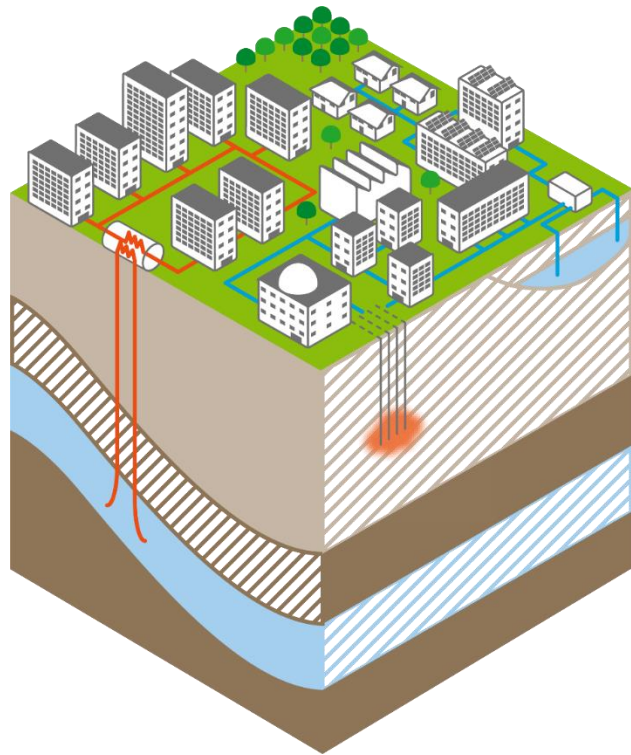
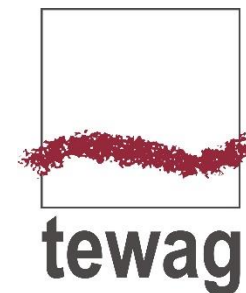


Projektbeispiele zur Kalten Nahwärmeversorgung - Lösungen für Quartiere -



Quelle: EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE



Dr. Paul Fleuchaus

tewag GmbH

Technologie – Erdwärmeanlagen – Umweltschutz

Niederlassung Lohr am Main

Große Kirchgasse 1

97816 Lohr am Main

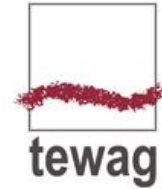
www.tewag.de

pfl@tewag.de

1. Kurzvorstellung tewag
2. Grundlagen der geothermischen Nahwärmeversorgung
3. Projektbeispiele

www.tewag.de

[Home](#) | [Aktuelles](#) | [Unternehmen](#) | [Geothermie](#) | [Altlasten](#) | [Kontakt](#)



tewag
Erkenntnisse neuester
Forschung, wissen-
schaftliche Methoden
und geologische
Erfahrung aus
jahrzehntelanger Praxis



tewag

Technologie – Erdwärmeanlagen – Umweltschutz GmbH

Geothermie

Sie erwägen die Versorgung einer bzw. mehrerer Immobilien oder ganzer Areale mit Erdwärme?
Sie suchen unabhängige Sachverständige, die umfassend untersuchen, welche Lösungen rechtlich zulässig, technisch machbar und ökonomisch sowie ökologisch sinnvoll sind?
Sie benötigen Planer, die Geothermieanlagen optimal auslegen, projektieren und umsetzen?
Wir sind Ihre Partner dafür. Nehmen Sie Kontakt mit uns auf.

Leistungsspektrum:

Geothermie

- Projektmanagement
- Standorterkundung & Feldmessungen (u.a. TRT, TTM, EGRT)
- Planung geothermischer Anlagen
- Modellierung & Simulation
- Ausschreibung & Vergabe
- Bauüberwachung
- Qualitätssicherung & Anlagenmonitoring
- Erstellung von kommunalen Energiekonzepten / Quartierslösungen

Altlasten

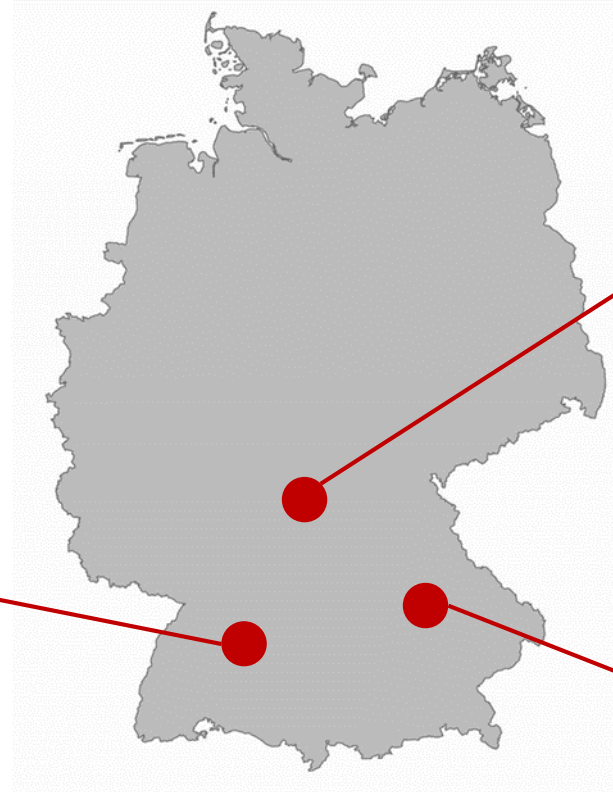
- Historische Recherche
- Technische Erkundung
- Planung
- Sachverständigentätigkeit

Abbruch

Planung, Arbeitsschutz, Überwachung

Niederlassung Starzach

Am Haag 12
72181 Starzach-Felldorf
Tel.: +49 7483 29608-0
E-Mail: info@tewag.de



Niederlassung Lohr am Main

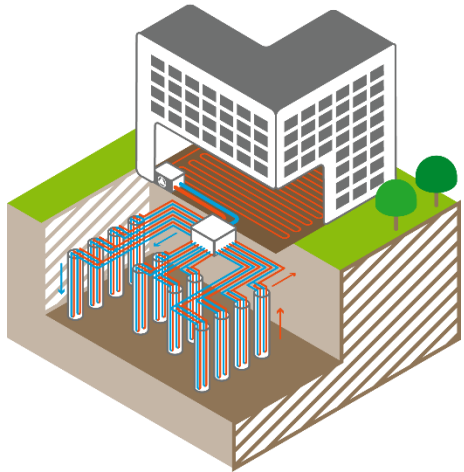
Große Kirchgasse 1
97816 Lohr am Main
Tel.: +49 7483 26908-19
E-Mail: mku@tewag.de

Hauptsitz Regensburg

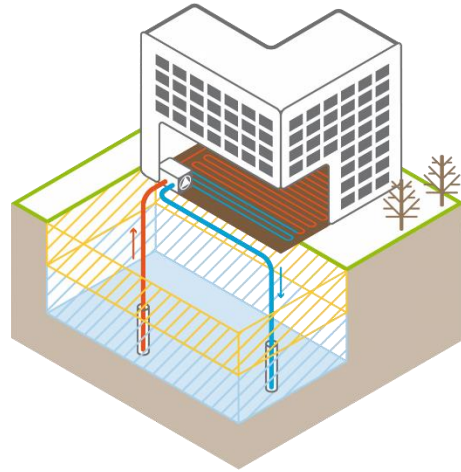
Blumenstraße 24
93055 Regensburg
Tel.: +49 941 208633-60
E-Mail: info@tewag.de

www.tewag.de

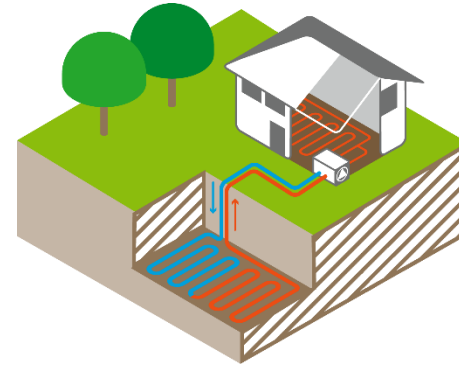
Übersicht geothermische Erschließungsmöglichkeiten



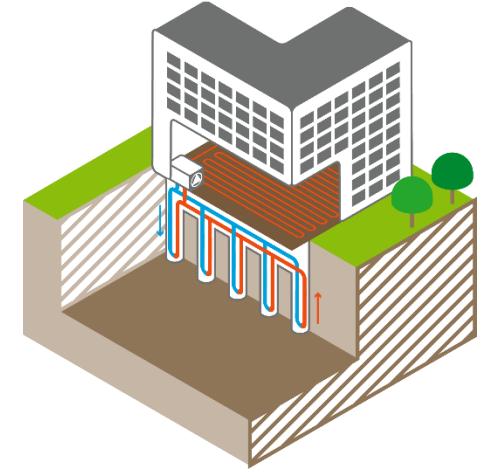
Sonden



Brunnen



Kollektoren, Körbe,
Sonderformen, ...

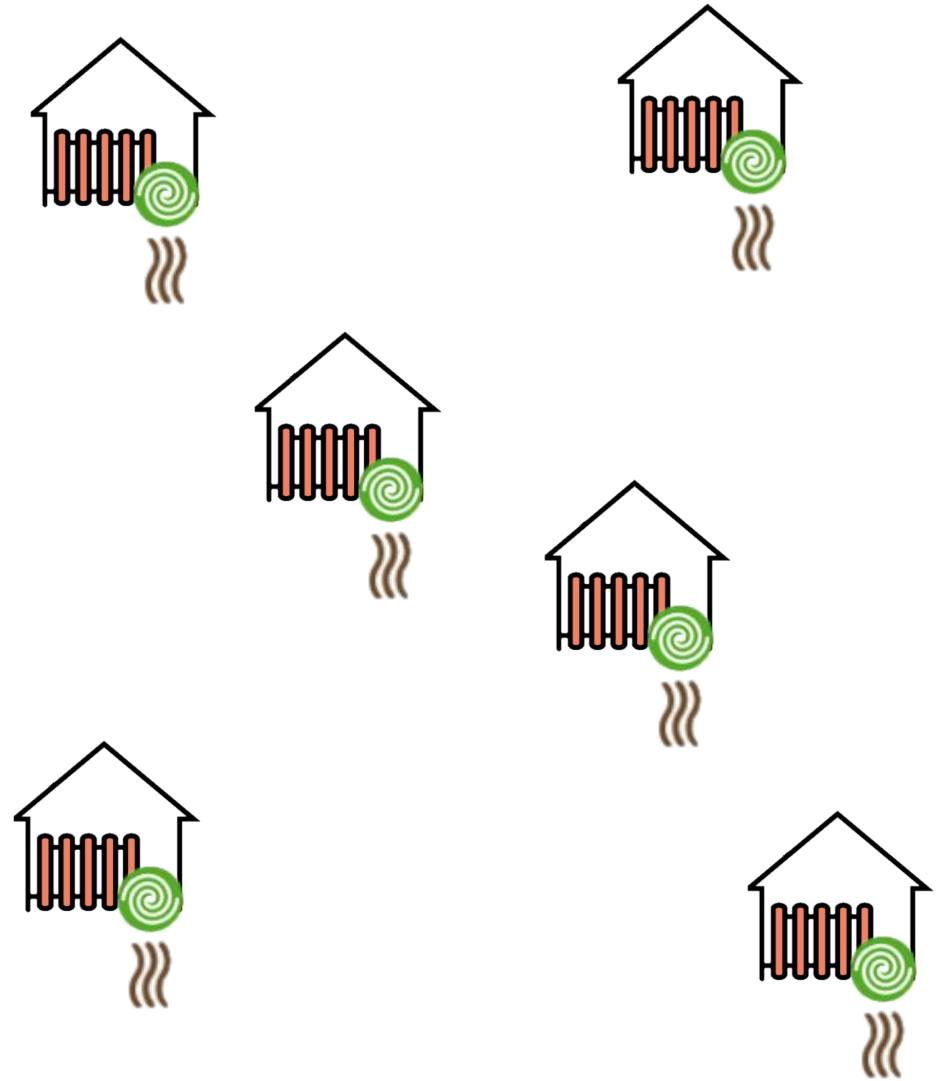


Energiepfähle

0 bis 15 °C	10 bis 15 °C	-5 bis 15 °C	0 bis 15 °C
Einbautiefe 40 bis 200 m	Einbautiefe 10 bis 50 m	Einbautiefe 1 bis 5 m	Einbautiefe 10 bis 30 m
Geothermisch an nahezu jedem Standort umsetzbar	Effizienteste Wärme- und Kältequelle	Vollständige sommerliche Regeneration durch Außentemperatur, Solarstrahlung, etc.	Doppelnutzung von statisch erforderlichen Bauteilen
Limitierung durch hydrogeologische und geologische Standortanforderungen	Abhängig von Hydrogeologie (Grundwasserangebot) und Wasserchemismus	Unbebaute Flächen erforderlich	

