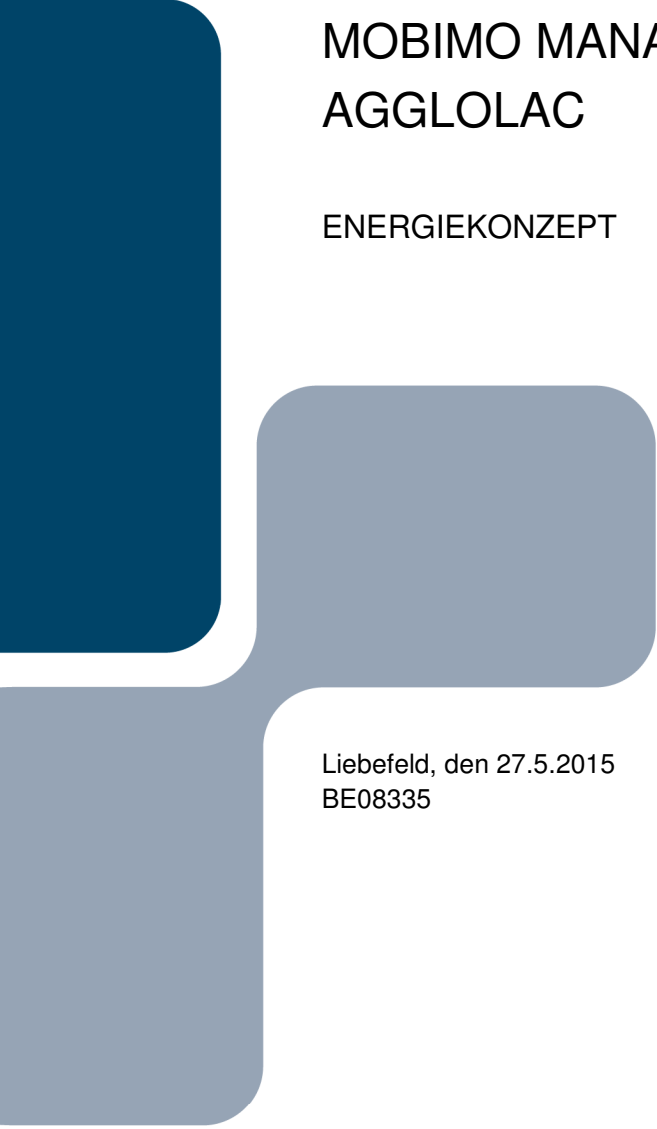


# G02.0

06.07.2015

**CSDINGENIEURE**   
VON GRUND AUF DURCHDACHT



MOBIMO MANAGEMENT AG  
AGGLOLAC

ENERGIEKONZEPT

Liebefeld, den 27.5.2015  
BE08335

**CSD INGENIEURE AG**

Hessstrasse 27d

CH-3097 Liebefeld

t +41 31 970 35 35

f +41 31 970 35 36

e [bern@csd.ch](mailto:bern@csd.ch)

[www.csd.ch](http://www.csd.ch)

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. AUSGANGSLAGE</b>	<b>1</b>
1.1 Problembeschreibung und Ziel	1
<b>2. GRUNDLAGEDATEN</b>	<b>1</b>
2.1 Bauvorhaben	1
2.2 Anforderungen bezüglich Energie	2
<b>3. ABSCHÄTZUNG ENERGIE- UND LEISTUNGSBEDARF</b>	<b>4</b>
<b>4. ENERGIEQUELLEN</b>	<b>5</b>
<b>5. VARIANTEN WÄRMEERZEUGUNG</b>	<b>9</b>
5.1 Seewassernutzung zentral	9
5.2 Seewassernutzung dezentral	13
5.3 Wärmerückgewinnung aus dem Siedlungsabwasser (dezentral)	16
5.4 Thermische Solaranlagen (dezentral)	19
5.5 Holzschnitzel (zentral)	21
<b>6. ASPEKTE DER 2000-WATT-GESELLSCHAFT</b>	<b>24</b>
6.1 Elektrizitätsproduktion mit Photovoltaik (PV)	24
6.2 Lieferverträge Ökostrom oder Biogas	25
<b>7. SYNERGIE MIT NACHBARLIEGENSCHAFTEN</b>	<b>25</b>
7.1 Synergien	25
7.2 Räumliche und technische Systemgrenzen	25
<b>8. VARIANTENVERGLEICH WÄRMEERZEUGUNG</b>	<b>26</b>
8.1 Grundlagedaten	26
8.2 Vergleich, Beurteilung, Empfehlung	27
<b>9. SCHLUSSFOLGERUNG UND WEITERES VORGEHEN</b>	<b>32</b>

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.1	Bruttogeschoss- und Energiebezugsflächen AGGLOlac	1
Tabelle 2.2	Gegenüberstellung der beiden Anforderungsszenarien	3
Tabelle 3.1	Prognose Energieverbrauchszahlen AGGLOlac	4
Tabelle 4.1	Zusammenfassung Energiequellen AGGLOlac	8

Tabelle 5.1	Energie- und Umweltzahlen Variante 1 (Seewasser zentral)	11
Tabelle 5.2	Energie- und Umweltzahlen Variante 2 (Seewasser dezentral)	14
Tabelle 5.3	Energie- und Umweltzahlen Variante 2 (Abwassernutzung)	17
Tabelle 5.4	Energie- und Umweltzahlen Variante 3 (Solaranlage)	20
Tabelle 5.5	Energie- und Umweltzahlen Variante 4 (Holzschnitzel)	22
Tabelle 8.1	Elektrizitätspreise ESB	26
Tabelle 8.2	Erdgaspreise ESB (inkl. CO <sub>2</sub> -Abgabe und Leistungskosten)	26
Tabelle 8.3	Vergleich der 5 Wärmeerzeugungsvarianten anhand der 16 Einzelkriterien	28

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2.1	Übersicht Areal AGGLOlac	2
Abbildung 4.1	Temperaturverlauf und Globalstrahlung verfügbarer Umweltwärmequellen (Quelle: Richtplan Energie Agglomeration Biel – Erläuterungsbericht)	7
Abbildung 5.1	Mögliche Seewasserfassungen	10
Abbildung 5.2	Prinzipschema Seewassernutzung zentral (Seewasser und Hauptzentrale)	11
Abbildung 5.3	Prinzipschema Seewassernutzung zentral (Zentrale pro Gebäude)	11
Abbildung 5.4	Prinzipschema Seewassernutzung dezentral (Seewasserverteilung)	14
Abbildung 5.5	Prinzipschema Seewassernutzung dezentral (Zentrale pro Gebäude)	14
Abbildung 5.6	Prinzipschema Abwasserwärmenutzung (Abwasser)	16
Abbildung 5.7	Prinzipschema Abwasserwärmenutzung (Zentrale pro Gebäude)	17
Abbildung 5.8	Prinzipschema Solar (Zentrale pro Gebäude)	19
Abbildung 5.9	Prinzipschema Holz (Hauptzentrale)	22
Abbildung 5.10	Prinzipschema Holz (Zentrale pro Gebäude)	22

## ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Berechnung Energiebedarfswerte	33
----------	--------------------------------	----

## PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

## 1. Ausgangslage

Die Städte Nidau und Biel planen auf dem Gelände der Landesausstellung Expo 02 in der Seebucht zusammen mit dem privaten Partner Mobimo ein neues Quartier. Zu diesem Zweck haben 25 Teams mittels Ideenwettbewerb im 2013 Vorschläge für ein städtebauliches Konzept ausgearbeitet. Die Jury hat 5 Teams ausgewählt, welche nun ihre städtebaulichen Konzepte im Rahmen einer Testplanung weiter verfeinern. Ende Mai erfolgt der Start zur Testplanung. Dabei werden die Teams mit Vertretern der Jury und der Projektgesellschaft AGGLOlac zusammenarbeiten und ihre Arbeiten in Werkstattgesprächen gemeinsam diskutieren. Der Austausch soll den Teams helfen, ihre Vorschläge Schritt für Schritt zu optimieren. Die Testplanung endet im Dezember 2014 mit einer Empfehlung der Jury. Das resultierende städtebauliche Konzept wird als Grundlage für das neue Quartier am See dienen. Anschliessend werden die in der Projektgesellschaft AGGLOlac zusammengeschlossenen Partner - die Städte Nidau und Biel sowie die Immobiliengesellschaft Mobimo - die planungsrechtlichen Grundlagen für das Seequartier ausarbeiten. Diese werden zuletzt der Bevölkerung von Nidau zur Abstimmung vorgelegt. Gleichzeitig werden in Nidau und Biel auch Abstimmungen über die Landverkäufe, den Wert- und Risikoausgleich sowie den Infrastrukturvertrag stattfinden.

Der Richtplan Energie in der Region Biel ist unterdessen unmittelbar vor der Inkraftsetzung. Er bildet eine gute Grundlage, welche bei einem Entscheid über die Energiequelle zur Wärmeerzeugung beigezogen wird.

### 1.1 Problembeschreibung und Ziel

Parallel zur Testplanung soll nun ein Energiekonzept für das Areal erarbeitet werden. Darin sollen die grundsätzliche Machbarkeit verschiedener Systeme geprüft werden. Mögliche Varianten sollen bezüglich sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Kriterien bewertet werden. Die Resultate des Energiekonzepts sollen aufzeigen, welche Varianten (eins bis zwei) bei der weiteren Planung weiter verfolgt werden sollen.

## 2. Grundlagedaten

### 2.1 Bauvorhaben

Für die Überbauung AGGLOlac ist lediglich ein grobes Raumprogramm definiert worden. Der Standort der Gebäude sowie die Bauweise sind noch nicht klar. Anhand der fünf erstplatzierten Wettbewerbsprojekte kann von folgender Nutzung ausgegangen werden:

Nutzung	Bruttogeschossfläche BGF	Energiebezugsfläche AE (Grobschätzung)
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Wohnen	107'500	96'750
Hotel	8'500	7'650
Restaurant, Verkauf, Dienstleistung	9'000	8'100
<b>Total AGGLOlac</b>	<b>125'000</b>	<b>112'500</b>

Tabelle 2.1 Bruttogeschoss- und Energiebezugsflächen AGGLOlac

In vorliegendem Bericht wird mit den Zahlen gemäss Tabelle 2.1 gerechnet.

Der Dämmstandard der zukünftigen Gebäude ist noch nicht definiert. Es werden die zwei Szenarien gemäss Kapitel 2.2.1 bearbeitet und beurteilt.



Abbildung 2.1 Übersicht Areal AGGLOlac

## 2.2 Anforderungen bezüglich Energie

Gemäss den geltenden resp. im Jahr 2020 geltenden Vorschriften werden Anforderungen an das Gebäude (Primäranforderungen) und an den Anteil erneuerbarer Energie im Betrieb der Gebäude gestellt. Bei Anstreben eines Label resp. eines Standards können weitere Anforderungen dazukommen:

### 2.2.1 Gebäudehülle/Bau

Die Gebäudehülle hat einen grossen Einfluss auf den Heizenergiebedarf. Dabei spielen die Kompaktheit des Gebäudes, die Dämmung der Bauteile (Wände, Böden, Decken, Fenster) sowie die Wärmebrücken die Hauptrollen. All diese Faktoren werden in der Berechnungsnorm SIA380/1 berücksichtigt, auf welcher die Anforderungen der MUKEN (Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich) beruhen.

In der Folge werden zwei Szenarien unterschieden. Einerseits das Bauen nach gesetzlichen Minimalanforderungen (Gesetz) und andererseits nach den strengen Anforderungen von Minergie-P. Die Einhaltung von strengeren Energie-Vorschriften hat Mehrinvestitionen zur Folge. Diese werden sich durch niedrigere Energiekosten (Betriebskosten), abhängig von der Effizienz der Bauhülle und vom spezifischen Wärmepreis mindestens teilweise amortisieren.

Szenario	Gesetz	Minergie-P (Stand 2014)
Beschrieb	Dämmung der Gebäudehülle, so dass die Anforderungen der „MUKEN 2014, Entwurf 9.5.2014“ gerade erfüllt werden (sowie der gewichtete Energiebedarf pro Jahr für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung in Neubauten)	Zusätzlich zu den gesetzlichen Anforderungen (siehe Szenario Gesetz) werden auch noch die Anforderungen von Minergie-P eingehalten.
Primäranforderungen Gebäudehülle (Grenzwerte für den Heizwärmebedarf pro Jahr und die spez. Heizleistung) $Q_{h,li}$ in $[kWh/m^2 \cdot a]$	Nach SIA380/1 und MUKEN 2014	Reduzierter Grenzwert auf 60% von $Q_{h,li}$
Gewichteter Energiebedarf pro Jahr für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung $E_{hwik}$ in $[kWh/m^2 \cdot a]$	Nach MHKEN 2014	Reduzierte gewichteter Energiebedarf
Weitere Anforderungen	keine	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pflicht zum Einbau einer kontrollierten Lüftung</li> <li>2) Nachweis der Luftdichtheit der Gebäudehülle</li> <li>3) Anforderungen an elektrische Geräte</li> <li>4) Anforderungen an Beleuchtung und Lüftung/Klima</li> </ol>

Tabelle 2.2 Gegenüberstellung der beiden Anforderungsszenarien

Zum Erreichen eines Nachhaltigkeitslabel müssen auch Kriterien bezüglich Gebäudehülle beachtet werden. Zum Erreichen der Anforderungen „2000-Watt-Areale“ muss ca. der Dämmstandard Minergie-P erreicht werden. Beim Label „DGNB-Quartiere“ sind diese Anforderungen nicht so streng, da bei anderen Kriterien der Mehrenergieverbrauch kompensiert werden kann.

## 2.2.2 Anteil erneuerbarer Energie

In der neuen MUKEN2014 werden auch Anforderungen an den Anteil erneuerbarer Energie (gewichteter Energiebedarf) bei der Wärmeerzeugung für Raumheizung und Brauchwassererwärmung gestellt. Strengere Anforderungen gelten für Minergielabels (siehe Tabelle 2.2) oder für Nachhaltigkeitslabels. Auch hier sind die Anforderungen des Labels „2000-Watt-Areale“ am strengsten.

## 2.2.3 Anforderungen der Städte Biel und Nidau

Biel und Nidau sind Energiestädte. Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft sind denn auch Ziele, die für das Projekt als Leitlinie dienen. Mit dem neuen Zertifikat „2000-Watt-Areale“ liegt nun eine Methodik vor, welche im Projekt AGGLOlac angewendet werden könnte. Das vorliegende Konzept nimmt somit die Indikatoren „Primärenergiebedarf nicht erneuerbar“ und „Treibhausgasemissionen“ als Elemente des 2000-Watt-Areal Zertifikats auf. Die Ziele korrespondieren auch mit den Anforderungen des Zertifikats DGNB Stadtquartiere, welches die Elemente der Umwelt, resp der Energie ebenfalls aufgreift.

Wenn sichergestellt ist, dass sowohl mit dem gewählten Energiekonzept und dem gewählten Projekt aus der Testplanung die Anforderungen an das Zertifikat 2000-Watt-Areale erfüllt werden kann, bestünde auch die Möglichkeit dies in einem Gestaltungsplan / einer Überbauungsordnung festzuhalten.

Die Gemeinden Biel, Brugg, Ipsach, Nidau und Port haben einen gemeinsamen Energierichtplan für die Agglomeration Biel erarbeitet. Dieser ist kurz vor der offiziellen Rechtsgültigkeit. Für die Zone AGGLOlac ist gemäss Massnahme M07 Grundwasser (Wasserentnahme oder über Energiepfähle) oder Seewasser, evtl. mit Erdgas für Spitzendeckung vorgesehen.

