

**DYCHRAIN AREAL LÄCKERLI-HUUS, MÜNCHENSTEIN  
ENERGIEKONZEPT**

**BERICHT**



<b>VERSION</b>	1.0
<b>DATUM</b>	14.05.14
<b>ERSTELLER</b>	GB
<b>BESCHREIBUNG</b>	Abgabe

## **IMPRESSUM**

**AUFTRAGGEBER** Christoph Merian Stiftung  
St. Alban-Vorstadt 5  
4042 Basel

T 061 226 33 33

F 061 226 33 44

m.weis@merianstiftung.ch

www.merianstiftung.ch

Ansprechperson

Herr Martin Weis

Lächerli Huus AG  
Teichweg 9  
4142 Münchenstein

T 061 264 23 00

norman.humm@laeckerli-huus.ch

www.laeckerli-huus.ch

Ansprechperson

Herr Norman Humm

**ARCHITEKT** Metron

Stahlrain 2

Postfach 480

5201 Brugg

T 056 460 91 11

F 056 460 31

antti.ruegg@metron.ch

www.metron.ch

Ansprechperson

Herr Antti Rüegg

**PROJEKT-  
VERFASSERIN** Waldhauser + Hermann AG  
Ingenieurbüro USIC/SIA

Florenzstrasse 1d

4142 Münchenstein

Postadresse:

Postfach, 4023 Basel

T 061 336 94 94

F 061 336 94 95

gabriel.borer@waldhauser-hermann.ch

www.waldhauser-hermann.ch

Bearbeitung

Gabriel Borer

Begleitung und Qualitätssicherung

Marco Waldhauser

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>SITUATION &amp; AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>ENERGIETRÄGER</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>KONZEPTE</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>KONZEPTVERGLEICH</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>BAUSEITIGE LEISTUNGEN</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>GROBKOSTENSCHÄTZUNG</b>	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>WIRTSCHAFTLICHKEIT</b>	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>BEILAGE</b>	<b>39</b>

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

### **GRUNDLAGE & AUFGABE**

Auf dem Dychrain Areal in Münchenstein soll eine Wohnüberbauung mit rund 240 Wohnungen entstehen. Das Projekt umfasst zwei Längsbauten entlang der Bruderholzstrasse sowie fünf freistehende Gebaue mit einer gesamten Energiebezugsfläche von rund 38'000 m<sup>2</sup>. Der Industriekanal St. Alban-Teich fliesst mitten durch die betreffenden Parzellen. Im Rahmen des Quartierplanverfahrens wird durch metron ein Richtprojekt auf Basis des Studienauftrages erstellt. Als Teil dieses Richtprojektes soll ein Energiekonzept (Warmeverorgung Areal) erarbeitet und das Gesamtprojekt bezüglich Anforderungen 2'000-Watt-Gesellschaft (SIA Effizienzpfad Energie MB 2040) für den Teilbereich Betrieb und der Wirtschaftlichkeit beurteilt werden. Das Einhalten der Anforderungen der 2'000-Watt-Gesellschaft wurde seitens der kommunalen Behörden an das Richtobjekt gestellt.

### **ENERGIETRÄGER**

In einem ersten Schritt wurden die möglichen Energieträger, welche auf diesem Areal vorhanden und nutzbar sind, eruiert. Bestimmte Energieträger sind aufgrund kantonaler Verbote nicht verwendbar (bsw. Grundwasser oder Erdsonden), weitere sind zwar vorhanden jedoch aufgrund der Auflage der 2'000-Watt-Gesellschaft keine Option (bsw. Erd- oder Biogas) oder vom Projektteam, aus diversen Gründen, nicht erwünscht (bsw. Holzschnitzel, fossile Energieträger). Ein möglicher und zugänglicher Energieträger ist das Flusswasser vom St. Alban-Teich, dessen Wärme mit einer Wärmepumpe genutzt werden kann.

### **ST. ALBAN-TEICH**

Die "Dyychkorporation" nennt sich offiziell Korporation für die Nutzung des St. Albanteiches und ist für die Nutzung des St. Albanteiches die Inhaberin aller mit dem Teich verbundenen Wasserrechte. Die Dyychkorporation ist einer Wärmenutzung vom Flusswasser grundsätzlich positiv eingestellt. Die Wärmenutzung muss für Interessierte jedoch „erlebbar“ umgesetzt werden und ist mit Konzessionsgebühren verbunden, welche jedoch noch nicht definiert sind. Weitere Akteure rund um den St. Alban-Teich sind hauptsächlich das Amt für Umwelt und Energie vom Kanton-Basellandschaft und die Industriellen Werke Basel (IWB), welche das Flusskraftwerk „Neuwelt“ in der Birs, beim Ursprung vom St. Alban-Teich, betreiben und damit den Abfluss in den Teich regulieren.

### **ABFLUSS & TEMPERATUR**

Die massgeblichen Grössen für den Betrieb einer Flusswasser-Wärmepumpe sind der Abfluss und die Temperatur vom Flusswasser im St. Alban-Teich. Auf der Basis vom aktuellen Planungsstand sind ein minimaler Abfluss von 0.2m<sup>3</sup>/s und eine minimale Temperatur von ca. 1.5°C notwendig. Angaben über den effektiven Abfluss im St. Alban-Teich variieren je nach Auskunftsstelle. In der Konzession der Dyychkorporation an die IWB ist ein konstanter Abfluss von 2.5 m<sup>3</sup>/s definiert. Das Betriebsregime der IWB ist auf 2.0m<sup>3</sup>/s ausgelegt. Messungen vom Amt für Umwelt und Energie ergaben einen Abfluss im Sommer 2011 von 1.7m<sup>3</sup>/s. Die minimalste Abflussmenge bei Unterhaltsarbeiten im St. Alban-Teich betragen nach Auskunft der Dyychkorporation 0.5m<sup>3</sup>/s.

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) betreibt in der Birs (auf der Höhe Hofmatt) eine Messstelle und registriert den Abfluss und die Temperatur vom Birswasser. Bis auf wenige Ausnahmen in den letzten Jahren, konnte die eine minimale Flusswassertemperatur von 1.5°C registriert werden.

### **FLUSSWASSER-NUTZUNG**

Eine mögliche Wärmenutzung vom Flusswasser im St. Alban-Teich kann nach den umfassenden Abklärungen mit allen Akteuren als positiv und möglich beurteilt werden.

**KONZEPTE** In Absprache mit dem Projektteam wurden die folgenden Varianten zur näheren Untersuchung hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Faktoren bestimmt:

- Flusswasser-Wärmepumpe
- Flusswasser-Wärmepumpe mit thermischer Solarnutzung
- Flusswasser-Wärmepumpe mit Photovoltaikanlage
- Gasheizung mit thermischer Solarnutzung
- Erdsonden-Wärmepumpe

Die letzten beiden aufgeführten Varianten verstehen sich lediglich als Referenz zur Flusswasser-Wärmepumpe bezüglich den Kosten und der Ökologie. Beide Variante können resp. wollen vom Projektteam nicht umgesetzt werden.

**FLUSSWASSER-WÄRMEPUMPE** Das Konzept der Flusswasser-Wärmepumpe sieht eine zentrale Flusswasser-Fassung auf dem Areal vor. Die Wärme aus dem Flusswasser wird über einen Rohbündel-Wärmetauscher an ein kaltes, arealweites Fernleitungsnetz übertragen, das die Wärme an verschiedene Unterstationen auf dem Areal verteilt. In den Unterstationen ist jeweils eine Wärmepumpe für die Raumheizung und eine für das Trinkwasser vorgesehen, welche die Wärme aus der Fernleitung resp. dem Flusswasser als Wärmequelle nutzen. Es ist eine zentrale Notheizung mit einem Ölheizkessel vorgesehen, die bei einem Ausfall der Flusswasserfassung (zu wenig Abfluss, zu geringe Flusswassertemperatur, Störung, Unterhalt, Reinigung usw.) die Energieversorgung in die kalte Fernleitung aufrecht erhalten kann. Dieser Ölheizkessel wird zentral, neben der Flusswasserfassung, positioniert und ist absolut nur als Notheizung (analog einem Notstromaggregat) zu verstehen. Aus diesem Grund wird das Öl auch in keiner Wirtschaftlichkeits- und auch keiner Ökologieberechnung aufgeführt.

**SOLARENERGIE** Die vorhandenen Flachdächer eignen sich optimal zur ergänzenden, solaren Energienutzung; sei es für die Stromerzeugung via einer Photovoltaikanlage, oder zur Warmwassererzeugung via einer thermischen Solaranlage.

**FAZIT & EMPFEHLUNG** Auf der Basis vom Vergleich der unterschiedlichen Konzepte hinsichtlich der Investitions- und den mittleren jährlichen Kosten sowie den energetischen resp. ökologischen Vorgaben ist das Konzept **einer Flusswasser-Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage** zur Umsetzung empfehlenswert. Dieses Konzept ist zwar hinsichtlich der Investitionskosten rund 30% teurer als bei einem Verzicht auf eine Solarstromerzeugung (nur Flusswasser-Wärmepumpe). Doch die mittleren jährlichen Kosten sind mit einer Photovoltaikanlage, aufgrund der berücksichtigten KEV-Beiträgen, im ähnlichen Bereich wie ohne einer Solarstromanlage, und dies bei geringerem Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen. Zudem erreicht das Konzept einer Flusswasser-Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage die definierten Richtwerte der 2'000-Watt-Gesellschaft (SIA Effizienzpfad Energie MB 2040) für den Betrieb.

**WEITERES VORGEHEN** In einem nächsten Schritt sollten der Abfluss und die Temperatur vom Flusswasser im St. Alban-Teich nochmals im Detail mit den Akteuren verifiziert werden (allenfalls mit zugänglichen Messdaten der IWB). Des Weiteren sollte die Möglichkeit der Flusswasserfassung von einem Wasserbauingenieur definiert werden sowie Detailfragen mit der Dyychkorporation angegangen und geklärt werden.

## **2 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

W+H	Waldhauser + Hermann AG
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
IWB	Industrielle Werke Basel
EBM	Elektro Birsack Münchenstein
WP	Wärmepumpe
AUE BL	Amt für Umwelt und Energie Kanton Basel-Landschaft
AUE BS	Amt für Umwelt und Energie Kanton Basel-Stadt
EBF	Energiebezugsfläche
$A_{th}/EBF$	Gebau dehullzahl (Kompaktheit vom Gebau)
$Q_{RH}$	Nutzenergiebedarf Wärme Raumheizung
$Q_{TWW}$	Nutzenergiebedarf Wärme Trinkwarmwasser
P	Personen
WHG	Wohnung
KWL	Kontrollierte Wohnungslüftung
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
MFH	Mehrfamilienhaus
$\Phi$	Leistung
MB	Merksblatt

### 3 SITUATION & AUFGABENSTELLUNG

**SITUATION** Auf dem Areal Dychrain in Münchenstein soll eine Wohnüberbauung bestehend aus mehreren Gebäuden entstehen. Insgesamt sind rund 240 Wohnungen, verteilt auf sieben Häuser, vorgesehen. Die betreffenden Parzellen werden durch den St. Alban-Teich getrennt. Auf dem bebauten Teil, rechts vom St. Alban-Teich, stehen die Betriebsgebäude der Läckerli-Huus AG, welche nach dem Umzug der Läckerli-Huus AG nach Frenkendorf leer stehen werden. Die Fläche links vom St. Alban-Teich wird zurzeit als Landwirtschaftsfläche genutzt.



Abbildung 1: Luftaufnahme aktueller Zustand

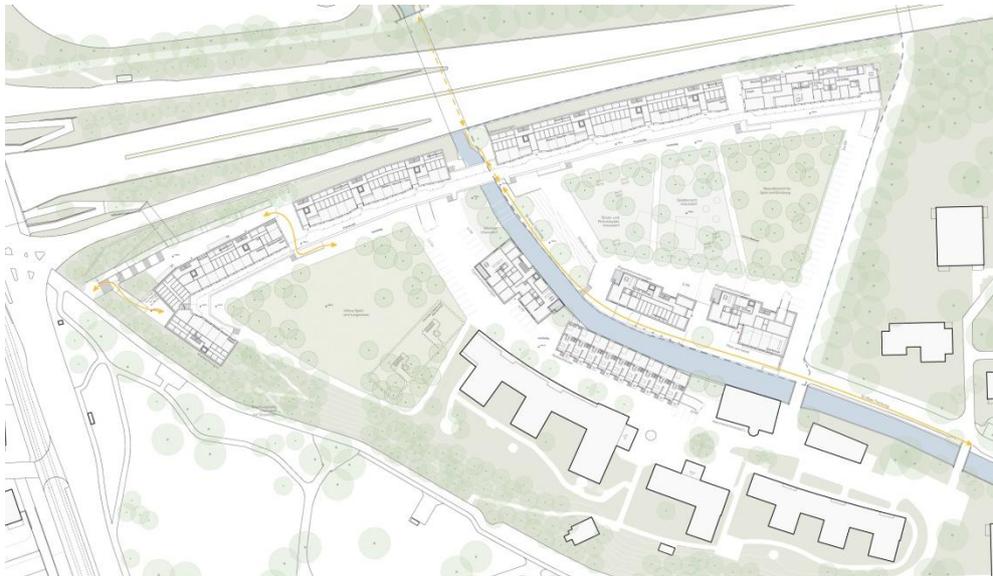


Abbildung 2: Situationsplan Areal nach der Bebauung

**AUFGABEN-  
STELLUNG**

Im Rahmen des Quartierplanverfahrens wird durch metron ein Richtprojekt auf Basis des Studienauftrages erstellt. Als Teil dieses Richtprojektes soll ein Energiekonzept (Warmeverversorgung Areal) erarbeitet und das Gesamtprojekt bezuglich Anforderungen 2'000-Watt-Gesellschaft (SIA Effizienzpfad Energie MB 2040) und der Wirtschaftlichkeit beurteilt werden. Das Einhalten der Anforderungen der 2'000-Watt-Gesellschaft wurde seitens der kommunalen Behörden an das Richtobjekt gestellt.

## 4 GRUNDLAGEN

**DOKUMENTE** Dieser Bericht schliesst die Vorstudie ab und fasst den aktuellen Planungsstand zusammen. Ihm liegen unter anderem zugrunde:

- Grundrisse, Schnitte und Ansichten vom Studienauftrag Stand Januar 2013, metron
- Präsentation „Energieträger für die Wärmeerzeugung“ vom 09.01.2014, Waldhauser + Hermann AG
- Präsentation „Vorstellung Wärmeentzug aus dem St. Alban-Teich“ vom 20.02.2014, Waldhauser + Hermann AG
- Protokolle „Planungsteam“ vom 09. Januar und 27. Februar 2014
- Protokoll „Korporation für die Nutzung des St. Alban-Teiches“ vom 20. Februar 2014
- Diverse Abklärungen mit den kantonalen und kommunalen Behörden sowie den Energielieferanten (Vergleiche Kapitel 5 Energieträger).

**WOHNUNGSMIX & PERSONEN** Aktuell wird vom folgenden Wohnungsmix und der daraus folgenden Personenbelegung ausgegangen. Die Anzahl der Personen pro Wohnung bezieht sich auf durchschnittliche Werte gemäss SI-Handbuch und ist für die Ermittlung vom Leistungsbedarf für die Trinkwarmwassererwärmung von Bedeutung.

<b>WOHNUNGSTYP</b>	<b>ANZAHL [STK]</b>	<b>P / WHG [STK]</b>	<b>PERSONEN [STK]</b>
2.5 - Zimmer	60	2.3	138
3.5 - Zimmer	120	3.1	372
4.5 - Zimmer	60	3.9	234
<b>Total</b>	<b>240</b>		<b>744</b>

Tabelle 1: Wohnungsmix und Personenbelegung

**NUTZWÄRME-  
BEDARF**

Auf der Basis von gebäudespezifischen Angaben<sup>1</sup> wurde der prognostizierte Leistungs- und Energiebedarf für die Raumheizung und das Trinkwarmwasser berechnet. Für die Energieberechnungen wird von einer reinen Wohnnutzung (MFH) ausgegangen.

Grundlegend ist die Annahme, dass die Gebäudehülle rund 40% resp. 30% besser wärmegeklämt sind, als von der SIA resp. von den kantonalen Behörden vorgeschrieben ist. Dieser Dämmstandard entspricht in etwa der Primäranforderung von MINERGIE-P® und korrespondiert erfahrungsgemäss mit den gestellten Anforderungen der 2'000-Watt-Gesellschaft.

Für die Längsbauten wird, zwecks der angrenzenden und viel befahrenden Kantonsstrasse eine mechanische Wohnungslüftung (KWL) vorgesehen. Dies bedeutet einen minimierten Heizwärmebedarf für die Raumheizung und einen erhöhten Strombedarf für den Betrieb der Ventilatoren. Für die Häuser A bis E ist keine mechanische Wohnungslüftung vorgesehen.

