

Wärmeversorgungspotential Bodenseewasser

Richard Büchele, Energieinstitut Vorarlberg

Markus Frei, PB Ingenieure (CH)

Ulrich Lang, Kobus und Partner (DE)

EnInnov2024

18. Symposium Energieinnovation | 14.02.-16.02.2024

Symposium Energieinnovation Graz, 14.02.2024



Energieinstitut Vorarlberg

Inhalt

Hintergrund

Studieninhalt und Projektziel

Projektpartner und Projektaufbau

Wärmesenke: Wärmenetzpotential Gebäude

Energieumwandlung: Energiezentrale/ Verteilung

Wärmequelle: Seeseitige Betrachtung

Fazit

Hintergrund

Ziel: Raumwärme bis spätestens 2050 (2040) vollständig defossilisieren

Bisherige Studien [1] zeigen Machbarkeit der Wärmewende in Vorarlberg

- Bei deutlicher Wärmebedarfsreduktion
- Bei weitgehender Nutzung aller vorhandenen erneuerbaren Quellen: u.A: Bodensee

→ Beauftragung einer Studie zur Untersuchung der Möglichkeiten und Potentiale des Bodensees zur Wärmeversorgung der Anrainergemeinden in Vorarlberg durch Land Vorarlberg

[1] Masterplan Wärme für Rheintal und Walgau, 2021, ARGE Spatial Energy Planning, https://vorarlberg.at/documents/302033/472360/SIR+2021_Masterplan+W%C3%A4rme+Endbericht+final.pdf/8d309796-853f-43c2-55cb-604cf04568de?t=1652787228434

Studieninhalt und Projektziel

Studienbeginn: April 2023 | Studienabschluss: März 2024

Direkte Anrainergemeinden (Hard, Bregenz, Lochau)

+ Grobabschätzung restliche Anrainergemeinden (Höchst, Fußach, Gaißau, Hörbranz)

Wärmenutzungspotential (Entnahmepotential des Sees insbesondere in Heizsaison)

- Unter Berücksichtigung aller ökologischen Aspekte
(IGKB – internationale Gewässerschutzkommission Bodensee)

Mögliche Entnahme und Rückgabestellen mit Abständen, Leistungen und Dimensionen

Mögliche Versorgungsgebiete und deren Wärmebedarf

Kostenabschätzung Investitions- und Wärmegestehungskosten

Projektpartner & Projektaufbau

Ulrich Lang

Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH

Willhelm-Haas-Strasse 6, DE - 70771 Leinfelden-Echterdingen

Projektleitung:

Markus Frei

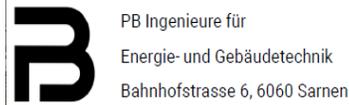
PB Ingenieure für Energie- und Gebäudetechnik
Bahnhofstrasse 6, CH - 6060 Sarnen

Richard Büchele

Energieinstitut Vorarlberg
Campus V - Stadtstraße 33, 6850 Dornbirn



Wärmequelle See
(Energiequelle)



Energiezentrale (Umwandlung/Verteilung)



Wärmepotential Gebäude
(Energiesenke)



Kofinanziert von der Europäischen Union



Energieinstitut Vorarlberg

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)



Wärmepotential Gebäude
(Energiesenke)



