

# Gwärfihölzli Energiekonzept

2. September 2022

**EK Energiekonzepte AG**

Tobias Fischer & Markus Widmer  
[www.energiekonzepte.ch](http://www.energiekonzepte.ch)



Energiekonzepte AG

# Energiekonzept

## Version

- 24.8.2022: Erstversion (1. OG Haus A mit Wohnen)
- 26.8.2022: Detailkorrekturen Lüftungskonzepte (1. OG Haus A mit Wohnen) und Ergänzungen PV-Konzept

# Energiekonzept

## Ziele

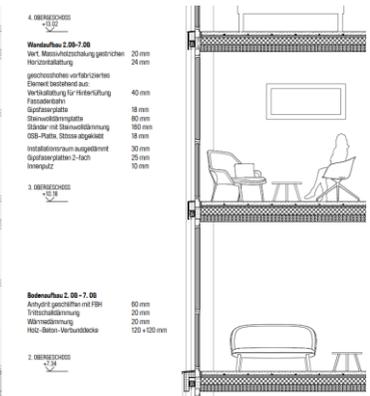
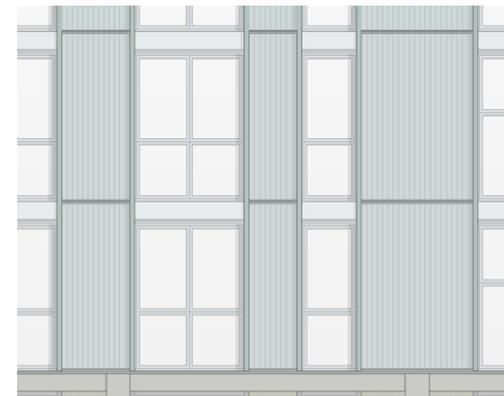
- Abschätzung des Strom- und Heizwärmebedarfs der Objekte (1. Etappe) auf Basis flächenspezifischer Kennwerte und Grenzwerte
- Auslegung einer PV-Anlage für die erste Etappe, Beurteilung des Jahresdeckungsgrads (Plusenergie-Erfüllung)
- Skizzieren von Lüftungsvarianten
- Abschätzung der für die erste Etappe benötigten und der nutzbaren Heizleistung aus der bereits bestehenden thermischen Grundwassernutzung
- Auslegung der benötigten Haustechnikflächen

# Energiekonzept

## Grundlagen Richtprojekt

Gemäss der Wettbewerbsabgabe basiert das Projekt (Etappe 1) auf kompakten Gebäudekörpern mit acht Geschossen und einer weitgehend in Holz und Holz-Beton (Decken) konstruierten Gebäudestruktur.

Durch den ausgewogenen Fensteranteil, den hohen Dämmstandard und die Grundwasser-Wärmepumpe ergibt sich ein hocheffizienter Betrieb der Gebäude. Die Grundwasserfassung ist bereits erstellt.



# Energiekonzept

# Energiekonzept

## Bedarf



Energiekonzepte AG

### Energie- und Leistungsabschätzung

#### Objektdaten

Standort	Gwärfihölzli, 8302 Kloten
Adresse	Bassersdorferstrasse 119
Hauptnutzung	Wohnen MFH
Bauweise (Speicherfähigkeit)	mittel
Wärmespeicherfähigkeit	80 Wh/m <sup>2</sup> K
GF Total	11'546 m <sup>2</sup>

#### Klimadaten

Klimastation	Zürich-MeteoSchweiz
Höhe ü. Meer Standort	556 m
Höhe ü. Meer Klimastat.	556 m
Jahresmitteltemperatur	9.4 °C
Auslegungstemperatur	-8 °C

#### Wasserbedarf

Warmwasser	10'940 l/d
Wasserbedarf	34'811 l/d

#### Energiebedarf (Endenergie)

Heizwärme	283'177 kWh/a
Warmwasser	277'245 kWh/a
Kälte	96'151 kWh/a

#### Elektrizitätsbedarf

Lüftung	19'677 kWh/a
Beleuchtung	77'952 kWh/a
Geräte	138'203 kWh/a
Total	235'832 kWh/a

#### Photovoltaikanlage

Inst. PV Leistung	188 kW
Jahresertrag	173'333 kWh/a
Eigenverbrauchsanteil	66%

#### Lüftung

Zuluftvolumenstrom	11'304 m <sup>3</sup> /h
--------------------	--------------------------

#### Leistungsbedarf

Heizleistung	211 kW
Warmwasserzuschlag	0 kW
Kälteleistung	131 kW

#### Elektrizitätsleistungsbedarf

Lüftung	3.7 kW
Beleuchtung	39.6 kW
Geräte	76.7 kW
Total	120.1 kW

#### spez. Kenngrößen

Personenfläche	26 m <sup>2</sup> /P
Heizwärmebedarf	22.3 kWh/m <sup>2</sup>
Heizleistung	17.5 W/m <sup>2</sup>
Kältebedarf	8.9 kWh/m <sup>2</sup>
Kälteleistung	13.3 W/m <sup>2</sup>