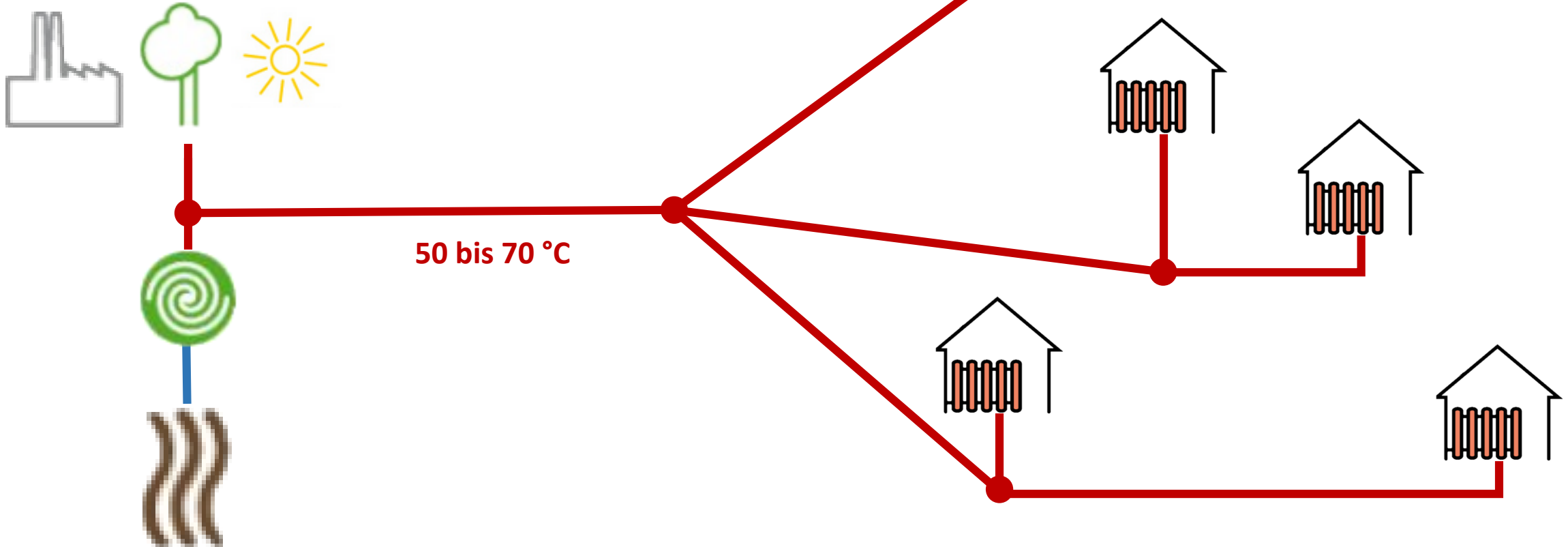
Dezentrale Anlagen

Separate erdgekoppelte
Wärmepumpenanlagen für die
einzelnen Gebäude mit
Erdwärmesonden auf den einzelnen
Grundstücken



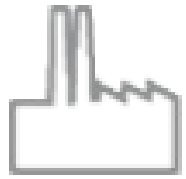
Zentrale Anlagen

Nahwärmenetz mit zentraler
Wärmepumpe / geothermischen Anlage
und ggf. weiteren Wärmeerzeugern

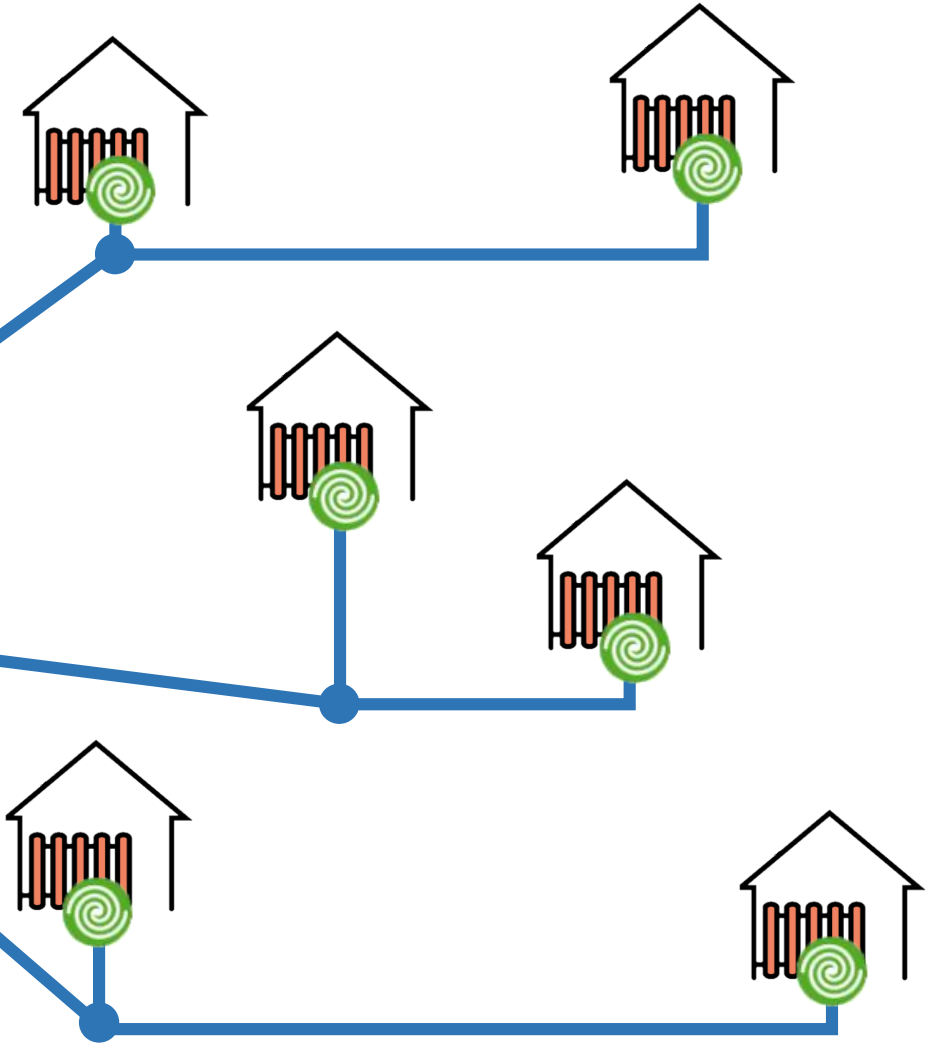


(De-)Zentrale Anlagen

Kaltes Nahwärmenetz zur Verteilung der zentralen geothermischen Wärme (Kälte) an dezentrale Wärmepumpen



