

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Henke und Partner GmbH Postfach 80 04 65 70504 Stuttgart
Stadt Heidelberg
Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie
Abt. Technischer Gewässerschutz und Wasserrecht
Prinz-Carl, Kornmarkt 1
69117 Heidelberg

per E-Mail an Herrn Uhlig:
Michael.Uhlig@Heidelberg.de

Emilienstraße 2 70563 Stuttgart
Tel.: 0711. 997 60 73-0 Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: kontakt@henkegeo.de
www.henkegeo.de

14.01.2025
HDCOSI A01_rev1

Bauvorhaben Neubau Gebäudekomplex DKFZ-COSI in 69120 Heidelberg - Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Errichtung von 2 Brunnen, Geothermischen Nutzung des Grundwassers und Durchführung von 2 Pumpversuchen im Zuge des Neubaus Gebäudekomplex DKFZ-Center of Science (COSI) im Neuenheimer Feld 213 in 69120 Heidelberg

Sehr geehrter Herr Uhlig,
sehr geehrte Damen und Herren,

das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) plant auf dem Campus der Universität Heidelberg im Neuenheimer Feld 213 (Flurstück 5932) den Neubau eines Gebäudekomplexes - Center of Science (COSI). Zur Heizung und Kühlung des Gebäudes ist die Nutzung von Geothermie über eine direkte Nutzung von Grundwasser (Saug- und Schluckbrunnen im Pendelbetrieb) vorgesehen.

Im Auftrag und Namen der Bauherrschaft wird hiermit der Antrag auf eine wasserrechtliche Erlaubnis für

- die Errichtung von 2 Brunnen bis 33 m unter GOK (ca. 111,2 mNHN) im OGWL0
- den Betrieb einer Geothermieanlage im Pendelbetrieb mit jährlichem Energieeintrag durch Gebäudekühlung in das Grundwasser von 272 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 66.995 m³ mit einer Spreizung von +3,5 K) und jährlichem Energieauszug durch Gebäudeheizung aus dem Grundwasser von 269 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 66.256 m³ mit einer Spreizung von -3,5 K). Da die geplanten Werte von den tatsächlichen Ist-Werten abweichen können, haben wir einen Sicherheitszuschlag von 25 % für die beantragte jährliche Grundwassermenge vorgesehen.
- eine Grundwasserentnahme und -einleitmenge je Brunnen von maximal: 15,4 l/s, 55 m³/h, 1.320 m³/Tag sowie 83.000 m³/Jahr (aufgerundet) aus der Brunnen Nord für die Heizung und 84.000 m³/Jahr (aufgerundet) aus der Brunnen Süd für die Kühlung. Diese Mengen sind konservativ als Worst-Case Szenario bewusst so beantragt. Die realen Ist-Werte (Menge und Temperatur) werden im Laufe des Betriebs der Anlage erfasst und an die Behörden übermittelt.
- Die Entwicklung der Brunnen und die Durchführung von 2 Kurzpumpversuchen nach DVGW W 111 (A) mit maximaler Fördermenge von 75 m³/h (Dauer voraus-sichtlich 3 Std), geschätzter Gesamtmenge ca. 700 m³.

gestellt.

Geschäftsführer:	Vertretung Oberschwaben	Vertretung Kirchheim/Teck	Vertretung Nagold	Vertretung Schwarzwald-Baar
PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER	PROF. DIPL.-ING. ROLF SCHRÖDI	DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ	DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ	DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER
DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ	DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE	Blumenstr. 19	Haydnweg 10/1	Vor dem Hummelsholz 4
DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ	Waldseer Str. 51 88400 Biberach	73271 Holzmaden	72202 Nagold	78056 VS-Schwenningen
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE	Tel.: 07351.47 400-30	Tel.: 0177.71 61 678	Tel.: 0177.71 61 682	Tel.: 07720.95 86-92
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL	Fax: 07351.47 400-29	Fax: 0711.73 56 298	Fax: 0711.73 56 298	Fax: 07720.95 86-87
	E-Mail: bc@henkegeo.de	E-Mail: th@henkegeo.de	E-Mail: mk@henkegeo.de	E-Mail: vs@henkegeo.de

Da das entnommene Grundwasser immer 72 m entfernt wiedereingeleitet wird, bleibt die Grundwasserbilanz im Grundwasser unberührt und es wird effektiv und tatsächlich keine Entnahme von Grundwasser stattfinden.

Zur Erläuterung der Baumaßnahme sind diesem Antrag folgende Anlagen in 2 Fertigungen beigelegt:

- | | | |
|--------|-----|--|
| Anlage | 0 | Erläuterungsbericht zum Antrag (AZ: HDCOSI A01_rev1) |
| Anlage | 1 | Lagepläne |
| | 1.1 | Detallageplan, M 1:500 |
| | 1.2 | Übersichtslageplan, M 1:2.000 |
| Anlage | 2 | Ausführungsplanung, Lageplan Grundleitung, M 1:100, COSI_SAN_5_GL_LP_xx_00_0010_06_V, vom 25.09.2024 |
| Anlage | 3.1 | Erläuterungsbericht Brunnenanlage, Zuarbeit zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis, Fa. Klett Ingenieur GmbH, 28.11.2024 (Entwurf) |
| | 3.2 | Ausführungsplanung, Schema Zentrale Technik (Heizung- /Kältetechnik), Zeichnungsnummer: COSI_HZG_5_SH_xx_xx_00_0001_00_P, Fa. Klett Ingenieur GmbH, Stand 28.11.2024 (Vorabzug) |
| Anlage | 4 | Monatliche Heiz- und Kühlbedarfe der Geothermieanlage dkfz-COSI, Angaben durch Fa. Klett Ingenieur GmbH |
| Anlage | 5 | Hydrogeologisches Gutachten mit Grundwassermodellberechnung und Temperaturfahnen-simulation zum BV Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg, HDCAMP G02c vom 28.02.2024 – Ergebnisse von dkfz COSI waren auch diskutiert |
| Anlage | 6 | Ergebnisse der Temperaturfahnenberechnung für die Anlagen des Universitätsklinikums Heidelberg - Herzzentrum (HZ) + Neubau EKO (Ersatzbau Kopfzentrum), Firma HydroTherm Consult GmbH (per E-Mail am 27.02.2024), Stand 26.02.2024 |
| Anlage | 7 | Übersichtslageplan mit Darstellung der verschiedenen berechneten Temperaturfahnen im Neuenheimer Feld (OGWLo) |
| Anlage | 8 | Hydraulische Bemessung von Brunnen für eine Geothermieanlage, für den Gebäudekomplex DKFZ-Center of Science (COSI), im Neuenheimer Feld 213, in 69120 Heidelberg, HDCOSI Klett G01rev3 vom 14.01.2025 |
| Anlage | 9 | Auswirkungen von Grundwassernutzung zu Heiz- und Kühlzwecken auf die Grundwassertemperatur – Vorbericht, Neubau DKFZ Gebäudekomplex CoSi, Geothermie, IBO Beratender Ingenieure, 05.04.24 |
| Anlage | 10 | Name des Bohrunternehmens, Bohrverfahren, Zertifizierungsnachweis nach DVGW-Arbeitsblatt W 120-1, Ausbauprofile (Informationen werden nach Vergabe nachgereicht) |

Auftraggeber und Gebührenschuldner:

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)
Stiftung des öffentlichen Rechts
Im Neuenheimer Feld 280
69120 Heidelberg

Ansprechpartner: Herr Klemm
E-Mail: cosi@dkfz-heidelberg.de
Tel.: +49 6221 42-5551

Architekten:

Heinle Wischer Partnerschaft freier Architekten mbB
Leuschnerstraße 12
70174 Stuttgart

Ansprechpartner: Herr Hannes Jaeger
E-Mail: 192-cosi@heinlewischer.de
Tel.: +49 711 16654-33

TGA-Planung (Heizung, Kälte, Lüftung, Sanitär, MSR):

Klett Ingenieur GmbH
Auberlenstraße 13
70736 Fellbach

Ansprechpartner: Herr Schmitt
E-Mail: cosi@klett-ingenieur-gmbh.de
Tel.: +49 711 / 95 19 30 58

Gutachter/Sachverständiger /Planung der Geothermieanlage (erdseitig):

Henke und Partner GmbH
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart

Ansprechpartner: Herr Julien Monfort
E-Mail: jm@henkegeo.de
Tel.: 0711 / 997 60 73 23

Bohrbeginn ist nach derzeitigem Planungsstand für April 2025 (KW14) vorgesehen.

Diese Anlage wird voraussichtlich ab März 2028 in Betrieb genommen.

Für eventuelle Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Für den Aufsteller:



Ing. Geowis. Julien Monfort

Für den Bauherren und Antragssteller:

14/01/2025
Datum / Unterschrift


Deutsches Krebsforschungszentrum
in der Helmholtz-Gemeinschaft
Abteilung Bau
Im Neuenheimer Feld 280
D-69120 Heidelberg

Erläuterungsbericht

Anlage 0

ZUM

Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis

ZUR

**Errichtung von 2 Brunnen, Durchführung von 2 Pumpversuchen
und**

Geothermischen Nutzung des Grundwassers

im Zuge des Neubaus Gebäudekomplex DKFZ-Center of Science (COSI)

im Neuenheimer Feld 213

in 69120 Heidelberg

Bauherr:

Deutsches Krebsforschungszentrum
Im Neuenheimer Feld 280
69120 Heidelberg

Architekt:

Heinle Wischer
Partnerschaft freier Architekten mbB
Leuschnerstraße 12
70174 Stuttgart

Projektleitung Geothermie:

Ing. Geowis. Julien Monfort

Erstattungsdatum:

14. Januar 2025

Aktenzeichen:

HDCOSI A01 Anlage 0_rev1

Geschäftsführer:

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER
DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ
DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL

Vertretung Oberschwaben

PROF. DIPL.-ING. ROLF SCHRÖDI
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE
Waldseer Straße 51 88400 Biberach
Tel.: 07351.47 400-30
Fax: 07351.47 400-29
E-Mail: bc@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ
Blumenstraße 19
73271 Holzmaden
Tel.: 0177.71 61 678
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: tb@henkegeo.de

Vertretung Nagold

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ
Haydnweg 10/1
72202 Nagold
Tel.: 0177.71 61 682
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: mik@henkegeo.de

Vertretung Schwarzwald-Baar

DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER
Vor dem Hummelsholz 4
78056 VS-Schwenningen
Tel.: 07720.95 86-92
Fax: 07720.95 86-87
E-Mail: vs@henkegeo.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorgang	3
2. Bauvorhaben	4
3. Energiebedarf	5
4. Schutzgebiete	5
5. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	6
6. Grundwasseranalytik und Beschaffenheit	6
7. Saug und Schluckbrunnen	6
8. Pumpversuch	7
9. Auswirkung auf Dritte	7
10. Geplanter Bohrbeginn	8

Verzeichnis der Anlagen:

- | | | |
|--------|-----|---|
| Anlage | 1 | Lagepläne |
| | 1.1 | Detaillageplan, M 1:500 |
| | 1.2 | Übersichtslageplan, M 1:2.000 |
| Anlage | 2 | Ausführungsplanung, Lageplan Grundleitung, M 1:100, CO-SI_SAN_5_GL_LP_xx_00_0010_06_V, vom 25.09.2024 |
| Anlage | 3.1 | Erläuterungsbericht Brunnenanlage, Zuarbeit zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis, Fa. Klett Ingenieur GmbH, 28.11.2024 (Entwurf) |
| | 3.2 | Ausführungsplanung, Schema Zentrale Technik (Heizung- /Kältetechnik), Zeichnungsnummer: COSI_HZG_5_SH_xx_xx_00_0001_00_P, Fa. Klett Ingenieur GmbH, Stand 28.11.2024 (Vorabzug) |
| Anlage | 4 | Monatliche Heiz- und Kühlbedarfe der Geothermieanlage dkfz-COSI, Angaben durch Fa. Klett Ingenieur GmbH |
| Anlage | 5 | Hydrogeologisches Gutachten mit Grundwassermodellberechnung und Temperaturfah-nensimulation zum BV Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radio-chemie (FER) in 69120 Heidelberg, HDCAMP G02c vom 28.02.2024 – Ergebnisse von dkfz COSI waren auch diskutiert |
| Anlage | 6 | Ergebnisse der Temperaturfahnenberechnung für die Anlagen des Universitätsklinikums Heidelberg - Herzzentrum (HZ) + Neubau EKO (Ersatzbau Kopfzentrum), Firma HydroTherm Consult GmbH (per E-Mail am 27.02.2024), Stand 26.02.2024 |
| Anlage | 7 | Übersichtslageplan mit Darstellung der verschiedenen berechneten Temperaturfahnen im Neuenheimer Feld (OGWLo) |
| Anlage | 8 | Hydraulische Bemessung von Brunnen für eine Geothermieanlage, für den Gebäudekomplex DKFZ-Center of Science (COSI), im Neuenheimer Feld 213, in 69120 Heidelberg, HDCOSI Klett G01rev3 vom 14.01.2025 |
| Anlage | 9 | Auswirkungen von Grundwassernutzung zu Heiz- und Kühlzwecken auf die Grundwasser-temperatur – Vorbericht, Neubau DKFZ Gebäudekomplex CoSi, Geothermie, IBO Beraten-der Ingenieure, 05.04.24 |
| Anlage | 10 | Name des Bohrunternehmens, Bohrverfahren, Zertifizierungsnachweis nach DVGW-Arbeitsblatt W 120-1, Ausbauprofile (Informationen werden nach Vergabe nachgereicht) |

1. Vorgang

das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) plant auf dem Campus der Universität Heidelberg im Neuenheimer Feld 213 (Flurstück 5932) den Neubau eines Gebäudekomplexes - Center of Science (COSI). Zur Heizung und Kühlung des Gebäudes ist die Nutzung von Geothermie über eine direkte Nutzung von Grundwasser (Saug- und Schluckbrunnen im Pendelbetrieb) vorgesehen.

Bei einem solchen System wird das Grundwasser durch einen Saugbrunnen (oder Förderbrunnen) bis zur Erdoberfläche gepumpt und nach Passage eines Wärmetauschers durch einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund eingeleitet.

Der vorliegende Antrag umfasst

- die Errichtung von 2 Brunnen bis 33 m unter GOK (ca. 111,2 mNHN) im OGWL₀
- den Betrieb einer Geothermieanlage im Pendelbetrieb mit jährlichem Energieeintrag durch Gebäudekühlung im Grundwasser von 272 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 66.995 m³ mit einer Spreizung von +3,5 K) und jährlichem Energieauszug durch Gebäudeheizung aus dem Grundwasser von 269 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 66.256 m³ mit einer Spreizung von -3,5 K). Da die geplanten Werte von den tatsächlichen Ist-Werten abweichen können, haben wir einen Sicherheitszuschlag von 25 % für die beantragte jährliche Grundwassermenge vorgesehen.
- eine Grundwasserentnahme und -einleitmenge je Brunnen von maximal: 15,4 l/s, 55 m³/h, 1.320 m³/Tag sowie 83.000 m³/Jahr (aufgerundet) aus dem Brunnen Nord für die Heizung und 84.000 m³/Jahr (aufgerundet) aus dem Brunnen Süd für die Kühlung. Diese Mengen sind konservativ als Worst-Case Szenario bewusst so beantragt. Die realen Ist-Werte (Menge und Temperatur) werden im Laufe des Betriebs der Anlage erfasst und an die Behörden übermittelt.
- die Durchführung von Brunnenentwicklungsarbeiten nach DVGW W 119 sowie 2 Kurzpumpversuche nach DVGW W 111 (A) mit maximaler Fördermenge von 75 m³/h (Dauer voraussichtlich 3 Std), Gesamtmenge somit ca. 700 m³.

Die Bohrungen/Brunnen werden von uns zusätzlich parallel auch noch beim LGRB (Regierungspräsidium Freiburg) angezeigt. Der Nachweis hierfür kann bei Bedarf gerne als Ergänzung nachgereicht werden.

