

ERSTEINSCHÄTZUNG ENERGIEKONZEPT IMMENSTAAD

19. Februar 2024

1. Untersuchungsgebiet



Bedarfsschätzung

Beheizte Wohnfläche:

8750 m²

Abschätzung Heizleistung:

303 kW

Wärmebedarfsschätzung:

484.607 kWh/a

Zentrale Wärmeerschließung

Hauptleitung:

ca. 342 m

Übergabestationen:

20 Häuser mit 92-96 WE

Anschlusslänge:

ca. 15 m/Haus

Leitungslänge Hausanschlüsse:

300 m

Wärmedichte

Hauptleitung:

1416 kWh/m*a

Gesamtnetz:

754 kWh/m*a

Potential für solare Erzeugung

Dachflächen Gesamt:

ca. 2.200 m²

2. Energiekonzept

Grundsätzliche Überlegungen

Dezentrale Wärmeversorgung

- Jedes Haus versorgt sich selbst mit Wärme
 - Keine gemeinschaftlich genutzten Einrichtungen/Flächen notwendig
 - Nicht innovativ
 - Sehr hoher Anteil an Luft-Wasser-Wärmepumpen zu erwarten

oder

Zentrale Wärmeversorgung

- Eine Zentrale versorgt alle Gebäude über ein Leitungsnetz
 - Kaltes oder heißes Nahwärmenetz im Neubau möglich
 - Unterschiedliche Wärmequellen möglich
 - Bei kalter Nahwärme auch Kühlung möglich

2. Energiekonzept

Exkurs Nahwärmenetze

„Heiße“ Nahwärme

- Heizzentrale erzeugt ein Wärmeniveau von ca. 70°C, Netz aus isolierten Rohrleitungen
- Gebäude werden mit platzsparenden Übergabestationen ans Netz angeschlossen
- Wärmeversorgung für Heizung und TWW, keine Kühlung möglich

„Kalte“ Wärmeversorgung

- Zentrale verteilt über Netz Wärme mit niedrigem Temperaturniveau ($< 30\text{ °C}$)
- Gebäude nutzen die Wärme des Netzes für eigene Wärmepumpen (Wasser-Wasser-Wärmepumpen)
- Heizen und Kühlen möglich
- Netz aus nicht isolierten Rohren, kein Wärmeverlust beim Transport und geringere Kosten
- Unterschiedliche Wärmequellen möglich (z.B. Abwärme, Geothermie, Solarthermie mit Großspeicher)

2. Energiekonzept

Fokus auf kaltes Nahwärmenetz

- Kalte Nahwärme eignet sich für Neubauten und geringe Wärmedichten sowie zum Heizen + Kühlen
- Hohe Effizienz der eingesetzten Wärmepumpe (JAZ ~ 4) möglich
- Wichtig: Nur mit einem smarten Konzept kann kalte Nahwärme aus Anschlussnehmersicht Vorteile gegenüber einer Einzellösung haben
- Energiekonzept wird Nahwärme weiter untersuchen und in Vergleich mit dezentralen Einzellösungen bringen
- Nächster Schritt ist die Suche nach einer geeigneten Wärmequelle für kalte Nahwärme



Primärziel ist die Wärmeversorgung durch eine Wärmequelle innerhalb des NBG

3. Potentielle Wärmequellen

- Aber: Kalte Nahwärme ermöglicht längere Netzlängen als heiße Nahwärme
- **Potentielle Erzeugermöglichkeiten**
 - Geothermie
 - Flächenkollektor
 - Sonden
 - Abwärmenutzung
 - Wärme aus Abwasser
 - Gewerbliche Abwärme
 - Solare Erzeugung und Speicherung
 - PV
 - Solarthermie



4. Geothermie

Ersteinschätzung

■ Oberflächennahe zentrale Geokollektoren

- Boden geeignet (vorläufige Daten)
- **Flächen im Gebiet nicht ausreichend**
 - Faktor 1,5-2 zwischen Kollektorgröße und beheizter Wohnfläche

■ Sondenfeld

- **7 bis 9 m Abstand zwischen Sonden**
 - Geosonden sind überbaubar und unter TG, Spielplatz und Versickerungsflächen möglich
 - Ersten 30 cm belebter Oberboden für Versickerung ausschlaggebend
 - Wenn diese Dicke gewährleistet ist, sind Sonden in Versickerungsflächen möglich (ohne Frostschutzmittel)
 - Aber: Individueller Prüfung durch Behörde vonnöten
- Richtwert für Wärmeentzug: **70 kWh pro Jahr und m Bohrtiefe**
- Einzuhaltende Abstände :
 - 0,7 m zu Versorgungsleitungen, 2 m zu Gebäuden, 5 m zu Nachbargrundstücken