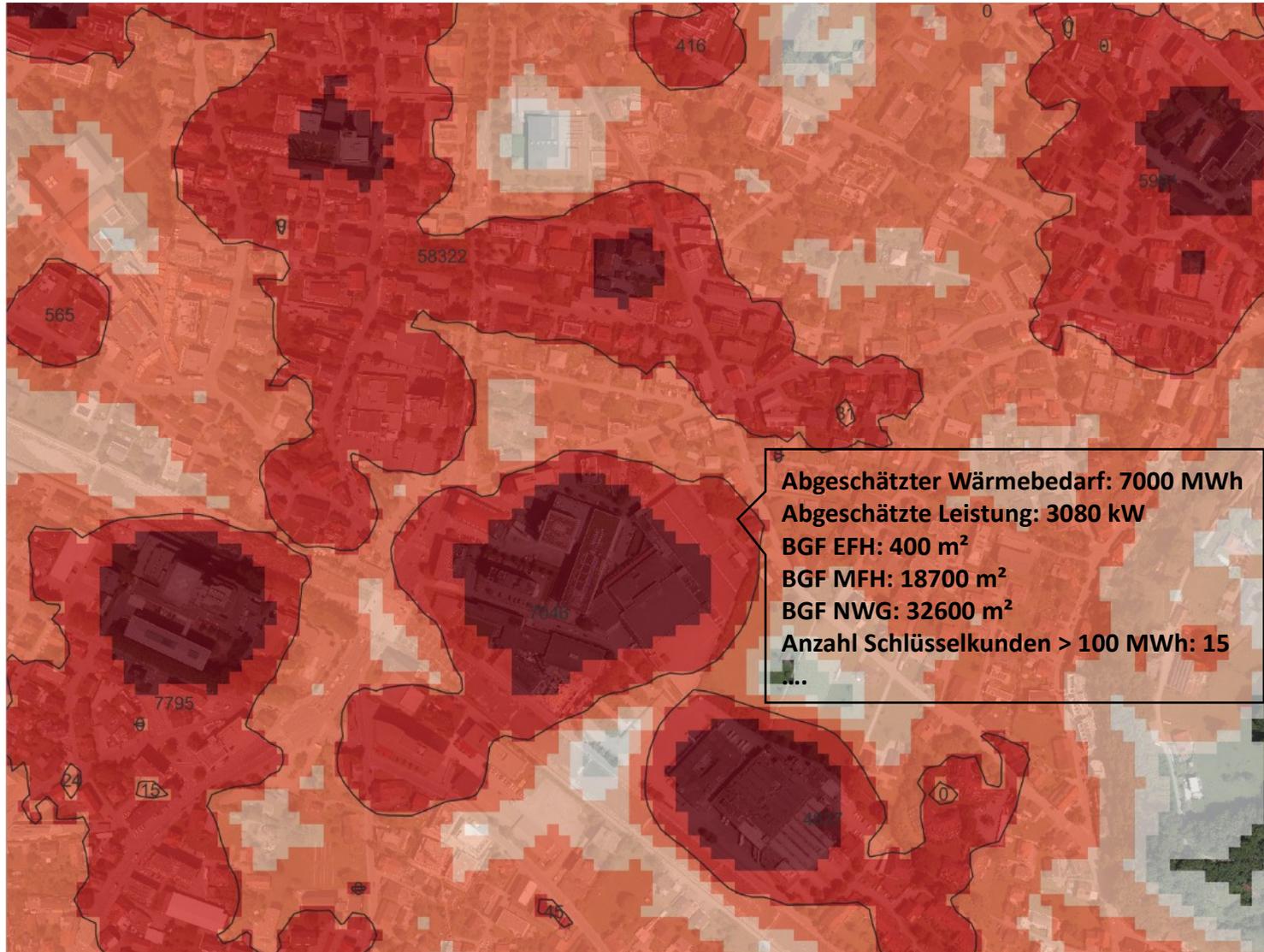
Kofinanziert von der
Europäischen Union



Energieinstitut Vorarlberg

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

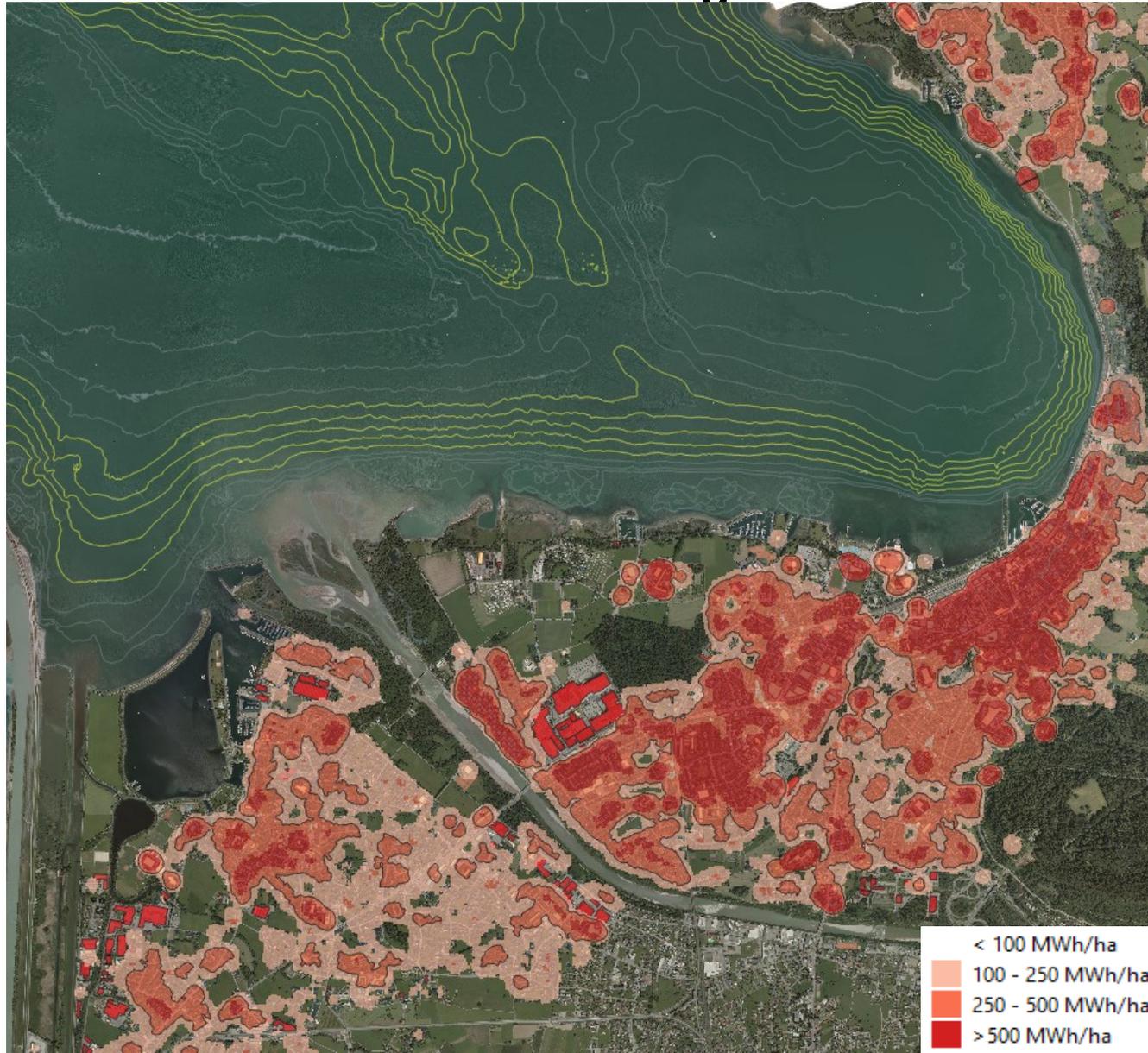
Daten und Methode Gebäudemodell



- GIS basiert
 - Informationen auf Adressebene (AGWR, POI)
 - Informationen auf Gebäudepolygon- Ebene (DKM, Flächenwidmung)
 - Laserscan-Daten (Differenzoberflächenmodell)
 - Abtasten
 - Heizsystem-Informationen (Öl, Gas, Biomasse, Wärmepumpen, Fernwärme...)
- angereichertes Gebäudemodell (ca. 400 Gebäudetypen: Nutzung, Baualter, Hüllqualität)
- Wärmedichte (MWh/ha)
 - Wärmenetz-Potentialgebiete

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

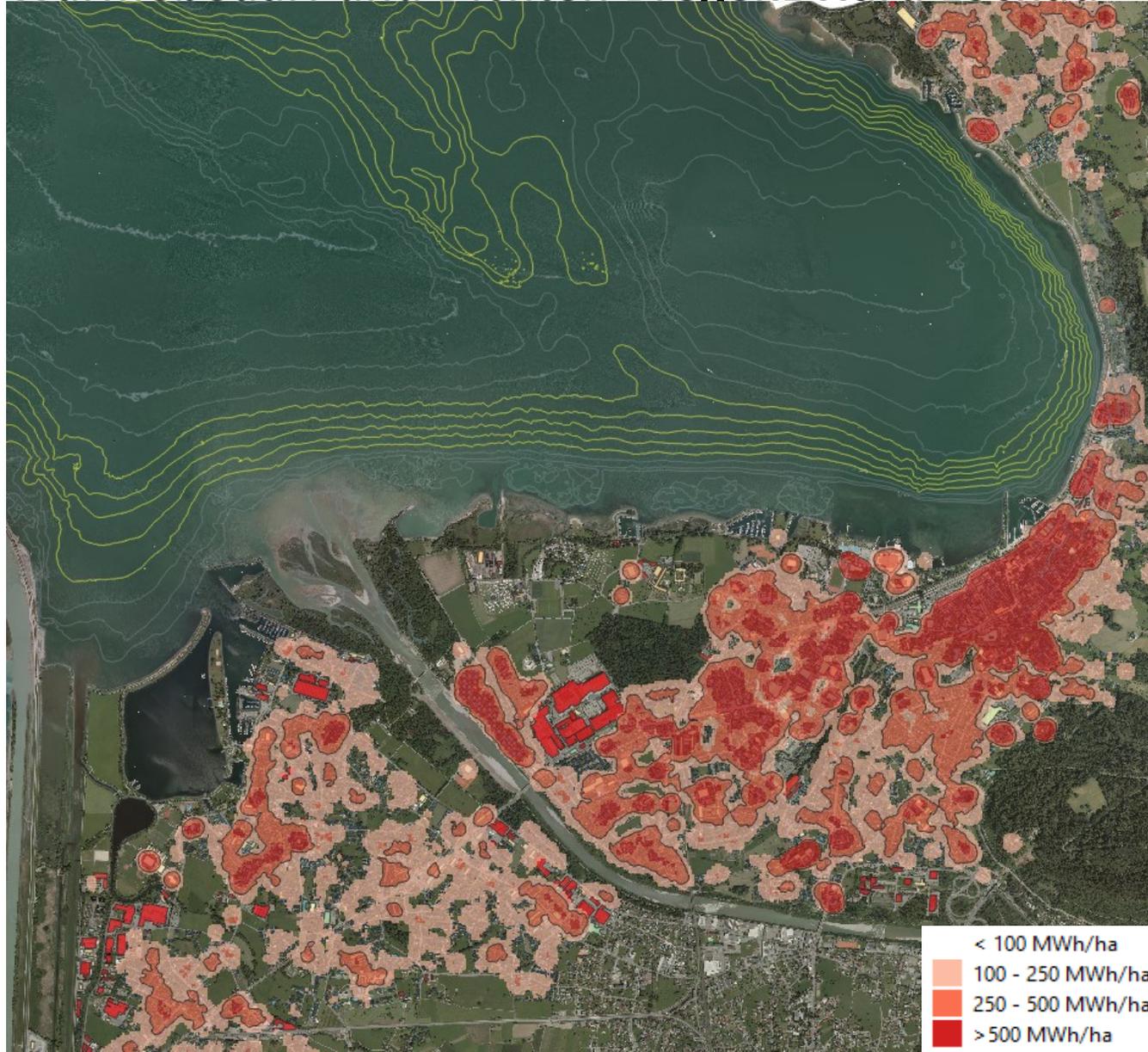
Wärmebedarf und Dichten Bregenz Hard Lochau



- Wärmebedarf Status Quo gesamt (ohne Industrie)
 - Wärmedichtegebiete
 - < 100 MWh/ha i.d.R. nicht geeignet für Wärmenetz
 - 100-250 MWh/ha u.U. geeignet für Wärmenetze
 - > 250 MWh/ha i.d.R. geeignet für Wärmenetz

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

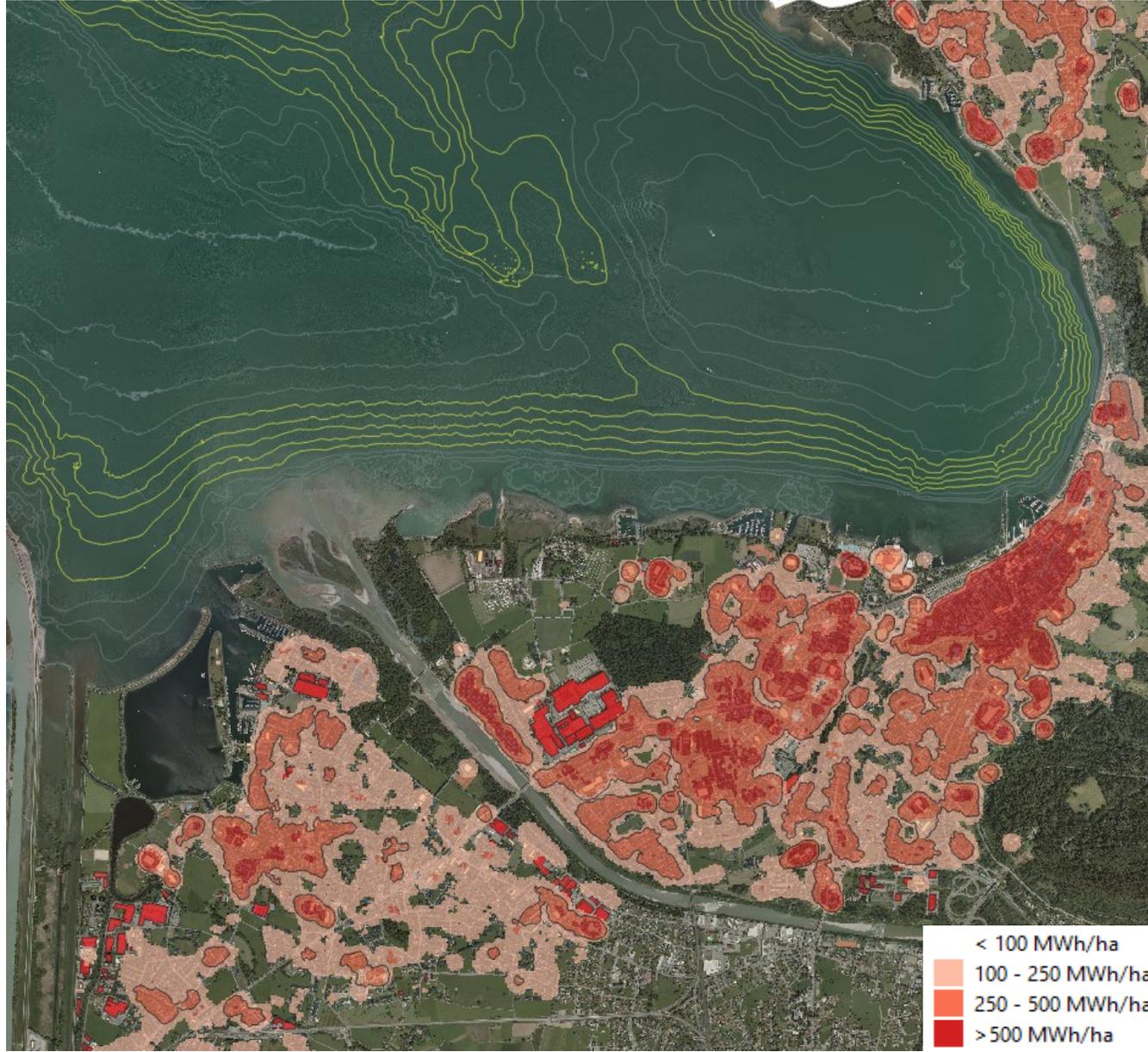
Wärmebedarf und Dichten Bregenz Hard Lochau



