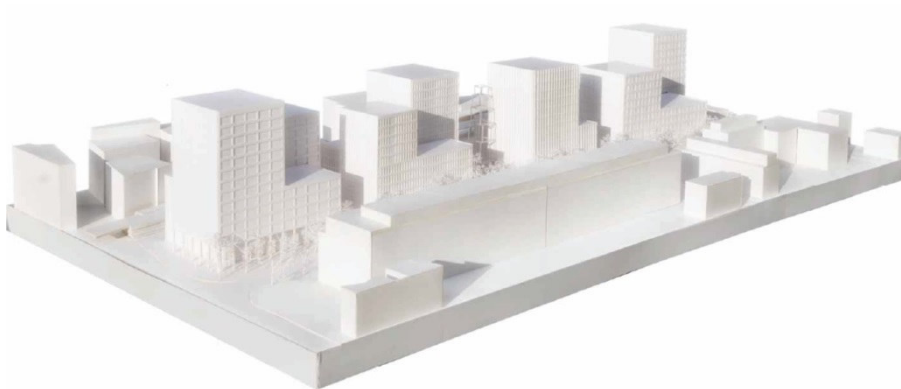


Rahmen-Energie-Konzept

Bebauungsplan Baarerstrasse / Bahnhof Ost, Zug



Auftraggeber:	IG BBPL Baarerstrasse / Bahnhof Ost Co: Zuger Kantonalbank, Gabriela Theus Bahnhofstrasse 1 6301 Zug
Vertretung:	Metron Raumentwicklung AG Barbara Gloor / Manuela Weber Stahlrain 1 5201 Brugg
Architekten:	SLIK Architekten GmbH Birmensdorferstrasse 55 8004 Zürich Güller Güller architecture urbanism Grubenstrasse 12 8045 Zürich
Verfasser:	Andreas Edelmann, andreas@edelmann-energie.ch
Stand:	21. März 2023

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage	1
1.1	Bebauungsplan	1
2.	Energiebedarf	2
2.1	Richtprojekt	2
2.2	Erstellung	2
2.3	Energiebedarf	4
2.4	Rückbau	5
3.	Heizsysteme	6
3.1	Grundlagen	6
3.2	Prüfung Heizsysteme	6
3.3	Empfehlung Heizsysteme	8
4.	Solarnutzung	9
4.1	Solarpotential	9
4.2	Solarthermie	9
4.3	Solarstrom	9
5.	Empfehlung und Beschluss	12

1. Ausgangslage

1.1 Bebauungsplan

Grundlagen:	Nachhaltigkeits-Konzept edelmann energie ag, 21. März 2023 Folgende schriftliche Unterlagen: • Stadt Zug: Neue Energiebestimmungen in Bebauungsplänen 14. November 2022 • Stadt Zug: BBP Baarerstrasse West - Auswertung Vorprüfung 18. November 2022
Ziel Konzept:	Erarbeitung eines Rahmen-Energie-Konzepts zuhanden Bebauungsplan.
Auslöser:	Vorprüfung: Punkt 2.12 Energiekonzept: Die Grundsätze zur erneuerbaren Wärme- und Kälte-Versorgung, hohe Eigenstromversorgung (Photovoltaik Fassade und Dach), Ladestationen (SIA 2060) etc. sind in den Bestimmungen des Bebauungsplans verbindlich festzuhalten und in einem Konzept zu beschreiben.