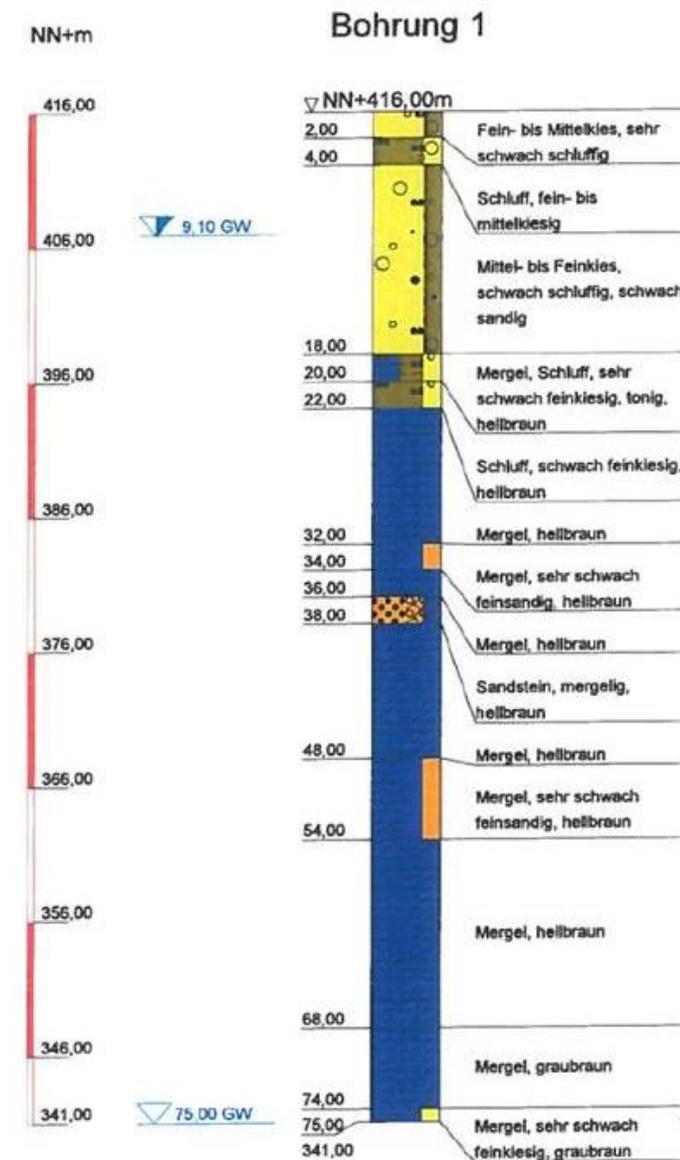
Bodenbeschaffenheit	Verlegefaktor	Entzugsleistung
Mittelwert: bindiger Boden mit Restfeuchtegehalt	25 m ² /kW	30 W/m ²
Trockener, nicht bindiger Boden	75 m ² /kW	10 W/m ²
Bindiger Boden, feucht	25 m ² /kW	20 - 30 W/m ²
Wassergesättigter Sand, Kies	25 m ² /kW	40 W/m ²

Richtwerte Geokollektoren

4. Geothermie – Sondenfeld

Einschätzung Bohrtiefe

- Gebiet für Sonden grundsätzlich geeignet, genauere Untersuchung notwendig
 - Stark gespanntes Grundwasser (rd. 340 m NN) und mehrere getrennte Grundwasserstockwerke
 - Ein Aufschluss artesischer bis stark gespannter Schichten ist nicht zulässig
- Problematik: Bei Bohrungen könnte das Grundwasser über die Erdoberfläche ansteigen
- Referenzbohrungen Immenstaad
 - Bohrung in Kippenhausen: 110 m
 - **Referenzbohrung Stockwiesen 7: 75 m**



4. Geothermie – Sondenfeld

Ersteinschätzung Baugrund Süd

- Bohrtiefe begrenzt auf 75 m
- Daraus resultiert eine hohe Anzahl an Bohrungen zur Deckung des Wärmebedarfs:

Bezeichnung	Einheit	Wert
Jahreswärmebedarf	kWh/a	484.607
JAZ WP		4,5
Wärmeentzug benötigt	kWh/a	376.917
Netzertrag über KNWN		10%
Wärmeentzug benötigt Geothermie	kWh/a	339.225
Spez. Wärmeentzug	kWh/m/a	78
Anzahl Erdsonden	St	58
Tiefe Erdsonden	m	75
Gesamtbohrmeter	m	4.349

