

LEMON • CONSULT •
• ENERGY • EFFICIENCY • ENGINEERING •

Energiekonzept
Häfelersau, Obersiggenthal (Nussbaumen)
16.07.2018



Impressum

Objekt

Arealentwicklung Häfelerhau
Obersiggenthal

Auftraggeber

Weber Real Estate AG
Waldeggweg 6
5415 Obersiggenthal

Markus Weber
Breitenackerstrasse 14
5415 Obersiggenthal

Kontaktperson Auftraggeber

Martin Weber Weber Real Estate AG
Markus Weber

Verteiler

Manuel Hutter Kontur Projektmanagement AG
Roger Trottmann Metron Architektur AG

Thema

Energie- und Nachhaltigkeitskonzeption
Arealentwicklung

Auftragnehmer

Lemon Consult AG
Sumatrastrasse 10
CH-8006 Zürich
Tel. +41 44 200 77 44

Jules Petit
Raphael Schär

Projektleiter
Projektleiter Stv.

Dokument

23118_EK_Häfelerhau_20180716

Zürich, den 16.07.2018

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|---|-----------|--------------------------------------|-----------|
| 1. Ausgangslage & Zielsetzung | 5 | a. Anhang | 38 |
| 2. Systemgrenze für Bilanzierung | 7 | i. 2'000-Watt Quantitativer Nachweis | 39 |
| 3. Erstellung | 8 | ii. Energieträger | 40 |
| 3.1 Zwischenresultat I | 9 | | |
| 4. Betrieb | 10 | | |
| 4.1 Energiequellen / -träger | 10 | | |
| 4.2 Zwischenresultat II | 13 | | |
| 4.3 Photovoltaik | 14 | | |
| 4.4 Zwischenresultat III | 16 | | |
| 5. Mobilität | 17 | | |
| 5.1 Zwischenresultat II | 18 | | |
| 6. Zusammenfassung Betrieb, Erstellung und Mobilität | 19 | | |
| 7. Energiekonzeptvarianten | 20 | | |
| 7.1 Erdwärmesonde-WP | 21 | | |
| 7.2 ABL- & Bodenplatten-WP | 23 | | |
| 7.3 Fernwärme | 25 | | |
| 7.4 Holzschnitzelkessel | 27 | | |
| 8. Wirtschaftlichkeit | 29 | | |
| 8.1 Resultat | 33 | | |
| 9. Labels | 34 | | |
| 9.1 2'000-Watt | 34 | | |
| 9.2 SNBS | 35 | | |
| 9.3 Minergie | 36 | | |
| 10. Schlussfolgerung | 37 | | |

Ausgangslage & Zielsetzung

Neubau Areal Häfelerhau

Abb. 1: Luftbild/Situation



[Quelle: Google Maps]

Abb. 2: Baukörper



Ausgangslage

Die privaten Grundeigentümer Weber Real Estate AG und Herr Markus Weber beabsichtigen das Areal Häfelerhau zu entwickeln. Auf dem ca. 15'000 m² grossen Grundstück sollen 3 Mehrfamilienwohnungen entstehen. Insgesamt wird somit Raum für rund 58 Wohnungen geschaffen.

Ziel

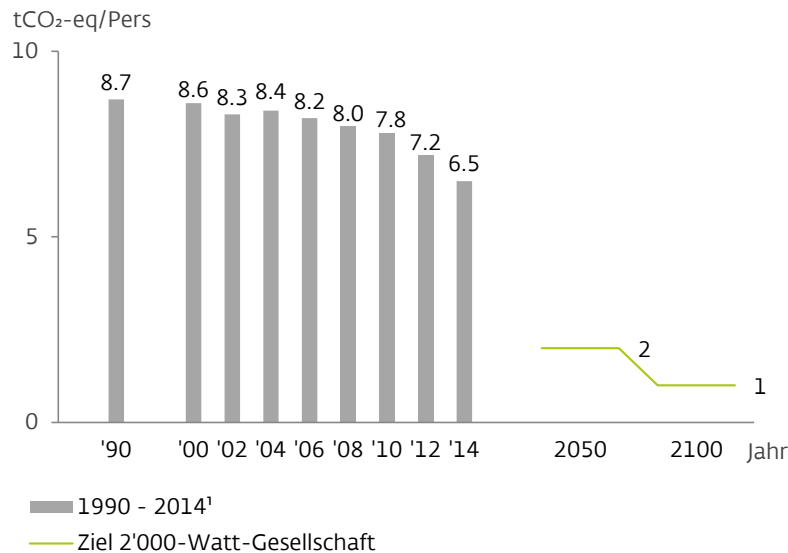
Ziel des Vorliegenden Energie- und Technikkonzepts ist es:

- die Ist-Situation der Arealentwicklung hinsichtlich Nachhaltigkeit abzubilden
- den Handlungsspielraum hinsichtlich Nachhaltigkeit aufzuzeigen
- den Grundstein für einen nachhaltigen Bau möglichst früh zu legen

Zielsetzung

Minimierung Treibhausgas-Ausstoss

Abb. 1: Treibhausgasemissionen pro Kopf



Vorbemerkung

Um die globale Klimaerwärmung zu stoppen, müssen die dafür verantwortlichen Treibhausgasemissionen konsequent verringert werden.

2000-Watt-Gesellschaft

Die Ziele der 2'000-Watt-Gesellschaft garantieren einen Nachhaltigen Umgang mit unseren Ressourcen.

Zielsetzung 2000-Watt-Gesellschaft:

- 2 tCO₂ pro Pers. und Jahr als Zielwert für 2050
- 1 tCO₂ pro Pers. und Jahr als Zielwert für 2100

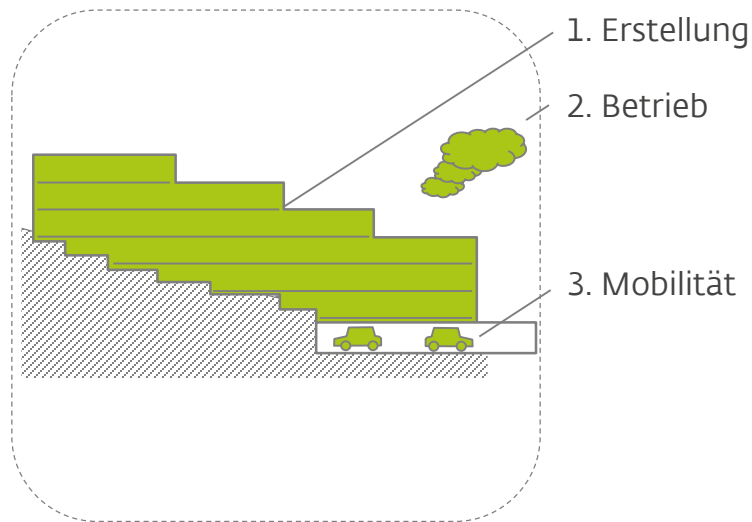
¹ Quelle: Fachstelle 2'000-Watt-Gesellschaft

² Ziel aus Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050
04.09.2013

Systemgrenze für Bilanzierung

beinhaltet Erstellung, Mobilität und Betrieb

Abb. 1: 2000-Watt-Areal Systemgrenze



Berücksichtigt werden die Treibhausgasemissionen der folgenden Bereiche:

1. Erstellung: Herstellung & Rückbau des Gebäudes
2. Betrieb: Energiebedarf für Heizen, Warmwassererwärmung, Lüften, Beleuchtung, etc.
3. Mobilität: Energiebedarf durch den vom Gebäude induzierten Verkehrs

Abb. 2: Zielwerte Wohnen gemäss 2000-Watt-Gesellschaft

| | Treibhausgas-emissionen kg/m ² | Primärenergie nicht erneuerbar kW/m ² | Primärenergie gesamt kW/m ² |
|-------------------|--|--|--|
| Erstellung | 9 | 30 | 35 |
| Betrieb | 3 | 60 | 140 |
| Mobilität | 4 | 30 | 35 |
| Total | 16 | 120 | 210 |
| Zusatzanforderung | 120 | 90 | 175 |

Bemerkung:

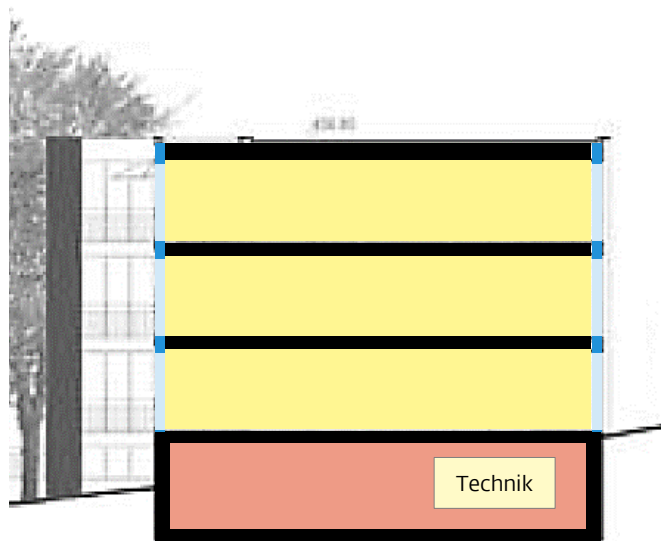
Die 2'000-Watt-Gesellschaft schreibt auch Zielwerte für Primärenergie und Primärenergie nicht erneuerbar vor. Diese müssen bei einer etwaigen Zertifizierung auch eingehalten werden. Die komplette quantitative Beurteilung befinden sich im Anhang. Erfahrungsgemäss sind die Treibhausgasemissionen am schwersten einzuhalten. Deshalb werden im weiteren Bericht nur die Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

Erstellung

Überschlägige Ökobilanz des Gebäudes



Abb. 1: Schematische Darstellung der Bilanzgrenze für die Ökobilanz



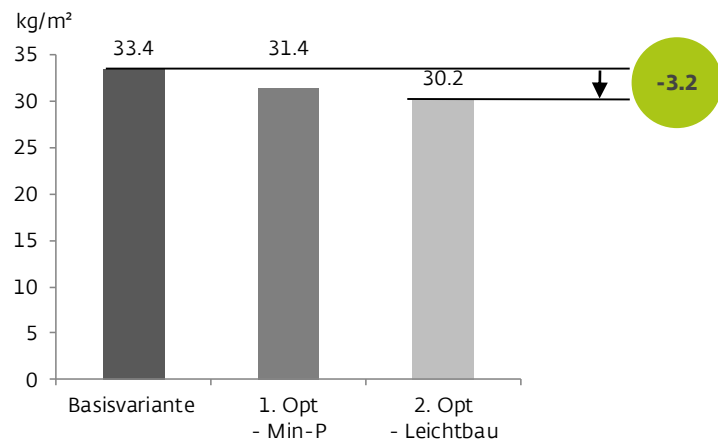
- Technik
- Innenausbau
- Fassade transparent
- Fassade opak
- Rohbau
- Aushub

