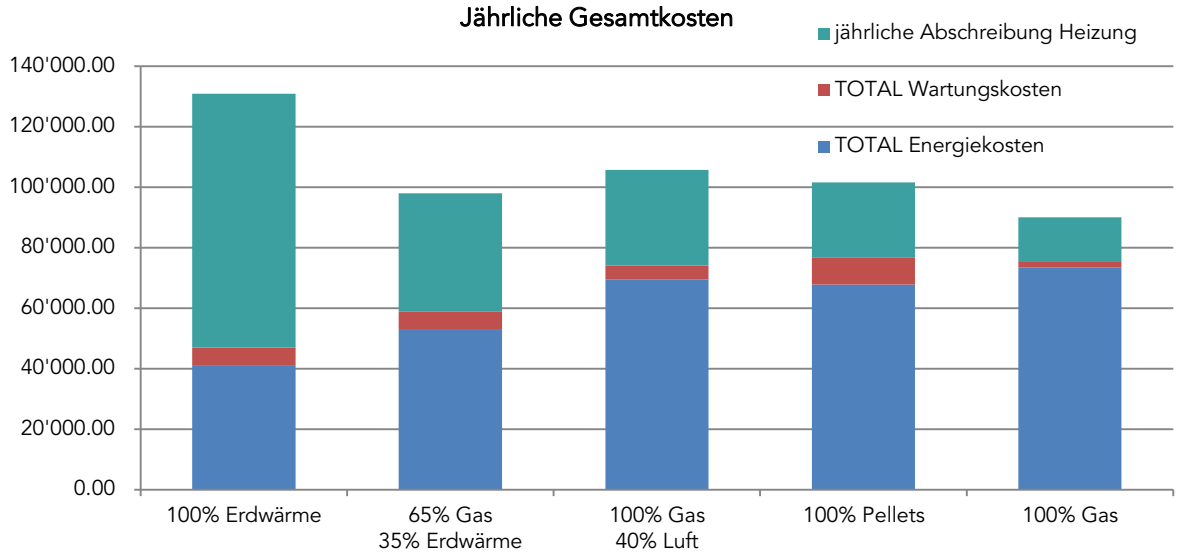

Abbildung 17 Diagramm jährliche Gesamtkosten

In den jährlichen Kosten sind die Abschreibung der Investition (bei einem Zinssatz von 3.25% und einer Amortisationsdauer von 20 Jahren), die jährlichen Wartungskosten sowie die jährlich anfallenden Energiekosten enthalten. Mit den geringen Energiekosten erreicht die Variante „Erdwärme + Gas" die tiefsten jährlichen Kosten. Die Variante mit Pellets liegt in der Mitte und die 100% Erdwärme Variante steht aufgrund der hohen Abschreibung deutlich an letzter Stelle.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