2. Bauvorhaben

Der fünfstöckige Neubau des Gebäudekomplexes COSI soll Abmessungen von ca. 45 m x 83 m aufweisen und ist in Bereichen zweifach bzw. einfach unterkellert geplant. Für die Versorgung der Wärmepumpe bzw. Wärmetauscher sind 2 Brunnen östlich vom Gebäude vorgesehen. Die Brunnen sind im OGWL bis in eine Tiefe von ca. 33 m u GOK geplant.

Die Anlage ist im Pendelbetrieb vorgesehen:

- Heizung: Entnahme Brunnen Nord und Wiedereinleitung von gekühltem Grundwasser in Brunnen Süd
- Kühlung: Entnahme Brunnen Süd und Wiedereinleitung von gewärmtem Grundwasser in Brunnen Nord

Diese Anlage wird voraussichtlich ab März 2028 in Betrieb genommen.

In Anlage 1.2 liegt ein Übersichtslageplan bei, dem die generelle Lage des Baugrundstücks in Heidelberg zu entnehmen ist. Aus der Anlagen 1.1 ist die Lage der Brunnen zusammen mit dem Grundriss ersichtlich.

Die Brunnen werden an folgenden Koordinaten (UTM) ausgeführt:

- Brunnen 1 (Nord): X: 476512,9, Y: 5473638,3
- Brunnen 2 (Süd): X: 476509,7, Y: 5473565,3

3. Energiebedarf

Ein Erläuterungsbericht der IB Klett Ingenieur GmbH (TGA Planer) zum Versorgungskonzept und der Geothermieanlage liegt in der Anlage 3.1 bei. Ein Schema der Heiz- und Kälteerzeugung liegt als Anlage 3.2 bei. Die Anlage ist mit einer Systemtrennung (nur Wärmetauscher) vorgesehen: Das Grundwasser wird mit einer Wärmepumpe nicht direkt in Kontakt kommen.

Der Heiz- und Kühlbedarf wurde von der Firma Klett Ingenieur GmbH abgeschätzt und liegt als Anlage 4 bei. Die Entnahme- und Wiedereinleitungsmengen (m^3/Monat , m^3/Jahr) liegen ebenso in der Anlage 4 bei.

Gemäß den Angaben der Firma Klett Ingenieur GmbH soll die Geothermieanlage bis zu 200 kW Heizleistung und bis zu 200 kW Kühlleistung (in direkter Kühlung) abdecken können, was ein geringer Anteil der erforderlichen Leistungen entspricht (siehe Anlage 3.1).

Die Brunnenanlage wird jeweils über eine Systemtrennung mittels Wasser-Wasser-Wärmetauscher an die Gebäudeheiz- und Prozesskühlsysteme angeschlossen. Es besteht keine direkte Verbindung zum Kältemittelkreis der Wärmepumpe. Zum aktuellen Planungstand ist die Wärmepumpe noch nicht festgelegt und das technische Datenblatt der Wärmepumpe wird nach Bedarf in einem späteren Zeitpunkt an den Behörden nachgereicht. Durch die Systemtrennung ist diese Angabe jedoch wahrscheinlich weniger relevant.

Ein maximaler Entnahme- bzw. Wiedereinleitungsdurchfluss von 15,4 l/s wird nicht überschritten. Zum aktuellen Stand sind die Fabrikate der Förderpumpen noch nicht festgelegt. Sobald diese feststehen können die technischen Datenblätter gerne bei Bedarf nachgereicht werden.

Zur Kontrolle und Optimierung des Geothermiebetriebs werden die wesentlichen Betriebsdaten wie Betriebszeiten, Temperatur des Grundwassers bei der Entnahme und Wiedereinleitung, Durchflussmengen (Durchflussmengenähler) u.a. registriert und dokumentiert.

4. Schutzgebiete

Das Bauvorhaben liegt außerhalb von festgestellten oder fachtechnisch ausgewiesenen Wasserschutz- und Überschwemmungsgebieten.

5. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Die detaillierte Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse kann dem hydrogeologischen Gutachten in Anlage 5 (Kapitel 4) entnommen werden. Es wurden Pump- und Schluckversuche an 2 Grundwassermessstellen ausgeführt, deren Auswertung ebenso dem o.g. Gutachten (Anlage 5) zu entnehmen ist.

An der Grundwassermessstelle BK3 von COSI wurde einen Pumpversuch ausgeführt, der eine Durchlässigkeit des Aquifers von $k_f = 2,48 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ ergab (siehe Gutachtens der Fa. IBO = Anlage 9) und mit den Ergebnissen von HuP übereinstimmt.

6. Grundwasseranalytik und Beschaffenheit

In Rahmen des Gutachtens der Fa. IBO wurden auch Grundwasserproben analysiert. Die Analyseergebnisse können dem o.g. Gutachten in Anlage 9 entnommen werden.

Dabei wurden keine nennenswerten Verunreinigungen des Grundwassers festgestellt.

Die Analyse zeigten Konzentrationen bei Sulfat, Spuren von Eisen und Mangan sowie eine erhöhte Gesamthärte, was zu einer möglichen Ablagerung durch Karbonatbildung sowie zu einer möglichen Korrosion von Edelstahl führen könnte.

Die Beachtung von diversen Leitfäden und Regelwerken der DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.) und die Anwendung von bewährten Verfahren für die Herstellung der Brunnen ist daher unbedingt erforderlich. Diese empfohlenen Praxiswerte sind ebenfalls im o.g. Gutachten kurz beschrieben.

7. Saug und Schluckbrunnen

Der Bohrungsdurchmesser der beiden Brunnen ist mit 880 mm geplant. Es ist vorgesehen die Brunnen mit Brunnenrohren aus PVC DN 400 mm auszubauen. Die Brunnenbemessung und eine Beschreibung des Ausbaus sind in der Anlage 8 ersichtlich.

Die Arbeiten werden unter Beachtung der DVGW-Regelwerke ausgeführt.

Die ausführende Bohrfirma ist zum Datum der Antragstellung noch nicht bekannt. Folgende Informationen werden daher nachgereicht, sobald eine entsprechende Firma feststeht:

- Name des Bohrunternehmens
- Bohrverfahren
- Zertifizierungsnachweis nach DVGW-Arbeitsblatt W 120-1
- Eventuelle Abweichungen zum Ausbauprofil

8. Pumpversuch

Nach der Herstellung der Brunnen wird jeder Brunnen nach DVGW-Merkblatt W119 entwickelt (entsandet und klargepumpt).

Nach der Entwicklung wird bei jedem Brunnen ein Kurzpumpversuch nach DVGW W 111 über eine Dauer von ca. 3 Stunden zum Nachweis der spezifischen Ergiebigkeit ausgeführt. Es werden mind. 4 verschiedenen Förderstufen (bis zum (Quasi-)Beharrungszustand) mit einer maximalen Förderstufe von 75 m³/h und anschließendem Wiederanstieg (1 Std.) ausgeführt.

Am Ende der beiden höchsten Laststufen wird die technische Sandfreiheit überprüft und Wasserproben entnommen.

Durch die Entwicklung und Pumpversuche wird eine Gesamt-Grundwassermenge von ca. 700 m³ entnommen und in dem Abwasserkanal eingeleitet.

9. Auswirkung auf Dritte

Die hydraulische und thermische Auswirkung der Geothermieanlage auf Dritte kann als unerheblich beurteilt werden. Dies wurde durch eine Finite-Elemente Temperaturfahrenberechnung überprüft, die der Anlage 5 zu entnehmen ist. Vom Büro HydroTherm Consult GmbH wurde im Februar 2024 eine Temperaturfahrenberechnung für die Anlagen des Universitätsklinikums Heidelberg (mit Berücksichtigung von aktualisierten Energiewerten und letzter Planungstand) sowie für die weitere Anlagen im

Neuenheimer Feld ausgeführt. Diese Berechnungen ergaben vergleichbaren Ergebnissen wie unsere für das DKFZ (siehe Anlage 6).

Ein Übersichtslageplan mit Darstellung der verschiedenen berechneten Temperaturfahnen im Neuenheimer Feld (für den OGWLo) liegt als Anlage 7 bei.

Die Temperatur des einzuleitenden Wassers wird + 4 °C nicht unterschreiten und + 20 °C nicht überschreiten. Die Temperaturveränderung bleibt im zulässigen Bereich von +/- 6 °K.

Die Grundwassermodellierung wurde für einen System mit 4 Brunnen durchgeführt (2 Brunnen nebeneinander im nördlichen Bereich und 2 Brunnen nebeneinander im südlichen Bereich). Da die Energiebedarfe / Fördermengen nicht geändert wurden und die ursprüngliche Nähe der 2 Brunnen Nord und 2 Brunnen Süd (System annäherte fast 2 x 1 Brunnen Konfiguration) sind keinerlei Auswirkung durch die Reduzierung der Brunnenanzahl auf der Geometrie und Ausdehnung der Temperaturfahne erwartet.

10. Geplanter Bohrbeginn

Der Bohrbeginn ist für Mitte April 2025 (KW14) vorgesehen.

Die Inbetriebnahme der Geothermieanlage ist aktuell in März 2028 geplant.

Für Rückfragen zum Antrag stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.



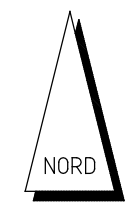
Ing. Geowis. Julien Monfort

HDCOSI A01 Anlage 1.1

LAGEPLAN

ZEICHNERISCHER TEIL
ZUM BAUANTRAG (§4 LBOVVO)

Flurstücksnummer 5932 (Teilfläche)
Gemarkung Heidelberg
Gemeinde Heidelberg



1	SO	2	1. Art der baulichen Nutzung	
	.		2. Zahl der Vollgeschosse	
3	3.900m²	4	3. Grundflächenzahl	GRZ
	○		4. Geschoßflächenzahl	GFZ
5	.	6	5. Baumassenzahl	BMZ
	.		6. Bauweise	
7	.		offen	o
	.		geschlossen	g
9	.		abweichend	a
	.	7	7. Satteldach	SD
	.	8	8. Flachdach	FD
	.		Walmdach	WD
	.		Pultdach	PD
	.	9	8. Dachneigung	
	.		9. Anzahl zulässiger Wohneinheiten	WE

Maßstab 1 : 500

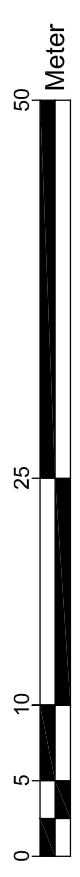
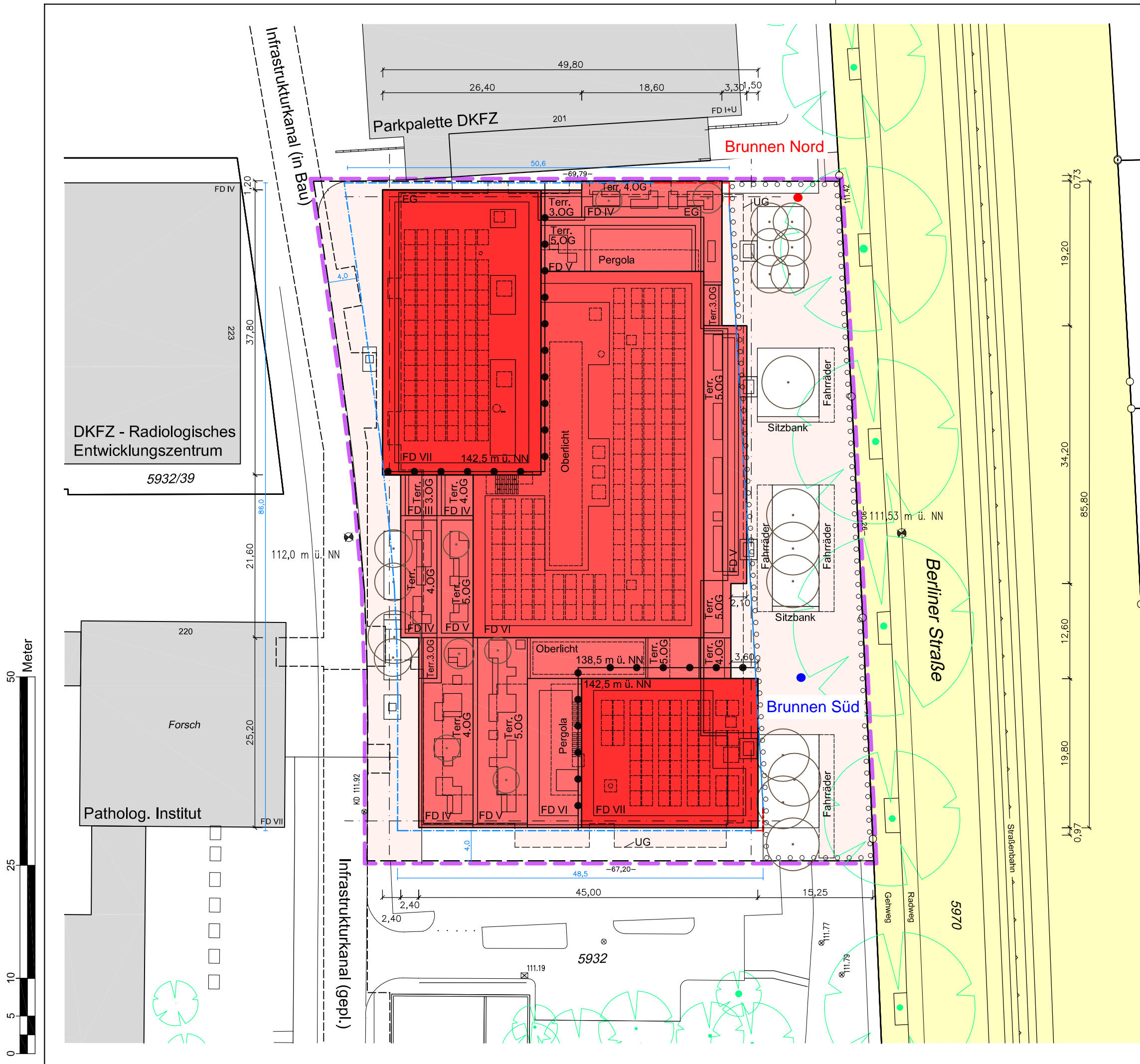
OK FFB EG = ±0,00 = 112,00 m ü. NN

Die Darstellung entspricht dem Liegenschaftskataster. Abweichungen gegenüber der Örtlichkeit und/oder dem Grundbuch sind möglich. Eventuell vorhandene Leitungen sind dem Lageplanfertiger nicht bekannt. Ortsvergleich hat stattgefunden.