- Wärmebedarf Status Quo **fossil**
(ohne Industrie)
 - Wärmedichtegebiete
 - < 100 MWh/ha i.d.R. nicht geeignet für Wärmenetz
 - 100-250 MWh/ha u.U. geeignet für Wärmenetze
 - > 250 MWh/ha i.d.R. geeignet für Wärmenetz

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

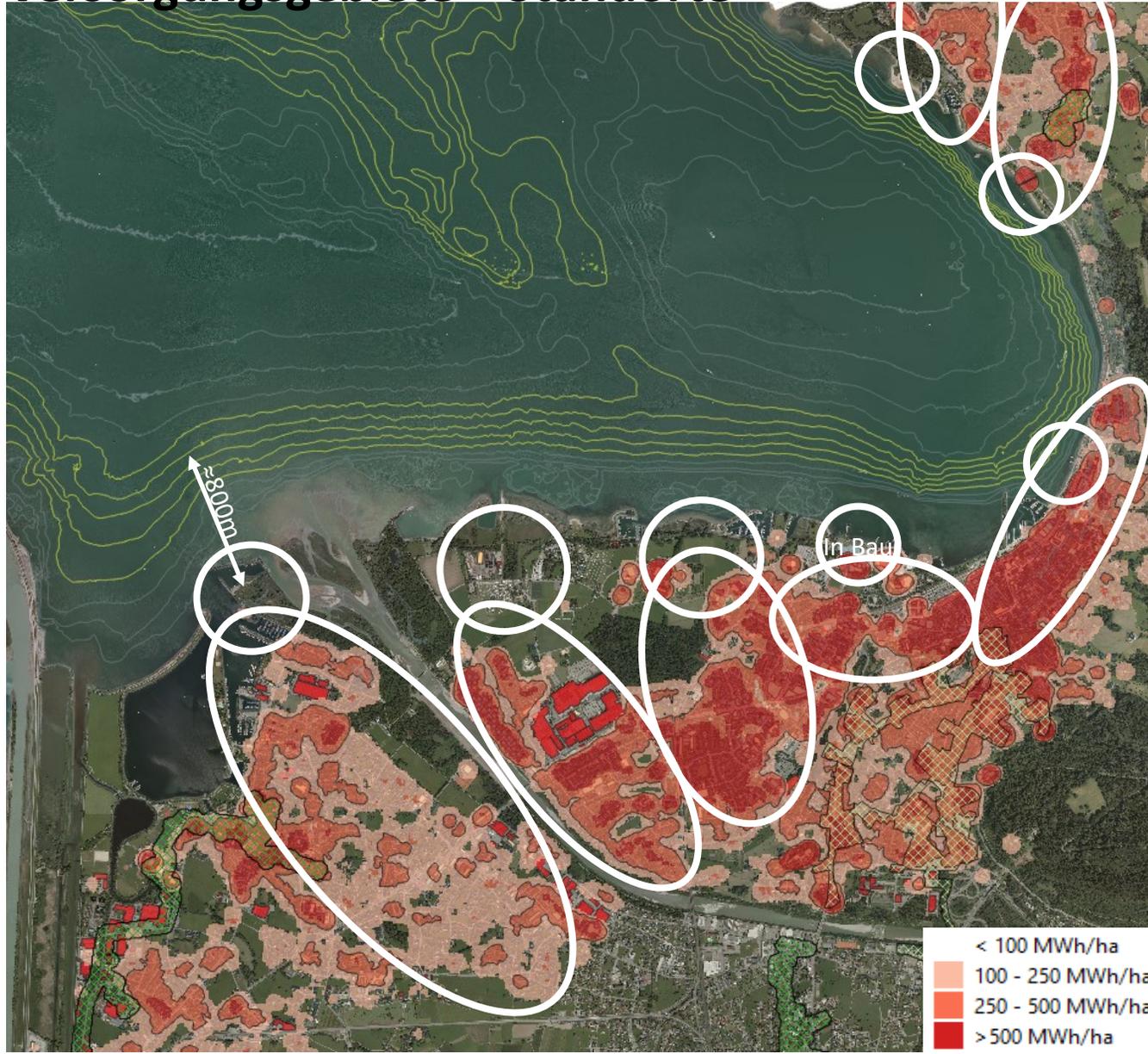
Wärmebedarf und Dichten Bregenz Hard Lochau



- Wärmebedarf Szenario **Sanierung 2040**
(ohne Industrie)
 - Gebäude mit Bauperioden < 2000 durchlaufen einen Sanierungszyklus
 - Wärmedichtegebiete
 - < 100 MWh/ha i.d.R. nicht geeignet für Wärmenetz
 - 100-250 MWh/ha u.U. geeignet für Wärmenetze
 - > 250 MWh/ha i.d.R. geeignet für Wärmenetz