4.3 Ökologie

Endenergiebedarf

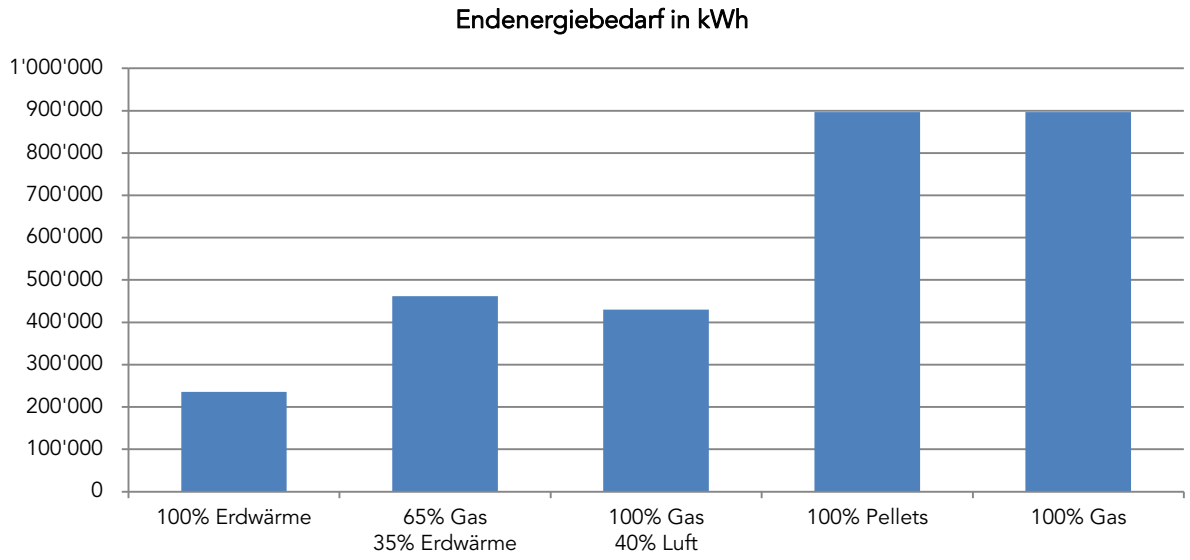

Abbildung 18 Diagramm jährlicher Endenergiebedarf

Das Diagramm zum Endenergiebedarf zeigt den effektiven Energiebedarf der bezogen wird. Dieser Energiebedarf ist nicht gewichtet und entspricht der Menge, die bei einem Energie- oder Brennstofflieferanten bezogen werden muss.

Bei 100% Erdwärme wird der grösste Teil der Energie aus dem Erdreich entzogen, daher wird bei dieser Variante deutlich am wenigsten Energie bezogen. Bei den Kombinationsvarianten wird jeweils ein Teil der benötigten Energie aus Luft oder Erdwärme entzogen. Bei den Varianten Holz und Gas wird die gesamte Energiemenge die benötigt wird in Form eines Brennstoffes bereitgestellt.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

CO_2-Ausstoss

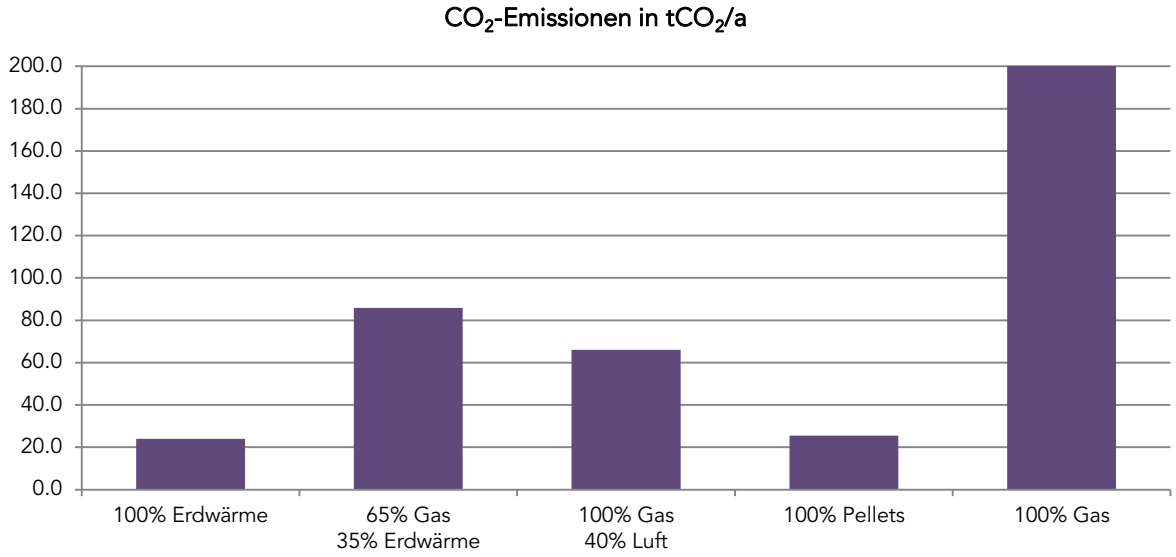

Abbildung 19 CO_2-Emissionen der Varianten

Der CO_2-Ausstoss wird in Tonnen CO_2-Äquivalent berechnet.