INGENIEURBÜRO WESE und ZUBER GmbH
Vermessung - Stadtplanung
 Schulstraße 3, 69245 Bammental
 Tel.: 06223 / 9540534 Fax.: 9540535
 eMail: Vermessung@weese-zuber.de
 31.01.2024



Sachverständiger nach § 5 (2) 6 LBOVVO



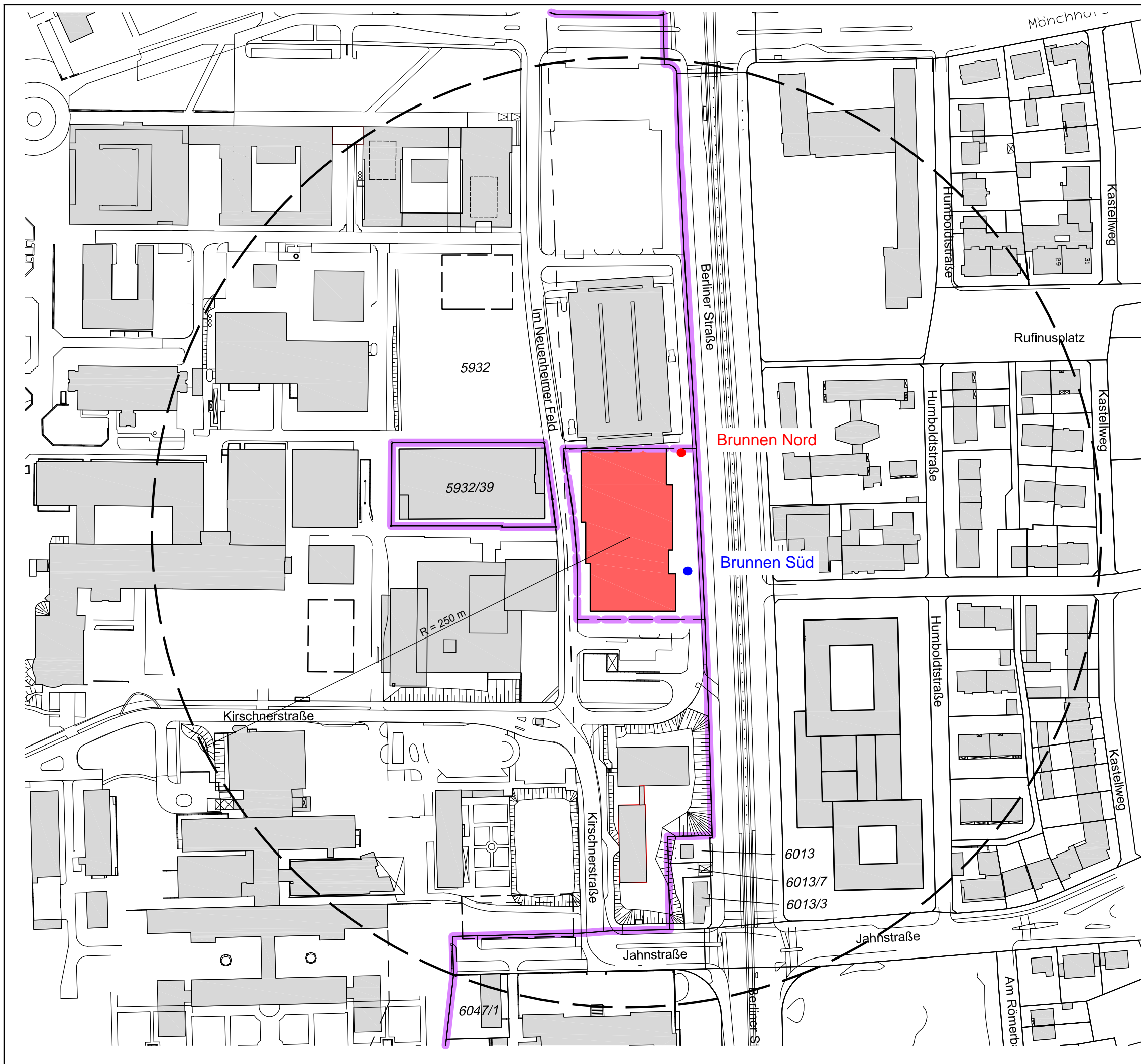
ÜBERSICHTSPLAN

Maßstab 1 : 2000

ZEICHNERISCHER TEIL
ZUM BAUANTRAG (§4 LBOVVO)

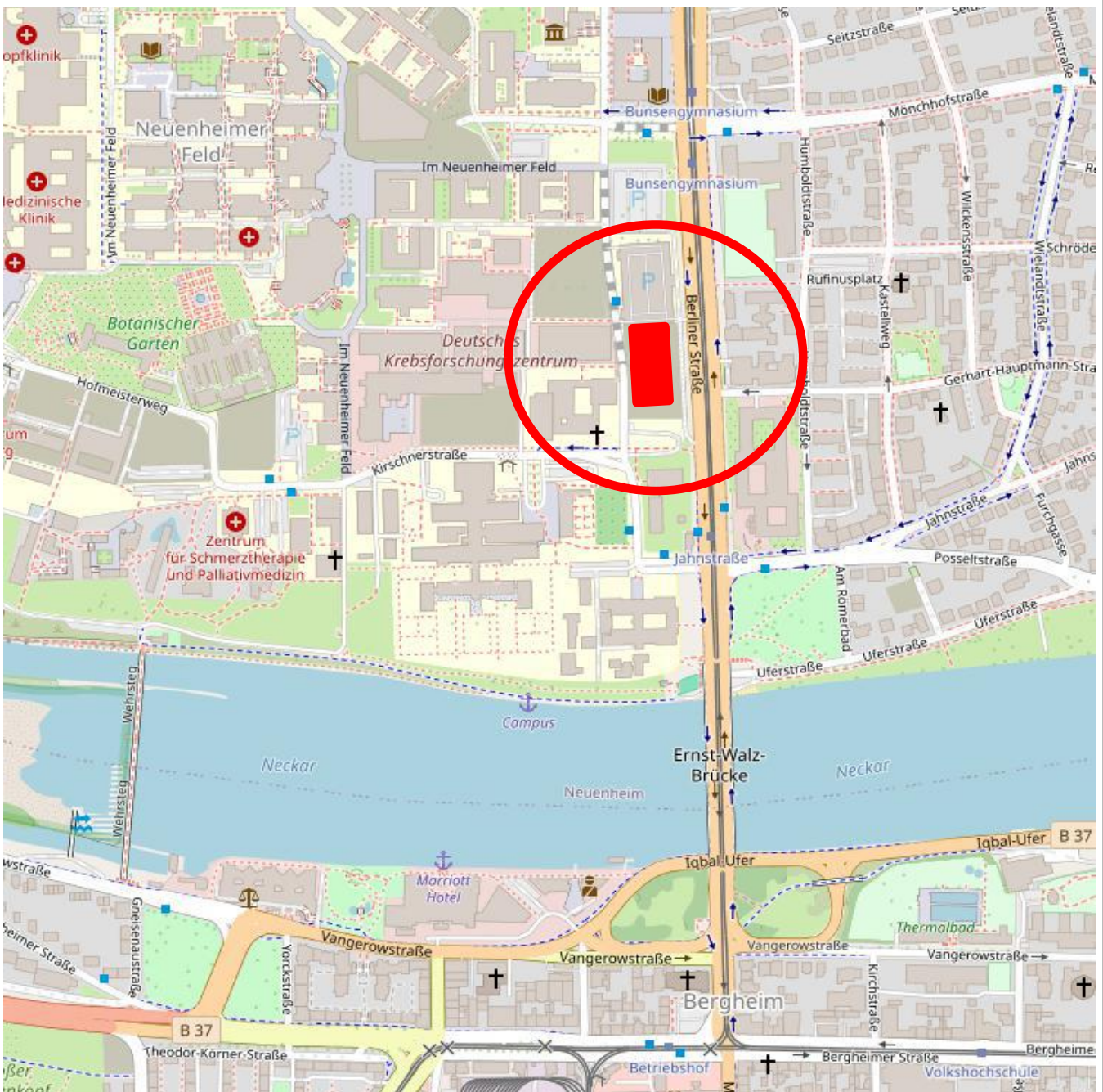
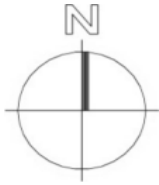
INF
Neubau COSI

Stadt / Gemeinde	Heidelberg
Gemarkung	Heidelberg
Flst.Nr.	5932 (Teilfläche)

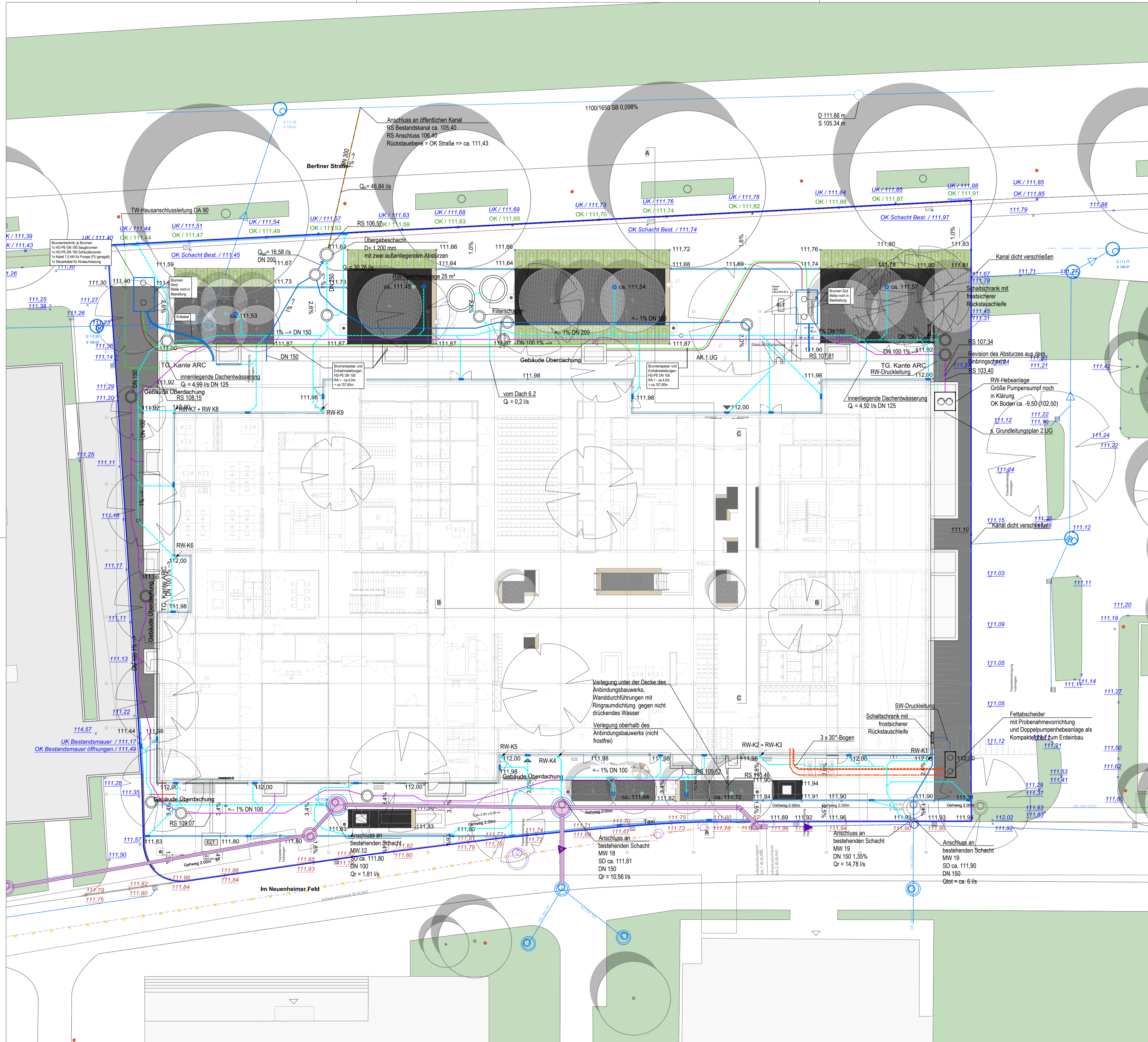


ANLAGE 1.3

Projekt: Deutsches Krebsforschungszentrum, Geothermischen Nutzung des Grundwassers im Zuge des Neubaus Gebäudekomplex DKFZ-Center of Science (COSI) im Neuenheimer Feld 213 in 69120 Heidelberg



Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende
www.openstreetmap.org/copyright



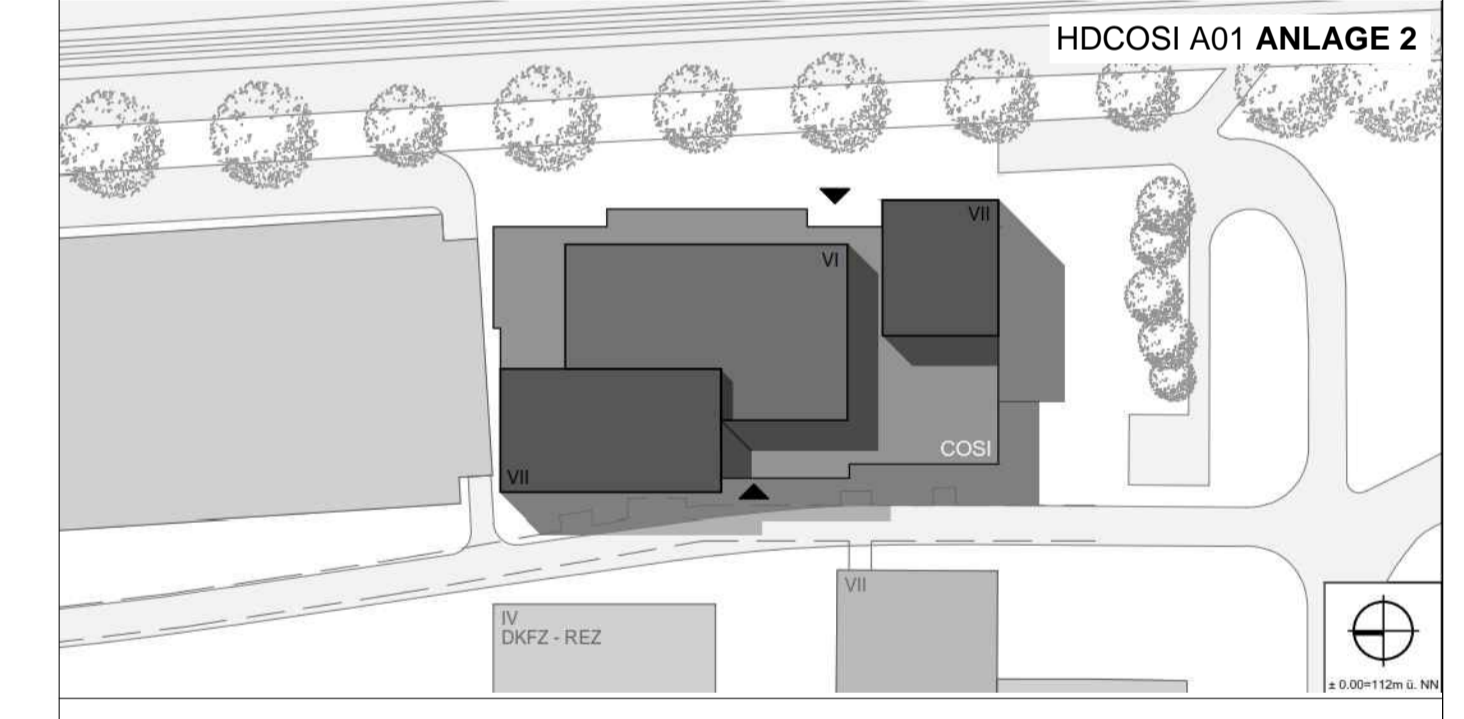
LEGENDE - ERDVERLEGTE LEITUNGEN

- Regenwasser Grundleitung zur Hebeanlage
- Regenwasser Grundleitung zum Kanal
- Regenwasser Grundleitung Druckleitung
- Schmutzwasser Grundleitung
- Schmutzwasser Grundleitung Druckleitung
- fetthaltiges Abwasser Grundleitung
- Be- und Entlüftung fetthaltiges Abwasser
- Mischwasser Grundleitung
- Grundleitung Bestand
- Leerrohr
- Trinkwasser
- Höhensprung
- Kontrollschacht
- Inspektionsschacht D=400mm (nicht bestiegebar)
- Entwässerungsrinne
- Einlaufpunkt Rinne
- Einlaufpunkt Grünfläche

Anpassung an geänderten Lageplan IB Glück	VG	25.09.24	05
Fettscheider und RW-Schächte auf der Nordseite verschoben	VG	09.07.24	04
Leitungsverlauf nachkoordiniert	VG	20.06.24	03
Insp. Schächte durch Kontrollschächte bei tiefliegenden Grundtiefen, ersetzt, RW-Grundtiefen, farbig getrennt	VG	06.06.24	02
Brunnentechnik eingebildet, Koordination mit Eit und Außenanlagen	VG	15.05.24	01
Plan erstellt	VG	25.04.24	00
Änderung	Gefertigt	Datum	Index

M 1:200 0cm 300cm 500cm 1000cm

Aktzeichen: OA-2019-237-Bez8



COSI - Center of Science
 Neubau eines Gebäudekomplexes des DKFZ an der Berliner Straße

dkfz.
 DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM
 HEINRICH-PFISCHER-GEMEINSCHAFT