# Energiekonzept

## Wärmebedarf

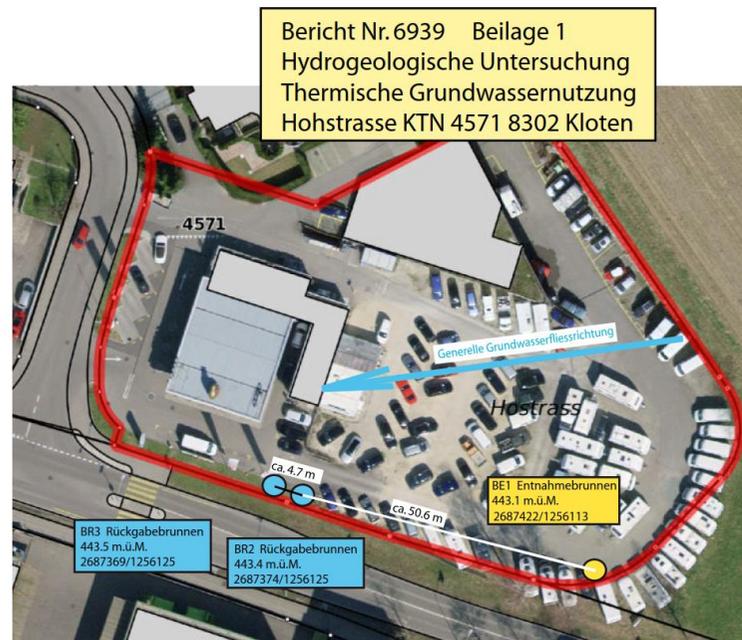
Folgende Kennwerte gelten für die Etappe 1:

- Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser: 560'000 kWh/a
- Heizleistungsbedarf ca. 211 kW

# Energiekonzept

## Grundwasserdeckung

- Der Grundwasserbrunnen liefert gemäss Pumpversuchen und Bericht von Huber vom 06.12.2021 bei 3.5°C Spreizung und 800 l/min maximal 275 kW Heizleistung (bei einem COP von 5).



- Die Wärmeentzugsleistung von 220 kW aus dem Grundwasser reicht für die erste Etappe aus. Für die zweite Etappe sind detailliertere Abklärungen nötig. Es ist anzumerken, dass die aktuellen Kennwerte noch mit grossen Unsicherheiten behaftet sind.
- Falls die zweite Etappe nicht über den bereits bestehenden Grundwasserbrunnen abgedeckt werden kann, könnten quer zur Grundwasserströmung ein weiterer Brunnen / Rückgabeschacht geprüft werden, oder eine Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Ergänzung eingesetzt werden.

# Energiekonzept

## PV-Konzept

Folgende Kennwerte gelten für die Etappe 1:

- Strombedarf für Heizung, Warmwasser und Klimakälte: 137'700 kWh/a

	Wärme/Kälte kWh/a	JAZ/EER	Strom kWh/a
Heizwärme	283'177	6.20	45'674
Warmwasser	277'245	3.30	84'014
Klimakälte	96'151	12.00	8'013
Gesamt			137'700

- Strombedarf für Geräte, Beleuchtung und Lüftung: 392'000 kWh/a

	kWh/a
Geräte	252'962
Beleuchtung	88'852
Lüftung	50'038
Gesamt	391'853

- Jahresertrag der PV-Anlagen
  - Dachflächen: 171'000 kWh/a bei 188 kWp (470 Module à 2 m<sup>2</sup> mit je 400 Wp)
  - Süd-, Ost- und Westfassade Haus Süd: 53'400 kWh/a bei 78 kWp (160 Module à 2 m<sup>2</sup> mit je 400 Wp und 120 Module à 1.3 m<sup>2</sup> mit je 220 Wp)

# Energiekonzept

## PV-Konzept

- Ein hoher Eigenverbrauchsanteil ist für die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage wichtig:
  - Die Überbauung wird mit allen Prozessen ca. 530'000 kWh/a Strom verbrauchen.
  - Bei total 170'000-220'000 kWh/a PV-Produktion kann mit ca. 2/3 Eigenverbrauchsanteil gerechnet werden.
  - Der Jahresdeckungsgrad liegt bei ca. 32% (nur Dächer) resp. 42% (Dächer und Fassaden).
- Im Idealfall können alle Objekte an denselben Netzanschlusspunkt gehängt werden und eine ZEV gebildet werden. Dies erhöht den Eigenverbrauch und letztlich die Wirtschaftlichkeit.

# Energiekonzept

## Flächenbedarf Haustechnik

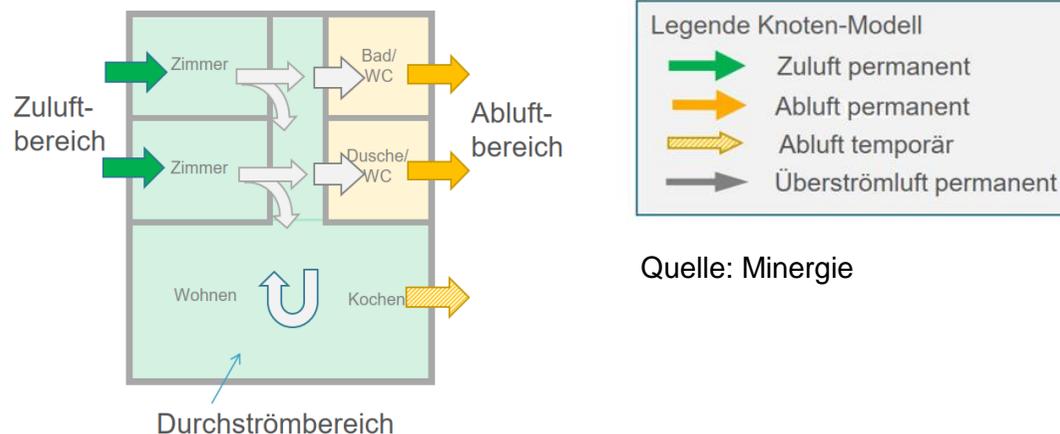
- Für die Wärmeerzeugung werden bei 211 kW für die erste Etappe ca. 60 m<sup>2</sup> Raumfläche bei 3 m Raumhöhe benötigt.
- Für eine allfällige Komfortlüftung sind je nach Konzept bei rund 6'000 m<sup>3</sup>/h Luftmenge pro Haus folgende Raumdimensionen nötig:
  - Nur Abluftanlage (z.B. bei Aussenluftdurchlässen): 40 m<sup>2</sup> bei 2.8 m lichter Raumhöhe
  - Zu- und Abluftanlage: 80 m<sup>2</sup> bei 3.2 m lichter Raumhöhe