Die Varianten mit Erdwärme und Holz liegen an der Spitze. Je nach Anteil der Gasmenge an der Energieerzeugung steigt der CO_2-Ausstoss. Zwischen der schlechtesten Variante „Gas" und der besten Variante „Erdwärme" liegt Faktor 10.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

4.4 Platzbedarf der Wärmeerzeugung

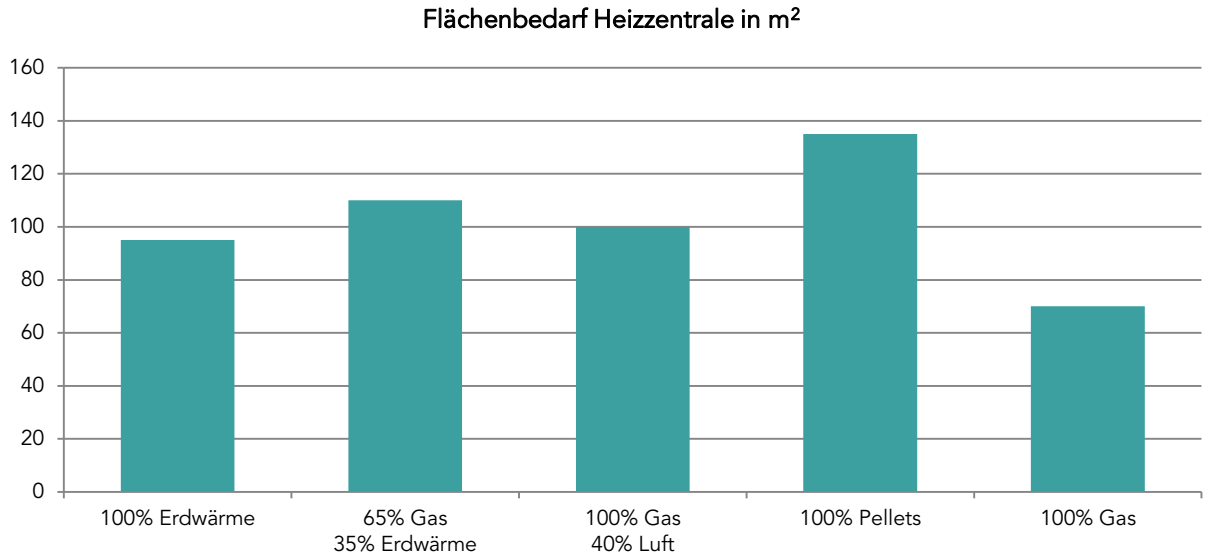

Abbildung 20 Diagramm Flächenbedarf der Varianten

Die Varianten benötigen eine unterschiedliche Zentralenfläche. Die Variante mit den Pellets benötigt aufgrund des Pelletlagers am meisten Platz. Die Kombinationsvarianten benötigen mehr Platz als Varianten mit nur einem Wärmeerzeuger da mehrere Wärmeerzeuger platziert werden müssen.

4.5 Zusammenfassung Variantenvergleich

Nach der Auswertung der Varianten bezüglich dem Mindestanteil der erneuerbaren Energie fallen die Variante 3 „Luft + Gas“ und Variante 5 „100% Gas“ weg. Es bleiben drei Varianten, die den Anforderungen gerecht werden und für die Wärmeerzeugung auf dem Usego Areal in Frage kommen:

- Variante 1 | 100% Erdwärme
- Variante 2 | 65% Gas + 35% Erdwärme
- Variante 4 | 100% Holzpellets

Wobei bei der Variante Gas + Erdwärme der prozentuale Anteil in einer allfälligen Projektierung optimiert werden kann. Bei einem höheren Anteil Erdwärme steigt der Anteil erneuerbarer Energie im System und bei einem kleineren Anteil Erdwärme sinken auch die Investitionen.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

5 Etappierung

Da die Neubauten auf Baufeld A und B nicht zeitgleich erstellt werden, ist die Wärmeerzeugungsanlage gegebenenfalls in zwei Etappen zu erstellen. Das heisst, die Leistung wird zu Beginn nur auf das Gebäude B ausgelegt und für die restliche Heizleistung von Gebäude A wird eine Platzreserve in der Zentrale erstellt. Die Heizleistung für das Tertianum alleine liegt bei ca. 240 kW.
Bei einer Ausführung in Etappen können die Kosten für das Tertianum separat angeschaut werden. Diese liegen aufgrund der kleineren Leistung tiefer als die oben aufgeführten.