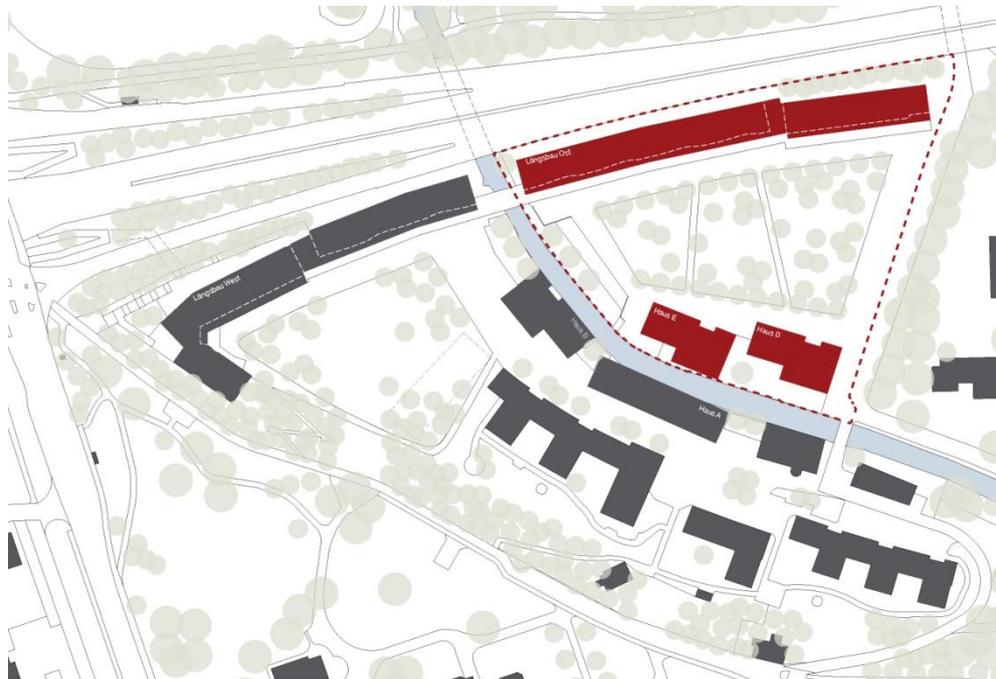


Abbildung 3: Situationsplan mit Hausbezeichnung

<sup>1</sup> Angaben von metron bezüglich Energiebezugsfläche und Gebäudehüllziffer vom 15. Januar 2014

*Nutzenergie Wärme (Raumheizung und Trinkwarmwasser)*

<b>GEBÄUDE</b>	<b>EBF [M<sup>2</sup>]</b>	<b>A<sub>TH</sub>/EBF [-]</b>	<b>Q<sub>RH</sub> [MWH/A]</b>	<b>Q<sub>TWW</sub> [MWH/A]</b>	<b>Q<sub>RH+TWW</sub> [MWH/A]</b>
Längsbau West (mit KWL)	15'161	0.88	178	316	494
Längsbau Ost (mit KWL)	13'006	0.85	149	271	420
Gebäude A	1'762	1.36	42	37	79
Gebäude B	1'692	1.17	37	35	72
Gebäude C	534	1.83	15	11	27
Gebäude D	2'129	1.17	47	44	91
Gebäude E	3'537	0.97	70	74	143
<b>Total ohne Verteilverluste</b>			<b>538</b>	<b>788</b>	<b>1'326</b>
Verteilverluste 10%			54	79	133
<b>Total mit Verteilverluste</b>	<b>37'821</b>				<b>1'459</b>

Tabelle 2: Nutzenergiebedarf Wärme

*Nutzleistung Wärme (Raumheizung und Trinkwarmwasser) ohne Wärmepumpe*

<b>GEBÄUDE</b>	<b>EBF [M<sup>2</sup>]</b>	<b>Φ<sub>RH</sub> [KW]</b>	<b>Φ<sub>TWW</sub> [KW]</b>	<b>Φ<sub>RH+TWW</sub> [KW]</b>
Längsbau West	15'161	227	60	287
Längsbau Ost	13'006	195	52	247
Gebäude A	1'762	26	7	33
Gebäude B	1'692	25	7	32
Gebäude C	534	8	2	10
Gebäude D	2'129	32	8	40
Gebäude E	3'537	53	14	67
<b>Total ohne Verteilverluste</b>		<b>567</b>	<b>150</b>	<b>717</b>
Verteilverluste 10%		57	15	72
<b>Total mit Verteilverluste</b>	<b>37'821</b>			<b>789</b>

Tabelle 3: Nutzleistung Wärme ohne Wärmepumpe

Wird die Wärme über eine Wärmepumpe erzeugt, so muss die vorangehend berechnete Nutzwärmeleistung für die Raumheizung unter Berücksichtigung der Sperrzeiten für die Wärmepumpe nach oben korrigiert werden. Die EBM ist Stromlieferantin im betreffenden Gebiet und nimmt Wärmepumpen täglich rund 5 Stunden vom Netz. Die berechnete Nutzleistung muss deshalb um rund 26% erhöht werden und es ergeben sich die folgenden Nutzwärmeleistungen bei einer Wärmeerzeugung mit einer Wärmepumpe.

*Nutzleistung Wärme (Raumheizung und Trinkwarmwasser) mit Wärmepumpe*

<b>GEBÄUDE</b>	<b>EBF [M<sup>2</sup>]</b>	<b><math>\Phi_{RH}</math> [KW]</b>	<b><math>\Phi_{TWW}</math> [KW]</b>	<b><math>\Phi_{RH+TWW}</math> [KW]</b>
Längsbau West	15'161	287	60	347
Längsbau Ost	13'006	246	52	298
Gebäude A	1'762	33	7	40
Gebäude B	1'692	32	7	39
Gebäude C	534	10	2	12
Gebäude D	2'129	40	8	48
Gebäude E	3'537	67	14	81
<b>Total ohne Verteilverluste</b>		<b>717</b>	<b>150</b>	<b>867</b>
Verteilverluste 10%		72	15	87
<b>Total mit Verteilverluste</b>	<b>37'821</b>			<b>954</b>

Tabelle 4: Nutzleistung Wärme mit Wärmepumpe



An einer Besprechung mit dem Vorstand der Dyychkorporation am 20. Februar 2014 wurde das Projekt der Wärmenutzung dem Vorstand präsentiert (vgl. Protokollauszug zu Traktandum 2 vom 20.02.2014). Dieser äusserte sich grundsätzlich positiv dazu. Die Korporation legt grossen Wert auf die Erlebbarkeit vom Kanal. Es besteht der Wunsch, dass die Energienutzung aus dem Kanal Interessierten vor Ort veranschaulicht wird. Gemäss Auskunft der Korporation kann grundsätzlich mit einer konstanten Wassermenge von  $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$  gerechnet werden. Bei Havarien oder Ausnahmesituationen kann dieser Wert unterschritten werden. Weniger als  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$  sollte jedoch, aufgrund einer Fischzucht im unteren Verlauf vom Teich, nie der Fall sein, ausgenommen bei einem Storfal. Das Wassernutzungsrecht ist kostenpflichtig. Der genaue Tarif wird von der Korporation jedoch noch definiert.

Für das **AUE vom Kanton Basel-Landschaft** (Herr Huser am 19.02.2014) ist die Nutzung der Flusswasserswarme grundsätzlich möglich und erlaubt, vorbehältlich der Einwilligung der Teich-Korporation. Seitens Gewässerschutz gibt es die gesetzlich definierte Limite, dass die Flusswassertemperatur bei Niederwasser nicht mehr als  $\pm 1.5 \text{ K}$  verändert werden darf. Für den Betrieb und für die Nutzung vom Flusswasser braucht es eine Konzession vom Kanton BL (AUE BL). Es sind Nutzungsgebühren (Konzessionsgebühren) seitens Kanton im folgenden Rahmen zu erwarten:

- A Max. genutzte Sekundenliter in  $\text{l/s} \rightarrow \text{SFr. } 60.- / \text{ Sekundenliter}$   
oder
- B Aufsummierte Menge in  $\text{m}^3 \rightarrow 4 \text{ Rp.} / \text{ m}^3$

Das **AUE vom Kanton Basel-Stadt** (Frau Troxler am 04.02.2014) hat darauf verwiesen, dass im Sommer 2011 durch das Tiefbauamt vom Kanton Basel-Stadt rund 250m unterhalb des Birswhurs Abflussmessungen durchgeführt worden sind. Es wurde eine Abflussmenge von rund  $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $\pm 10\%$ ) gemessen. Es gibt keine andere Wärmeentnahme im Teich innerhalb vom Kanton Basel-Stadt. Die Anlage Park im Grünen nutzt den Teich zum Kühlen, was einem Wärmeeintrag in das Flusswasser entspricht.

Die **IWB** betreiben bei der Birs das Wasserkraftwerk Neuwelt. Bei diesem Kraftwerk „entspringt“ auch der St. Alban-Teich von der Birs. Auf der Basis der Konzession von der Dyychkorporation mit der IBW muss der Abfluss im Teich seitens der IWB konstant auf  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$  gehalten werden. Gemäss der IWB (Herr Stoll 12.02.2014) wird der Abfluss im Teich durch das Betriebsregime der IWB ganzjährig auf  $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$  gehalten. Die IWB macht Messungen vom Abfluss in den St. Alban-Teich. Diese Messdaten sind jedoch nicht zugänglich und werden nicht veröffentlicht.

Das **BAFU** betreibt in der Birs (auf der Höhe Hofmatt in Münchenstein) eine Messstelle für den Abfluss sowie die Flusswassertemperatur in der Birs. Der Abfluss in der Birs (minimaler Tagesmittelwert) lag in den vergangenen zwölf Jahre meistens über  $3.0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ausser in den Jahren 2003, 2004 und 2009 wurden Tagesmittelwert und  $3.0 \text{ m}^3/\text{s}$  registriert. Die minimalen Abflusswerte werden vorwiegend in den Sommermonaten gemessen. Wie hoch der Abfluss in den St. Alban-Teich ist, wenn die Birs nur noch einen Abfluss von  $3.0 \text{ m}^3/\text{s}$  aufweist, ist nicht klar (Restwassermenge Birs nach St. Alban-Teich?).

Die Flusswassertemperatur ist saisonal schwankend. Ein Teilstrom vom Flusswasser im Teich muss um ca. 1 Kelvin abgekühlt werden, damit die notwendige Wärmeleistung durch die Wärmepumpe zur Verfügung gestellt werden kann. Dies bedingt, dass die Temperatur vom Teichwasser mind. ca.  $1.5^\circ\text{C}$  betragen muss.

Gemäss der Messstelle vom BAFU betragen die minimalsten Tagesmittelwerte der Flusswassertemperatur der Birs in den vergangenen zwölf Wintern mehrheitlich zwischen 1.5 - 3.0°C. Ausser in den Jahren 2001, 2006 und 2012, da sank die Flusswassertemperatur in der Birs an sehr kalten Wintertagen auf 1°C oder im Jahr 2012 sogar auf 0.25°C ab! Bei dieser Temperatur könnte die Wärmepumpe nicht mehr die nötige, volle Wärmeleistung zur Verfügung stellen.

Der Abfluss im Teich sowie die Flusswassertemperatur sind die entscheidenden Grössen für den möglichen Betrieb einer Flusswasserwärmepumpe im St. Alban-Teich. Die Angaben über den Abfluss variieren je nach Quelle zwischen 0.50 - 2.50 m<sup>3</sup>/s. Bei der Temperatur kann davon ausgegangen werden, dass die Flusswassertemperatur in einem normalen Winter im Minimum zwischen 1.5 - 3.0°C liegt.

#### *Solarnutzung thermisch oder elektrisch*

Die geplanten Flachdächer der einzelnen Häuser eignen sich gut für eine Solarnutzung, sei es in der Form von Wärme oder Strom. Solarenergie kann in den meisten Fällen „nur“ einen Teil vom gesamten Energiebedarf abdecken und wird deshalb als Ergänzung zur Grundversorgung betrachtet. Die genaue Nutzung und Ausprägung der Flachdächer ist zurzeit noch nicht klar definiert, was Annahmen bezüglich einer möglichen solaren Belegung nötig macht (vgl. Kapitel 6 Konzepte)

#### *Aussenluft & Strom (Wärmepumpe)*

Aussenluft kann in Kombination mit Strom resp. mit einer Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Der nötige Leistungsbedarf für das Areal ist für eine Aussenluft-Wärmepumpe gross. Es würden damit grosse Luftmengen sowie grosse Apparate auf dem Dach (bzw. Rückkühler) benötigt werden. Des Weiteren ist der Strombedarf einer Aussenluft-Wärmepumpe bei tiefen Aussenlufttemperaturen relativ hoch (tiefe Leistungszahl). Gemäss dem aktuellen Energiegesetz von Kanton Basel-Landschaft müsste eine Aussenluft-Wärmepumpe für die Erwärmung vom Trinkwarmwasser mit einer erneuerbaren Energiequelle (bzw. Solar) kombiniert werden (Vorgabe, dass max. 50% vom Trinkwarmwasserenergiebedarf mit erneuerbarer Energiequelle abgedeckt werden).

#### *Abwasser & Strom (Wärmepumpe)*

Abwasser kann in Kombination mit Strom resp. mit einer Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Es gibt verschiedene Arten der Wärmenutzung im Abwasser. Entweder kann das eigene anfallende Abwasser in Tankräumen gesammelt, abgekühlt und anschliessend in die Kanalisation geleitet werden. Dies reicht jedoch nur für einen Teil vom gesamten Energiebedarf abzudecken (ca. 60%). Eine weitere Möglichkeit ist, die Wärme im Abwasser in einem grösseren Abwasserkanal zu nutzen. Ein grösserer Abwasserkanal ist entlang der Bruderholzstrasse, jedoch auf der Seite Grün 80, vorhanden. Die Erschliessung resp. die Nutzung von diesem Abwasserkanal ist dadurch aufwendig. Zudem ist die Abflussmenge in diesem Kanal und somit das Energie- und Leistungspotential nicht bekannt. Das Projektteam entschied sich die Variante einer Abwasserwärmepumpe nicht weiter zu untersuchen.

**MÖGLICH, ABER  
NICHT EMPFEHLENSWERT**

*Holzschnitzel*

Holz als Energieträger ist erneuerbar, gilt als CO<sub>2</sub>-neutral und kann je nach Herkunft als regionale Energie betrachtet werden. Mit einer Holzschnitzelheizung können problemlos hohe Temperaturen für die Trinkwarmwassererwärmung erreicht werden. In der Praxis wird eine Holzschnitzelheizung als Grundlastversorgung betrieben und mit einem Spitzenlastkessel (bsw. Gas oder Öl) kombiniert. Der Unterhalt bei einer Holzschnitzelheizung ist gross (Nachbestellung, Aschebehälter leeren, Störungen usw.) Die Anlieferung der Holzschnitzel erfolgt mit Camions. Je nach Grösse vom Holzschnitzellager sowie vom aktuellen Bedarf kann eine wöchentliche Anlieferung vom Holzschnitzel nötig sein. Im Kontext mit der aktuellen Diskussion bezüglich der induzierten Mobilität vom Areal ist dieser Mehrverkehr als nicht empfehlenswert zu beurteilen. Das Projektteam entschied sich, die Variante einer Holzschnitzelheizung nicht weiter zu untersuchen.

*Erdgas*

Ein Anschluss an das Erdgasnetz der IWB ist ab dem Teichweg möglich. Eine Erdgasheizung ist ein „einfaches“ und bewährtes System, für welches ein geringer Unterhalt notwendig ist (keine Nachbestellung usw.). Es können hohe Systemtemperaturen für die Trinkwarmwassererwärmung erreicht werden. Erdgas ist ein fossiler Brennstoff, der aus dem Ausland in die Schweiz importiert werden muss. Mit einer Erdgasheizung können die vorgegebenen Zielwerte der 2'000-Watt-Gesellschaft (SIA Effizienzpfad Energie) nicht erreicht werden. Aus diesem Grund ist dieser Energieträger als nicht empfehlenswert einzustufen. Zudem möchte Swisscanto nicht primär in fossile Energieträger investieren.

**NICHT MÖGLICH** *Grundwasser & Strom (Wärmepumpe)*

Die Nutzung von Grundwasser ist aufgrund der kantonalen Vorschriften und basierend auf einer Auskunft vom AUE Basel-Landschaft in diesem Gebiet nicht erlaubt. Die Grundwasserschutzzonen auf den Parzellen sind Au (unterirdisch) und S2. Tendenziell ist zukünftig mit einer Verschärfung der Schutzzonen zu rechnen.

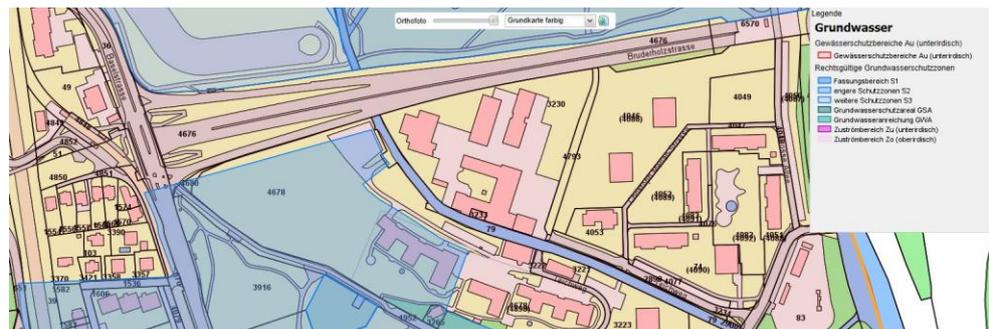


Abbildung 5: Auszug GIS-Karte Grundwasser

*Erdsonden & Strom (Wärmepumpe)*

Siehe Grundwasser

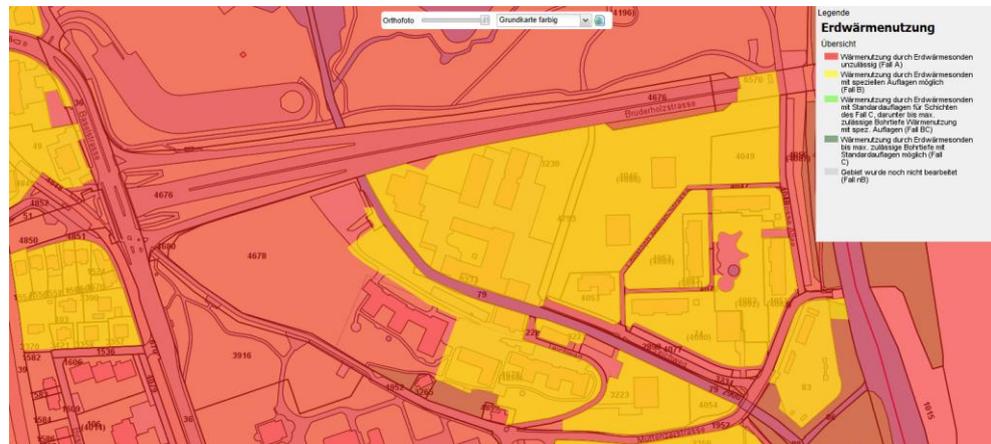


Abbildung 6: Auszug GIS-Karte Erdwärmennutzung

*Nahwärmeverbund*

Die Wohnüberbauung im Bereich Teichweg, Muttenzerstrasse und Christoph Merian-Strasse wird über eine Gasheizung und Blockheizkraftwerk (Betrieb mit Erdgas) mit Wärme versorgt. Diese Anlage ist im Eigentum der EBM, welche die Wärme als Contractor den Verbrauchern verkauft. Gemäss Auskunft der EBM (Herr Waning am 04. Dezember 2013) besteht noch eine Anschlusskapazität für Neuverbraucher von rund 200 kW. Diese Leistung ist jedoch für das geplante Areal zu gering, zudem müsste die Wärme im Contracting bezogen werden.



Abbildung 7: Ansicht Projektperimeter und Nachbarsiedlung

## **6 KONZEPTE**

### **ENTSCHEID PROJEKTTEAM**

An der Besprechung vom Projektteam 9. Januar 2014 wurde beschlossen, dass die folgenden Energieträger für die Wärmeerzeugung hinsichtlich der Umsetzung sowie den ökonomischen und ökologischen Werten detaillierter untersucht werden sollten.