2. Energiebedarf

2.1 Richtprojekt

- Areal:** Das Areal umfasst 16 Parzellen, die Betrachtung erfolgt über sämtliche Baubereiche im Bebauungsplanperimeter:
- Flächen:** Gemäss Vorschriften Gestaltungsplan ist für alle Parzellen eine anrechenbare Geschossfläche aGF von 51'176 m² geplant. Da diese Fläche ohne Aussenwände gerechnet ist, wäre für die Hochrechnung der Energiebezugsfläche EBF ein Faktor 1.1 anzunehmen.
- Die EBF umfasst alle Flächen, welche beheizt sind oder gemäss Standardbedingungen beheizt werden, gemessen mit Aussenmassen. Die Energiebezugsfläche (EBF) beträgt also ca. 56'000 m².
- Nutzungen:** Es sind diverse Nutzungen denkbar und gemäss Bebauungsplan möglich. Aktuell wird von folgender Nutzungsverteilung ausgegangen:
- Wohnen MFH: 42% ergibt ca. 23'500 m²
 - Dienstleistung / Büro: 48% ergibt ca. 26'900 m²
 - Publikumsnutzung: 10% ergibt ca. 5600 m² (Diese Nutzungen können diverse SIA-Nutzungen umfassen, wie Verkauf, Restaurant, Büro). Im vorliegenden Konzept wird von der Nutzung Verkauf ausgegangen.

2.2 Erstellung

- Graue Energie:** Aktuell gibt es keine gesetzlichen Grenzwerte für die Erstellungsentnergie, resp. die Graue Energie und Treibhausgas-Emissionen THG. Gemäss SIA 2040 sind lediglich Richtwerte für die Erstellung vorgesehen: für Wohnen 30 kWh/m²a und für Verwaltung 40 kWh/m²a an Primärenergie nicht erneuerbar PE_{ne}.
- Bei Minergie-Eco oder SNBS sind Grenzwerte, resp. Zielwerte 1 und 2 zu erreichen. Die Grenzwerte von Minergie-Eco oder SNBS sind variabel und hängen von vielen Faktoren in der Berechnung ab. Die Berechnung der Projektwerte als auch der Zielwerte erfolgt aufgrund von effektiven Bauprojekten.
- Treibhausgas-Emission:** Gemäss SIA 2040 sind lediglich Richtwerte für die Erstellung vorgesehen: für alle Nutzungen 9 kg_{CO2}/m²a an CO₂-Äquivalenten.
- Bewertung:** Fixe Zahlen als Grenzwerte sind nicht angemessen und können allenfalls trotz gutem Gebäude nicht eingehalten werden. Insbesondere tragen auch z.B. Photovoltaik-Anlagen zur Erstellungsentnergie bei, zugunsten dem Vorteil im Betrieb dank Nutzung von Solarstrom.
- Die jeweiligen Zielwerte 1 sind sehr tief und können von den meisten Gebäuden nicht eingehalten werden. Bei 2 Geschossen Parkierung unter Terrain könnte die Vorgabe vermutlich nicht eingehalten werden.

Planung:

In den einzelnen Gebäudeplanungen soll ein tiefer Aufwand an grauer Energie, resp. grauen CO₂-Emissionen angestrebt werden. Dazu tragen die Nutzung von Holz-Konstruktionen anstelle von Massivbau, kompakte Bauvolumen, wenig Unter-Terrain-Volumen und ein massvoller Fenster-Anteil bei. Auch die Einbindung von Re-Use, resp. Nutzung von gebrauchten Bauteilen reduziert den Aufwand für die Erstellung der Gebäude.

Tiefe Werte bei der grauen Energie geht bei den meisten Aspekten auch einher mit tieferen Erstellungskosten.