Variante 1 | 100% Erdwärme

Die Ausführung in Etappen ist möglich. Die Wärmeerzeugung besteht im Endausbau aus voraussichtlich drei Wärmepumpen à 125 kW. Somit können in der ersten Etappe zwei Wärmepumpen installiert werden. Benötigt würden dazu rund 25 Erdwärmesonden.

Variante 2 | Gas + Erdwärme

Die Ausführung in Etappen ist möglich. Die Wärmeerzeugung besteht im Endausbau aus voraussichtlich einer Wärmepumpe à 120 kW und einem Gaskessel à 255 kW. Bei einer Lösung mit Etappen wird anstelle der 120 kW Wärmepumpe in der ersten Etappe eine Wärmepumpe à 85 kW Heizleistung installiert und in der zweiten Etappe eine zusätzliche à 40 kW. Gaskessel können die Leistung zwischen 20 und 100% stufenlos modulieren. Somit kann bei der ersten Etappe bereits die volle Leistung installiert werden. Wird auch die Gaskessel-Leistung mit zwei einzelnen Kesseln bereitgestellt, steigt der Platzbedarf an und es werden zwei Abgaskamine benötigt.

Variante 3 | Gas + Luft

Die Ausführung in Etappen ist möglich. Die Wärmeerzeugung besteht im Endausbau aus voraussichtlich einer Wärmepumpe à 150 kW und einem Gaskessel à 375 kW. Bei einer Lösung mit Etappen wird anstelle der 150 kW Wärmepumpe in der ersten Etappe eine Wärmepumpe à 95 kW Heizleistung installiert und in der zweiten Etappe eine zusätzliche à 55 kW. Gaskessel können die Leistung zwischen 20 und 100% stufenlos modulieren. Somit kann bei der ersten Etappe bereits die volle Leistung installiert werden. Wird auch die Gaskessel-Leistung mit zwei einzelnen Kesseln bereitgestellt, steigt der Platzbedarf an und es werden zwei Abgaskamine benötigt.

Variante 4 | Holzpellets

Die Ausführung in Etappen ist generell möglich, wird aber nicht empfohlen. Mit jedem Kessel werden eine Pellet-Förderung aus dem Pelletlager zum Kessel sowie ein Aschebehälter, ein Elektrofilter und ein Kamin benötigt.
Es gibt jedoch die Möglichkeit die Leistung auf zwei Pelletkessel à 240 und 135 kW aufzuteilen.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

Variante 5 | Gas

Die Ausführung in Etappen ist möglich. Gaskessel können die Leistung zwischen 20 und 100% stufenlos modulieren. Somit kann bei der ersten Etappe bereits die volle Leistung installiert werden. Wird die Gaskessel-Leistung mit zwei einzelnen Kesseln bereitgestellt, steigt der Platzbedarf an und es werden zwei Abgaskamine benötigt.