NPC National Cancer Prevention Center
DDT Center for Digital Oncology and Disruptive Technologies
DHFI DKFZ-Hector Krebsinstitut

Forschen für ein Leben ohne Krebs

Spezifikation/Gewerk
Sanitärtechnik

Planungsphase
Ausführungsplanung

Planinhalt
Lageplan Grundleitungen

Bauherr
 Deutsches Krebsforschungszentrum
 Stiftung des öffentlichen Rechts
 Im Neuenheimer Feld 280
 69120 Heidelberg

Architekt
 Heinle Wischer
 Partnerschaft freier Architekten mbB
 Leuscherstraße 12
 70174 Stuttgart
 stuttgart@heinlewischer.de

Fachplaner
IKK Klett Ingenieur GmbH

Niederlassung Fellbach
 Auberlenstraße 13
 70736 Fellbach
 Telefon (07 11) 95 19 30 - 0
 Telefax (07 11) 95 19 30 90
 www.klett-ingenieur-gmbh.de
 Kontakt: info@klett-ingenieur-gmbh.de

Erstelldatum	Maßstab	Indexdatum	Format
25.04.2024	1:200	25.09.2024	1300 x 841
Dateiname	Gefertigt	Geprüft	
COSI_SAN_5_GL_LP_xx_00_0010_05_V.dwg	VG	VG	
Plannummer	Projektname	Disziplin	Phase
COSI_SAN_5_GL_LP_xx_00_0010_05_V			
	Blatt Nr.	Gewerk	Nummer
	Index	Status	

Auberlenstr. 13
70736 Fellbach

Tel: 0711 / 951930-0
Fax: 0711 / 519010



Auftraggeber: dkfz-Deutsches Krebsforschungszentrum
Projekt: F-2330 COSI - Center of Science

Seite 1 von 7
Datum: 03.12.2024

Erläuterungsbericht Brunnenanlage

Zuarbeit zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis

Bemerkung: Datenbasis: Entwurf

05				
04				
03	03.12.2024/ msc	03.12.2024/ DH		
02	28.11.2024/ msc	28.11.2024/ DH		
01	21.06.2024/ msc	21.06.2024/ DH		
00	15.03.2024/ msc	15.03.2024/ DH		
Rev. Nr.	erstellt Datum / Unterschrift	geprüft Datum / Unterschrift	freigegeben Datum / Unterschrift	genehmigt Datum / Unterschrift
	Planer		Bauherr / Auftraggeber	
Klett Ingenieur GmbH Auberlenstraße 13 70736 Fellbach			COSI - Center of Science Neubau eines Gebäudekomplexes des DKFZ an der Berliner Straße NCPC National Cancer Prevention Center DODT Center for Digital Oncology and Disruptive Technologies DHKI DKFZ-Hector Krebsinstitut	
			Datum	Revision
			12.03.2024	Rev03

Auberlenstr. 13
70736 Fellbach

Tel: 0711 / 951930-0
Fax: 0711 / 519010

 **Klett**
Ingenieur GmbH

Auftraggeber: dkfz-Deutsches Krebsforschungszentrum
Projekt: F-2330 COSI - Center of Science

Seite 2 von 7
Datum: 03.12.2024

Änderungshistorie

Rev. Nr.	Änderungsbeschreibung
00	- Erstellung
01	- Angaben über Stunden-, Tages- und Monats-Entnahmen
02	- Anpassung an die Dimensionierung der Brunnen
03	- Korrektur der Wassermenge eines Brunnens
04	-
05	-

Inhalt

<i>allgemeine Angaben</i>	4
<i>Projektbeschreibung</i>	4
<i>Lage des Objektes</i>	4
<i>Nutzungszweck</i>	4
<i>Anzahl der Brunnen</i>	4
<i>voraussichtliche geologische Schichtenfolge</i>	4
<i>geplanter Ausbau der Brunnenanlage</i>	5
<i>Wärme- bzw. Kältebedarf</i>	5
<i>voraussichtliche Betriebsstunden</i>	5
<i>eingesetztes Betriebsmittel in der Wärmepumpe</i>	5
<i>Beschreibung der Förderpumpe</i>	5
<i>weitere technische Einrichtungen</i>	6
<i>Entnahme- und Wiedereinleitungsmenge</i>	6
<i>Inbetriebnahme</i>	7

Gemäß der Anfrage des Ing. Büros Henke und Partner vom 6. März 2024 können wir mit folgenden Daten für die Antragstellung der Wasserrechtlichen Erlaubnis zuarbeiten.

-

allgemeine Angaben

Der Fachplaner, der Fachgutachter sowie das Brunnenbauunternehmen stehen noch nicht fest. Die bisherige Planung stellt einen Entwurf dar, der auf dem vorliegenden Gutachten und den wasserrechtlichen Vorgaben des bereits ausgeführten Gebäude REZ beruht.

Bauherr:
DHFZ, Deutsches Krebsforschungszentrum,
Heidelberg

Projektbeschreibung

Die Das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) plant in Heidelberg im Rahmen seiner Zukunftsstrategie den Neubau eines Gebäudekomplexes für innovative Krebsforschung in den Bereichen Prävention und Digitale Onkologie, gemeinsam mit einem Gebäude für die biologische Grundlagenforschung.

Lage des Objektes

Der Neubau wird auf einem Grundstück im Neuenheimer Feld (bisher Parkplatz P22) an der Berliner Straße geplant und errichtet.

Nutzungszweck

Die Brunnenanlage dient zur Beheizung und Kühlung des Gebäudes. Die Leistung der Brunnen ist begrenzt, so dass die weitere Energie für Heizung und Kühlung von einem örtlichen Versorger über einen Fernwärme- und Fernkälte bezogen werden muss.

Anzahl der Brunnen

Es werden 2 kombinierte Saug- und Schluckbrunnen erforderlich.

voraussichtliche geologische Schichtenfolge

siehe Gutachten

geplanter Ausbau der Brunnenanlage

Der Terminplan sieht vor, dass die Herstellung der Brunnenanlage in 2 Teilen durchgeführt wird. Die Bohrung und die Filterarbeiten erfolgen parallel oder am Ende der Pfahlbohrungen für die Gründung des Gebäudes bis ca. Mitte 2025.

Die Brunnenkammer wird durch den Rohbau erstellt bis

Wärme- bzw. Kältebedarf

Der Wärmebedarf für das Gebäude beträgt 750 kW. Der Kältebedarf für das Gebäude beträgt 1.300 kW. Die Brunnenanlage kann mit ca. 200 kW nur einen geringen Teil der Leistung decken.

voraussichtliche Betriebsstunden

Es ist ein ganzjähriger Betrieb der Brunnenanlage vorgesehen.

eingesetztes Betriebsmittel in der Wärmepumpe

Das vorgesehene Kältemittel der Wärmepumpe ist Propan. Die erforderliche Wärmeleistung teilt sich auf 3 WP auf. Somit beträgt die Füllmenge weniger als 5 kg Propan pro Maschine. Das Brunnenwasser wird über einen separaten Wärmetauscher geführt, so dass das Brunnenwasser nicht mit der Wärmepumpe in Berührung kommt.

Beschreibung der Förderpumpe

Die Förderung des Brunnenwassers erfolgt mittels einer Unterwasserpumpe in jedem Saugbrunnen. Eingesetzt wird eine mehrstufige, drehzahlgeregelte Tauchpumpe für die Rohwasserversorgung, Grundwasserabsenkung und Druckerhöhung. Die Pumpe eignet sich zum Pumpen sauberer, dünner, nicht aggressiver Flüssigkeiten ohne Feststoffpartikel oder Fasern. Die Pumpe ist vollständig aus Edelstahl DIN W.-Nr. EN 1.4301 gefertigt. Die Pumpe ist mit einem eingebauten Rückschlagventil ausgestattet. Alle Oberflächen, die mit dem Pumpenmedium in Berührung kommen, sind aus Edelstahl. Der Motortyp ist IPM mit eingebetteten Magneten im metallummantelten Rotor. Die Pumpen verfügen über einen Trockenlaufschutz.

Die Ansaugstelle der Pumpe befindet sich ca. 10m unter der Wasseroberfläche.

weitere technische Einrichtungen

Die Entnahme- und Einspeisemengen werden gezählt. Die Temperaturen des entnommenen und des einzuleitenden Wassers werden messtechnisch erfasst protokolliert. Es werden Probeentnahmeventile für das Brunnenwasser vorgesehen. Diese technischen Einrichtungen befinden sich in der Kältezentrale. In der Brunnenkammer sind nur Absperrventile und ein Motorventil bzw. Druckhalteventil vorgesehen.

Entnahme- und Wiedereinleitungsmenge

Im Winter wird dem wärmeren Brunnen im Norden, im Sommer dem kühleren Brunnen im Süden des Gebäudes Grundwasser entnommen. Das entnommene Brunnenwasser wird aus technischen Gründen grob gefiltert. Dies gereinigte Wasser wird wieder eingeleitet und verlangsamt die Verschlämzung der Schluckbrunnen. Wir schätzen die durch die Abschlammung entstehenden Verluste auf < 1%. Das Abschlammwasser wird gezählt und der Kanalisation zugeführt.

Die nachfolgende Tabelle gibt die voraussichtlichen Entnahmemengen aus den Brunnen an. Die kurzzeitige Entnahme ist jedoch – technisch bedingt – um ein vielfaches höher als die unten angegebenen durchschnittlichen Werte.

Die Pumpenleistung beträgt bei 15,3 l/s und einer Förderhöhe von voraussichtlich 40 m Wassersäule: 15 kW.

Die Pumpe wird über einen Frequenzumrichter in der Drehzahl gesteuert.

Monatliche Energieerte (Mittelwerte) im Regelbetrieb, ab dem 2. Jahr Betriebsjahr, da GW-Temperatur im ersten Betriebsjahr mit 16°C zu hoch, dass das GW nur teilweise über den Mehrschichtpufferspeicher zur Kühlung genutzt werden kann

	Heizung				Kühlung				Entweder				
	Monatliche GW Entnahme (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge kWh mit GW entnommen	Monatliche mittlere T GW-Entnahm-brunnen (°C)	Monatliche mittlere T GW-Schluckbrunnen (°C)	T Spreizung (K)	Monatliche Energiemenge kWh mit GW entnommen	Monatliche GW Entnahme (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge kWh mit GW eingespeist	Monatliche mittlere T GW-Entnahmebrunnen (°C)	Monatliche mittlere T GW-Schluckbrunnen (°C)	T Spreizung (K)
Jan	12069	Nord	70000			5		0					
Feb	3620	Nord	57000			5		0					
Mär	3966	Nord	23000			5	3000	517	Süd				
Apr	345	Nord	2000			5	18000	3103	Süd				
Mai	0					5	42000	7241	Süd				
Jun	0					5	65000	11207	Süd				
Juli	0					5	68000	11124	Süd				
Aug	0					5	48000	8276	Süd				
Sep	0					5	18000	3276	Süd				
Okt	1375	Nord	8000			5	3000	652	Süd				
Nov	7241	Nord	42000			5		0					
Dez	1652	Nord	67000			5		0					
Summe	46375		269000				272000	46897					

Monate Geoth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Freik->Geoth	0 MWh	0 MWh	0 MWh	2 MWh	8 MWh	15 MWh	14 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh
Masch.K->Geot	0 MWh	0 MWh	3 MWh	16 MWh	34 MWh	50 MWh	54 MWh	48 MWh	19 MWh	9 MWh	0 MWh	0 MWh
Geoth->Geb.Hel	-70 MWh	-57 MWh	-23 MWh	-2 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	-8 MWh	-42 MWh	-67 MWh

Die jährliche Entnahme von Grundwasser für die Heizung beträgt 46.400 m³.

Die jährliche Entnahme von Grundwasser für die Kühlung beträgt 46.900 m³.

Auberlenstr. 13
70736 Fellbach

Tel: 0711 / 951930-0
Fax: 0711 / 519010

 **KK Klett**
Ingenieur GmbH

Auftraggeber: dkfz-Deutsches Krebsforschungszentrum
Projekt: F-2330 COSI - Center of Science

Seite 7 von 7
Datum: 03.12.2024

Inbetriebnahme

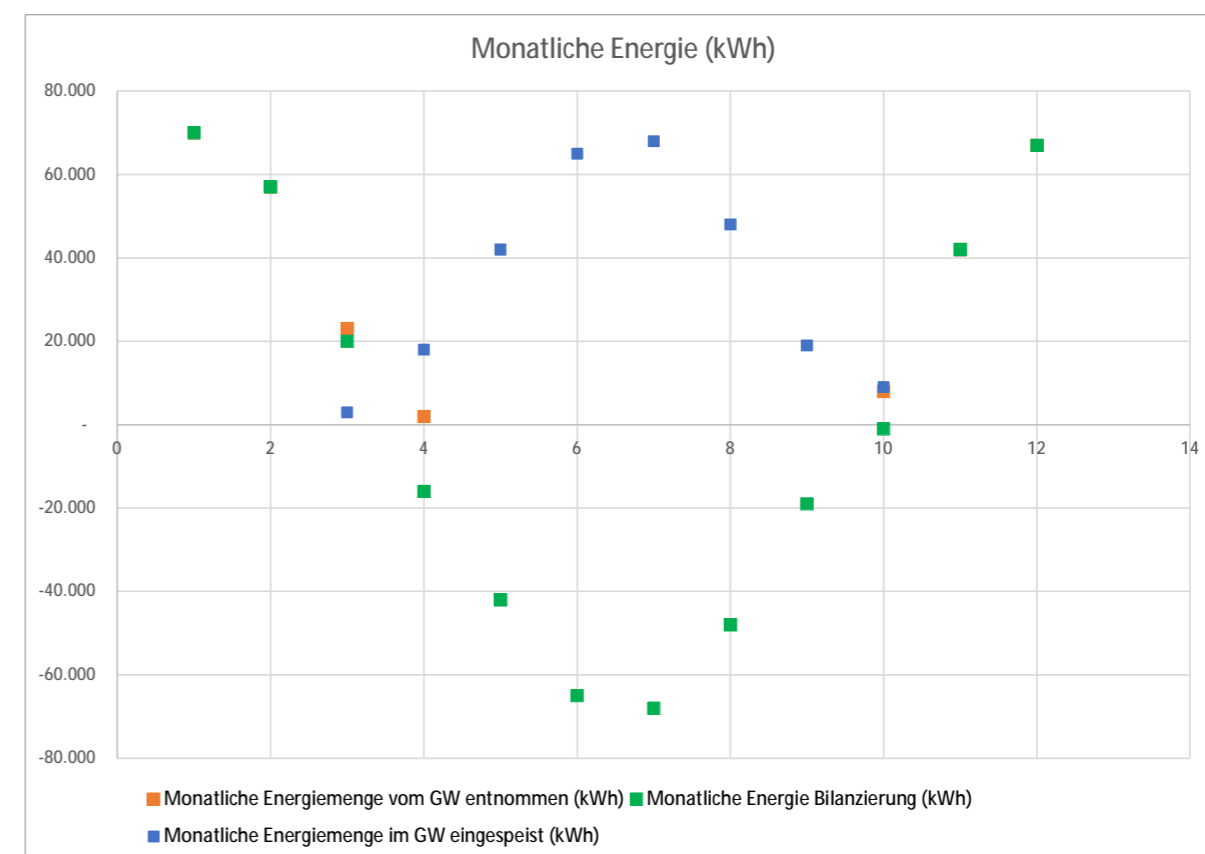
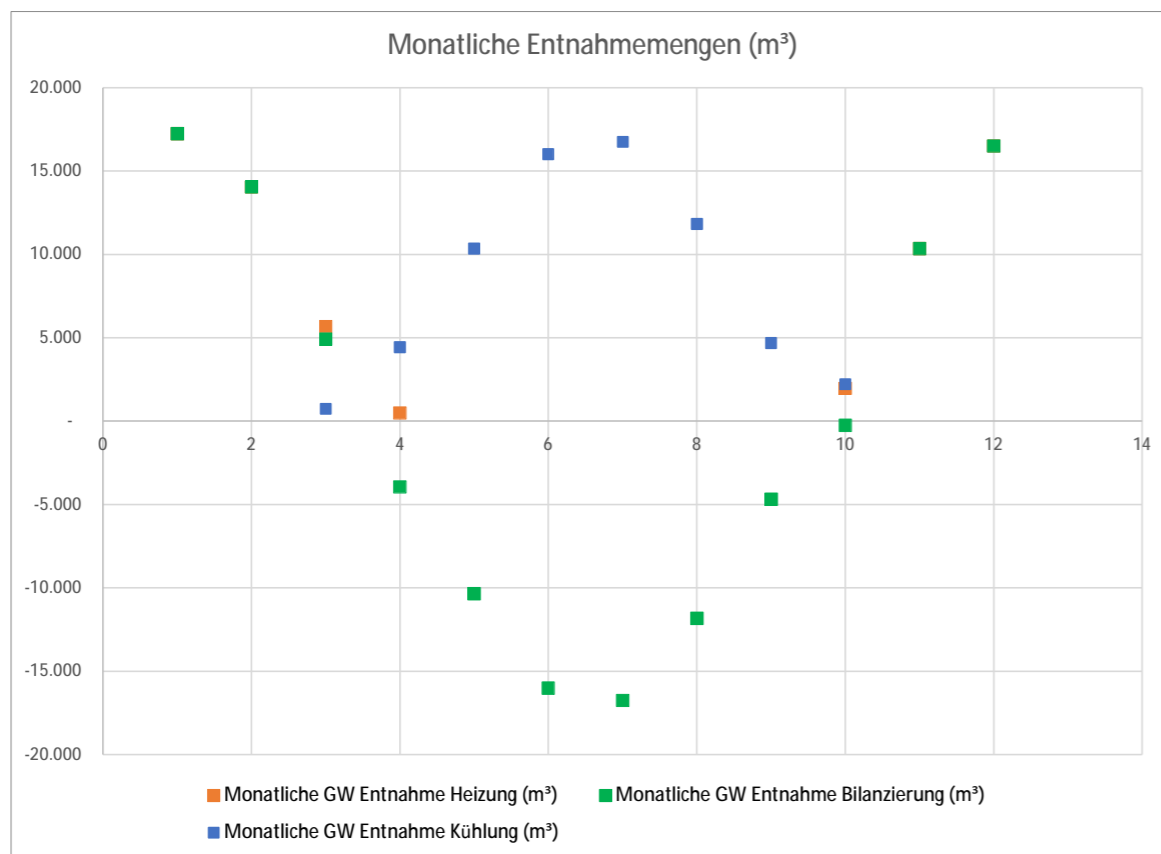
Die Inbetriebnahme der Brunnenanlage ist für März
2028 vorgesehen.

Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant)

Mrz. 28

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan	17.241	2 Brunnen Nord	70.000	-3,5					17.241	70.000	Brunnen Nord	Brunnen Süd	-3,5
Feb	14.039	2 Brunnen Nord	57.000	-3,5					14.039	57.000	Brunnen Nord	Brunnen Süd	-3,5
Mrz	5.665	2 Brunnen Nord	23.000	-3,5	739	2 Brunnen Süd	3.000	3,5	4.926	20.000	Brunnen Nord	Brunnen Süd	-3,5
Apr	493	2 Brunnen Nord	2.000	-3,5	4.433	2 Brunnen Süd	18.000	3,5	-3.941	-16.000	Brunnen Süd	Brunnen Nord	3,5
Mai					10.345	2 Brunnen Süd	42.000	3,5	-10.345	-42.000	Brunnen Süd	Brunnen Nord	3,5
Jun					16.010	2 Brunnen Süd	65.000	3,5	-16.010	-65.000	Brunnen Süd	Brunnen Nord	3,5
Jul					16.749	2 Brunnen Süd	68.000	3,5	-16.749	-68.000	Brunnen Süd	Brunnen Nord	3,5
Aug					11.823	2 Brunnen Süd	48.000	3,5	-11.823	-48.000	Brunnen Süd	Brunnen Nord	3,5
Sep					4.680	2 Brunnen Süd	19.000	3,5	-4.680	-19.000	Brunnen Süd	Brunnen Nord	3,5
Okt	1.970	2 Brunnen Nord	8.000	-3,5	2.217	2 Brunnen Süd	9.000	3,5	-246	-1.000	Brunnen Süd	Brunnen Nord	3,5
Nov	10.345	2 Brunnen Nord	42.000	-3,5					10.345	42.000	Brunnen Nord	Brunnen Süd	-3,5
Dez	16.502	2 Brunnen Nord	67.000	-3,5					16.502	67.000	Brunnen Nord	Brunnen Süd	-3,5
Summe	66.256		269.000		66.995		272.000		-739	-3.000			



**Hydrogeologisches Gutachten
mit Grundwassermodellberechnung und
Temperaturfahrensimulation zum
BV Forschungs- und Entwicklungszentrums
für Pharmazeutische Radiochemie (FER)
in 69120 Heidelberg**

Bauherr:

Deutsches Krebsforschungszentrum
Im Neuenheimer Feld 240
69120 Heidelberg

Generalplanung:

Wulf Architekten GmbH
Breitscheidstr. 8
70174 Stuttgart

Projektleitung Geothermie:

Ing. Geowis. J. Monfort

Erstattungsdatum:

28. Februar 2024

Aktenzeichen:

HDCAMP G02c

Geschäftsführer:

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ
DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL
DIPL.-GEOL. GESINE WILTSCHKO

Vertretung Oberschwaben

Waldseer Str. 51
88400 Biberach
Tel.: 07351.47 400-30
E-Mail: bc@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck

Blumenstr. 19
73271 Holzmaden
Tel.: 0177.71 61 678
E-Mail: fb@henkegeo.de

Vertretung Nagold

Haydnweg 10/1
72202 Nagold
Tel.: 0177.71 61 682
E-Mail: mik@henkegeo.de

Vertretung Schwarzwald-Baar

Vor dem Hummelholz 4
78056 VS-Schwenningen
Tel.: 07720.95 86-92
E-Mail: vs@henkegeo.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag und Vorgang	4
2. Unterlagen	5
3. Projektbeschreibung	7
4. Geologische und hydrogeologische Situation	8
4.1 Allgemeine Übersicht	8
4.2 Topographie und Hydrologie	10
4.3 Grundwasserstände, Fließrichtung und Gradient	13
4.4 Pumpversuch	14
4.4.1 Allgemein	14
4.4.2 Langzeitpumpversuch	14
4.4.3 Schluckversuch	15
4.5 Grundwasseranalytik	16
4.5.1 Untersuchungsprogramm	16
4.5.2 Analyseergebnisse	16
4.6 Grundwasserbeschaffenheit	16
4.7 Volumenströmung und Abstandgeschwindigkeit	18
5. Grundwassermodell	18
5.1 Vorgehensweise	18
5.2 Modellannahmen: Stationäres Strömungsmodell	19
5.2.1 Modellgebiet, Randbedingungen	19
5.2.2 Grundwasserneubildung	20
5.2.3 Randbedingung Ost	20
5.2.4 Eigenschaften des Grundwasserleiters	21
5.2.5 Diskretisierung des Modellgebietes	22
5.2.6 Vorfluter	24
5.2.7 Entnahmebrunnen im Modellgebiet	26
5.3 Kalibration des Strömungsmodell	27
5.4 Annahme zur Simulation der Temperaturfahne	28
5.4.1 Anfangstemperatur	28
5.4.2 Angaben zu den zu simulierenden Geothermieanlagen	29
5.4.2.1 DKFZ FER	29
5.4.2.2 DKFZ COSI	30
5.4.2.3 DKFZ REZ	32
5.4.2.4 HDC	33
5.4.2.5 HZ	34
5.4.2.6 MPI	35
5.4.2.7 Übersicht der geothermischen Anlagen	36
5.4.3 Simulation der Geothermieanlagen und Temperaturänderungen	37
5.5 Ergebnisse der Simulationen	38
5.5.1.1 Planerische Darstellung der Ergebnisse	38
5.5.1.2 Graphische Darstellung der Temperaturverläufe	39
6. Bewertung	42

Verzeichnis der Abbildungen:

Abbildung 1: Lage der Brunnen auf den Grundrissen (UG und EG) [1.1].....	8
Abbildung 2: Schematischer W-E-Schnitt durch den Oberrheingraben im Rhein-Neckar-Raum [7.1]	10
Abbildung 3: Geländeoberkante im Raum Heidelberg (rote Kasten: DKFZ FER).....	11
Abbildung 4: Detail der hydrologischen Gegebenheiten im Raum Heidelberg	12
Abbildung 5: Östliche Abgrenzung gem. hydrogeologischer Karte HK50 [9.4].....	19
Abbildung 6: Verteilung der Grundwasserneubildung im Modellgebiet, $m^3/m^2/Jahr$ [8.1].....	20
Abbildung 7: Abgrenzung der Einzugsgebiete an dem östlichen Modellrand	21
Abbildung 8: Modellnetz (Grundwasserentnahmen und Geothermieanlagen schwarze Punkte).....	23
Abbildung 9: Modellnetz (Modell Schnitte West-Ost, ZH1 in pink)	24
Abbildung 10: Randbedingung 3. Art (Vorfluter Potentiale).....	25
Abbildung 11: Maximalwerte für die Infiltrationsmengen	25
Abbildung 12: Lage der Entnahmebrunnen im Neuenheimer Feld (schwarze Punkte)	27
Abbildung 13: Kalibration des Strömungsmodells	28
Abbildung 14: Lage der Brunnen DKFZ FER, Pendelbetrieb	29
Abbildung 15: Lage Brunnen DKFZ COSI (schwarze Punkte) und Pendelbetrieb.....	31
Abbildung 16: Lage Brunnen DKFZ REZ, nur Kühlung	32
Abbildung 17: Lage Brunnen HDC (rote Punkte), Pendelbetrieb	33
Abbildung 18: Lage der Brunnen HZ, Pendelbetrieb.....	34
Abbildung 19: Lage Brunnen MPI und Pendelbetrieb	36
Abbildung 20: Übersichtsplan mit Lage der verschiedenen Anlagen.....	37
Abbildung 21: Lage der 2 Längs- und 2 Querschnitte (rot), Brunnen sind schwarze Punkten, rote +- Symbol auf Hintergrundkarte (Kliniken)	38
Abbildung 22: Ganglinien Grundwassertemperatur bei FER (Brunnen im OGWLo).....	39
Abbildung 23: Ganglinien Grundwassertemperatur bei FER (Brunnen im OGWLo) – Jahr 2043	40
Abbildung 24: Ganglinien Grundwassertemperatur bei COSI (Brunnen im OGWLo).....	41

Verzeichnis der Anlagen:

- Anlage 1 Übersichtslageplan

- Anlage 2 Auszug der Hydrogeologischen Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum [7.1]
 - 2.1 Längs- und Querschnitte
 - 2.2 OK des Zwischenhorizonts (ZH1) und Basis der OGWL
 - 2.3 Gleichenplan 01.10.1990 und Grundwasserhöhe 22.03.2023

- Anlage 3 Pump- und Schluckversuch Ganglinien, gesamte Dateien (mNHN und Temperatur °C)
 - 3.1 Grundwassermessstelle DKFZ FER KB1 (Pumpbrunnen)
 - 3.2 Grundwassermessstelle DKFZ FER KB2 (Beobachtungspegel)
 - 3.3 BK3 DKFZ COSI (Beobachtungspegel)
 - 3.4 GWM P4 Uni (Beobachtungspegel)
 - 3.5 Schluckversuch DKFZ FER KB1 (Pumpbrunnen)
 - 3.6 Schluckversuch DKFZ FER KB2 (Schluckbrunnen)

- Anlage 4 Chemische Analyseergebnisse Grundwasser

- Anlage 5 Monatliche Verteilung und Bilanzierung der Betriebsannahmen (MWh, Grundwassermengen und Temperaturspreizungen)
 - 5.1 DKFZ FER
 - 5.2 DKFZ COSI
 - 5.3.1 DKFZ REZ – Ist-Werte von Inbetriebnahme bis März 2023
 - 5.3.2 DKFZ REZ – Prognostizierte Werte ab April 2023
 - 5.4.1 HDC – Ist-Werte von Inbetriebnahme bis Mai 2023
 - 5.4.2 HDC – Prognostizierte Werte ab Juni 2023
 - 5.5 Herzzentrum
 - 5.6 Max-Planck-Institute

- Anlage 6 Ergebnisse FER und COSI im OGWL
 - 6.1.1 Längsschnitt W-O Nord - Darstellung des Temperaturfeldes - Sept. 2043
 - 6.1.2 Längsschnitt W-O Nord - Darstellung des Temperaturfeldes - März 2044
 - 6.1.3 Längsschnitt W-O Süd - Darstellung des Temperaturfeldes - Sept. 2043
 - 6.1.4 Längsschnitt W-O Süd - Darstellung des Temperaturfeldes - März 2044
 - 6.2.1 Querschnitt S-N West - Darstellung des Temperaturfeldes - Sept. 2043
 - 6.2.2 Querschnitt S-N West - Darstellung des Temperaturfeldes - März 2044
 - 6.2.3 Querschnitt S-N Ost - Darstellung des Temperaturfeldes - Sept. 2043
 - 6.2.4 Querschnitt S-N Ost - Darstellung des Temperaturfeldes - März 2044
 - 6.3.1 Planerische Darstellung des Temperaturfeldes 3. Knotenschicht - Sept. 2043
 - 6.3.2 Planerische Darstellung des Temperaturfeldes 3. Knotenschicht – März 2044
 - 6.4.1 Planerische Darstellung des Temperaturfeldes 12. Knotenschicht - Sept. 2043
 - 6.4.2 Planerische Darstellung des Temperaturfeldes 12. Knotenschicht – März 2044
 - 6.5 Graphische Darstellung der Temperaturänderungen – Alle Anlagen

- Anlage 7 Ergebnisse Temperaturfahne HydroTherm Consult GmbH

1. Auftrag und Vorgang **ANGABEN FÜR DKFZ - FER**

Das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) plant auf dem Campus der Universität Heidelberg im Neuenheimer Feld 240 den Neubau eines Forschungs- und Entwicklungszentrums für Radiopharmazeutische Chemie (FER). Zur Heizung und Kühlung des Gebäudes ist die Nutzung von Geothermie über eine direkte Nutzung von Grundwasser vorgesehen.

In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (**HUP**) auf der Basis des Angebotes vom 18.07.2023 (Az.: HDCAMP K3a) vom DKFZ über den Generalplaner Wulf Architekten beauftragt, eine numerische Berechnung der Auswirkungen der geothermischen Grundwassernutzung auszuführen.

Seitens des Umweltamtes wurde gefordert, dass in die Bewertung Einflüsse aus und auf umliegende Nutzer berücksichtigt werden. Die Temperatur des einzuleitenden Wassers darf + 4 °C nicht unterschreiten und + 20 °C nicht überschreiten, bei einer zulässigen Temperaturveränderung von +/- 6 °K.

Folgende Geothermieanlagen (an Datum der Modellherstellung bekannt) wurden berücksichtigt:

- DKFZ FER, geplant, Betrieb ab September 2026
- DKFZ COSI, geplant, Betrieb ab Juli 2027
- DKFZ REZ, Forschungszentrum für Bildgebung und Radioökologie, im Betrieb seit Juli 2019
- HDC, Heidelberg Materials, im Betrieb seit Ende 2019
- Universitätsklinikum Heidelberg - Klinik Technik GmbH - Herzzentrum (HZ), geplant, Betrieb ab Mai 2029
- Max-Planck-Institute for Medical Research (MPI), geplant, Betrieb ab September 2026

Eine zunächst vorgesehene vereinfachte Berechnung der Temperatureinflüsse der Anlage war auf Grund der Komplexität der Situation mit einer großen Zahl weiterer Grundwassernutzer nicht möglich. Stattdessen war eine umfangreiche mathematische Grundwassersimulation erforderlich. Um die Wechselwirkung zwischen den Nutzern rechnerisch erfassen zu können, wurden Finite Elemente

Grundwassermodellberechnungen (3D-Modell, Planungsmodell [14.2]) mit instationären gekoppelten Wasser- / Wärmetransport ausgeführt.