4. Positionierung Sondenfelder

Variante 1: Bohrungen unter den Wegen



Variante 2: Bohrungen unter den Freiflächen

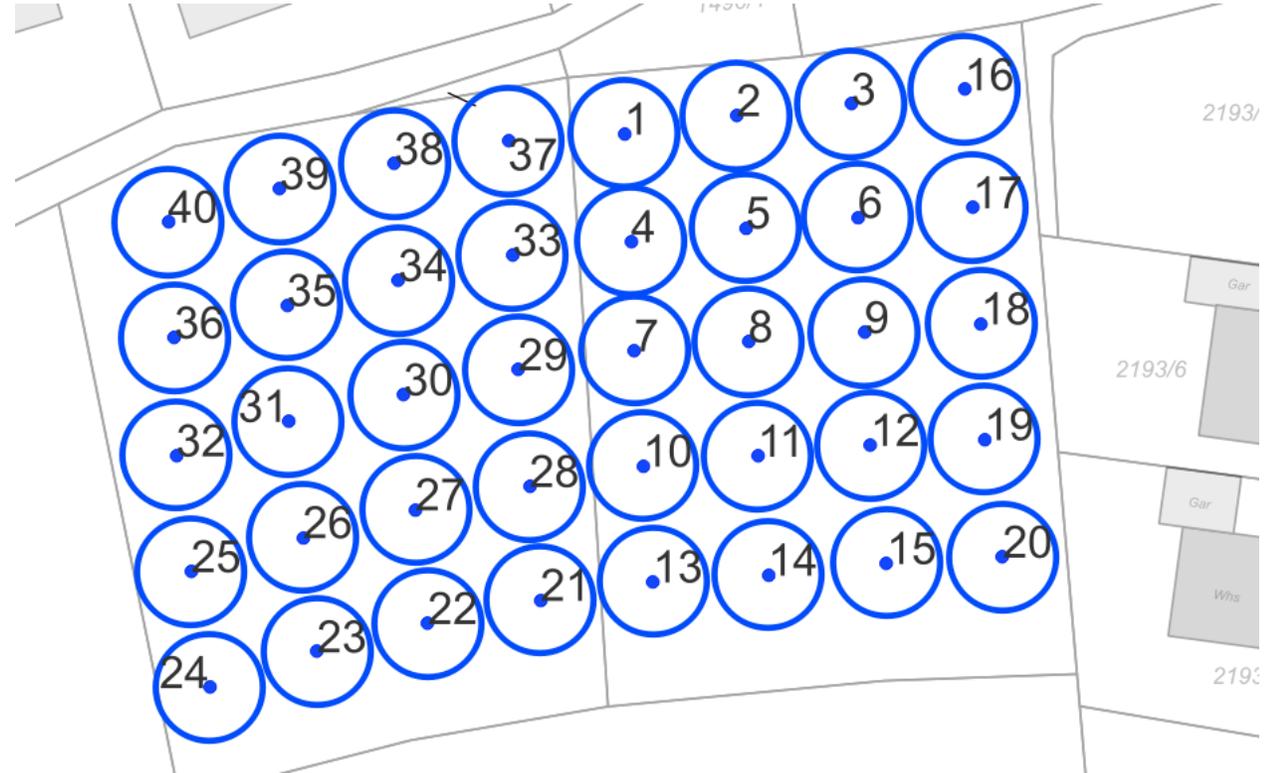


4. Positionierung Sondenfelder

Variante 3: Bohrungen unter MFH



Zusatzvariante: Bolzplatz



4. Learning und Next Steps - Geothermie

Learnings

- Begrenzte Bohrtiefe führt zu großer Anzahl von Erdsonden
 - Platzbedarf kann über öffentliche Freiflächen nicht gedeckt werden
- Bohrtiefe kritisch für weitere Planung von Erdsonden

Next Steps

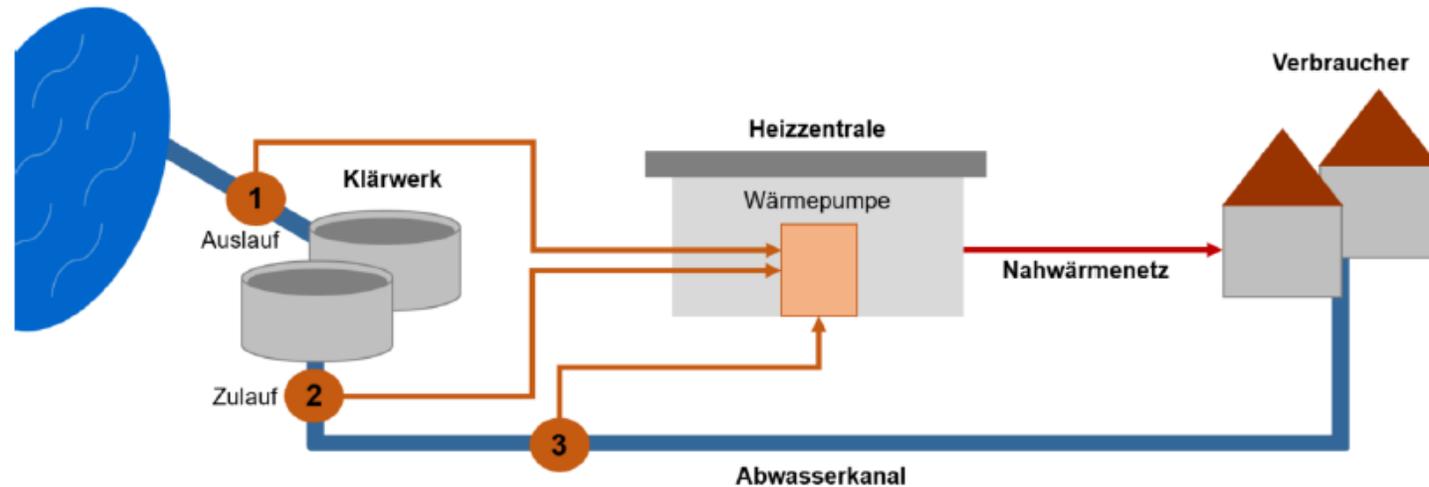
1. Schritt: Wasserrechtliche Prüfung und Genehmigung Probebohrung
2. Schritt: Probebohrung mit Thermal Response Test (Genehmigungsdauer ca. 4 Wochen)

Kosten:

Erkundungsbohrung, 80 m	EUR	11.500
Thermal Response Test	EUR	3.750
Geothermie-Planung (LP 3-5)	EUR	10.000

5. Arten Abwärmennutzung aus Abwasser

- **Def.:** Rückgewinnung der Wärme aus dem Abwasser, dass in Kanälen oder im Klärwerk anfällt
- 1. Verwendung gereinigtes Abwasser am Auslauf der Kläranlage
- 2. Verwendung nicht gereinigtes Abwasser am Zulauf der Kläranlage
- 3. Verwendung nicht gereinigtes Abwasser aus dem Abwasserkanal vor der Kläranlage



5. Vor und Nachteile Nutzungsarten

- 1. Verwendung gereinigtes Abwasser am Auslauf der Kläranlage
 - + Durchfluss und Temperatur ähnlich zu Zulauf
 - + Keine Siebung nötig
 - Fläche für WT muss am Ablauf verfügbar sein
- 2. Verwendung nicht gereinigtes Abwasser am Zulauf der Kläranlage
 - Abwasser muss vor dem Wärmetauscher gesiebt werden
 - Hohe Abnutzung des Wärmetauschers, dadurch hoher Wartungsaufwand
 - Fläche für WT muss am Zulauf verfügbar sein
- 3. Verwendung nicht gereinigtes Abwasser aus dem Abwasserkanal vor der Kläranlage
 - + Kein Platzbedarf / keine Abhängigkeit mit der Kläranlage
 - Sehr aufwendiger Einbau bei bestehendem Kanalnetz
 - Einbau eines Bypasses in das Kanalnetz (Aufbohren)
 - Nachträglicher Einbau Rinnenwärmetauscher

5. Abwärme aus Abwasser

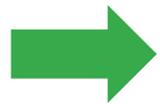
Kriterien

- Kriterien für sinnvollen Betrieb:
 - Wassermenge von **> 15 l/s im Tagesmittelwert bei Trockenwetter**
 - Temperatur des **Abwassers im Winter > 10°C**
- Kriterien für Kanalwärmetauscher
 - Kanaldimension **> DN 400**
 - Nach Nutzung der Abwärme über Kanalwärmetauscher ist das zwei- bis dreifache als Erholungstrecke einzuplanen
- Vergleichsprojekt Altstadtstudie Überlingen
 - Komplette Altstadt Überlingen: **Abfluss von 17 l/s**
 - Mit üblichen JAZ der WP ergibt sich eine Heizwärmeleistung von **330 kW**
 - Bedarf NBG Häldele **300 kW**