2.3 Energiebedarf

Gesetz:	Das kantonale Energiegesetz wird derzeit revidiert. Daher wird vorausschauend davon ausgegangen, dass als Minimum die Vorgaben gemäss MuKEN 2014 (Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich) eingehalten werden müssen.
Heizung:	Als Gebäudestandard für die Ausführung der Gebäudehülle wird der Grenzwert gemäss zukünftigem Energiegesetz, resp. MuKEN 2014 angenommen. Dies entspricht in etwa dem schon heute gültigen Minergie-Standard resp. der Anforderung an die Gebäudehülle Minergie (ohne Minergie-P). Bei Annahme einer guten Gebäudehüllzahl (A/EBF) von 1.0 ist von einem Heizwärmebedarf Q_h von 28 kWh/m²a auszugehen. Unter Annahme einer Standard-Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung reduziert sich der Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$ auf ca. 20 kWh/m²a.
Lüftung:	Ein kontrollierter Luftwechsel muss aus Raumluft-hygienischen Gründen gewährleistet werden. Dies kann im Allgemeinen mit einer Standard-Komfortlüftung mit Zu- und Abluft und Wärmerückgewinnung WRG gelöst werden. Dies wird beim vorliegenden Konzept angenommen.
Warmwasser:	Gemäss Standardbedingungen SIA 380/1 ist für die Kategorie MFH ein Warmwasserbedarf von 21 kWh/m²a anzunehmen. Bei Annahme von Wasserspar-Armaturen ist ein reduzierter Bedarf von 19 kWh/m²a möglich. Für die Kategorien Büro und Verkauf gilt ein Standard-Warmwasserbedarf von 7 kWh/m²a.
Kältebedarf:	Ein allfälliger Kühl- / Kältebedarf ist abhängig von den konkreten Nutzungen im Büro- und Erdgeschoss, ob z.B. Verkaufslokale, Restaurant, Versammlungsräume, gewerbliche Nutzungen oder ähnliches darin ausgebaut werden. Kältebedarf Verkauf gemäss SIA 2024 für Nutzung 5.2 Verkauf Fachgeschäft beträgt als Zielwert 52 kWh/m²a. Die allfällige Abwärme aus Kälteanlagen soll genutzt und gespeichert werden, ist im vorliegenden Konzept aber nicht berücksichtigt. Die Wohnungen sollten nicht aktiv gekühlt werden, bei Büroflächen und Erdgeschoss-Nutzungen ist von einem Kühlbedarf auszugehen. Soweit als möglich sollen diese aber «passiv» mit einem Free-Cooling «entwärmt» werden. Zusätzlich steht auch ein Fernkältenetz Circulago zur Verfügung.
Strombedarf:	Gemäss SIA 380/1 ist für die Kategorie MFH ein Strombedarf von 28 kWh/m²a anzunehmen. Für die weiteren Kategorien gelten folgende Richtwerte: Büro 22 kWh/m²a, Verkauf und Restaurant je 33 kWh/m²a. Gemäss SIA 2040 ist für die Kategorie MFH ein Strombedarf von 14 kWh/m²a vorgesehen, was einem energetisch sehr guten Standard entspricht. Für Büro 25 kWh/m²a sowie Verkauf 35 kWh/m²a. Gemäss SIA2024 für Nutzung 5.2 Verkauf Fachgeschäft beträgt der Strombedarf für Geräte und Beleuchtung als Zielwert 58 kWh/m²a.

Zusammenstellung:

Die Flächen und Nutzungen zusammen ergeben folgende Annahme für den Energie-Verbrauch:

Bedarf	SIA-Kategorie	m2	kWh/m2	kWh/a
Heizung	Wohnen	23'570	20	471'400
	Büro	26'940	20	538'800
	Verkauf	5'610	20	112'200
	Total			1'122'400
Warmwasser	Wohnen	23'570	21	494'970
	Büro	26'940	7	188'580
	Verkauf	5'610	7	39'270
	Total			722'820
Kühlung	Wohnen	23'570	0	0
	Büro	26'940	11	290'952
	Verkauf	5'610	52	291'720
	Total			582'672
Strom	Wohnen	23'570	16	377'120
	Büro	26'940	11	296'340
	Verkauf	5'610	58	325'380
	Total			998'840
Total Energie	[kWh/a]			3'426'732

[Energie-Bedarf je Nutzung in kWh/a]

Der gesamte Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser für alle Nutzungen ergibt ca. 1'850'000 kWh/a, resp. 1'850 MWh/a.

Mobilität:

Aktuell gibt es keine Grenzwerte für die Mobilität, resp. für der durch das Gebäude ausgelösten Mobilitätsenergie. Gemäss SIA 2040 sind lediglich Richtwerte für die Mobilität vorgesehen: 30 kWh/m²a an Primärenergie nicht erneuerbar PE_{ne}.

Tiefe Werte werden erreicht durch eine reduzierte Anzahl Parkplätze, einem Angebot an Car-Sharing und einem guten Angebot an Velo-Abstellplätzen.