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

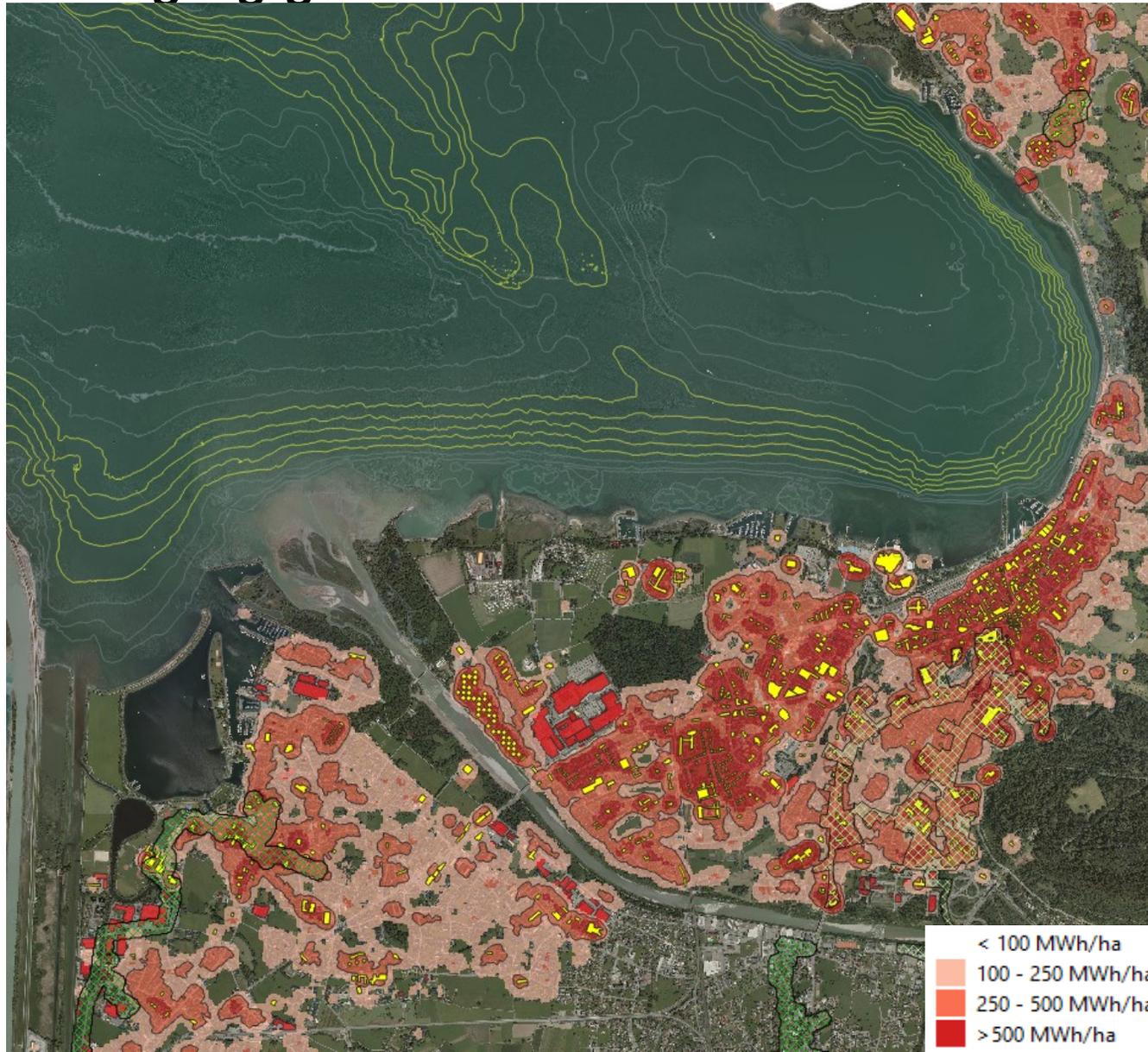
Versorgungsgebiete + Standorte



- Einteilung in mögliche Versorgungsgebiete mit potentiellen Standorten
- Herangezogener Wärmebedarf als Mittelwert aus StatusQuo und Sanierung 2040

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

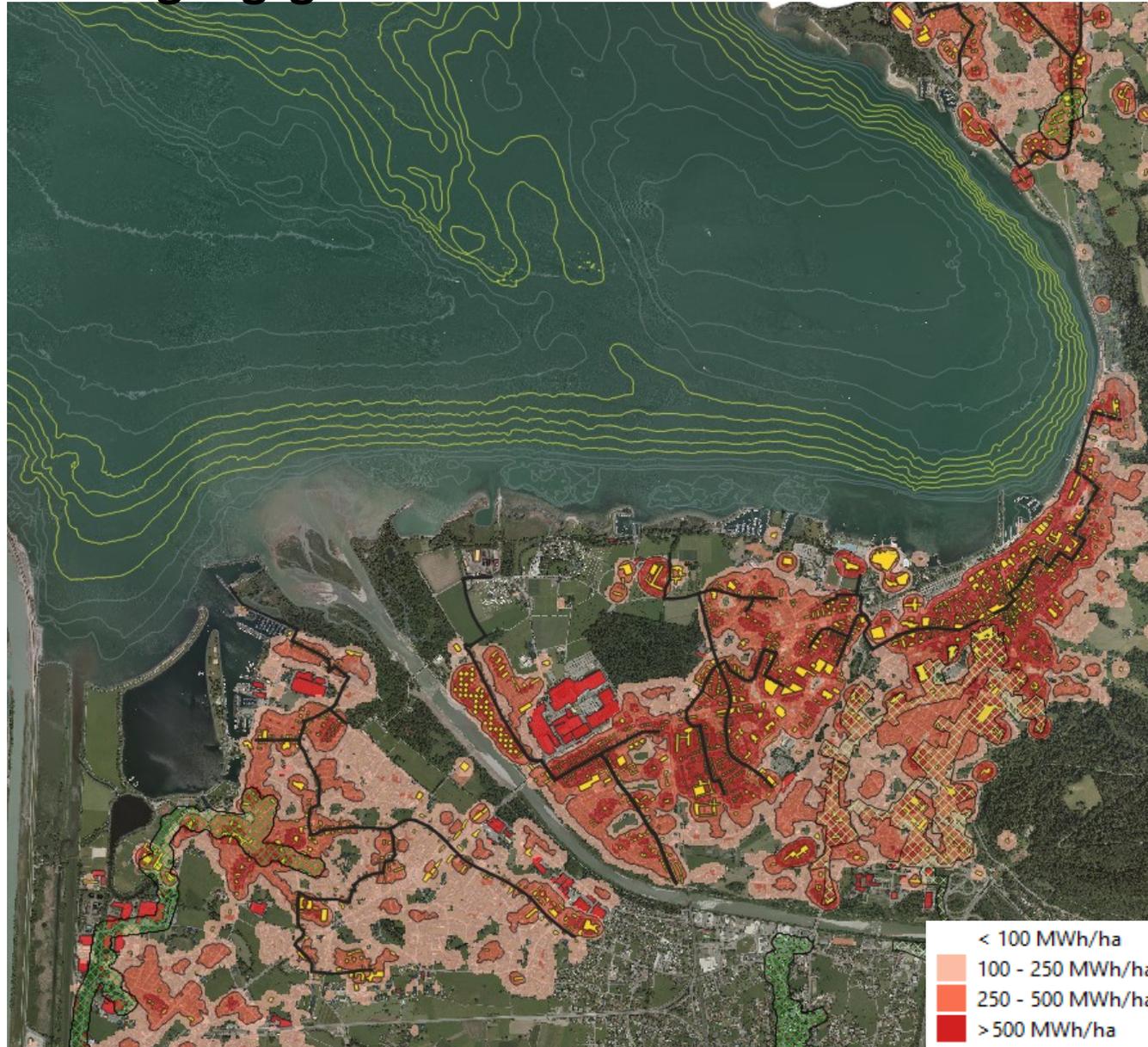
Versorgungsgebiete + Standorte



- Einzelgebäude mit hohem Wärmebedarf („Schlüsselkunden“)

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

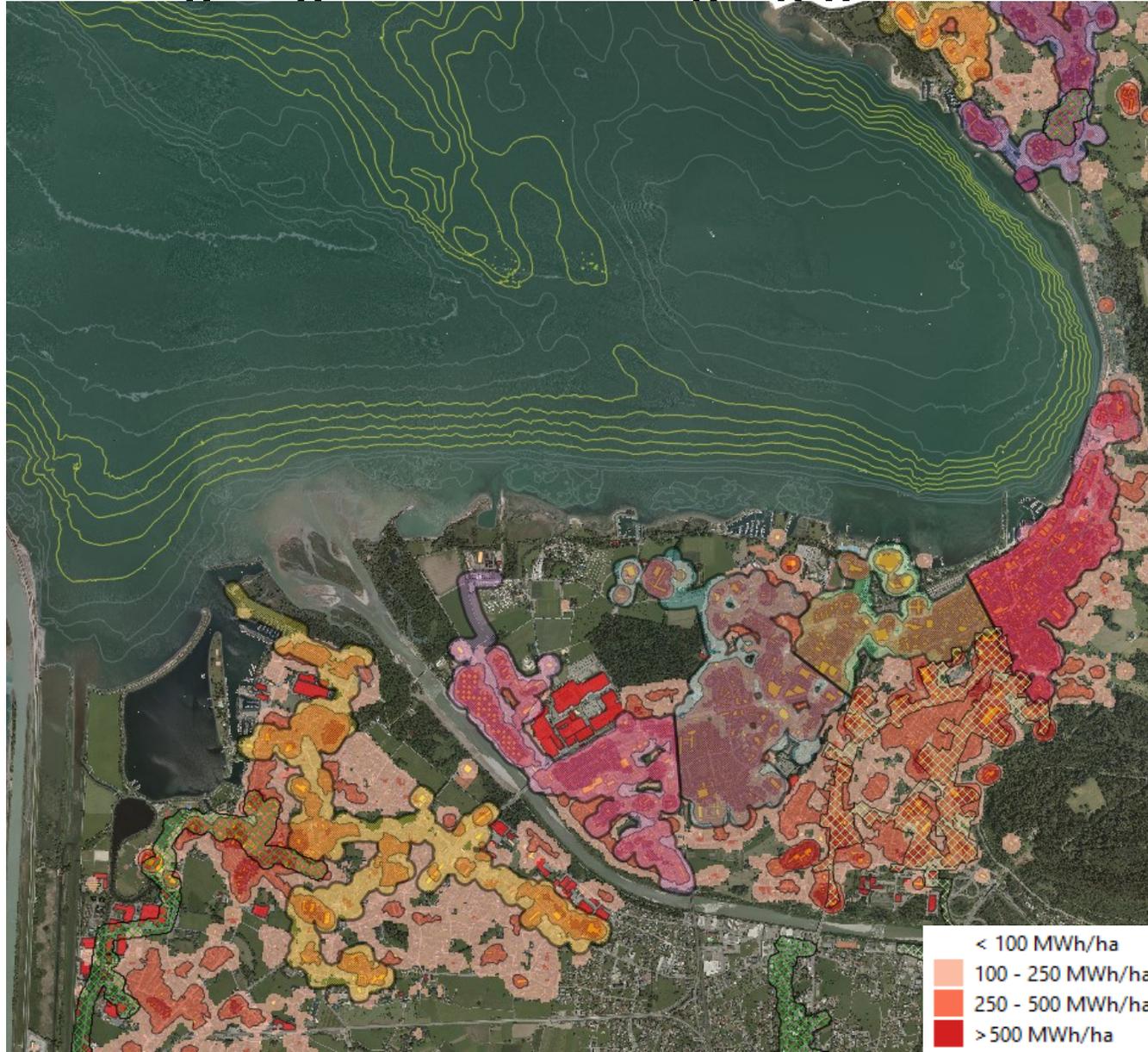
Versorgungsgebiete + Standorte



- Einzelgebäude mit hohem Wärmebedarf („Schlüsselkunden“)
- Möglicher Trassenverlauf um Gebiete hoher Wärmedichte und Einzelgebäude zu erschließen
- Einzelgebäude mit hohem Wärmebedarf in Relation zu Distanz -> Haupttrasse (>1000 kWh/lfm)