# Energiekonzept

## Lüftungsvarianten

- Grundprinzip Nr. 1a: Kaskade mit kanalgeführter Zuluft. Frische Luft wird in den Zimmern eingebracht, die verbrauchte Luft in Bädern/WC und Küche abgezogen. Die Luft strömt von den Zimmern in die Abluftbereiche via Durchströmbereich. Studien haben gezeigt, dass die Luftmischung innerhalb des Durchströmbereichs gut ist.

### Prinzip Kaskade



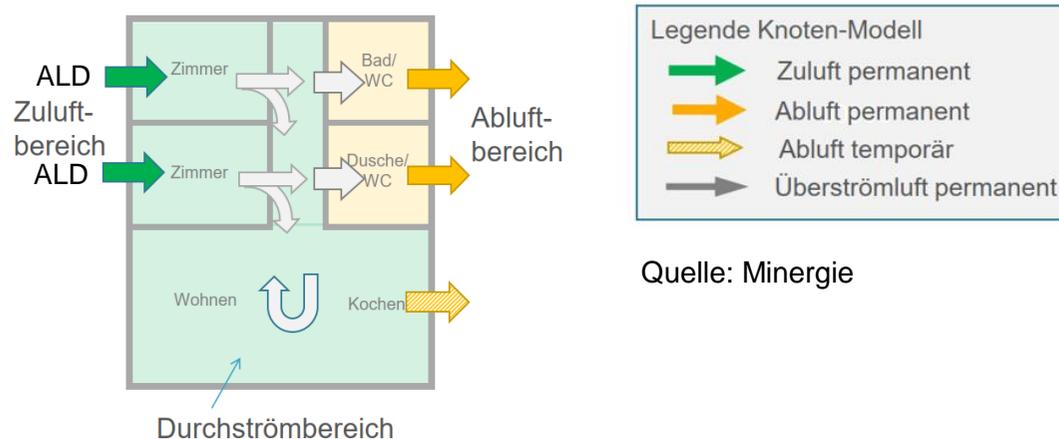
- Zuluft und Abluft können durch Geräte pro Wohnung, pro Geschoss oder zentrale Monoblocks bereit gestellt werden (Wärmerückgewinnung).
- Vorteile: Keine Geräusche direkt im Raum. Gute Wärmerückgewinnung. Sehr gute Luftqualität, CO<sub>2</sub>-/Feuchte-Regelung möglich. Wartung zentral möglich.
- Nachteile: Zuluft muss durch Kanäle in alle Zimmer geführt werden. Es sind Steigzonen für Zu- und Abluft und Technikflächen für die Geräte nötig.

# Energiekonzept

## Lüftungsvarianten

- Grundprinzip Nr. 1b: Kaskade mit Aussenluftdurchlässen. Nur Abluftführung mit Kanälen, die Zuluft strömt direkt über die Fassade in den Raum.

### Prinzip Kaskade



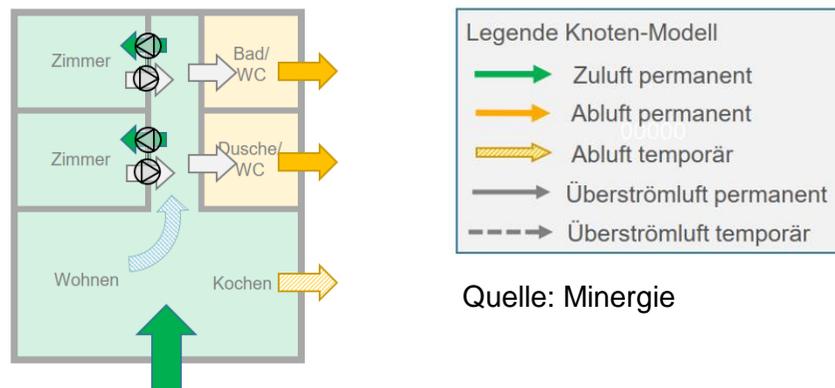
- Bei einer Betriebszeit über 500 h/a ist eine zentrale Wärmerückgewinnung notwendig. Lösungen mit Aussenluftdurchlässen können die Abwärme in der Abluft nutzen, um z.B. Warmwasser aufzubereiten. Das ist aber technisch nicht ganz so effizient, wie die Abwärme direkt auf die Zuluft zu übertragen. Alternativ kann die Abluft nur über Zeitschaltuhren oder Lichttaster auf unter 500 h/a begrenzt werden. Dann kann auf die Wärmerückgewinnung verzichtet werden, aber die Luftqualität und Effizienz sind reduziert.
- Vorteile: Kein Zuluftkanalnetz, weniger Technikfläche und Steigzonen.
- Nachteile: Reduzierter Schutz gegen Aussenlärm, anspruchsvolle Auslegung. Reduzierte Luftqualität und/oder Effizienz, Wartung raumweise aufwändig (Filterwechsel).