### 3. Abschätzung Energie- und Leistungsbedarf

Wärme wird für Raumheizung und Brauchwasser-Erwärmung benötigt. Klimakälte zur Raumkühlung ist keine vorgesehen. Lokal werden wohl je nach Mieter einzelne kleine Kühlanlagen installiert werden müssen. Der Kühlenergiebedarf wird jedoch so klein bleiben, dass sich eine zentrale Kälteversorgung nicht lohnt, auch wenn dadurch die Abwärme genutzt werden könnte.

Der Wärmebedarf für Raumheizung ist primär vom Dämmstandard der Gebäudehülle abhängig. Der Bedarf zur Erwärmung des Brauchwassers wird durch die Systemwahl (Nutzung von Abwärmen) durch die Wahl der Komponenten (z.B. Energiespararmaturen) und durch das Nutzerverhalten geprägt.

Bei den Berechnungen wird auf die SIA-Norm 380/1 abgestützt. Dort sind Standardwerte für Brauchwassererwärmung aber auch Berechnungsgrundlagen für den Raumheizungsbedarf enthalten. Bei der Raumheizung wurden die beiden Szenarien „Gesetz“ und „Minergie-P“ betrachtet (siehe Kapitel 2.2). Bei den Brauchwasserbedarfszahlen wurden mit Standardwerten nach SIA380/1 gerechnet (40m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche A<sub>E</sub> pro Person bei Wohnen MFH). Zusätzlich wurden 20% Verluste für die Warmhaltung (Speicherverluste, Zirkulationsverluste, etc.) eingerechnet. Die Berechnungen befinden sich in Anhang A. Der notwendige Wärmeleistungsbedarf wird auf 2.5 MW geschätzt. Im Sommer werden zur Brauchwassererwärmung ca. 500 kW benötigt.

Verbraucher	Szenario „Gesetz“ 2014	Szenario „Gesetz“ 2020		Szenario „Minergie-P“	
	Raumheizung	Raumheizung	Brauchwasser	Raumheizung	Brauchwasser
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Wohnen	3'400	3'057	2'419	1834	2'419
Hotel	269	242	191	145	191
Restaurant, Verkauf, Dienstleistung	334	306	304	183	304
<b>Total</b>	<b>4'002</b>	<b>3'605</b>	<b>2914</b>	<b>2163</b>	<b>2914</b>
<b>Total Wärme</b>	<b>(6916)</b>	<b>6'519</b>		<b>5077 (-22%)</b>	

Tabelle 3.1 Prognose Energieverbrauchsdaten AGGLOlac



## 4. Energiequellen

Im Rahmen des Energiekonzepts wurde geprüft, welche Energiequellen am Standort einsetzbar sind. Dabei wurden alle heute technisch ausgereiften Technologien berücksichtigt. Zur Wärmeerzeugung wurden folgende Energiequellen geprüft:

- Hochtemperaturabwärme (intern/extern)
- Niedertemperaturabwärme (intern/extern)
- Synergie mit anderen Arealen
- Seewasser
- Grundwasser
- Erdwärme (Sonden, Energiepfähle)
- Tiefengeothermie
- Sonnenenergie (thermisch und PV)
- Holz
- Erdgas
- Heizöl EL

### 4.1.1 Hochtemperaturabwärme

Intern sind keine Hochtemperaturabwärmern zu erwarten. In der Region Biel produziert gemäss überkommunalem Richtplan Energie (RPE) der Gemeinden Biel/Bienne, Brugg, Ipsach, Nidau und Port nur die Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) MÜVE in Brugg hochwertige Wärme. Auszug PRE: *„Die Flexibilität zur Produktion zusätzlicher Wärme für die Einspeisung in das Fernwärmenetz ist gross, allerdings geht diese Wärmeauskopplung zulasten der Stromerzeugung. Neben den bereits heute genutzten 9 MW Wärmeleistung könnten zusätzlich, ohne dass weitere Investitionen in der KVA zu tätigen sind, 2 bis 4 MW Wärmeleistung ausgekoppelt resp. damit rund 3 bis 8 GWh Wärme pro Jahr produziert werden. Die MÜVE strebt die Verdichtung der Abnehmer am bestehenden Leitungsnetz an, wobei fallweise die verbleibende Leistungskapazität des Fernwärmenetzes überprüft wird“*

Das Projekt AGGLOlac befindet sich in einer Distanz von 2 Kilometer von der KVA. Gemäss Aussagen von Herr Rentsch (KVA) und Herr Schären (ehemals ESB) sowie gemäss dem RPE ist ein Ausbau des Netzes bis zum AGGLOlac in nächster Zukunft nicht vorgesehen. Es ist ausgeschlossen, dass im 2020 auf dem Areal KVA-Abwärme zur Verfügung steht.

### 4.1.2 Niedertemperaturabwärme

Gemäss RPE könnten zwei Betriebe nutzbare niederwertige Abwärmern aufweisen. Diese liegen jedoch weit vom Projektstandort AGGLOlac weg und kommen deshalb nicht in Frage. Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) der Region Biel befindet sich ebenfalls in einer Entfernung von 2 Kilometer, was sich nachteilig auf die Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit auswirkt. Im RPE wird die Nutzung des ARA-Abwassers wie folgt beschrieben: *„Der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Region Biel sind 15 Gemeinden angeschlossen. Die ARA befindet sich gegenüber der KVA in Brugg. Die Temperatur des gereinigten Abwassers beträgt im Winter rund 10 °C, was sich für eine Wärmenutzung gut eignet (vgl. Abb. 9). Aufgrund der Nähe zum Fernwärmenetz der KVA wird die Abwärme aus dem gereinigten Abwasser jedoch vorläufig nicht genutzt, sondern direkt der Aare zugeführt.“* Gemäss Aussagen von Herr Birrbaumer (ARA) und Herr Schären (ehemals ESB) sowie gemäss dem RPE ist der Bau eines Netzes bis zum AGGLOlac in nächster Zukunft nicht vorgesehen. Es ist ausgeschlossen, dass im 2020 auf dem Areal ARA-Abwärme zur Verfügung steht. Als interne Abwärme kommt beim AGGLOlac primär das Abwasser in Frage. Durch die grosse Anzahl Wohneinheiten wird täglich ca. 150'000 Liter Brauchwarmwasser verbraucht werden. Da der Durchfluss im Sammelkanal zu grosse Schwankungen aufweisen würde, muss für eine effektive Wärmerückgewinnung das Wasser in Schächten gesammelt werden. Als unterstützende Energiequelle ist auch die Nutzung aus dem Kanal möglich.

Abwärme von technischen Prozessen (Kälteerzeugung gewerbliche Kälte, Kälteerzeugung Klimakälte) oder Abwärme von Serverräumen sind nicht in relevantem Mass vorhanden.

Niedertemperaturabwärmern sind nur mit Wärmepumpentechnik nutzbar.

## 4.1.3 Synergie mit anderen Arealen

Mit Ausnahme des Fernwärmenetzes der MÜVE (KVA) gibt es heute in der weiteren Umgebung des Areals lediglich der Holzwärmeverbund „Burgergebäude“ (M31) der Burgergemeinde. Dieser kann jedoch nur beschränkt ausgebaut werden. Gemäss RPE werden jedoch in den Gebieten Gymnasium südlich des Bahnhofs (Massnahme M06), Zentrum Nidau West (M52), Gerberweg-Zihlstrasse (M30) und Gerberweg Ost (M50) Wärmeverbände empfohlen. Teilweise sind diese bereits raumplanerisch festgesetzt.

Eine planerische Koordination drängt sich vor allem bei der Errichtung einer aufwändigen Wasserfassung auf. Alle erwähnten Verbände sollen gemäss RPE mit Seewasser, Grundwasser oder Wasser aus Zihl resp. Nidau-Büren Kanal betrieben werden. Idealerweise würden die Areale im gleichen Zeitraum überbaut werden. Auch ein vergleichbares Temperaturniveau wäre von Vorteil.

Auf Grund der vorherigen Kriterien drängen sich nähere Abklärungen mit dem Areal Gymnasium mit den beiden Projekten Erweiterung Gymnasium und Campus Biel der Berner Fachhochschule (M06) auf. Aus Sicht der geografischen Nähe wird jedoch auch das Gebiet Zentrum Nidau West (M52) in die Betrachtung einbezogen.

## 4.1.4 Seewasser

Im RPE ist in den Massnahmen M7 für das Gebiet AGGLOlac eine Wärmeversorgung mit Grundwasser oder Seewasser festgesetzt.

Nach der Karte „Wasserentnahme aus Oberflächengewässern“ sind aus dem Bielersee Wasserentnahmen ohne Einschränkungen möglich. Aktuell gibt es gemäss Gewässerschutzkarte eine Seewasserentnahme für Trinkwasserzwecke (Seewasserwerk (SWW) des ESB. Die Konzession beläuft sich auf 15'000 l/min entsprechen 900 m<sup>3</sup>/h).

Eine Seewasserentnahme erscheint grundsätzlich technisch möglich und zulässig. Dies hat eine Erstkonsultation bei verschiedenen Amtsstellen (AGR, AWA, LANAT (Fischerei), TBA OIKIII (Wasserpolizei) sowie Stadt Nidau) im Juli 2014 ergeben.

Die Machbarkeit hängt letztlich auch davon ab, ob in den relevanten Wintermonaten der erforderliche Wärmeentzug gemacht werden kann. Nach den bisher vorliegenden wenigen Temperaturdaten kann die Seewassertemperatur auch in grösseren Tiefen stark absinken. So betrug sie beispielsweise bei der Messstelle BIE4 am 22.2.12 über das gesamte Tiefenprofil von 70 m nur zwischen 2.4 und 3.1 C.

## 4.1.5 Grundwasser

Im RPE ist in der Massnahme M7 für das Gebiet AGGLOlac eine Wärmeversorgung mit Grundwasser oder Seewasser festgesetzt. Das Potential zur Grundwassernutzung muss jedoch gemäss der Grundwassernutzungskarte auf dem Geoportal des Kantons Bern geklärt werden.

Die zugänglichen Bohrprofile sowie der Baugrundbeschrieb der geotechnischen Studiengruppe zeigen, dass im Areal AGGLOlac der Untergrund bis in die erbohrten Tiefen von 40 m hauptsächlich aus feinkörnigen Seeablagerungen, Schwemmsedimenten und eingelagerten Verlandungsbildungen besteht. Es handelt sich dabei um Tone und Silte mit variablem Sandanteil. Oberflächennah sind Seekreide- und Torfhorizonte vorhanden. Die Wasserdurchlässigkeit der beschriebenen Lockergesteine ist äusserst gering, so dass eine Grundwassernutzung – auch im kleinen Rahmen - nicht realisierbar ist.

## 4.1.6 Trinkwasser

Das Trinkwassernetz eine mögliche Energiequelle. Gemäss RPE sind jedoch *„grundsätzlich keine nicht benötigten Reserven vorhanden und der ESB kann den Bezug des Trinkwassers zur Wärmeentnahme nicht empfehlen“*. Der Wärmeentzug aus gut durchflossenen Hauptleitungen ist jedoch möglich. Die Wasserversorgungen Nidau und Biel lehnen Eingriffe ins Wassernetz auch aus hygienischen Gründen

generell ab. Es muss davon ausgegangen werden, dass eine Energienutzung aus dem Trinkwassernetz nicht realisiert werden kann.

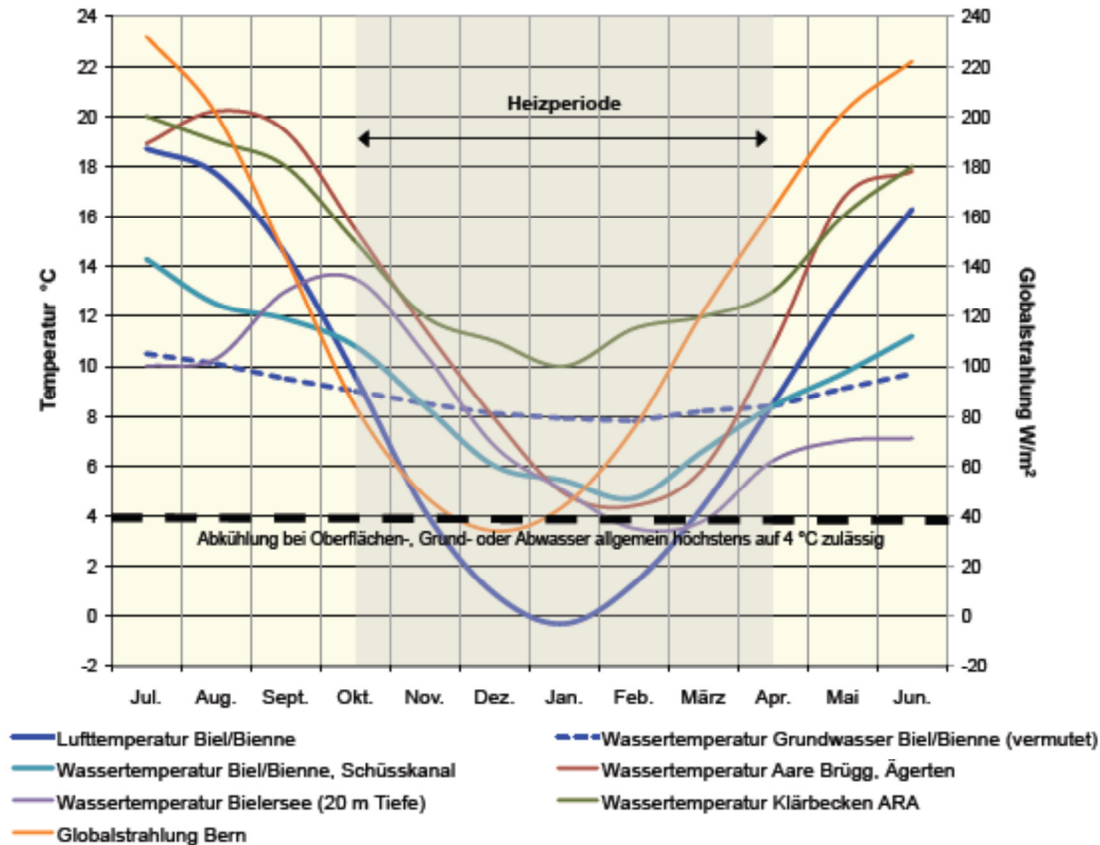


Abbildung 4.1 Temperaturverlauf und Globalstrahlung verfügbarer Umweltwärmequellen (Quelle: Richtplan Energie Agglomeration Biel – Erläuterungsbericht)

#### 4.1.7 Erdwärme

Der Einsatz von Erdwärmesonden ist auf dem Areal AGGLOlac verboten. Eine Kombination mit allfälligen Pfählen ist jedoch zu prüfen. Nutzung nur in Kombination mit anderem System (Potential zu klein).

#### 4.1.8 Tiefengeothermie

Die Nutzung von Wärme mittels Tiefenbohrungen kommt aus terminlichen Gründen nicht in Frage. Gemäss RPE müsste die technische Machbarkeit eines Geothermieprojekts zuerst geklärt werden.

#### 4.1.9 Sonnenenergie (thermisch und PV)

Das Potential zur Nutzung von Sonnenenergie wird im RPE als sehr gross beurteilt.

#### 4.1.10 Holz

Gemäss einer unveröffentlichten Studie zum Biomassennutzungspotential im Kanton Bern (Bezugsquelle BVE), liegt das Energieholzpotential in der Agglomeration Biel bei ca. 50GWh pro Jahr. Dieses wird noch

lange nicht ausgeschöpft. Aus Gründen der Lufthygiene wird im RPE jedoch empfohlen das Energieholz primär ausserhalb innerstädtischer Gebiete zu nutzen.