5. Abwärme – Abwasserkanal

Ersteinschätzung

- Messungen liegen für Abwassersammler vor und nach Immenstaad vor
- Abschätzung über Erfahrungswerte:
 - Nutzbares Abwasseraufkommen: 259 l pro Einwohner und Tag*
 - Min. Trockenwetterabfluss zur Abwärmenutzung: 17 l/s
 - Schwellenwert bei ca. 5.700 Einwohner erreicht
 - Immenstaad 6.688 Einwohner



Abwärme aus einzelnen Teilen des Kanalnetzes in Immenstaad nicht ausreichend

5. Abwärme – Kläranlage

Ersteinschätzung

- Durchflussdaten Kläranlage Immenstaad:
 - Daten enthalten Trockenwetterabfluss und Regenabfluss
 - Abzug für Regenwasser von pauschal 26 %*

- Distanz Kanalnetz zu Kläranlage: min. 1.128 m
 - Entfernung Luftlinie von NBG zu Kläranlage ca. 750 m

- Abschätzung entziehbare Wärmeleistung:
 - **Durchfluss und Temperaturen der Kläranlage für NBG ausreichend**

Monat	Durchfluss Immenstaad	Durchschnitt Immenstaad	Nutzbares Abwasser	Durchschnitt Kläranlage	Nutzbares Abwasser KA	Temperatur
	m ³ /Monat	l/s	l/s	l/s	l/s	in °C
Januar	73.088	27,29	20,19	97,25	71,97	10,9
Februar	53.184	21,98	16,27	72,57	53,70	9,9
März	74.610	27,86	20,62	105,17	77,83	10,4
April	110.165	42,5	31,45	161,52	119,52	11,5
Mai	103.431	38,62	28,58	144,58	106,99	14,0
Juni	54.658	21,09	15,61	73,42	54,33	16,8
Juli	93.717	34,99	25,89	119,83	88,67	19,0
August	111.541	41,64	30,81	122,07	90,33	19,1
September	67.744	26,14	19,34	84,56	62,57	19,1
Oktober	73.481	27,43	20,30	100,81	74,60	17,1
November	140.795	54,32	40,20	191,07	141,39	13,6
Dezember	158.464	59,16	43,78	208,7	154,44	11,3
	1.114.878	35,25	26,09	124,12	91,36	14,39

Abkühlung ΔT	Durchfluss	
	26,09 l/s	91,36 l/s
3 K	327 kW	1.146 kW
5 K	545 kW	1.909 kW

6. Abwärme – Gewerbe Gehrenbergstraße

- Grundfläche Gewerbe: ca. 1.850 m²
 - Norma: ca. 1.075 m²
 - Bäckerei & Imbiss: ca. 175 m²
 - Joos E-Bike-Shop: ca. 600 m²
- Richtwerte für Gewerbe als Abwärmequelle:
 - Fortluft: 5-30°C (ganzjährig, aber oft schon WRG)
 - Kühlwasser: 30-40°C (Sommer)
 - Leistungsbereich: 100-500kW

Next Step

- Austausch zwischen Gemeinde, Grundstückbesitzer und SWSee



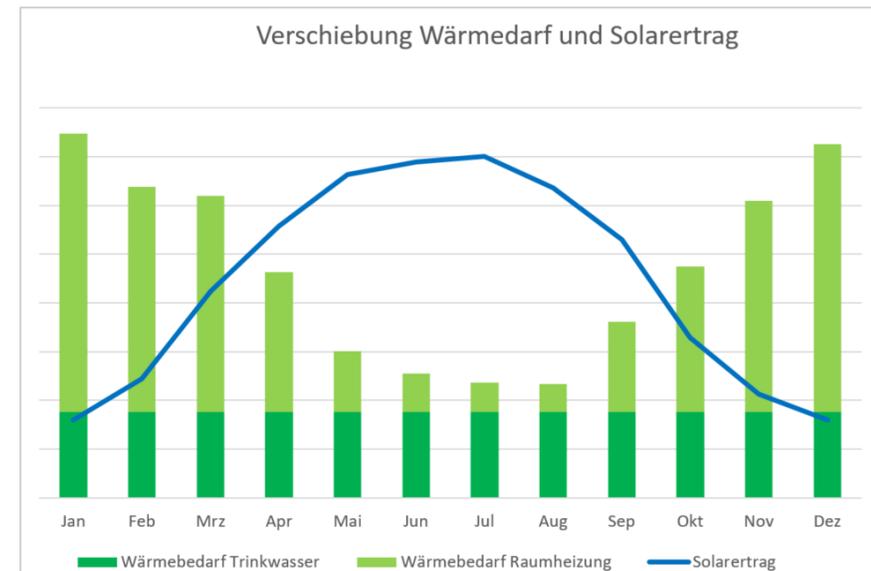
7. Solare Erzeugung

Erste Einschätzung

- Hohes Solarpotential in Immenstaad
 - 1.350 kWh / m² solarer Ertrag pro Jahr
 - Nutzung mit PV oder Solarthermie
 - Solarertrag und Wärmebedarf jahreszeitlich konträr
 - PV-Ertrag pro Wohnfläche bei EFH günstiger als bei MFH
 - Durch Eigennutzung und E-Mobilität sind in den Wintermonaten keine PV-Strommengen zur Wärmeerzeugung verfügbar
- Solarertrag im kalten Nahwärmenetz
 - Speicherung von PV-Strom sehr teuer
 - Solare Wärme ist in verschiedenen Arten von Speichern vorhaltbar
 - Schnittstellendefinition wichtig: Wem gehört was im System?