# Energiekonzept

## Lüftungsvarianten

- Grundprinzip Nr. 2: Verbundlüftung. Nur eine zentrale Zuluft einbringung und aktive (ventilatorgestützte) Überströmer bei den Zimmertüren.

### Prinzip Verbund



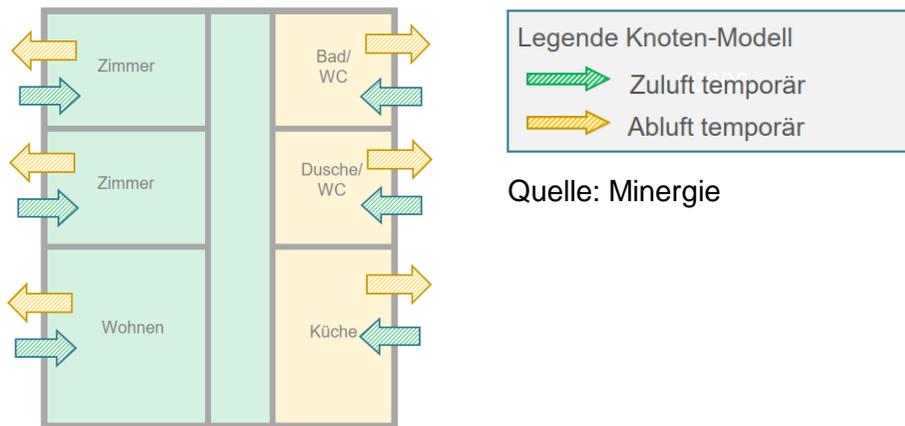
- Zuluft und Abluft können durch Geräte pro Wohnung, pro Geschoss oder zentrale Monoblocks bereit gestellt werden (Wärmerückgewinnung).
- Vorteile: Weniger Kanäle nötig innerhalb der Wohnung. Auch abgelegene Räume können effizient belüftet werden. Wartung zentral möglich. Schallschutz mind. gleich gut wie geschlossene Türe.
- Nachteile: Geräusche durch aktive Überströmer.

# Energiekonzept

## Lüftungsvarianten

- Grundprinzip Nr. 3: Einzelraumlüftung. Raumweise Lüftungsgeräte in den Fassaden.

### Prinzip Einzelraum



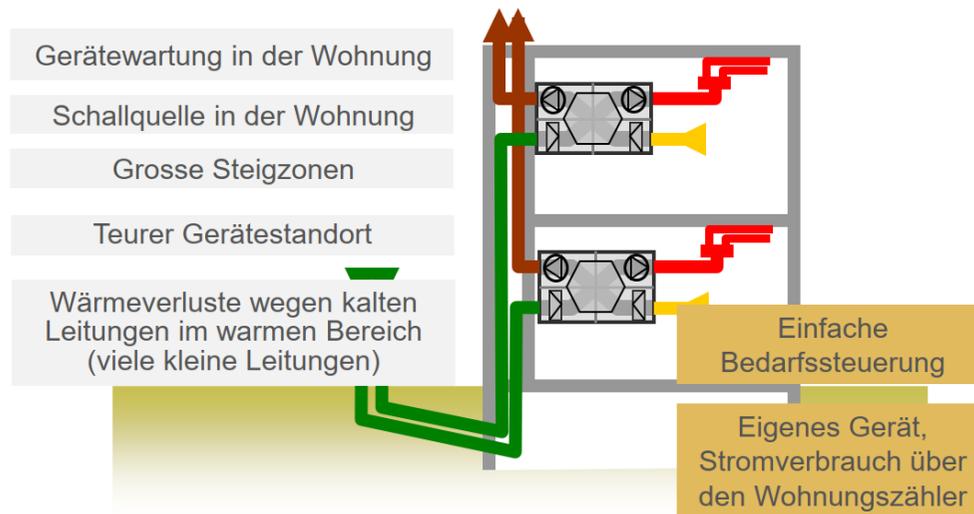
- Zuluft und Abluft werden durch dezentrale, raumweise Geräte mit Wärmerückgewinnung erbracht.
- Vorteile: Keine Kanäle, Steigzonen und Technikflächen für die Lüftung nötig, gezielte CO<sub>2</sub>-/Feuchte-Regelung möglich, wenig Strombedarf für die Luftförderung.
- Nachteile: Geräuschquelle in jedem Raum, reduzierter Schutz gegen Aussenlärm, Wartung raumweise in der Wohnung sehr aufwändig. Bei Kombination mit Abluft in Nasszellen bauphysikalisch schwierig.