Investitionen Etappe 1

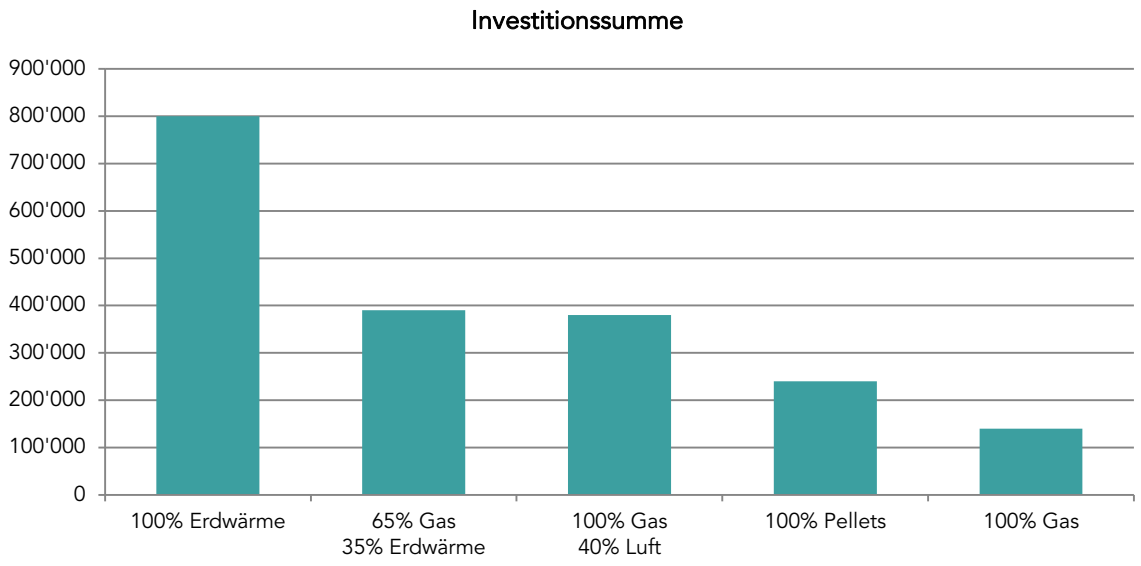

Abbildung 21 Diagramm Investitionssumme Tertianum

6 Empfehlung

Nach dem Vergleich der Varianten, insbesondere der Betrachtung des Mindestanteils erneuerbarer Energie verbleiben drei Varianten. Mit Einsatz der Wärmepumpentechnologie oder Holz zur Deckung des Energiebedarfs können mit den bereits in Kap. 3.3 erwähnten Massnahmen die Anforderungen an den maximalen Endenergiebedarf eingehalten werden.

Mit Sicht auf die jährlichen Gesamtkosten fällt die Tendenz zur Variante mit einer Kombination von Erdwärme und Gas. Im weiteren Projektverlauf gilt es bei dieser Variante das Optimum bei den Leistungsanteilen von Wärmepumpen und Gaskessel zu eruieren.

Im Rahmen eines Vorprojekts sollte die optimale Ergänzung der gewählten Variante durch Solarthermie und / oder Photovoltaik ermittelt werden.

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

7 Anhang

7.1 Nutzungsgrade Wärmeerzeugung

Die Tabelle 5 gibt einen Überblick der für die Berechnungen eingesetzten Nutzungsgrade von Heizungsanlagen (die dem Stand der Technik energetisch guter Neuanlagen entsprechen).

Wärmeerzeugung	**Nutzungsgrad η_H für Berechnungen**
Gaskessel	93.7 %
Holzfeuerung (Pellet)	93.7 %
WP Luft/Wasser	260.0 %
WP Sole/Wasser	350.0 %

Tabelle 5: Nutzungsgrad Wärmeerzeugung

7.2 Grundlagen Umweltbelastung

Nachfolgend aufgeführt sind die relevanten Annahmen für die CO_2-Berechnung. Die Daten stammen aus der Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB.

Treibhausgas-Emissionskoeffizienten	
Elektrizität (Verbrauchermix Schweiz)	0.102 $kg_{CO2\text{-}eq}$ / kWh
Holzpellets	0.027 $kg_{CO2\text{-}eq}$ / kWh
Erdgas	0.228 $kg_{CO2\text{-}eq}$ / kWh

Tabelle 6: Emissionsfaktoren je Energieträger

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

7.3 Grundlagen Wirtschaftlichkeitsberechnung

Nachfolgend aufgeführt sind die relevanten Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Amortisationsrechnung	
Betrachtungszeitraum:	20 Jahre
Kapitalzins:	3.25 %
Annuität	0.069 a^{-1}

Tabelle 7: Grundlagen Wirtschaftlichkeitsberechnung

Energiepreise (inkl. MwSt.)	
Elektrizität[1]	14.54 Rp. / kWh
Holzpellets[2]	7.43 Rp. / kWh
Erdgas[3]	6.83 Rp. / kWh

Tabelle 8: Energiepreis je Energieträger

Jährliche Leistungspreise (inkl. MwSt.)	
Elektrizität	96.93 CHF / kW (zusätzlich 840.- Grundpreis pro Jahr)
Holzpellets	-
Erdgas	28.54 CHF / kW (zusätzlich 57.- Grundpreis pro Jahr)

Tabelle 9: Leistungspreis je Energieträger

[1] Angaben Elektrizität: Städtische Betriebe Olten
[2] Angaben Pellets: Holzenergie Schweiz
[3] Angaben Gas: Aare Energie AG

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch

7.4 Angehängte Dokumente

- Tabellarische Zusammenstellung Varianten
- Zusammenstellung Diagramme

Jobst Willers Engineering AG
Quellenstrasse 1, 4310 Rheinfelden
T +41 (0)61 836 97 00 | willers.ch