#### 4.1.11 Erdgas

Das Areal ist mit Erdgas erschlossen. Das Potential der vorhandenen Leitungsdimensionen muss noch geklärt werden. Aus gesetzlicher und technischer Sicht gibt es lediglich Einschränkungen in Bezug auf den Maximalanteil nicht erneuerbarer Energie.

#### 4.1.12 Heizöl EL

Es ist möglich Wärme mit Heizöl EL zu erzeugen. Aus gesetzlicher und technischer Sicht gibt es lediglich Einschränkungen in Bezug auf den Maximalanteil nicht erneuerbarer Energie.

#### 4.1.13 Fazit Energiequellen

Nachfolgend wird die Analyse der Energiequellen in einer Tabelle zusammengefasst.

Energiequelle	Nutzungspotential	Bemerkungen
Hochtemperaturabwärme	Nein	keine Quelle, von KVA nicht erschlossen
Niedertemperaturabwärme	Ja	ARA nicht erschlossen, Abwärme aus Abwasser Areal zu prüfen
Seewasser	Ja	In Richtplan vorgesehen, realisierbar
Grundwasser	Nein	Vorkommen zu klein, nicht nutzbar
Erdwärme (Sonden, Energiepfähle)	Nein	Gemäss Geoportal Kanton nicht nutzbar
Tiefengeothermie	Nein	Aus terminlichen Gründen kein Thema
Sonnenenergie (thermisch und PV)	Ja	Je nach Wärmeerzeugung thermisch und/oder PV sinnvoll
Holz	Ja	Möglich, jedoch nicht zu favorisieren (Lufthygiene, Geruch)
Erdgas	Ja	erschlossen, aus Sicht Nachhaltigkeit und Gesetz nur als Ergänzungsquelle einsetzbar, Biogas als Variante
Heizöl EL	Ja	aus Sicht Nachhaltigkeit und Gesetz nur als Ergänzungsquelle einsetzbar

Tabelle 4.1 Zusammenfassung Energiequellen AGGLOlac

## 5. Varianten Wärmeerzeugung

Nachfolgend werden die realisierbaren und bei einer ersten Beurteilung nicht verworfenen Möglichkeiten zur Wärmeerzeugung für das Projekt AGGLOlac kurz beschrieben. Es werden zentrale und dezentrale Wärmeversorgungen unterscheiden:

- zentral: Es wird eine grosse Heizzentrale gebaut von wo alle Gebäude mit Heizungswasser versorgt werden. Die Brauchwassererwärmung erfolgt dezentral pro Gebäude. In den Gebäuden wird weniger Platz für Technik benötigt. Es entfallen Kamine und Brennstofflagerflächen. Bei einer allfälligen Etappierung sind Vorinvestitionen in Form der Heizzentrale und des Leitungsnetzes notwendig.
- dezentral: Die Gesamte Wärmeerzeugung für Raumheizung und Brauchwarmwasser erfolgt pro Gebäude. Ein Gebäude zur Unterbringung der Heizzentrale wird nicht benötigt. Es entfallen zusätzlich Grabarbeiten für Leitungstrassees. Im Gegensatz dazu sind Grabarbeiten für allfällige Grabarbeiten aufwändiger (jedes Haus muss angeschlossen werden).

Pro Wärmeerzeugungsmöglichkeit wird nur die sinnvollere Variante (zentral / dezentral) bearbeitet.

Auf Synergien mit anderen Bauvorhaben (z.B. Campus der Berner Hochschule) sowie deren Einfluss auf die Wärmeerzeugung AGGLOlac wird später eingegangen.

Es wurden folgende Möglichkeiten zur Wärmeerzeugung geprüft:

- 1a Seewassernutzung (zentral)
- 1b Seewassernutzung (dezentral)
- 2 Wärmerückgewinnung aus dem Siedlungsabwasser (dezentral)
- 3 Thermische Solaranlagen (dezentral)
- 4 Holzschnitzel (zentral)

### 5.1 Seewassernutzung zentral

#### 5.1.1 Kurzbeschreibung

Das Seewasser fliesst durch eine Rohrleitung zur Pump- und Filterstation mit Netztrennung. Über einen geschlossenen Zwischenkreislauf wird das Wasser zur Heizzentrale gefördert. Falls Wärmequellen (Abwärme von Kälteanlagen oder Abwasser) angeschlossen werden können, wird das Wasser an diesen Stellen zuerst erwärmt und erst danach in die Heizzentrale geführt. Mit dem Seewasser kann ca. 85% des Wärmebedarfs abgedeckt werden. Die restlichen 15% (Spitzenbedarf oder bei zu kalten Seetemperaturen) werden durch Erdgasheizkessel erzeugt.

Das Seewasser kann abhängig von der vorgesehenen Nutzung (heizen, kühlen, etc.) und den Anforderungen der Behörden aus dem See (z.B. ca. 500 Meter vom Ufer entfernt, rot in Abbildung 5.1), aus der Zihl oder aus dem Nidau-Büren-Kanal bezogen werden. Gemäss Fischereiinspektorat (LANAT Amt für Landwirtschaft und Natur) wäre z.B. im Nidau-Büren-Kanal die Wasserentnahme auf ca. 15 Meter unter der Wasseroberfläche möglich (baue Variante in Abbildung 5.1). Weil die Fassung im See für alle Nutzungen möglich sein wird, wurde mit dieser Variante gerechnet. Bei einer möglichen Fassung aus Kanal oder Zihl würden sich die Kosten gegenüber der gerechneten Variante reduzieren.

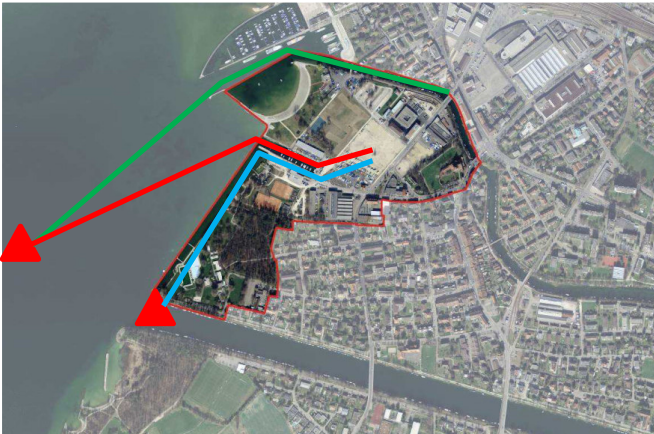


Abbildung 5.1 Mögliche Seewasserfassungen

## Heizzentrale:

An einer noch zu definierenden Stelle auf dem Areal wird eine Heizzentrale erstellt. Dort wird die Wärme des Seewassers via Wärmepumpen auf das Heizungswasser übertragen. Weiter werden dort Wärmespeicher und die Gaskesselanlage installiert. Das Heizungswasser wird von hier in die Unterzentralen in den einzelnen Gebäuden gefördert.

## Technikraum pro Gebäude:

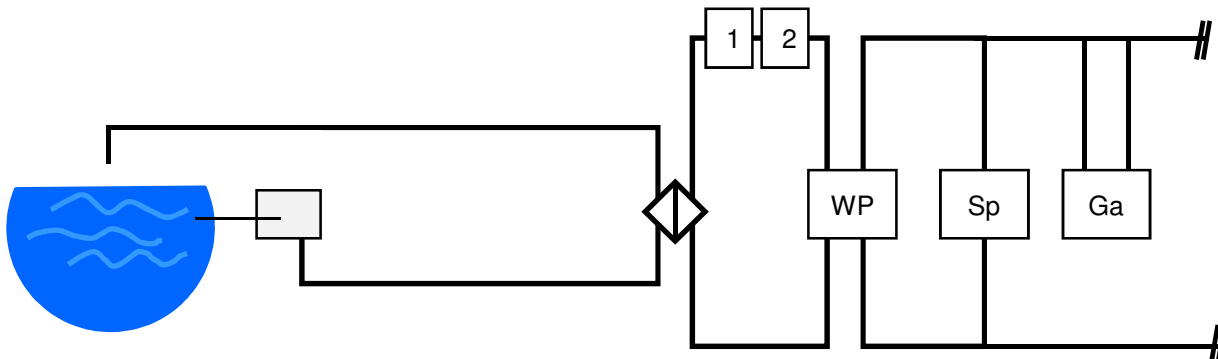
Das Heizungswasser wird in den Unterstationen zur Erwärmung des Brauchwassers und zur Raumheizung verwendet. Pro Gebäude wird ein zentraler Brauchwasserspeicher installiert.

## Technische Daten:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| • Seewasserleitung mit Pumpanlage                                 |                                     |
| • Filteranlage, Netztrennung                                      |                                     |
| • Wärmetauscher und Wärmepumpen                                   | 3 x 500 kW                          |
| • Erdgasheizkessel  | 2x 1250 kW                          |
| • Wärmespeicher   | 10'000 Liter                        |
| • Pumpstation (Unterirdisch) inkl. Filterstation und Netztrennung | 100 m <sup>2</sup> , Höhe 5 m       |
| • Gebäude Heizzentrale inkl. Filtrierung                          | 140 m <sup>2</sup> , Höhe 4 m       |
| • Raumbedarf pro Gebäude (Technikraum Gebäude)                    | 15 x 10 m <sup>2</sup> , Höhe 2.5 m |
| • Flächenbedarf Boden für Zentralen, Leitungsgraben               | ca. 3300 m <sup>2</sup>             |

## 5.1.2 Prinzipschema

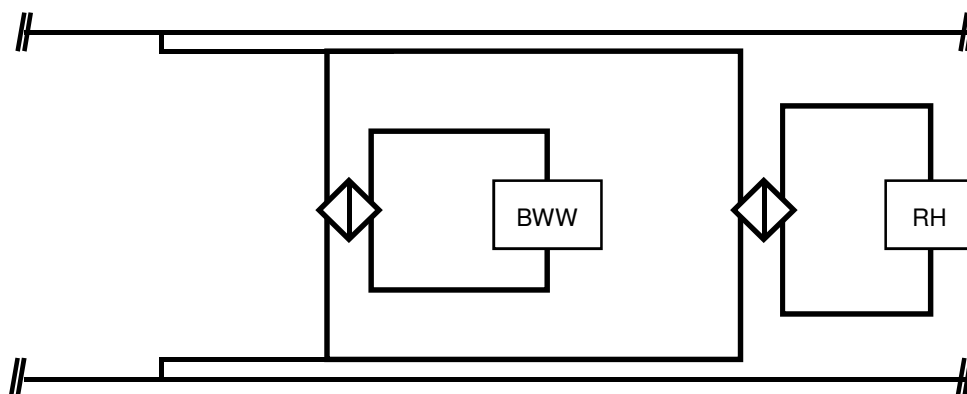
### Heizzentrale



Legende: 1= Abwärme aus Kühlanlagen (z.B. Campus Biel), 2= Abwärme aus Abwasserkanal, WP=Wärmepumpe, Sp=Energiespeicher, Ga=Gasheizkessel

Abbildung 5.2 Prinzipschema Seewassernutzung zentral (Seewasser und Hauptzentrale)

### Technikzentrale pro Gebäude



Legende: BWW=Brauchwassererwärmung, RH=Raumheizung

Abbildung 5.3 Prinzipschema Seewassernutzung zentral (Zentrale pro Gebäude)

## 5.1.3 Energiebedarf und Ökologie

Auf Basis des abgeschätzten Nutzenergiebedarfs und des gewählten Systems wurden der Endenergiebedarf und die ökologischen Grössen Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkte ermittelt. Bei der Variante 1a ergeben sich folgende Zahlen.

Grösse	Wert	Einheit
Endenergiebedarf Elektrizität (inkl. Hilfsenergie)	1'250	MWh/a
Endenergiebedarf Erdgas	1'160	MWh/a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	4'541	MWh/a
Treibhausgasemissionen	477	tCO <sub>2</sub> /a
Umweltbelastungspunkte	686'160	kUBP

Tabelle 5.1 Energie- und Umweltzahlen Variante 1 (Seewasser zentral)

## 5.1.4 Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für die Wärmeerzeugungsvariante 1a (Seewasser zentral) betragen inkl. baulichen Massnahmen (Gebäude, Grabarbeiten) und inkl. Honoraren und Baunebenkosten ohne Wärmeverteilung in den Gebäuden ca. CHF 6.1 Mio. Mit Einbezug der Kosten für Kapital, Energie und Unterhalt resultieren durchschnittliche Gesamtkosten von CHF 780'000 pro Jahr. Die Wärmegestehungskosten betragen 13.5 Rp./kWh Nutzenergie.

Bei den Investitionen dominieren die hohen Kosten für Seewasserleitung und Wärmepumpen. Bei den Betriebskosten fallen die Gaskosten auf. Die 15% Energiebedarf verursachen fast die Hälfte der Energiekosten (Gaspreis ESB: ca. 16 Rp./kWh).

Diese Zahlen beziehen sich auf eine Nutzungsdauer von 20 Jahren einen Realzins von 3% und ohne Energiepreissteigerung.

Die ca. 3300m<sup>2</sup> benötigte Bodenfläche birgt ein Potential von hohen Kosten für die archäologischen Massnahmen. Beim Ansatz von CHF 3000.- pro m<sup>2</sup> würden maximale Kosten von CHF 9.9 Mio. resultieren.

Weitere Informationen zu den Berechnungsgrundlagen und der Vergleich mit anderen Varianten befinden sich in Kapitel 6.

## 5.1.5 Flächen- und Raumbedarf

Die Variante benötigt Raum für eine Zentrale und für die Übergabestationen in den einzelnen Gebäuden. Weiter müssen Grabarbeiten durchgeführt werden, welche zur Erstellung von Seewasserleitung, Nahwärmenetz und für die Gasversorgung notwendig sind. Dies kann hohe Kosten für archäologische Massnahmen auslösen. Die Zahlen befinden sich in den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.4.

## 5.1.6 Kompatibilität mit 2000-Watt-Gesellschaft

Die Kompatibilität mit den Anforderungen des Labels „2000-Watt-Areale“ wurde mit dem offiziellen Tool des SIA zum Merkblatt SIA 2040 abgeschätzt. Der Dämmstandart muss sich an den Anforderungen von Minergie-P orientieren. Ohne ökologischen Strom lassen sich die Anforderungen bezüglich Primärenergie erneuerbar und Treibhausgasen im Betrieb nicht einhalten. Mit einem Liefervertrag Wasserstrom werden jedoch beide Anforderungen erfüllt. Es ist auch möglich einen Teil des Stroms mit PV auf den eigenen Dächern zu erzeugen.

## 5.1.7 Flexibilität des Systems

Bei beiden Seewasservarianten sind Vorinvestitionen in die Seewasserleitung notwendig. Nach Erstellung der Leitung sind Anschlüsse von Gebäuden jederzeit möglich. Die Flexibilität ist somit gegeben. Die Technik funktioniert auch bei bedeutend tieferem Leistungsbedarf, was zu Beginn einer stetig wachsenden Überbauung häufig der Fall ist.

## 5.1.8 Komplexität Bedienung

Bei dieser Variante werden Wärmepumpen und Feuerungsanlagen eingesetzt. Zusätzlich gibt es Anlageteile ausserhalb des AGGLOlac-Areals (im See), welche es regelmässig zu warten gilt. Diese Umstände verursachen eine erhöhte Komplexität.