2. Unterlagen

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] DKFZ – FER

- [1.1] Grundrisse UG und EG, Abstimmung Position Förderbrunnen und Sickerbrunnen, wulf architekten gmbh und Fa. SCHOLZEJAEGER GmbH, Stand 26.02.2023
- [1.2] Energiekonzept Erläuterungsbericht Leistungsphase 3, ee concept GmbH, 15.03.2023
- [1.3] Bericht zur thermisch-dynamischen Gebäudesimulation mit Auswertung nach BNB 2020, ee concept GmbH, 12.04.2023
- [1.4] Entwurfsplanung, LP3, Schema Erzeugung Heizung-Kälte, FER_HZG_3_SH_xx_xx_XXX__1100_00_P, Fa. SCHOLZEJAEGER GmbH, Stand 12.10.2022
- [1.5] Abschätzung der Heiz- und Kühlenergie über das Grundwasser, Fa. SCHOLZEJAEGER GmbH, E-Mail Herrn Jaeger vom 11.09.2023
- [1.6] Aktualisierung Abschätzung der Heiz- und Kühlenergie über das Grundwasser, Fa. SCHOLZEJAEGER GmbH, E-Mail Herrn Jaeger vom 10.11.2023

[2] DKFZ – REZ (Forschungszentrum für Bildung und Radioonkologie)

- [2.1] Lageplan mit Brunnenlage, per E-Mail Herrn Klemm, am 30.06.2023
- [2.2] Rohdaten mit Betriebsdaten der geothermischen Anlage (Zählerstand m³ und MWh) vom 01.08.2019 bis 24.03.2023, per E-Mail Herrn Klemm, am 30.06.2023
- [2.3] Ausbauprofile der 4 Geothermiebrunnen, BauGrund Süd GmbH, per E-Mail der Stadt Heidelberg, Herr Uhlig am 26.01.2023
- [2.4] Wasserrechtliche Erlaubnis zur Nutzung von Erdwärme mit einer Grundwasserwärmepumpe auf dem Grundstück Flst.-Nr. 5932, Im Neuenheimer Feld 223 in Heidelberg, Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, 03.01.2017
- [2.5] Antragsunterlage zur wasserrechtlichen Erlaubnis zur Nutzung von Erdwärme mit einer Grundwasserwärmepumpe auf dem Grundstück Flst.-Nr. 5932, Im Neuenheimer Feld 223 in Heidelberg, Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, 11.01.2017

[3] DKFZ – COSI

- [3.1] Lageplan Vorentwurf, Außenanlagen mit Lage der Geothermiebrunnen, Glück Landschaftsarchitektur GmbH, 21.07.2022
- [3.2] Abschätzung der Heiz- und Kühlenergie, die durch die Geothermieanlage abgedeckt wird, verschiedene E-Mails, Klett Ingenieur GmbH, Juli und August 2023
- [3.3] Vorbericht, Auswirkungen von Grundwassernutzung zu Heiz- und Kühlzwecken auf die Grundwassertemperatur, 08.05.2023, IBO PartG mbB

[4] Heidelberg Materials (HDC)

- [4.1] Lageplan mit Brunnenlage, Bestandteil des Genehmigungserlaubnisbescheids, AS+P Albert Speer + Partner GmbH, Stadt Heidelberg, 10.05.2017
- [4.2] Ausbauprofile der 2 Geothermiebrunnen, Rebelein GmbH, per E-Mail der Stadt Heidelberg, Herr Uhlig am 26.01.2023
- [4.3] Rohdaten mit Betriebsdaten der geothermischen Anlage (Zählerstand MWh und m³) vom 01.06.2020 bis 01.06.2023, per E-Mail Herrn Benz (HDC) und Herrn Klemm (DKFZ), Juni und Juli 2023

[5] Max Planck Institute for Medical Research (MPI)

- [5.1] Abschätzung der Heiz- und Kühlenergie, die durch die Geothermieanlage abgedeckt wird und Lage der Geothermiebrunnen, verschiedene E-Mails Herrn Schiebel (MPI), August und September 2023

[6] Universitätsklinikum Heidelberg - Klinik Technik GmbH - Herzzentrum (HZ)

- [6.1] Abschätzung der Heiz- und Kühlenergie, die durch die Geothermieanlage abgedeckt wird und Lage der Geothermiebrunnen, verschiedene E-Mails Herrn Nickel (HZ), Juli, August und September 2023

[7] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

- [7.1] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum Fortschreibung 1983 – 1998, Stuttgart. Wiesbaden. Mainz. 1999
- [7.2] Arbeitshilfe zum Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen für Ein- und Zweifamilienhäuser oder Anlagen mit Energieentzug bis zirka 45.000 kWh pro Jahr, Oktober 2009

[8] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)

- [8.1] Berechnete Verteilung der mittleren Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag (1991-2020) im Untersuchungsgebiet, Shapefile-Datei, per E-Mail (Herr Gudera), 29.08.2023
- [8.2] Amtlichen Digitalen Wasserwirtschaftlichen Gewässernetz (AWGN), Shapefile Vorfluter Trasse, digital Datei, Stand Mai 2023
- [8.3] Daten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) der (LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg), <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>, Stand August 2023

[9] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)

- [9.1] Schichtenbeschreibung, Ausbau und Pumpversuchsdaten von 70 Bohrungen aus der Aufschlussdatenbank (ADB), Stand Juli 2023
- [9.2] Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg, Heft 20, März 2008
- [9.3] Geologische Karte digital, GeoLa GK50, Stand Juli 2023
- [9.4] Hydrogeologische Karte digital, GeoLa, HK50, Stand Juli 2023

[10] Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Neckar

- [10.1] Angabe zur Hydrologie des Neckar im Untersuchungsgebiet (Pegel Höhe, Abflusswerte bei Wehranlage und Schleuse, Ausbau Neckarkanal...), verschiedenen E-Mails und Telefonat mit Herrn Kickel

[11] Parsimonia GmbH & Co. KG

[11.1] Angabe zur Hydrologie des Altneckar-Armes und Wasserkraftwerk Helmreich bei Wieblingen im Untersuchungsgebiet (Pegel Höhe, Abflusswert, Ausbau...), verschiedenen E-Mails und Telefonat mit Herrn Wecker

[12] Stadt Heidelberg

[12.1] Anforderungen für die Erstellung einer Grundwasserwärmepumpenanlage, DKFZ, Im Neuenheimer Feld, per E-Mail (Herr Uhlig), 21.04.2023

[12.2] Angaben zu den Grundwasserentnahmen im Untersuchungsgebiet (13 Entnahmen), Brunnenausbau und Entnahmemengen von 1999 bis 2022

[13] Verein Deutscher Ingenieure e.V.

[13.1] VDI Richtlinien 4640, Thermische Nutzung des Untergrunds, aktueller Stand

[14] Fachliteratur

[14.1] König, C. et al., Handbuch Spring 6, Delta h Ingenieurgesellschaft GmbH, September 2022

[14.2] Ohmer, M., Klester, A., Kissinger, A. et al. Berechnung von Temperaturfahnen im Grundwasser mit analytischen und numerischen Modellen. Grundwasser - Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie 27, 113–129 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00767-022-00509-2>

[14.3] Stemmler, R. et al. Potential of low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES) in Germany. Geotherm Energy 10, 24 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40517-022-00234-2>

[14.4] Hölting, B., Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 8. Auflage, 2013, Elsevier, München,

[15] Henke und Partner

[15.1] Geotechnisches Gutachten zum Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg, HDCAMP G01, 31.08.2023

[16] HydroTherm Consult GmbH

[16] Ergebnisse der Temperaturfahnenberechnung für die Anlagen des Universitätsklinikums Heidelberg - Herzzentrum (HZ) + Neubau EKO (Ersatzbau Kopfzentrum), per E-Mail am 27.02.2024

3. Projektbeschreibung **ANGABEN FÜR DKFZ - FER**

Der vierstöckige Neubau des Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) soll Abmessungen von ca. 24 m x 37 m aufweisen und ist unterkellert geplant. Für die Versorgung der Wärmepumpe sind 2 Brunnen vorgesehen: ein Förderbrunnen im Untergeschoss und ein Schluckbrunnen an der südlichen Seite. Der Abstand zwischen den Brunnen beträgt ca. 20 m. Folgende Abbildung 1 zeigt die Lage der beiden geplanten Brunnen.



Abbildung 1: Lage der Brunnen auf den Grundrissen (UG und EG) [1.1]

Es ist geplant den Kühl- und Wärmebedarf des Gebäudes teilweise über eine geothermische Nutzung des Grundwassers (offenes System mit Förder- und Schluckbrunnen) zu decken. Eine reversible Wärmepumpe (für die Heizung und Kühlung) ist vorgesehen. Sofern die Grundwassertemperaturen dies ermöglichen soll die Kühlung des Gebäudes mittels direkter Kühlung lediglich durch die Nutzung eines Wärmetauschers bewerkstelligt werden ([1.4]).

Die Lage des geplanten Objektes kann dem Übersichtslageplan Anlage 1 entnommen werden.

4. Geologische und hydrogeologische Situation

4.1 Allgemeine Übersicht

Heidelberg liegt am Neckar im Übergangsbereich, an dem dieser den Odenwald verlässt und in den Oberrheingraben eintritt. Die Oberrheinische Tiefebene entstand durch einen Grabenbruch, der tief in den kristallinen Sockel hineinreichte und durch mehrere Hunderte von Metern von fluvialen Ablagerungen verfüllt wurde.

Diese quartären und pliozänen Lockergesteine bestehen aus einer Wechsellagerung von grobklastischen Grundwasserleitern und Zwischenhorizonten aus Grundwassergeringleitern.

Im Raum Heidelberg werden die oberen 65 m (bis ca. 45 mNHN) der Schichtenfolge durch eine jung-quartäre sandig-kiesige Ablagerung gebildet, die als Obere Kieslager (OKL) oder Oberer Grundwasserleiter (OGWL) bezeichnet wird. Diese oberste grundwasserführende Lockergesteins-Einheit wird stratigraphisch als Mannheim-Formation bezeichnet. Der Oberer Grundwasserleiter weist durch seine hauptsächlich kiesige Zusammensetzung eine große bis sehr große Wasserdurchlässigkeit auf.

Die Basis der Mannheim-Formation wird durch die Ludwigshafen-Formation gebildet, eine Wechsellagerung von Tonen, Schluffen und Feinsanden, die vom Rhein generell zum östlichen Grabenrand einfällt. Dieser Grundwassergeringleiter wird auch als Oberer Zwischenhorizont (OZH) bezeichnet.

Im Raum Heidelberg wird der OGWL durch einen schluffig-tonigen Zwischenhorizont (ZH1) in zwei Abschnitte geteilt. Dieser ZH1 trennt den OGWL in einen OGWL-oben (OGWL_o) und einen OGWL-unten (OGWL_u) [7.1]. Beim ZH1 handelt es sich vermutlich nicht um einen durchgehenden Horizont als vielmehr um ein Niveau, in dem gehäuft tonig-schluffige Linsen, z.T. in erheblicher Erstreckung, auftreten. Nach Westen verschiebt sich die Zusammensetzung zunehmend nach Feinsand und Sand. Die Mächtigkeit vom ZH1 schwankt zwischen 15 m im Osten und 1 bis 2 m im Westen. Die Schichtenbeschreibungen von 70 Tiefbohrungen im Untersuchungsraum [9.1] haben tendenziell das Vorkommen des ZH1 bestätigt. Im Durchschnitt wurde eine Mächtigkeit des ZH1 von 3,5 m aufgeschlossen.

Auszüge der hydrogeologischen Karte [7.1] mit Informationen über die Geometrie des OGWL und Grundwasserhöhen liegen als Anlage 2 bei.

In der folgenden Abbildung 2 ist ein schematische W-E-Schnitt durch den Oberrheingraben im Rhein-Neckar-Raum dargestellt.

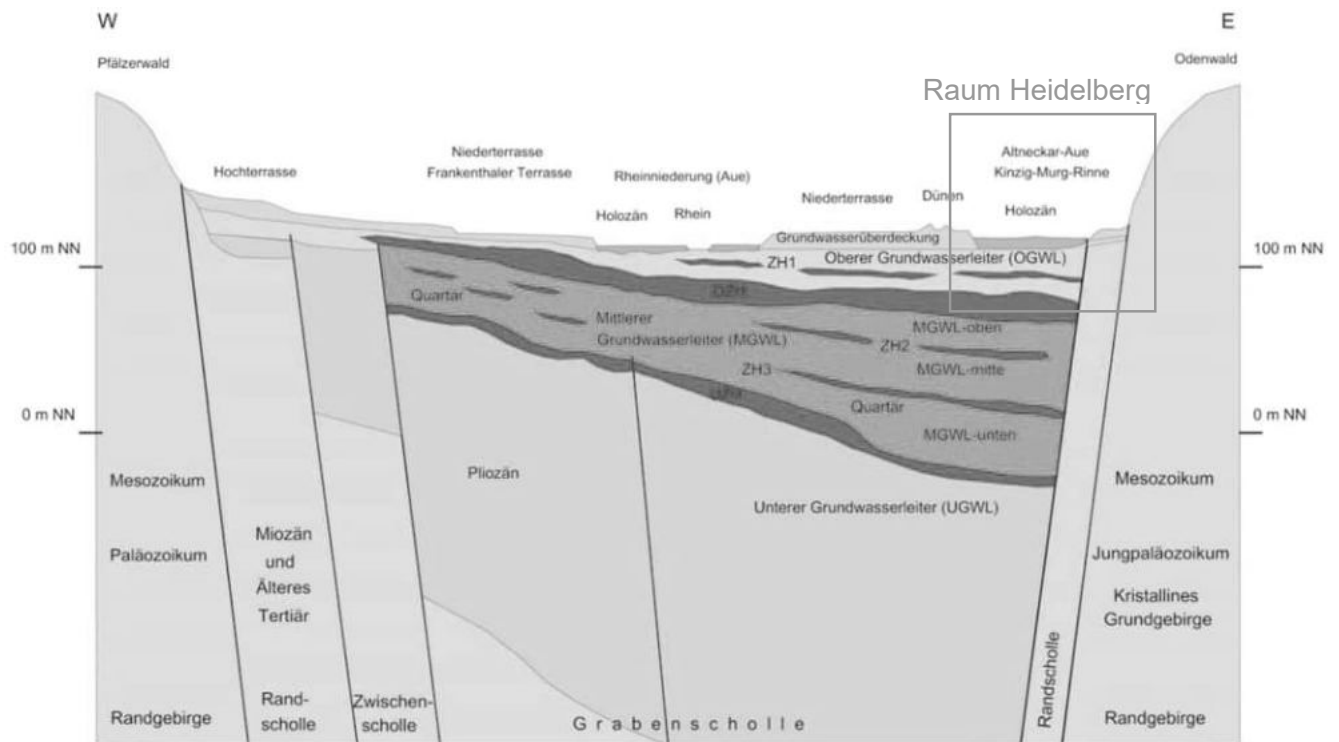


Abbildung 2: Schematischer W-E-Schnitt durch den Oberrheingraben im Rhein-Neckar-Raum [7.1]

4.2 Topographie und Hydrologie

Die Geländeoberkante der Oberrheinische Tiefebene liegt bei Heidelberg zwischen 110 mNHN und 120 mNHN (ca. 111,5 mNHN beim DKFZ). Die folgende Abbildung 3 zeigt eine Darstellung der Topographie auf Basis der topographischen Karten und der SRTM-Daten (Shuttle Radar Topography Mission, digitales Geländemodell der Erdoberfläche).