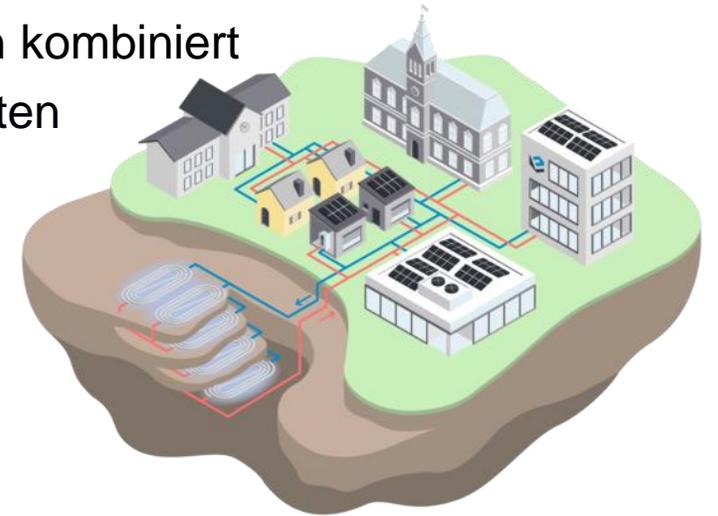
Next Step

- Simulation Wärme-Stromflüsse im NBG



7. Solarthermie

- Richtwerte
 - Solarer Deckungsanteil für Gesamtenergiebedarf bei ca. 20 %
 - Abschätzung flächenspezifischer Wärmeertrag: ca. 500 kWh/(m²*a)
- Solarthermie wird normalerweise mit weiteren Wärmequellen und Speichern kombiniert
 - Bspw. ST kombiniert mit (Erd-) Eisspeichern und Wärmepumpen in kalten Nahwärmenetzen
 - ST mit Pelletheizung und Pufferspeichern in heißem Nahwärmenetz



Next Steps

- Untersuchung möglicher Systemkombinationen und Dimensionierung der Komponenten

STADTWERK AM ANTWORTEN

Dr. Marius Wöhler

Marius.Woehler@stadtwerk-am-see.de

T 07551 9234-785

David Schweizer

David.Schweizer@stadtwerk-am-see.de

T 07551 9234-723

STADTWERK
AM SEE



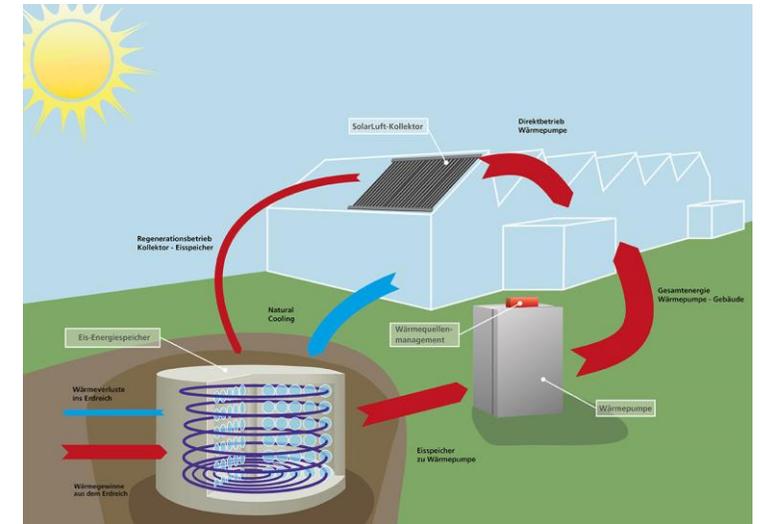
2. Anhang: NWM Immenstaad

Heißes Nahwärmenetz mit BHKW in Immenstaad-Ruhbühl

- Netzlänge: 450 Meter
- Anzahl Hausanschlüsse: 46
- Versorgte Wohneinheiten: 76
- Leistung:
 - Heizleistung: 540 kW, davon 80 kW aus KWK-Anlagen
 - Stromleistung: 40 kW
- BHKW:
 - Wärmeerzeugung: ca. 600.000 kWh
 - Stromproduktion: ca. 200.000 kWh
- Jährliche CO2 Einsparung: ca. 75 Tonnen