## 5.1.9 Innovationsgehalt

Anlagen für die Wärmegewinnung aus Seewasser wurden auch in der Schweiz bereits einige Male gebaut. Die Technik darf jedoch noch nicht als Standard bezeichnet werden.



Die Seewassernutzung lässt sich, besonders bei einem Verbund mit der Berner Fachhochschule (Projekt Campus) gut kommunizieren.

## 5.1.10 Risiken

Bei den Varianten Seewasser gibt es anlagentechnische Abhängigkeiten zwischen den Gebäuden. Ein Defekt bei der Seewasserleitung hat Einfluss auf alle Gebäude. Durch die vorhandene Redundanz (Gasheizkessel mit 100% Leistung) kann das Risiko beseitigt werden. Bei der zentralen Seewasservariante bleibt das Risiko eines Defekts in der Wärmeverbundleitung. Auch hier werden Redundanzmassnahmen, wie Doppelpumpen, etc. getroffen. Im Notfall könnten pro Gebäude mobile Heizzentralen eine Ausfallzeit überbrücken. Durch die zusätzlichen Grabarbeiten steigt das Termin- und Kostenrisiko als Folge von archäologischen Funden.

Das Risiko der kalten Seewassertemperaturen kann mit der redundanten Gasheizkesselanlage aufgefangen werden.

## 5.2 Seewassernutzung dezentral

### 5.2.1 Kurzbeschreibung

Das Seewasser fliesst durch eine Rohrleitung zur Pump- und Filterstation mit Netztrennung. Über einen geschlossenen Zwischenkreislauf wird das Wasser zu den Gebäudeheizzentralen gefördert. Falls Wärmequellen (Abwärme von Kälteanlagen oder Abwasser) angeschlossen werden können, wird das Wasser an diesen Stellen zuerst erwärmt und erst danach in die Zentralen geführt. Mit dem Seewasser kann ca. 85% des Wärmebedarfs abgedeckt werden. Die restlichen 15% (Spitzenbedarf oder bei zu kalten Seetemperaturen) werden durch Erdgasheizkessel erzeugt.

Das Seewasser kann abhängig von der vorgesehenen Nutzung (heizen, kühlen, etc.) und den Anforderungen der Behörden aus dem See (z.B. ca. 500 Meter vom Ufer entfernt), aus der Zihl oder aus dem Nidau-Büren-Kanal bezogen werden. Gemäss Fischereiinspektorat (LANAT Amt für Landwirtschaft und Natur) wäre z.B. im Nidau-Büren-Kanal die Wasserentnahme auf ca. 15 Meter unter der Wasseroberfläche möglich. Weil die Fassung im See für alle Nutzungen möglich sein wird, wurde mit dieser Variante gerechnet. Bei einer möglichen Fassung aus Kanal oder Zihl würden sich die Kosten gegenüber der gerechneten Variante reduzieren.

Technikraum pro Gebäude:

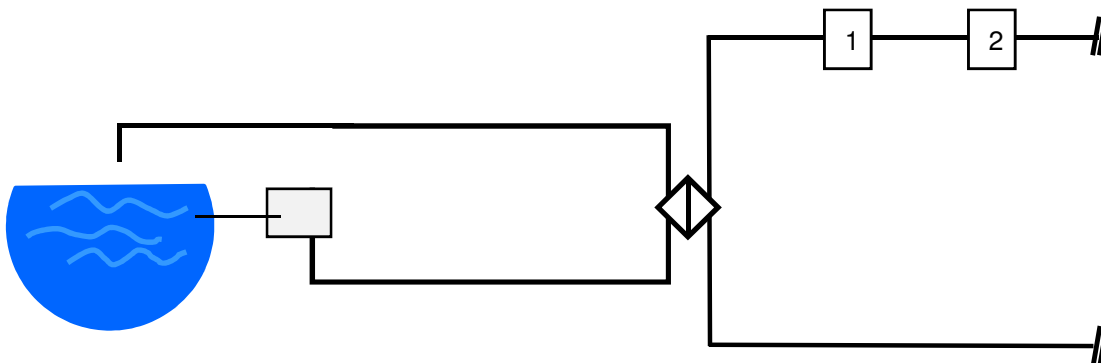
Das Seewasser wird in die Gebäudezentralen gefördert. Dort wird die Wärme des Seewassers via Hochtemperatur-Wärmepumpe auf das Heizungswasser und via Niedertemperatur-Wärmepumpe auf das Brauchwasser übertragen. Weiter werden pro Gebäude ein Brauchwasserspeicher und je nach heizleistungsbedarf ein Gasheizkessel zur Deckung der Winterspitzen installiert. Das Heizungswasser wird zur Raumheizung verwendet.

Technische Daten:

- Seewasserleitung mit Pumpanlage
- Filteranlage
- Wärmetauscher und Wärmepumpen Brauchwasser 15 x 60 kW
- Wärmetauscher und Wärmepumpen Raumheizung 15 x 100 kW
- Erdgasheizkessel 15 x 170 kW
- Pumpstation (Unterirdisch) inkl. Filterstation und Netztrennung 100 m<sup>2</sup>, Höhe 5 m
- Raumbedarf pro Gebäude (Technikraum Gebäude) 15 x 50 m<sup>2</sup>, Höhe 2.5 m
- Flächenbedarf Boden für Zentralen, Leitungsgraben ca. 2'500 m<sup>2</sup>

## 5.2.2 Prinzipschema

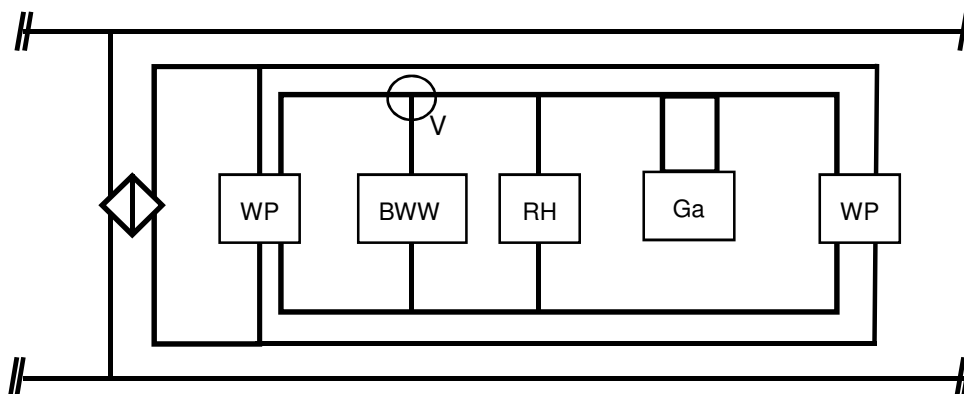
### Seewasserpumpstation



Legende: 1= Abwärme aus Kühlanlagen (z.B. Campus Biel), 2= Abwärme aus Abwasserkanal,

Abbildung 5.4 Prinzipschema Seewassernutzung dezentral (Seewasserverteilung)

### Technikzentrale pro Gebäude



Legende: WP=Wärmepumpe, Sp=Energiespeicher, Ga=Gasheizkessel  
BWW=Brauchwassererwärmung, RH=Raumheizung, V=Umstellventil

Abbildung 5.5 Prinzipschema Seewassernutzung dezentral (Zentrale pro Gebäude)

## 5.2.3 Energiebedarf und Ökologie

Auf Basis des abgeschätzten Nutzenergiebedarfs und des gewählten Systems wurden der Endenergiebedarf und die ökologischen Grössen Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkte ermittelt. Bei der Variante 1b ergeben sich folgende Zahlen:

Grösse	Wert	Einheit
Endenergiebedarf Elektrizität (inkl. Hilfsenergie)	1'210	MWh/a
Endenergiebedarf Erdgas	1'120	MWh/a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	4'405	MWh/a
Treibhausgasemissionen	464	tCO <sub>2</sub> /a
Umweltbelastungspunkte	667'450	kUBP

Tabelle 5.2 Energie- und Umweltzahlen Variante 2 (Seewasser dezentral)

## 5.2.4 Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für die Wärmeerzeugungsvariante 1b (Seewasser dezentral) betragen inkl. baulichen Massnahmen (Gebäude, Grabarbeiten) und inkl. Honoraren und Baunebenkosten ohne Wärmeverteilung in den Gebäuden ca. CHF 7 Mio. Mit Einbezug der Kosten für Kapital, Energie und Unterhalt resultieren durchschnittliche Gesamtkosten von CHF 870'000.- pro Jahr. Die Wärmegestehungskosten betragen 14.9 Rp./kWh Nutzenergie.

Bei den Investitionen dominieren die hohen Kosten für Seewasserleitung und die Wärmepumpen in den einzelnen Gebäuden. Bei den Betriebskosten fallen auch hier die Gaskosten auf. Die 15% Energiebedarf verursachen fast die Hälfte der Energiekosten (Gaspreis ESB: ca. 17 Rp./kWh).

Diese Zahlen beziehen sich auf eine Nutzungsdauer von 20 Jahren, einen Realzins von 3% und ohne Energiepreissteigerung.

Die ca. 2'500 m<sup>2</sup> benötigte Bodenfläche birgt ein Potential von hohen Kosten für die archäologischen Massnahmen. Beim Ansatz von CHF 3000.- pro m<sup>2</sup> würden maximale Kosten von CHF 7.6 Mio. resultieren.

Weitere Informationen zu den Berechnungsgrundlagen und der Vergleich mit anderen Varianten befinden sich in Kapitel 6.

## 5.2.5 Flächen- und Raumbedarf

Die Variante benötigt Raum für die Pumpstation und für die Wärmezentralen in den einzelnen Gebäuden. Weiter müssen Grabarbeiten durchgeführt werden, welche zur Erstellung der Seewasserleitung und für die Gasversorgung notwendig sind. Dies kann hohe Kosten für archäologische Massnahmen auslösen. Die Zahlen befinden sich in den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.4.

## 5.2.6 Kompatibilität mit 2000-Watt-Gesellschaft

Die Kompatibilität mit den Anforderungen des Labels „2000-Watt-Areale“ wurde mit dem offiziellen Tool des SIA zum Merkblatt SIA 2040 abgeschätzt. Der Dämmstandard muss sich an den Anforderungen von Minergie-P orientieren. Ohne ökologischen Strom lassen sich die Anforderungen bezüglich Primärenergie erneuerbar und Treibhausgasen im Betrieb nicht einhalten. Mit einem Liefervertrag Wasserstrom werden jedoch beide Anforderungen erfüllt. Es ist auch möglich einen Teil des Stroms mit PV auf den eigenen Dächern zu erzeugen.

## 5.2.7 Flexibilität des Systems

Bei beiden Seewasservarianten sind Vorinvestitionen in die Seewasserleitung notwendig. Nach Erstellung der Leitung sind Anschlüsse von Gebäuden jederzeit möglich. Die Flexibilität ist somit gegeben. Die Technik funktioniert auch bei bedeutend tieferem Leistungsbedarf, was zu Beginn einer stetig wachsenden Überbauung häufig der Fall ist.

## 5.2.8 Komplexität Bedienung

Bei dieser Variante werden Wärmepumpen und Feuerungsanlagen eingesetzt. Zusätzlich gibt es Anlageteile ausserhalb des AGGLOlac-Areals (im See), welche es regelmässig zu warten gilt. Diese Umstände verursachen eine erhöhte Komplexität.

## 5.2.9 Innovationsgehalt

Anlagen für die Wärmegewinnung aus Seewasser wurden auch in der Schweiz bereits einige Male gebaut. Die Technik darf jedoch noch nicht als Standard bezeichnet werden.

Die Seewassernutzung lässt sich, besonders bei einem Verbund mit der Berner Fachhochschule (Projekt Campus) gut kommunizieren.

## 5.2.10 Risiken

Bei den Varianten Seewasser gibt es anlagentechnische Abhängigkeiten zwischen den Gebäuden. Ein Defekt bei der Seewasserleitung hat Einfluss auf alle Gebäude. Durch die vorhandene Redundanz (Gasheizkessel mit 100% Leistung) kann das Risiko beseitigt werden. Durch die zusätzlichen Grabarbeiten steigt das Termin- und Kostenrisiko als Folge von archäologischen Funden.

Das Risiko der kalten Seewassertemperaturen kann mit der redundanten Gasheizkesselanlage aufgefangen werden.

## 5.3 Wärmerückgewinnung aus dem Siedlungsabwasser (dezentral)

### 5.3.1 Kurzbeschreibung

Als Hauptwärmequelle wird das eigene Siedlungsabwasser genutzt. Das Abwasser der Überbauung wird an drei Stellen auf dem Areal gesammelt. Dazu sind Schächte zu erstellen. Die Energie wird dem Abwasser mittels Wärmetauschern entzogen und in einem Rohrleitungsnetz zu den einzelnen Gebäuden geführt. Mit der Energie aus dem Abwasser kann ca. 60% des Wärmebedarfs abgedeckt werden. Die restlichen 40% werden durch die Luft/Wasser-Wärmepumpen erzeugt.

Technikraum pro Gebäude:

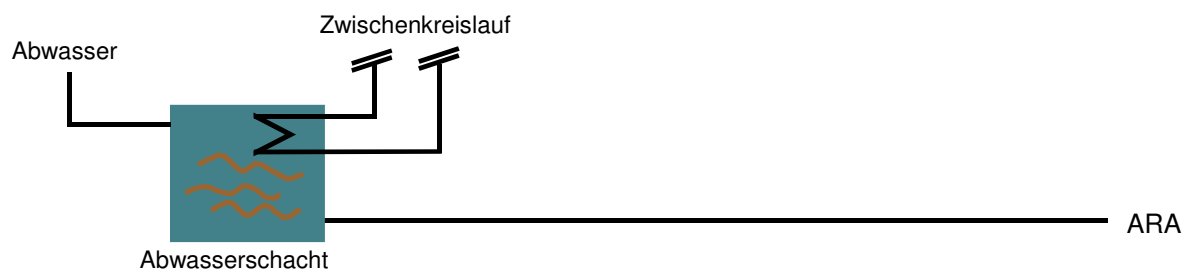
In den Gebäudezentralen wird die Wärme des Abwasserzwischenkreislaufs via Wärmepumpe auf das Heizungswasser übertragen. Weiter werden pro Gebäude ein Brauchwasserspeicher und eine Luft-Wasser-Wärmepumpe installiert. Das Heizungswasser dient zur Erwärmung des Brauchwassers und zur restlichen Raumheizung.