Abbildung

3

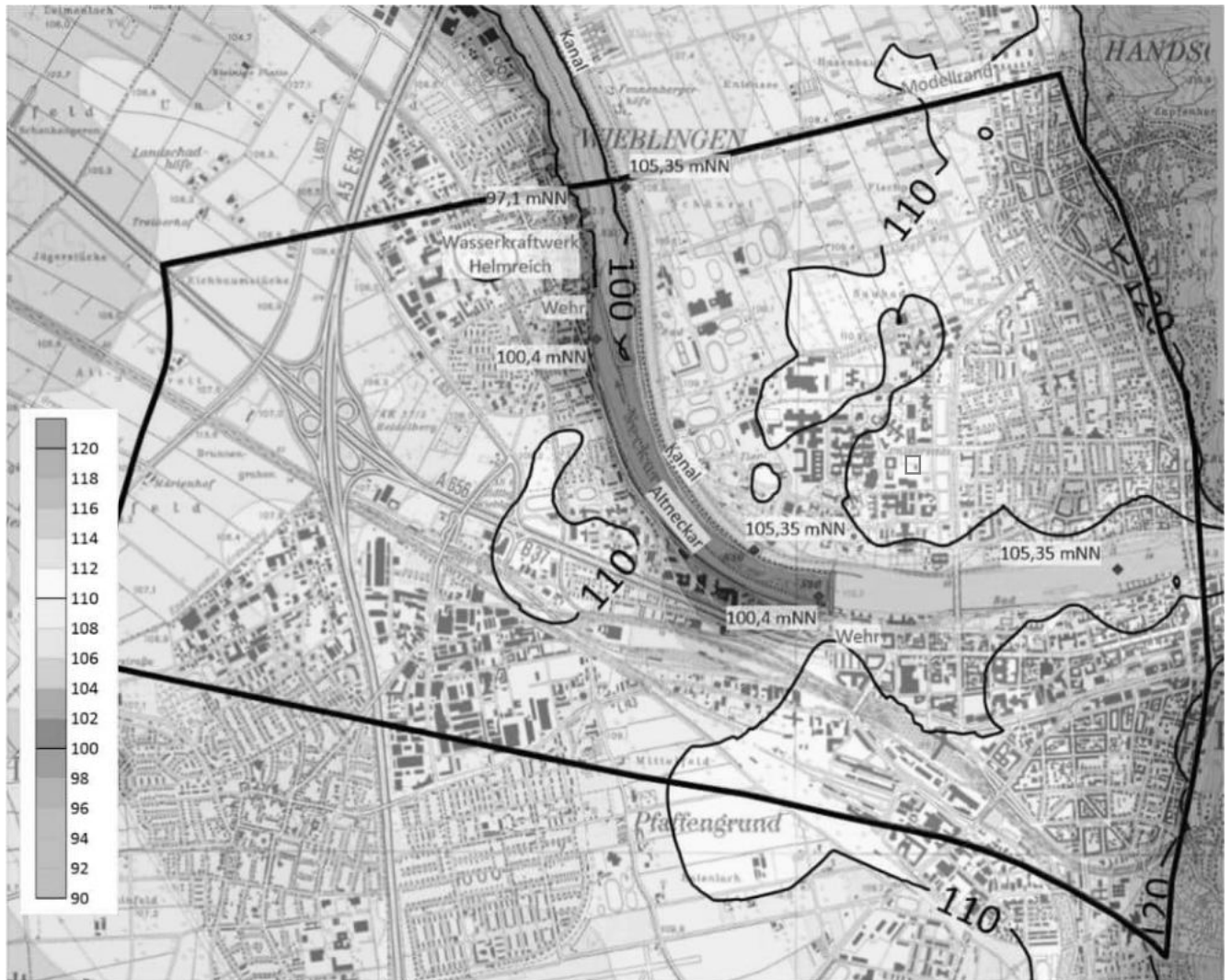


Abbildung 3: Geländeoberkante im Raum Heidelberg (rote Kasten: DKFZ FER)

Der Neckar ist der nächstliegende Fluss, der ca. 300 m südlich vom Grundstück liegt und in westlicher Richtung fließt. Der Neckar biegt ca. 2 km nach seinem Eintritt im Reingraben in nördliche Richtung und begrenzt das Neuenheimer Feld im Süden und Westen.

Der regionale Hauptvorfluter ist der Rhein, der ca. 14 km westlich von der östlichen Reingrabenseite liegt und in nördliche Richtung fließt (siehe Anlage 2.3).

Die Pegelhöhe im Neckar ist durch verschiedene Wehranlagen, Wasserkraftwerke und Schleusen, wie in folgender Abbildung 4 dargestellt, reguliert. Der Pegel (im Neckar bei Heidelberg sowie auch im daneben verlaufenden Kanal) bleibt im Heidelberger Bereich bis zur nächsten Schleuse

(Schwabenheim) konstant und liegt bei 105,35 mNHN. Entlang des Kanals fließt der Neckar in einem Altneckar-Arm. Das Stauwehr-Wieblingen südlich vom Neuenheimer Feld bildet eine Stufe bis ca. 100,4 mNHN, Höhe der nächsten Wehranlage eines Kraftwerks bei Hd-Wieblingen im Altneckar-Arm (WKW-Helmreich). Strömungsabwärts des Kraftwerks Helmreich liegt der Pegel bei 97,1 mNHN und der Altneckar fließt danach bis Schwabenheim bei 96,6 mNHN (siehe Abbildung 4).

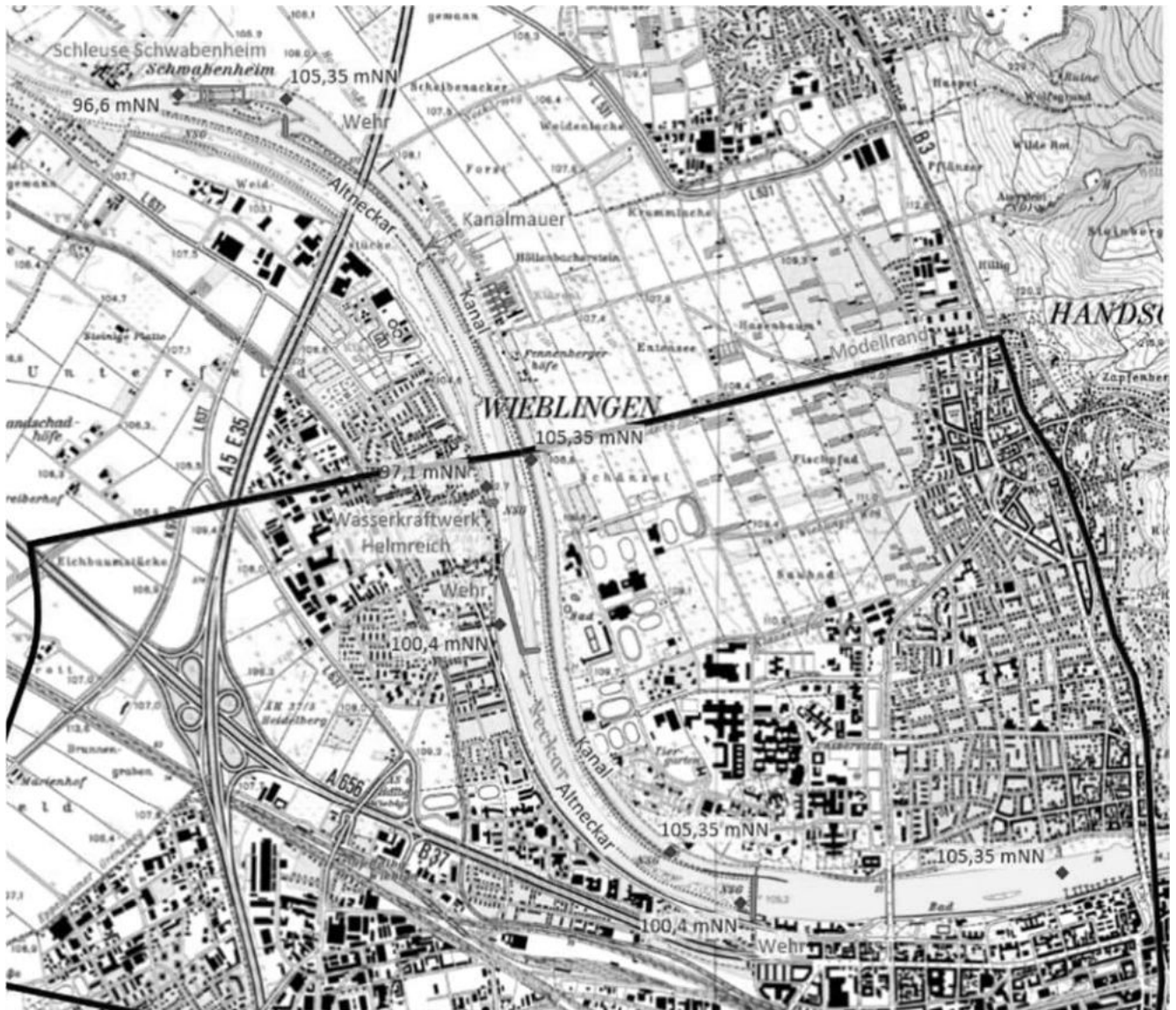


Abbildung 4: Detail der hydrologischen Gegebenheiten im Raum Heidelberg

4.3 Grundwasserstände, Fließrichtung und Gradient

In den Grundwassermessstellen KB1 und KB2 beim Projekt FER wurden wiederholt Wasserstandsmessungen durchgeführt. Die gemessenen Grundwasserstände lagen relativ konstant bei ca. 15 m unter GOK. Im Einzelnen wurden folgende Wasserstände ermittelt:

Datum	KB 1 [m u.GOK] [mNHN]	KB 2 [m u.GOK] [mNHN]
04.07.22	15,02 96,16	
08.07.22		14,97 96,41
15.03.23	14,87 96,31	14,78 96,06
07.07.23	15,07 96,11	14,99 96,39
31.08.23	15,08 96,10	15,00 96,38

Die Grundwasserspiegelstände in allen verfügbaren Pegeln des Areals und die Oberflächenwasserstände in mehreren Stellen des Neckars wurden am 22.03.2023 (Stichtagsmessung) gemessen. Diese Messungen sind im Gleichenplan der Anlage 2.3 und folgender Tabelle ersichtlich. Die gemessenen Grundwasserstände lagen ca. 15 m u. GOK. Auf Basis dieser Messungen konnte keine lokale Grundwasserfließrichtung abgeleitet werden.

Grundwassermessstelle	Höhe_Referenz [m NHN]	Tiefe zum GW [m]	GW_Höhe [m NHN]
GWM Uni Hd (937/355-9)	110,556	14,240	96,316
KB1 FER	111,377	15,050	96,327
KB2 FER	111,220	14,925	96,295
KB3 COSI	111,142	14,730	96,412
GWM GEO (0936/355-3)	111,790	15,500	96,290
KB2 FER	111,220	14,925	96,295

Ein regionaler Grundwassergleichenplan wurde im Rahmen der Hydrogeologischen Kartierung im Rhein-Neckar-Raum auf Grundlage von Grundwassermessungen am 1. Oktober 1990 erstellt. Ein Auszug dieses Plans ist in Anlage 2.3 ersichtlich. Es wurde eine flach nach WNW gerichtete Grundwasserströmungsrichtung bestimmt. Es ist somit davon auszugehen, dass der Rhein als

Oberflächengewässer den Hauptvorfluter bildet. Das Grundwasser liegt im Raum Heidelberg zwischen ca. 96 mNHN und 97 mNHN, was den Grundwasserspiegelständen von 2023 entspricht.

Der piezometrische Gradient liegt bei ca. $i = 0,00035$ (ca. 1 m Höhenunterschied über 2.800 m).

Die Pegelhöhen im Oberflächengewässer (Neckar, Altneckar und Kanal) liegen deutlich über der Grundwasserhöhe im Heidelberg-Areal, so dass eine hydraulische Anbindung nur eingeschränkt gegeben ist.

4.4 Pumpversuch

4.4.1 Allgemein

Zur Erkundung der örtlichen Grundwasserverhältnisse und Durchlässigkeiten (k_f -Wert) wurden verschiedene Pumpversuche an den Grundwassermessstellen KB1 und KB2 der geotechnischen Erkundungskampagne [15.1] ausgeführt:

- Langzeit-Pumpversuch über 48 h an KB1 zur Bestimmung der hydrogeologischen Eigenschaften des Aquifers
- 1 h Schluckversuch bei beiden Brunnen

Der Einfluss der hydrogeologischen Versuche (Absenkung / Erhöhung) wurde in den 2 Brunnen sowie in den 2 Beobachtungspegeln der Stadt Heidelberg (937/355-9 GWM P4 Uni und 2162/355-9 GWM BK3 DKFZ) mittels Drucksonden zwischen dem 15.03.2023 und dem 22.03.2023 automatisch gemessen und aufgezeichnet. Zur Plausibilitätskontrolle wurden die Grundwasserstände zusätzlich mit einem Lichtlot während der Messungsperiode mehrfach gemessen. Es wurden dabei keine nennenswerten Abweichungen der automatischen Pegelmessungen festgestellt.

Die Grundwasserganglinien bei den Brunnen und Beobachtungspegel bei den durchgeführten Pump- und Schluckversuchen sind in den Anlagen 3.1 bis 3.4 ersichtlich.

4.4.2 Langzeitpumpversuch

Zur Bestimmung der hydrogeologischen Eigenschaften des Aquifers wurde ein Langzeitpumpversuch ausgeführt. Dabei wurde der Brunnen KB1 bei einer konstanten Entnahmerate von 3,0 l/s (10,7 m³/h) zwischen dem 15.03.2023 um 14:52 Uhr und dem 17.03.23 um 12:11 Uhr bepumt. Somit wurde eine

Gesamtmenge von 485 m³ gepumpt und in den Kanal eingeleitet. Nach der Pumpphase wurde der Wiederanstieg bis zum 22.03.2023 um 15:00 Uhr gemessen.

Bereits kurz nach Beginn der Pumpphase wurde in KB1 bei einer Absenkung von 17 cm (inklusive Brunneneintrittsverlust) der Beharrungszustand erreicht gemessen. Die andere Beobachtungspegel zeigten keinerlei Absenkung durch den in KB 1 durchgeführten Pumpversuch.

Der Wiederanstieg nach der Pumpphase erfolgte ebenfalls fast unverzüglich, so dass die üblichen Auswerteverfahren des Pumpversuches mittels THEIS oder COOPER / JACOB nicht möglich waren. Lediglich eine Abschätzung nach der Gleichung von LOGAN [14.4] konnte durchgeführt werden und ergab eine Transmissivität von **0,02 m²/s**. Bei Betrachtung einer Länge der hydraulisch wirksamen Filterstrecke von 4,6 m kann daraus eine Durchlässigkeit (k_f -Wert) von **4 10⁻³ m/s** abgeleitet werden.

Diese Größenordnung entspricht dem Medianwert von 10 Werten aus verschiedenen Pumpversuchen in der Nähe [9.1] sowie einem genannten Wert aus der hydrogeologischen Kartierung [7.1] von 4,3 10⁻³ m/s. Die Durchlässigkeit des Neckarkieses ist damit gemäß DIN 18130-1 als stark durchlässig einzustufen.

Ein Speicherkoeffizient (oder nutzbare bzw. durchflusswirksame Porosität) von 20% wurde für die weitere Modellierung berücksichtigt, was einen üblichen Wert für einen kiesigen/sandigen ungespannten Porengrundwasserleiter darstellt.

4.4.3 Schluckversuch

Nach dem kompletten Wiederanstieg des Grundwasserstands wurde am 22.03.2023 noch ein ca. 1-stündiger Schluckversuch ausgeführt.

Dabei wurde mit einer konstanten Förderrate von 1,1 l/s (4 m³/h) Wasser aus der Grundwassermessstelle KB1 gepumpt und in die Grundwassermessstelle KB2, unterhalb des Grundwasserspiegels, wieder infiltriert.

Die Darstellung der Pegelstände in KB1 und KB2 während des Schluckversuchs liegen als Anlage 3.5 und 3.6 bei.

Ein stationärer Zustand der Absenkung wurde schnell (bereits nach 1 Minute) erreicht. Eine gesamte Absenkung bei KB1 von 3 cm und eine Erhöhung beim Schluckbrunnen von 6 cm wurden gemessen. Der Unterschied erklärt sich durch den kleineren Durchmesser der Grundwassermessstelle KB2.