-5 bis 15 °C
→ KNWN ist
zusätzliche
Wärmequelle

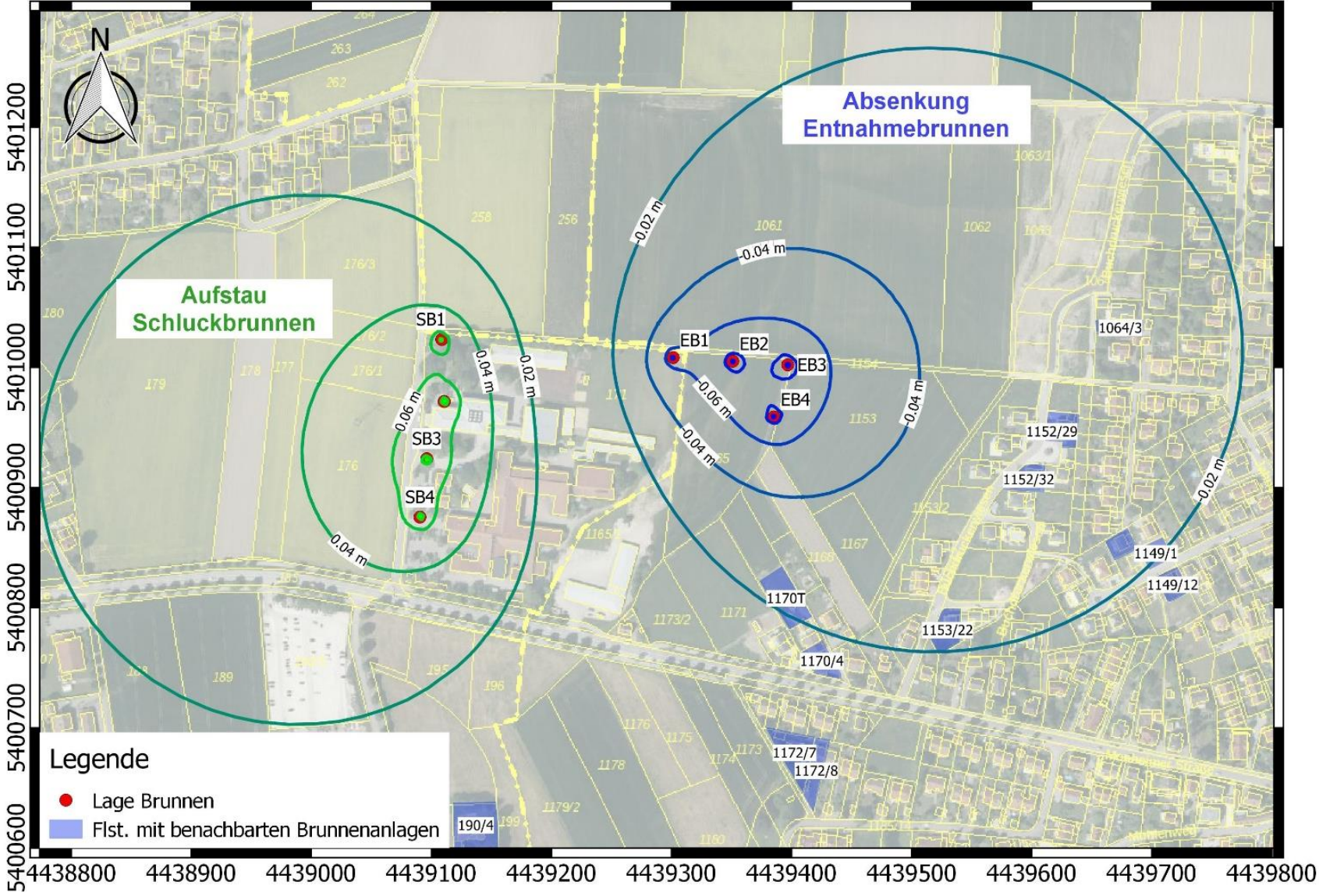


Impressionen Ausführung Kalte Nahwärmenetze



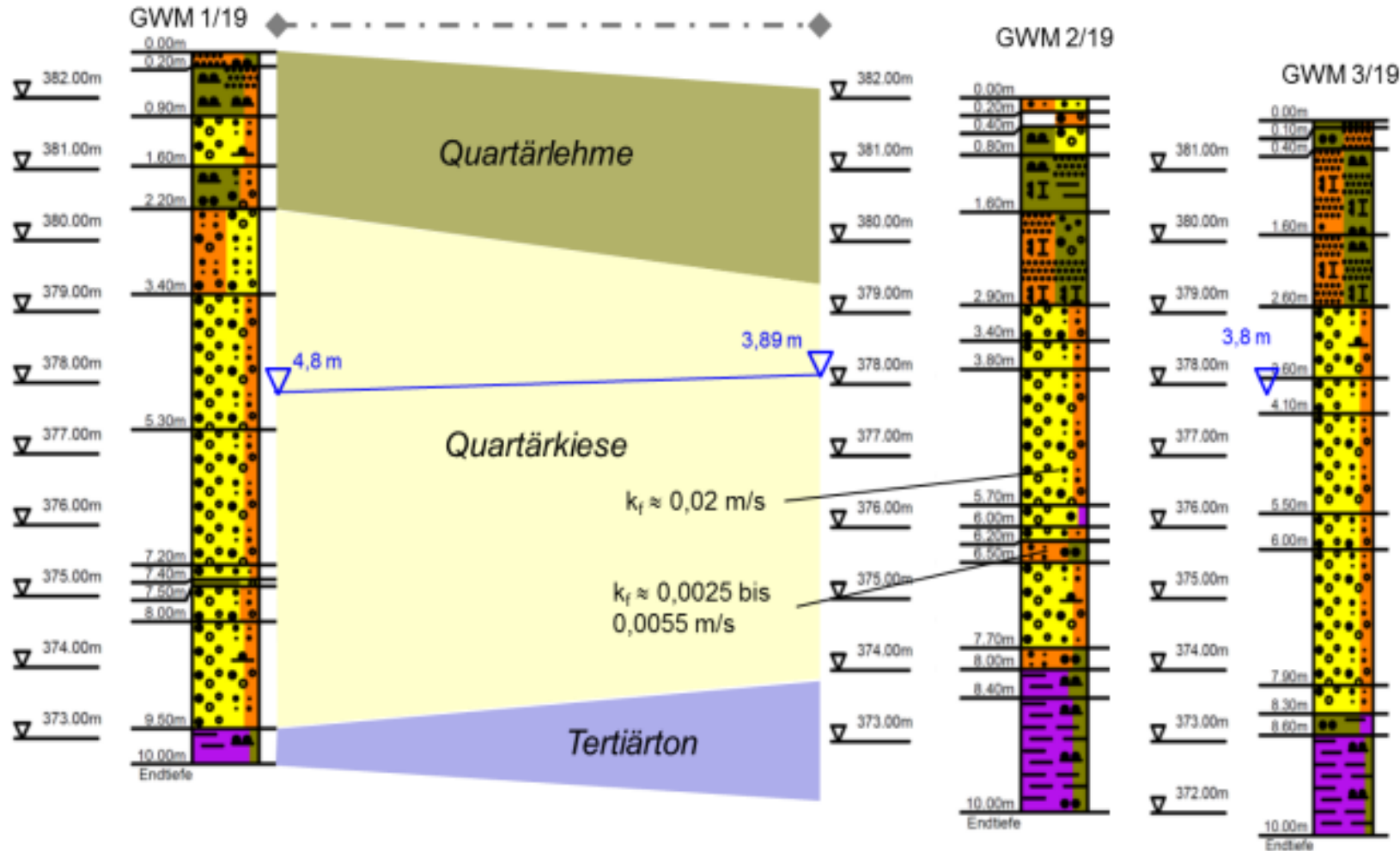


Schulcampus Bittenbrunn – geothermische Brunnenanlage



Schulcampus Bittenbrunn in Neuburg a.d. Donau

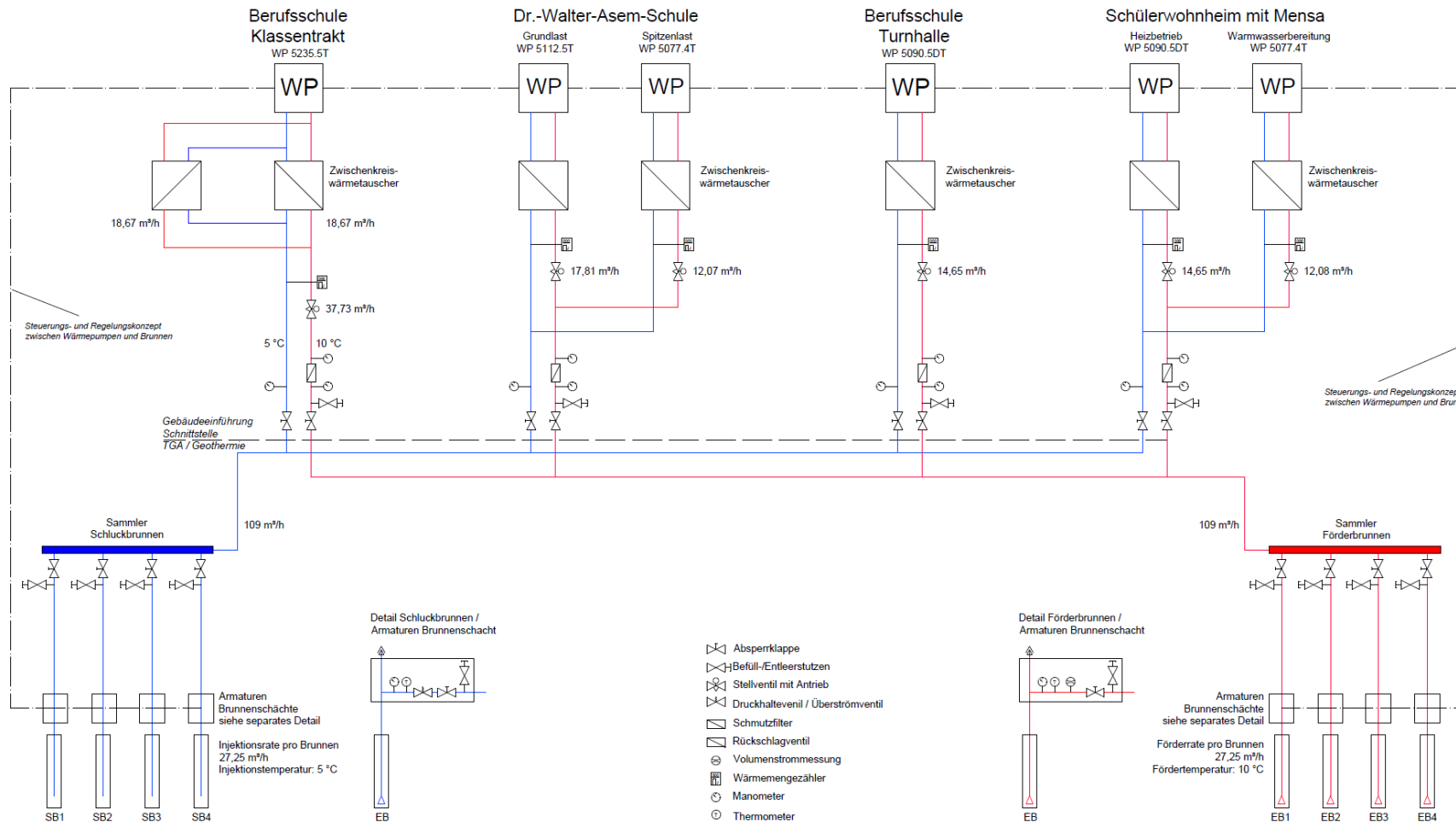
Geologische und hydrogeologische Standortverhältnisse



GWM = Grundwassermessstelle

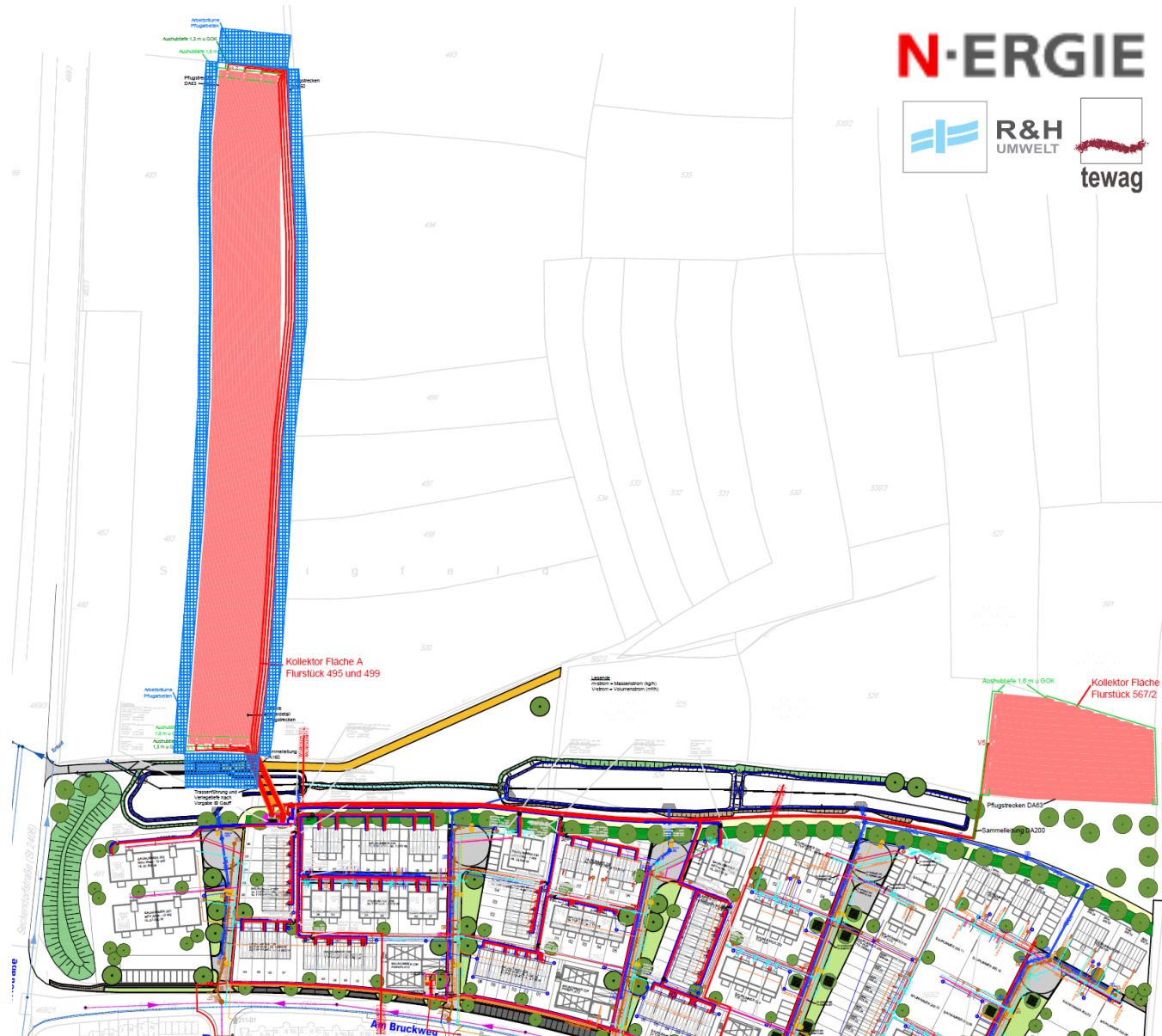
- Deckschicht aus Quartärlehmen
- Mächtigkeit der Quartärkiese schwankt zwischen 4,3 und 7,7 m
- 2 m mächtige Tertiärton

Geothermische Brunnenanlage mit Kaltem Nahwärmenetz zur Versorgung von Schulgebäuden



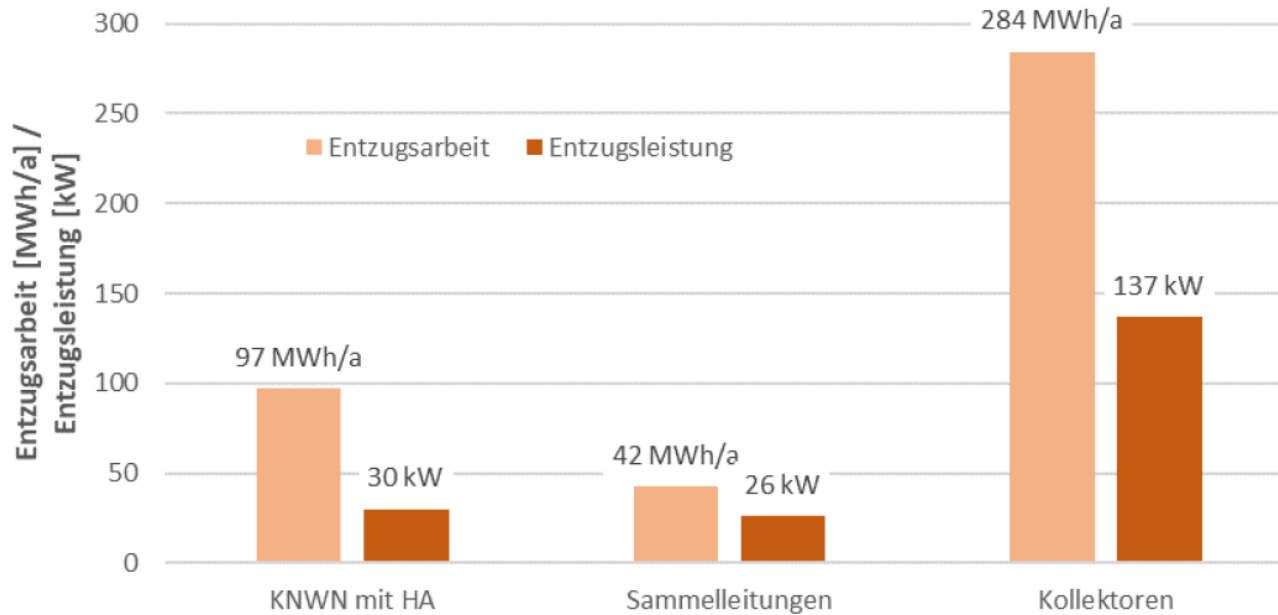
- Geothermische Brunnenanlage mit 4 Entnahme- und 4 Schluckbrunnen (10 m Tiefe)
- Versorgung von 4 Schulgebäuden über ein Kaltes Nahwärmenetz mit einer Gesamtröhrlänge von ca. 1.300m
- Heizleistung: 730 kW
- Jahresheizarbeit: 1.260 MWh/a
- Netto-Investitionskosten: (ohne Wärmepumpen und gebäudeseitige Anlagentechnik)
Brunnenanlage: 280.000 €
Kaltes Nahwärmenetz: 160.000 €
- Förderung durch den Freistaat Bayern
- Bauherr: Landkreis Neuburg-Schrobenhausen

Kornburg Nord BAII – Agrothermiekollektoren als Wärmequellen



- Agrothermiekollektor mit 16.000 Rohrm Metern DA63 (PE100-RC, SDR11) aufgeteilt auf 55 Kreisläufe (Verlegetiefe: 1,5 m u. GOK, Verlegeabstand: 0,75 m)
- Sammelleitungen Agrothermiekollektor zum Technikgebäude mit 500 Rohrm Metern DA160 und DA180 (PE100, SDR11)
- Kaltes Nahwärmenetz mit einer Gesamtrohrlänge von ca. 1.540 m (DA75 bis DA250, PE100, SDR11)
- Hausanschlüsse mit einer Gesamtrohrlänge von 690 m (DA40 bis DA125, PE100, SDR11)
- Versorgung von 60 Einfamilien- und 3 Mehrfamilienhäusern
- Entzugsleistung: 193 kW
- Entzugsarbeit: 424 MWh/a
- Netto-Investitionskosten:
(ohne Wärmepumpen und gebäudeseitige Anlagentechnik)
Agrothermiekollektor: 577.000 €
Kaltes Nahwärmenetz: keine Angaben vorhanden