- Flusswasser-Wärmepumpe
- Flusswasser-Wärmepumpe mit thermischer Solarnutzung
- Flusswasser-Wärmepumpe mit Photovoltaikanlage
- Gasheizung mit thermischer Solarnutzung
- Erdsonden-Wärmepumpe

Die Möglichkeiten einer Gasheizung mit thermischer Solaranlage und Erdsonden-Wärmepumpe sind lediglich als „Referenzmöglichkeiten“ zu verstehen. Mit einer Gasheizung und thermischer Solarnutzung sind die Zielwerte der 2'000-Watt-Gesellschaft (SIA Effizienzpfad Energie) nicht erreichbar. Eine Erdsonde-Wärmepumpe ist seitens vom Kanton nicht bewilligungsfähig. Dass diese Energieträger trotzdem untersucht werden soll der Bauherrschaft die Relationen bezüglich den Kosten und Wirtschaftlichkeit zu einer doch eher selten umgesetzten Flusswasser-Wärmepumpe aufzeigen. Auf den folgenden Seiten werden die einzelnen Komponenten der definierten Konzepte beschrieben. Das Zusammenführen zu den oben beschriebenen Varianten sowie deren Bewertung erfolgt im Kapitel 7 Konzeptvergleich.

**FLUSSWASSER-  
WÄRMEPUMPE**

Die Wärme aus dem Flusswasser wird mit einer Wärmepumpe für die Raumheizung und Trinkwarmwassererwärmung genutzt. Die Entnahme, Abkühlung und Rückgabe vom Flusswasser erfolgt für das gesamte Areal zentral im Bereich der Längsbauten. Die Entnahme aus einem Staubecken, welches gegen groben Schmutz mit einem Rechen geschützt ist, ist notwendig. Die Tiefe vom Staubecken sollte  $> 1.0$  m sein. Die Durchmesser vom Fassungs- und Rückgaberohr betragen ca. 30cm – 40cm. Die genaue Dimensionierung und Planung der Flusswasserentnahmen muss durch einen Wasserbauingenieur erfolgen. Der gleiche Massenstrom, der dem Teich entnommen wird, wird auch wieder zurückgeführt. Der Wärmeaustausch der Flusswassererwärme erfolgt über einen Rohrbündel-Wärmetauscher an die arealweite, kalte Fernleitung (geringe Verteilverluste).

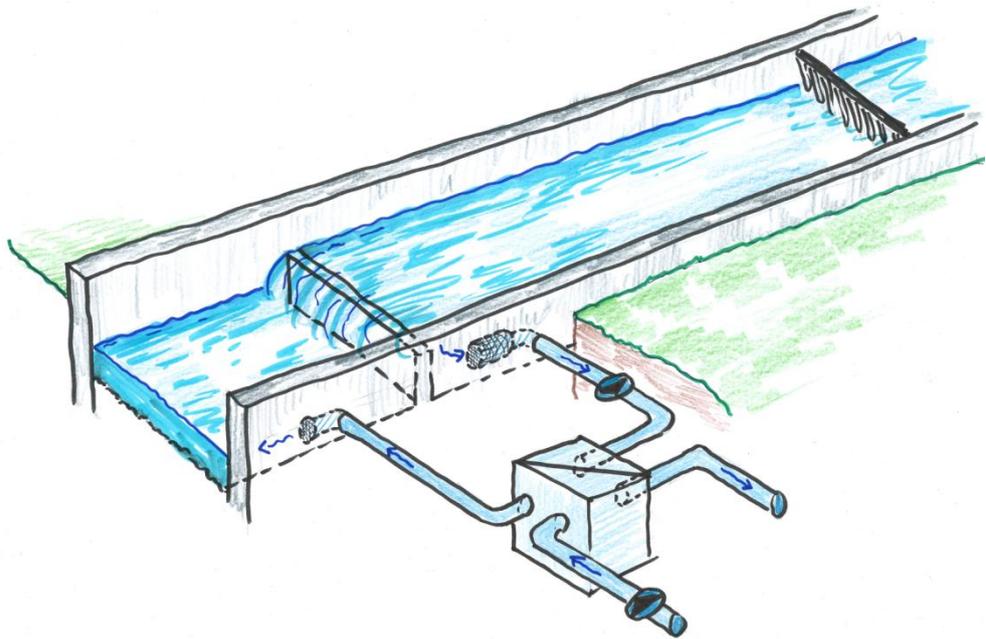


Abbildung 8: Mögliche Entnahme und Rückgabe vom Flusswasser sowie Wärmeaustausch

Das Medium in der kalten Fernleitung ist ein Gemisch aus Wasser-Glykol und wird je nach Temperaturniveau vom Flusswasser im Teich temperaturgleitend gefahren. Diese kalte Fernleitung bedient die Unterstationen in allen Gebäuden. In diesen Unterstationen sind jeweils die Wärmepumpen für die Raumheizung und das Trinkwarmwasser vom jeweiligen Gebäude oder Gebäudeteil untergebracht. Ab den Unterstationen erfolgt die Wärmeverteilung der Raumheizung und Trinkwarmwasser. Die Wärmepumpen werden während 5 Stunden täglich von der EBM gesperrt.

Auf der folgenden Seite ist das angedachte Verteilkonzept mit der Heizzentrale und den Unterstationen für das gesamte Areal visualisiert.

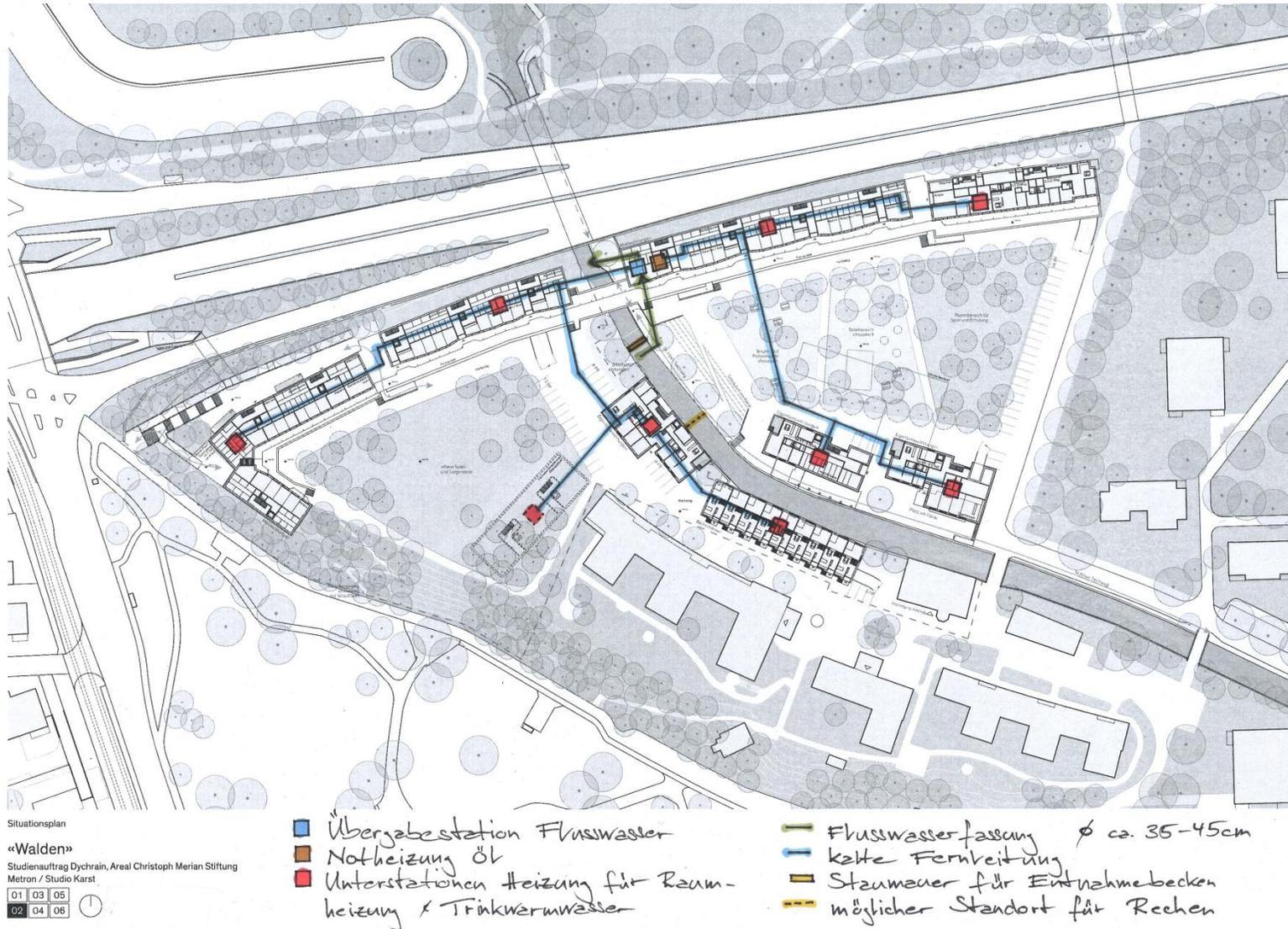


Abbildung 9: Verteilkonzept Wärme Areal

*Notheizung via Ölheizkessel (Analog einer Notstromgruppe)*

Würde aus irgendeinem Grund der Wärmeentzug aus dem Teich nicht mehr möglich sein (zu tiefe Temperaturen vom Flusswasser, zu geringer Abfluss im Teich, Defekt in der Flusswasserfassung, Eisbildung im Kanal, Unterhalt Flusswasserfassung usw.) würde der Ölheizkessel als Notheizung die kalte Fernleitung minimal erwärmen, bis der Betrieb der Flusswasserfassung wieder aufgenommen werden kann resp. möglich ist. Die Ölheizung ist nicht als Spitzenlastabdeckung, sondern als effektive Notheizung zu verstehen! Der Ölverbrauch wird demnach auch in keiner Energie- oder Betriebskostenberechnung usw. berücksichtigt. Die Flusswasserfassung und die Wärmepumpe werden auf 100% Leistung dimensioniert. Ein Unterbruch der Flusswasserfassung ist aufgrund der Abhängigkeit von externen Einflüssen, wie Abfluss und Temperatur im St. Alban-Teich, sowie für den Unterhalt öfters möglich, als bei einer vergleichbaren Heizungsanlage (bsw. Erdsonden).

*Technische Daten*

Sperrzeiten Wärmepumpen		5 Stunden pro Tag
Nutzleistung Raumheizung inkl. Verluste		789 kW
Nutzleistung Trinkwarmwasser inkl. Verluste		165 kW
Flusswassertemperaturen Tagesmittel 1972 - 2012 (Messstelle BAFU Birs - Münchenstein, Hofmatt)		
minimal	jährlich	0 °C
	Oktober - April	0 °C
maximal	jährlich	26 °C
	Oktober - April	17 °C
Durchschnitt	jährlich	11 °C
	Oktober - April	7 °C
COP WP	Raumheizung bei 0/35°C	4.5 -
	Trinkwarmwasser bei 0/60°C	2.5 -
	Raumheizung bei 15/35°C	6.0 -
	Trinkwarmwasser bei 24/60°C	4.0 -
JAZ WP	Raumheizung bei 5/35°C	5.0 -
	Trinkwarmwasser bei 9/60°C	3.0 -
Leistungsbedarf aus Flusswasser		max. 660 kW Raumheizung
		max. 125 kW Trinkwarmwasser
Abkühlung vom genutzten Flusswasser		1 K
Nötiger Abfluss minimal		max. 0.20 m <sup>3</sup> /s

*Vergleich Angaben zu Abfluss im Teich*

Wird der notwendige Abfluss für den Betrieb der Wärmepumpe mit den Angaben der unterschiedlichen Akteure verglichen, ergibt sich folgendes Bild:

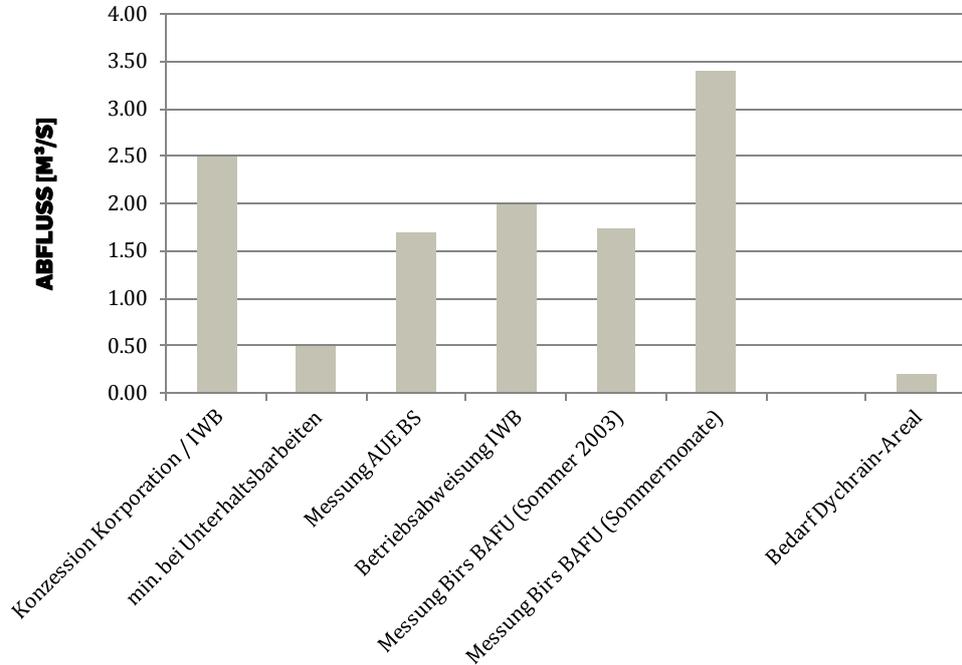


Abbildung 10: Vergleich Angaben zu Abfluss im Teich

Die prognostizierten, erforderlichen 200 Sekundenliter sollten auf der Basis vom aktuellen Wissensstand auch bei einem minimalsten Abfluss im Teich von 500 Litersekunden (während Unterhaltsarbeiten) sichergestellt sein.

*Platzbedarf Zentralen und Unterstationen*

Für den Platzbedarf der Zentralen und Unterstationen kann zum jetzigen Zeitpunkt von folgenden Abmessungen ausgegangen werden.

<b>WAS</b>	<b>STANDORT</b>	<b>GRUNDFLÄCHE</b>	<b>LICHTERAUMHOHE</b>
Übergabestation Flusswasser mit Rohrbündelwärmetauscher	Untergeschoss / Erdgeschoss Längsbau direkt am Teich	1 x ca. 60 m <sup>2</sup>	ca. 3.5 m
Notheizung Öl inkl. Tankraum	Neben Übergabestation Flusswasser	1 x ca. 70 m <sup>2</sup>	ca. 3.5 m
Unterstationen mit Wärmepumpen, Trinkwarmwasserspeicher und Verteilung	Längsbauten	4 x ca. 60 m <sup>2</sup>	ca. 3.0 -3.5m
	Haus A - E	je ca. 50 m <sup>2</sup>	ca. 3.0 -3.5m

Tabelle 5: Platzbedarf Zentralen und Unterstationen

**THERMISCHE SOLARANLAGE**

Auf den Flachdächern der einzelnen Gebäude können thermische Solarkollektoren aufgestellt werden. Diese solare Wärme kann zur Unterstützung der Trinkwassererwärmung genutzt werden, was die Betriebszeit der Wärmepumpe bei einer tiefen Leistungszahl (hoher Strombedarf) für die Trinkwassererwärmung reduziert. Die Grösse der Absorberfläche sollte so dimensioniert werden, dass es in den Sommermonaten zu möglichst wenig Überhitzung und somit zu ungenutzter Überschusswärme kommt. In der aktuellen Projektstufe gehen wir von einem jährlichen solaren Deckungsgrad von 60% aus (d.h. 60% der Nutzenergie vom Trinkwasser wird über das Jahr betrachtet von der Sonne abgedeckt). Die Kollektoren können mehrheitlich in südöstlicher (Längsbauten) oder südwestlicher Ausrichtung (Haus A - E) aufgestellt werden. Ausgehend von dieser Ausrichtung und von einem Anstellwinkel von rund 30° können die unten aufgelisteten Absorberflächen resp. Anzahl Solarkollektoren erwartet werden. In der aktuellen Projektstufe gehen wir davon aus, dass die Dachfläche der Grundrissfläche vom Situationsplan entspricht und max. rund 25 - 30% der Dachflächen aktiv für die thermische Solaranlage genutzt werden können.

GEBÄUDE	Q <sub>TWW</sub> [MWH/A]	Q <sub>TWW, SOLAR</sub> [MWH/A]	ABSORBER KOLLEKTOR [M <sup>2</sup> ]	DACHFLÄCHE [STK.]	SOLAR GENUTZT [M <sup>2</sup> ]	[%]
Längsbau West	316	190	360	ca. 150	ca. 1'400	ca. 25%
Längsbau Ost	271	165	310	ca. 130	ca. 1'550	ca. 20%
Gebäude A	37	22	40	ca. 17	ca. 550	ca. < 10%
Gebäude B	35	21	38	ca. 16	ca. 450	ca. < 10%
Gebäude C	11	7	12	ca. 5	ca. 500	ca. < 10%
Gebäude D	44	27	48	ca. 12	ca. 400	ca. 15%
Gebäude E	74	44	80	ca. 34	ca. 350	ca. 25%
<b>Total</b>	<b>788</b>	<b>476</b>	<b>888</b>	<b>ca. 364</b>	-	-

Tabelle 6: Dimensionierung Solaranlage

Die Speicher für die Solarwärme werden direkt in die Unterstation vom jeweiligen Haus gestellt und dienen zur Vorwärmung vom Trinkwasser pro Haus / Unterstation. Es ist keine Fernleitung resp. Verbindung zwischen den Häusern für die Solarwärme vorgesehen. Der zusätzliche Flächenbedarf für die Solarspeicher und Übergabestation Solar in den Unterstationen ist wie folgt.