Berücksichtigte Komponenten / Bauteile in der Ökobilanz

- Aushub Ohne Grundwasser
- Fassade
 - Opak 65% Betonwand mit verputzter Dämmung
 - Transparent 35% inkl. Sonnenschutz
- Gebäudetechnik HLSE
- Innenausbau
 - Innenwände
 - Deckenaufbau Unterlagsboden und Bodenbelag
- Rohbau
 - Deckenkonstruktion Betondecke 25 cm
 - Bodenplatte Ungedämmt



Abb. 1: Einfluss der Gebäudekonstruktion auf Ebene CO_{2eq}



Ausgangssituation / Basisvariante

- Gebäudehüllzahl 1.2
- Heizenergiebedarf nach gesetzlichen Minimalvorgaben¹
- Bauweise Massivbau Beton
- Energieerzeuger Erdgas und Solarthermie/ ohne PV
- Parkplätze 1.4 pro Wohnung

1. Optimierung

- Reduktion des Heizenergiebedarfs auf 70% des gesetzlichen Minimalanforderung (Niveau Minergie-P)

2. Optimierung

- Wechsel von Massivbau Beton auf Leichtbau

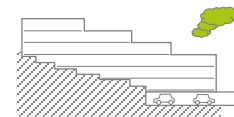
Schlussfolgerung



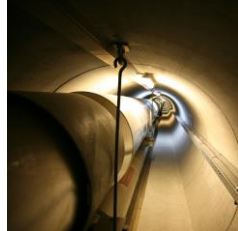



Die Treibhausgasemissionen können um 10% gegenüber einem Standardbau (Dämmung nach geltenden gesetzlichen Vorschriften & Massivbau Beton) reduziert werden

¹ SIA 380/1

Energiequellen / -träger

Wärme- / Kälteproduktion 1/2



| Energiequelle / -träger | Holzsplitzel | Pellets | Fernwärme | Biogas | Erdgas | Heizöl EL |
|-------------------------------------|---|---|--|--|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |
| Primärenergiefaktor [-] | 0.06 | 0.15 | 0.05 | 0.30 | 1.06 | 1.23 |
| CO ₂ -Äquivalent [g/kWh] | 11 | 27 | 3 | 130 | 228 | 301 |
| Energiekosten [Rp./kWh] | 5.1 ¹ | 7.9 ¹ | 6.254 ² | 16.8 [*] | 8.2 [*] | 7.45 |
| Anmerkungen | – Holzsplitzel in ausreichender Menge im Umkreis von 80 – 100 km lieferbar | – Pellets in ausreichender Menge im Umkreis von 80 – 100 km lieferbar | – Fernwärmeanschluss an der Grundstücksgrenze – 92.13 % KVA – 6.3 % Refuna ³ – 1.57 % Ölkessel | – Aufpreis zu Erdgas 0.5, 1.9 oder 8.6 Rp für 5, 20 oder 100 % Biogas – Leitung min. 250 m entfernt | – Nicht erneuerbarer Energieträger – Leitung min. 250 m entfernt | – Nicht erneuerbarer Energieträger |
| Verfügbarkeit | ✓ | ✓ | ✓ | – | – | ✓ |

Primärenergiefaktoren / CO₂-Äquivalente basierend auf KBOB-Ökobilanzdaten 2016 (Bezugsgrösse Endenergie) - Für die Fernwärme wird die Nutzung Kehrichtverbrennung verwendet

¹ Gemäss Angaben von Holzenergie Schweiz

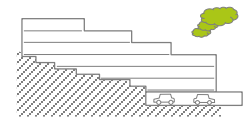
² Wärmepreis, exkl. Jahresgrundpreis und MWST (Gültig seit 1. März 2013)

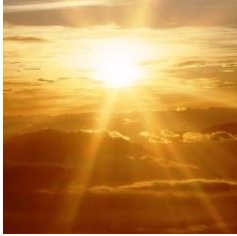

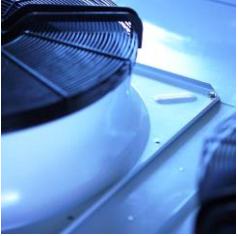

³ Name von angrenzendem FW-Netz

⁴ Arbeitspreis der Regionalwerke Baden, exkl. Grundpreis und MWST

Energiequellen / -träger

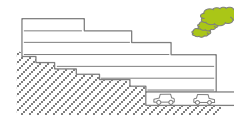
Wärme- / Kälteproduktion 2/2



| Energiequelle / -träger | Solarthermie | Geothermie | Luft | Grundwasser |
|-------------------------------------|---|--|--|---|
| |  |  |  |  |
| Primärenergiefaktor [-] | -- | -- | -- | -- |
| CO ₂ -Äquivalent [g/kWh] | -- | -- | -- | -- |
| Energiekosten [CHF/kWh] | -- | -- | -- | -- |
| Anmerkungen | <ul style="list-style-type: none"> - Dachflächen für Panels vorhanden - Prio. I: Photovoltaik - Prio. II: Solarthermie | <ul style="list-style-type: none"> - Erdwärmesonden am Standort möglich | <ul style="list-style-type: none"> - Aussenluft als Energiequelle nutzbar | <ul style="list-style-type: none"> - Grundwasserwärmepumpen sind am Standort nicht möglich |
| Verfügbarkeit | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ |

Energiequellen / -träger

Stromproduktion



Energiequelle / -träger

Photovoltaik [Vor Ort]



Naturstrom star



Naturstrom basic



Mix Haushalt



| | | | | |
|-------------------------------------|------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Primärenergiefaktor [--] | 0.29 | 0.03 ¹ | 0.03 ¹ | 2.52 ² |
| CO ₂ -Äquivalent [g/kWh] | 81 | 12 ¹ | 12 ¹ | 102 ² |
| Energiekosten [Rp./kWh] | -- | 22.9 bis 24.0 | 19.9 bis 21.0 | 18.4 bis 19.5 |
| Anmerkungen | | - 3.5 % Solarstrom | - 0.4 % Solarstrom | |

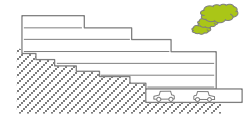
Verfügbarkeit



Primärenergiefaktoren / CO₂-Äquivalente basierend auf Ökobilanzdaten KBOB / eco-bau / IPB 2009/1:2016
 Strompreise gemäss der Elektrizitäts-Genossenschaft Siggental zur Normaltarifzeit, ohne Grundpreis von 9 CHF/Monat

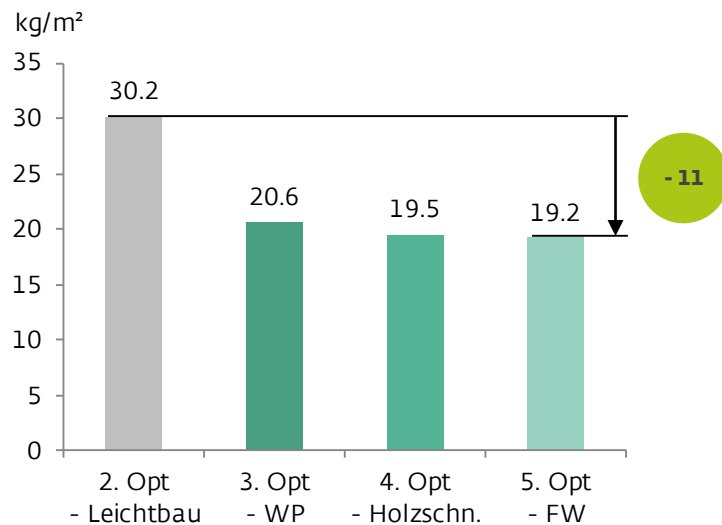
¹ Angaben für Wasserkraft

² Angaben für CH-Verbrauchermix



Überschlägige Ökobilanz der Erzeugung

Abb. 1: Einfluss der Energieversorgung auf Ebene CO_{2eq}



Ausgangssituation / 2. Optimierung

- Gebäudehüllzahl 1.2
- Heizenergiebedarf 70% der gesetzlichen Minimalanforderung
- Bauweise Leichtbau
- Energieerzeuger Erdgas und Solarthermie/ ohne PV
- Parkplätze 1.4 pro Wohnung

3. Optimierung

- Wechsel auf Sole/Wasser WP

4. Optimierung

- Wechsel auf Holzschnittel-Kessel

5. Optimierung

- Wechsel auf Fernwärme

Schlussfolgerung

Durch den Wechsel von einem Erdgaskessel auf eine Fernwärmelösung können die Treibhausgasemissionen um weitere 36% gesenkt werden.

Photovoltaik

Stromertrag durch PV-Nutzung

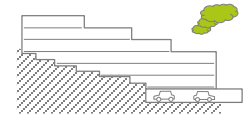
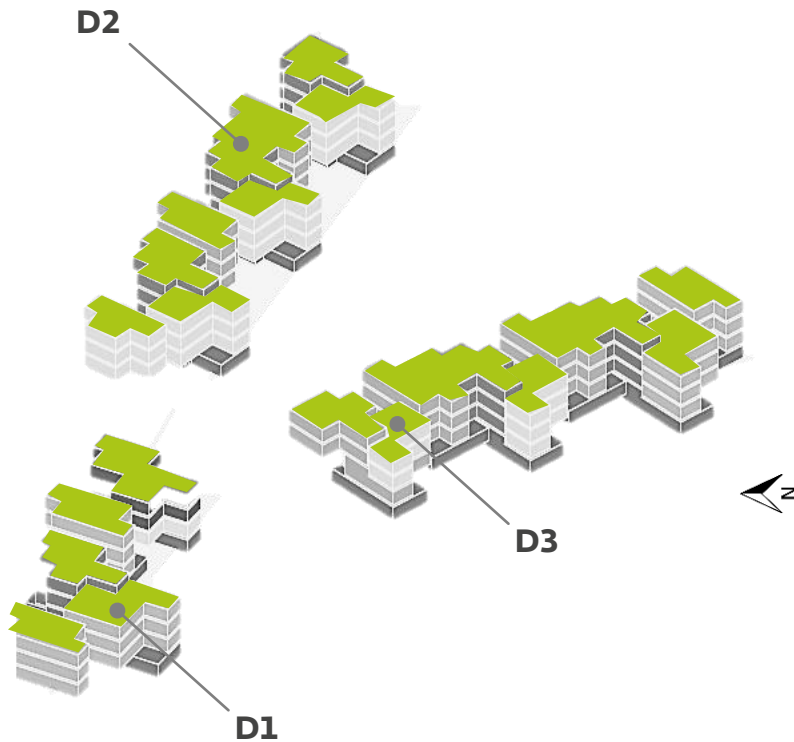