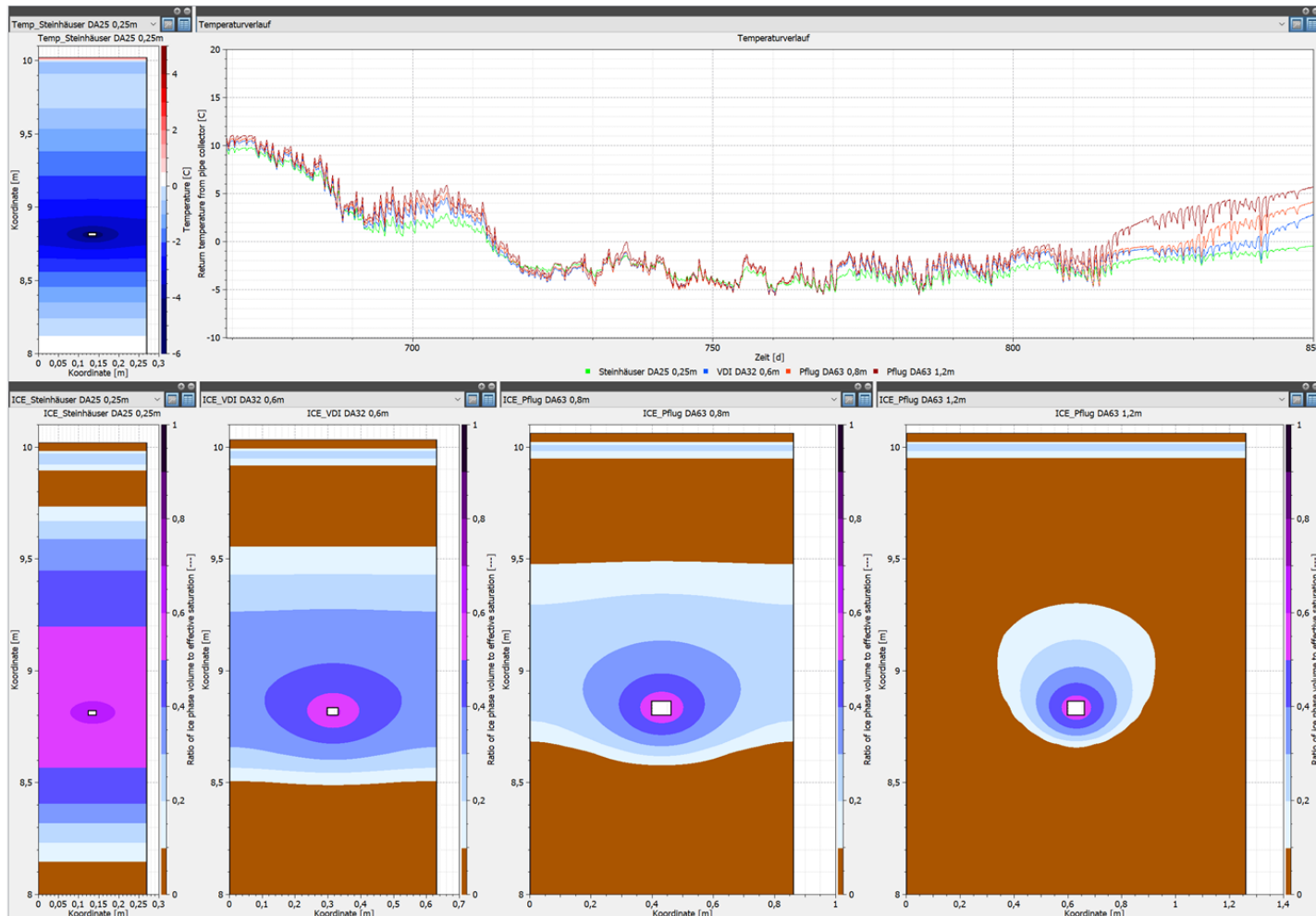
Kaltes Nahwärmenetz als Wärme- und Kältequelle



- Unisolierte Rohre des Kalten Nahwärmenetze (KNWN) stellen gemeinsam mit der geothermischen Wärmequelle einen hydraulischen Kreislauf dar.
- In Abhängigkeit der Temperaturen im Wärmeträgermedium und der Untergrundtemperaturen wird über das KNWN Wärme oder Kälte gewonnen.
- **Im vorliegenden Projektbeispiel beträgt der Deckungsanteil des KNWN an der gesamten Entzugsarbeit der Anlage 23%.**
- Hierdurch kann die geothermischen Wärmequelle entsprechend kleiner dimensioniert werden.

Abschnitt	Entzugsarbeit	Anteil
Gesamt	423 MWh/a	
Kaltes Nahwärmenetz (KNWN)	97 MWh/a	23%
Kollektor	326 MWh/a	77%

Exkurs: Betrieb von Flächenkollektoren im Frostbereich

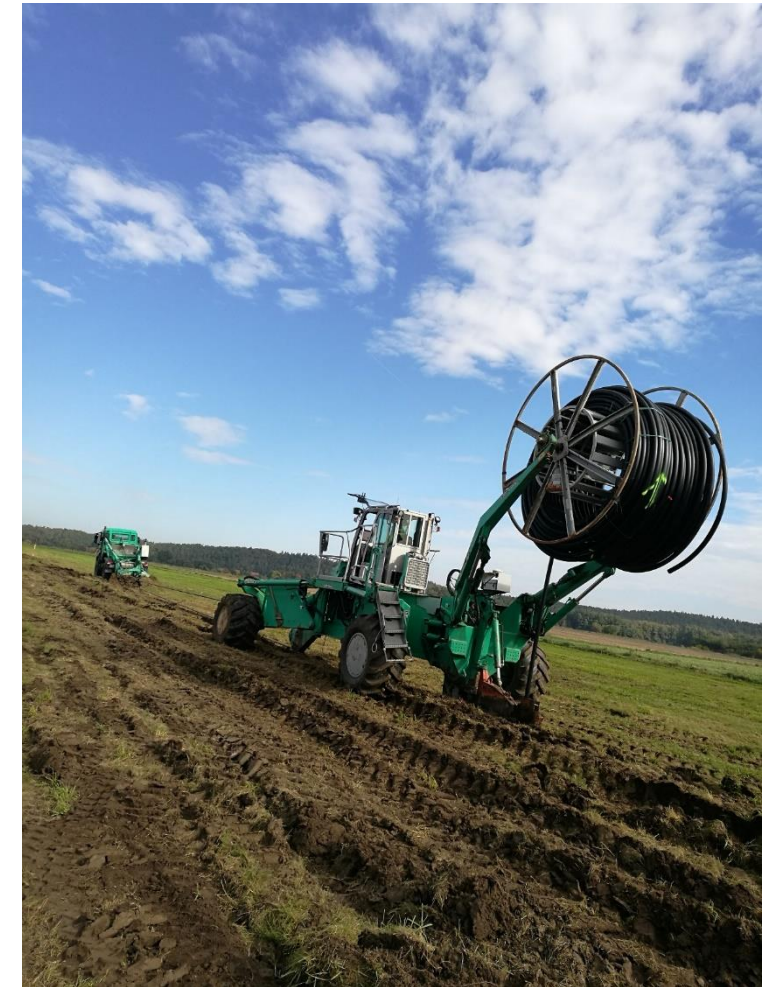


Thermischer Betrieb von Flächenkollektoren:

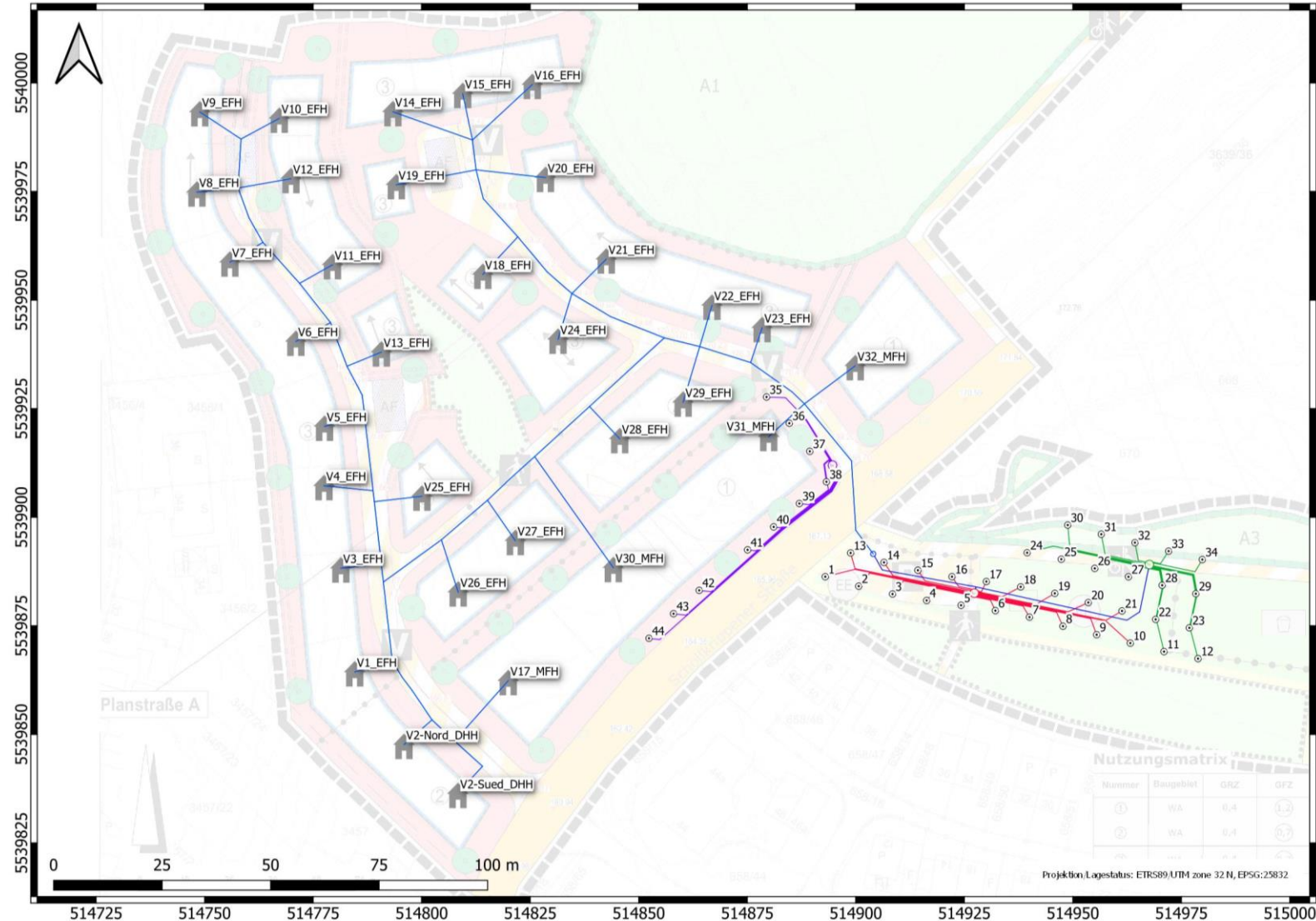
- Oberflächennahe Systeme nutzen den Phasenwechsel flüssig/fest des im Boden befindlichen Wassers als Latentwärmespeicher im Winter. Es kommt zur Eisbildung um die Kollektorrohre.
- In den Wintermonaten liegen die Temperaturen im Wärmeträgermedium bei $< 0\text{ °C}$ (minimal zulässige Eintrittstemperatur Wärmepumpe von -5 °C gemäß VDI 4640 Blatt 2).
- Das System regeneriert sich ab dem Frühling durch äußere Einflüsse (Außentemperatur, solare Einstrahlung und Niederschlag).
- Keine Überbauung über dem Erdwärmetauscher.
- Aufgrund der oberflächennahen Anordnung nur eingeschränktes Kühlpotential (insbesondere passive Kühlung) und nicht als saisonaler Speicher einsetzbar.