WAS	STANDORT	GRUNDFLÄCHE	LICHTRAUMHÖHE
Solarspeicher inkl. Übergabestation Solar	Längsbauten	4 x ca. 30m <sup>2</sup>	ca. 3.0 -3.5m
	Haus A - E	je ca. 20m <sup>2</sup> - 25m <sup>2</sup>	ca. 3.0 -3.5m

Tabelle 7: Platzbedarf Unterstationen für Solarinstallationen

**PHOTOVOLTAIK-ANLAGE**

Auf den Flachdächern der einzelnen Gebäude können Photovoltaikanlagen aufgestellt werden. Der solar erzeugte Strom kann bilanzmässig über das gesamte Jahr betrachtet, für die Wärmeerzeugung mit den Wärmepumpen angerechnet werden. Rund 75% vom Strombedarf, welcher von den Wärmepumpen für die Warmerzeugung der Raumheizung und vom Trinkwarmwasser benötigt wird, könnte so gesehen über die Photovoltaikanlage abgedeckt werden. Es gilt zu beachten, dass die PV-Anlage im Sommerhalbjahr den meisten Strom produziert und der Bedarf an Strom vor allem im Winterhalbjahr am grössten ist.

Im folgenden Diagramm ist der prognostizierte Strombedarf für die Wärmeerzeugung (dunkler Balken) sowie derjenige für die übrigen strombetriebenen Prozesse wie Beleuchtung, Geräte, Lüftungsanlagen usw. (heller Balken) dem möglichen Ertrag aus der Photovoltaikanlage (Linie) monatlich gegenübergestellt.

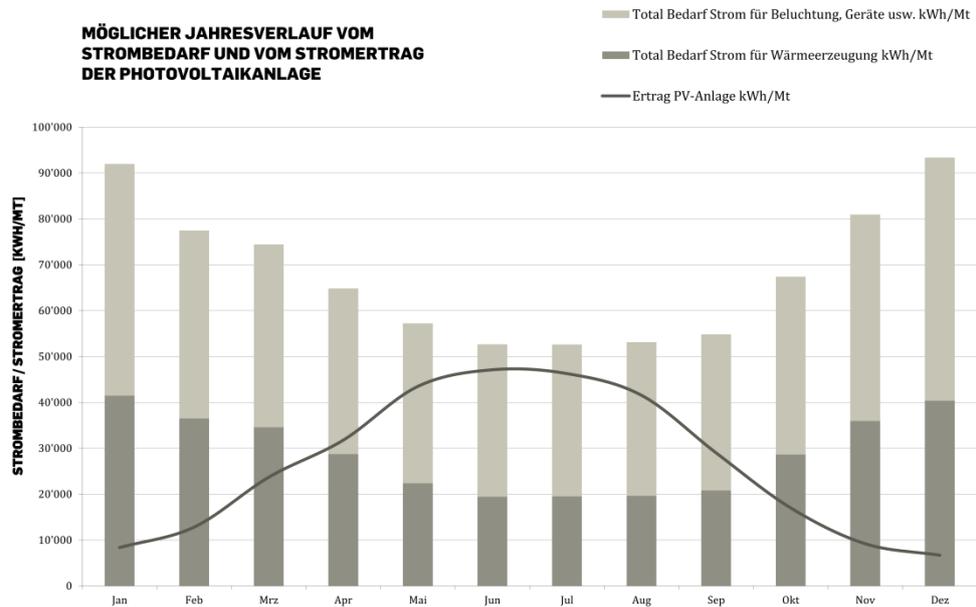


Abbildung 11: Jahresverlauf Ertrag und Bedarf an Strom

In der aktuellen Projektstufe gehen wir davon aus, dass die Dachfläche der Grundrissfläche vom Situationsplan entspricht und rund 50% der Dachfläche aktiv für die Photovoltaikanlage genutzt werden kann. Als Module werden Standardmodule, welche 10° aufgeständert und quer angeordnet sind, verwendet.

<b>GEBÄUDE</b>	<b>PV-FLÄCHE [M<sup>2</sup>]</b>	<b>LEISTUNG [KWP]</b>	<b>Q<sub>PV,SOLAR</sub> [MWH/A]</b>	<b>DACHFLÄCHE [M<sup>2</sup>]</b>	<b>SOLAR GENUTZT [%]</b>
Längsbau West	ca. 700	ca. 87	87	ca. 1'400	
Längsbau Ost	ca. 750	ca. 93	93	ca. 1'550	
Gebäude A	ca. 270	ca. 33	33	ca. 550	
Gebäude B	ca. 220	ca. 27	27	ca. 450	ca. 50%
Gebäude C	ca. 250	ca. 31	31	ca. 500	
Gebäude D	ca. 200	ca. 25	25	ca. 400	
Gebäude E	ca. 170	ca. 21	21	ca. 350	
<b>Total</b>	<b>ca. 2'260</b>	<b>ca. 327</b>	<b>317</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Tabelle 8: Dimensionierung Photovoltaikanlage

Der zusätzliche Flächenbedarf für die Wechselrichter in einem separaten Technikraum ist wie folgt.

<b>WAS</b>	<b>STANDORT</b>	<b>GRUNDFLÄCHE</b>	<b>LICHTERAUMHÖHE</b>
Wechselrichter PV-Anlage	Längsbauten	4 x ca. 10 m <sup>2</sup>	ca. 3.0 m
	Haus A - E	je ca. 6 m <sup>2</sup>	ca. 3.0 m

Tabelle 9: Platzbedarf Wechselrichter der PV-Anlage

**REFERENZ-  
VARIANTEN**

Wie bereits erwähnt (vgl. Kapitel 6 Konzepte) dienen die Möglichkeiten einer

- Gasheizung mit thermischer Solarnutzung
- Erdsonden-Wärmepumpe

lediglich als Referenz zu der Flusswasser-Wärmepumpe hinsichtlich der Kosten und Wirtschaftlichkeit sowie der Ökologie. Beide Wärmeerzeugungsarten sind für dieses Projekt nicht umsetzbar.

Folgend werden diese dennoch kurz beschrieben, jedoch nicht im gleichen Detail untersucht wie diejenigen der Flusswasser- und Solarnutzung.

*Gasheizung & thermischer Solaranlage*

Erreicht die geforderten Zielwerte der 2'000-Watt-Gesellschaft nicht und ist nicht im primären Fokus vom Projektteam resp. der Swisscanto.

Die Wärmeerzeugung für die Raumheizung und das Trinkwarmwasser erfolgt über eine Gasheizung. Die Wärmeerzeugung ist zentral (bsw. am gleichen Standort wie die Übergabestation der Flusswasserwärme) und wird dann mit warmen Fernleitungen zu den einzelnen Unterstationen in den Häusern geführt. Die Abgase der Gasheizung werden über ein Kamin über das Dach vom Längsbau nach aussen befördert.

Eine thermische Solaranlage unterstützt die Gasheizung für die Trinkwarmwassererwärmung und ist seitens der kommunalen Behörden beim Einsatz einer Gasheizung vorgeschrieben.

Die Unterstationen in den einzelnen Gebäuden sind bezüglich Anzahl und Standort identisch wie diejenigen bei der Variante Flusswasser-Wärmepumpe und beherbergen einen Plattenwärmetauscher (Wärmeübertragung), Wärmeverteilung Raumheizung und Trinkwarmwassererwärmer. Des Weiteren werden auch die Solarspeicher der thermischen Solaranlage in den jeweiligen Unterstationen disponiert.

*Erdsonden-Wärmepumpe*

Erdsondenbohrungen sind nicht bewilligungsfähig!

Die Wärmeerzeugung für die Raumheizung und das Trinkwarmwasser erfolgt über Erdsonden-Wärmepumpen. Die Wärmeerzeugung ist dezentral d.h. pro Unterstation sind Erdsonden-Wärmepumpen mit den dafür nötigen Erdsonden vorgesehen. Die Unterstationen in den einzelnen Gebäuden sind bezüglich Anzahl und Standort identisch wie diejenigen bei der Variante Flusswasser-Wärmepumpe und beherbergen je eine Wärmepumpe für die Raumheizung und das Trinkwarmwasser, die Wärmeverteilung Raumheizung sowie den Trinkwarmwassererwärmer. Es sind keine Leitungsverbindungen zwischen den Häusern vorgesehen. Die Erdsonden werden jeweils neben dem Gebäude platziert. Der Platzbedarf für die Erdsondenbohrungen wurde nicht näher untersucht. Beim aktuellen Planungsstand kann davon ausgegangen werden, dass rund 17 km Erdsondenbohrung für das gesamte Areal benötigt werden. Dies bedeutet rund 110 Sonden à 150m Bohrtiefe. Der Abstand zwischen den Sonden muss mindestens 8m betragen.

## 7 KONZEPTVERGLEICH

Die einzelnen Konzepte

- Flusswasser-Wärmepumpe (FL-WP)
- Flusswasser-Wärmepumpe mit thermischer Solarnutzung (FL-WP-SOLAR)
- Flusswasser-Wärmepumpe mit Photovoltaikanlage (FL-WP-PV)

sowie die Referenzkonzepte

- Gasheizung mit thermischer Solarnutzung (GAS-SOLAR)
- Erdsonden-Wärmepumpe (ES-WP)

werden hinsichtlich ökonomischen sowie auch ökologischen Parameter beurteilt und miteinander verglichen.

### **PARAMETER** *Investitionskosten*

Die Investitionskosten basieren auf einer Grobkostenschätzung (+/- 25%), welche im Kapitel 9 Grobkostenschätzung detailliert aufgeführt ist. Umfang der Grobkostenschätzung ist die Wärmeerzeugung für die Raumheizung und die Trinkwassererwärmung für das gesamte Areal; von der zentralen Erzeugung / Gewinnung bis zu den Unterstationen in den einzelnen Gebäuden. Die Wärmeverteilung und -abgabe sowie auch allfällige Lüftungstechnische Anlagen sind nicht Bestandteil der Grobkostenschätzung. In den Grobkosten nicht enthalten sind auch die bauseitigen Leistungen (vgl. Kapitel 8 bauseitige Leistungen)

### *Mögliche Förderbeiträge*

Die möglichen Förderbeiträge beziehen sich auf den Stand April 2014 und basieren auf dem kantonalen Energieförderpaket. Förderungen von grossen Wärmepumpenanlagen kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht pauschal definiert werden und werden von den kantonalen Behörden im Rahmen von einem Baugesuch definiert. Die KEV-Beiträge für die Photovoltaikanlage basieren auf den Ansätzen vom Jahr 2014 und sind in den jährlichen Energiekosten berücksichtigt.

### *Jährliche Kosten*

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung resp. die zu erwartenden mittleren jährlichen Kosten richten sich nach den Vorgaben von „Ravel zahlt sich aus“ und der SIA 480. Die detaillierte Berechnung liegt dem Anhang bei. Die verwendeten Prozentsätze und Teuerungen sind im Kapitel 10 Wirtschaftlichkeit definiert. Externe Kosten auf die Energieträger wurden nicht berücksichtigt.

*Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen*

Die ökologischen Berechnungen basieren auf der SIA 2040 Effizienzpfad Energie (2'000-Watt-Gesellschaft) und beinhalten die Primärenergie nicht erneuerbar sowie die Treibhausgasemissionen für den Betrieb und für die Erstellung. Der Betrieb umfasst den berechneten und prognostizierte Energiebedarf für die Raumheizung, Trinkwarmwassererwärmung sowie Standardwerte nach der SIA 2040 für den Strombedarf der Beleuchtung, Geräte, Aufzüge, Hilfsbetrieb usw. Die Erstellung umfasst den Energieaufwand (graue Energie) für diejenigen Bauteile, die für den Betrieb massgeblich sind (bzw. Haustechnikanlagen HLKSE, Bau der Zentrale und Unterstationen, Aushub für die Fernleitungen, Erdsondenbohrungen usw.). Die Erstellungsenergie für das gesamte Gebäude ist nicht Bestandteil dieser Betrachtung.

**ZUSAMMENSTELLUNG  
& VERGLEICH**

In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen für die einzelnen Parameter zusammengefasst und unter den verschiedenen Varianten verglichen. Der beste Wert pro Parameter ist jeweils mit einem grünen und der schlechteste mit einem roten Punkt gekennzeichnet.

	#1 FL-WP	#2 FL-WP-SOLAR	#3 FL-WP-PV	#4 GAS-SOLAR	#5 ES-WP
Investitionskosten inkl. Honorare	● 3'600'000 SFr.	● 5'940'000 SFr.	● 4'800'000 SFr.	● 4'420'000 SFr.	● 3'460'000 SFr.
Mögliche Förderbeiträge	WP > 100 kW <sub>th</sub> werden fallweise beurteilt	134'000 SFr. für Solar	KEV-Beiträge sind in den jährlichen Kosten berücksichtigt	keine Beiträge für Solar, da ein Muss gemäss Energiegesetz	WP > 100 kW <sub>th</sub> werden fallweise beurteilt
Jährliche Kosten (inkl. Abschreibung, Betrieb & Unterhalt)	● 568'249 SFr. / a	● 723'852 SFr. / a	● 595'992 SFr. / a	● 621'500 SFr. / a	● 565'352 SFr. / a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (Erstellung und Betrieb HLKSE)	● 246 MJ / m <sup>2</sup> a	● 210 MJ / m <sup>2</sup> a	● 174 MJ / m <sup>2</sup> a	● 265 MJ / m <sup>2</sup> a	● 293 MJ / m <sup>2</sup> a
Treibhausgasemissionen (Erstellung und Betrieb HLKSE)	● 5.06 kg / m <sup>2</sup> a CO <sub>2e</sub>	● 4.75 kg / m <sup>2</sup> a CO <sub>2e</sub>	● 4.36 kg / m <sup>2</sup> a CO <sub>2e</sub>	● 10.73 kg / m <sup>2</sup> a CO <sub>2e</sub>	● 5.92 kg / m <sup>2</sup> a CO <sub>2e</sub>

Abbildung 12: Zusammenstellung Variantenvergleich

Eine dezentrale Wärmeerzeugung via Erdsonden-Wärmepumpen wäre hinsichtlich der Investitionskosten die kostengünstigste Variante, ist jedoch nicht bewilligungsfähig. Der Kostentreiber sind die vielen Erdsondenmeter, welche gebohrt und erschlossen werden müssten. Die Investitionskosten für eine Flusswasser-Nutzung via dezentrale Wärmepumpen liegen jedoch nur leicht über denjenigen der Erdsonden-Wärmepumpen und sind daher vergleichbar. Sobald eine solare Nutzung vorgesehen ist, steigen die Investitionskosten an; bei einer thermischen Solarnutzung deutlich mehr als bei einer Photovoltaikanlage.

Förderbeiträge sind bei allen Varianten zu erwarten, ausser bei Gas und Solar. Der Grund dafür ist, dass die Solaranlage bei einer Gasheizung vom kantonalen Energiegesetz vorgeschrieben ist und daher nicht gefördert wird. Die Höhe der Förderbeiträge für die Wärmepumpen lassen sich zu diesem Zeitpunkt, aufgrund der notwendigen Leistungsgrösse, noch nicht bestimmen. Die KEV-Beiträge für die PV-Anlage sind bei den Betriebs- resp. Energiekosten mit eingerechnet.

Auch bei den zu erwartenden mittleren jährlichen Kosten, schneidet die, nicht bewilligungsfähige, Erdsonden-Wärmepumpe am kostengünstigsten ab. Wiederum ist die Variante Flusswasser-Wärmepumpe in einem vergleichbaren Bereich. Die Unterhaltskosten sind bei dieser Variante aufgrund der Flusswasser-Fassung beinahe 50% höher als bei einer Erdsonde-Wärmepumpe, jedoch sind die Energiekosten wegen der besseren Effizienz der Wärmepumpe tiefer. Mit einer solaren Nutzung steigen nicht nur die Investitionskosten, sondern auch die mittleren jährlichen Kosten an, obschon dadurch wenige Energie vom Stromnetz bezogen werden muss. Am deutlichsten ist der Anstieg bei der Variante #2 Flusswasser-Wärmepumpe mit einer thermischen Solarnutzung. Die Investitionskosten sind für die thermische Solaranlage hoch und die eingesparten Energiekosten dazu vergleichsweise gering. Bei der Variante mit einer Photovoltaikanlage werden die mittleren jährlichen Kosten aufgrund der KEV-Beiträge, welche mit dem Solarstrom generiert werden können, minimiert und liegen damit im ähnlichen Bereich ohne eine PV-Anlage.

Die Umwelteinwirkungen der Varianten mit einer Flusswasser-Wärmepumpe sind am geringsten. Dies ist primär auf die relativ hohen Jahresarbeitszahlen (geringer Strombedarf), bedingt durch die Wärmequelle Flusswasser, zurückzuführen. Wird die Flusswasser-Wärmepumpe mit einer solaren Nutzung ergänzt, verbessern sich der Primärenergiebedarf nicht erneuerbar sowie die Treibhausgasemissionen noch einmal. Mit der Kombination einer Photovoltaikanlage können die tiefsten Werte erreicht werden. Bei der Verwendung von Erdgas sind die Emissionen rund 2.5-mal so hoch, wie mit der ökologisch besten Variante möglich sind.

Die Daten der oben aufgeführten Tabelle werden mit dem folgenden Diagramm graphisch dargestellt. Das sogenannte Bubble-Diagramm zeigt die Zusammenhänge zwischen den mittleren jährlichen Kosten (horizontalen Achse), dem Umweltauswirkungen (vertikale Achse) und den Investitionskosten (Grösse der Kreisfläche).