Ein Angebot an Ladestationen für Elektroautos kann umgesetzt werden, der effektive Strombedarf ist aber schwierig zu beziffern.

Siehe auch das separate Rahmenmobilitätskonzept.

2.4 Rückbau

Gebäude:

Die Gebäude sollen im Sinne einer Systemtrennung erstellt werden, so dass Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur unterschieden werden. Das ist wichtig, damit Gebäude und Ausbau als auch technische Einrichtung während dem Lebenszyklus einfacher erneuert, repariert, erweitert und verändert werden kann.

Das dient am Ende des Lebenszyklus auch einem einfacheren Rückbau und ermöglicht v.a. die allfällige Weiternutzung von noch intakten Bauteilen.

3. Heizsysteme

3.1 Grundlagen

- Zentral / Dezentral:** Je nach Projekt, Etappierung und Energieträger kann es zentrale oder mehrere dezentrale Heizungsanlagen geben. Ob und wie diese mit Nahverbund-Leitungen verbunden sind, kann aktuell nicht definiert werden.
- Abgrenzung:** Die Erwärmung Brauch-Warmwasser erfolgt zusammen mit dem Heizsystem. Die Verteilung der Raumwärme und des Brauch-Warmwassers ist nicht Bestandteil der Untersuchung und der Kosten. Ausgegangen wird von einem Niedertemperatursystem, idealerweise $< 30^{\circ}\text{C}$ Vorlauftemperatur.
- Leistung:** Als Basis für den Heizungsvergleich ist eine Leistung von 20 W/m^2 , resp. insgesamt $1'100 \text{ kW}$ für das Gesamtsystem Heizung und Warmwasser angenommen.

3.2 Prüfung Heizsysteme

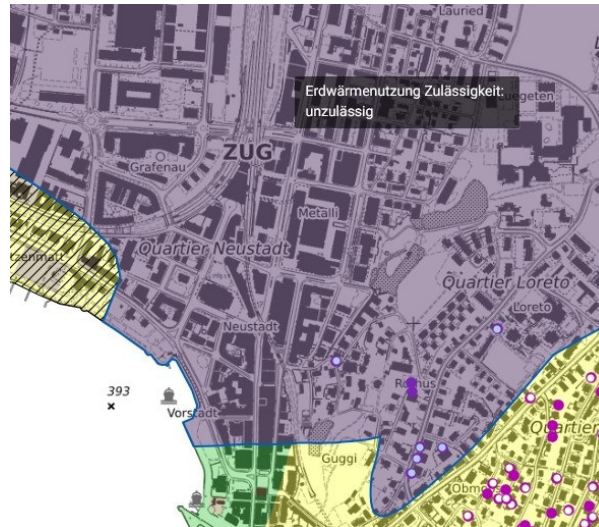
- Öl-Heizung:** Aktuell könnten noch Öl-Heizungen installiert werden, es ist jedoch absehbar, dass für Neubauten keine solchen mehr zugelassen werden.
- Gas-Heizung:** Gemäss Energieversorger WWZ ist an der Baarerstrasse ein Gasnetz vorhanden. Aktuell können noch Gas-Heizungen installiert werden, es ist jedoch absehbar, dass für Neubauten keine solchen mehr zugelassen werden.
- Es sind verschiedene Gas-Produkte möglich, von fossil über Ökogas bis erneuerbares Biogas.
- Der Einbau einer kondensierenden Gas-Heizung (zentral oder dezentral) ist einfach und braucht wenig Platz.
- Holz-Pellets-Heizung:** Ein Einbau von Heizung und Pellets-Lager (zentral) ist einfach aber braucht Platz (Heizung und Silo, sowie Kamine). Diese Lösung könnte dezentral oder zentral organisiert werden. Der Betrieb funktioniert vollautomatisch und ohne Handarbeit. Ein gewisser Unterhalt ist nötig (Kaminfeger, Bestellung, Asche-Entsorgung).
- Um die Emissionen von Feinstaub und Russ zu reduzieren, sind hochwertige Filteranlagen nötig.
- Holz-Schnitzel-Heizung:** Ein Einbau von Heizung und Schnitzel-Lager (zentral) ist aufwändig und braucht Platz (Heizung und Silo inkl. Einfüll-Öffnungen sowie Kamine). Diese Lösung wäre primär zentral möglich als Areal-Versorgung. Der Betrieb braucht Betreuung und Unterhalt.
- Um die Emissionen von Feinstaub und Russ zu reduzieren, sind hochwertige Filteranlagen nötig.