Technische Daten:

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| • Abwassersammelschacht:                                       | 3 Stück                             |
| • Wärmetauscher inkl. Rohrleitungsnetz Abwasserschacht-Gebäude |                                     |
| • Wärmepumpen (Wasser/Wasser):                                 | 15 x 60 kW                          |
| • Wärmepumpe Luft/Wasser inkl. Verdampfer                      | 15 x 170 kW                         |
| • Heizwasserspeicher   | 15 x 2'000 Liter                    |
| • Abwasserschächte (Unterirdisch)                              | 3 x 18 m <sup>2</sup> , Höhe 2.6 m  |
| • Raumbedarf pro Gebäude (Technikraum Gebäude)                 | 15 x 50 m <sup>2</sup> , Höhe 2.6 m |
| • Flächenbedarf Boden für Zentralen, Leitungsraben             | ca. 1'000 m <sup>2</sup>            |

### 5.3.2 Prinzipschema

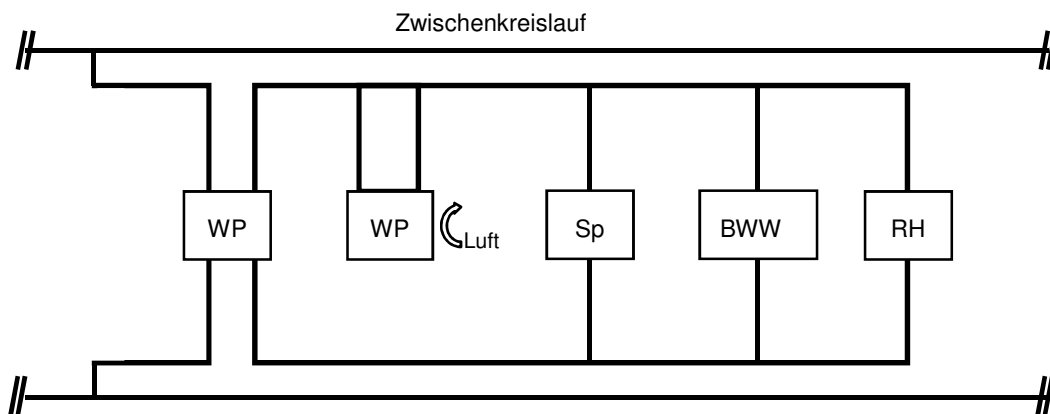
#### Abwasser-Wärmerückgewinnung



Legende: ARA=Abwasserreinigungsanlage

Abbildung 5.6 Prinzipschema Abwasserwärmenutzung (Abwasser)

## Technikzentrale pro Gebäude



Legende: WP=Wärmepumpe, Sp=Energiespeicher  
 BWW=Brauchwassererwärmung, RH=Raumheizung

Abbildung 5.7 Prinzipschema Abwasserwärmenutzung (Zentrale pro Gebäude)

### 5.3.3 Energiebedarf und Ökologie

Auf Basis des abgeschätzten Nutzenergiebedarfs und des gewählten Systems wurden der Endenergiebedarf und die ökologischen Grössen Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkte ermittelt. Bei der Variante 2 ergeben sich folgende Zahlen:

Grösse	Wert	Einheit
Endenergiebedarf Elektrizität (inkl. Hilfsenergie)	1'850	MWh/a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	4'895	MWh/a
Treibhausgasemissionen	261	tCO <sub>2</sub> /a
Umweltbelastungspunkte	712'840	kUBP

Tabelle 5.3 Energie- und Umweltzahlen Variante 2 (Abwassernutzung)

### 5.3.4 Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für die Wärmeerzeugungsvariante 3 (Abwärme aus Abwasser) betragen inkl. baulichen Massnahmen (Gebäude, Grabarbeiten) und inkl. Honoraren und Baunebenkosten ohne Wärmeverteilung in den Gebäuden ca. CHF 4.2 Mio. Mit Einbezug der Kosten für Kapital, Energie und Unterhalt resultieren durchschnittliche Gesamtkosten von CHF 600'000.- pro Jahr. Die Wärmegestehungskosten betragen 10.4 Rp./kWh Nutzenergie.

Bei den Investitionen tragen die FEKA-Anlagen mit Schächten, die Abwasserleitungen und die Luft-Wasser-Wärmepumpen am meisten zu den Gesamtkosten bei. Bei den Betriebskosten dominieren die Energiekosten (Elektrizität).

Diese Zahlen beziehen sich auf eine Nutzungsdauer von 20 Jahren einen Realzins von 3% und ohne Energiepreissteigerung.

Die ca. 1'000 m<sup>2</sup> benötigte Bodenfläche birgt ein Potential von hohen Kosten für die archäologischen Massnahmen. Beim Ansatz von CHF 3000.- pro m<sup>2</sup> würden maximale Kosten von CHF 3 Mio. resultieren.

Weitere Informationen zu den Berechnungsgrundlagen und der Vergleich mit anderen Varianten befinden sich in Kapitel 6.

## 5.3.5 Flächen- und Raumbedarf

Die Variante benötigt Raum für die Abwasser-Pumpenschächte und für die Wärmezentralen in den einzelnen Gebäuden. Weiter müssen einige zusätzliche Grabarbeiten für Abwasser- und Wärmepumpenzuleitungen durchgeführt werden. Dies kann bedeutende Kosten für archäologische Massnahmen auslösen. Die Zahlen befinden sich in den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.4.

## 5.3.6 Kompatibilität mit 2000-Watt-Gesellschaft

Die Kompatibilität mit den Anforderungen des Labels „2000-Watt-Areale“ wurde mit dem offiziellen Tool des SIA zum Merkblatt SIA 2040 abgeschätzt. Der Dämmstandart muss sich an den Anforderungen von Minergie-P orientieren. Ohne einen Anteil ökologischem Strom lassen sich die Anforderungen bezüglich Primärenergie erneuerbar und Treibhausgasen im Betrieb nicht einhalten. Mit einem Liefervertrag Wasserstrom von mindestens 50% bezüglich Gesamtstrom oder 100% bezüglich Wärmeerzeugungsstrom werden jedoch beide Anforderungen erfüllt. Es ist auch möglich einen Teil des Stroms mit PV auf den eigenen Dächern zu erzeugen.

## 5.3.7 Flexibilität des Systems

Bei der Nutzung der Wärme aus dem Siedlungsabwasser sind Vorinvestitionen in die Sammelschächte (z.B. FWKA) notwendig. Der Bau der Schächte erfolgt zusammen mit dem Abwasserleitungssystem. Nach Erstellung der Schächte sind Anschlüsse von Gebäuden jederzeit möglich. Die Flexibilität ist somit gegeben. Die Technik funktioniert bei bedeutend tieferem Leistungsbedarf möglicherweise mit etwas tieferer Effizienz. Bei der Etappierung sollte deshalb die Platzierung der Schächte gut geplant werden.

## 5.3.8 Komplexität Bedienung

Bei dieser Variante werden ausschliesslich Wärmepumpen, jedoch mit unterschiedlichen Wärmequellen eingesetzt. Es gibt Anlageteile welche mehrere Gebäude auf dem Areal betreffen. Auch diese müssen regelmässig gewartet werden. Diese Umstände verursachen eine leicht erhöhte Komplexität.

## 5.3.9 Innovationsgehalt

Wärmerückgewinnung aus Siedlungsabwasser wurde auch in der Schweiz bereits einige Male eingesetzt. Die Technik darf jedoch noch nicht als Standard bezeichnet werden. Gemäss Rücksprache mit Infracore (Organisation welche im Auftrag des Bundesamtes für Energie die Wärmenutzung aus Abwasser vorantreibt) hat das Projekt AGGLOlac ein Potential zum Einsatz von alternativen und vermutlich einfacheren Wärmerückgewinnungen im Zusammenhang mit den notwendigen Abwasserpumpenanlagen. Es locken Förderbeiträge des Bundes.

Die Abwasserwärmenutzung lässt sich gut kommunizieren.

## 5.3.10 Risiken

Bei der Variante Abwassernutzung gibt es anlagetechnische Abhängigkeiten zwischen den Gebäuden. Ein Defekt bei einem Entnahmeschacht hat Einfluss auf mehrere Gebäude. Durch die vorhandene Redundanz (Luft/Wasser-Wärmepumpe mit 100% Leistung) kann das Risiko beseitigt werden. Durch die wenigen zusätzlichen Grabarbeiten steigt das Termin- und Kostenrisiko als Folge von archäologischen Funden leicht an. Luft/Wasser-Wärmepumpen sind potentielle Störelemente. Den Schallemissionen muss bei der Planung grosse Aufmerksamkeit geschenkt werden.

## 5.4 Thermische Solaranlagen (dezentral)

### 5.4.1 Kurzbeschreibung

Als Wärmequelle wird Solarenergie eingesetzt. Die Dächer der Gebäude werden mit aufgeständerten Sonnenkollektoren belegt. Die Sonnenenergie wird für die Brauchwassererwärmung genutzt werden. Die Dachflächen reichen nicht aus, um mit Solarenergie massgeblich auch die Raumheizung unterstützen zu können. Mit der Sonne kann knapp 30% des Wärmebedarfs (Brauchwasser und Raumheizung) abdeckt werden. Die restlichen gut 70% werden durch Erdgasheizkessel erzeugt.

Technikraum pro Gebäude:

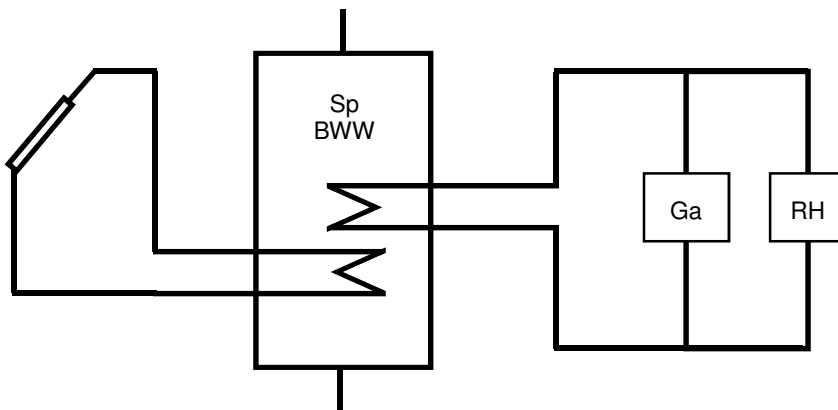
Auf jedem Dach werden Solarkollektoren angebracht. In den Gebäudezentralen wird die Wärme der Sonne in einem Brauchwasserspeicher gelagert. Weiter wird pro Gebäude ein Gasheizkessel installiert. Dieser erbringt die Wärme für die Raumheizung und für die Restwärmerwärmung des Brauchwassers.

Technische Daten:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| • Sonnenkollektoren                                 | 15 x 150 m <sup>2</sup>             |
| • Solarspeicher (zusätzliches Volumen)              | 15 x 8'000 Liter                    |
| • Erdgasheizkessel                                  | 15 x 170 kW                         |
| • Dachfläche  | 15 x 370 m <sup>2</sup>             |
| • Raumbedarf pro Gebäude (Technikraum Gebäude)      | 15 x 70 m <sup>2</sup> , Höhe 2.5 m |
| • Flächenbedarf Boden für Zentralen, Leitungsgraben | ca. 750 m <sup>2</sup>              |

### 5.4.2 Prinzipschema

#### Technikzentrale pro Gebäude



Legende: Sp=Brauchwasserspeicher, Ga=Gasheizkessel  
BWW=Brauchwassererwärmung, RH=Raumheizung

Abbildung 5.8 Prinzipschema Solar (Zentrale pro Gebäude)

### 5.4.3 Energiebedarf und Ökologie

Auf Basis des abgeschätzten Nutzenergiebedarfs und des gewählten Systems wurden der Endenergiebedarf und die ökologischen Grössen Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkte ermittelt. Bei der Variante 3 ergeben sich folgende Zahlen:

Grösse	Wert	Einheit
	<b>Erdgas</b>	
Endenergiebedarf Elektrizität (inkl. Hilfsenergie)	22	MWh/a
Endenergiebedarf Erdgas	5'280	MWh/a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	5'658	MWh/a
Treibhausgasemissionen	1'247	tCO <sub>2</sub> /a
Umweltbelastungspunkte	821'440	kUBP

Tabelle 5.4 Energie- und Umweltzahlen Variante 3 (Solaranlage)

#### 5.4.4 Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für die Wärmeerzeugungsvariante 3 (Solar, Erdgas) betragen inkl. baulichen Massnahmen (Gebäude, Grabarbeiten) und inkl. Honoraren und Baunebenkosten ohne Wärmeverteilung in den Gebäuden ca. CHF 4.6 Mio. Mit Einbezug der Kosten für Kapital, Energie und Unterhalt resultiert durchschnittliche Gesamtkosten von CHF 815'000.- pro Jahr. Die Wärmegestehungskosten betragen 14.1 Rp./kWh Nutzenergie.

Bei den Investitionen dominieren die Solaranlagen inkl. Speicheranlagen. Bei den Betriebskosten schlagen erwartungsgemäss die Gaskosten am höchsten zu Buche.

Diese Zahlen beziehen sich auf eine Nutzungsdauer von 20 Jahren einen Realzins von 3% und ohne Energiepreissteigerung.

Die ca. 750 m<sup>2</sup> benötigte Bodenfläche birgt ein Potential von hohen Kosten für die archäologischen Massnahmen. Beim Ansatz von CHF 3000.- pro m<sup>2</sup> würden maximale Kosten von CHF 2.2 Mio. resultieren.

Weitere Informationen zu den Berechnungsgrundlagen und der Vergleich mit anderen Varianten befinden sich in Kapitel 6.

#### 5.4.5 Flächen- und Raumbedarf

Die Variante ist dezentral und benötigt keine zusätzlichen Räume. Es werden jedoch auf jedem Dach Solarkollektoren montiert werden, welche einen Grossteil der Dachflächen beanspruchen werden. Kosten für archäologische Massnahmen sind lediglich durch die Gaszuführung (Grabarbeiten) zu erwarten. Die Zahlen befinden sich in den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.4.

#### 5.4.6 Kompatibilität mit 2000-Watt-Gesellschaft

Die Kompatibilität mit den Anforderungen des Labels „2000-Watt-Areale“ wurde mit dem offiziellen Tool des SIA zum Merkblatt SIA 2040 abgeschätzt. Der Dämmstandart muss sich an den Anforderungen von Minergie-P orientieren. Ohne ökologischem Strom und zusätzlich Biogas anstelle von Erdgas lassen sich die Anforderungen bezüglich Primärenergie erneuerbar und Treibhausgasen im Betrieb nicht einhalten. Mit einem Liefervertrag Wasserstrom und Biogas werden jedoch beide Anforderungen erfüllt. Dies hätte jedoch grosse Mehrkosten im Betrieb (Mehrkosten Biogas von CHF 400'000.- pro Jahr) zur Folge. Dachflächen für PV-Anlagen stehen nicht zur Verfügung.

#### 5.4.7 Flexibilität des Systems

Da es sich hier um eine dezentrale Variante handelt ist die Flexibilität maximal. Es gibt keine anlagentechnischen Abhängigkeiten zwischen den Gebäuden.



## 5.4.8 Komplexität Bedienung

Bei dieser Variante werden Solaranlagen und Feuerungsanlagen eingesetzt. Es gibt keine Anlagenteile ausserhalb des Gebäudes. Die Techniken sind bewährt. Die Komplexität ist niedrig.

## 5.4.9 Innovationsgehalt

Die eingesetzte Technik entspricht dem Standard. Da die Dachfläche nicht für die Heizungsunterstützung reichen wird und damit die Gebäude weit weg vom Solarhaus einzustufen sind, muss diese Variante als nicht sehr innovativ angesehen werden.

## 5.4.10 Risiken

Auf Grund der bewährten Technik und der Autonomie jedes Gebäudes gibt es keine ausserordentlichen Risiken.

## 5.5 Holzschnitzel (zentral)

### 5.5.1 Kurzbeschreibung

Als Hauptwärmequelle werden Holzschnitzel verwendet. Es ist der Bau eines grossen Schnitzzellageraums notwendig. Die Rauchgase werden mit einer Elektrofilteranlage gemäss Anforderungen LRV gereinigt. Mit Holzschnitzel kann ca. 80 bis 90% des Wärmebedarfs abgedeckt werden. Die restlichen 10 bis 20% werden durch Erdgasheizkessel erzeugt.

Heizzentrale:

An einer noch zu definierenden Stelle auf dem Areal wird eine Heizzentrale erstellt. Dort werden Holz- und Erdgasheizkessel platziert. Weiter wird dort ein grosser Wärmespeicher installiert. Das Heizungswasser wird von hier in die Unterzentralen in den einzelnen Gebäuden gefördert.