Wärmepotential Gebäude (Energiesenke)

Vorläufige Ergebnisse – Versorgungsgebiete + Standorte



- Einzelgebäude mit hohem Wärmebedarf
 - Möglicher Trassenverlauf um Gebiete hoher Wärmedichte und Einzelgebäude zu erschließen
 - Einzelgebäude mit hohem Wärmebedarf in Relation zu Distanz -> Haupttrasse (>1000 kWh/lfm)
- 50m Puffergebiet um diese Gebäude und um möglichen Trassenverlauf

Versorgungs-Gebiet	Wärmebedarf gesamt [MWh]	Wärmebedarf Raumwärme [MWh]	Wärmebedarf Warmwasser [MWh]	Heizleistung gesamt (kW)	Trassenlänge Haupttrasse [m]	Anzahl Gebäude im Netzgebiet
Bregenz 1	28.000	23.000	5.000	11.100	4.700	520
Bregenz 2	48.000	42.000	6.000	19.300	4.000	640
Bregenz 3	28.000	24.000	4.000	11.700	2.000	240
Bregenz 4	60.000	53.000	7.000	25.200	1.900	610
Hard	27.000	23.000	4.000	11.200	6.100	740
Lochau 1	11.000	9.000	2.000	4.500	3.300	340
Lochau 2	20.000	17.000	3.000	8.900	2.900	320



Kofinanziert von der Europäischen Union



Energieinstitut Vorarlberg

Energiezentralen (Umwandlung/Verteilung)

B PB Ingenieure für
Energie- und Gebäudetechnik
Bahnhofstrasse 6, 6060 Sarnen

Energiezentrale (Umwandlung/Verteilung)



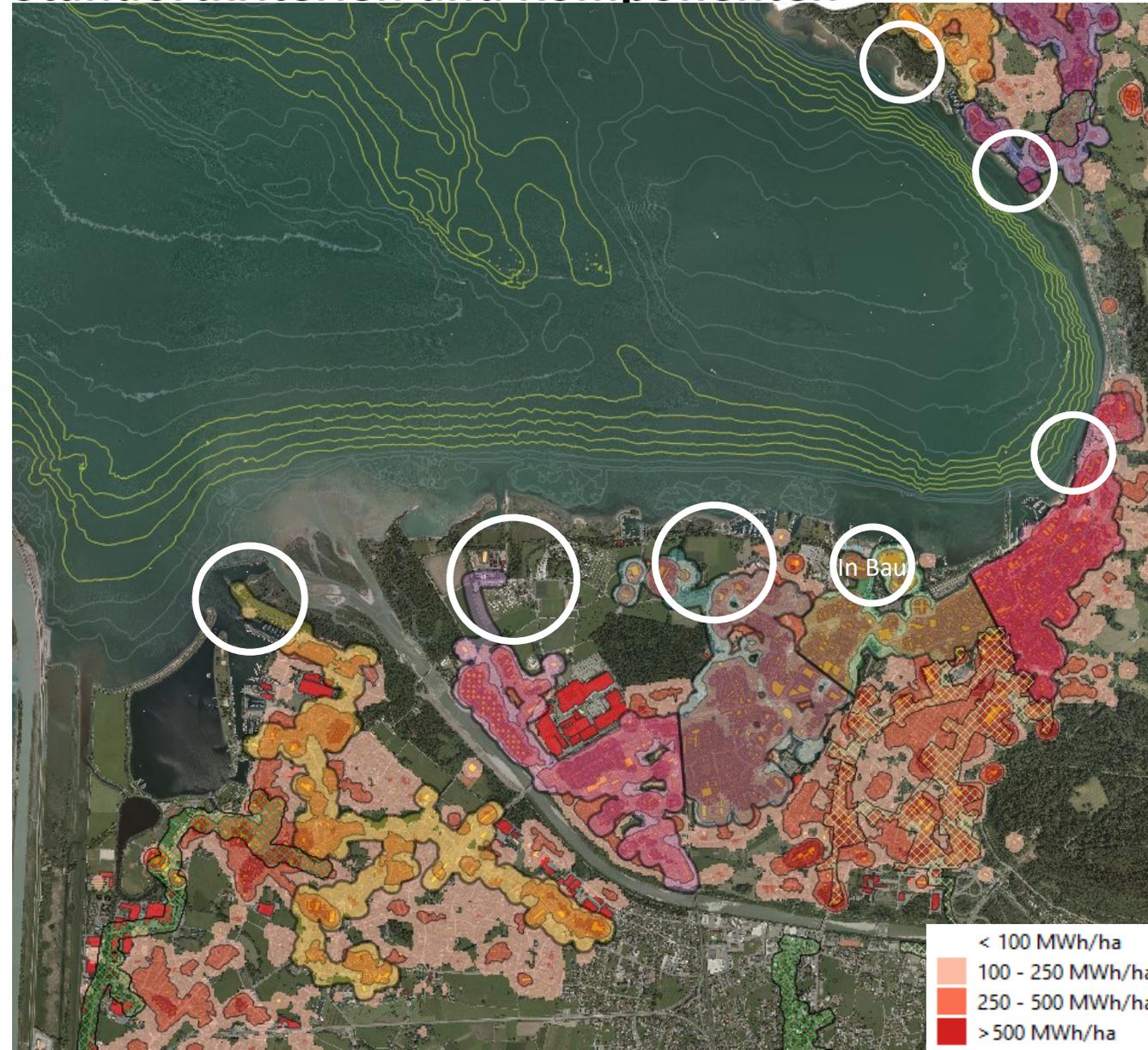
Kofinanziert von der
Europäischen Union



Energieinstitut Vorarlberg

Energiezentrale (Energieumwandlung/Verteilung)

Standortkriterien und Komponenten



- Standortkriterien

- Seenähe | Wassertiefen 20-40 m
- Beschaffenheit | Infrastruktur | Anschlüsse
- Platzbedarf 300-600m²
(Zufahrt und Dimension)
- Widmung | Gemeindeeigene Grundstücke

- Komponenten der Seewassernutzung

- Seewasserfassung mit Seihern und Leitungen
- Pumpwerk/Wärmetauscher
- Energiezentrale/Wärmepumpen
- Wärmenetz | Erschließungskonzept
(Warm/Kalt)

Energiezentrale (Energieumwandlung/Verteilung)

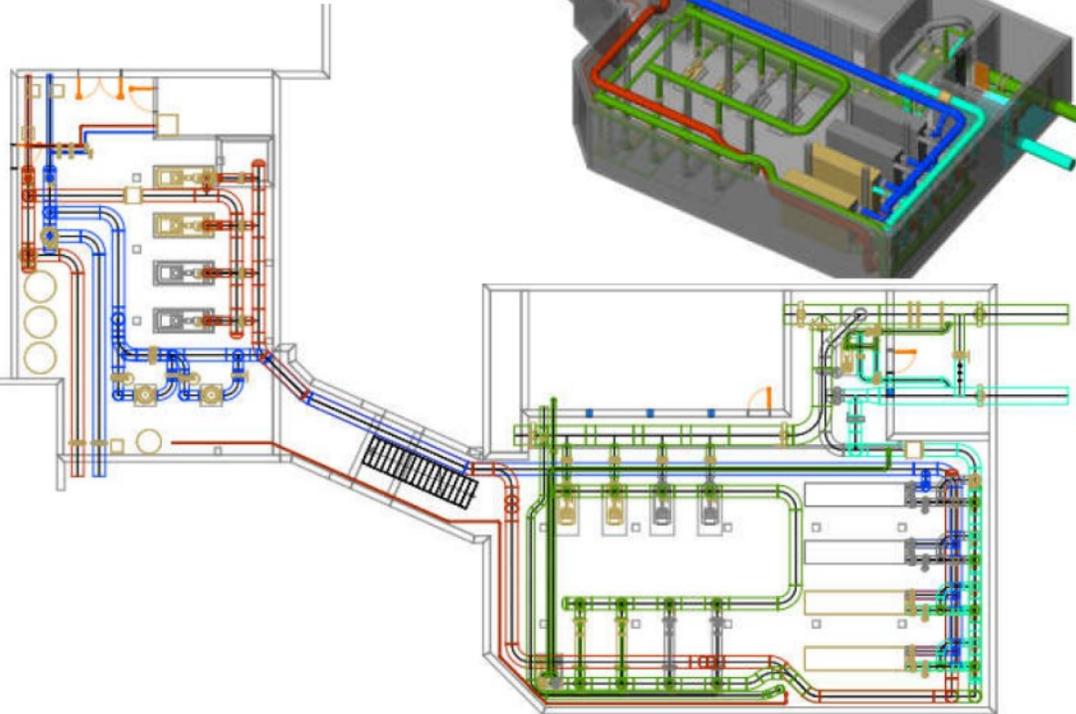
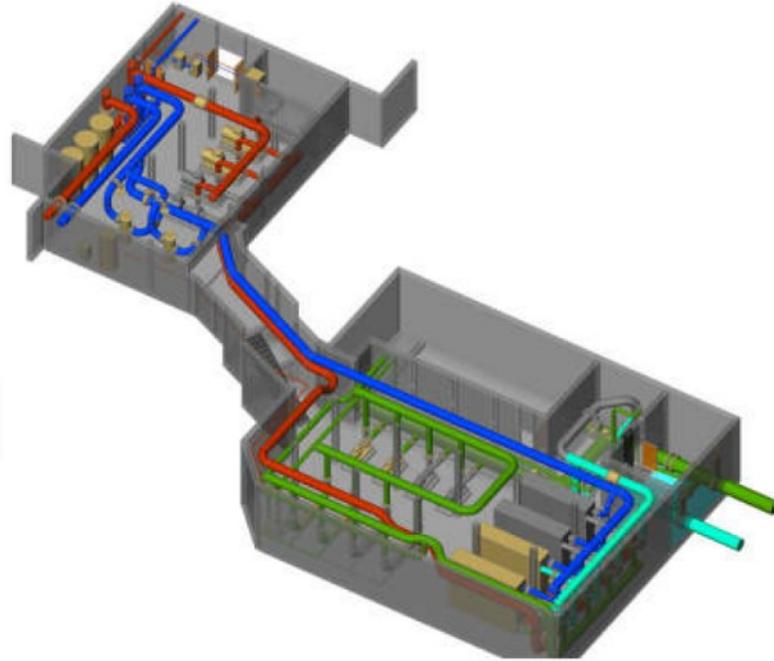
Infrastruktur Seeseitig – Beispielbilder aus Horw bereitgestellt von **PB** PB Ingenieure für
Energie- und Gebäudetechnik
Bahnhofstrasse 6, 6060 Sarnen