Abb. 1: Darstellung Dachnutzung für PV



Tab. 1: Abgeschätzter Solarertrag pro Gebäude

| Gebäude | Lage | Aktive | spezifischer | | |
|--|------|--|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | | Fläche ¹ [m ²] | Leistung [kW _{Peak}] | Ertrag [kWh/kW _{Peak} a] | Ertrag [MWh/a] |
| GB01 | D1 | 470 | 52 | 890 | 46 |
| GB02 | D2 | 680 | 76 | 890 | 67 |
| GB03 | D3 | 710 | 79 | 890 | 70 |
| Areal | | | | | 184 |
| Null-Wärmeenergie | | | | | 252% |
| Plus-Energiehaus (inkl. Lüften + Geräte + alleg. Gebäudetechnik) | | | | | 70% |
| Plus-Energiehaus (inkl. Lüften + Geräte + alleg. Gebäudetechnik + Elektroauto) | | | | | 39% |

¹60% der Dachfläche

Bemerkung: Um den genauen Ertrag zu Ermitteln (Einbinden von Verschattung) wird eine Simulation erforderlich

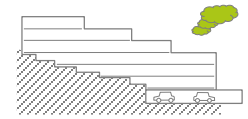
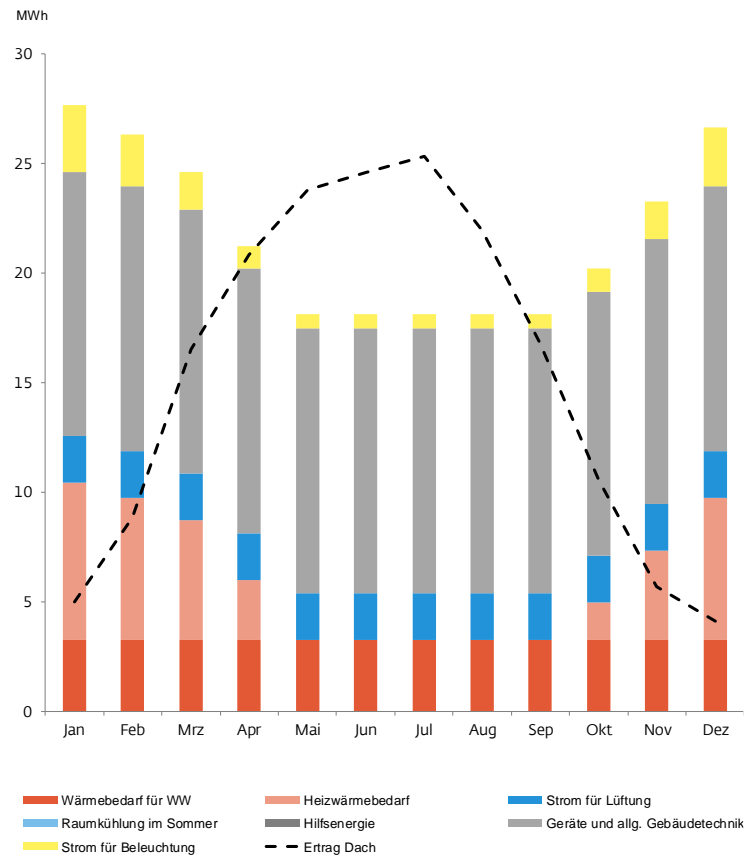


Abb. 1: Endenergiebedarf und PV-Ertrag¹

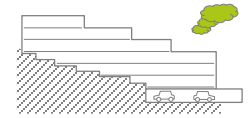


Es sollte beachtet werden:

- Minimalvorgabe
10 W/m² EBF sind für die Umsetzung von Vorgaben MuKEn und Minergie Pflicht
- Verschattung
Die Verschattung der PV-Flächen durch Vegetation sowie Dach- und Fassadenvorsprünge ist zu berücksichtigen

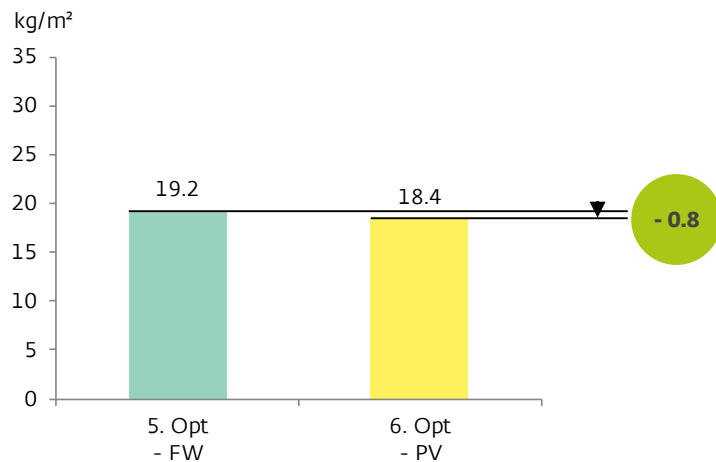
Schlussfolgerung

- Flachdach ist mässig für PV-Nutzung geeignet
- Fassadenfläche ist wenig für PV-Nutzung geeignet:
 - Viele Vorsprünge
 - Mögliche Verschattung durch Bäume
 - Geringer Ertrag



Überschlägige Ökobilanz der Erzeugung mit PV

Abb. 1: Einfluss der Eigenproduktion (PV) auf Ebene CO_{2eq}



Ausgangssituation / 5. Optimierung

- Gebäudehüllzahl 1.2
- Heizenergiebedarf 70% der gesetzlichen Minimalanforderung
- Bauweise Leichtbau
- Energieerzeuger FW / ohne PV
- Parkplätze 1.4 pro Wohnung

6. Optimierung

- Bau einer PV-Anlage

Schlussfolgerung

Die Nutzung von PV-Anlagen senkt die Treibhausgasemissionen um ca. 4%. Zudem können in Bilanz ca. 70% des Endenergiebedarfs gedeckt werden.

Mobilität

Erschliessungsqualität

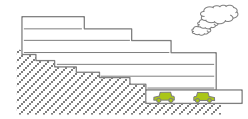


Abb. 1: Erschliessungsqualität im öffentlichen Nahverkehr

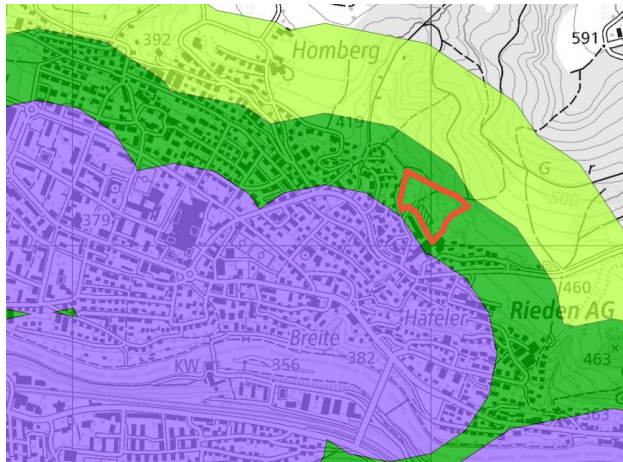
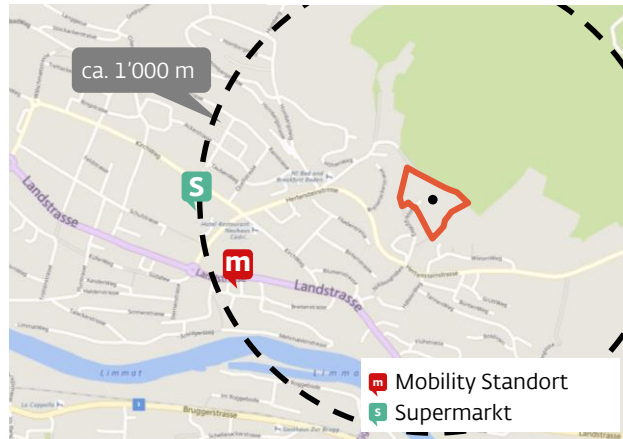


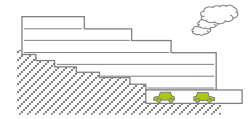
Abb. 2: Carsharing



Infolge der bescheidenen öffentlichen Verkehrserschliessung des Arels sind die Grundvoraussetzungen für einen tiefen Energiebedarf und CO₂-Ausstoss für die Mobilität (durch das Areal verursachte Verkehrsaufkommen) nur bedingt gegeben

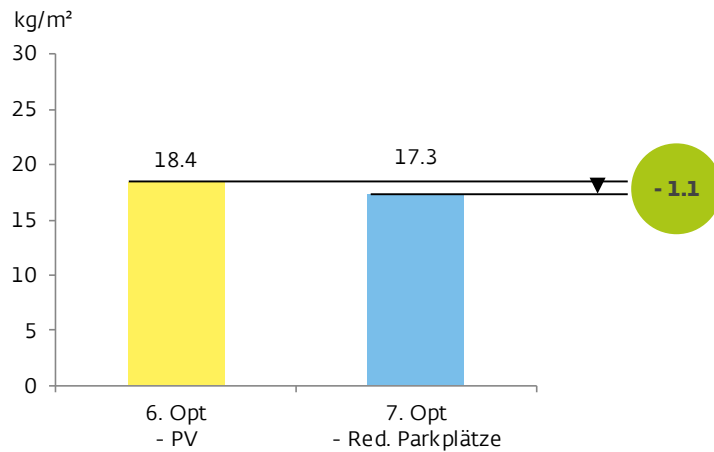
Folgende Parameter fliessen die Beurteilung ein:

- ÖV Bescheidene Erschliessungsqualität (ÖV-Klasse C)
- Parkplätze 83 Wohnen
9 Besucher
- Carsharing In Fussdistanz vorhanden (ca. 1'000 m)
- Einzelhandel In Fussdistanz vorhanden (ca. 1'000 m)
- Naherholungsintensität Hoch



Mögliche theoretische Reduktion in der Mobilität

Abb. 1: Einfluss der Mobilität auf Ebene CO_{2eq}



Ausgangssituation / 6. Optimierung

- Gebäudehüllzahl 1.2
- Heizenergiebedarf 70% der gesetzlichen Minimalanforderung
- Bauweise Leichtbau
- Energieerzeuger FW / mit PV
- Parkplätze 1.4 pro Wohnung

7. Optimierung

- Reduktion der Parkplätze und der Garagenfläche um die Hälfte:
 - Parkplätze 0.7 pro Wohnung
 - Garagenflächen ca. 3'500 m²
- Mobilitystandort auf Areal

Schlussfolgerung

Die Reduktion der Parkplätze und Garagenfläche um die Hälfte sowie der Mobilitystandort auf dem Areal bewirken eine Verminderung der Treibhausgasemissionen um 6%.