Kornburg Nord BAII – Agrothermiekollektoren als Wärmequellen

Errichtung des Agrothermiekollektors mit einem Kabelflug



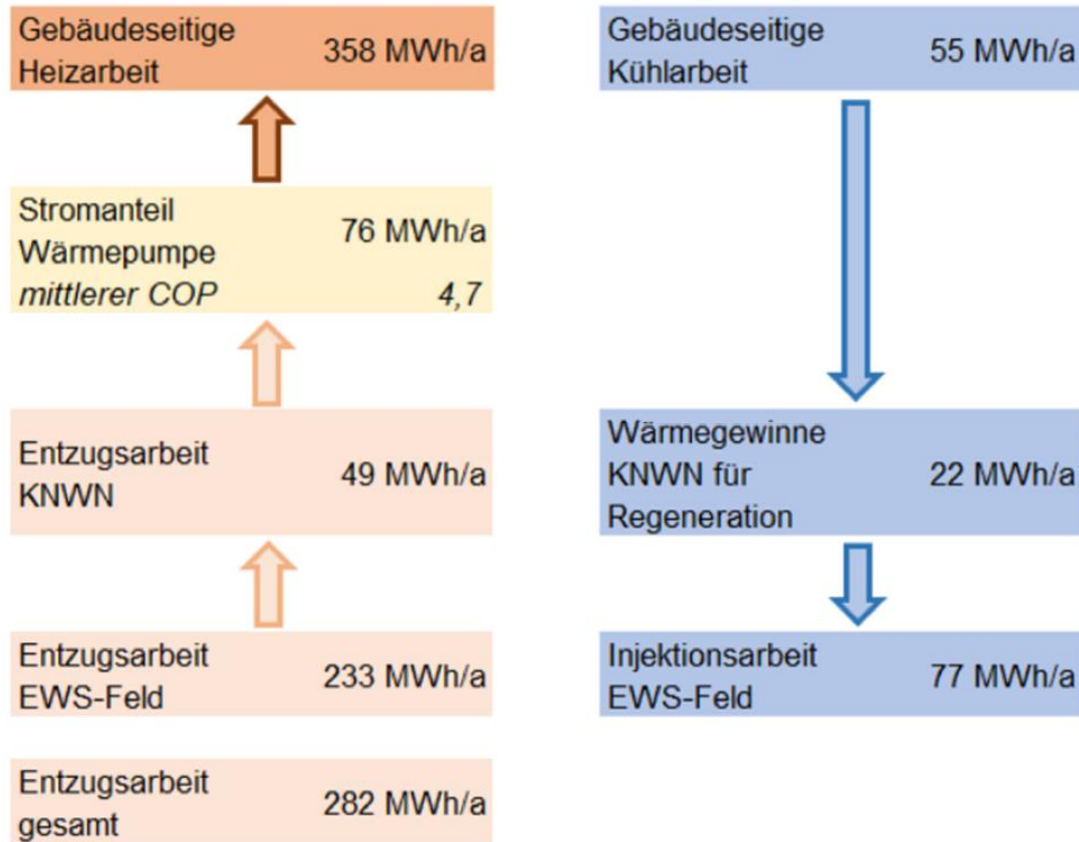
Ziegeläcker Hösbach – Erdwärmesonden als Wärmequelle



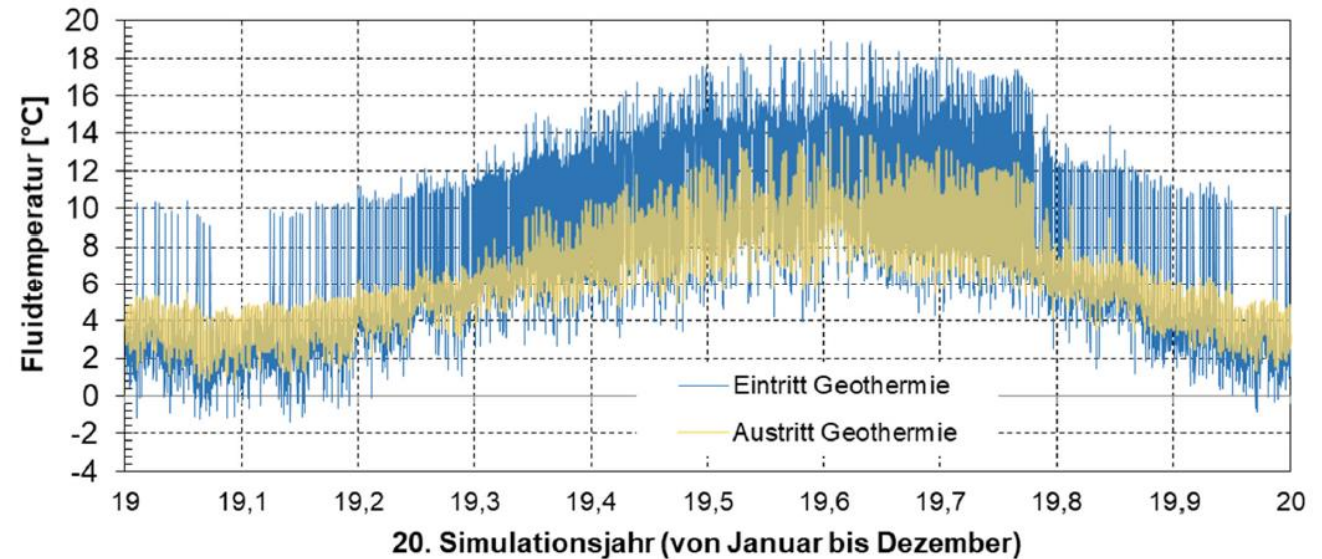
- Erdwärmesondenanlage mit 44 Sonden (4.400 Gesamtbohrmeter)
- Versorgung von 33 Ein- und Mehrfamilienhäusern
- Kaltes Nahwärmenetz mit einer Gesamtröhrlänge von ca. 1.660 m
- Heizlast, gesamt: 314 kW
- Kühllast, gesamt: 140 kW
- Jahresheizarbeit, gesamt: 383 MWh/a
- Jahreskühlarbeit, gesamt: 34 MWh/a
- Netto-Investitionskosten:
(ohne Wärmepumpen und gebäudeseitige Anlagentechnik)
Erdwärmesondenanlage: 580.000 €
Kaltes Nahwärmenetz (inkl. Hausanschlüsse): 290.000 €

Ziegeläcker Hösbach – Erdwärmesonden als Wärmequelle

Details zur thermischen Auslegung der Anlage über Simulationen



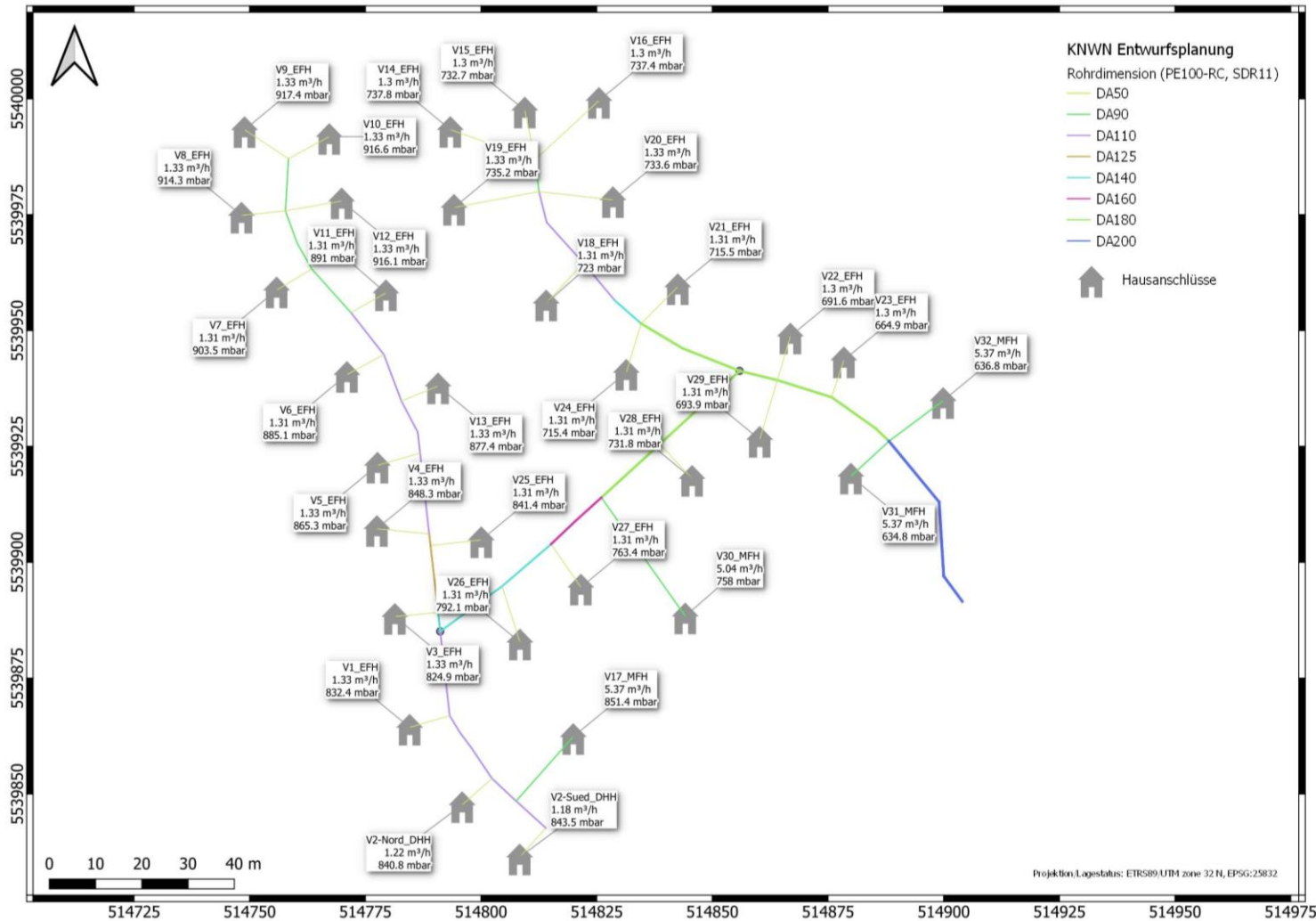
Simulierter zeitlicher Verlauf der Vor- und Rücklauftemperaturen



➤ Deckungsanteil Wärm- und Kältegewinne KNWN von 20%

Ziegeläcker Hösbach – Erdwärmesonden als Wärmequelle

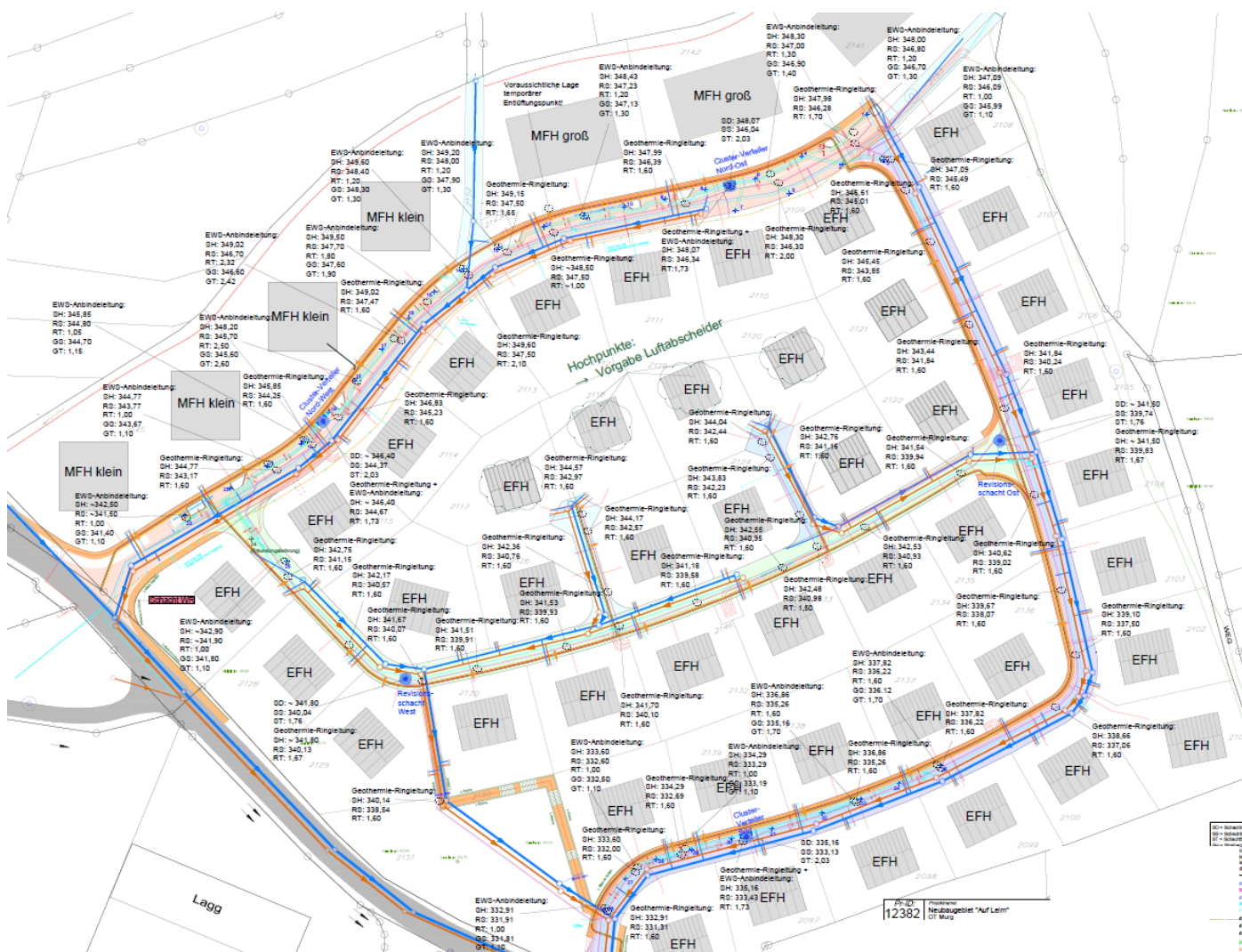
Details zur hydraulischen Auslegung der Anlage über Simulationen