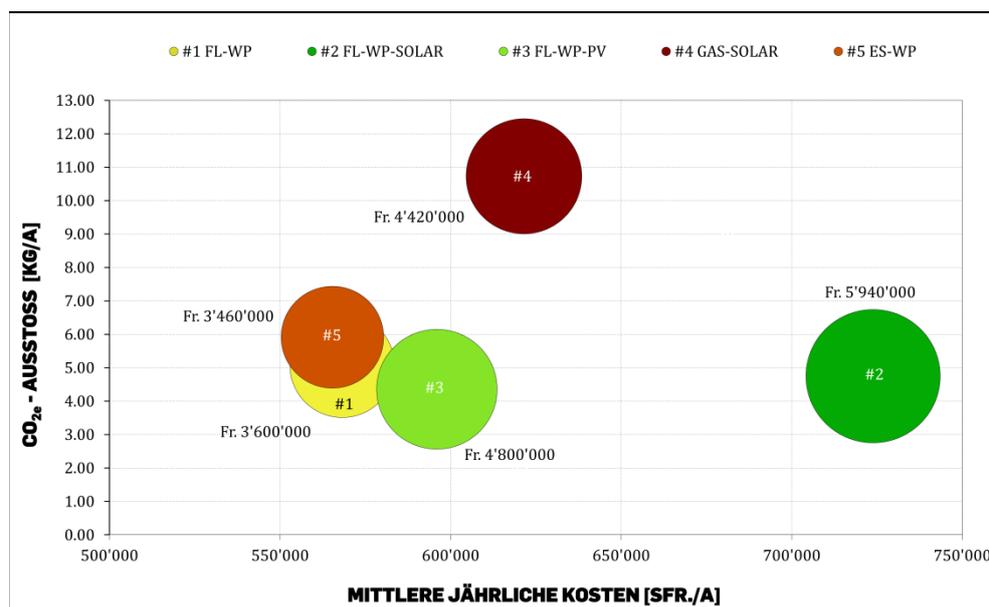


Abbildung 13: Zusammenstellung Variantenvergleich

**BEURTEILUNG  
2'000-WATT**

Das Einhalten der Anforderungen der 2'000-Watt-Gesellschaft (SIA MB 2040 Effizienzpfad Energie) wurde seitens der kommunalen Behörden an das Richtobjekt gestellt. Die SIA 2040 unterteilt die Anforderungen für einen Wohnungsbau in drei Bereiche - die Mobilität, die Erstellung und den Betrieb. Der Bereich Mobilität wird von metron bearbeitet. Die Erstellung (graue Energie) kann zurzeit noch nicht abschliessend beurteilt werden, da der Planungsstand noch nicht so weit fortgeschritten ist. Die Projektwerte im Bereich Betrieb kann mit den vorhandenen Daten für jede der definierten Varianten berechnet und mit den Richtwerten verglichen werden. Der Betrieb umfasst den Energiebedarf für die Raumwärme, das Warmwasser, die elektrischen Hilfsbetriebe sowie den Strom für die Lüftungsanlagen, Beleuchtung und Betriebseinrichtungen und Aufzüge. Gemäss dem Merkblatt SIA 2040 steht für einen Wohnungsneubau für den Betrieb ein Budget von 200 MJ/m<sup>2</sup>a Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und 2.5 kg/m<sup>2</sup>a Treibhausgasemissionen zur Verfügung. Folgend sind die Projekt- und Richtwerte für den Primärenergiebedarf nicht erneuerbar sowie für die Treibhausgasemissionen dargestellt.

Das Ziel der 2'000-Watt-Gesellschaft für den Betrieb gemäss dem Merkblatt SIA 2040 ist dann erreicht, wenn beide Werte (Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen) unter dem Richtwert liegen.

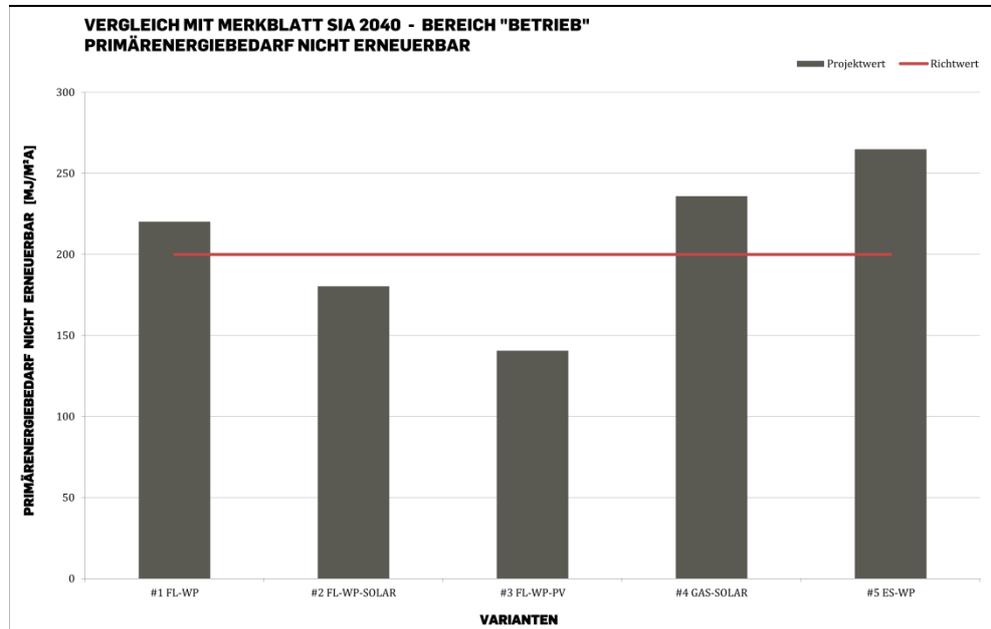


Abbildung 14: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar

Eine Wärmeerzeugung mit einer Flusswasser-Wärmepumpe und einer solaren Nutzung (thermisch oder Strom) unterschreitet der Richtwert von 200 MJ/m²a zum Teil deutlich. Nur eine Flusswasser-Wärmepumpe überschreitet den Richtwert und rund 10%. Gas und Solar sowie eine Erdsonden-Wärmepumpen übersteigen den Richtwert um 20% resp. 30%. Die tiefe Jahresarbeitszahl für die Trinkarmwassererwärmung bei einer Erdsonden-Wärmepumpe sowie die thermische Solaranlage als Unterstützung der Gasheizung sind Gründe, dass der Primärenergiebedarf nicht erneuerbar der Erdsonden-Wärmepumpe höher ausfällt, als derjenige der Gasheizung. Aufgelistet auf die einzelnen Verbraucher ergibt dies folgende Aufteilung.

VERBRAUCHER	FL-WP [MJ/M²A]	FL-WP-SOLAR [MJ/M²A]	FL-WP-PV [MJ/M²A]	GAS-SOLAR [MJ/M²A]	ES-WP [MJ/M²A]
Raumwärme	30	30	30	69	38
Trinkwarmwasser	73	33	73	49	109
Photovoltaikanlage	0	0	-80	0	0
Beleuchtung	32	32	32	32	32
Betriebseinrichtung	66	66	66	66	66
Lüftung	12	12	12	12	12
Aufzüge	3	3	3	3	3
Hilfsenergien	5	5	5	5	5

Tabelle 10: Aufteilung Primärenergiebedarf nicht erneuerbar

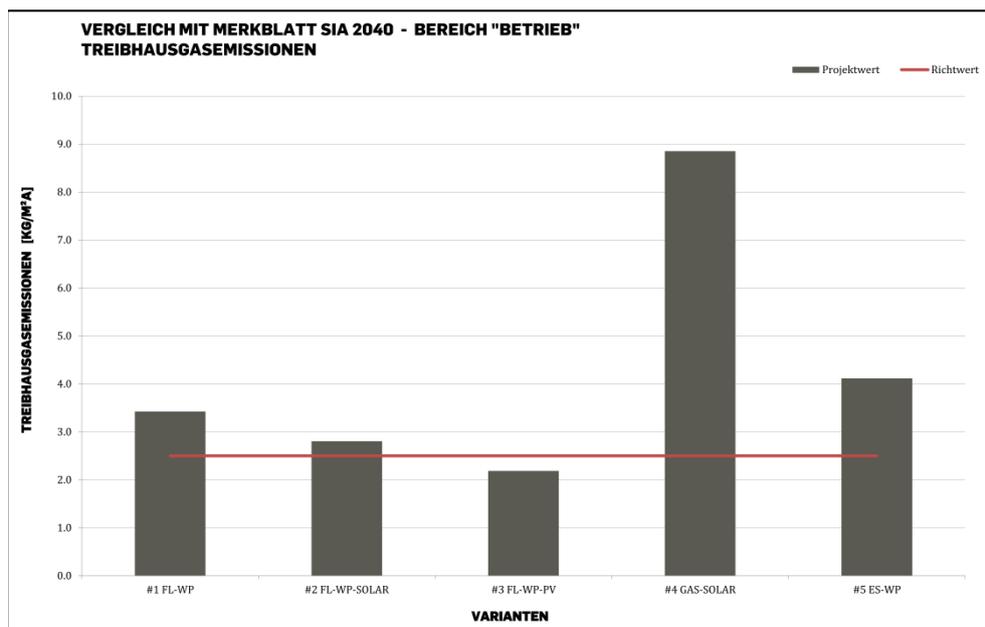


Abbildung 15: Treibhausgasemissionen

Bei den Treibhausgasemissionen zeigt sich ein ähnliches Bild wie vorhin beim Primärenergiebedarf nicht erneuerbar. Der Richtwert von 2.5 kg/m<sup>2</sup>a kann jedoch lediglich mit einer Flusswasser-Wärmepumpe und einer Photovoltaikanlage unterschritten werden. Mit einer thermischen Solaranlage wird der Richtwert um ca. 12% und ohne solare Nutzung um ca. 37% überschritten. Mit einem Teileinkauf von bsw. Wasserkraftstrom könnte bei diesen beiden Flusswasser-Varianten der Richtwert erreichbar sein, was jedoch die Betriebskosten erhöhen würde. Mit einer Erdsonden-Wärmepumpe und einer Gasheizung mit thermischer Solaranlage wird der Richtwert deutlicher überschritten.

VERBRAUCHER	FL-WP [KG/M²A]	FL-WP-SOLAR [KG/M²A]	FL-WP-PV [KG/M²A]	GAS-SOLAR [KG/M²A]	ES-WP [KG/M²A]
Raumwärme	0.46	0.46	0.46	4.13	0.59
Trinkwarmwasser	1.13	0.51	1.13	2.89	1.69
Photovoltaikanlage	0.00	0.00	-1.24	0.00	0.00
Beleuchtung	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Betriebseinrichtung	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
Lüftung	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Aufzüge	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Hilfsenergien	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

Tabelle 11: Aufteilung Treibhausgasemissionen

Die Richtwerte der 2'000-Watt-Gesellschaft für den Betrieb gemäss dem Merkblatt der SIA 2040 kann mit einer Flusswasser-Wärmepumpe und einer Photovoltaikanlage erreicht werden. Ohne Photovoltaik und mit einer thermischen Solaranlage

wird der Richtwert bei den Treibhausgasemissionen zwar leicht überschritten, doch der Richtwert kann mit einzelnen Massnahmen (bsw. Einkauf Wasserkraftstrom) erreicht werden. Wird auf eine solare Nutzung verzichtet und nur eine Flusswasser-Wärmepumpe vorgesehen, werden beide Richtwerte (Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen) überschritten. Auch hier könnte mit dem Einkauf von bsw. Wasserkraftstrom das Ziel erreicht werden - was sich jedoch auf die Betriebskosten auswirken wird.

Es ist jedoch empfehlenswert die Richtwerte der einzelnen Bereiche (Mobilität, Erstellung und Betrieb) im gesamten Kontext anzuschauen. Schlussendlich muss der Richtwert für alle drei Bereiche im Totalen erreicht werden. Überschiesst das Areal bsw. im Bereich vom Betrieb, könnte dies mit einem guten Mobilitätskonzept oder einer energiearmen Erstellung wieder kompensiert werden.

**EMPFEHLUNG W+H** Auf der Basis von den Erkenntnissen aus den Konzeptvergleichen empfehlen wir aus den folgenden Gründen die Variante Flusswasser-Wärmepumpe mit Photovoltaikanlage zur Umsetzung.

- Die Umwelteinwirkung einer Flusswasser-Wärmepumpe in Kombination mit einer Photovoltaikanlage sind am geringsten und können den Richtwerten der 2'000-Watt-Gesellschaft (MB 2040 SIA Effizienzpfad Energie) für den Betrieb unterschreiten.
- Die Investitionskosten sind zwar rund 30% grösser als für eine Flusswasser-Wärmepumpe ohne solare Nutzung. Doch die zu ahnenden mittleren jährlichen Kosten sind, aufgrund der zu erwartenden KEV-Beiträge, in einem vergleichbaren Bereich wie ohne solare Nutzung und dies bei weniger Umwelteinwirkungen.
- Der Ertrag aus der Photovoltaikanlage sowie der Bedarf an Strom für den Betrieb der Wärmepumpe sind zwar azyklisch (hoher Ertrag im Sommerhalbjahr und hoher Bedarf im Winterhalbjahr), doch kann der überschüssige Solarstrom auch für den Betrieb der Beleuchtung, Geräte usw. angerechnet werden. Über das gesamte Jahr betrachtet, kann der Ertrag der Photovoltaikanlage den prognostizierten Bedarf an Strom für die Geräte, Beleuchtung, Aufzüge, Hilfsbetriebe und Lüftungsanlagen in der Bilanz zu rund 66% abdecken.
- Die Effizienz der Wärmepumpe im Sommerhalbjahr ist aufgrund vom wärmeren Flusswasser deutlich besser als im Winterhalbjahr, was den Strombedarf für die Trinkwassererwärmung in den warmen Monaten minimiert und einen Verzicht auf eine thermische Solaranlage legitimiert.

## **8 BAUSEITIGE LEISTUNGEN**

Folgende Arbeiten und Lieferungen sind in der Grobkostenschätzung nicht vorhanden:

- BAUARBEITEN**
- Notwendige Kranzüge
  - Alle erforderlichen Maurer-, Gipser-, Schreiner-, Stahl- und Betonarbeiten
  - Sämtliche Durchbrucharbeiten inkl. Zusetzen
  - Erstellen von Maschinen- und Apparatfundamenten
  - Brandabschottungen
  - Einfassen von Dach- und Fassadendurchdringungen
  - Türen zu Zentralen gemäss den feuerpolizeilichen Vorschriften
  - Fertiganstrich von sichtbaren Anlageteilen
  - Reinigung der Zentralen und Unterstationen vor der ersten Inbetriebnahme
  - Grabenarbeiten für Fernleitungen auf dem Areal (Graben öffnen, Leitungen einsanden und Graben verschliessen)
  - Sämtliche Wasserbauarbeiten (bsw. Bau vom Entnahmebecken) im Teichkanal für die Flusswasserfassung
- SANITÄRARBEITEN**
- Bodenabläufe in allen Zentralen und Unterstationen
  - Kaltwasseranschluss in allen Zentralen und Unterstationen
  - Sanitärseitige Verrohrung vom Trinkwarmwassererwärmer
- ELEKTROARBEITEN**
- Anschluss- und Verdrahtungsarbeiten aller heizungsseitig gelieferten Motoren, Regel- und Messorgane
- ALLGEMEINES**
- Stellen eines trockenen, verschliessbaren Werkstatt- und Lagerraumes mit Licht
  - Energie für Montage und Probeläufe

## 9 GROBKOSTENSCHÄTZUNG +/- 25%

Die Grobkostenschätzung umfasst lediglich die Wärmeerzeugung bis und mit den Unterstationen in den einzelnen Gebäuden. Zusätzlich wurden auch die Kosten für die solare Nutzung (thermisch und elektrisch) grob geschätzt. Die Kosten für die Wärmeverteilung und -abgabe der Gebäude sowie allfällige Sanitär-, Elektro- und Lüftungsanlagen sind nicht Bestandteil von dieser Grobkostenschätzung.

Die Installationskosten sind exkl. Planungshonorare, Gebühren für Gesuche und Bewilligungen zu verstehen. Die Planungshonorare sind separat ausgewiesen.

Der Umfang der einzelnen Positionen ist auf der folgenden Seite detailliert beschrieben.

<b>VARIANTE</b>	<b>KOSTENSCHÄTZUNG</b> (+/- 25% . exkl. MwSt.)	
Flusswasser-Warpumpe	CHF	3'030'000.-
Thermische Solaranlage	CHF	1'940'000.-
Photovoltaik Solaranlage	CHF	970'000.-
Gasheizung	CHF	1'720'000.-
Erdsonden-Wärmepumpe	CHF	2'910'000.-

Das Planungshonorar wurde auf der Basis der grob geschätzten Baukosten Heizung gemäss SIA 108/2003 berechnet.

<b>SIAPHASE 3 BIS 5</b>	<b>PLANUNGSHONORAR</b>	
Flusswasser-Warpumpe	CHF	570'000.-
Thermische Solaranlage	CHF	400'000.-
Photovoltaik Solaranlage	CHF	230'000.-
Gasheizung	CHF	360'000.-
Erdsonden-Wärmepumpe	CHF	550'000.-

**FLUSSWASSER-  
WÄRMEPUMPE****FLUSSWASSERFASSUNG** **CHF** **450'000.-**

Diese Kosten beinhalten die Flusswasserfassung aus dem St. Alban-Teich inkl. den Entnahme- und Rückgabelleitungen aus Kunststoff, den Rohrbündelwärmetauschern (2 x 50%), der Filteranlage, die hydraulischen Gruppen inkl. Sockelpumpen (2 x 100%) für die Wasserförderung vom St. Alban-Teich zum Rohrbündelwärmetauscher und zurück sowie die Steuerung.

**KALTE FERNLEITUNG** **CHF** **590'000.-**

Diese Kosten beinhalten die hydraulischen Gruppen inkl. Sockelpumpen für die Mediumsförderung vom Rohrbündelwärmetauscher bis zu den Unterstationen in den einzelnen Gebäuden und zurück, die Ausdehnungsanlage, die Fernleitungen im Graben (Kunststoff) und an den Decken im Untergeschoss (mit Taupunktunterschreitung) sowie die Steuerung.

**NOTHEIZUNG ERDÖL** **CHF** **300'000.-**

Diese Kosten beinhalten die Notheizung via einem Ölheizkessel (100% Leistung) inkl. einem Erdöltank (ca. 6'000 Liter), die Abgasanlage und hydraulischen Einbindung in die kalte Fernleitung sowie Steuerung.

**UNTERSTATIONEN** **CHF** **1'690'000.-**

Diese Kosten beinhalten die Installationen in den jeweiligen Unterstationen bestehend aus jeweils einer Wärmepumpe für die Raumheizung und für die Trinkwarmwasser, den Anschluss an die kalte Fernleitung, einen technischen und Trinkwarmwasserspeicher, Ausdehnungsanlage sowie die Steuerung.

Auf dem gesamten Areal sind insgesamt 9 Unterstationen (je zwei in den Längsbauten West und Ost sowie je eine in den Gebäuden A bis E) vorgesehen.

**THERMISCHE  
SOLARANLAGEN****THERMISCHE SOLARANLAGEN** **CHF** **1'940'000.-**

Diese Kosten beinhalten die thermische Solaranlage pro Gebäude inkl. den Flachkollektoren mit Aufständigung auf dem Flachdach, die Verrohrung und Wärmedämmung, die Solarspeicher in den Unterstationen, die Ausdehnungsanlage sowie die Steuerung.

**PHOTOVOLTAIK  
SOLARANLAGE****PHOTOVOLTAIK SOLARANLAGE** **CHF** **970'000.-**

Diese Kosten beinhalten die Photovoltaikmodule inkl. Aufständigung auf dem Flachdach, die Verkabelung bis und mit dem Wechselrichter in den Unterstationen.