Wärmepumpe Luft:

Wärmepumpen mit Aussenluft wären nur als dezentrale Heizsysteme möglich. Die Platzierung wäre in den Technikräumen innerhalb der Gebäude zu planen, alternativ auf den Dächern. Aufgrund der nötigen Leistungen sind für alle Gebäude jedoch mehrere Geräte in Serie nötig oder Spezial-Anfertigungen für Gross-Geräte.

Wärmepumpe Sonden:

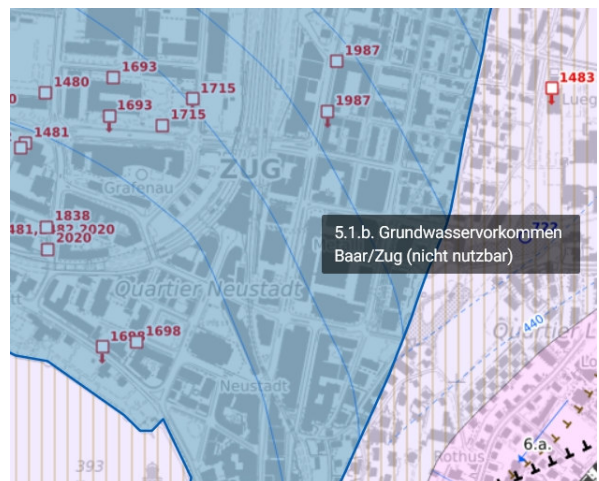
Erdwärmesonden sind am Standort nicht zulässig.



[Auszug Sondenkarte]

Wärmepumpe Wasser:

Die Nutzung von Oberflächen-nahem Grundwasser ist auf der Parzelle gemäss GIS-Karte nicht möglich.



[Auszug Grundwasser-Karte]

Nach Abklärung beim Amt für Umwelt AFU ist es jedoch möglich, tiefer liegende Grundwasserschichten zu nutzen. Diese Schichten liegen in einer Tiefe von ca. 80-130 m und sind artesisch gespannt. Das bedeutet, dass die Bohrungen und Sicherheitsmassnahmen aufwändiger und teurer sind als bei konventioneller Grundwasser-Nutzung.

Diverse solche Entnahmestellen sind bereits in der Gegend installiert (rote Zahlen im Kartenauszug). Im Areal des BBP ist aktuell noch keine Entnahmestelle installiert, daher besteht hier eine Möglichkeit für die Wärme- und Kälte-Nutzung.

Als Alternative für die Nutzung des Grundwasser wären auch Energiepfähle möglich im Zusammenhang mit ohnehin nötiger Pfählung. Um das tiefer liegende Grundwasser zu nutzen, wären aber sehr lange Pfähle von ca. 40-80 m nötig.

Fernwärme: Der Energieversorger WWZ bietet mit dem Energieverbund Circulago eine Wärme- und Kälteversorgung an. Diese ist überwiegend erneuerbar dank der Nutzung von Seewärme. Als Spitzenlast wird (aktuell noch) fossile Energie genutzt.

Kombi-Lösungen: Denkbar wären auch Kombi-Lösungen, wo z.B. eine Wärmepumpen-Anlage eine Spitzen-Abdeckung durch eine Holzpellets-Heizung enthält oder eine Holzpellets-Heizung eine Spitzenabdeckung durch eine Gas-Heizung.