Zielstellungen hydraulische Auslegungssimulationen:

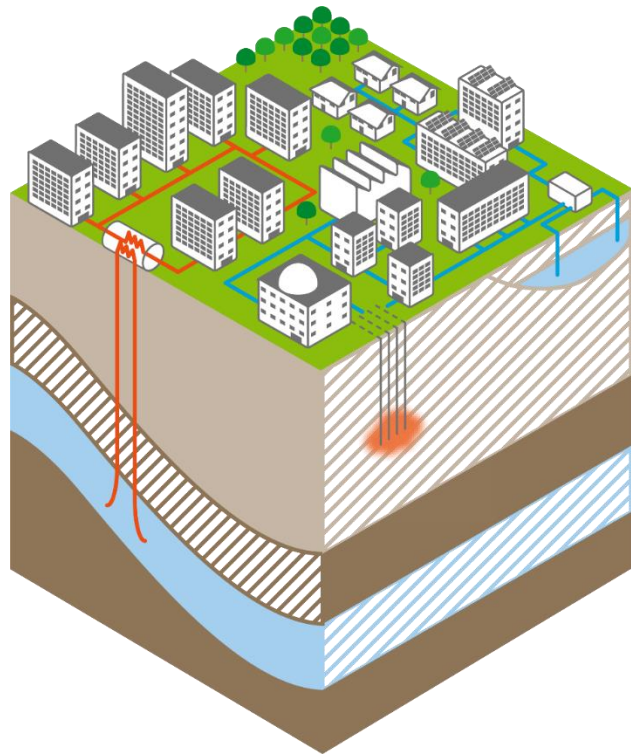
- Festlegung der Rohrdimensionen für die einzelnen Trassenabschnitte
- Ermittlung des erforderlichen Differenzdrucks der einzelnen dezentralen Umwälzpumpen bzw. der zentralen Umwälzpumpe
- Überprüfung der Netzfunktion im Voll- und Teillastbetrieb
- Festlegung der Lage von Revisionschächten zur Netzsegmentierung

Murg auf Leim – Erdwärmesonden als Wärmequelle

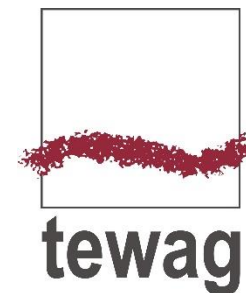


- Erdwärmesondenanlage mit 34 Sonden (5.440 Gesamtbohrmeter)
- Versorgung von 52 Wohneinheiten in Ein- und Mehrfamilienhäusern
- Kaltes Nahwärmenetz mit einer Gesamtröhrlänge von ca. 1.500m
- Heizleistung, gesamt: 380 kW
- Gleichzeitigkeitsfaktor: 80%
- Jahresheizarbeit, gesamt: 600 MWh/a
- Netto-Investitionskosten:
(ohne Wärmepumpen und gebäudeseitige Anlagentechnik)
Erdwärmesondenanlage: 400.000 €
Kaltes Nahwärmenetz (inkl. Hausanschlüsse): 280.000 €

Vielen Dank!



Quelle: EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE



Dr. Paul Fleuchaus

tewag GmbH

Technologie – Erdwärmeanlagen – Umweltschutz

Niederlassung Lohr am Main

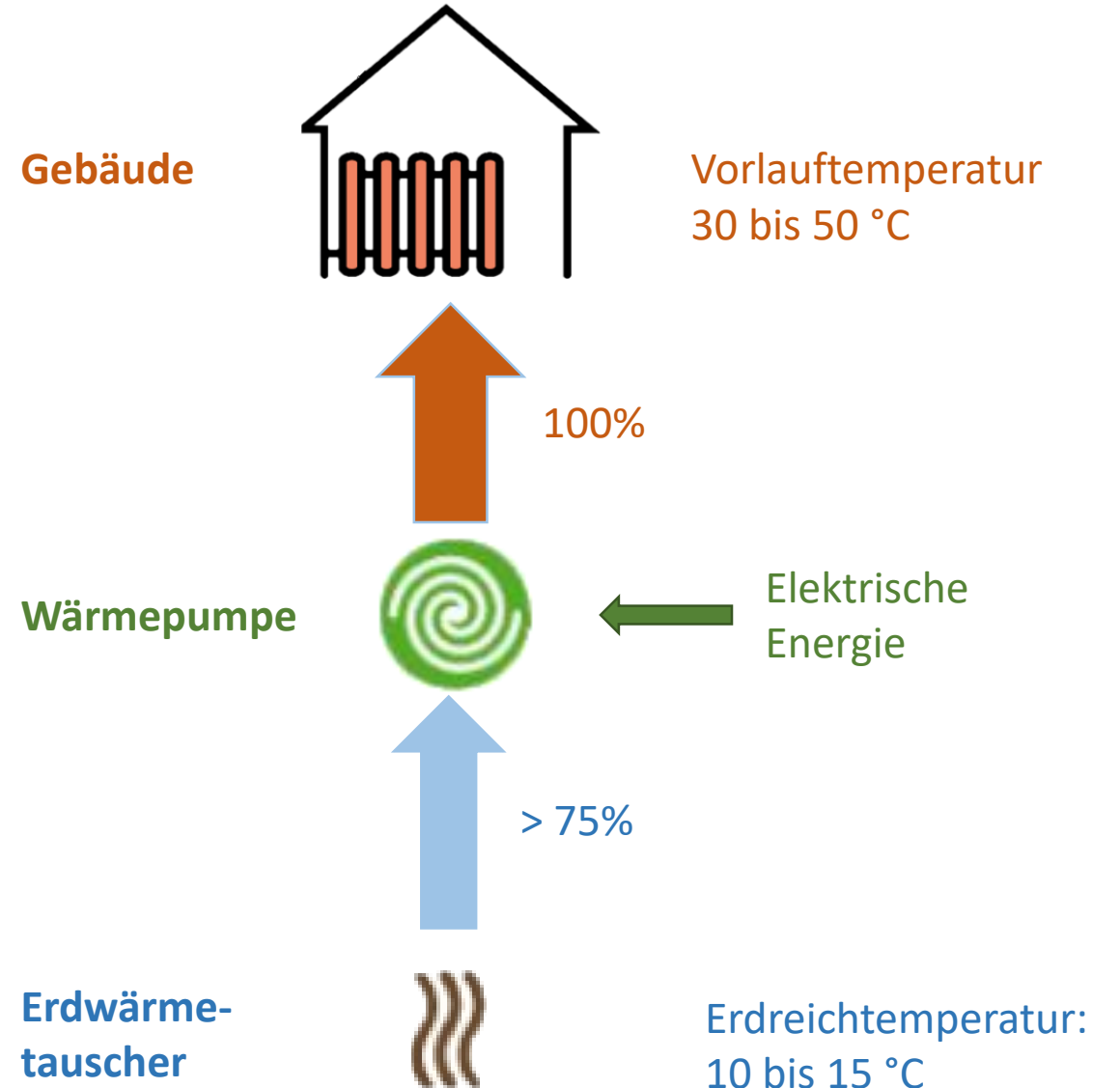
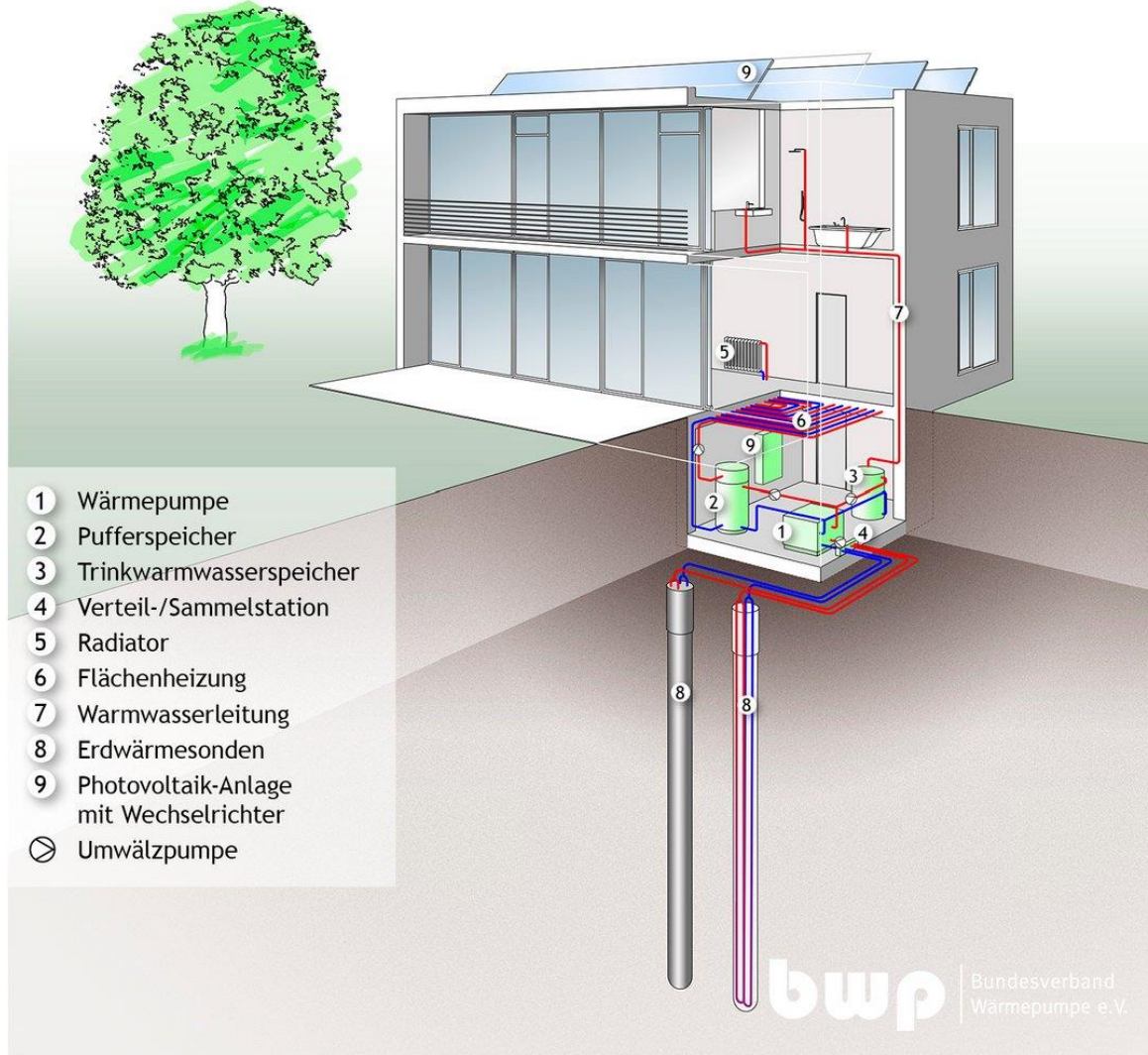
Große Kirchgasse 1