**GASHEIZUNG**

---

<b>GASHEIZUNG</b>	<b>CHF</b>	<b>320'000.-</b>
-------------------	------------	------------------

---

Diese Kosten beinhalten einen zentralen Gasheizkessel für das gesamte Areal, die notwendige Abgasanlage, die hydraulische Einbindung und Steuerung.

---

---

<b>FERNLEITUNG</b>	<b>CHF</b>	<b>520'000.-</b>
--------------------	------------	------------------

---

Diese Kosten beinhalten die hydraulischen Gruppen inkl. Sockelpumpen für die Mediumsförderung vom Gasheizkessel bis zu den Unterstationen in den einzelnen Gebäuden und zurück, die Ausdehnungsanlage, die Fernleitungen im Graben (Kunststoff) und an den Decken im Untergeschoss (ohne Taupunktunterschreitung) sowie die Steuerung.

---

---

<b>UNTERSTATIONEN</b>	<b>CHF</b>	<b>880'000.-</b>
-----------------------	------------	------------------

---

Diese Kosten beinhalten die Installationen in den jeweiligen Unterstationen bestehend aus jeweils einem Plattenwärmetauscher inkl. primärseitigem Anschluss an die Fernleitung und sekundärseitiger hydraulischer Gruppe für die Raumheizung, einen Trinkwarmwasserspeicher mit externer Magroladung, Ausdehnungsanlage sowie die Steuerung.

Auf dem gesamten Areal sind insgesamt 9 Unterstationen (je zwei in den Längsbauten West und Ost sowie je eine in den Gebäuden A bis E) vorgesehen.

---

**ERDSONDEN-  
WÄRMEPUMPE**

---

<b>UNTERSTATIONEN</b>	<b>CHF</b>	<b>2'910'000.-</b>
-----------------------	------------	--------------------

---

Diese Kosten beinhalten die Installationen in den jeweiligen Unterstationen bestehend aus jeweils einer Wärmepumpe für die Raumheizung und Trinkwarmwasser, den Anschluss an die Erdsondenbohrung, einen technischen und Trinkwarmwasserspeicher, Ausdehnungsanlage, die Erdsondenbohrungen sowie die Erdsondenverrohrung bis und mit den Wärmepumpen sowie die Steuerung.

Auf dem gesamten Areal sind insgesamt 9 Unterstationen (je zwei in den Längsbauten West und Ost sowie je eine in den Gebäuden A bis E) vorgesehen.

---

## 10 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen basieren auf den folgenden Grundlagen:

<b>WIRTSCHAFT- LICHKEIT</b>	Kalkulationszinssatz	3%	
	Betriebskostenteuerung	2%	
	Preissteigerung	Strom	1.5%
		Erdgas	2.25%
	Lebensdauer	gemäss RAVEL Mischrechnung je nach Investitionsvolumen einzelner Anlageteile	
	Unterhaltskosten	gemäss RAVEL; teilweise angepasst	
	Energiepreise	Strom WP	14.7 Rp/kWh (Mittelwert HT/NT; Tarifgruppe 7.3 EBM)
		Strom allg.	19.2 Rp/kWh (Mittelwert HT/NT; Tarifgruppe 7.2 EBM)
		Erdgas	7.6 Rp/kWh (inkl. CO <sub>2</sub> -Abgabe)
	Gebühren/Konzessionen	Flusswasser	60 SFr. pro max. Litersekunde gemäss Angabe AUE Basel-Landschaft, da Angaben seitens Dychkorporation noch ausstehend sind
Strom		4 SFr. pro Monat (Wärmepumpe) 8 SFr. pro Monat pro Zähler (Wohnungen) gemäss Angaben EBM (Tarifgruppe 7.2/7.3)	
Erdgas		15 SFr. pro kW und Jahr gemäss Angabe IWB	

**11 BEILAGE**

<b>BEZEICHNUNG</b>	<b>FORMAT</b>	<b>DATUM</b>
Protokoll-Auszug zu Traktandum 2	2 x A4	20.02.2014
Telefonnotiz mit Herr Huser (AUE BL)	A4	19.02.2014
Diagramme Hydrodaten Birs (Temperatur und Abfluss)	2 x A4	07.05.2014
Berechnung für die Erstellung (graue Energie)	5 x A4	07.05.2014
Berechnungen für den Betrieb	5 x A4	07.05.2014
Wirtschaftlichkeit nach RAVEL - Vergleich von Investitionen	5 x A4	07.05.2014

**Korporation für die Nutzung des St. Alban-Teiches  
c/o Christoph Merian Stiftung  
St. Alban Vorstadt 5 ☐ Postfach ☐ 4002 Basel**

**PROTOKOLL**

Sitzung des Vorstandes für die Nutzung des St. Alban-Teiches

Datum: 20. Februar 2014, 14.30 - 16.00 Uhr

Ort: Christoph Merian Stiftung, St. Alban-Vorstadt 5, Basel, Sitzungszimmer 1. Stock

Anwesend: Felix Leuppi  
Alexander Cierpka  
Urs Gratwohl  
Clemens von Radowitz  
Jakob Schmutz  
Carmen Schaub (Protokoll)

Entschuldigt: Ruedi Bossert

Gäste: zu Traktandum 2 von 14.30 - 16.00 Uhr  
Y. Racine, Christoph Merian Stiftung  
G. Borer, Waldhauser+Hermann Haustechnik/Energiekonzept  
J. Vogt, Landschaftsarchitekt

Traktanden

1. Protokoll der Sitzung vom 6. November 2013
2. Quartierplan Dychrain Münchenstein, Projektvorstellung (Beilage 1 + 2)
3. Bebauungsplan de Bary Areal
4. Öffnung Schwarz Park
5. Gesuch Mettler Metallbau: Wasserrad beim Absturz Wullenerb (Beilage 3)
6. Informationstafeln (Beilage 4)
7. Bestandesaufnahme Einleitungen / Tarifgestaltung (Beilage 5)
8. Jahresabschluss 2013 (Beilage 6) / Budget 2014 (Beilage 7)
9. Vorbereitungen Korporationsversammlung vom 15. Mai 2014
10. Varia
  - Sanierung Birswuhr, IWB
  - Abrechnung Wasserschöpfstation Brüglingen (Beilage 8)
  - Bewilligungsinstanz bei Kabelführungen am Bord des St. Alban-Teichs
11. Nächster Sitzungstermin
  - Vorstandssitzung am Donnerstag, 15. Mai 2014, 16.00 Uhr  
(Christoph Merian Stiftung, St. Alban-Vorstadt 5, Basel, 1. Stock)

---

**Protokoll-Auszug zu Traktandum 2**

---

**2. Quartierplan Dychrain Münchenstein, Projektvorstellung** (Beilagen 1 + 2)

Y. Racine, Christoph Merian Stiftung, stellt das Projekt Arealentwicklung Dychrain und Läcklerli Huus (Beilage 1) als Ganzes vor. G. Borer, Waldhauser+Hermann, zeigt im Anschluss die Überlegungen zur Wärmenutzung aus dem St. Alban-Teich (Beilage 2) auf. Um die Rahmenbedingungen für den Quartierplan Dychrain aus Sicht der Korporation abschliessend klären zu können, sollen die Projektverantwortlichen einen Fragekatalog zusammenstellen. Immer zu beachten sind die geltenden gesetzlichen Vorschriften.

Die anlässlich der Präsentation aufgeworfenen Fragen können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Vorstandsmitglieder können in den Projektideen kein grundsätzliches Killerkriterium erkennen. Grossen Wert wird auf die Erlebbarkeit des St. Alban-Teiches als Industriekanal gelegt. So besteht der Wunsch, die Energiegewinnung aus dem Kanal, d.h. die technische Nutzung, den Interessierten vor Ort veranschaulichen zu können. Neben der Wärme- soll auch die Energiegewinnung, z.B. mit einem Wasserrad, geprüft werden. Die geplante Anstauung könnte so doppelt genutzt werden. Eine Nutzung des Gewässers zur Kühlung der Gebäude, d.h. Wärmezufuhr, ist nicht vorstellbar.

Grundsätzlich kann mit einer konstanten Wassermenge von 2m<sup>3</sup>/S gerechnet werden. Dieser Wert wird nur bei Havarien oder in Ausnahmesituationen unterschritten. Das Wassernutzungsrecht ist kostenpflichtig. Der genaue Tarif muss aber noch mit den heutigen Nutzungen abgestimmt werden. Die Einleitung von Meteorwasser in den St. Alban-Teich ist gegen eine Gebühr von CHF 0.50/m<sup>2</sup> versiegelter Fläche möglich.

Die Erstellung von Bauten über den St. Alban-Teich ist denkbar. In solchen Fällen macht das AUE erfahrungsgemäss Auflagen bezüglich Ersatzfläche für ökologischen Ausgleich. Ein Standortwechsel der Rechenanlage kann geprüft werden. Es muss jedoch sichergestellt werden, dass das Treibgut und die Blätter nicht in die Seen der "Grün 80" gelangen. Das Einverständnis ist beim Eigentümer/Nutzer der Anlage einzuholen.

Aufgrund der Wasserbelastung (Sonnencrème etc.) ist das Schwimmen im St. Alban-Teich in Bezug auf die Fische eher kritisch zu beurteilen. Eine Abklärung mit den Fischzüchtern (Hr. H. Koffel) wird empfohlen.

Ansprechpartner für die Projektanten sind:

Alexander Cierpka	technische Belange
Urs Gratwohl	Wassermenge / Wasserführung
Felix Leuppi	vertragliche, administrative Belange

**Beschluss:** Die Projektverantwortlichen reichen der Korporation einen Fragekatalog zur schriftlichen Stellungnahme ein.

07.03.2014/cs  
(Elektronischer Versand ohne Unterschrift)

## **TELEFONNOTIZ MIT HERR HUSER (AUE BL)**

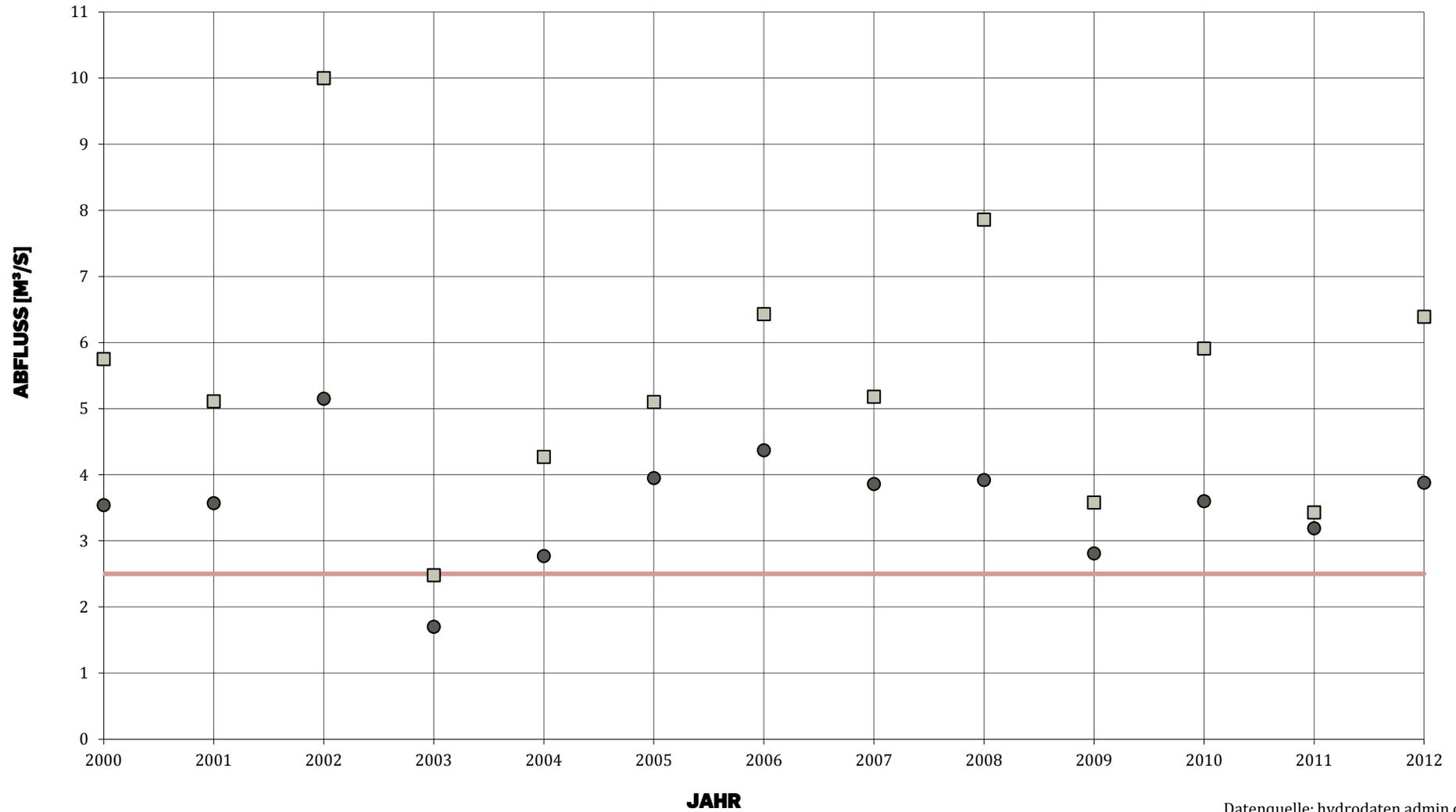
19.02.2014/GB

- Die Nutzung der Flusswasserwärme ist seitens AUE BL grundsätzlich möglich und erlaubt, vorbehaltlich der Einwilligung der Teich-Korporation.
- Seitens Gewässerschutz gibt es die gesetzlich definierte Limite, dass die Flusswassertemperatur bei Niederwasser nicht mehr als +/- 1.5 K verändert werden darf.
- Zum aktuellen Planungszeitpunkt vom Areal Dychrain würden rund 0.2 m<sup>3</sup>/s dem Teich entnommen, um max. 1 K abgekühlt und dem Teich in gleicher Menge wieder zurückgegeben.
- Ausgehend von einer Mindestwassermenge (Abfluss) im Teich von 0.5 m<sup>3</sup>/s entspräche die Nutzung von 0.2m<sup>3</sup>/s und Abkühlung um 1 K einer Abkühlung vom gesamten Teichwasser (Mischwasser) für diese Nutzung um rund 0.4 K (max. erlaubt 1.5 K auf den ganzen Teich bezogen ; gemäss Auskunft vom AUE BS gibt es keine andere Wärmeentnahme im Teich ; die Anlage Park im Grünen nutzt den Teich zum Kühlen → Wärmeeintrag in das Flusswasser). Die gesetzlichen Anforderungen würden damit eingehalten.
- Für den Betrieb und für die Nutzung vom Flusswasser braucht es eine Konzession vom Kanton BL (AUE BL). Grundlegend ist eine Zustimmung der Teich-Korporation nötig. Es sind Nutzungsgebühren (Konzessionsgebühren) im folgenden Rahmen zu erwarten:

- A Max. genutzte Sekundenliter in m<sup>3</sup>/s → 60.- / Sekundenliter
- oder
- B Aufsummierte Menge in m<sup>3</sup> → 4 Rp. / m<sup>3</sup>

**ABFLUSS BIRS - MÜNCHENSTEIN, HOFMATT  
MINIMALE TAGES- UND MONATSMITTELWERTE**

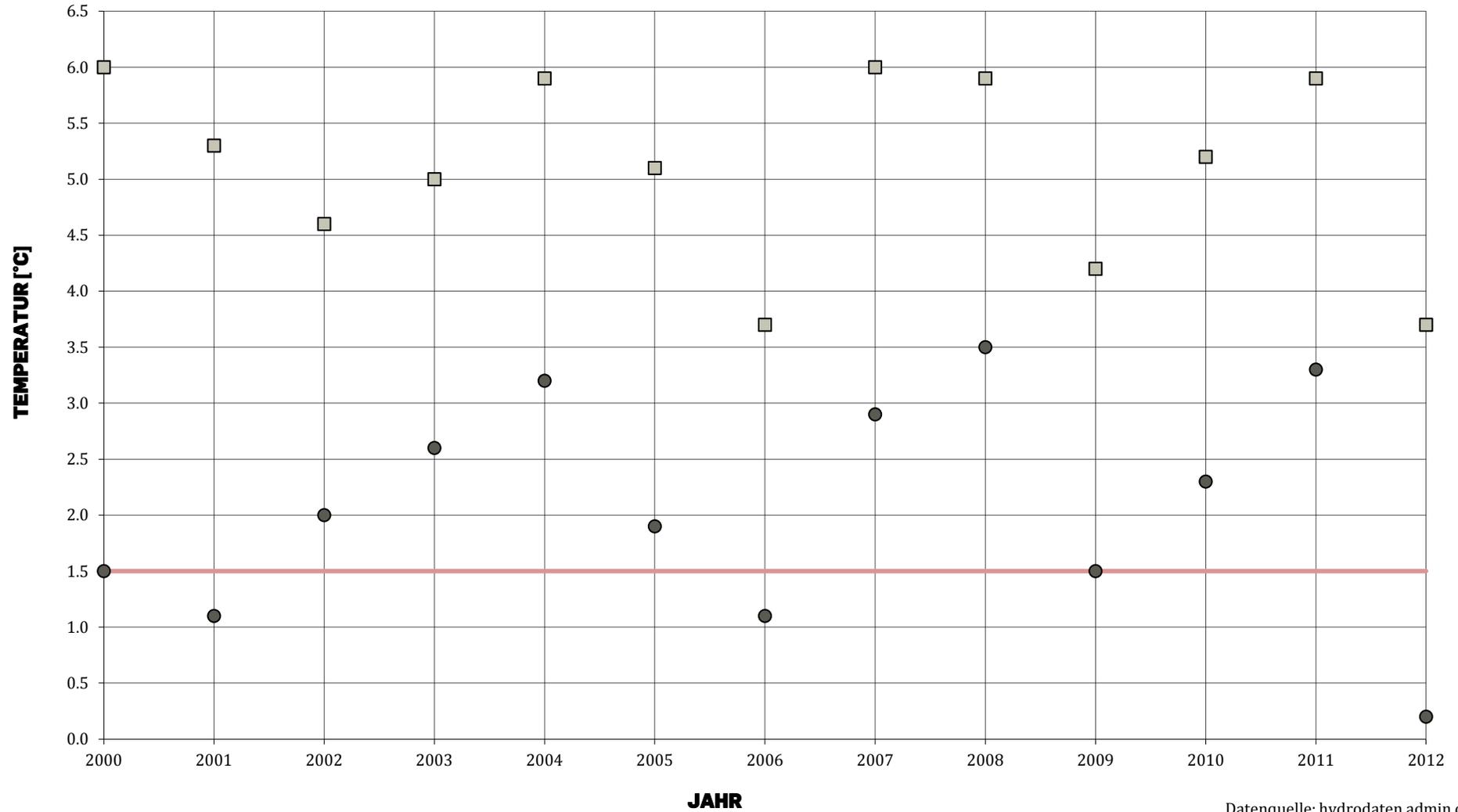
- Abfluss minimal Tagesmittel
- Abfluss minimal Monatsmittel
- konzessionierte Wassermenge