# Energiekonzept

## Lüftungsvarianten

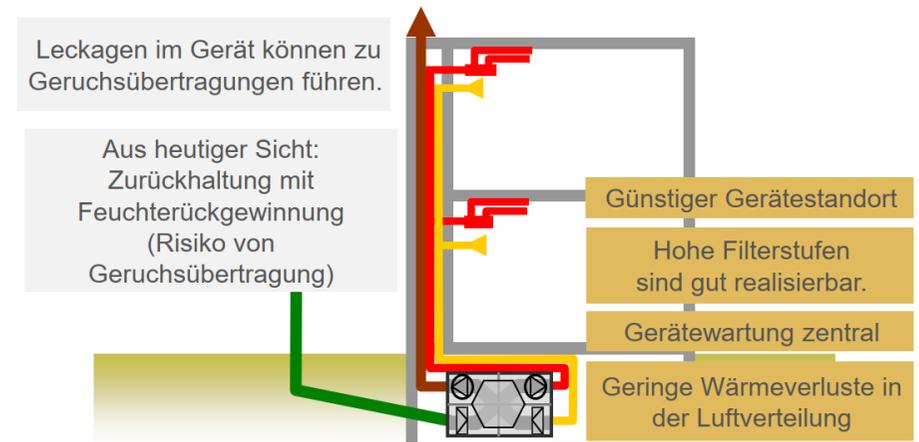
- Dezentrale Lüftungsanlagen (pro Wohnung oder Geschoss) vs. zentrale Anlage

### Einzelwohnungsanlagen:



Quelle: Minergie

### Mehrwohnungsanlagen:



- Bei Neubauten ist bei zentralen Anlagen eine Steuerung pro Nutzungseinheit vorzusehen (Luftmengenregelung).

# Energiekonzept

## Lüftungsvarianten

- Einzelraumlüftungsgeräte (Grundprinzip Nr. 3) sowie Aussenluftdurchlässe (Grundprinzip Nr. 1b) können wir aus Gründen des Schutzes vor Aussenlärm zumindest für die Fassaden gegen die Bassersdorferstrasse nicht empfehlen. Im Schlafbereich sind zudem auch leise Geräte nachts störend. Zudem sind die Filterwechsel in jedem Raum durchzuführen.
- Aufgrund der Holzverbunddecken sind keine Kanaleinlagen möglich. Die gewählte Lüftungsvariante muss in kleinen Bereichen mit abgehängten Decken (z.B. Nasszellen) oder mit kurzen, direkten Erschliessungen ohne horizontale Kanäle auskommen.
- Der geringere Bedarf für Kanäle und Technikflächen spricht für Nr. 2, der leisere Betrieb für Nr. 1a. Beide Lösungen kommen weitgehend ohne horizontale Kanäle aus (siehe folgende Folien).
- Im südlichen Gebäude fehlen teils noch Steigzonen für die Lüftungserschliessung.

# Energiekonzept

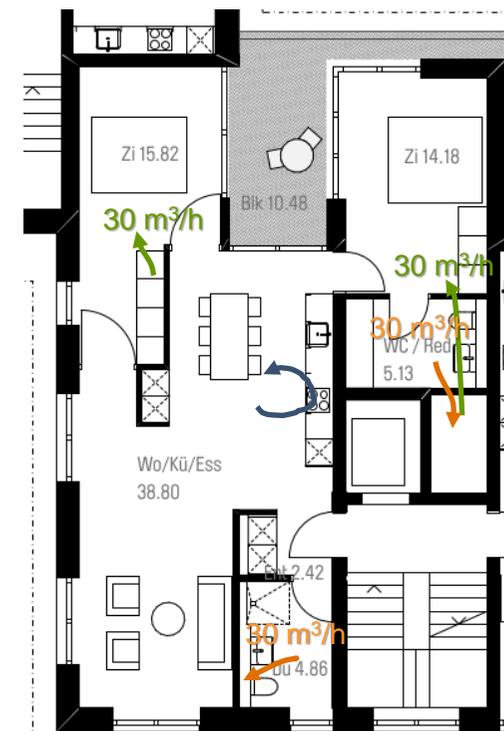
## Überlegungen zur Kaskadenlüftung (Grundprinzip Nr. 1a)

- Eine **Kaskadenlüftung** mit kanalgeführter Zuluft (Grundprinzip Nr. 1a) kann in Kombination mit einer Umluft-Dunstabzugshaube in der Küche (kein permanenter Betrieb) umgesetzt werden.
- Bei den 2.5 Zi Whg mit zwei Bädern funktioniert eine Kaskade mit  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  wegen hoher Abluftmenge nicht. Bei den 1.5 Zi Whg ist eine Kaskade ohnehin nicht möglich/nötig.
- Die Abluft im unteren Bad und die Zuluft ins obere Zimmer erfolgen über separate Steigzonen, da eine horizontale Erschliessung aus der / in die grosse Steigzone nicht möglich ist (Holzverbunddecken).