Zusammenfassung Nachhaltigkeit

Gesamtbilanz im Vergleich zur Zielsetzung 2000-Watt-Gesellschaft

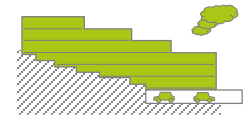
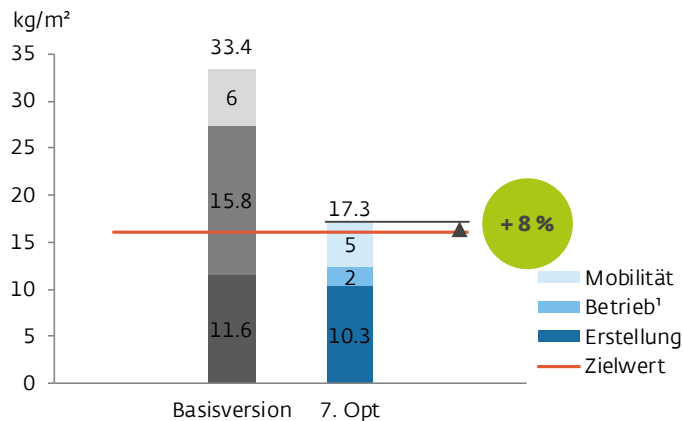


Abb. 1: Vergleich der Basisvariante und 7. Optimierung gegenüber der Zielsetzung 2000-Watt-Gesellschaft auf Ebene CO_{2eq}



Vergleich Basisvariante & 7. Optimierung






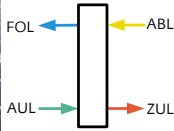






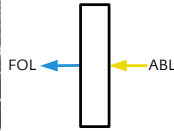

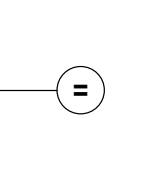



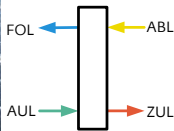





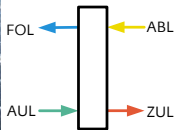
- Reduktion der Treibhausgasemissionen um rund 48% von 33.4 auf 17.3 kg/m²

Vergleich 7. Optimierung & 2'000-Watt-Gesellschaft

- Die Zielwerte der 2'000-Watt-Gesellschaft können knapp nicht erreicht werden. Der voraussichtliche Projektwert liegt um ca. 8% höher.

Energiekonzeptvarianten

4 Varianten für das Areal Häfelerhau

| | Heizen | | Kühlen | Strom | | Lüften | | |
|-------------------|--|--|---|---|--|---|---|---|
| | Warmwasser | Heizung | | Netzstrom | Eigenproduktion | | | |
| Variante 1 | Rev. S/W WP/KM  | Rev. S/W WP/KM  | Rev. S/W WP/KM  | «Mix Haushalt»  | Photovoltaik  | Zu- / Abluft  |  | Dezentrale Lösung mit maximalem Komfort |
| Variante 2 | Rev. L/W WP/KM  | Rev. S/W WP/KM  | Rev. S/W WP/KM  | «Mix Haushalt»  | Photovoltaik  | Abluft  | | |
| Variante 3 | Fernwärme  | Fernwärme  |  | «Mix Haushalt»  | Photovoltaik  | Zu- / Abluft  |  | Dezentrale Lösung mit geringen Technikflächen |
| Variante 4 | Solarthermie ¹  | Heizkessel Holzsplitzel  | | «Mix Haushalt»  | Photovoltaik  | Zu- / Abluft  | | |

¹ Vorwärmung für Heizkessel Holzsplitzel

Energiekonzeptvarianten

V1: RH & BWW: Erdwärmesonde-WP LÜ: Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Abb. 1: Wärme, Kälte und Strom -versorgung

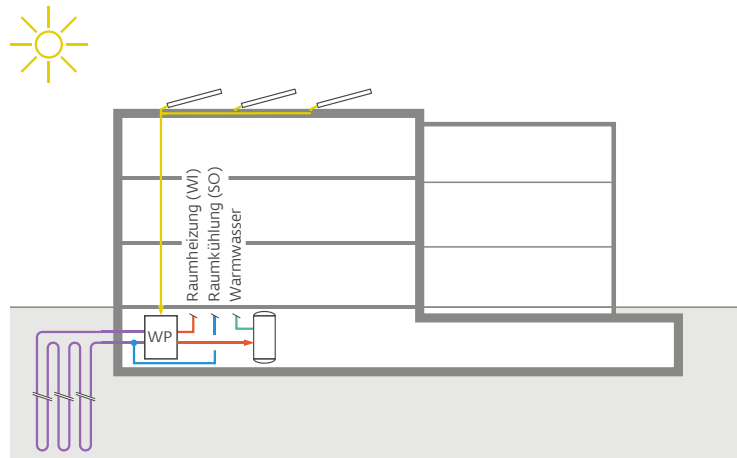
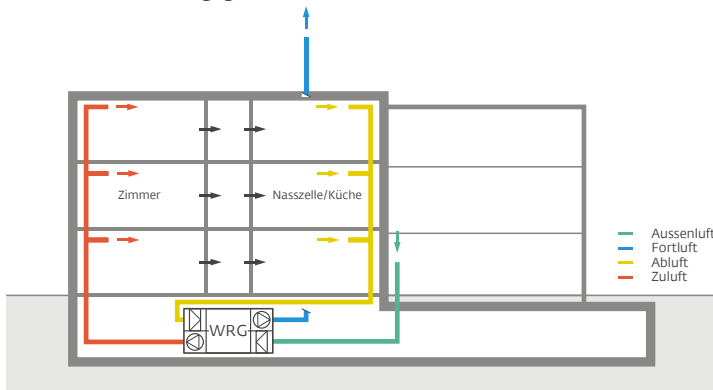


Abb. 2: Zentrales Lüftungsgerät für Zu- und Abluft



Beschreibung:

- Die Wärme- und Warmwassererzeugung erfolgen dezentral mittels Wärmepumpen mit Erdwärmesonden
- PV-Anlagen auf den Dächern liefern unter anderem Strom für die Wärmepumpe
- Die Fläche der PV-Anlage entspricht MuKE n 2014 und der gültigen Minergie-Anforderungen
- Für die Lüftung ist je Treppenhaus eine zentrale Zu- und Abluftanlage vorgesehen

Beurteilung

Vorteile

- + Wartungsarme Wärmeerzeugung
- + Möglichkeit zur Temperierung (Kühlung) der Nutzeneinheiten im Sommer (Direktkühlung über EWS)
- + Verzicht auf Heizregister im Falle einer sehr guten WRG möglich

Nachteile

- Höherer Platzbedarf der zentralen Lüftungsanlage als bei ABL-Anlage
- Höhere Investitionen als bei ABL-Anlage

Energiekonzeptvarianten

V1: RH & BWW: Erdwärmesonde-WP
LÜ: Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Abb. 1: Schematische Darstellung V1



Energiekonzeptvarianten

V2: RH & BWW: ABL- & Bodenplatten-WP LÜ: Zentrale ABL-Anlage

Abb. 1: Wärme, Kälte und Strom -versorgung

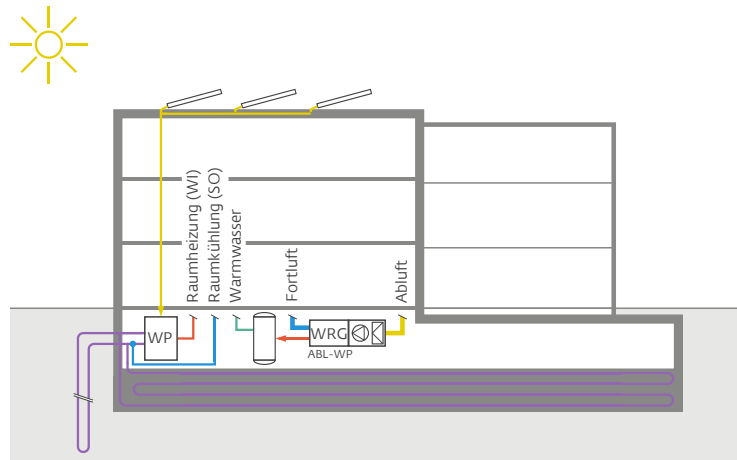
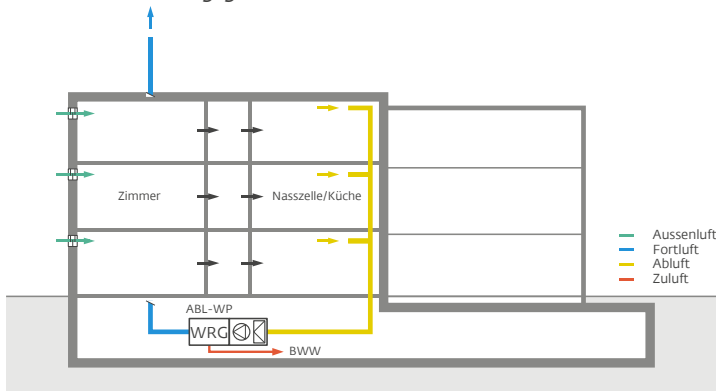


Abb. 2: Zentrales Lüftungsgerät für Zu- und Abluft



Beschreibung:

- Die Warmwassererwärmung erfolgt dezentral mittels Abluft-Wärmepumpen
- Für die Wärmeerzeugung wird mittels Wärmepumpen die Energie der Bodenplatte / EWS genutzt
- PV-Anlagen auf den Dächern liefern unter anderem Strom für die Wärmepumpen
- Die Fläche der PV-Anlage entspricht MuKE 2014 und der gültigen Minergie-Anforderungen
- Für die Lüftung ist je Treppenhaus eine zentrale Abluftanlage vorgesehen

Beurteilung

Vorteile

- + Wartungsarme Anlage
- + Möglichkeit zur Temperierung (Kühlung) der Nutzeinheiten im Sommer (Direktkühlung über Bodenplatte und EWS)