4. Thermische Energiespeicher - Eisspeicher

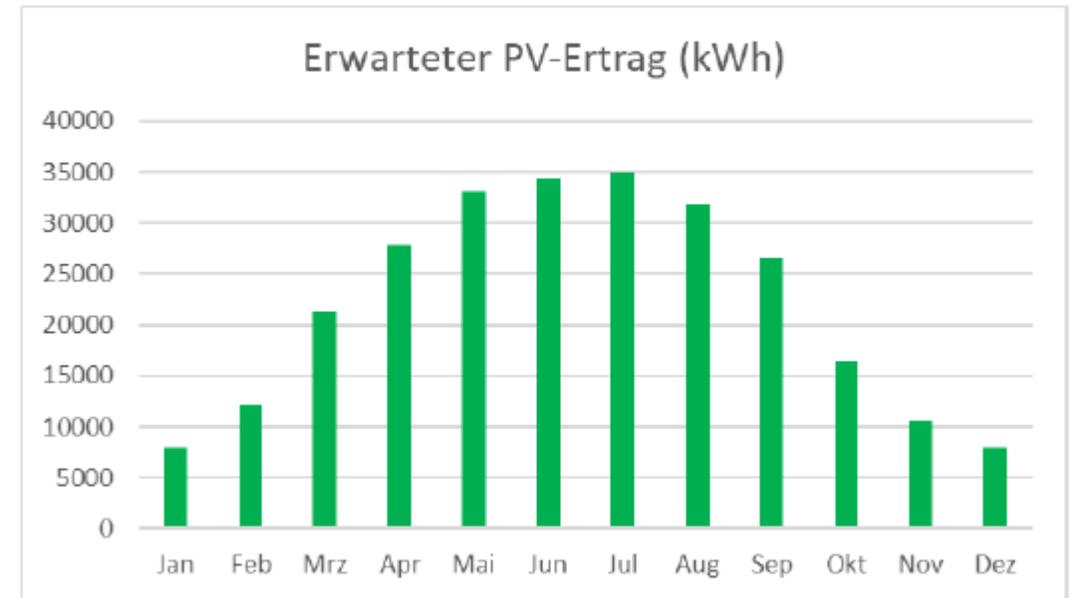
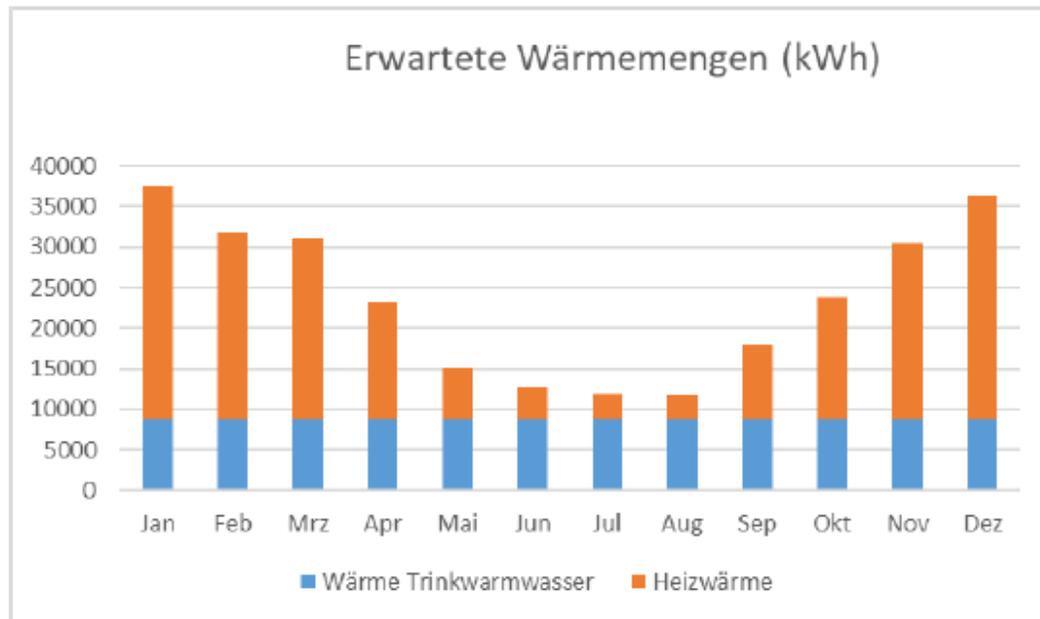
- Prinzip analog zu Erdeisspeicher, mit Unterschied:
 - Verlegung der Rohre in betonierten Behälter
 - Speicher mit Wasser gefüllt
- Energiegewinnung bei Phasenwechsel:
 - Absinken der Temperatur auf Gefrierpunkt
 - Pro kg Wasser entstehen bis zu 93 Wh Wärme
 - Speicher mit 10 m³ Volumen kann gleiche Energiemenge liefern, wie Verbrennung von 100 L Heizöl
- Teurer als Erdeisspeicher aufgrund der Betonage des Behälter
- Geringere Nutzung der umgebenden Erwärme
- Keine Genehmigung nötig, da Leitungswasser verwendet wird