2.5 Zi Wohnung



3.5 Zi Wohnung





# Energiekonzept

## Fazit

- Die Heizleistung der 1. Etappe von rund 211 kW kann über den bestehenden Grundwasserbrunnen voraussichtlich gedeckt werden. Der Grundwasserbrunnen liefert Kälte und Wärme bei sehr hoher Effizienz.
- Ob die 2. Etappe mitversorgt werden kann, ist aufgrund der aktuellen «Flughöhe» noch nicht definitiv feststellbar. Sobald berechnete Energienachweise der Objekte vorliegen, kann dazu eine fundierte Aussage gemacht werden. Falls die bestehende Grundwasserfassung für die zweite Etappe nicht ausreicht, könnte quer zur Grundwasserflussrichtung eine zweite Fassung/Rückgabe geprüft werden. Des Weiteren wäre eine Luft-Wasser-Wärmepumpe imstande die Leistung abzudecken, dies würde nur wenige Stunden pro Jahr betreffen.
- Die PV-Anlagen auf den Dächern der 1. Etappe sind, mit einem Eigenverbrauchsanteil von ca. 66%, eine lohnenswerte Investition. Der hohe Eigenverbrauchsanteil setzt aber eine ZEV der Objekte in der 1. Etappe voraus. Die Belegung der Dachflächen liefert in der Jahresbilanz rund 32% des benötigten Stroms. Werden zusätzlich die Süd-, Ost- und Westfassaden (2.-7. OG) des südlichen Gebäudes belegt, können 42% erzeugt werden. Ein Nullenergiekonzept (Jahresbilanz) ist somit auch mit Fassadenanlagen nicht erreichbar.
- Für die Wärmeerzeugung sind ca. 60 m<sup>2</sup> Raumfläche bei 3 m Raumhöhe nötig. Für eine Komfortlüftung sind je nach Konzept pro Haus 40 m<sup>2</sup> bei 2.8 m lichter Raumhöhe (nur Abluftanlage mit z.B. bei Aussenluftdurchlässen) bis 80 m<sup>2</sup> bei 3.2 m lichter Raumhöhe (Zu- und Abluftanlage) notwendig.
- Aufgrund der Lärmbelastung des Standorts und der vielen kleinen Wohnungen empfehlen sich je nach Wohnungskonzept Kaskaden- oder Verbundlüftungssysteme, falls eine Komfortlüftung eingesetzt wird.

# Anhänge

# Photovoltaik

## Gründach und PV

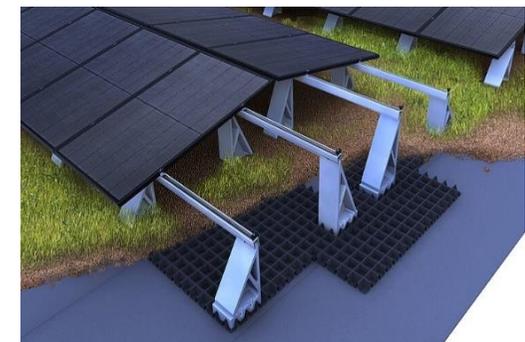
- Biodiversität und erneuerbare Energieproduktion werden durch begrünte Flachdächer mit speziell aufgeständerten PV-Modulen kombiniert, sodass der Unterhalt im Rahmen bleibt und ökologisch wertvolle Standorte entstehen.
- Ein begrüntes Dach sorgt auch für eine wesentlich niedrigere Umgebungstemperatur. Die PV-Module heizen sich weniger auf und der Ertrag steigt.
- Das Substrat kann z.B. aus Recycling-Ziegelbruch-Gemisch oder Kies-Kompost-Gemisch bestehen. Auf den grösseren freien Dachflächen kann ein Substrat mit höherem Anteil von organischen Komponenten aufgetragen werden.
- Es empfiehlt sich auch auf heimisches Saat- und Pflanzengut aus der Umgebung zurückzugreifen, oder gleich das Wiesenkopierverfahren anzuwenden.
- Die Aufbauhöhe beträgt je nach Unterkonstruktion 40-80 cm, was die Wartung und die Bewilligungsfähigkeit beeinflusst.



Begrüntes Dach mit 40 bis 80 cm Aufbauhöhe (tiefste vs. höchste Stelle), System „Contec greenlight“



Begrüntes Dach mit 18 bis 40 cm Aufbauhöhe (tiefste vs. höchste Stelle), System „Sunballast Ballast ECKE 10“