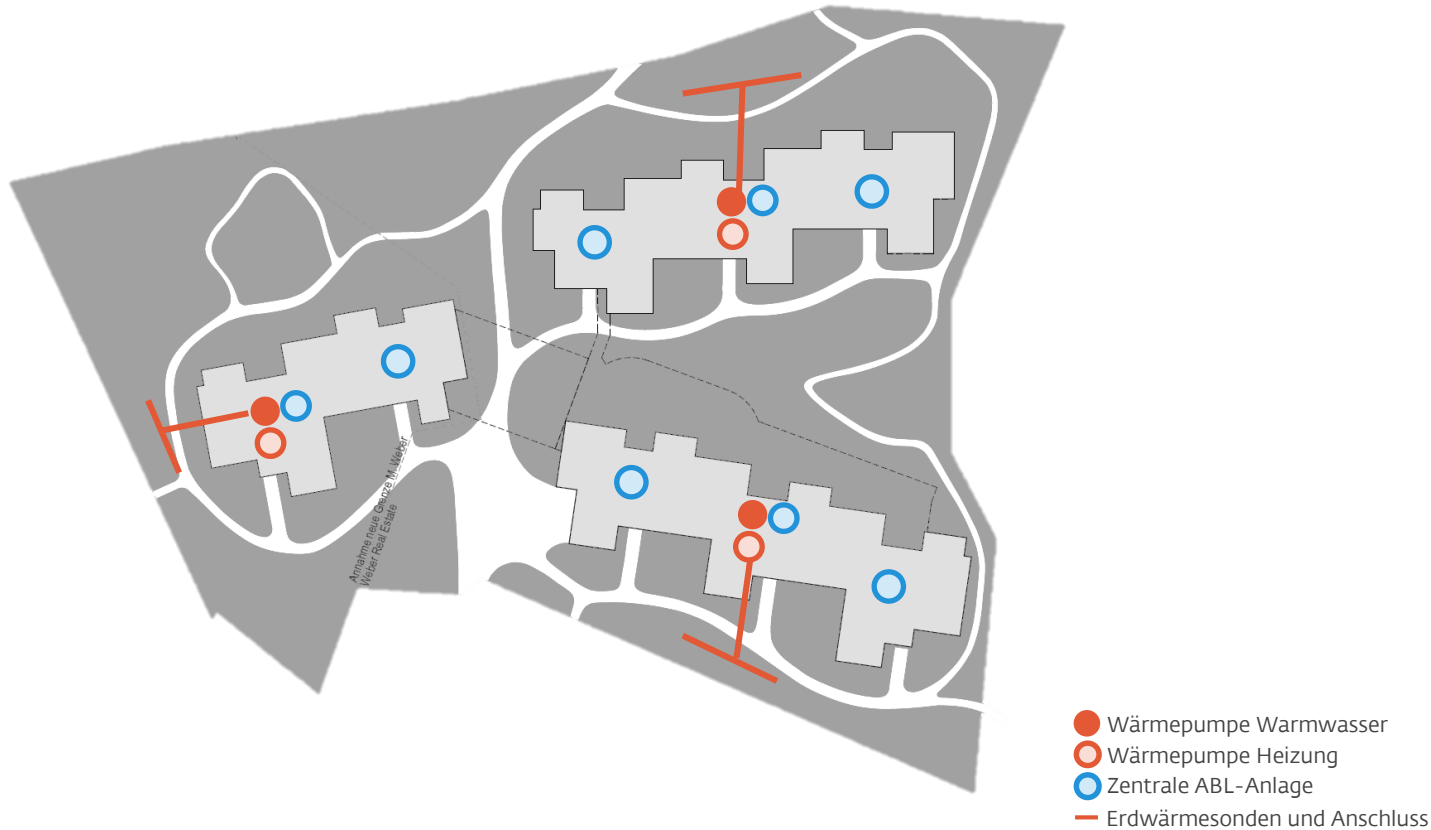
Nachteile

- Risiko von Zugluft im Winter bei zu hohen Luftvolumenströmen

Energiekonzeptvarianten

V2: RH & BWW: ABL- & Bodenplatten-WP
LÜ: Zentrale ABL-Anlage

Abb. 1: Schematische Darstellung V2



Energiekonzeptvarianten

V3: RH & BWW: Fernwärme

LÜ: Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Abb. 1: Wärme, Kälte und Strom -versorgung

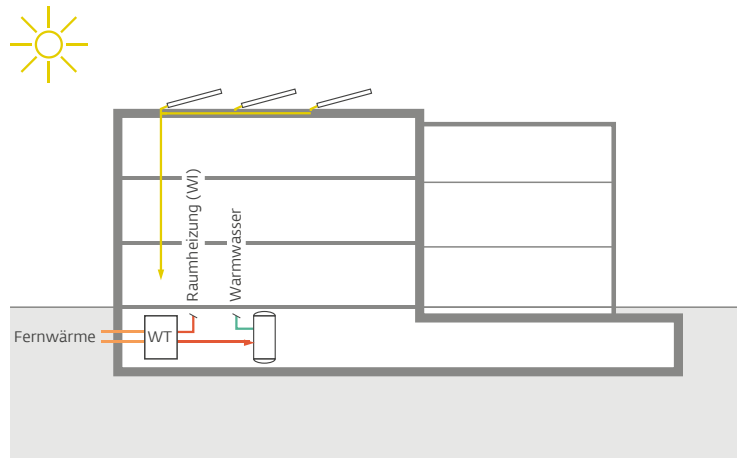
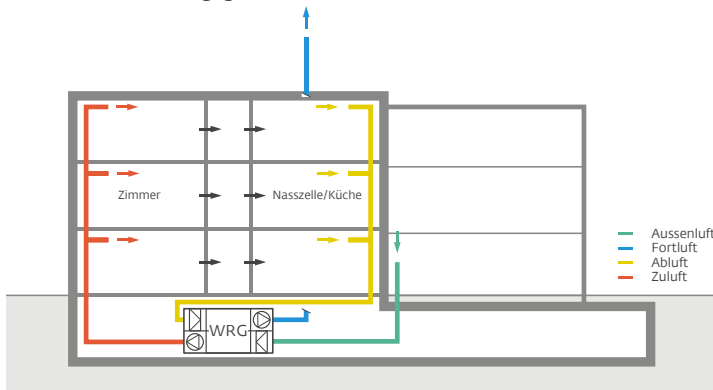


Abb. 2: Zentrales Lüftungsgerät für Zu- und Abluft



Beschreibung:

- Die Wärme- und Warmwassererzeugung erfolgen dezentrale mittels Fernwärmeanschluss
- PV-Anlagen auf den Dächern liefern unter anderem Strom für den Allgemeinstrom
- Die Fläche der PV-Anlage entspricht MuKE n 2014 und der gültigen Minergie-Anforderungen
- Für die Lüftung ist je Treppenhaus eine zentrale Zu- und Abluftanlage vorgesehen

Beurteilung

Vorteile

- + Wartungsarme Anlage
- + Verzicht auf Heizregister im Falle einer sehr guten WRG möglich
- + Geringer Platzbedarf für die Wärmeerzeugung

Nachteile

- Keine Möglichkeit der Temperierung
- Höherer Platzbedarf der zentralen Lüftungsanlage als bei ABL-Anlage

Energiekonzeptvarianten

V3: RH & BWW: Fernwärme

LÜ: Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Abb. 1: Schematische Darstellung V3



Energiekonzeptvarianten

V4: RH & BWW: Holzschn. + Solarthermie LÜ: Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Abb. 1: Wärme, Kälte und Strom -versorgung

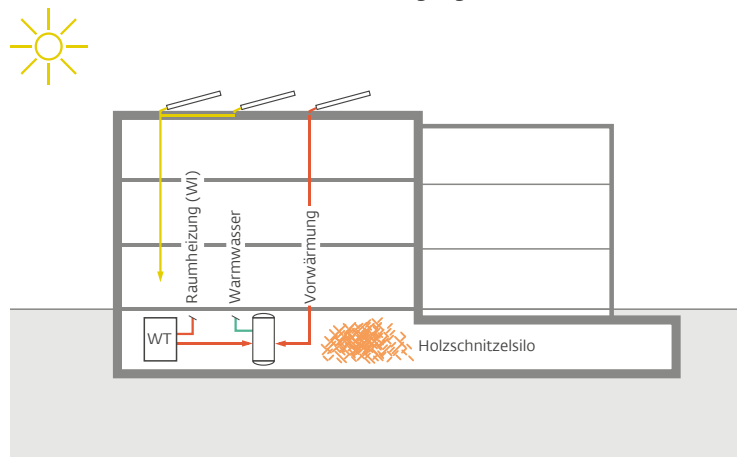
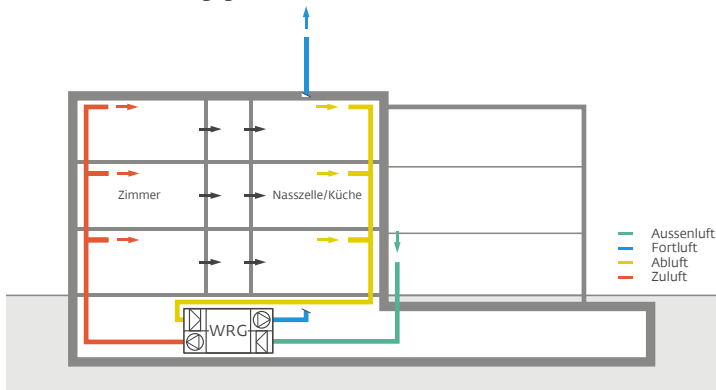


Abb. 2: Zentrales Lüftungsgerät für Zu- und Abluft



Beschreibung:

- Die Wärme- und Warmwassererzeugung erfolgen zentral mittels Holzschnitzelkessel
- Solarthermie wird als Vorheizung des Warmwassers eingesetzt
- PV-Anlagen auf den Dächern liefern unter anderem Strom für den Allgemeinstrom
- Die Fläche der PV-Anlage entspricht MuKEn 2014 und der gültigen Minergie-Anforderungen
- Für die Lüftung ist je Treppenhaus eine zentrale Zu- und Abluftanlage vorgesehen

Beurteilung

Vorteile

- + Holz als THGE-armer Energieträger
- + Verzicht auf Heizregister im Falle einer sehr guten WRG möglich

Nachteile

- Keine Möglichkeit der Temperierung
- Abhängigkeiten der 3 Gebäude
- Wartungsintensive Anlage
- Hoher Platzbedarf für die Wärmeerzeugung / Schnitzzellager

Energiekonzeptvarianten

V4: RH & BWW: Holzschn. + Solarthermie
LÜ: Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Abb. 1: Schematische Darstellung V4



Wirtschaftlichkeit Wärme/Kälte

V1 – EWS-WP & Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Wirtschaftlichkeitsannahmen

| | | |
|--------------------------|-----|----|
| Betrachtungszeitraum | [a] | 20 |
| Kapitalzinssatz | [%] | 1 |
| Betriebskostensteigerung | [%] | 1 |
| Energiepreisteuerung | [%] | 2 |