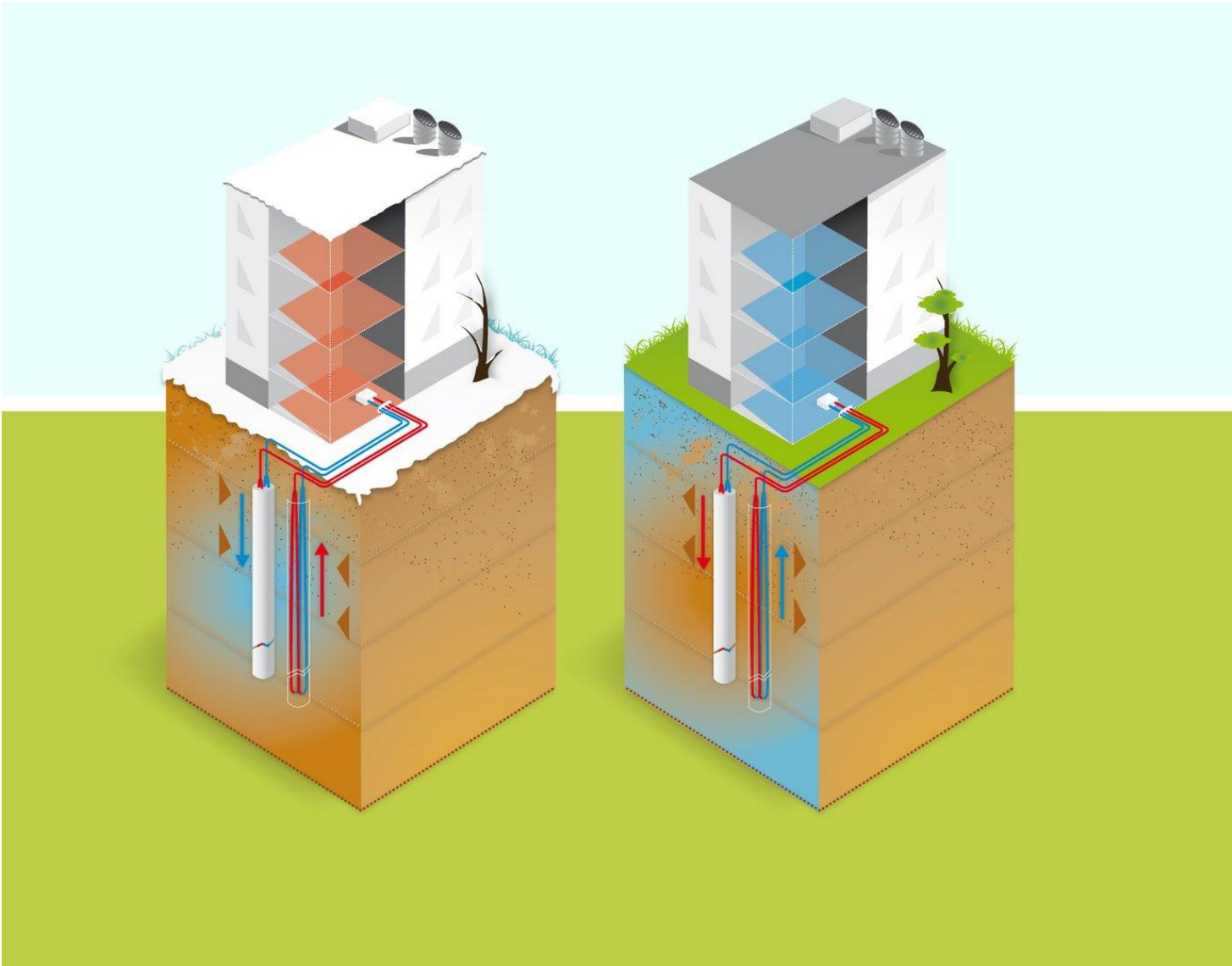
97816 Lohr am Main

www.tewag.de

pfl@tewag.de

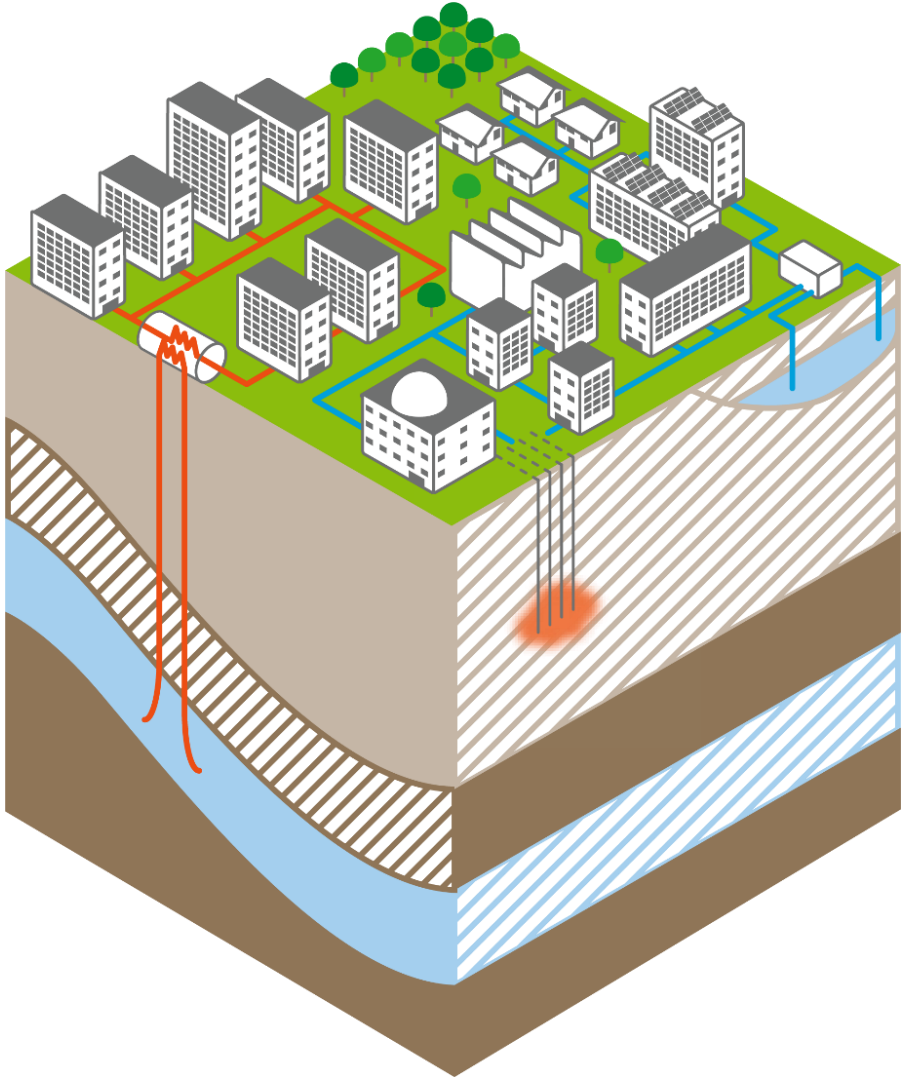
Wärmepumpe mit Erdwärmesonden



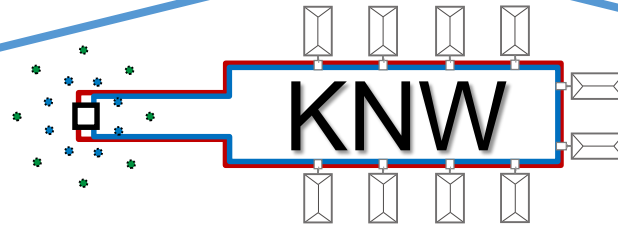


Quelle: Bundesverband Wärmepumpe

Möglichkeiten der geothermischen Nahwärmeversorgung



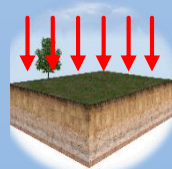
Quelle: EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE



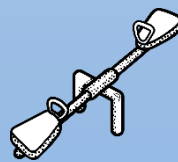
**Anschlussleistung begrenzen
(Gleichzeitigkeit)**



Regeneration über Kühlung und Abwärme



Erweiterungsflächen vorhalten



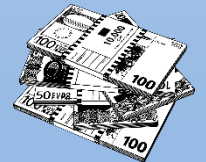
Strombezugskosten reduzieren



Angepasstes Wartungskonzept

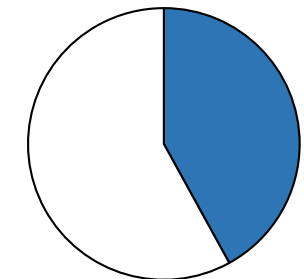
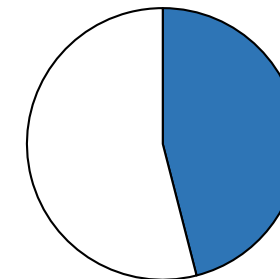
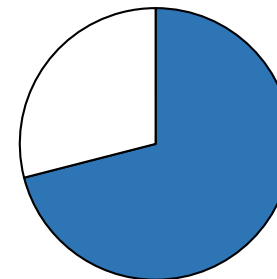
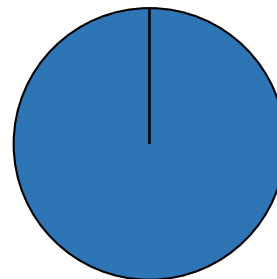
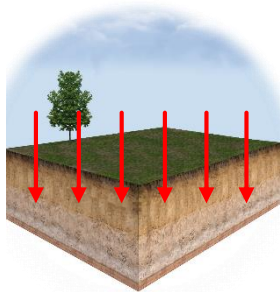


Fördermöglichkeiten nutzen



Wärmerückgewinnung maximieren

Anteil Wärmerückführung	0%	25%	50%	100%
Entzugsleistung [kW]	790	790	790	790
Entzugsarbeit [MWh/a]	1.800	1.800	1.800	(1.800)
Wärmerückführung (Sommer) [MWh/a]	0	450	900	1.800
Energiebilanz Wärmequelle [MWh/a]	-1.800	-1.350	-900	+/- 0
Erforderliche Gesamtsondenmeter [m]	47.000	33.750	21.500	20.000
Investitionskosten Wärmequelle	100%	71%	46%	42%



Dezentrale Geothermie-Anlagen

- + individuelle Wahlmöglichkeit der Energieversorgung gegeben
- + kein Verteilungsnetz notwendig
- + juristische Trennung der Einheiten möglich
- Optimierung und Nutzung von Abwärmequellen nur eingeschränkt möglich
- Kombination mit konventionelle bzw. regenerativen Energieerzeugern bedingt möglich

Zentrale Geothermie-Anlagen

- + Optimierung der geothermischen Anlage möglich (Gleichzeitigkeit, Anordnung, Abstände, etc.)
- + Erweiterung der geothermischen Anlage möglich
- + Kaltes Nahwärmenetz als zusätzliche (geothermische Wärmequelle)
- + Nutzung von Abwärmequellen zur Regeneration der geothermischen Anlage möglich
- + Kombination mit konventionelle bzw. regenerativen Energieerzeugern möglich
- zusätzlicher Flächenbedarf
- Verteilungsnetz notwendig
- zusätzliche Pumpen

Anforderungen der AWSV an Kalte Nahwärmenetze

Am 01.08.2017 ist die bundesweite Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wasser-gefährdenden Stoffen (AwSV) in Kraft getreten und hat die bis dahin geltenden länder-spezifischen Verordnungen (VAWS) abgelöst. Nach §2 (9) AwSV sind Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen definiert als „selbständige und ortsfeste Einheiten, in denen wassergefährdende Stoffe [...] im Bereich der gewerblichen Wirtschaft oder im Bereich öffentlicher Einrichtungen verwendet werden“. Die bei erdgekoppelten Wärmepumpen häufig verwendeten Gemische aus Wasser und einem Frostschutzzusatz (z.B. auf Basis von Monoethylenglykol) sind als wassergefährdend einzustufen, so dass solche Anlagen im Bereich der gewerblichen Wirtschaft oder im Bereich öffentlicher Einrichtungen in den Geltungsbereich der AwSV fallen.

Sofern eine Anlage unter die Auflagen der AwSV fällt, hat gemäß §46 AwSV der Betreiber diese regelmäßig durch Sachverständige (nach §53 AwSV) auf ihren ordnungsgemäßen Zustand prüfen zu lassen. Diese Prüfpflicht umfasst eine Prüfung vor Inbetriebnahme oder nach wesentlichen Änderungen, wiederkehrende Prüfungen in Abhängigkeit der Anlagengröße und des Standortes sowie eine Prüfung bei Stilllegung (vgl. Anlagen 5+6 AwSV). Der Nachweis dieser Prüfungen ist der zuständigen unteren Wasserbehörde unaufgefordert zu übermitteln. Weiterhin sind solche Anlagen nach §40 AwSV anzeigepflichtig, sofern die Belange der AwSV nicht bereits in anderen Zulassungsverfahren (z.B. Wasserrecht / Bergrecht) berücksichtigt sind.

Wird in Nah- oder Fernwärmenetzen als Wärmeträgermedium ein anderer Stoff als reines Wasser verwendet, stellt das Wärmenetz eine Anlage zum Verwenden wassergefährdender Stoffe gemäß AwSV dar. Konkret sind bei solchen Anlagen unterirdische Rohrleitungen gemäß §21 AwSV doppelwandig auszuführen. Für Wärmeträgerkreisläufe von Erdwärme-sonden, -kollektoren, Solaranlagen und Kälteanlagen erlaubt §35 AwSV auch einwandige unterirdische Rohrleitungen, sofern bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Die Rohrleitungen des Kalten Nahwärmenetzes sind ein Teil der geothermischen Anlage und wir empfehlen, diese als solche auch im Rahmen des wasserrechtlichen Verfahrens anzuzeigen. Ist keine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich, ist die gesamte geothermische Anlage inkl. Nahwärmenetz gemäß §40 AwSV bei der unteren Wasserbehörde anzuzeigen.

Als Teil der geothermischen Anlage dürfen Nahwärmeleitungen nur dann einwandig ausgeführt werden, wenn die Anforderungen nach §35 AwSV erfüllt sind:

- **Alle unterirdischen Rohrleitungsverbindungen müssen unlösbar und technisch dauerhaft dicht ausgeführt werden.**
- **Alle Armaturen, lösbare Verbindungen oder solche, die nicht als technisch dauerhaft dicht eingestuft werden können, sind entsprechend §21 AwSV in flüssigkeits-undurch-lässigen Kontrolleinrichtungen (z.B. Schächte) anzuordnen, die regelmäßig zu kontrollieren sind.**

Das tatsächliche Risiko für Grundwasserverunreinigungen infolge einer Leckage von Nahwärmenetzen wird u.a. auch aufgrund des vergleichsweise geringen Betriebsüberdruckes seitens der Autoren als gering eingeschätzt. Dennoch ist zum derzeitigen Stand eine frühe Abstimmung mit der zuständigen unteren Wasserbehörde diesbezüglich zu empfehlen.