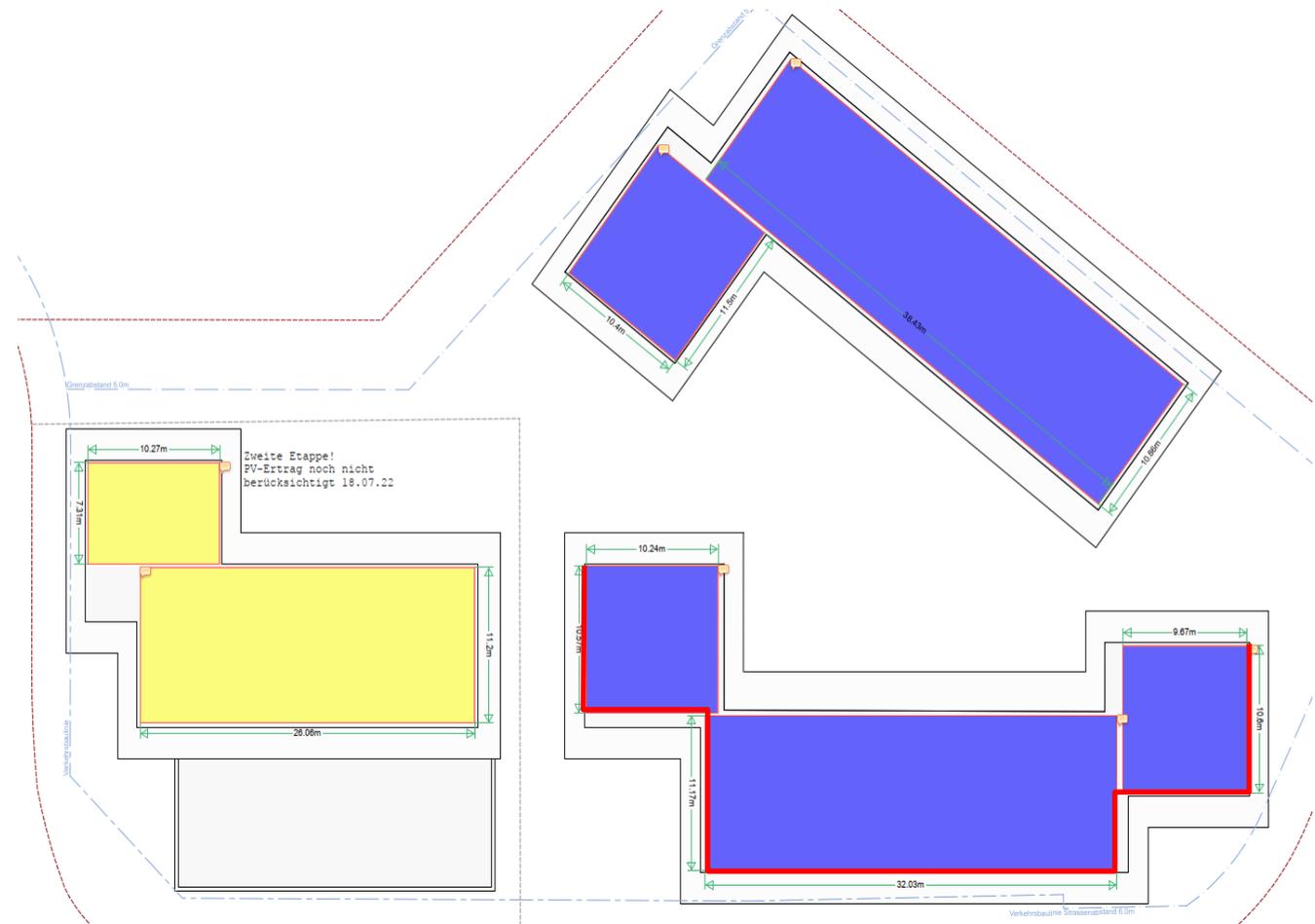


Ansicht: Verankerung und Aufständigung des PV-Moduls im Substrat ohne Dachhautdurchdringung

# Photovoltaik

## Produktion

- Dach 1. O-W Ausrichtung  $10^\circ$   
Dach 2. S Ausrichtung  $15^\circ$
- Dachfläche für PV-Anlage:  
ca.  $940 \text{ m}^2$   
ca.  $188 \text{ kWp}$   
Ertrag ca.  $171'333 \text{ kWh/a}$
- Berücksichtigte Fassaden:  
Rot markiert  
ca.  $640 \text{ m}^2$   
ca.  $90 \text{ kWp}$   
Ertrag ca.  $53'000 \text{ kWh/a}$