Datenquelle: hydrodaten.admin.ch

**TEMPERATUR BIRS - MÜNCHENSTEIN, HOFMATT  
MINIMALE TAGES- UND MONATSMITTELWERTE**

- Temperatur minimal Tagesmittel
- Temperatur minimal Monatsmittel
- minimale Temperatur



Datenquelle: hydrodaten.admin.ch

**BERECHNUNG FÜR DIE ERSTELLUNG (GRAUE ENERGIE) - FL-WP**

BKP		Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Ausmass	Graue Energie			Graue Treibhausgasemissionen		
Hauptgruppe	Elementgruppe					pro Jahr MJ	Erstellung MJ	Entsorgung MJ	pro Jahr kg	Erstellung kg	Entsorgung kg
		<b>Aushub</b>									
B	B 6.2	Aushub, nicht kontaminiert, mit Grundwasser	Aushubvolumen fest	m3	3'670	27'525	1'468'000	0	1'652	99'090	0
		<b>Fundament</b>									
D	D5	Fundament ungedämmt	Bauteilfläche	m2	620	12'400	558'000	124'000	1'054	55'800	6'200
		<b>Aussenwand unter Terrain</b>									
		<b>Aussenwand über Terrain</b>									
		<b>Innenwände, Innenstützen und -bekleidung</b>									
D	D5	Innenwände, Innenstützen und -bekleidung	Geschossfläche	m2	620	9'300	310'000	37'200	806	31'000	3'100
		<b>Decke, Bodenbelag, Deckenbekleidung</b>									
		<b>Balkon</b>									
		<b>Dachkonstruktion, Dachhaut</b>									
		<b>Technik</b>									
D	D1	Elektroanlagen, mittlerer Installationsgrad	Energiebezugsfläche	m2	37'821	317'318	9'279'004	240'163	19'667	378'966	214'823
D	D5	Sanitäranlagen Wohnen	Energiebezugsfläche	m2	37'821	290'465	8'685'971	24'205	19'289	482'974	93'796
D	D5	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 10 W/m2	Energiebezugsfläche	m2	37'821	16'641	329'799	2'647	1'135	19'667	378
D	D5	Wärmeverteilung, Fussbodenheizung	Energiebezugsfläche	m2	37'821	160'739	4'810'453	13'237	10'968	197'804	126'322
D	D5	Lüftungsanlage Wohnen, PE-Kanäle, inkl. Küchenabluft	Energiebezugsfläche	m2	28'227	123'070	3'679'672	14'960	7'621	210'573	20'606
		<b>Einbauten zu Aussenwand und Dach (Fenster, Türen, Ausstiege)</b>									

Projekt MJ / a 957'459  
MJ / m²a 25.3

kg/a 62'191  
kg / m²a 1.64

**BERECHNUNG FÜR DIE ERSTELLUNG (GRAUE ENERGIE) - FL-WP-SOLAR**

BKP		Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Ausmass	Graue Energie			Graue Treibhausgasemissionen		
Hauptgruppe	Elementgruppe					pro Jahr MJ	Erstellung MJ	Entsorgung MJ	pro Jahr kg	Erstellung kg	Entsorgung kg
		<b>Aushub</b>									
B	B 6.2	Aushub, nicht kontaminiert, mit Grundwasser	Aushubvolumen fest	m3	4'615	34'613	1'846'000	0	2'077	124'605	0
		<b>Fundament</b>									
D	D5	Fundament ungedämmt	Bauteilfläche	m2	890	17'800	801'000	178'000	1'513	80'100	8'900
		<b>Aussenwand unter Terrain</b>									
		<b>Aussenwand über Terrain</b>									
		<b>Innenwände, Innenstützen und -bekleidung</b>									
D	D5	Innenwände, Innenstützen und -bekleidung	Geschossfläche	m2	890	13'350	445'000	53'400	1'157	44'500	4'450
		<b>Decke, Bodenbelag, Deckenbekleidung</b>									
		<b>Balkon</b>									
		<b>Dachkonstruktion, Dachhaut</b>									
		<b>Technik</b>									
D	D1	Elektroanlagen, mittlerer Installationsgrad	Energiebezugsfläche	m2	37'821	317'318	9'279'004	240'163	19'667	378'966	214'823
D	D5	Sanitäranlagen Wohnen	Energiebezugsfläche	m2	37'821	290'465	8'685'971	24'205	19'289	482'974	93'796
D	D5	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 10 W/m2	Energiebezugsfläche	m2	37'821	16'641	329'799	2'647	1'135	19'667	378
D	D5	Wärmeverteilung, Fussbodenheizung	Energiebezugsfläche	m2	37'821	160'739	4'810'453	13'237	10'968	197'804	126'322
D	D5	Lüftungsanlage Wohnen, PE-Kanäle, inkl. Küchenabluft	Energiebezugsfläche	m2	28'227	123'070	3'679'672	14'960	7'621	210'573	20'606
D	D5	Flachkollektor für Warmwasser MFH	Kollektorfläche	m2	888	127'961	2'559'216	0	10'185	158'952	0
		<b>Einbauten zu Aussenwand und Dach (Fenster, Türen, Ausstiege)</b>									

Projekt MJ / a 1'101'957  
MJ / m²a 29.1

kg/a 73'612  
kg / m²a 1.95

**BERECHNUNG FÜR DIE ERSTELLUNG (GRAUE ENERGIE) - FL-WP-PV**

BKP		Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Ausmass	Graue Energie			Graue Treibhausgasemissionen		
Hauptgruppe	Elementgruppe					pro Jahr MJ	Erstellung MJ	Entsorgung MJ	pro Jahr kg	Erstellung kg	Entsorgung kg
		<b>Aushub</b>									
B	B 6.2	Aushub, nicht kontaminiert, mit Grundwasser	Aushubvolumen fest	m3	3'670	27'525	1'468'000	0	1'652	99'090	0
		<b>Fundament</b>									
D	D5	Fundament ungedämmt	Bauteilfläche	m2	620	12'400	558'000	124'000	1'054	55'800	6'200
		<b>Aussenwand unter Terrain</b>									
		<b>Aussenwand über Terrain</b>									
		<b>Innenwände, Innenstützen und -bekleidung</b>									
D	D5	Innenwände, Innenstützen und -bekleidung	Geschossfläche	m2	620	9'300	310'000	37'200	806	31'000	3'100
		<b>Decke, Bodenbelag, Deckenbekleidung</b>									
		<b>Balkon</b>									
		<b>Dachkonstruktion, Dachhaut</b>									
		<b>Technik</b>									
D	D1	Elektroanlagen, mittlerer Installationsgrad	Energiebezugsfläche	m2	37'821	317'318	9'279'004	240'163	19'667	378'966	214'823
D	D5	Sanitäranlagen Wohnen	Energiebezugsfläche	m2	37'821	290'465	8'685'971	24'205	19'289	482'974	93'796
D	D5	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 10 W/m2	Energiebezugsfläche	m2	37'821	16'641	329'799	2'647	1'135	19'667	378
D	D5	Wärmeverteilung, Fussbodenheizung	Energiebezugsfläche	m2	37'821	160'739	4'810'453	13'237	10'968	197'804	126'322
D	D5	Lüftungsanlage Wohnen, PE-Kanäle, inkl. Küchenabluft	Energiebezugsfläche	m2	28'227	123'070	3'679'672	14'960	7'621	210'573	20'606
D	D5	Solarstromanlage	max. Leistung	kWp	327	324'819	9'744'600	0	20'055	601'680	0
		<b>Einbauten zu Aussenwand und Dach (Fenster, Türen, Ausstiege)</b>									

Projekt MJ / a 1'282'278  
MJ / m²a 33.9

kg/a 82'246  
kg / m²a 2.17

**BERECHNUNG FÜR DIE ERSTELLUNG (GRAUE ENERGIE) - GAS-SOLAR**

BKP		Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Ausmass	Graue Energie			Graue Treibhausgasemissionen		
Hauptgruppe	Elementgruppe					pro Jahr MJ	Erstellung MJ	Entsorgung MJ	pro Jahr kg	Erstellung kg	Entsorgung kg
		<b>Aushub</b>									
B	B 6.2	Aushub, nicht kontaminiert, mit Grundwasser	Aushubvolumen fest	m3	4'370	32'775	1'748'000	0	1'967	117'990	0
		<b>Fundament</b>									
D	D5	Fundament ungedämmt	Bauteilfläche	m2	820	16'400	738'000	164'000	1'394	73'800	8'200
		<b>Aussenwand unter Terrain</b>									
		<b>Aussenwand über Terrain</b>									
		<b>Innenwände, Innenstützen und -bekleidung</b>									
D	D5	Innenwände, Innenstützen und -bekleidung	Geschossfläche	m2	820	12'300	410'000	49'200	1'066	41'000	4'100
		<b>Decke, Bodenbelag, Deckenbekleidung</b>									
		<b>Balkon</b>									
		<b>Dachkonstruktion, Dachhaut</b>									
		<b>Technik</b>									
D	D1	Elektroanlagen, mittlerer Installationsgrad	Energiebezugsfläche	m2	37'821	317'318	9'279'004	240'163	19'667	378'966	214'823
D	D5	Sanitäreanlagen Wohnen	Energiebezugsfläche	m2	37'821	290'465	8'685'971	24'205	19'289	482'974	93'796
D	D5	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 10 W/m2	Energiebezugsfläche	m2	37'821	16'641	329'799	2'647	1'135	19'667	378
D	D5	Wärmeverteilung, Fussbodenheizung	Energiebezugsfläche	m2	37'821	160'739	4'810'453	13'237	10'968	197'804	126'322
D	D5	Lüftungsanlage Wohnen, PE-Kanäle, inkl. Küchenabluft	Energiebezugsfläche	m2	28'227	123'070	3'679'672	14'960	7'621	210'573	20'606
D	D5	Flachkollektor für Warmwasser MFH	Kollektorfläche	m2	888	127'961	2'559'216	0	7'948	158'952	0
		<b>Einbauten zu Aussenwand und Dach (Fenster, Türen, Ausstiege)</b>									

Projekt MJ / a 1'097'669  
MJ / m²a 29.0

kg/a 71'054  
kg / m²a 1.88

**BERECHNUNG FÜR DIE ERSTELLUNG (GRAUE ENERGIE) - ES-WP**

BKP		Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Ausmass	Graue Energie			Graue Treibhausgasemissionen		
Hauptgruppe	Elementgruppe					pro Jahr MJ	Erstellung MJ	Entsorgung MJ	pro Jahr kg	Erstellung kg	Entsorgung kg
		<b>Aushub</b>									
B	B 6.2	Aushub, nicht kontaminiert, mit Grundwasser	Aushubvolumen fest	m3	1'715	12'863	686'000	0	772	46'305	0
		<b>Fundament</b>									
D	D5	Fundament ungedämmt	Bauteilfläche	m2	490	9'800	441'000	98'000	833	44'100	4'900
		<b>Aussenwand unter Terrain</b>									
		<b>Aussenwand über Terrain</b>									
		<b>Innenwände, Innenstützen und -bekleidung</b>									
D	D5	Innenwände, Innenstützen und -bekleidung	Geschossfläche	m2	490	7'350	245'000	29'400	637	24'500	2'450
		<b>Decke, Bodenbelag, Deckenbekleidung</b>									
		<b>Balkon</b>									
		<b>Dachkonstruktion, Dachhaut</b>									
		<b>Technik</b>									
D	D1	Elektroanlagen, mittlerer Installationsgrad	Energiebezugsfläche	m2	37'821	317'318	9'279'004	240'163	19'667	378'966	214'823
D	D5	Sanitäranlagen Wohnen	Energiebezugsfläche	m2	37'821	290'465	8'685'971	24'205	19'289	482'974	93'796
D	D5	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 10 W/m2	Energiebezugsfläche	m2	37'821	16'641	329'799	2'647	1'135	19'667	378
D	D5	Wärmeverteilung, Fussbodenheizung	Energiebezugsfläche	m2	37'821	160'739	4'810'453	13'237	10'968	197'804	126'322
D	D5	Lüftungsanlage Wohnen, PE-Kanäle, inkl. Küchenabluft	Energiebezugsfläche	m2	28'227	123'070	3'679'672	14'960	7'621	210'573	20'606
D	D5	Erdsonden, spez. Leistungsbedarf 10 W/m2	Energiebezugsfläche	m2	37'821	129'726	2'575'988	17'019	7'186	131'239	12'859
		<b>Einbauten zu Aussenwand und Dach (Fenster, Türen, Ausstiege)</b>									

Projekt MJ / a 1'067'972  
MJ / m²a 28.2

kg/a 68'107  
kg / m²a 1.80

**BERECHNUNG FÜR DEN BETRIEB - FL-WP**

Energiebezugsfläche

37'821 m<sup>2</sup>

inkl. Verluste

Nutzung	Energieträger	Information	Q <sub>Nutz</sub> [kWh/a]	η <sub>Nutz</sub> [-]	Q <sub>End</sub> [kWh/a]	f <sub>primär, n ern</sub> [-]	Q <sub>primär, n ern</sub> [kWh/a]	k <sub>CO2</sub> [kg/kWh]	CO <sub>2</sub> äquivalent [kg/a]
Heizung	WP Oberflächenwasser mit CH-Verbrauchsmix		591'800	5.00	118'360	2.64	312'470	0.15	17'470
Brauchwarmwasser	WP Oberflächenwasser mit CH-Verbrauchsmix		866'800	3.00	288'933	2.64	762'784	0.15	42'647
Beleuchtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		126'070	1.00	126'070	2.64	332'825	0.15	18'608
Geräte/Betriebseinrichtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		262'646	1.00	262'646	2.64	693'385	0.15	38'767
Lüftung	Strom - CH-Verbrauchsmix	Längsbauten mit KWL	46'945	1.00	46'945	2.64	123'935	0.15	6'929
Aufzüge	Strom - CH-Verbrauchsmix	15 Aufzüge	12'500	1.00	12'500	2.64	33'000	0.15	1'845
Hilfsenergien	Strom - CH-Verbrauchsmix		21'012	1.00	21'012	2.64	55'471	0.15	3'101

MWh/a 1'928

876

2'314

129'366

220

MJ/m<sup>2</sup>

3.42

**BERECHNUNG FÜR DEN BETRIEB - FL-WP-SOLAR**

Energiebezugsfläche

37'821 m<sup>2</sup>

inkl. Verluste

Nutzung	Energieträger	Information	Q <sub>Nutz</sub> [kWh/a]	η <sub>Nutz</sub> [-]	Q <sub>End</sub> [kWh/a]	f <sub>primär, n ern</sub> [-]	Q <sub>primär, n ern</sub> [kWh/a]	k <sub>CO2</sub> [kg/kWh]	CO <sub>2</sub> äquivalent [kg/a]
Heizung	WP Oberflächenwasser mit CH-Verbrauchsmix		591'800	5.00	118'360	2.64	312'470	0.15	17'470
Brauchwarmwasser	WP Oberflächenwasser mit CH-Verbrauchsmix		390'800	3.00	130'267	2.64	343'904	0.15	19'227
Brauchwarmwasser	Eigenproduktion Solarthermie		476'000	0.00	0	0	0	0.00	0
Beleuchtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		126'070	1.00	126'070	2.64	332'825	0.15	18'608
Geräte/Betriebseinrichtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		262'646	1.00	262'646	2.64	693'385	0.15	38'767
Lüftung	Strom - CH-Verbrauchsmix	Längsbauten mit KWL	46'945	1.00	46'945	2.64	123'935	0.15	6'929
Aufzüge	Strom - CH-Verbrauchsmix	15 Aufzüge	12'500	1.00	12'500	2.64	33'000	0.15	1'845
Hilfsenergien	Strom - CH-Verbrauchsmix		21'012	1.00	21'012	2.64	55'471	0.15	3'101

MWh/a 1'928

718

1'895

105'947

180

MJ/m<sup>2</sup>

2.80

**BERECHNUNG FÜR DEN BETRIEB - FL-WP-PV**

Energiebezugsfläche

37'821 m<sup>2</sup>

inkl. Verluste

Nutzung	Energieträger	Information	Q <sub>Nutz</sub> [kWh/a]	η <sub>Nutz</sub> [-]	Q <sub>End</sub> [kWh/a]	f <sub>primär, n ern</sub> [-]	Q <sub>primär, n ern</sub> [kWh/a]	k <sub>CO2</sub> [kg/kWh]	CO <sub>2</sub> äquivalent [kg/a]
Heizung	WP Oberflächenwasser mit CH-Verbrauchsmix		591'800	5.00	118'360	2.64	312'470	0.15	17'470
Brauchwarmwasser	WP Oberflächenwasser mit CH-Verbrauchsmix		866'800	3.00	288'933	2.64	762'784	0.15	42'647
Elektro direkt	Eigenproduktion PV (LV aus CH-Verbrauchsmix)		317'000	1.00	317'000	-2.64	-836'880	-0.15	-46'789
Beleuchtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		126'070	1.00	126'070	2.64	332'825	0.15	18'608
Geräte/Betriebseinrichtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		262'646	1.00	262'646	2.64	693'385	0.15	38'767
Lüftung	Strom - CH-Verbrauchsmix	Längsbauten mit KWL	46'945	1.00	46'945	2.64	123'935	0.15	6'929
Aufzüge	Strom - CH-Verbrauchsmix	15 Aufzüge	12'500	1.00	12'500	2.64	33'000	0.15	1'845
Hilfsenergien	Strom - CH-Verbrauchsmix		21'012	1.00	21'012	2.64	55'471	0.15	3'101