Sicherheitskonzept im Hinblick auf die Anforderungen AwSV

Anforderungen gemäß AwSV in Bezug auf oberirdische Einrichtungen und die Leckageüberwachung

- Zentrale Druckhalteeinrichtung sind auf das maximal zu erwartende Ausdehnungsvolumen der Gesamtanlage mit einem begrenzten Vorratsbehälter auszulegen (z.B. Membranausgleichsgefäße). Eine kontinuierliche Nachspeisung ist nicht zulässig.
- Für einwandige Vorrats- oder Ausgleichsbehälter ist eine Rückhaltung von 100% des Behältervolumens sicherzustellen. Dies kann über entsprechende Auffangwannen oder bauliche Ausführung des Aufstellraumes erfolgen. Ein Abfließen wassergefährdender Stoffe bei Leckagen ins Erdreich ist auszuschließen.
- Die Gesamtanlage ist mit Leckageüberwachungen z.B. mittels baumustergeprüften Druckwächtern auszustatten. Dezentrale Druckwächter sind an jedem Verbraucher zu platzieren. Weiterhin ist ein zentraler Druckwächter in der Technikzentrale vorzusehen. Bei Druckabfall in der Anlage sind die dezentralen Umwälzpumpen über ihre jeweiligen Druckwächter abzuschalten. Weiterhin ist über den zentralen Druckwächter ein Alarmsignal in der Technikzentrale auszulösen. Zusätzlich hat eine optische Signalgebung sowie die Fernalarmierung des zuständigen Betriebsbeauftragten zu erfolgen.

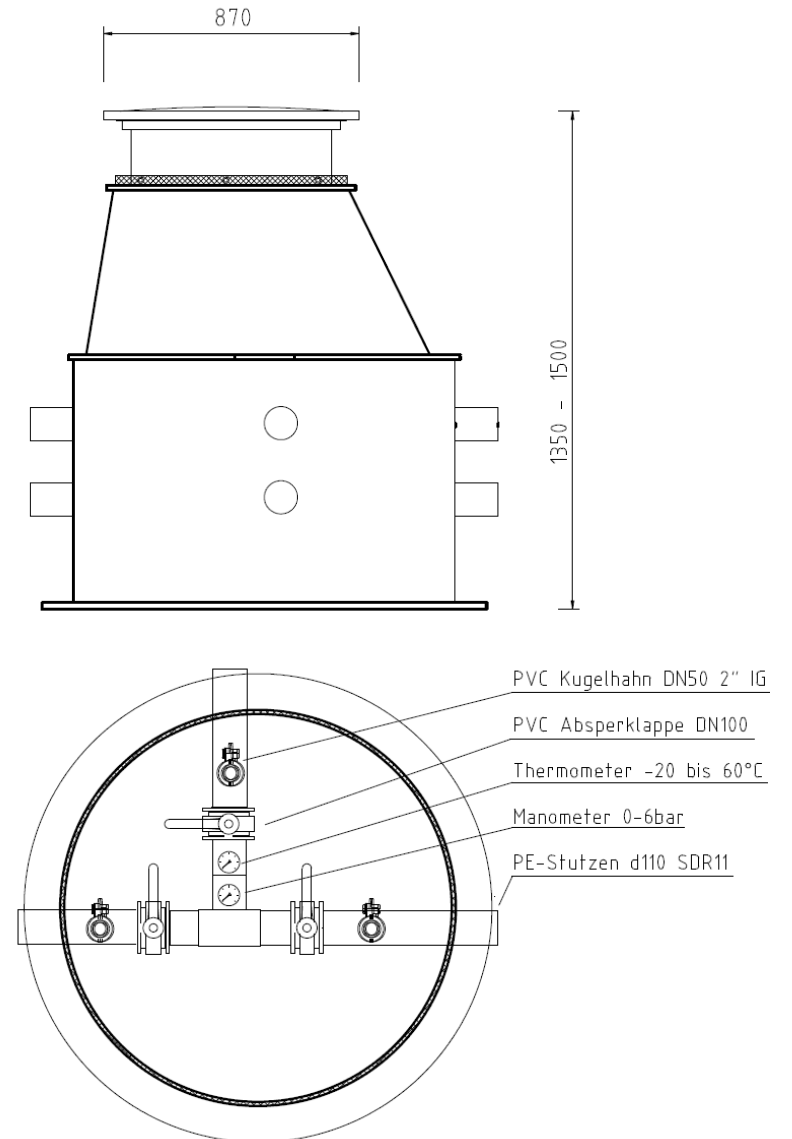
Rohrqualität und Verbindungstechnik

- Die Rohrleitungen sind im Werkstoff HDPE 100-RC zu verlegen in SDR17 mit einer Druckstufe von 10 bar (PN10).
- Aufgrund des geplanten Betriebes mit Wasser-Glykol Gemisch unterliegen die Rohrleitungen der geothermischen Anlage den Anforderungen der AwSV, und im Besonderen §35 AwSV. Sämtliche unterirdischen Leitungsverbindungen sind demnach unlösbar herzustellen oder in dichten Kontrollschächten anzuordnen.
- Zur Leitungsverbindung der Haupttrasse in HDPE sind ausschließlich Schweißverfahren gemäß DVS 2207 (Heizelementstumpfschweißen, Heizwendelschweißen) zulässig. Lösbare Verbindungen (z.B. Flanschverbindungen) sind nicht zulässig.

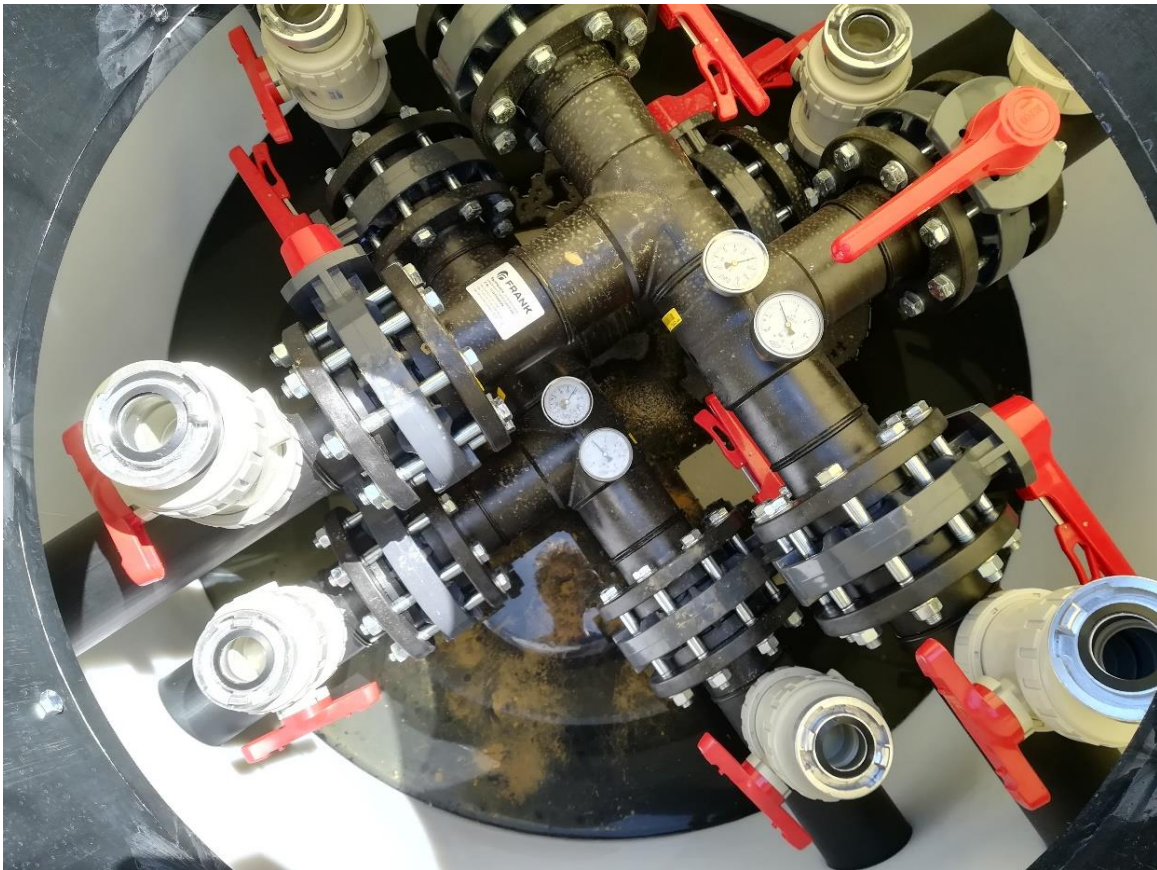


Netzsegmentierung und Störanfälligkeit

- In vermaschten Netzen sind Netzabschnitte so zu segmentieren, dass im Störfall Teilbereiche des Netzes weiter betrieben werden können.
- Aufgrund der Vorgaben der AwSV für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen müssen solche Absperrarmaturen unterirdisch in dichten Kontrollschächten angeordnet werden. Die Installation unterirdischer Armaturen mit Spindelverlängerung bis z.B. unter eine Straßenkappe ist nicht zulässig.
- Die Absperrarmaturen sind daher in unterirdischen Revisions-schächten anzuordnen, die nach unten hin undurchlässig auszu-führen sind. Zu empfehlen ist die Verwendung von Fertigschächten aus HDPE, die vormontiert mit Armaturen und Anschlussstutzen geliefert und platziert werden können. Da Schachtbauwerke aus Kunststoff keine Lasten aufnehmen können, ist bauseits darauf zu achten, die Schachtabdeckung ordnungsgemäß in den Straßen-aufbau zu integrieren. Schachtdeckel bis Belastungsklasse D400 sind erhältlich, ggf. erforderliche Lastabtragsplatten sind jedoch in der Regel nicht im Lieferumfang der Schächte enthalten und bauseits durch das Straßenbauunternehmen zu platzieren.
- Nebenstehende Abbildung zeigt beispielhaft einen entsprechenden Schacht inkl. Armaturen aus HDPE.

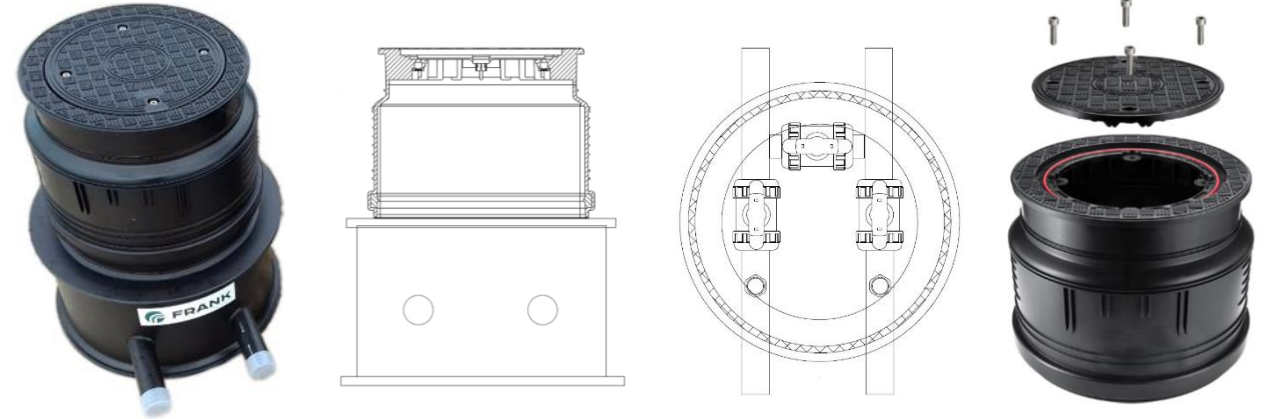


Netzsegmentierung und Störanfälligkeit



Anschluss der Abgänge zu den Abnehmern

Ausführungsbeispiele



Im späteren Betrieb der Anlage ist eine von außen zugängliche Abspermmöglichkeit der Abnehmeranschlüsse sinnvoll. Des Weiteren sollten Anlagenteile auf Verbraucherseite gespült und entlüftet werden, bevor diese an eine Haupttrasse angeschlossen werden, insbesondere wenn der Anschluss im laufenden Betrieb erfolgt. Sofern die bauseitigen Randbedingungen dies zulassen, empfehlen wir daher Stichleitungen zu Anschlussnehmern zunächst ohne Armaturen bis auf das Grundstück des Anschlussnehmers zu verlängern. Außerhalb der Verkehrswege kann die Anschlussleitung in einem dauerhaft dichten Kontrollschacht abgelegt werden, der mit Befüllzugängen und einem manuellen Bypass den späteren Anschluss deutlich erleichtert.

Hinweis: Das Gelände wurde beim gezeigten Projektbeispiel noch aufgefüllt. Daher die geringen Grabentiefen.



- Membranausdehnungsgefäß
- Vorlagebehälter für Nachspeisung Wärmeträgermedium
- Vakuum-Sprührohrentgasung zur kontinuierlichen Entgasung des Wärmeträgermediums
- Mess- und Steuertechnik (Wärmemengenzähler, Motorventile, etc.)
- Einbindung weiterer Wärmequellen (Trockenkühler, Abwärmequellen, etc.)
- Ggf. zentrale Umwälzpumpen