Technikraum pro Gebäude:

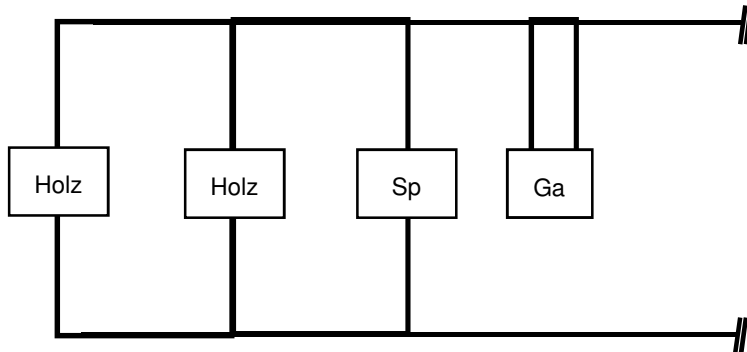
Das Heizungswasser wird in den Unterstationen zur Erwärmung des Brauchwassers und zur Raumheizung verwendet. Pro Gebäude wird ein zentraler Brauchwasserspeicher installiert. Die Vor- und Rücklauftemperaturen sowie die Hydraulik des Netzes werden so ausgelegt, dass die Kondensationswärme der Rauchgase genutzt werden kann. Der Wirkungsgrad wird dadurch um 10 bis 15% erhöht.

Technische Daten:

- Holzschnitzzellager inkl. Fördervorrichtungen und Lüftungsanlage
- Holzschnitzelheizkessel mit Rauchgasfilter und Rauchgaskondensator 1 x 750 kW, 1 x 500 kW
- Erdgasheizkessel 2x 1250 kW
- Wärmespeicher 30'000 Liter
- Halle Schnitzzellager 108 m<sup>2</sup>, Höhe 3 m
- Gebäude Heizzentrale 252 m<sup>2</sup>, Höhe 4 m
- Raumbedarf pro Gebäude (Technikraum Gebäude) 15 x 10 m<sup>2</sup>, Höhe 2.5 m
- Flächenbedarf Boden für Zentralen, Leitungsgraben ca. 1'900 m<sup>2</sup>

## 5.5.2 Prinzipschema

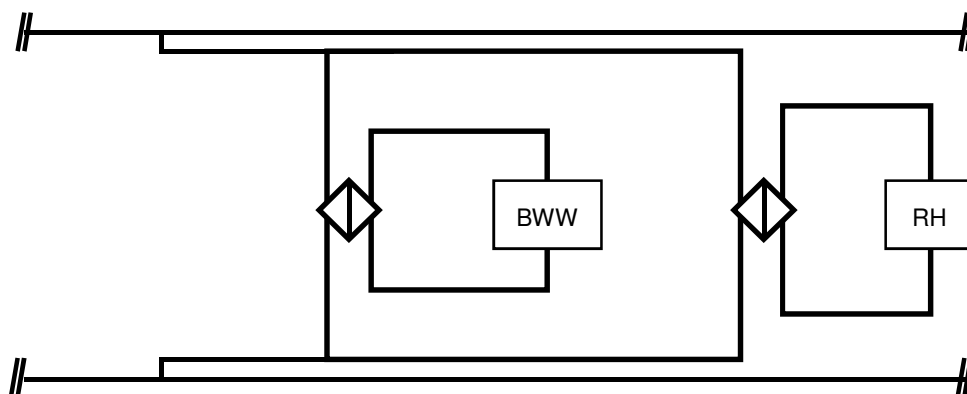
### Heizzentrale



Legende: Holz=Holzschnitzelkessel, Sp=Energiespeicher, Ga=Gasheizkessel

Abbildung 5.9 Prinzipschema Holz (Hauptzentrale)

### Technikzentrale pro Gebäude



Legende: BWW=Brauchwassererwärmung, RH=Raumheizung

Abbildung 5.10 Prinzipschema Holz (Zentrale pro Gebäude)

## 5.5.3 Energiebedarf und Ökologie

Auf Basis des abgeschätzten Nutzenergiebedarfs und des gewählten Systems wurden der Endenergiebedarf und die ökologischen Grössen Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkte ermittelt. Bei der Variante 4 ergeben sich folgende Zahlen:

Grösse	Wert	Einheit
Endenergiebedarf Elektrizität (inkl. Hilfsenergie)	28	MWh/a
Endenergiebedarf Holzschnitzel	7'830	MWh/a
Endenergiebedarf Erdgas	910	MWh/a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	1'562	MWh/a
Treibhausgasemissionen	307	tCO <sub>2</sub> /a
Umweltbelastungspunkte	656'890	kUBP

Tabelle 5.5 Energie- und Umweltzahlen Variante 4 (Holzschnitzel)

Weiter muss noch der Einfluss einer Holzfeuerung auf die lokale Luftqualität beachtet werden. Holzschnitzelfeuerungen emittieren deutlich mehr Feinstaub (PM10) oder Stickoxide (NO<sub>2</sub>) als Gasfeuerungen. Bei Problemen bei der Feuerung (Anfahren, Holzqualität, etc.) können sich auch unangenehme Gerüche ausbreiten.

## 5.5.4 Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für die Wärmeerzeugungsvariante 4 (Holzschnitzel/Erdgas) betragen inkl. baulichen Massnahmen (Gebäude, Grabarbeiten) und inkl. Honoraren und Baunebenkosten ohne Wärmeverteilung in den Gebäuden ca. CHF 4.1 Mio. Mit Einbezug der Kosten für Kapital, Energie und Unterhalt resultiert durchschnittliche Gesamtkosten von CHF 990'000.- pro Jahr. Die Wärmegestehungskosten betragen 17.3 Rp./kWh Nutzenergie.

Bei den Investitionen dominieren die Kosten Holzschnitzelanlage, Gaskessel sowie Zentralengebäude und Fernleitungsnetz. Die Energiekosten sind bei dieser Variante auffallend hoch. Holzschnitzel (6 Rp./kWh) und Erdgas (18.5 Rp./kWh) bewirken zusammen mit den Elektrizitätskosten Energiekosten von über CHF 640'000.- pro Jahr.

Diese Zahlen beziehen sich auf eine Nutzungsdauer von 20 Jahren einen Realzins von 3% und ohne Energiepreissteigerung.

Die ca. 1'900 m<sup>2</sup> benötigte Bodenfläche birgt ein Potential von hohen Kosten für die archäologischen Massnahmen. Beim Ansatz von CHF 3000.- pro m<sup>2</sup> würden maximale Kosten von CHF 5.8 Mio. resultieren.

Weitere Informationen zu den Berechnungsgrundlagen und der Vergleich mit anderen Varianten befinden sich in Kapitel 6.

## 5.5.5 Flächen- und Raumbedarf

Die Variante benötigt Raum für eine Zentrale mit Holzschnitzellager und für die Übergabestationen in den einzelnen Gebäuden. Weiter müssen Grabarbeiten durchgeführt werden, welche zur Erstellung von Fernwärmenetz und für die Gasversorgung notwendig sind. Zusätzlich muss die Zufahrt für die Anlieferung von Schnitzeln gewährleistet sein. Dies kann hohe Kosten für archäologische Massnahmen auslösen. Die Zahlen befinden sich in den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.4.

## 5.5.6 Kompatibilität mit 2000-Watt-Gesellschaft

Die Kompatibilität mit den Anforderungen des Labels „2000-Watt-Areale“ wurde mit dem offiziellen Tool des SIA zum Merkblatt SIA 2040 abgeschätzt. Der Dämmstandart muss sich an die Anforderungen von Minergie-P orientieren. Ohne ökologischen Strom lassen sich die Anforderungen bezüglich Treibhausgasen im Betrieb nicht einhalten. Mit einem Liefervertrag für Biogas kann auch diese Anforderung erfüllt werden. Es ist auch möglich einen Teil des Stroms mit PV auf den eigenen Dächern zu erzeugen.

## 5.5.7 Flexibilität des Systems

Bei der Holfeuerungsvariante sind Vorinvestitionen in die Heizungszentrale inkl. Verbundleitungen notwendig. Nach Erstellung der Verbundleitung sind Anschlüsse von Gebäuden jederzeit möglich. Die Flexibilität ist somit gegeben. Die Technik funktioniert bei guter Planung und auch bei bedeutend tieferem Leistungsbedarf, was zu Beginn einer stetig wachsenden Überbauung häufig der Fall ist. Möglicherweise sind Zusatzinvestitionen (Heizkesselanlagen) notwendig.

## 5.5.8 Komplexität Bedienung

Bei dieser Variante werden ausschliesslich Feuerungsanlagen eingesetzt. Es gibt nur eine Technikzentrale, welche eine komplexere Technik (Holzanlage) enthält. Die Holzfeuerung verursacht eine leicht erhöhte Komplexität.

## 5.5.9 Innovationsgehalt

Holzschnitzelanlagen werden auch bei grossen Leistungen viel gebaut. Sie gelten als CO<sub>2</sub>-neutral und dürfen deshalb als bezüglich Klimaschutz innovativ angesehen werden. Da es jedoch in der Schweiz bereits viele derartige Anlagen gibt, lässt sich eine Holzfeuerung wohl nicht besonders gut kommunizieren.

Ein Verbund über die AGGLOlac-Grenzen (z.B. Campus Berner Fachhochschule) hinaus können die Vermarktungssituation verbessern.

## 5.5.10 Risiken

Bei Holzschnitzelanlagen besteht die Gefahr, dass die Nachbarschaft durch Geruchs- oder Lärmemissionen beeinträchtigt wird. Erfahrungen bei anderen Anlagen in der Schweiz haben dies gezeigt.

Bei der Holzfeuerungsvariante besteht weiter das Risiko eines Defekts in der Wärmeverbundleitung. Es werden Redundanzmassnahmen, wie Doppelpumpen, etc. getroffen. Im Notfall könnten pro Gebäude mobile Heizzentralen eine Ausfallzeit überbrücken. Durch die zusätzlichen Grabarbeiten steigt das Termin- und Kostenrisiko als Folge von archäologischen Funden.

## 6. Aspekte der 2000-Watt-Gesellschaft

Das Label „2000-Watt-Areal“ stellt Anforderungen an die Erstellung, an den Betrieb und an die Mobilität. Mit der Wahl des Energiekonzepts (Wärmeerzeugung) werden Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen im Betrieb des Areals entscheidend beeinflusst. Aus diesem Grund wurde die 2000-Watt-Kompabilität in den Vergleich der Wärmeerzeugungsvarianten einbezogen.

Die quantitativen Anforderungen bezüglich „Primärenergiebedarf gesamt“, „Primärenergiebedarf nicht erneuerbar“ und „Treibhausgasemissionen“ müssen in einem definierten Rechenverfahren „Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale“ nachgewiesen werden. Der Nachweis kann auch durch Eigenerzeugung von Strom (z.B. durch PV-Anlagen) oder durch Lieferverträge (Ökostrom, Biogas) mit dem Energielieferant erbracht werden.

### 6.1 Elektrizitätsproduktion mit Photovoltaik (PV)

Wird auf dem Areal mit PV-Anlagen elektrischen Strom erzeugt, kann dieser direkt am Elektrizitätsbedarf abgezogen werden. Die nachzuweisenden Werte werden dadurch positiv beeinflusst.

Das Potential auf dem Areal AGGLOlac besteht vor allem auf den Dächern. Auf Grund einer groben Schätzung (Gebäude sind noch nicht definiert) gehen wir davon aus, dass im Projekt eine Flachdachfläche von 8'000 m<sup>2</sup> aufweisen wird. Für PV-Anlagen würden ca. 5'000 m<sup>2</sup> zur Verfügung stehen. Im Schweizerischen Mittelland kann mit einem Energieertrag von 135 kWh/m<sup>2</sup> PV-Anlage gerechnet werden. Somit wäre eine jährliche Elektrizitätsproduktion durch PV-Anlagen von 675'000 kWh möglich. Dies entspricht zwischen 40 und 50% des notwendigen Haushaltstroms des Siedlung (ohne Hilfsenergien und Wärmeerzeugung).

## 6.2 Lieferverträge Ökostrom oder Biogas

Die ökologischen Nachteile des Stromverbrauchs resp. des Erdgasverbrauchs können durch nachhaltige Produktalternativen deutlich gesenkt werden. Durch langfristige Lieferverträge mit dem Energieversorger können die nachhaltigeren Alternativen (zertifizierte Elektrizität, Biogas) bei der 2000-Watt-Berechnung eingesetzt werden. Die ökologischen Mehrwerte werden in einem solchen Fall durch die höheren Energiekosten erkaufte.

## 7. Synergie mit Nachbarliegenschaften

### 7.1 Synergien

Das Projekt AGGLOlac hat die Möglichkeit eine eigene und unabhängige Wärmeversorgung zu bauen. Es lohnt sich jedoch zu prüfen, ob es Synergien mit Nachbarliegenschaften gibt. Als Synergien verstehen wir:

- Investition in gemeinsame Installationen wie Seewasserauffassung, etc.
- Nutzung der Abwärme von Kühlprozessen für die Wärmeerzeugung

#### 7.1.1 Gemeinsame Installationen

Gemeinsame Installationen führen zu grösseren Anlagen. Die Investitionskosten können auf die verschiedenen Projekte aufgeteilt werden. Sie werden dadurch für jedes Einzelprojekt tiefer. Auch bei der Wartung und beim Unterhalt kann mit tieferen Kosten gerechnet werden. Bei der Nutzung von Abwärmern können Energieverbrauch und damit Betriebskosten eingespart werden. Durch die gemeinsamen Anlagen steigt jedoch die Abhängigkeit. Es müssen projektübergreifend Entscheide gefällt werden. Es werden auch Dienstbarkeitsverträge abgeschlossen werden müssen.

Im Zusammenhang mit AGGLOlac sehen wir folgende Möglichkeiten für gemeinsame Anlagen:

- Seewasserauffassung inkl. Verteilungen
- Wärmeerzeugungszentralen

### 7.2 Räumliche und technische Systemgrenzen

Eine effiziente Nutzung von Synergien ist nur möglich, wenn die verbundenen Objekte nahe beieinander stehen. Ein Areal sollte pro Jahr und Meter Leitungslänge eine ca. 2000 bis 3000 kWh Wärme benötigen oder abzugeben haben. Gebäude und Areale, welche direkt an das Projekt AGGLOlac grenzen, sollen bei einer Synergieabklärung berücksichtigt werden. Besonders interessant sind Neubauprojekte, da diese bezüglich Verbrauchertemperaturen (Heizwasser oder Kühlwasser) koordiniert werden können. Bestehende Objekte benötigen vielfach bedeutend höhere Heizwassertemperaturen oder tiefere Kühlwassertemperaturen, was einen Effizienzverlust bei der Energieerzeugung zur Folge hat.

Bei der Synergiebetrachtung muss auch bei Neubauprojekten berücksichtigt werden, dass nicht alle Verbraucher an den gleichen Systemtemperaturen interessiert sind. Objekte welche gekühlt werden müssen, sind an tiefen Temperaturen einer Energiequelle interessiert, Objekte welche nur Wärmebedarf aufweisen (AGGLOlac) würden eine Energiequelle mit hohen Temperaturen bevorzugen. Hier ist beispielsweise bei der Seewassernutzung ein Interessenkonflikt ersichtlich (Tiefe der Seewasserauffassung).

Für das Projekt AGGLOlac ist besonders die Koordination mit dem Campus der Berner Fachhochschule und möglicherweise mit dem Swiss Innovation Park interessant, da dort einerseits Abwärmern vorhanden sein

werden und es sich andererseits auch um ein Neubauprojekt in ähnlichem Planungsstadium handelt. Die Kontakte laufen bereits.