MWh/a 2'245

1'193

1'477

82'577

141

MJ/m<sup>2</sup>

2.18

**BERECHNUNG FÜR DEN BETRIEB - GAS-SOLAR**

Energiebezugsfläche

37'821 m<sup>2</sup>

inkl. Verluste

Nutzung	Energieträger	Information	Q <sub>Nutz</sub> [kWh/a]	η <sub>Nutz</sub> [-]	Q <sub>End</sub> [kWh/a]	f <sub>primär, n ern</sub> [-]	Q <sub>primär, n ern</sub> [kWh/a]	k <sub>CO2</sub> [kg/kWh]	CO <sub>2</sub> äquivalent [kg/a]
Heizung	Erdgas		591'800	0.90	657'556	1.11	729'887	0.24	156'235
Brauchwarmwasser	Erdgas		390'800	0.85	459'765	1.11	510'339	0.24	109'240
Brauchwarmwasser	Eigenproduktion Solarthermie		476'000	0.00	0	0	0	0.00	0
Beleuchtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		126'070	1.00	126'070	2.64	332'825	0.15	18'608
Geräte/Betriebseinrichtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		262'646	1.00	262'646	2.64	693'385	0.15	38'767
Lüftung	Strom - CH-Verbrauchsmix	Längsbauten mit KWL	46'945	1.00	46'945	2.64	123'935	0.15	6'929
Aufzüge	Strom - CH-Verbrauchsmix	15 Aufzüge	12'500	1.00	12'500	2.64	33'000	0.15	1'845
Hilfsenergien	Strom - CH-Verbrauchsmix		21'012	1.00	21'012	2.64	55'471	0.15	3'101

MWh/a 1'928

1'586

2'479

334'725

236 MJ/m<sup>2</sup>

8.85

**BERECHNUNG FÜR DEN BETRIEB - ES-WP**

Energiebezugsfläche

37'821 m<sup>2</sup>

inkl. Verluste

Nutzung	Energieträger	Information	Q <sub>Nutz</sub> [kWh/a]	η <sub>Nutz</sub> [-]	Q <sub>End</sub> [kWh/a]	f <sub>primär, n ern</sub> [-]	Q <sub>primär, n ern</sub> [kWh/a]	k <sub>CO2</sub> [kg/kWh]	CO <sub>2</sub> äquivalent [kg/a]
Heizung	WP Erdsonden mit CH-Verbrauchsmix		591'800	3.90	151'744	2.64	400'603	0.15	22'397
Brauchwarmwasser	WP Erdsonden mit CH-Verbrauchsmix		866'800	2.00	433'400	2.64	1'144'176	0.15	63'970
Beleuchtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		126'070	1.00	126'070	2.64	332'825	0.15	18'608
Geräte/Betriebseinrichtung	Strom - CH-Verbrauchsmix		262'646	1.00	262'646	2.64	693'385	0.15	38'767
Lüftung	Strom - CH-Verbrauchsmix	Längsbauten mit KWL	46'945	1.00	46'945	2.64	123'935	0.15	6'929
Aufzüge	Strom - CH-Verbrauchsmix	15 Aufzüge	12'500	1.00	12'500	2.64	33'000	0.15	1'845
Hilfsenergien	Strom - CH-Verbrauchsmix		21'012	1.00	21'012	2.64	55'471	0.15	3'101

MWh/a 1'928

1'054

2'783

155'617

265

MJ/m<sup>2</sup>

4.11

**WIRTSCHAFTLICHKEIT NACH RAVEL - VERGLEICH VON INVESTITIONEN - FL-WP**

Beschreibung Vergleich:

**GRUNDDATEN**

Kalkulationszinssatz	3.0%
Betriebskostenteuerung	2.0%
Preissteigerung Elektro (HT / NT)	1.5%   1.5%
Preissteigerung Heizöl	
Preissteigerung Erdgas	2.3%
Preissteigerung Stückholz	
Preissteigerung Schnitzel	
Preissteigerung Pelletts	
Sonstiges	0.0%

**JÄHRLICHE KAPITALKOSTEN**

Anlagenteil	Investitionsausgaben	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
Flusswasserfassung	SFr. 450'000	17 Jahre	0.077	34'527
Kalte Fernleitung	SFr. 590'000	27 Jahre	0.054	31'843
Notheizung Erdöl	SFr. 300'000	15 Jahre	0.084	25'130
Unterstationen	SFr. 1'690'000	15 Jahre	0.084	141'566
Planungshonorare	SFr. 570'000	18 Jahre	0.074	41'976
<b>Total</b>	<b>SFr. 3'600'000</b>	<b>Ø = 17.7 Jahre</b>		<b>SFr. 275'041</b>

**JÄHRLICHE BETRIEBSKOSTEN**

Anlagenteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten	Jährliche Betriebskosten
Flusswasserfassung	SFr. 450'000	5.0%	22'500
Kalte Fernleitung	SFr. 590'000	2.0%	11'800
Notheizung Erdöl	SFr. 300'000	1.0%	3'000
Unterstationen (Wärmepumpen)	SFr. 1'690'000	2.0%	33'800
<b>Total</b>			<b>SFr. 71'100</b>

**JÄHRLICH ENERGIEKOSTEN**

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Verbrauch	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten
Elektrizität WP und allg. Strom (Hoch- & Niedertarif je 50%)	50 SFr./Jahr	440'805 kWh/Jahr	14.7 Rp/kWh	64'848
Elektrizität WHG (Hoch- & Niedertarif je 50%)	24000 SFr./Jahr	435'661 kWh/Jahr	19.2 Rp/kWh	107'603
Heizöl		Liter	SFr./100 Liter	
Erdgas		kWh	Rp/kWh	
Stückholz		Ster	SFr./Ster	
Schnitzel		Sm <sup>3</sup>	SFr./Sm <sup>3</sup>	
Pellets		kg	Sfr./kg	
Konzession Flusswassernutzung	12000 SFr./Jahr	0 m <sup>3</sup>	0.00 Rp/m <sup>3</sup>	12'000
<b>Total</b>		876'466		<b>SFr. 184'452</b>

**TOTAL MITTLERE JÄHRLICHE KOSTEN**

	Mittelwertfaktoren	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten
Kapitalkosten		275'041	275'041
Betriebskosten	1.191	71'100	84'695
Elektrizität Hochtarif	1.140	64'848	73'896
Elektrizität Niedertarif	1.140	107'603	122'616
Heizöl			
Erdgas	1.218		
Stückholz			
Schnitzel			
Pellets			
Sonstiges	1.000	12'000	12'000
<b>Total</b>			<b>SFr. 568'249</b>

**WIRTSCHAFTLICHKEIT NACH RAVEL - VERGLEICH VON INVESTITIONEN - FL-WP-SOLAR**

Beschreibung Vergleich:

**GRUNDDATEN**

Kalkulationszinssatz	3.0%
Betriebskostenteuerung	2.0%
Preissteigerung Elektro (HT / NT)	1.5%   1.5%
Preissteigerung Heizöl	
Preissteigerung Erdgas	2.3%
Preissteigerung Stückholz	
Preissteigerung Schnitzel	
Preissteigerung Pelletts	
Sonstiges	0.0%

**JÄHRLICHE KAPITALKOSTEN**

Anlagenteil	Investitionsausgaben	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
Flusswasserfassung	SFr. 450'000	17 Jahre	0.077	34'527
Kalte Fernleitung	SFr. 590'000	27 Jahre	0.054	31'843
Notheizung Erdöl	SFr. 300'000	15 Jahre	0.084	25'130
Unterstationen	SFr. 1'690'000	15 Jahre	0.084	141'566
Thermische Solaranlage	SFr. 1'940'000	20 Jahre	0.067	130'398
Planungshonorare	SFr. 970'000	19 Jahre	0.071	68'806
<b>Total</b>	<b>SFr. 5'940'000</b>	<b>Ø = 18.6 Jahre</b>		<b>SFr. 432'269</b>

**JÄHRLICHE BETRIEBSKOSTEN**

Anlagenteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten	Jährliche Betriebskosten
Flusswasserfassung	SFr. 450'000	5.0%	22'500
Kalte Fernleitung	SFr. 590'000	2.0%	11'800
Notheizung Erdöl	SFr. 300'000	1.0%	3'000
Unterstationen (Wärmepumpen)	SFr. 1'690'000	2.0%	33'800
Thermische Solaranlage	SFr. 1'940'000	1.0%	19'400
<b>Total</b>			<b>SFr. 90'500</b>

**JÄHRLICH ENERGIEKOSTEN**

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Verbrauch	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten
Elektrizität WP und allg. Strom (Hoch- & Niedertarif je 50%)	50 SFr./Jahr	282'138 kWh/Jahr	14.7 Rp/kWh	41'524
Elektrizität WHG (Hoch- & Niedertarif je 50%)	24000 SFr./Jahr	435'661 kWh/Jahr	19.2 Rp/kWh	107'603
Heizöl		Liter	SFr./100 Liter	
Erdgas		kWh	Rp/kWh	
Stückholz		Ster	SFr./Ster	
Schnitzel		Sm <sup>3</sup>	SFr./Sm <sup>3</sup>	
Pellets		kg	Sfr./kg	
Konzession Flusswassernutzung	12000 SFr./Jahr	0 m <sup>3</sup>	0.00 Rp/m <sup>3</sup>	12'000
<b>Total</b>		717'799		<b>SFr. 161'128</b>

**TOTAL MITTLERE JÄHRLICHE KOSTEN**

	Mittelwertfaktoren	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten
Kapitalkosten		432'269	432'269
Betriebskosten	1.201	90'500	108'657
Elektrizität Hochtarif	1.146	41'524	47'594
Elektrizität Niedertarif	1.146	107'603	123'332
Heizöl			
Erdgas	1.229		
Stückholz			
Schnitzel			
Pellets			
Sonstiges	1.000	12'000	12'000
<b>Total</b>			<b>SFr. 723'852</b>

**WIRTSCHAFTLICHKEIT NACH RAVEL - VERGLEICH VON INVESTITIONEN - FL-WP-PV**

Beschreibung Vergleich:

**GRUNDDATEN**

Kalkulationszinssatz	3.0%
Betriebskostenteuerung	2.0%
Preissteigerung Elektro (HT / NT)	1.5%   1.5%
Preissteigerung Heizöl	
Preissteigerung Erdgas	2.3%
Preissteigerung Stückholz	
Preissteigerung Schnitzel	
Preissteigerung Pelletts	
KEV-Beiträge	0.0%

**JÄHRLICHE KAPITALKOSTEN**

Anlagenteil	Investitionsausgaben	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
Flusswasserfassung	SFr. 450'000	17 Jahre	0.077	34'527
Kalte Fernleitung	SFr. 590'000	27 Jahre	0.054	31'843
Notheizung Erdöl	SFr. 300'000	15 Jahre	0.084	25'130
Unterstationen	SFr. 1'690'000	15 Jahre	0.084	141'566
Photovoltaik Solaranlage	SFr. 970'000	20 Jahre	0.067	65'199
Planungshonorare	SFr. 800'000	18 Jahre	0.072	57'445
<b>Total</b>	<b>SFr. 4'800'000</b>	<b>Ø = 18.3 Jahre</b>		<b>SFr. 355'709</b>

**JÄHRLICHE BETRIEBSKOSTEN**

Anlagenteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten	Jährliche Betriebskosten
Flusswasserfassung	SFr. 450'000	5.0%	22'500
Kalte Fernleitung	SFr. 590'000	2.0%	11'800
Notheizung Erdöl	SFr. 300'000	1.0%	3'000
Unterstationen (Wärmepumpen)	SFr. 1'690'000	2.0%	33'800
Photovoltaik Solaranlage	SFr. 970'000	1.0%	9'700
<b>Total</b>			<b>SFr. 80'800</b>

**JÄHRLICH ENERGIEKOSTEN**

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Verbrauch	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten
Elektrizität WP und allg. Strom (Hoch- & Niedertarif je 50%)	50 SFr./Jahr	440'805 kWh/Jahr	14.7 Rp/kWh	64'848
Elektrizität WHG (Hoch- & Niedertarif je 50%)	24000 SFr./Jahr	435'661 kWh/Jahr	19.2 Rp/kWh	107'603
Heizöl		Liter	SFr./100 Liter	
Erdgas		kWh	Rp/kWh	
Stückholz		Ster	SFr./Ster	
Schnitzel		Sm <sup>3</sup>	SFr./Sm <sup>3</sup>	
Pellets		kg	SFr./kg	
Konzession Flusswassernutzung	12000 SFr./Jahr	0 m <sup>3</sup>	0.00 Rp/m <sup>3</sup>	12'000
KEV-Beiträge < 30 kW		-73'000 kWh/Jahr	26.40 Rp/kWh	-19'272
KEV-Beiträge < 100 kW		-244'000 kWh/Jahr	22.00 Rp/kWh	-53'680
<b>Total</b>		559'466		<b>SFr. 111'500</b>

**TOTAL MITTLERE JÄHRLICHE KOSTEN**

	Mittelwertfaktoren	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten
Kapitalkosten		355'709	355'709
Betriebskosten	1.197	80'800	96'728
Elektrizität Hochtarif	1.144	64'848	74'167
Elektrizität Niedertarif	1.144	107'603	123'066
Heizöl			
Erdgas	1.225		
Stückholz			
Schnitzel			
Pelletts			
Sonstiges	1.000	-53'680	-53'680
<b>Total</b>			<b>SFr. 595'992</b>

**WIRTSCHAFTLICHKEIT NACH RAVEL - VERGLEICH VON INVESTITIONEN - GAS-SOLAR**

Beschreibung Vergleich:

**GRUNDDATEN**

Kalkulationszinssatz	3.0%	
Betriebskostenteuerung	2.0%	
Preissteigerung Elektro (HT / NT)	1.5%	1.5%
Preissteigerung Heizöl		
Preissteigerung Erdgas	2.3%	
Preissteigerung Stückholz		
Preissteigerung Schnitzel		
Preissteigerung Pelletts		
Sonstiges	0.0%	

**JÄHRLICHE KAPITALKOSTEN**

Anlageteil	Investitionsausgaben	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
Gasheizung	SFr. 320'000	15 Jahre	0.084	26'805
Fernleitungen	SFr. 520'000	24 Jahre	0.059	30'794
Unterstationen	SFr. 880'000	15 Jahre	0.084	73'715
Thermische Solaranlage	SFr. 1'940'000	20 Jahre	0.067	130'398
Planungshonorare	SFr. 760'000	19 Jahre	0.070	53'268
<b>Total</b>	<b>SFr. 4'420'000</b>	<b>Ø = 18.9 Jahre</b>		<b>SFr. 314'981</b>

**JÄHRLICHE BETRIEBSKOSTEN**

Anlageteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten	Jährliche Betriebskosten
Gasheizung	SFr. 320'000	3.0%	9'600
Fernleitungen	SFr. 520'000	2.0%	10'400
Unterstationen	SFr. 880'000	1.0%	8'800
Thermische Solaranlage	SFr. 1'940'000	1.0%	19'400
<b>Total</b>			<b>SFr. 48'200</b>

**JÄHRLICH ENERGIEKOSTEN**

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Verbrauch	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten
Elektrizität allg. Strom (Hoch- & Niedertarif je 50%)	50 SFr./Jahr	33'512 kWh/Jahr	14.7 Rp/kWh	4'976
Elektrizität WHG (Hoch- & Niedertarif je 50%)	24000 SFr./Jahr	435'661 kWh/Jahr	19.2 Rp/kWh	107'603
Heizöl		Liter	SFr./100 Liter	
Erdgas	11835 SFr./Jahr	1'117'320 kWh	7.59 Rp/kWh	96'673
Stückholz		Ster	SFr./Ster	
Schnitzel		Sm <sup>3</sup>	SFr./Sm <sup>3</sup>	
Pellets		kg	Sfr./kg	
Sonstiges				
<b>Total</b>		<b>1'586'493</b>		<b>SFr. 209'253</b>

**TOTAL MITTLERE JÄHRLICHE KOSTEN**

	Mittelwertfaktoren	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten
Kapitalkosten		314'981	314'981
Betriebskosten	1.204	48'200	58'031
Elektrizität Hochtarif	1.149	4'976	5'715
Elektrizität Niedertarif	1.149	107'603	123'585
Heizöl			
Erdgas	1.233	96'673	119'188
Stückholz			
Schnitzel			
Pellets			
Sonstiges	1.000		
<b>Total</b>			<b>SFr. 621'500</b>

**WIRTSCHAFTLICHKEIT NACH RAVEL - VERGLEICH VON INVESTITIONEN - ES-WP**

Beschreibung Vergleich:

**GRUNDDATEN**

Kalkulationszinssatz	3.0%
Betriebskostenteuerung	2.0%
Preissteigerung Elektro (HT / NT)	1.5%   1.5%
Preissteigerung Heizöl	
Preissteigerung Erdgas	2.3%
Preissteigerung Stückholz	
Preissteigerung Schnitzel	
Preissteigerung Pellets	
Sonstiges	0.0%

**JÄHRLICHE KAPITALKOSTEN**

Anlagenteil	Investitionsausgaben	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
Unterstationen mit Erdsonden-WP	SFr. 2'910'000	15 Jahre	0.084	243'761
Planungshonorare	SFr. 550'000	15 Jahre	0.084	46'072
<b>Total</b>	<b>SFr. 3'460'000</b>	<b>Ø = 15.0 Jahre</b>		<b>SFr. 289'832</b>

**JÄHRLICHE BETRIEBSKOSTEN**

Anlagenteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten	Jährliche Betriebskosten
Unterstationen mit Erdsonden-WP	SFr. 1'655'200	2.0%	33'104
Erdsondenbohrungen	SFr. 1'254'800	1.0%	12'548
<b>Total</b>			<b>SFr. 45'652</b>

**JÄHRLICH ENERGIEKOSTEN**

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Verbrauch	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten
Elektrizität WP und allg. Strom (Hoch- & Niedertarif je 50%)	50 SFr./Jahr	618'655 kWh/Jahr	14.71 Rp/kWh	91'054
Elektrizität WHG (Hoch- & Niedertarif je 50%)	24000 SFr./Jahr	435'661 kWh/Jahr	19.19 Rp/kWh	107'603
Heizöl		Liter	SFr./100 Liter	
Erdgas		kWh	Rp/kWh	
Stückholz		Ster	SFr./Ster	
Schnitzel		Sm <sup>3</sup>	SFr./Sm <sup>3</sup>	
Pellets		kg	SFr./kg	
Sonstiges				
<b>Total</b>		1'054'316		<b>SFr. 198'658</b>

**TOTAL MITTLERE JÄHRLICHE KOSTEN**

	Mittelwertfaktoren	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten
Kapitalkosten		289'832	289'832
Betriebskosten	1.163	45'652	53'102
Elektrizität Hochtarif	1.120	91'054	101'945
Elektrizität Niedertarif	1.120	107'603	120'473
Heizöl			
Erdgas	1.186		
Stückholz			
Schnitzel			
Pellets			
Sonstiges	1.000		
<b>Total</b>			<b>SFr. 565'352</b>