5. Karte – Kanalnetz Immenstaad Ost

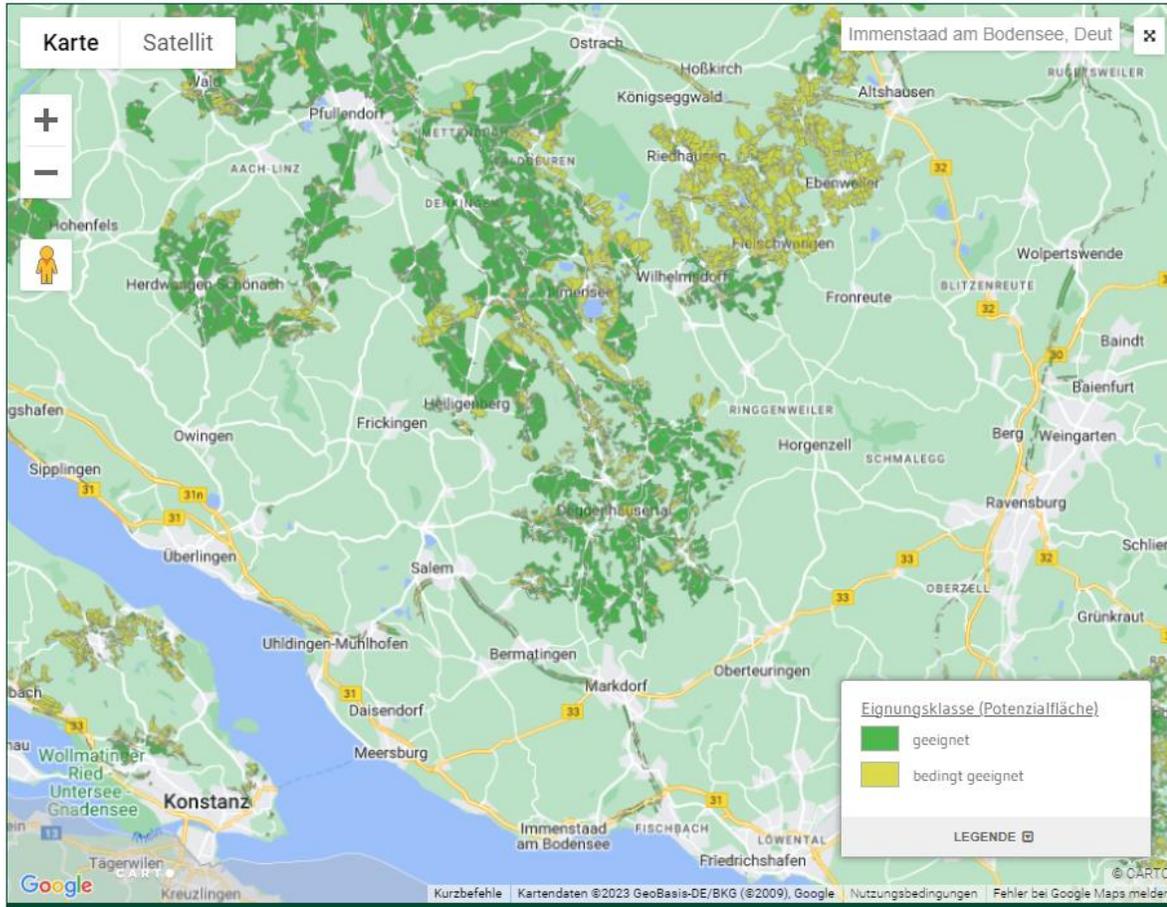


7. Anhang: Erwartete Wärmemengen – BA Peters

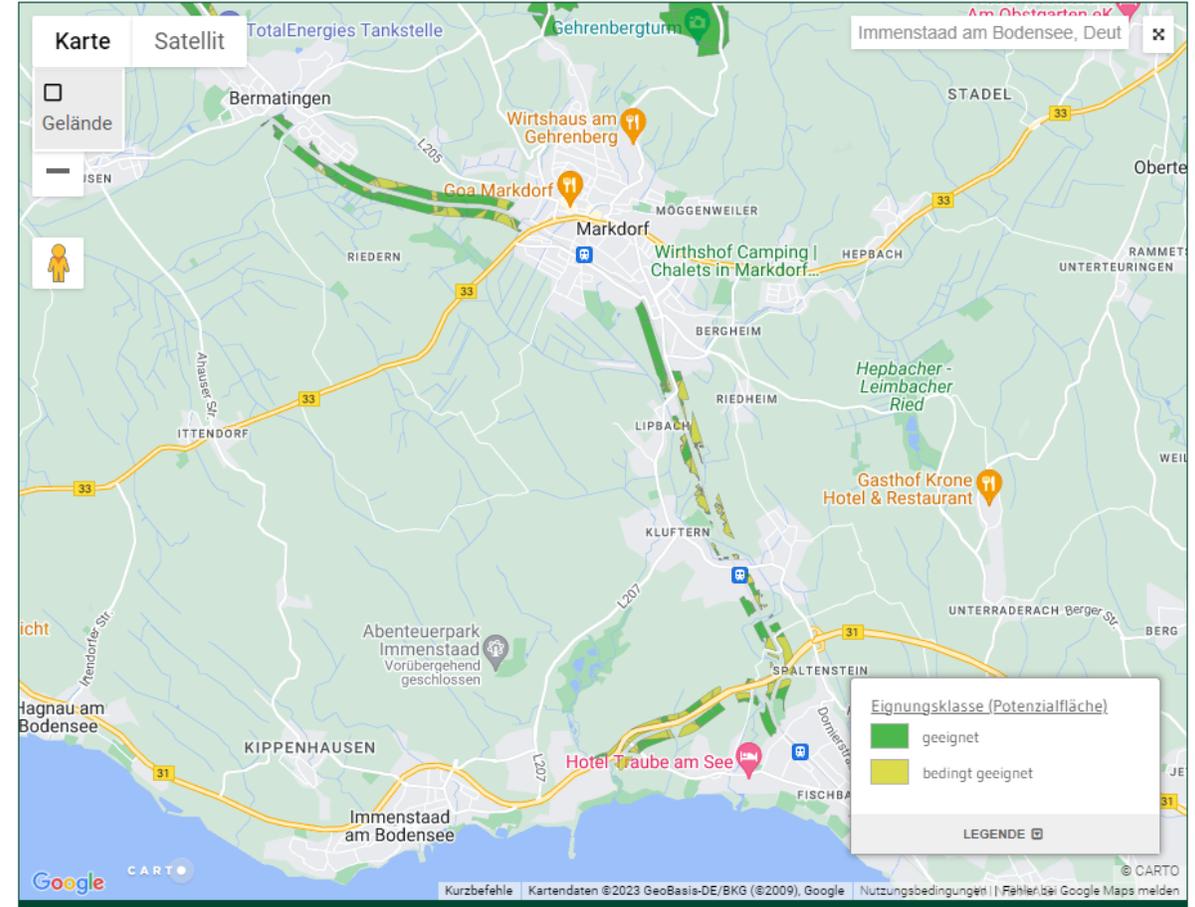


7. Anhang: Freiflächenpotential

Ermitteltes PV-Freiflächenpotenzial

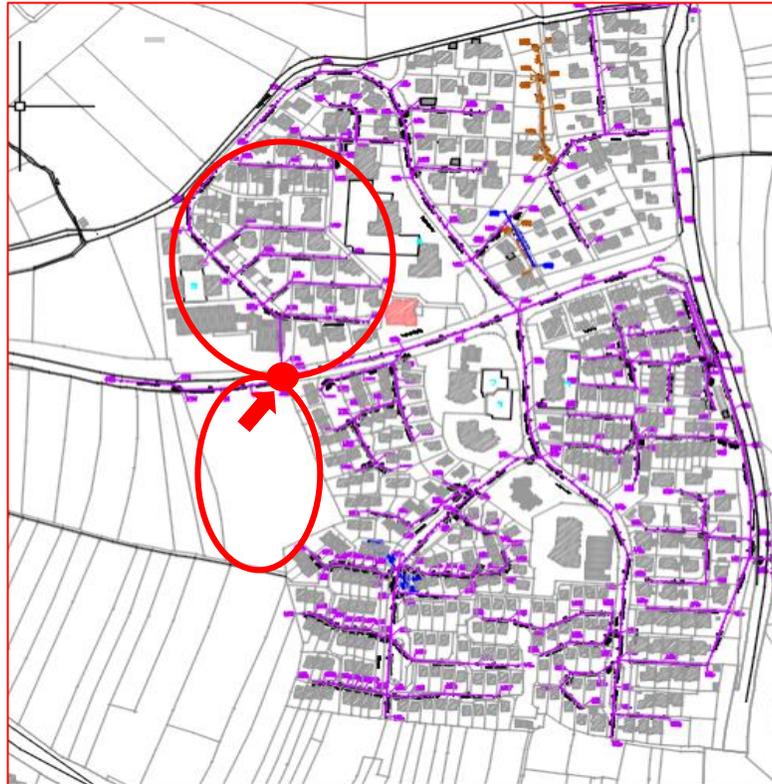


Ermitteltes PV-Freiflächenpotenzial



Abwärme – Abwasserkanal Immenstaad

- Einleitepunkt NBG Häldele?
- Prüfen möglicher Entnahmepunkte
- Potentielle Abnahmepunkte:
 - Punkt 1:
 - Abwasser aus NBG Häldele und Teil der
 - DN 500
 - zwischen Entnahmepunkt und Norma: DN 400
 - Punkt 2:
 - Abwasser von, NBG Häldele und Teil des Ferienparks
 - Knotenpunkt von 3 Leitungen
 - 2x DN 500, 1x DN 250