## 8. Variantenvergleich Wärmeerzeugung

Die fünf Varianten der Wärmeerzeugung werden in diesem Kapitel gegenüber gestellt. Dabei werden die Jahreskosten, die Umweltbelastung und einige betriebliche und volkswirtschaftliche Kriterien angewendet.

### 8.1 Grundlagedaten

#### Kosten

Die Jahreskosten setzen sich aus Kapitalkosten (Verzinsung und Amortisation des investierten Geldes), Unterhaltskosten und Energiekosten zusammen. Beim Variantenvergleich werden Kapitalwert und Gestehungskosten pro kWh Wärmenutzenergie ermittelt. Dies erfolgt nach der statischen Methode nach SIA 480. Die Nutzungsdauer wird auf 20 Jahre, der kalkulatorische Zinssatz auf 3% resp. 5% festgelegt. Die Unterhaltskosten werden als Prozentsatz der Anlagekosten nach RAVEL1997 eingerechnet. Die Energiekosten werden nach den effektiv vorhandenen Marktpreisen in Biel (ESB=Energie Service Biel) eingerechnet. Der Energiebedarf der Hilfsaggregate wie Umwälzpumpen etc. wird dabei geschätzt. Die Energiedaten sind bei den Variantenbeschrieben ausgewiesen. Je nach Variante muss mit sehr unterschiedlichen Preisen für Erdgas oder Elektrizität gerechnet werden. In diesem Bericht wurde nach Rücksprache mit Energie Service Biel von folgenden Energiepreisen ausgegangen:

Variante	Hochtarif Energie	Hochtarif Leistung	Niedertarif Energie	Niedertarif Leistung
	[Rp./kWh]	[CHF/kW*Mt]	[Rp./kWh]	[CHF/kW*Mt]
Seewasser 1a	13.3	8.50	11.2	8.50
Seewasser 1b	13.3	8.50	11.2	8.50
Abwasser 2	15.1	4.00	13.0	4.00
Solar 3	19.6	128.- Ggb	13.8	Inkl.
Holzsnitzel 4	19.6	128.- Ggb	13.8	Inkl.

Tabelle 8.1 Elektrizitätspreise ESB

Für Ökostrom wurde pro kWh 4 Rappen zusätzlich eingerechnet (Taubenlochstrom).

Variante	Erdgastarif	Zuschlag Biogas
	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]
Seewasser 1a	15.80	8.0
Seewasser 1b	16.83	8.0
Solar 3	8.22	8.0
Holzsnitzel 4	18.51	8.0

Tabelle 8.2 Erdgaspreise ESB (inkl. CO2-Abgabe und Leistungskosten)

Für die Nutzung von Seewasser ist eine kantonale Konzession notwendig. Die Nachfrage beim Kanton hat ergeben, dass sich die Konzessionskosten wie folgt zusammenstellen:

- Einmaliger Investitionsbetrag: CHF 3.00 pro genutzte Maximalleistung in Liter/Minute
- Jährliche Fixkosten: CHF 1.00 pro genutzte Maximalleistung in Liter/Minute
- Verbrauchskosten: Rp. 0.125 pro genutzten m<sup>3</sup> Seewasser

Für Holzschnitzel wurde von einem Beschaffungspreis von 6 Rp./kWh ausgegangen (Quelle: [www.wvs.ch](http://www.wvs.ch)).

Für die jährliche Energiepreissteigerung wurde 0% resp. 2% eingesetzt.

## **Umweltbelastung**

Die Umweltbelastung wird aufgrund von den vier quantifizierbaren Grössen Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkten bewertet. Dabei werden die Ökobilanzdaten von KBOB 2012 verwendet. Bei der Elektrizität wurden die Zahlen des schweizerischen Verbrauchermix verwendet. Zusätzlich wird die lokale Belastung der Aussenluft quantitativ beschrieben.

Zusätzlich wird die Kompatibilität mit der 2000-Watt-Gesellschaft anhand der quantitativen Grössen (siehe Kapitel 6) beurteilt.

## **Betriebliche und volkswirtschaftliche Kriterien**

Hier werden betriebliche Punkte wie Flexibilität, Komplexität, Innovationsgehalt und Risiken aus Sicht Investor qualitativ beurteilt.

## **8.2 Vergleich, Beurteilung, Empfehlung**

Im Kapitel 5 wurden die verschiedenen Varianten analysiert und quantitative und qualitative Aussagen vorgenommen. In den Kapiteln 6 und 7 wurden die Aspekte 2000-Watt-Areale und Synergien mit den Nachbarliegenschaften thematisiert. In diesem Abschnitt werden die 5 Varianten verglichen und kommentiert. Die Bandbreite von Zinssatz (3-5%) resp. der Energiepreiszuschläge (0 oder 2%/a) oder eine Anpassung der Nutzungsdauer haben eine relativ geringe Auswirkung. Die nachfolgend gemachten Aussagen verändern sich dadurch qualitativ nicht.

Archäologische Arbeiten können zu grossen Zusatzkosten führen. Der Investor muss maximale CHF 25 Mio. für derartige Aufwände bezahlen. Solange diese Grenze nicht erreicht ist, muss bei allen Grabarbeiten mit hohen Zusatzkosten gerechnet werden. Diese werden auf CHF 3000.- pro Quadratmeter beziffert. In den Variantenvergleich wurden diese Kosten nur informativ erwähnt jedoch nicht eingerechnet.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Varianten anhand der verschiedenen Kriterien gegenübergestellt.

Kriterien	Einheit	Seewasser	Seewasser	Abwasser	Solar	Holz
		zentral	dezentral	dezentral	dezentral	zentral
<b>Wärmeleistung 2.5 MW</b>						
Investitionskosten	CHF	6'087'000.00	7'057'000.00	4'155'000.00	4'605'000.00	4'069'000.00
Energiekosten *	CHF/a	441'300.00	436'640.00	354'300.00	511'400.00	754'300.00
Kosten für Unterhalt / Wartung *	CHF/a	63'500.00	87'000.00	43'700.00	65'790.00	88'000.00
Durchschnittliche Jahresgesamtkosten	CHF/a	861'100.00	949'730.00	662'100.00	899'420.00	1'108'200.00
Wärmegestehungskosten	Rp./kWh	13.5	14.9	10.4	14.1	17.3
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	MWh/a	4'541	4'405	4'895	5'658	1'562
Treibhausgasemissionen	t CO <sub>2e</sub> /a	477	464	261	1'247	307
Umweltbelastungspunkte	UBP/a	686'160'000	667'450'000	712'840'000	821'440'000	657'440'000
Raumbedarf Hauptzentrale	m <sup>3</sup>	1'060	500	140	1	1'330
Raumbedarf Zentralen pro Gebäude	m <sup>3</sup>	25	125	125	175	25
Aushub (Leitungen, Anlagen)	m <sup>3</sup>	5'040	4'000	1'422	1125	2'610
Kompatibilität 2000Watt-Areale	Skala 1-5	4	4	4	2	4
Planungsflexibilität	Skala 1-5	3	3	3	5	3
Komplexität Bedienung	Skala 1-5	3	3	4	5	4
Innovationsgehalt	Skala 1-5	4	4	5	1	1
Risiken	Skala 1-5	3	3	3	5	2

\* gerechnet mit einer Teuerung von 2% pro Jahr

Tabelle 8.3 Vergleich der 5 Wärmeerzeugungsvarianten anhand der 16 Einzelkriterien

## Seewasser zentral

Die Seewasservariante mit einer Wärmezentrale ist um CHF 2 Mio. teurer als die kostengünstigste Holzsnitzelvariante. Hier wurde vom schlechtesten Fall ausgegangen, bei dem die Fassung ca. 500 Meter im See draussen erfolgt. Bei einer Fassung im Nidau-Büren-Kanal können die Kosten um CHF 700'000.- bis 800'000.- verringert werden. Zusätzlich deutlich verringern liessen sich die Investitionskosten durch eine gemeinschaftliche Seewasserleitung mit anderen Verbrauchern in den Nachbarschaft (Campus der Fachhochschule Bern oder Swiss Innovation Park).

Bei den jährlichen Gesamtkosten resp. den Wärmegestehungskosten befindet sich die zentrale Seewasservariante auf dem zweiten Rang. Der Anteil der Kapitalkosten würden sich bei einem höheren Realzins von 5% anstelle den eingerechneten 3% noch etwas erhöhen. Durch eine Vorwärmung des Seewassers durch einen Wärmetauscher im Abwasserkanal könnte die Effizienz zusätzlich erhöht und damit die Energiekosten reduziert werden.

Die Umweltbelastungspunkte liegen bei allen Varianten in vergleichbarer Höhe. Bezüglich Primärenergiebedarf schneidet die Holzenergievariante bedeutend besser ab. Bezüglich Treibhausgasemissionen liegen die Seewasservarianten auf Grund des Erdgaseinsatzes nicht an der Spitze. Bei Bezug von Biogas würde sich dieser Wert massiv verbessern. Die Dachflächen bieten Platz für PV-Anlagen.

Der hohe Aushubbedarf für Pumpstation und vor allem für die Leitungsgräben bergen ein hohes Potential an Zusatzkosten für die archäologischen Arbeiten (es wird mit CHF 3000.- pro Quadratmeter gerechnet).



Die Variante ist 2000-Watt fähig, wenn der gesamte Elektrizitätsbedarfs (Wärmeerzeugung) durch Ökostrom gedeckt wird und zusätzlich anstelle Erdgas Biogas verwendet werden würde. Dies hat Zusatzkosten von ca. CHF 70'000.- pro Jahr (Ökostrom) und CHF 90'000.- pro Jahr (Biogas) zur Folge.

Bezüglich den qualitativen Kriterien sticht der relativ hohe Innovationsgrad heraus. Förderbeiträge sind jedoch keine zu erwarten.

Diese Variante hat grosses Potential für Synergie mit den Nachbarliegenschaften. Wenn man sich für die Zusammenarbeit mit den Nachbarliegenschaften entscheidet ist eine der Seewasservarianten weiter zu verfolgen (abhängig von den Bedürfnissen aller Beteiligten). Bei einem Alleingang empfehlen wir aus Kostengründen die zentrale Seewasservariante weiter zu verfolgen.

Die Variante entspricht der Empfehlung des Energierichtplanes Biel.

## **Seewasser dezentral**

Die dezentrale Seewasservariante ist um CHF 3 Mio. teurer als die kostengünstigste Holzschnitzelvariante. Hier wurde vom schlechtesten Fall ausgegangen, bei dem die Fassung ca. 500 Meter im See draussen erfolgt. Bei einer Fassung im Nidau-Büren-Kanal können die Kosten um CHF 700'000.- bis 800'000.- verringert werden. Zusätzlich deutlich verringern liessen sich die Investitionskosten durch eine gemeinschaftliche Seewasserleitung mit anderen Verbrauchern in den Nachbarschaft (Campus der Fachhochschule Bern oder Swiss Innovation Park).

Bei den jährlichen Gesamtkosten resp. den Wärmegestehungskosten befindet sich die dezentrale Seewasservariante auf dem 4. Rang. Der Anteil der Kapitalkosten würden sich bei einem höheren Realzins von 5% anstelle den eingerechneten 3% noch etwas erhöhen. Durch eine Vorwärmung des Seewassers durch einen Wärmetauscher im Abwasserkanal könnte die Effizienz zusätzlich erhöht und damit die Energiekosten reduziert werden.

Die Umweltbelastungspunkte liegen bei allen Varianten in vergleichbarer Höhe. Bezüglich Primärenergiebedarf schneidet die Holzenergievariante bedeutend besser ab. Bezüglich Treibhausgasemissionen liegen die Seewasservarianten auf Grund des Erdgaseinsatzes nicht an der Spitze. Bei Bezug von Biogas würde sich dieser Wert massiv verbessern. Die Dachflächen bieten Platz für PV-Anlagen.

Der hohe Aushubbedarf für Pumpstation und vor allem für die Leitungsgräben bergen ein hohes Potential an Zusatzkosten für die archäologischen Arbeiten (es wird mit CHF 3000.- pro Quadratmeter gerechnet).

Die Variante ist 2000-Watt fähig, wenn der gesamte Elektrizitätsbedarfs (Wärmeerzeugung) durch Ökostrom gedeckt wird und zusätzlich anstelle Erdgas Biogas verwendet werden würde. Dies hat Zusatzkosten von ca. CHF 70'000.- pro Jahr (Ökostrom) und CHF 90'000.- pro Jahr (Biogas) zur Folge.

Bezüglich den qualitativen Kriterien sticht der relativ hohe Innovationsgrad heraus. Förderbeiträge sind jedoch keine zu erwarten.

Diese Variante hat grosses Potential für Synergie mit den Nachbarliegenschaften. Wenn man sich für die Zusammenarbeit mit den Nachbarliegenschaften entscheidet ist eine der Seewasservarianten weiter zu verfolgen (abhängig von den Bedürfnissen aller Beteiligten). Bei einem Alleingang empfehlen wir aus Kostengründen die zentrale Seewasservariante weiter zu verfolgen.

Die Variante entspricht der Empfehlung des Energierichtplanes Biel.

## **Wärmerückgewinnung aus Abwasser**

Die Abwasservariante ist mit Investitionskosten von CHF 4.2 Mio. kaum teurer als die kostengünstigste Holzschnitzelvariante.

Bei den jährlichen Gesamtkosten resp. den Wärmegestehungskosten befindet sich die Abwasservariante auch bei Einbezug von 2% Energiekostensteigerung an der Spitze.

Die Umweltbelastungspunkte liegen bei allen Varianten in vergleichbarer Höhe. Der Primärenergiebedarf ist auf Grund des hohen Elektrizitätsbedarf relativ hoch. Bezüglich Treibhausgasemissionen liegt die Abwasservariante jedoch an der Spitze (tiefste Treibhausgasemissionen). Die Werte würden sich mit einem Liefervertrag zu Ökostrom noch bedeutend verbessern lassen. Die Dachflächen bieten Platz für PV-Anlagen.

Der Aushubbedarf für Abwasserschächte wäre nicht viel grösser als bei den sowieso notwendigen Pumpschächten. Die Zusatzkosten für archäologische Arbeiten wären nicht sehr gross.

Bezüglich den qualitativen Kriterien sticht der hohe Innovationsgrad heraus. Ein Pilotprojekt mit ansprechenden Innovationsbeiträgen der öffentlichen Hand ist gemäss Auskunft von Herr Müller (Infrawatt) denkbar. Die Thematik „Schallemissionen“ ist bei Luft-Wasser-Wärmepumpen sehr sorgfältig zu bearbeiten.

Die Variante ist 2000-Watt fähig, wenn der gesamte Elektrizitätsbedarf (Wärmeerzeugung) durch Ökostrom gedeckt wird. Dies hat Zusatzkosten von ca. CHF 70'000.- pro Jahr zur Folge.

Eine Synergie mit den Nachbarliegenschaften gibt es nicht. Die Variante ist bei einem Alleingang als sehr interessant weiterzuverfolgen.

## **Solarthermie/Erdgas**

Die dezentrale Variante mit Sonnenkollektoren auf jedem Gebäude ist um CHF 0.5 Mio. teurer als die kostengünstigste Holzschnitzelvariante. Im Kanton Bern werden thermische Solaranlagen mit CHF 200.- pro m<sup>2</sup> gefördert. Dies würden beim Projekt AGGLOlac CHF 450'000.-Förderbeiträge ausmachen (Stand 2014). Von der Energie Service Biel würden pro Projekt CHF 2500.- bezahlt.