3.3 Empfehlung Heizsysteme

Nicht empfohlen: Folgende Systeme kommen kaum in Frage:

- Öl-Heizung, wegen schlechter Umweltbilanz, grossem Lagervolumen und zukünftigem Energiegesetz
- Gas-Heizung, technisch einfach, jedoch hohe Energiekosten, schlechter Umweltbilanz und zukünftigem Energiegesetz
- Holz-Pellets-Heizung, wegen Feinstaub-Emissionen in Innenstadt und Lagervolumen
- Holz-Schnitzel-Heizung, wegen Feinstaub-Emissionen in Innenstadt, Anlieferung und Lagervolumen und Unterhalts-Aufwand
- Wärmepumpe Sonden, am Standort nicht zulässig.

Möglich, nicht empfohlen: Folgende Systeme kommen grundsätzlich in Frage, werden jedoch nicht empfohlen:

- Wärmepumpe Luft, schwierig aufgrund Leistung und Platzierung der Geräte
- Wärmepumpe Grundwasser, in grosser Tiefe artesisch gespannt, daher eher aufwändig und teurer als konventionelle Grundwasser-Nutzung.

Empfohlen: Ein Anschluss an das Fernwärmenetz, resp. den Energieverbund Circulago ist zu empfehlen, aus folgenden Gründen:

- Verfügbare Leistung und Energie vorhanden
- Hoher Anteil erneuerbare Energie (Seewasser-Wärme)
- Kühl-Leistung vorhanden für Gewerbe und EG-Nutzungen
- Etappierbar, resp. Anschluss je Gebäude möglich als auch mit einer zentralen Versorgung

4. Solarnutzung

4.1 Solarpotential

- Solarnutzung:** Die Dächer als auch Elemente der Fassaden sollen auf eine möglichst grosse Nutzung von Solarenergie ausgerichtet werden. Das bedeutet wenige und konzentrierte Dachaufbauten (Technik, Lift, etc.), sowie kompakte Dachformen und Fassaden-Abwicklungen.
- Flächen:** Auf Basis vom Richtprojekt ist von einer brutto Dachfläche (inkl. Terrassen) von ca. 6000 m² auszugehen. Wenn davon die Hälfte genutzt werden kann, resultiert eine netto Solarfläche von ca. 3000 m².
- Da die Dachflächen begrenzt sind, haben die Fassaden aufgrund der grossen Flächen das grössere Potential zur Nutzung von Solarenergie.
- Solarpflicht:** Gemäss § 1b der Verordnung zum Energiegesetz besteht bei Neubauten eine Pflicht zur Eigenstrom-Produktion. Die minimale Anlagengrösse wird definiert mit mindestens 10 W/m² Energiebezugsfläche. Das ergibt für alle Gebäude eine installierte PV-Leistung von ca. 512 kWp. Es ist jedoch eine maximale Anlagengrösse von 30 kWp je Gebäude vorgeschrieben, daher muss nicht die gesamte Leistung installiert werden.

4.2 Solarthermie

- Auslegung:** Zur Erwärmung des Brauch-Warmwassers dienen Solar-Kollektoren. Zur Produktion von 80% des Warmwasser-Bedarfs sind ca. 1000 m² Kollektoren nötig, mit einer möglichen zusätzlichen Heizungsunterstützung mind. das doppelte.
- Wichtig bei der Auslegung der Kollektoranlage sind genügend grosse Speichervolumen von ca. 100 Liter pro m² Kollektorfläche, konkret also ca. 100 m³ Speicher-Volumen.
- Als Ergänzung zu Wärmepumpen oder Energieverbund wäre Solarthermie wenig sinnvoll, weil damit die anderen erneuerbaren Systeme konkurrenziert werden.

4.3 Solarstrom

- Potential:** Eine Photovoltaik-Anlage erzeugt Solarstrom, der direkt im Gebäude oder im Areal genutzt oder bei Überschuss ins Stromnetz eingespeist wird. Im Projekt wird von einer Nutzung auf den obersten Dächern ausgegangen, das ergibt eine Gesamt-Anlage von ca. 3000 m², resp. ca. 500 kWp. Das ergibt eine installierte Leistung von 9 W/m² Energiebezugsfläche. Damit kann ein Ertrag von ca. 400'000 kWh/a erwartet werden. Das entspricht gut einem Drittel des erwarteten Strombedarfs, jedoch noch ohne Elektromobilität.