Energiezentrale (Energieumwandlung/Verteilung)

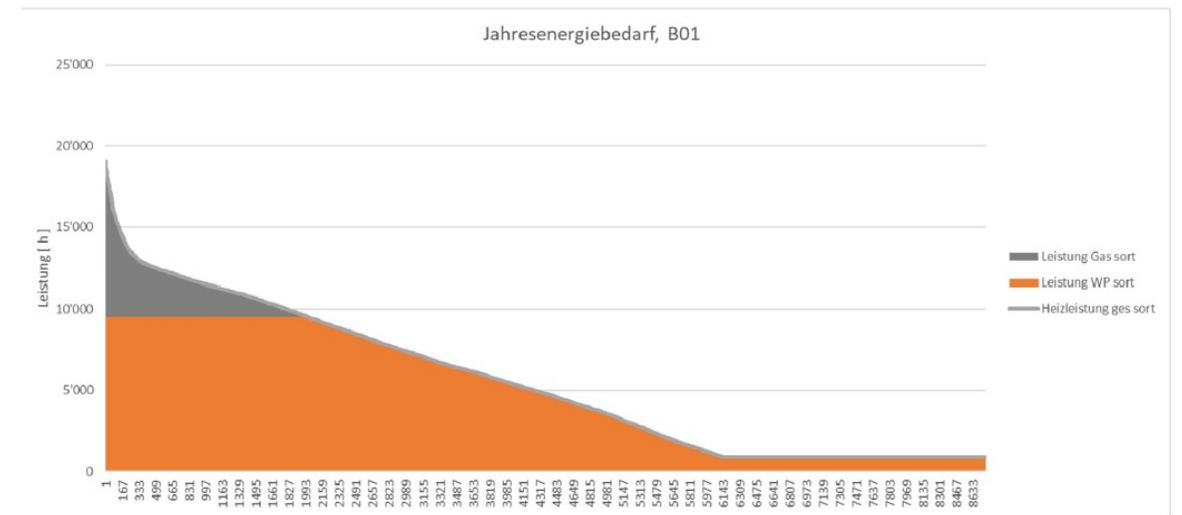
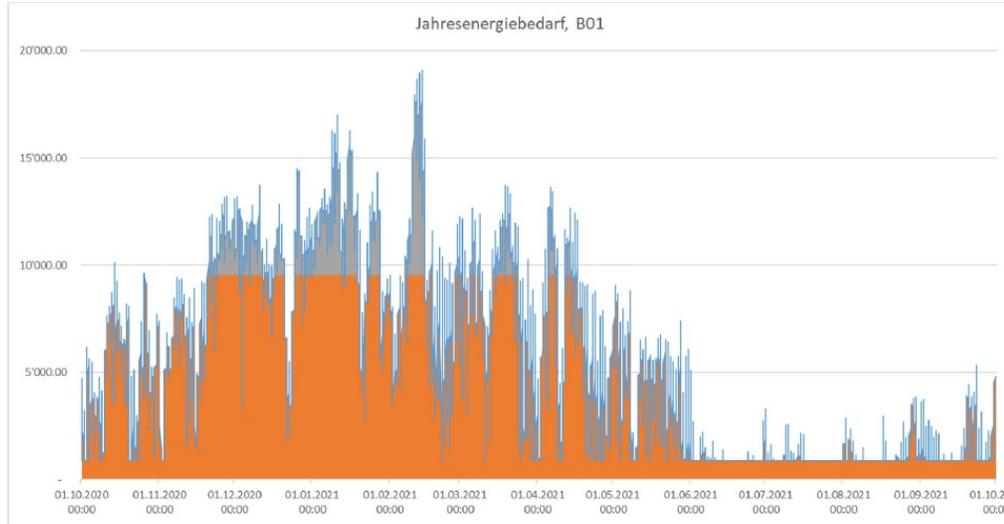
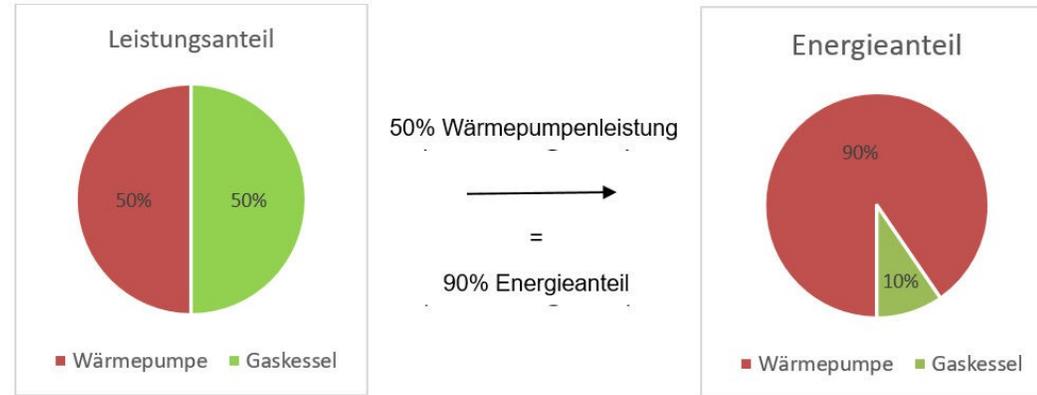
Infrastruktur Landseitig– Beispielbilder aus Horw bereitgestellt von

B PB Ingenieure für
Energie- und Gebäudetechnik
Bahnhofstrasse 6, 6060 Sarnen



Energiezentrale (Energieumwandlung/Verteilung)

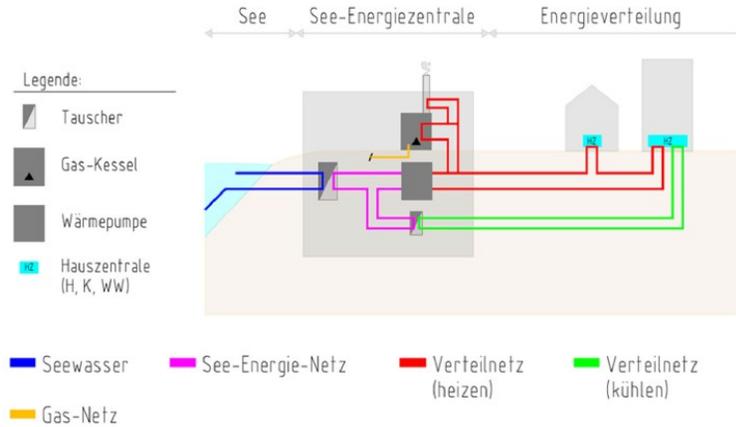
Dimensionierung und Auslegung der Anlage