Strompreise - Naturstrom basic

| | | |
|-----------------|-----------|------|
| Arbeitspreis HT | [CHF/kWh] | 0.22 |
| Arbeitspreis NT | [CHF/kWh] | 0.25 |
| Rückspeisung HT | [CHF/kWh] | 0.05 |
| Rückspeisung NT | [CHF/kWh] | 0.05 |

| | | |
|----------------|--------------|--|
| Arbeitspreis | [CHF/kWh] | |
| Leistungspreis | [CHF/(kW×a)] | |

Kapital- und Unterhaltskosten (exkl. MwSt.)

| Gewerk | Einheit | Menge | Einheitspreis | Investition | Nutzungsdauer | Annuität | Kapitalkosten | Unterhaltskosten |
|--|-------------|--------|---------------|------------------|---------------|----------|----------------|------------------|
| | ... | [-] | [CHF/...] | [CHF] | [a] | [%] | [CHF/a] | [%] |
| Wohnungslüftung mit WRG | pro Wohnung | 68 | 10'000 | 680'000 | 20 | 5.5 | 37'682 | 4.0 |
| Bodenheizung inkl. Verteilung | pro Wohnung | 68 | 6'500 | 442'000 | 20 | 5.5 | 24'494 | 0.5 |
| WP, Erdsonden, technischer Speicher, Verteiler | pro Haus | 3 | 160'000* | 480'000 | 20 | 5.5 | 26'599 | 3.0 |
| PV | m² | 1'240* | 350 | 434'000 | 25 | 4.5 | 19'707 | 1.0 |
| Warwasseraufbereitung (je ca. 2'000 l) | pro Haus | 3 | 10'000 | 30'000 | 20 | 5.5 | 1'662 | 0.5 |
| Unvorhergesehenes (10%) | | | | 206'600 | 20 | 5.5 | 11'449 | - |
| Planer (18%) | | | | 409'068 | 20 | 5.5 | 22'669 | - |
| | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | - |
| Total | | | | 2'681'668 | | | 144'262 | 48'300 |

Endenergie-verbrauch & -kosten

| Parameter | Grundpreis | Energie | Arbeitspreis | Total |
|----------------------------------|------------|---------|--------------|---------------|
| | [CHF/ML] | [MWh/a] | [CHF/kWh] | [CHF/a] |
| Strom (Heizen, WW & Nutzerstrom) | 9 | 297 | | 108 |
| HT [80%] | | 238 | 0.22 | 52'462 |
| NT [20%] | | 59 | 0.25 | 15'040 |
| PV | 9 | 184 | | 108 |
| Eigenverbrauch (EV) [50%] | | 92 | 0.22 | -20'319 |
| Einspeisung Netz [50%] | | 92 | 0.05* | -4'968 |
| Total | | | | 42'431 |

Mittlere jährliche Kosten

| | jährliche Kosten | Mittelwertfaktor | mittlere jährliche Kosten |
|---------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| | [CHF/a] | [-] | [CHF/a] |
| Kapitalkosten | 144'262 | - | 144'262 |
| Unterhaltskosten | 48'300 | 1.11 | 53'531 |
| Energiekosten | 42'431 | 1.23 | 52'236 |
| Jahreskosten | | | 250'029 |
| Investitionskosten | | | 2'681'668 |

Wirtschaftlichkeit Wärme/Kälte

V2 – ABL- und Bodenplatten-WP & Zentrale ABL-Anlage

Wirtschaftlichkeitsannahmen

| | | |
|--------------------------|-----|----|
| Betrachtungszeitraum | [a] | 20 |
| Kapitalzinssatz | [%] | 1 |
| Betriebskostensteigerung | [%] | 1 |
| Energiepreisteuerung | [%] | 2 |

Strompreise - Naturstrom basic

| | | |
|-----------------|-----------|------|
| Arbeitspreis HT | [CHF/kWh] | 0.22 |
| Arbeitspreis NT | [CHF/kWh] | 0.25 |
| Rückspeisung HT | [CHF/kWh] | 0.05 |
| Rückspeisung NT | [CHF/kWh] | 0.05 |

| | | |
|----------------|--------------|--|
| Arbeitspreis | [CHF/kWh] | |
| Leistungspreis | [CHF/(kW×a)] | |

Kapital- und Unterhaltskosten (exkl. MwSt.)

| Gewerk | Einheit | Menge | Einheitspreis | Investition | Nutzungsdauer | Annuität | Kapitalkosten | Unterhaltskosten |
|--|-------------|--------|---------------|------------------|---------------|----------|----------------|------------------|
| | ... | [-] | [CHF/...] | [CHF] | [a] | [%] | [CHF/a] | [%] |
| Abluft WP mit Abluftverteilung | pro Wohnung | 68 | 7'500 | 510'000 | 20 | 5.5 | 28'262 | 4.0 |
| Bodenheizung inkl. Verteilung | pro Wohnung | 68 | 6'500 | 442'000 | 20 | 5.5 | 24'494 | 0.5 |
| WP, Erdsonden, technischer Speicher, Verteiler | pro Haus | 3 | 120'000* | 360'000 | 20 | 5.5 | 19'950 | 3.0 |
| PV | m² | 1'240* | 350 | 434'000 | 25 | 4.5 | 19'707 | 1.0 |
| Warwasseraufbereitung (je ca. 2'000 l) | pro Haus | 3 | 10'000 | 30'000 | 20 | 5.5 | 1'662 | 0.5 |
| Unvorhergesehenes (10%) | | | | 177'600 | 20 | 5.5 | 9'842 | - |
| Planer (18%) | | | | 351'648 | 20 | 5.5 | 19'487 | - |
| | | | | | | | | - |
| Total | | | | 2'305'248 | | | 123'402 | 37'900 |

Endenergie-verbrauch & -kosten

| Parameter | Grundpreis | Energie | Arbeitspreis | Total |
|----------------------------------|------------|---------|--------------|---------------|
| | [CHF/ML] | [MWh/a] | [CHF/kWh] | [CHF/a] |
| Strom (Heizen, WW & Nutzerstrom) | 9 | 293 | | 108 |
| HT [80%] | | 234 | 0.22 | 51'709 |
| NT [20%] | | 59 | 0.25 | 14'824 |
| PV | 9 | 184 | | 108 |
| Eigenverbrauch (EV) [50%] | | 92 | 0.22 | -20'319 |
| Einspeisung Netz [50%] | | 92 | 0.05 | -4'968 |
| Total | | | | 41'462 |

Mittlere jährliche Kosten

| | jährliche Kosten | Mittelwertfaktor | mittlere jährliche Kosten |
|---------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| | [CHF/a] | [-] | [CHF/a] |
| Kapitalkosten | 123'402 | - | 123'402 |
| Unterhaltskosten | 37'900 | 1.11 | 42'005 |
| Energiekosten | 41'462 | 1.23 | 51'043 |
| Jahreskosten | | | 216'450 |
| Investitionskosten | | | 2'305'248 |

Wirtschaftlichkeit Wärme/Kälte

V3 – Fernwärme & Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Wirtschaftlichkeitsannahmen

| | | |
|--------------------------|-----|----|
| Betrachtungszeitraum | [a] | 20 |
| Kapitalzinssatz | [%] | 1 |
| Betriebskostensteigerung | [%] | 1 |
| Energiepreisteuerung | [%] | 2 |

Strompreise - Naturstrom basic

| | | |
|-----------------|-----------|------|
| Arbeitspreis HT | [CHF/kWh] | 0.22 |
| Arbeitspreis NT | [CHF/kWh] | 0.25 |
| Rückspeisung HT | [CHF/kWh] | 0.05 |
| Rückspeisung NT | [CHF/kWh] | 0.05 |

Fernwärme

| | | |
|------------------|-----------|--------|
| Arbeitspreis | [CHF/kWh] | 0.07 |
| Jahresgrundpreis | [CHF] | 14'148 |

Kapital- und Unterhaltskosten (exkl. MwSt.)

| Gewerk | Einheit | Menge | Einheitspreis | Investition | Nutzungsdauer | Annuität | Kapitalkosten | Unterhaltskosten |
|--|----------------|-------|---------------|------------------|---------------|----------|----------------|------------------|
| | ... | [-] | [CHF/...] | [CHF] | [a] | [%] | [CHF/a] | [%] |
| Wohnungslüftung mit WRG | pro Wohnung | 68 | 10'000 | 680'000 | 20 | 5.5 | 37'682 | 4.0 |
| Bodenheizung inkl. Verteilung | pro Wohnung | 68 | 6'500 | 442'000 | 20 | 5.5 | 24'494 | 1.0 |
| PV | m ² | 1'240 | 350 | 434'000 | 25 | 4.5 | 19'707 | 1.0 |
| Fernwärme Anschluss | | | | | | | | |
| Nahwärmeverbundsleitung | pro Meter | 100 | 1'000 | 100'000 | 30 | 3.9 | 3'875 | 0.5 |
| Übergabestation | pro Haus | 3 | 43'000 | 129'000 | 20 | 5.5 | 7'149 | 3.0 |
| Warwasseraufbereitung (je ca. 2'000 l) | pro Haus | 3 | 10'000 | 30'000 | 20 | 5.5 | 1'662 | 0.5 |
| Unvorhergesehenes (10%) | | | | 181'500 | 20 | 5.5 | 10'058 | - |
| Planer (18%) | | | | 359'370 | 20 | 5.5 | 19'915 | - |
| Total | | | | 2'355'870 | | | 124'541 | 40'480 |

Endenergie-verbrauch & -kosten

| Parameter | Grundpreis | Energie | Arbeitspreis | Total |
|---------------------------|------------|---------|--------------|---------------|
| | [CHF/MT] | [MWh/a] | [CHF/kWh] | [CHF/a] |
| FW (Heizen & WW) | 1'179 | 322 | 0.07 | 35'898 |
| Strom (Nutzerstrom) | 9 | 222 | | 108 |
| HT [80%] | | 177 | 0.22 | 39'158 |
| NT [20%] | | 44 | 0.25 | 11'226 |
| PV | 9 | 184 | | 108 |
| Eigenverbrauch (EV) [50%] | | 92 | 0.22 | -20'319 |
| Einspeisung Netz [50%] | | 92 | 0.05 | -4'968 |
| Total | | | | 61'211 |

Mittlere jährliche Kosten

| | jährliche Kosten | Mittelwertfaktor | mittlere jährliche Kosten |
|---------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| | [CHF/a] | [-] | [CHF/a] |
| Kapitalkosten | 124'541 | - | 124'541 |
| Unterhaltskosten | 40'480 | 1.11 | 44'864 |
| Energiekosten | 61'211 | 1.23 | 75'356 |
| Jahreskosten | | | 244'761 |
| Investitionskosten | | | 2'355'870 |