# Grundwasserbrunnen

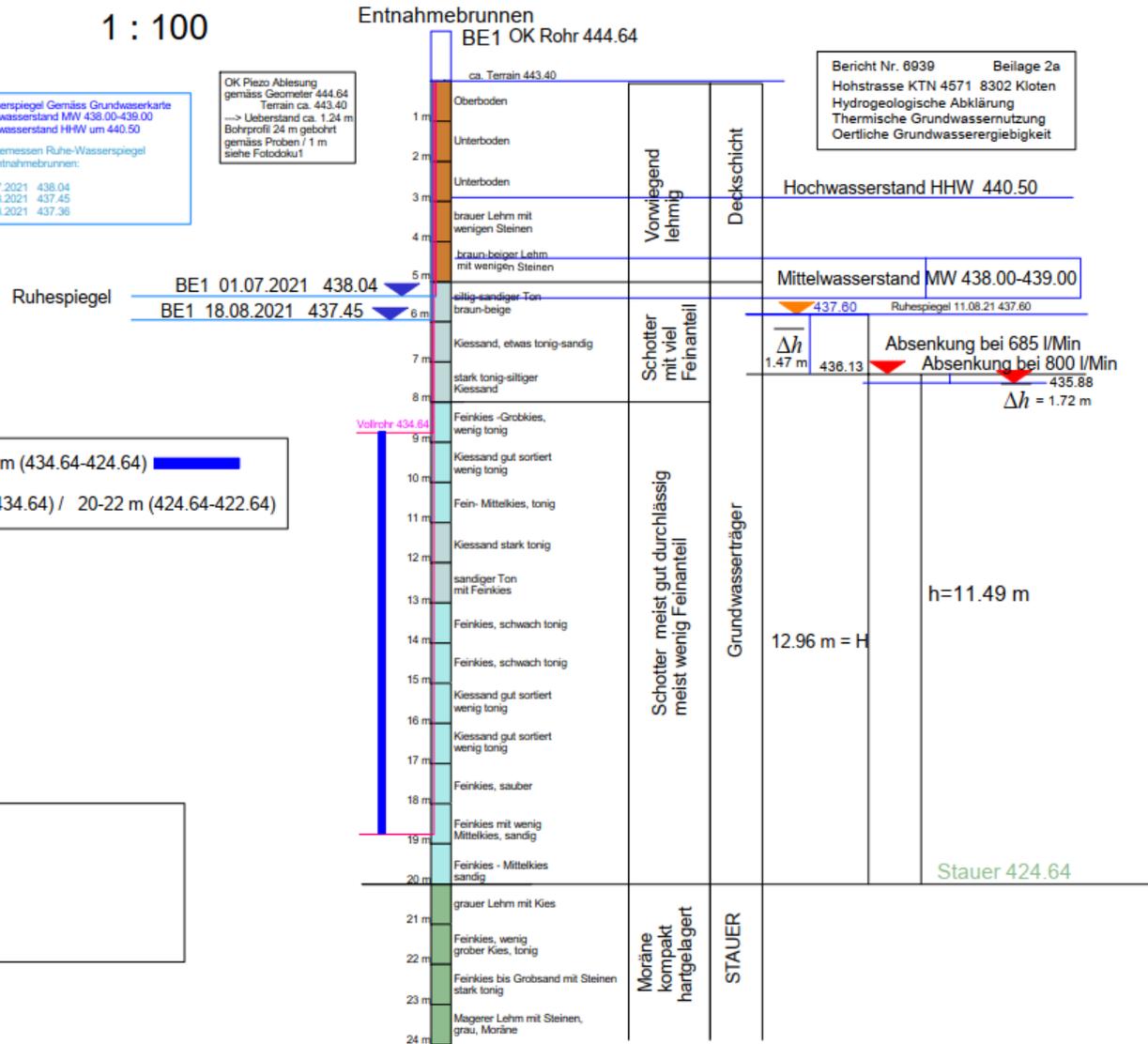
## Darlegung

1 : 100

Wasserspiegel Gemäss Grundwasserkarte  
Mittelwasserstand MW 438.00-439.00  
Hochwasserstand HHW um 440.50  
Die gemessenen Ruhe-Wasserspiegel  
im Entnahmebrunnen:  
01.07.2021 438.04  
18.08.2021 437.45  
22.08.2021 437.36

OK Piezo Ablesung  
gemäss Geometer 444.64  
Terrain ca. 443.40  
-> Ueberstand ca. 1.24 m  
Bohrprofil 24 m gebohrt  
gemäss Proben / 1 m  
siehe Fotodoku 1

Bericht Nr. 6939 Beilage 2a  
Hohstrasse KTN 4571 8302 Kloten  
Hydrogeologische Abklärung  
Thermische Grundwasserernutzung  
Oertliche Grundwasserergiebigkeit



Schlitzrohr 10-20 m (434.64-424.64) ██████████  
Vollrohr 0-10 m (434.64) / 20-22 m (424.64-422.64)

B1 Faustregel:  $k \approx \frac{Q}{H \cdot \Delta h} \approx 6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$   
Versuch 685 l/Min  
B1 Faustregel:  $k \approx \frac{Q}{H \cdot \Delta h} \approx 6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$   
Versuch 800 l/Min

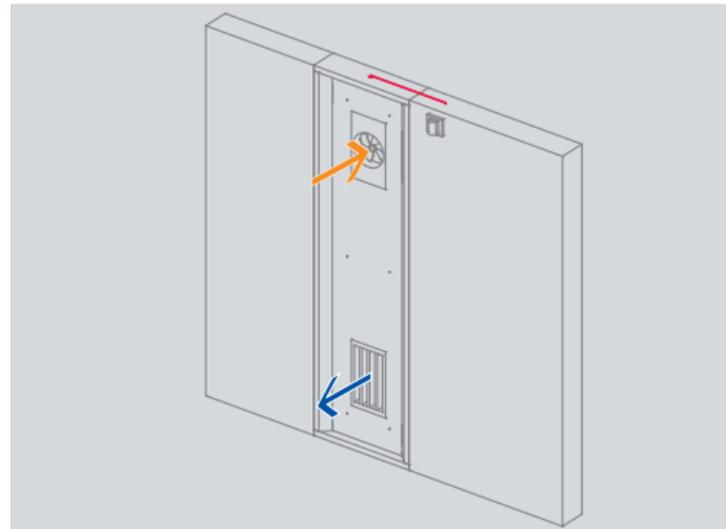
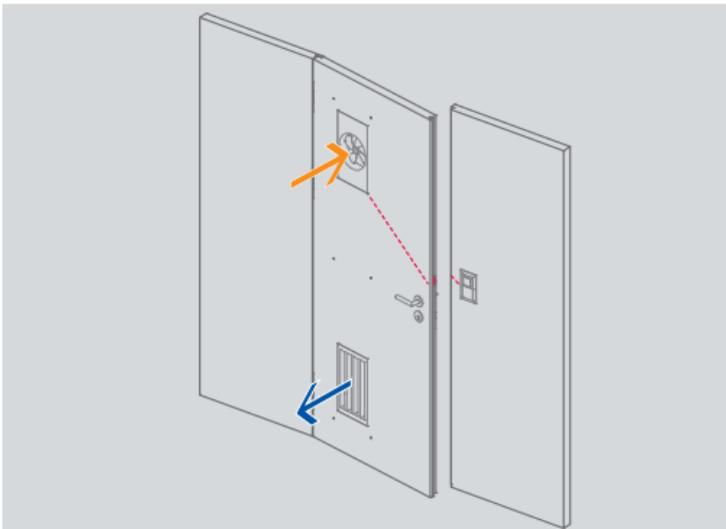
Schlamm sack 2 m

# Verbundlüftung

Verbundlüfter von Erich Keller



Lüftung durch Türen und Wände



Quelle: Erich Keller, [https://erichkeller.com/document/Verbundluefter\\_de\\_Erich-Keller-AG.pdf](https://erichkeller.com/document/Verbundluefter_de_Erich-Keller-AG.pdf)