4. Beurteilung Varianten Sondenfelder

▪ Variante 1: Bohrungen unter den Wegen

- ++ Keine Eigentumsprobleme
- Konflikt mit Versorgungsleitungen
- Nicht erreichbar nach Einbau

▪ Variante 3: Bohrungen unter MFH

- ++ Konzentrierte Sondenfelder
Weniger Kosten und Aufwand
- Nicht erreichbar nach Einbau
- Tiefgarage

▪ Variante 2: Bohrungen unter den Freiflächen

- ++ Nach Einbau erreichbar
- + Geringe Beeinflussung durch Eigentum
- Tlw. nicht mehr erreichbar nach Einbau
- Unter Spielplatz, Versickerung und Bepflanzung benötigt extra Prüfung

▪ Zusatz: Bolzplatz

- ++ Keine Beeinflussung durch Eigentum
- + Einzelnes Sondenfeld
- Wärmeerzeugung nicht ausreichend
- Distanz zu NBG



Kombination von Geosonden mit weiterer Wärmeerzeugung in Betracht ziehen

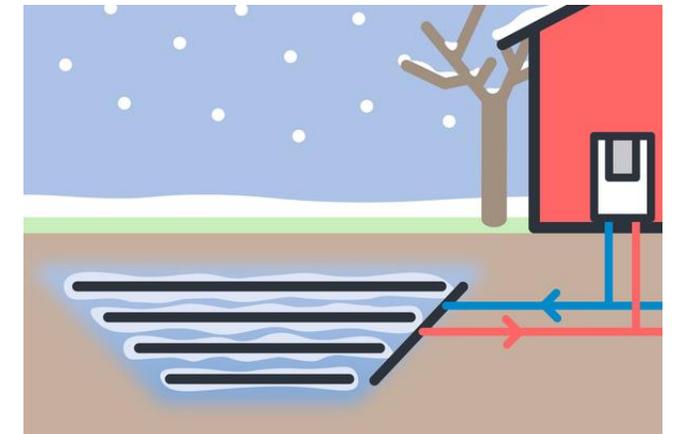
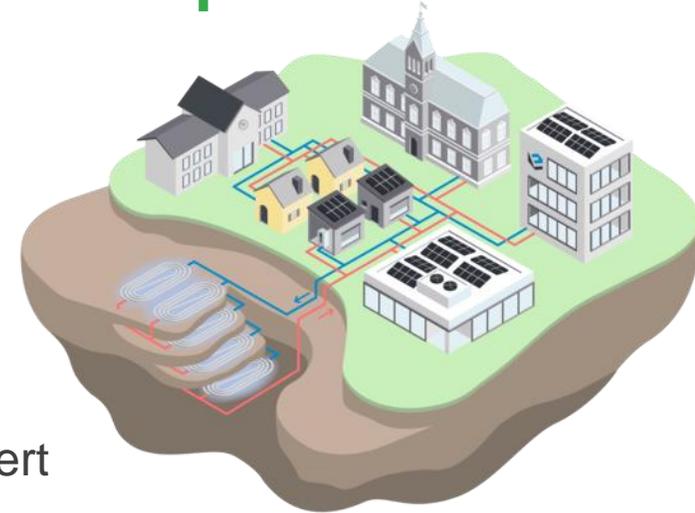
4. Richtwerte Geokollektoren

Bodenbeschaffenheit	Verlegefaktor	Entzugsleistung
Mittelwert: bindiger Boden mit Restfeuchtegehalt	25 m ² /kW	30 W/m ²
Trockener, nicht bindiger Boden	75 m ² /kW	10 W/m ²
Bindiger Boden, feucht	25 m ² /kW	20 - 30 W/m ²
Wassergesättigter Sand, Kies	25 m ² /kW	40 W/m ²

4. Thermische Energiespeicher - Erdeisspeicher

Funktionsweise

- Kaltes Nahwärmenetz mit Erdeisspeichern als Wärmequelle
 - Häufig in Kombination mit Solarthermie oder PVT-Anlage
- Betrieb Erdeisspeicher
 - Im Winter: Kollektoren wird Wärme entzogen, Boden um die Kollektoren friert
 - Frühling: Regeneration der oberen Schichten durch Sonne und Niederschläge
 - Sommer: Untere Schichten werden zum Kühlen verwendet und aktiv regeneriert
 - Herbst: Speicher kühlt ab und beginnt mit Vereisung
- Vorteile
 - Übereinanderliegende Schichten reduzieren Flächenbedarf
 - Günstiger als klassischer Eisspeicher
 - Nutzung Kristallisationsenergie (entstehende Energie bei Phasenwechsel)



Bilder: Stadtwerke SH, Projekt Erdeis III

4. Thermische Energiespeicher - Erdeisspeicher

- Pilotprojekt Stadtwerk SH – Erdeis III
 - 2 Erdeisspeicher mit 1.000 m², 2 Kollektoranlagen mit 1.250 m² Fläche und eine PVT-Anlage mit 40 m² für 61 Grundstücke
 - Noch keine genauen Daten zu Ergiebigkeit Erdeisspeicher
- Bei Einbau ohne Betonit-Wanne kostengünstiger als herkömmlicher Eisspeicher
 - Einbau bei hohem Grundwasserstand sehr aufwendig

Next Step

- Abschätzung der Leistung über herkömmliche Eisspeicher



Bilder: Stadtwerke SH, Projekt Erdeis III