Wirtschaftlichkeit Wärme/Kälte

V4 – Holzschnitzel & Zentrale ZUL-/ABL-Anlage

Wirtschaftlichkeitsannahmen

| | | |
|--------------------------|-----|----|
| Betrachtungszeitraum | [a] | 20 |
| Kapitalzinssatz | [%] | 1 |
| Betriebskostensteigerung | [%] | 1 |
| Energiepreisteuerung | [%] | 2 |

Strompreise - Naturstrom basic

| | | |
|-----------------|-----------|------|
| Arbeitspreis HT | [CHF/kWh] | 0.22 |
| Arbeitspreis NT | [CHF/kWh] | 0.25 |
| Rückspeisung HT | [CHF/kWh] | 0.05 |
| Rückspeisung NT | [CHF/kWh] | 0.05 |

Holzschnitzel

| | | |
|--------------|-----------|------|
| Arbeitspreis | [CHF/kWh] | 0.08 |
|--------------|-----------|------|

Kapital- und Unterhaltskosten (exkl. MwSt.)

| Gewerk | Einheit | Menge | Einheitspreis | Investition | Nutzungsdauer | Annuität | Kapitalkosten | Unterhaltskosten |
|---|----------------|-------|---------------|------------------|---------------|----------|----------------|------------------|
| | ... | [-] | [CHF/...] | [CHF] | [a] | [%] | [CHF/a] | [%] |
| Wohnungslüftung mit WRG | pro Wohnung | 68 | 10'000 | 680'000 | 20 | 5.5 | 37'682 | 4.0 |
| Bodenheizung inkl. Verteilung | pro Wohnung | 68 | 6'500 | 442'000 | 20 | 5.5 | 24'494 | 1.0 |
| Heizkessel, Lager, technischer Speicher, Verteiler | kW | 250 | 1'400 | 350'000 | 20 | 5.5 | 19'395 | 4.0 |
| Übergabestation | pro Haus | 3 | 30'000 | 90'000 | 20 | 5.5 | 4'987 | 2.0 |
| PV | m ² | 1'000 | 350 | 350'000 | 25 | 4.5 | 15'892 | 1.0 |
| Solarthermie | m ² | 120 | 800 | 96'000 | | | | |
| Nahwärmeverbundsleitung | m | 100 | 1'000 | 100'000 | 30 | 3.9 | 3'875 | 0.5 |
| Warwasser + Solarthermie Kombispeicher (je ca. 8'000 l) | pro Haus | 3 | 20'000 | 60'000 | 20 | 5.5 | 3'325 | 0.5 |
| Unvorhergesehenes (10%) | | | | 216'800 | 20 | 5.5 | 12'014 | - |
| Planer (18%) | | | | 429'264 | 20 | 5.5 | 23'788 | - |
| Total | | | | 2'814'064 | | | 145'453 | 51'720 |

Endenergie-verbrauch & -kosten

| Parameter | Grundpreis | Energie | Arbeitspreis | Total |
|-----------------------------|------------|---------|--------------|---------------|
| | [CHF/MT] | [MWh/a] | [CHF/kWh] | [CHF/a] |
| Holzschnitzel (Heizen & WW) | | 341 | 0.08 | 26'936 |
| Strom (Nutzerstrom) | 9 | 222 | | 108 |
| HT [80%] | | 177 | 0.22 | 39'158 |
| NT [20%] | | 44 | 0.25 | 11'226 |
| PV | 9 | 184 | | 108 |
| Eigenverbrauch (EV) [50%] | | 92 | 0.22 | -20'319 |
| Einspeisung Netz [50%] | | 92 | 0.05 | -4'968 |
| Total | | | | 52'249 |

Mittlere jährliche Kosten

| | jährliche Kosten | Mittelwertfaktor | mittlere jährliche Kosten |
|---------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| | [CHF/a] | [-] | [CHF/a] |
| Kapitalkosten | 145'453 | - | 145'453 |
| Unterhaltskosten | 51'720 | 1.11 | 57'322 |
| Energiekosten | 52'249 | 1.23 | 64'323 |
| Jahreskosten | | | 267'097 |

Investitionskosten

2'814'064 Häfelerhau, Obersiggenthal

Wirtschaftlichkeit Wärme/Kälte

Resultat

Abb. 1: Annuitätskosten

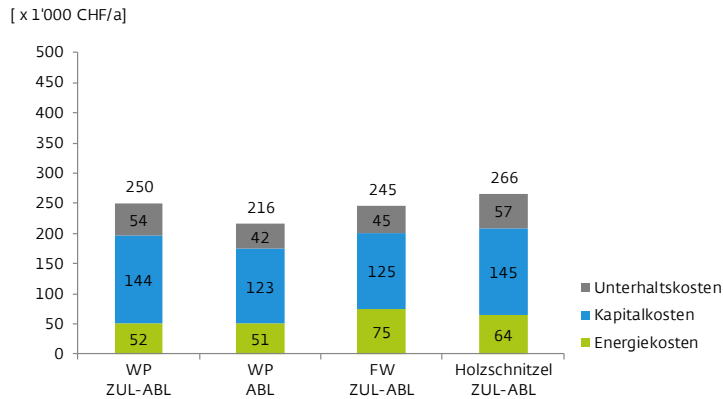
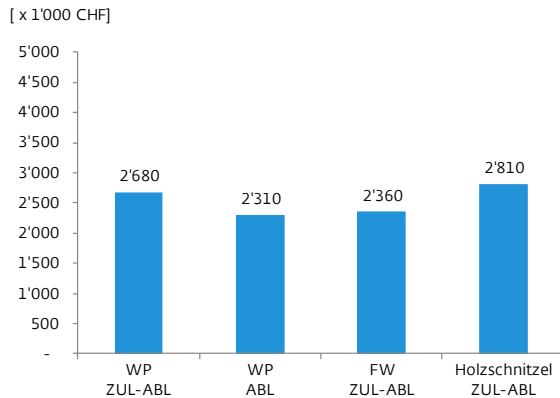


Abb. 2: Investitionskosten



Schlussfolgerungen

Auf Wirtschaftlicher Ebene ist die Variante V2 mit Abluft-Wärmepumpe zu bevorzugen. Zu diesem Ergebnis tragen massgeblich die relativ tiefen Investitionskosten bei.

Annuitätskosten

- Die Kapitalkosten sind ausschlaggebend für die Annuitätskosten
- Die Energiekosten spielen eine untergeordnete Rolle

Investitionskosten

- V2 weist die tiefsten Investitionskosten auf. Dieses ist auf die relativ günstige Abluftanlage und die aktivierte Bodenplatte (es bedarf nur wenigen Erdwärmesonden) zurückzuführen.
- Die Fernwärmelösung V3 weist tiefe Investitionskosten auf. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass die einmaligen Anschlussgebühren stark von der Planung abhängen. Somit sind diese noch nicht in den Rechnungen berücksichtigt.

Einschätzung 2000-Watt Tauglichkeit und Zertifizierungsprozess

| | Planung | | Ausführung | | Betrieb | |
|----------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Zertifizierungen | 1-2 | | 1 | | Alle 4 Jahre | |
| Zu erfüllen / zu erbringen | Quantitativer Nachweis | Qualitative Bewertung ¹ | Quantitativer Nachweis | Qualitative Bewertung | Quantitativer Nachweis | Qualitative Bewertung |
| | | | | | | |
| Geprüft | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Erfüllt | ✗ | - | - | - | - | - |

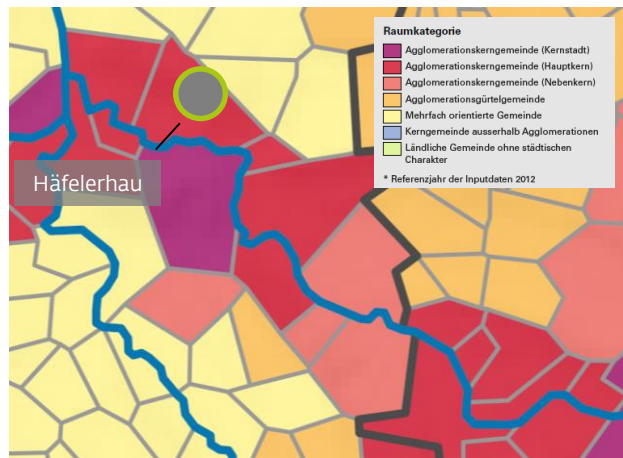


Der Quantitative Nachweis konnte nicht erfüllt werden und eine Zertifizierung nach 2'000-Watt ist somit nicht möglich.

¹ Siehe Anhang für vollständige Details

Mobilität kritisch für Zertifizierung nach SNBS

Abb. 1: Raumkategorie nach BFS



Quelle: www.bfs.admin.ch

1

Das Areal Häfelerhau befindet sich in der Zone «Agglomerationskerngemeinde (Hauptkern)» und wird somit in der SNBS Betrachtung als «Städte und Agglomeration» eingestuft.

Abb. 2: Punktevergabe Mobilitätskonzept

| MESSGRÖSSEN | Punkte | Punktevergabe | | |
|--------------------------------------|--------|---|----------------------------------|-----------------------------|
| | | Städte und Agglomeration | Zentrum ausserhalb Agglomeration | Land |
| 1. Angebot Autoparkplätze | 2 | Anzahl PP/Whg ≤ 0.8 | Anzahl PP/Whg ≤ 0.9 | Anzahl PP/Whg ≤ 1 |
| | 1 | Anzahl PP/Whg > 0.8 bis 1 | Anzahl PP/Whg > 0.9 bis 1 | Anzahl PP/Whg > 1 bis 1.5 |
| | 0 | Anzahl PP/Whg > 1 | Anzahl PP/Whg > 1 | Anzahl PP/Whg > 1.5 |
| 2. Angebot Veloabstellplätze | 2 | Norm (Anzahl Veloabstellplätze) + Nutzerfreundlichkeit | | |
| | 1 | Nur Norm (Anzahl Veloabstellplätze) oder nur Nutzerfreundlichkeit | | |
| | 0 | Weniger als Norm und keine Nutzerfreundlichkeit | | |
| 3. Anreize zur MIV-Reduktion (Fz*km) | 2 | Management + CarSharing + weitere (Massnahmenpaket) | | |
| | 1 | Management oder CarSharing oder weitere (einzelne Massnahmen) | | |
| | 0 | Keine Massnahmen | | |

Quelle: Auszug SNBS

3

Hinsichtlich Angebot Autoparkplätze weder in der jetzigen Konfiguration 0 Punkte erreicht. Folglich müssten volle Punktzahl (je 2 Punkte) in den Kategorien Angebot Velostellplätze und Anreize zur MIV-Reduktion erreicht werden.