Eigenbedarf:

Um eine gute Wirtschaftlichkeit zu erreichen, muss ein möglichst hoher Anteil der Solarstrom-Produktion zeitgleich selber konsumiert werden (im Gebäude / auf dem Areal). Wichtig ist dazu der Zusammenschluss der Nutzungen im Gebäude, resp. noch besser aller Gebäude im Areal zu einem Verbund mit gemeinsamem Eigenverbrauch (Zusammenschluss zum Eigenverbrauch ZEV).

- Speicherung: Ein wichtiges Element für die zukünftige sinnvolle Nutzung des Solarstroms ist auch die Speicherung. Diese kann lokal oder im grossen Rahmen erfolgen. Lokal ist die Speicherung in Form von Warmwasser (grössere Speicher) oder in Form von Batterien möglich. Hier dürfte bis zur Ausführung des Objektes die Forschung und der Markt weiter sein als heute.
- Alternativ kann Strom via Stromnetz (z.B. Pump-Speicherseen) oder im Gas-Netz gespeichert werden (durch Erzeugung von Methan aus dem Stromüberschuss).
- Potential: Mit Solarstrom wäre eine Vollversorgung nur mit grossen Fassaden-Anlagen möglich für das gesamte Areal, d.h. eine Abdeckung von 100% des Stromverbrauchs für den Betrieb pro Jahr. Das bedeutet aber keine Unabhängigkeit vom Stromnetz, da im Sommer ein Überschuss an Solarstrom ins Netz eingespeist und im Winter Standardstrom vom Netz bezogen werden muss.

5. Empfehlung und Beschluss

Beschluss:	An der Sitzung vom 1. März 2023 hat der Verein die nachfolgenden Empfehlungen beschlossen:
Gebäudehüllen:	Die Anforderungen an die Gebäudehülle sollen nicht das Maximum vorsehen, sondern einen fortschrittlichen Standard (zukünftiges Energiegesetz, resp. heutiger Minergie-Standard). Das ermöglicht mehr Spielraum bei der Gestaltung der Gebäude und Baukörper und reduziert den Energieaufwand für die Erstellung, resp. z.B. von zusätzlicher Wärmedämmung.
Wärme und Kälte:	Als Priorität wird als Wärmesystem für Heizung und Kühlung für das Areal ein Anschluss an den Energieverbund Circulago empfohlen. Dies ist die passende Lösung für die innerstädtischen Gebäude, auch weil andere Alternativen nicht möglich oder nicht sinnvoll sind. Als Alternative wäre die Nutzung von tiefem Grundwasser möglich, was in einer nächsten Planungsphase genauer zu planen wäre. Die Anschlüsse bei beiden Systemen können individuell je Gebäude und zeitlich gestaffelt oder gesamthaft über eine Zentrale erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass eine Flexibilität bei der Entwicklung der einzelnen Gebäude und Areale möglich bleibt.
Solarenergie:	Die Nutzung der oberen Dachflächen ist nötig zur Erfüllung der Pflicht zur Eigenstrom-Produktion. Für zusätzliche Solarstrom-Produktion sind soweit möglich auch die Fassaden mit Photovoltaik vorzusehen. Wenn auch Fassaden oder Teile davon solar genutzt würden, könnte damit auch der weitere Verbrauch z.B. für die Elektro-Mobilität abgedeckt werden.
Labels:	Wenn die Gebäude gemäss diesen Empfehlungen erstellt und installiert werden, können die Vorgaben vom Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS erfüllt werden.
Gebäude:	Die Gebäude sollen im Sinne einer Systemtrennung erstellt werden, damit Gebäude und Ausbau als auch technische Einrichtung während dem Lebenszyklus einfacher erneuert, repariert, erweitert und verändert werden kann. Das dient am Ende des Lebenszyklus auch einem einfacheren Rückbau und ermöglicht v.a. die allfällige Weiternutzung von noch intakten Bauteilen.