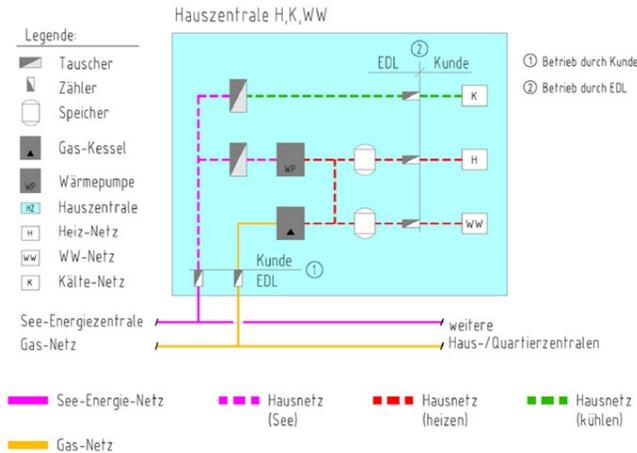
Energiezentrale (Energieumwandlung/Verteilung)

Erschließungskonzepte

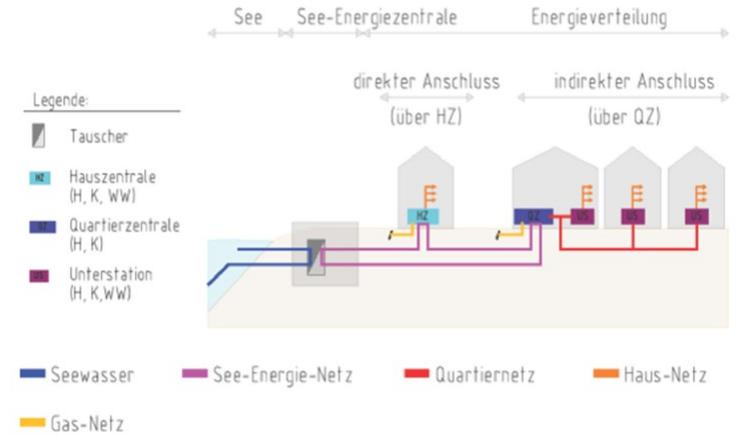
• Warmes Netz



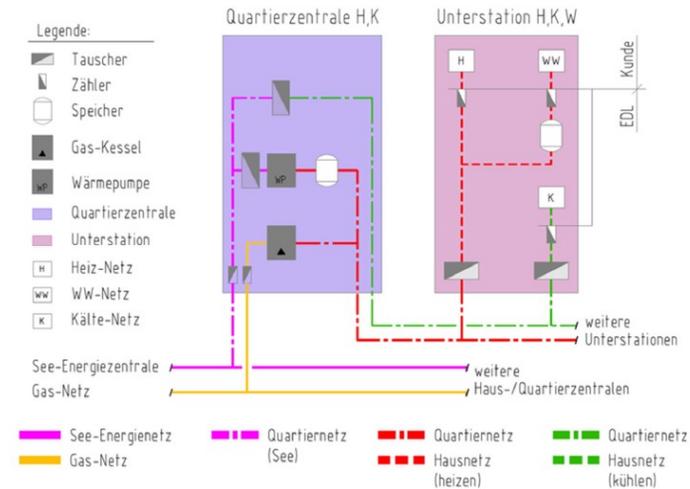
• Kaltes Netz



• Quartierszentrale



• Hauszentrale (Großkunden)



→ In Arbeit: Kostenberechnung (Erstellung/Betrieb/Wärmekosten)

Wärmequelle See (Energiequelle)



Wärmequelle See
(Energiequelle)



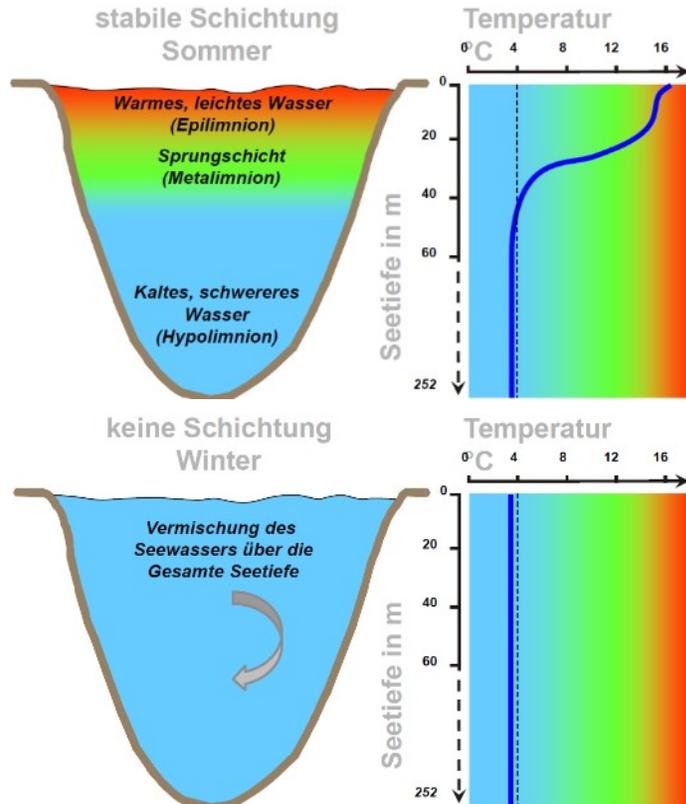
Kofinanziert von der
Europäischen Union



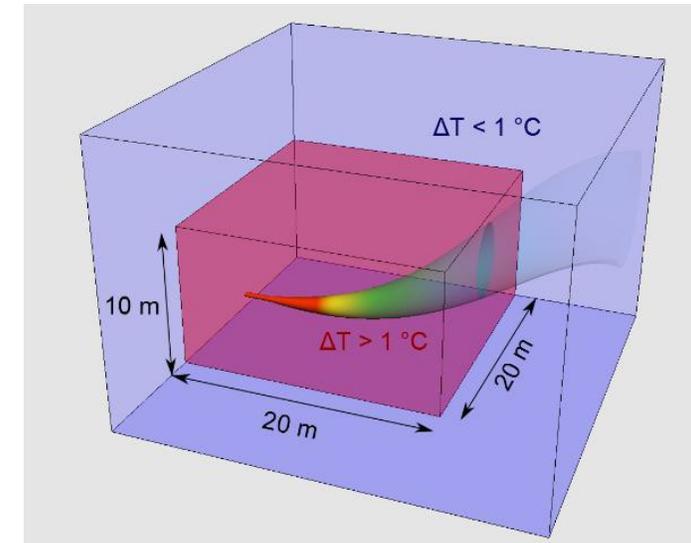
Energieinstitut Vorarlberg

Wärmequelle See (Energiequelle)