Bei den jährlichen Gesamtkosten resp. den Wärmegestehungskosten befindet sich die Solarvariante auf dem 3. Rang.

Die Umweltbelastungspunkte liegen bei allen Varianten in vergleichbarer Höhe. Bezüglich Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen wird die Solarvariante am schlechtesten bewertet, da der hohe nicht erneuerbare Energieanteil (70%) mit Erdgas gedeckt wird. Bei Bezug von Biogas würde sich dieser Wert massiv verbessern. Die Dachflächen sind durch die thermischen Kollektoren besetzt und bieten keinen Platz für PV-Anlagen.

Da nur die Gasleitungen eingegraben werden, sind nur kleine Zusatzkosten für die archäologischen Arbeiten zu erwarten.

Die Variante ist nur mit einschneidenden Massnahmen 2000-Watt fähig. Das Erdgas muss komplett mit Biogas ersetzt werden. Zusätzlich muss der gesamte Elektrizitätsbedarf (Wärmeerzeugung inkl. Haushaltstrom in allen Haushalten) mit Ökostrom gedeckt werden. Dies hätte grosse Zusatzkosten von CHF 400'000.- pro Jahr (Biogas) und CHF 140'000.- pro Jahr (Ökostrom) zur Folge. Eine Verpflichtung der Mieter resp. Eigentümer aus Ökostrom umzustellen scheint problematisch. Aus diesem Grund wird diese Variante als nicht 2000-Watt tauglich erachtet.

Bezüglich den qualitativen Kriterien sticht die maximale Unabhängigkeit, geringe Komplexität der Technik und die geringen Projektrisiken heraus.

Eine Synergie mit den Nachbarliegenschaften gibt es nicht.

## **Holzschnitzel/Erdgas**

Die Variante Holzschnitzel ist mit Investitionskosten von gut CHF 4 Mio. die kostengünstigste Möglichkeit der Wärmeerzeugung. Förderbeiträge sind vom Kanton Bern nicht zu erwarten, da nicht 100% des Energiebedarfs mit Holz gedeckt werden kann.

Bei den jährlichen Gesamtkosten resp. den Wärmegestehungskosten befindet sich die Holzvariante auf dem letzten Rang. Höheren Realzins von 5% anstelle den eingerechneten 3% würden sich nur wenig auswirken. Bessere Einkaufskonditionen für Holzschnitzel resp. Erdgas könnten massive Kosteneinsparungen bewirken. Die Umweltbelastungspunkte liegen bei allen Varianten in vergleichbarer Höhe. Bezüglich

Primärenergiebedarf schneidet die Holzenergievariante klar am Besten ab. Bezüglich Treibhausgasemissionen liegt die Holzvariante auf dem guten zweiten Rang. Bei Bezug von Biogas würde sich dieser Wert nochmals verbessern. Die Dachflächen bieten Platz für PV-Anlagen.

Der hohe Aushubbedarf vor allem für die Leitungsgräben bergen ein hohes Potential an Zusatzkosten für die archäologischen Arbeiten (es wird mit CHF 3000.- pro Quadratmeter gerechnet).

Die Variante ist 2000-Watt fähig, wenn der gesamte Erdgasbedarf mit Biogas gedeckt wird. Dies hat Zusatzkosten von CHF 90'000.- pro Jahr (Biogas) zur Folge.

Bezüglich den qualitativen Kriterien müssen vor allem die potentiellen Geruchs- und Lärmprobleme erwähnt werden. Der Innovationsgehalt ist nicht hoch.

Diese Variante hat Potential für Synergie mit den Nachbarliegenschaften. Die Wärmegestehungskosten könnten durch eine Ausweitung der Abnehmerschaft verringert werden. Da sie jedoch nicht den Empfehlungen des Richtplans entspricht, erachten wir die Chance als gering, dass andere Bezüger gefunden werden können. Ein Contracting durch ESB ist unwahrscheinlich.

## 8.2.1 Empfehlung

CSD Ingenieure AG empfehlen die Varianten 1 und 2 weiter zu verfolgen. In erster Priorität empfehlen wir eine Gesamtlösung für die ganze Umgebung im speziellen mit den Nachbarsprojekten Campus Biel und Swiss Innovation-Park anzustreben. Dabei sollen die Seewasservarianten weiter verfeinert werden (Seewassertemperaturen, Monovalentbetrieb oder Spitzelast-Alternative, Standort Fassung, Leitungsführung etc.). Eine Gesamtlösung bringt die Seewasservariante kostenmässig in die Region der Abwasservariante. Bezüglich Effizienz liegen durch Nutzung von Abwärmen von Kühlanlagen (z.B. Rechenzentrum Campus) oder Abwasser (Hauptkanal AGGLOlac) bei den Seewasservarianten noch bedeutende Steigerungen der in diesem Bericht gerechneten Zahlen drin (Reduktion der Betriebskosten). Welche der beiden Seewasservarianten als besser angesehen werden kann, wird sich erst nach Abwägen der Interessen aller Bezüger herauskristallisieren.

Die Variante 2 (Wärmerückgewinnung aus Abwasser) soll bei einem Alleingang von AGGLOlac bezüglich Wärmeversorgung im Detail geprüft und mit der Seewasservariante zentral (1a) verglichen werden.

Allgemein sollen die möglichen Energieträger für die Spitzenlastabdeckung nochmals im Detail geprüft und gegenübergestellt werden. Neben Erdgas/Biogas kommen, wie in der Variante 2 eingerechnet, Luft/Wasser-Wärmepumpen aber auch Heizöl EL oder, falls nur in Ausnahmefällen notwendig (z.B in Extremjahren) und nachweislich sinnvoll, sogar elektrische Widerstandsheizungen in Frage.

Besonders bei der Seewasservariante soll die Möglichkeit eines Contractings geprüft werden. Es wäre sinnvoll, die gemeinsamen Anlageteile durch eine Contractingfirma bauen und betreiben zu lassen. Dadurch würden die Schnittstellen klar geregelt, und Unstimmigkeiten innerhalb der Energiebezüger vorgebeugt werden. Die Kosten eines Contractings sind jedoch mit den Lebenszykluskosten für eine eigene Anlage zu vergleichen.

Beim Vergleich der Varianten werden die Investitions- wie auch die jährlichen Kosten mitentscheiden. Eine Mio. Mehrkosten machen pro m<sup>2</sup> Nutzfläche ca. CHF 10.- aus. Bei einer Wohnung von 100 m<sup>2</sup> wären dies CHF 1000.- welche bei einem Verkauf mehr für die Wohnung verlangt werden müsste. Bei zusätzlichen Jahresbetriebskosten (Kapitel, Energie, Unterhalt) von CHF 100'000.- würden die jährlichen Kosten pro m<sup>2</sup>-Nutzfläche ca. CHF 1.- betragen. Die Monatsmiete für eine 100 m<sup>2</sup>-Wohnung müsste für eine gleiche Rendite zu erreichen um CHF 8.- erhöht werden. Diese Werte zeigen die Relation der in Tabelle 8.3 aufgeführten Kostenzahlen.

Bei der Planung soll von Beginn an mit einer realistischen Etappierung gerechnet werden. Diese hat Einfluss auf den Standort einer allfälligen Wärmezentrale und auf die Vorinvestitionen bezüglich Nahwärme- und

Seewasserleitungsnetz. Energieleitungen sollen wenn möglich in Versorgungsgräben für Trinkwasser, Abwasser, Telekommunikation, Elektrizität etc. verlegt werden. Diese Leitungskorridore werden sinnvollerweise unterhalb von Wegen platziert. Das heisst, dass diese Korridore schon in einer frühen Planungsphase definiert werden müssen.

## 9. Schlussfolgerung und weiteres Vorgehen

Mobimo wird als Fazit aus den im Bericht erläuterten Resultaten folgendes weiteres Vorgehen empfohlen:

Auf dem Areal AGGLOlac soll gemäss Richtplan Energie Region Biel für die Wärmeerzeugung Seewasser als Wärmequelle genutzt werden. Es wird empfohlen möglichst rasch konkrete Verhandlungen mit den Nachbarprojekten „Campus Biel“ der Fachhochschule sowie „Swiss Innovation Park“ aufzunehmen um zu besprechen, wie eine gemeinsame Seewasserauffassung erstellt werden könnte. Hier wird sich auch die Frage eines Contractings stellen. Um die Eingriffe in die Gewässer zu minimieren, würden die zuständigen Amtsbehörden eine gemeinsame Seewasserauffassung klar favorisieren.

Parallel dazu sollen die Nachhaltigkeitsziele für die Überbauung AGGLOlac rasch konkretisiert werden. Die Anforderungen von Labels wie „2000-Watt-Areale“ oder Minergie haben einen Einfluss auf die Bauprojekte, auf die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgungsvarianten und auch auf die ökologische Qualität der Siedlung.

Wenn die ersten zwei Punkte geklärt sind (Alleingang/Gemeinschaftslösung mit Seewasser und Nachhaltigkeitsziele) soll das Energiekonzept auf die noch in Frage kommenden Varianten konkretisiert werden. Es geht raumplanerisch um die Definition von Standorten von allfälligen Gemeinschaftsbauten (Pumpstation, Wärmezentrale, etc.) und um Leitungskorridore auf dem Gelände. Bei der Seewasservariante geht es um die Frage ob ein Spitzenlastenergieträger überhaupt notwendig ist. Dies ist vom Standort der Wasserauffassung und von den Resultaten einer Detailauswertung der Wassertemperaturganglinien abhängig. Die möglichen Energieträger zur allfälligen Spitzenlastabdeckung sollen einander gegenübergestellt werden. Bei einem Alleingang soll auch die Variante der Wärmerückgewinnung aus Abwasser verfeinert werden.

## CSD INGENIEURE AG

Bruno Schletti  
Geschäftsbereichsleiter Gebäudetechnik

Urs-Thomas Gerber  
Geschäftsfeldleiter Areale und Gebäude

Liebefeld, den 27. Mai 2015

## BETEILIGTE MITARBEITENDE

Bruno Schletti, Ing HTL/HLK, CAS Energieeffizienz (Projektleiter)  
Fabrice Rognon, Maschineningenieur ETH (Systeme, Kosten)  
Urs-Thomas Gerber, Koreferat

W:\AUFTRAG\BE08300\BE08330\BE08335\TP120\_Energiekonzept\03\_Bearbeitung\Bericht\Energiekonzept\_141223END\_REV\_Mai15.docx

**ANHANG A**

**BERECHNUNG ENERGIEBEDARFSZAHLEN**

BE8335  
AGGLOlac, Biel

**Berechnungen Wärmebedarf Areal**

BE08335

<b>Projektorganisation:</b>	Bauherrschaft: Mobimo Management AG	Auftragnehmer CSD INGENIEURE AG, Bern, Bruno Schletti
<b>Grundlagedaten:</b>	8'500 m2 BGF Hotel	
	9'000 m2 BGF 50% Restaurant, 50% Verkauf	
	107'500 m2 BGF Wohnen	Total 125'000 BGF

<b>Energiebedarf:</b>	Faktor BGF zu EBF	0.9	
	Personenfläche	Hotel 40 m2/P	gemäss SIA 380, Wohnen MFH
		Restaurant/Verkauf 7.5 m2/P	gemäss SIA 380
		Wohnen 40 m2/P	gemäss SIA 380
	EBF:	7'650 m2 Hotel	191 Personen nach SIA380
		8'100 m2 Restaurant/Verkauf	1'080 Personen nach SIA380
		96'750 m2 Wohnen	2'419 Personen nach SIA380
			2'610 tot. Personen nach SIA 380
	Kompaktheit der Gebäude:	Annahme Ath/Ae= 1.1	
	Energiestandard:	MUKEN 1.0	von MuKE Entwurf 2014
	spez. Energieverbrauch:		
	Raumheizung, Hotel	114 MJ/m2	Annahme Wohnen MFH gemäss SIA 380/1
	Raumheizung, Rest./Verkauf	136 MJ/m2	Restaurant/Verkauf gemäss SIA 380/1
	Raumheizung, wohnen	114 MJ/m2	Wohnen MFH gemäss SIA 380/1
	Brauchwasser, Hotel	75 MJ/m2	Annahme Wohnen MFH gemäss SIA 380/1
	Brauchwasser, Rest./Verkauf	113 MJ/m2	Restaurant/Verkauf gemäss SIA 380/1
	Brauchwasser wohnen	75 MJ/m2	Wohnen MFH gemäss SIA 380/1
	<b>Energiebedarf Hotel:</b>	Raumheizung RH 870'264 MJ/a	
		Warmwasser BWW 688'500 MJ/a	1.2 20% Zuschlag für Zirkulationsverluste
		<b>TOTAL 1'558'764 MJ/a</b>	
	<b>Energiebedarf Restaurant/Verkauf:</b>	Raumheizung RH 1'100'790 MJ/a	
		Warmwasser BWW 1'093'500 MJ/a	1.2 20% Zuschlag für Zirkulationsverluste
		<b>TOTAL 2'194'290 MJ/a</b>	
	<b>Energiebedarf Wohnen:</b>	Raumheizung RH 11'006'280 MJ/a	
		Warmwasser BWW 8'707'500 MJ/a	1.2 20% Zuschlag für Zirkulationsverluste
		<b>TOTAL 19'713'780 MJ/a</b>	
	<b>Energiebedarf Siedlung Raumheizung</b>	<b>12'977'334 MJ/a</b>	55.3%
	<b>Energiebedarf Siedlung Warmwasser</b>	<b>10'489'500 MJ/a</b>	44.7%
	<b>Energiebedarf Siedlung Total</b>	<b>23'466'834 MJ/a</b>	Energie für Heizung und Warmwasser mit Energiestandard MUKEN2014-10% und weiteren Grundalgen nach SIA 380
	oder	<b>6'518'565 kWh/a</b>	
	<b>Energiebedarf Siedlung optimistisch</b>	<b>18'773'467 MJ/a</b>	0.8 20% Abzug für bessere Standards als MUKEN2014-10% und Wärmerückgewinnungssysteme bei Warmwasser
	oder	<b>5'214'852 kWh/a</b>	

<b>Leistungsbedarf:</b>			
nach SIA2024	Raumheizung, Hotel	21 W/m2	gemäss SIA 2024, Hotelzimmer
	Raumheizung, Restaurant/Verkauf	27 W/m2	gemäss SIA 2024, Restaurant/Verkauf (43/10)
	Raumheizung, wohnen	16 W/m2	gemäss SIA 2024, wohnen
	Brauchwasser, Hotel	12 W/m2	gemäss SIA 2024, Hotelzimmer
	Brauchwasser, Restaurant/Verkauf	7 W/m2	gemäss SIA 2024, Restaurant/Verkauf (14/0.5)
	Brauchwasser wohnen	2 W/m2	gemäss SIA 2024, wohnen
	Leistungsbedarf Hotel	252'450 W	
	Leistungsbedarf Restaurant/Verkauf	275'400 W	
	Leistungsbedarf wohnen	1'741'500 W	
	Leistungsbedarf TOTAL	2'269'350 W	2.3 MW
nach Vollbetriebsstunden	Leistungsbedarf Hotel	240'550 W	1800 Stunden/a
	Leistungsbedarf Restaurant/Verkauf	406'350 W	1500 Stunden/a
	Leistungsbedarf wohnen	3'042'250 W	1800 Stunden/a
	Leistungsbedarf TOTAL	3'689'150 W	3.7 MW
nach Minergie-Empfehlung: ca. 20-30W/m2		2'250'000 W	bei 20W/m2
<b>gewählte Wärmeleistung (Maximalleistungsbedarf)</b>			<b>2.5 MW</b>