4

Die Zertifizierung nach SNBS wird schwierig da die volle Punktzahl in den Kategorien Angebot Velostellplätze und Anreize zur MIV-Reduktion nur mit einer sehr hoher Kompromissbereitschaft zu erreichen ist.

Abb. 1: Anforderungen Minergie – Wohnen Neubau



Minergie



Minergie-P



Minergie-A

| | | Minergie | Minergie-P | Minergie-A |
|-------------------|--|--|--|---|
| Gebäudehülle | Heizwärmebedarf Zusatzanforderung 1 | $\leq 100\% Q_{h,li}$ | $\leq 70\% Q_{h,li}$ | $\leq 100\% Q_{h,li}$ |
| | Luftdichtheit der Gebäudehülle | $q_{a,50} \leq 1,2 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ Konzept | $q_{a,50} \leq 0,8 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ Messung | $q_{a,50} \leq 0,8 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ Messung |
| | Sommerlicher Wärmeschutz | Nachweis erforderlich | | |
| | Zusatz Gesetz | MuKEn 2014 ($P_{h,li}$) | | |
| Haustechnik | Aussenluftzufuhr | kontrollierte Lüfterneuerung | | |
| | Energiekennzahl Wärme Zusatzanforderung 2 | $E_{hwk} \leq 35 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | | |
| | Warmwasser | Effizienzmassnahmen anrechenbar, Nachweis SIA 385 | | |
| Minergie Kennzahl | Minergie Kennzahl | $\leq 55 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $\leq 50 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ | $\leq 35 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ $\leq 0 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ |
| | Strombedarf Beleuchtung | Effizienzmassnahmen anrechenbar | | |
| | Strombedarf Geräte | | | |
| | Strombedarf allg. Gebäudetechnik | Aufzug und Heizbänder im Freien | | |
| | Strom-Eigenproduktion | $> 10 \text{ W/m}^2$ anrechenbar (+40% Netzeinspeisung) | | |
| Monitoring | EBF $> 2000 \text{ m}^2$ | EBF $> 2000 \text{ m}^2$ | Pflicht | |

Minergie

Der Minergie Standard ist zu erreichen.

→ Der Zertifizierung nach Minergie steht nichts im Weg

Minergie P

Aufgrund der relativ hohen Gebäudehüllzahl und der geringen zu erwartenden solaren Gewinne (Ausrichtung Gebäude und Loggien) wird es schwierig werden den geforderten Heizwärmebedarf ($\leq 70 Q_{h,li}$) einzuhalten

→ Minergie-P ist nur schwer umsetzbar

Minergie A

Bei der Zertifizierung nach Minergie-A muss besonderen Wert auf die PV-Produktion gelegt werden.

→ Für eine Zertifizierung nach Minergie-A müsste eine vertiefte Betrachtung des Solarertrags gemacht werden

Schlussfolgerung

LC empfiehlt

Label

Angesichts der vorliegenden Randbedingungen kommen als Label der Minergie-Standard und allenfalls der Minergie-A-Standard in Frage. Zusätzlich kann der Minergie-ECO-Zusatz für ökologisches Bauen gewählt werden.

Eine Zertifizierung nach 2'000-Watt und SNBS hingegen sind nach dem jetzigen Projektstand nicht resp. mit sehr hohem Aufwand zu erreichen.

Erzeugung

Als Erzeugungsanlage eignen sich die Wärmepumpenlösung mit Geothermie, die Abluft Wärmepumpe sowie die Fernwärmelösung gut.

Die Fernwärme ist insofern zu bevorzugen, dass:

- Geringe Technikflächen werden beansprucht
- Versorgungssicherheit obliegt dem Fernwärmeanbieter
- Wartungsaufwand ist minimal
- Geringe Treibhausgasemissionen, Primärenergie sowie Primärenergie nicht erneuerbar sind zu verzeichnen

Aufgepasst: Die Anschlussgebühren müssen mit dem Betreiber vereinbart werden

Anhang

Anhang

2'000-Watt - Quantitativer Nachweis

Abb. 1: CO_{2eq} in kg/m^2

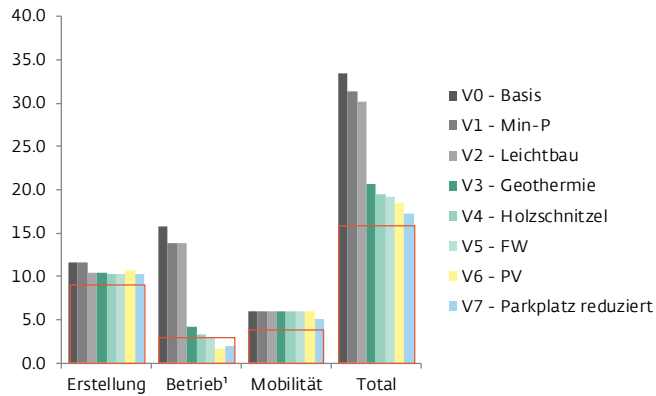


Abb. 2: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar in kWh/m^2

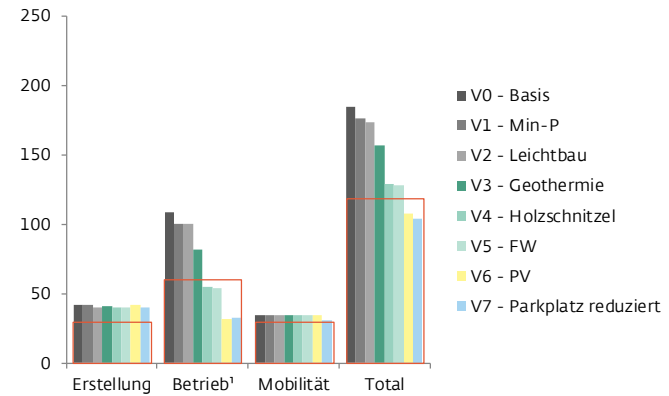


Abb. 3: Primärenergiebedarf gesamt in kWh/m^2

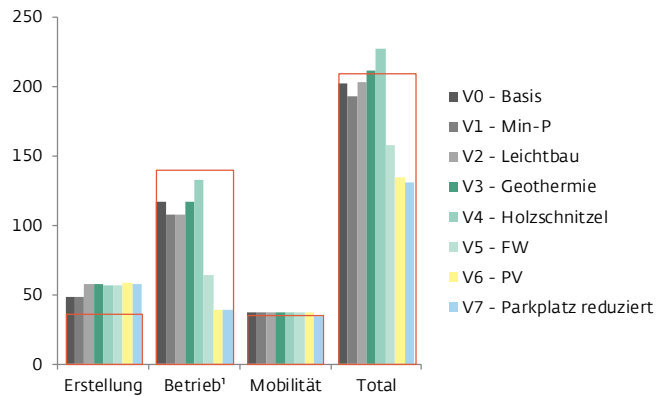
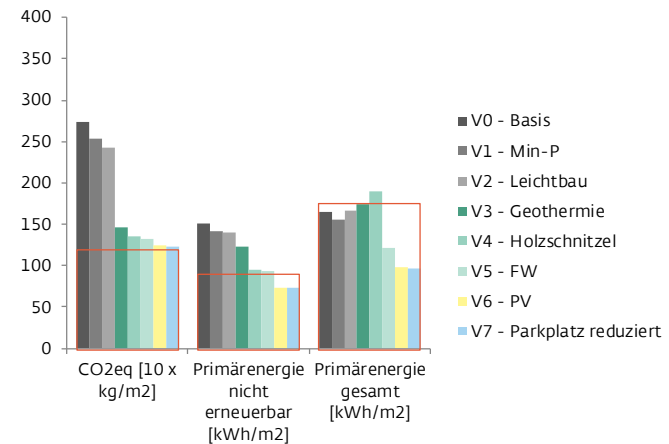


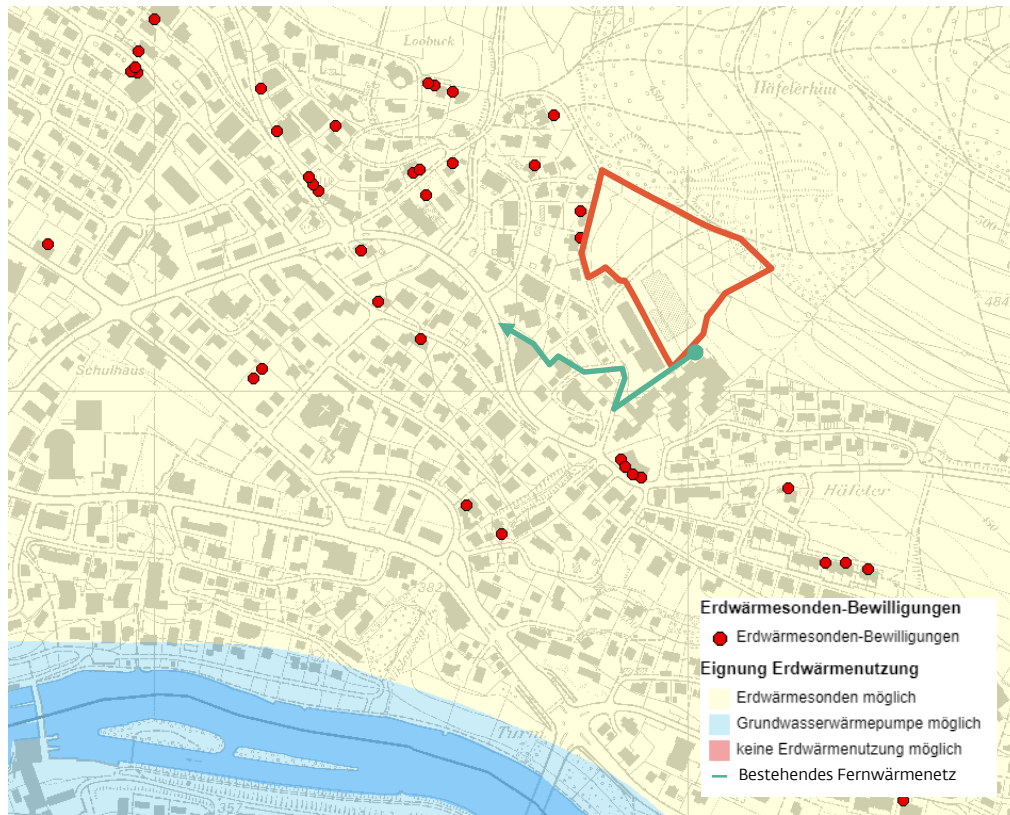
Abb. 4: Zusatzanforderung



Anhang

Energieträger

Abb. 1: Geothermische Nutzung



Quelle: Onlinekarten des Kantons Aargau, 04.06.18