Wasserschichtung und IGKB Richtlinien – bereitgestellt von

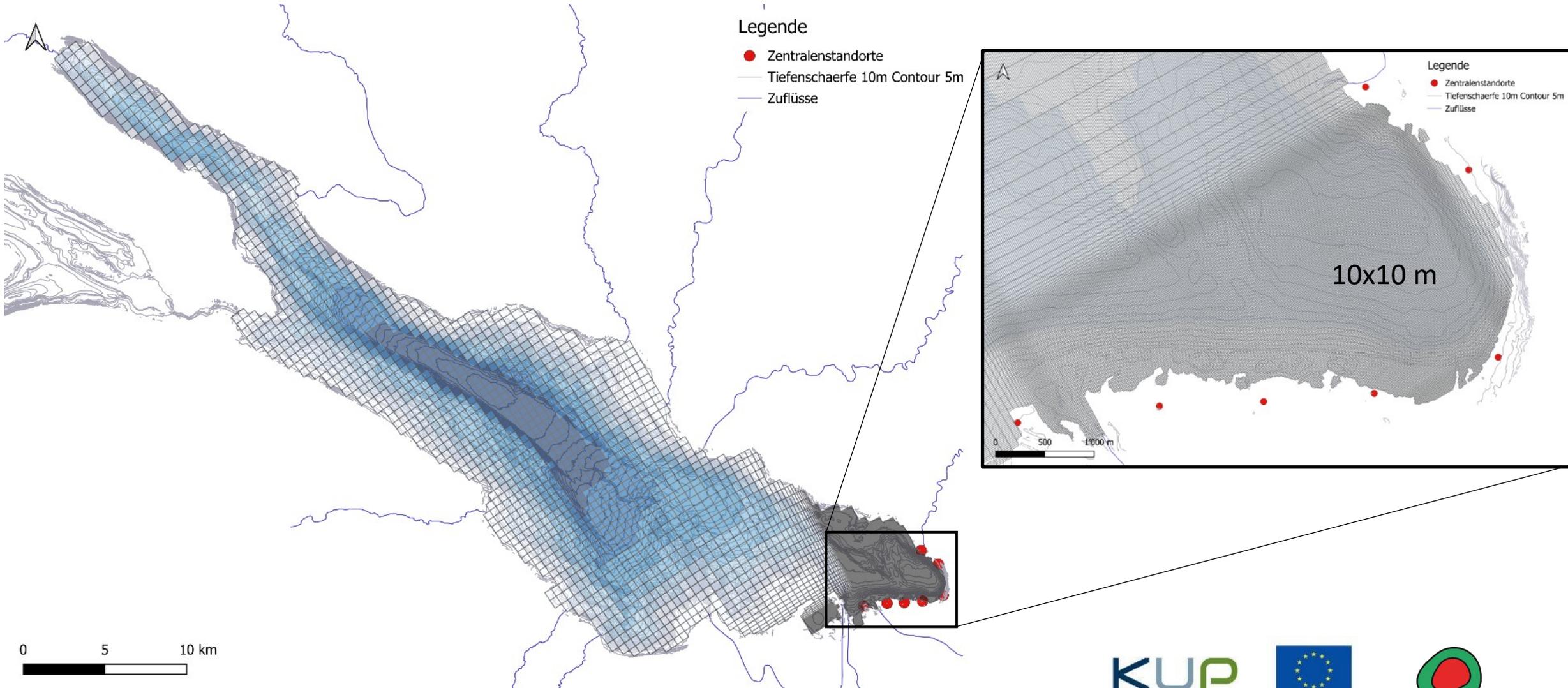


- Entnahmetiefen nutzungsabhängig zw. 0 –40 m wählbar
- Rückgabe so dass Einschichtung zw. 20 –40 m
- Rückgabetemperatur < 20 °C
- Temperaturänderung außerhalb Mischungszone < 1°C
- Beschränkung Ausströmung auf max. 2 m/s (ohne Düse)
- Keine Kurzschlussströmung
- Trinkwasserentnahme schützen, Prüfbedarf bei entsprechenden geringen Abständen, Abstimmung Trinkwasserversorger
- Anlagengrößen:
 - Mindestgröße: 200 KW
 - Ab 5 MW vertiefte Prüfung



Wärmequelle See (Energiequelle)

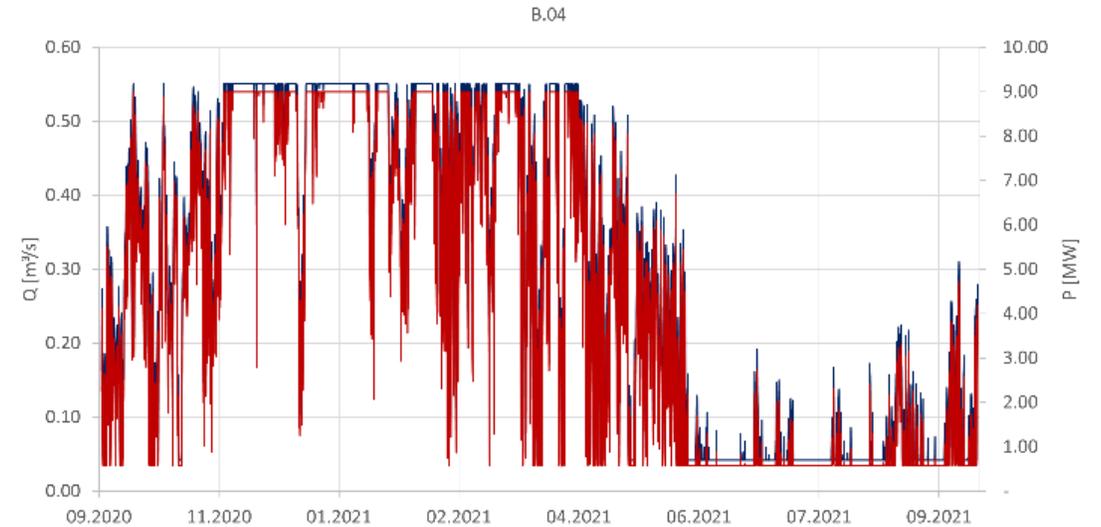
Modellnetz – bereitgestellt von **KUP**
KOBUS UND PARTNER



Wärmequelle See (Energiequelle)

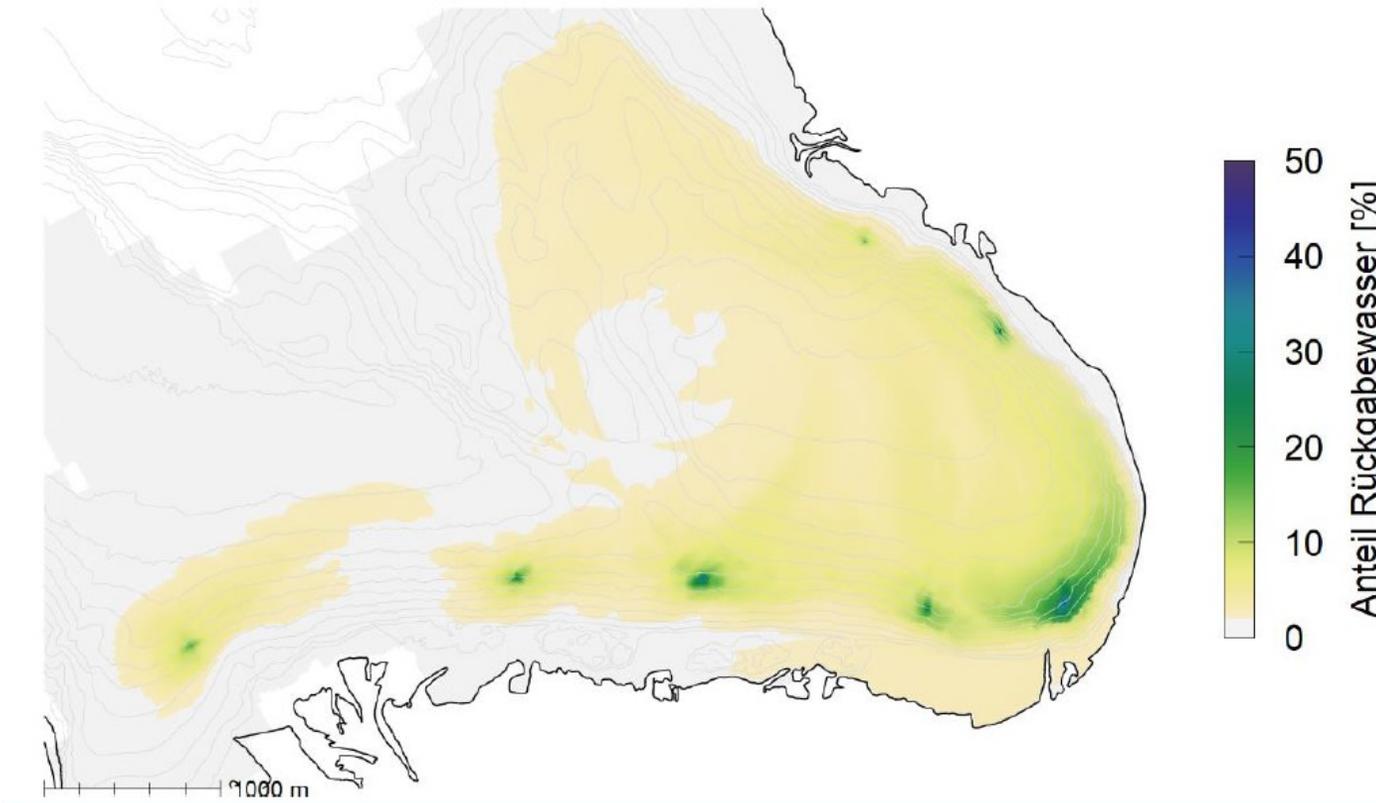
Betriebsdaten thermische Nutzung Heizbetrieb

Standort	Max. Leistung [MW]	Max. Abfluss[m ³ /s]	ΔT [K]
B01	4,0	0,3	3
B02	6,9	0,6	3
B03	4,2	0,3	3
B04	9,0	0,7	3
L01	1,6	0,1	3
L02	3,2	0,3	3
H01	4,0	0,3	3



Wärmequelle See (Energiequelle)

Ergebnis Nah- und Fernfeld



- Strahlmodell Nahfeld:
 - Vorgaben zur Mischungszone über gesamten Zeitraum erfüllt
- Seemodell Fernfeld:
 - Passive Ausbreitung abgekühltes Wasser mit Seeströmung
 - Dargestellt sind Maximalwerte über gesamten Zeitraum
 - Anteil Rückgabewasser bei nächster Entnahmestelle (ca. 100m) beträgt im „worst case“ bis zu 10% (von $dT = 1\text{ K}$)
→ nicht gravierend aber Anpassung/Optimierung möglich

Bisheriges Fazit

Beträchtlicher Anteil der Wärme in Bregenz, Hard, Lochau liegt in geeigneten Wärmedichten und könnte mit Seewärme versorgt werden

Mögliche Zentralenstandorte vorhanden

Seeseitig können soweit alle Kriterien eingehalten werden

Kostenabschätzung und jeweilige Erschließungskonzepte noch offen

Andere Potentiale nicht vergessen

1. (Industrielle) Abwärmepotentiale
2. ARA Potentiale
3. Grundwasserpotential

Fragen und Diskussion!

DI Dr. Richard Büchele
Energieeffizientes Bauen
Energieberatung und Gebäudetechnik
Energieinstitut Vorarlberg
Campus V / Stadtstrasse 33
6850 Dornbirn, Austria
T +43 5572 31 202 - 57
richard.buechele@energieinstitut.at
www.energieinstitut.at



Energieinstitut Vorarlberg