ANGABEN FÜR DKFZ - FER (150 m westlich)

4.5 Grundwasseranalytik - Grundwasser bei COSI wurde durch IBO untersucht (siehe Gutachten in Anlage XX)

4.5.1 Untersuchungsprogramm

Am Ende des Langzeit-Pumpversuchs wurden Grundwasserproben für folgende chemische Analysen entnommen: LHKW, PAK, MKW, BTEX sowie Grundmessprogramm „G“ nach LfU

Die detaillierten chemischen Analyseergebnisse Grundwasseranalytik sind als Anlage 4 beigefügt.

4.5.2 Analyseergebnisse

Die Analysewerte sämtlicher untersuchter organischer Stoffe liegen unterhalb der Nachweisgrenze.

Die Analyse des Grundmessprogramms „G“ nach LfU zeigt:

- eine hohe Gesamthärte von 20 °dH (Einstufung „hoch“, an der Grenze zu „sehr hoch“)
- das Grundwasser weist einen hohen Calciumgehalt (110 mg/l) und eine hohe Sulfatkonzentration (110 mg/l) auf
- die Eisenkonzentrationen und Mangankonzentrationen sind niedrig (<0,025 mg/l)
- die erhöhte Natrium- und Chloridgehalte gehen wohl auf Straßensalzung zurück

4.6 Grundwasserbeschaffenheit

Für die vorgesehene Grundwassernutzung relevant sind folgende chemische Parameter:

- klassische Schadstoffe wie Mineralöle (MKW), Aromatische Kohlenwasserstoffe (AKW), leichtflüchtige Chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) und Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) wurden bei der durchgeführten Analytik nicht festgestellt. Erhöhte Schadstoffkonzentrationen dieser Parameter würden eine Abreinigung des geförderten Wassers vor Wiedereinleitung erfordern, was vermutlich ein KO-Kriterium für die Nutzung darstellen würde

- die Gefahr des Versinterns der Anlage durch Kalkausfällungen in den Brunnen, Leitungen und Wärmetauscher und wird durch die Karbonathärte bestimmt. Etwa 40% der bestimmten Gesamthärte gehen auf Nichtkarbonathärte (durch Calciumsulfat) zurück und sind nicht bewertungsrelevant. Die verbleibende Karbonathärte entspricht regional üblichen Konzentrationen.
- Eisen und Mangan liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Das Potential für Verockerungen ist damit als gering einzustufen.

Die sogenannte Brunnenalterung, bei der die technische Ergiebigkeit eines Brunnens zurückgeht (Zunahme des Brunneneintrittsverlustes), entsteht durch Ausfällung von Kalkablagerung durch Ausgasung von CO₂ (zugehörige Kohlensäure), Verockerung mit Eisen-Mangan-Oxiden/Hydroxiden durch Zutritt von Luftsauerstoff und mikrobiologischen Ablagerungen besonders im Bereich der Brunnenfilter ebenfalls unter Lufteinfluss. Insbesondere Rückgabebrunnen (Schluckbrunnen) sind sehr anfällig für solche Prozesse.

Um entsprechende Prozesse zu minimieren ist es erforderlich, den Kontakt des Prozesswasserstroms mit Luft zu so gering wie möglich zu halten.

Ein luftdichter, sorgfältiger und fachgerechter Brunnen- und Brunnenkopfausbau ist eine wichtige Bedingung, um Verkalkungs- und Verockerungsrisiken zu minimieren und um die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Brunnen zu gewährleisten. Insbesondere ist die Rückleitung des Wassers in den Schluckbrunnen über ein Fallrohr vorzunehmen, das deutlich unter das Grundwasserspiegelniveau reicht. Auch der technische Anlagenteil sollte stets wassererfüllt sein, um auch hier Lufteinflüsse zu minimieren.

Um eine Brunnenalterung zu erkennen, sind regelmäßige Kontrollen des Ruhewasserspiegels und des Betriebswasserstandes im Entnahme- und Rückgabebrunnen erforderlich. Hierfür ist ein Peilrohr oder eine Druckmesseinrichtung einzubauen. Bei der Beurteilung der Messwerte müssen natürliche Grundwasserstandsschwankungen berücksichtigt werden.

Ist ein Brunnen einmal verockert oder durch Kalk und organische Ablagerungen verstopft, muss er regeneriert werden. Mit der Notwendigkeit gelegentlicher Regenerierungsmaßnahmen muss gerechnet werden (geschätztes Intervall > 5 Jahre). Der Einsatz chemischer Reinigungsmittel (z.B. zur Säuerung und Desinfektion) erfordert eine wasserrechtliche Erlaubnis.

4.7 Volumenströmung und Abstandgeschwindigkeit

Die Volumenströmung des Grundwassers unterhalb des Grundstücks (Breite ca. 50 m, 40 m gesättigte Tiefe) ist wie folgend grob abgeschätzt:

$$Q_{\text{Vol}} = k * i * A = (4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}) * 0,00035 * (40 \text{ m} * 50 \text{ m}) = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 2,8 \text{ l/s} = 10,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Die Abstandgeschwindigkeit wird mit der Filtergeschwindigkeit und einem effektiven Porenanteil n_{eff} von 20 % folgend grob abgeschätzt:

$$q_a = k * i / n_{\text{eff}} = (4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}) * 0,00035 / 0,2 = 7 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} = 0,6 \text{ m / Tag}$$

5. Grundwassermodell

5.1 Vorgehensweise

Das numerisch gekoppelte Grundwasser-/Wärmetransport Modell wurde mit SPRING (Simulation of Processes in Groundwater) in der Version 6.2.12 erstellt. Das Programm rechnet nach der Finite-Elemente-Methode.

Zunächst wurden dabei die Grunddaten/Modellannahmen definiert: Festlegung der Randbedingungen, 3D-Geometrie, Eigenschaften des Aquifers, GW-Neubildung, Vorfluter, Diskretisierung des Modellgebietes.

Nach dem Aufbau und Kalibrierung eines stationären Strömungsmodells ohne Einfluss der Geothermieanlagen wurde nach Berücksichtigung der Energiebedarfe und Grundwasserzirkulationsmengen als monatliche Werte für alle Anlagen die Simulation der Temperaturfahnen berechnet. Es handelt sich um ein instationäres hydrodispersives Wärmetransport Modell, das von Juli 2019 bis Mai 2044 die Grundwassertemperatur berechnet. Eine tägliche Zeitdiskretisierung für die Berechnung der Temperaturfahne wurde berücksichtigt (9.132 Tage). Die Ergebnisse werden in monatlichen Zeitschritten ausgelesen.

5.2 Modellannahmen: Stationäres Strömungsmodell

5.2.1 Modellgebiet, Randbedingungen

Mit den vorhandenen Daten und der breiten regionalen Ausdehnung des OGWL ist ein Anschluss an die natürlichen hydraulischen Ränder kaum möglich aber auch für die Zielvorgabe nicht erforderlich.

Die Modellrandfestlegung erfolgte daher auf Grundlage des Grundwassergleichenplans (siehe Anlage 2.3) und dem östlichen Rand des OGWL. Die Modellausdehnung wurde groß genug ausgewählt, so dass die Simulationsergebnisse nicht von den Randbedingungen beeinflusst werden können.

Die Randbedingungen wurden wie folgt ausgewählt:

- ca. 1.100 m östlich von den zu simulierenden Anlagen wurde der östliche Rand des OGWL als Modellabgrenzung berücksichtigt (siehe folgende Abbildung 5).

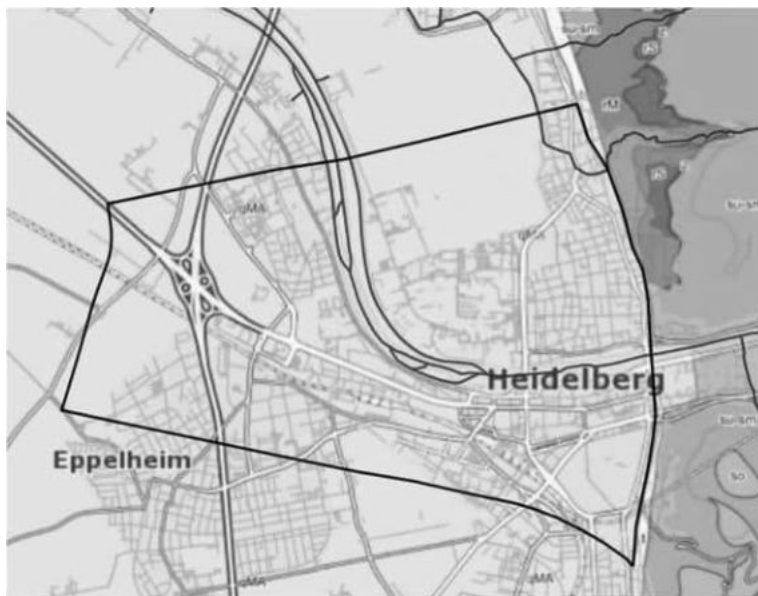


Abbildung 5: Östliche Abgrenzung gem. hydrogeologischer Karte HK50 [9.4]

An diesem Rand wird der laterale Grundwasser Zufluss definiert (Randbedingung 2. Art, siehe Punkt 5.2.3).

- ca. 3.300 m strömungsabwärts wurden die Gleichen 95 mNHN der hydrogeologischen Karte als Modellabgrenzung angenommen (siehe Anlage 2.3). Dort wurde ein Festpotential von 95 mNHN fixiert (Randbedingung 1. Art).

- die lateralen Randbedingungen (Nord und Süd) wurden ca. 1.500 m von den zu simulierenden Anlagen senkrecht zur Fließrichtung (y-Richtung) als undurchlässig angenommen. Es entspricht einer Grundwasserfließrichtung parallel zu diesen Grenzen.

Die Ausdehnung des Modells beträgt somit 5.200 m in der Länge und ca. 3.100 m in der Breite für eine Gesamtfläche von 15,75 km².

5.2.2 Grundwasserneubildung

Dem Knoten der obersten Modellschicht wurde die Grundwasserneubildung eines Shapefiles der LUBW [8.1] zugewiesen. Folgende Abbildung 6 zeigt die Verteilung der Grundwasserneubildung im Modellgebiet.

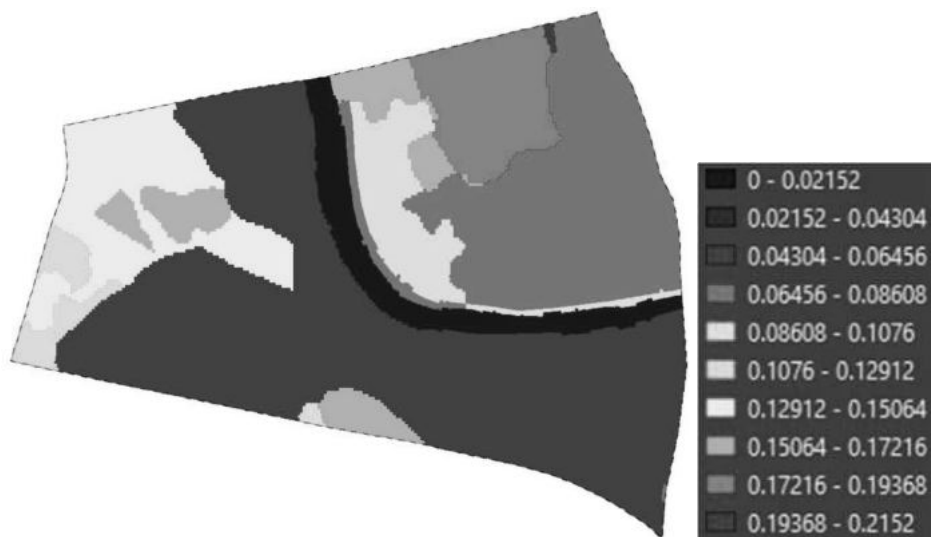


Abbildung 6: Verteilung der Grundwasserneubildung im Modellgebiet, m³/m²/Jahr [8.1]

Insgesamt wird eine mittlere Grundwasserneubildung von 80 l/m²/Jahr berechnet, was ca. 11% des jährlichen Niederschlags entspricht (Mittelwerte 1981 – 2010 für Heidelberg, Deutscher Wetterdienst).

5.2.3 Randbedingung Ost

Zur Berechnung des Grundwasserzuflusses am östlichen Rand wurde die Grundwasserneubildung in 4 topographischen Einzugsgebieten des östlichen Rand berechnet (siehe Abbildung 7). Die summierte Grundwasserneubildung wurde auf den entsprechende 4 Segmente als Randbedingungen von 2. Art (fixierte Zuflüsse) zugewiesen.



Abbildung 7: Abgrenzung der Einzugsgebiete an dem östlichen Modellrand

Folgende Tabelle fasst die jährlichen Zuflussmengen zusammen:

Zone		Fläche	GW Neubildung Th. Gudera	Mittlere GWNeubildung
		km ²	m ³ /a	mm/a
Hauptfläche		15,75	1 262 872	80,14
Zufluss Ost	Sued	1,18	197 730	167,31
	Neckar groß	5,96	979 309	164,12
	Nord 1 / Mitte	1,07	152 900	142,37
	Nord 2 groß	5,17	878 465	169,85
Summe Zuflüsse Ost		13,39	2 767 051	
Summe Zuflüsse Ost + Fläche		29,13	4 029 923	
Brunnen Entnahme (11 aufgelistet)			-907 402	
Bilanz groß (Durch POTE West)			3 122 521	

5.2.4 Eigenschaften des Grundwasserleiters

Im Hinblick auf die hydrogeologischen Eigenschaften der Schichtenfolge wurden folgende Schichten im 3D-Modell berücksichtigt: OGWLo, ZH1, OGWLu.

Die Geometrie des OGWL (Basis der OGWL und Oberkante des ZH1, siehe Anlage 2.2) wurden digitalisiert und dem Modell zugewiesen. Eine Mächtigkeit des ZH1 von 3,5 m wurde dabei berücksichtigt.

Die Geländeoberfläche geht aus der digitalisierten Datei der topographischen Karte und einem digitalen Geländemodell (DGM, 30-Meter SRTM) hervor.

Für das hydrodispersive Transportmodell wurden folgende Eigenschaften angenommen:

	kf-Wert [m/s]	Effektive Porosität [-]	Dispersivität in Fließrichtung (α_L) [m]	Horizontale Dispersivität [m]	Vertikale Dispersivität [m]	Speicherkoeffizient [-]
OGWL _o	$4 \cdot 10^{-3}$	0,2	10 (ca. 10% der Fahnenlänge)	1/10 von α_L	1/100 von α_L	$3,3 \cdot 10^{-6}$ (Wert für gesättigte Modellschichten)
ZH1	$5 \cdot 10^{-5}$	0,2				
OGWL _u	$4 \cdot 10^{-3}$	0,2				

Die ausgewählten Parameter stammen aus Pumpversuchen und der Literatur und sind in Hinsicht auf die advective Strömung des Grundwassers bewusst konservativ gewählt.

Für das hydrodispersive Wärmetransportmodell wurden dem Modell folgende weiteren Transportparameter aus der VDI 4060 [13.1] zugewiesen:

	Einheit	Wasser	Matrix
Spezifische Wärme	[J/(kg K)]	4182	1030
Dichte	[kg/m ³]	1000	2100
Wärmeleitfähigkeit	[W/(m K)]	0,6	1,8

Es wurden keine Wechselwirkungen mit den unterliegenden Schichten (Oberer Zwischenhorizont (OZH), Ludwigshafen-Formation) simuliert.

5.2.5 Diskretisierung des Modellgebietes

Die räumliche Diskretisierung des Modellraumes erfolgt in dreieckigen und viereckigen Elementen mit einer flächigen Ausdehnung von jeweils ca. 25 m in x- und in y-Richtung. Das Netz wurde in der Nähe von den Geothermieanlagen graduell auf ca. 1,0 m breite Elemente verfeinert, um die numerische Dispersivität des Modells zu verringern. Dort befinden sich die größten Potentiale- und Temperaturänderungen.

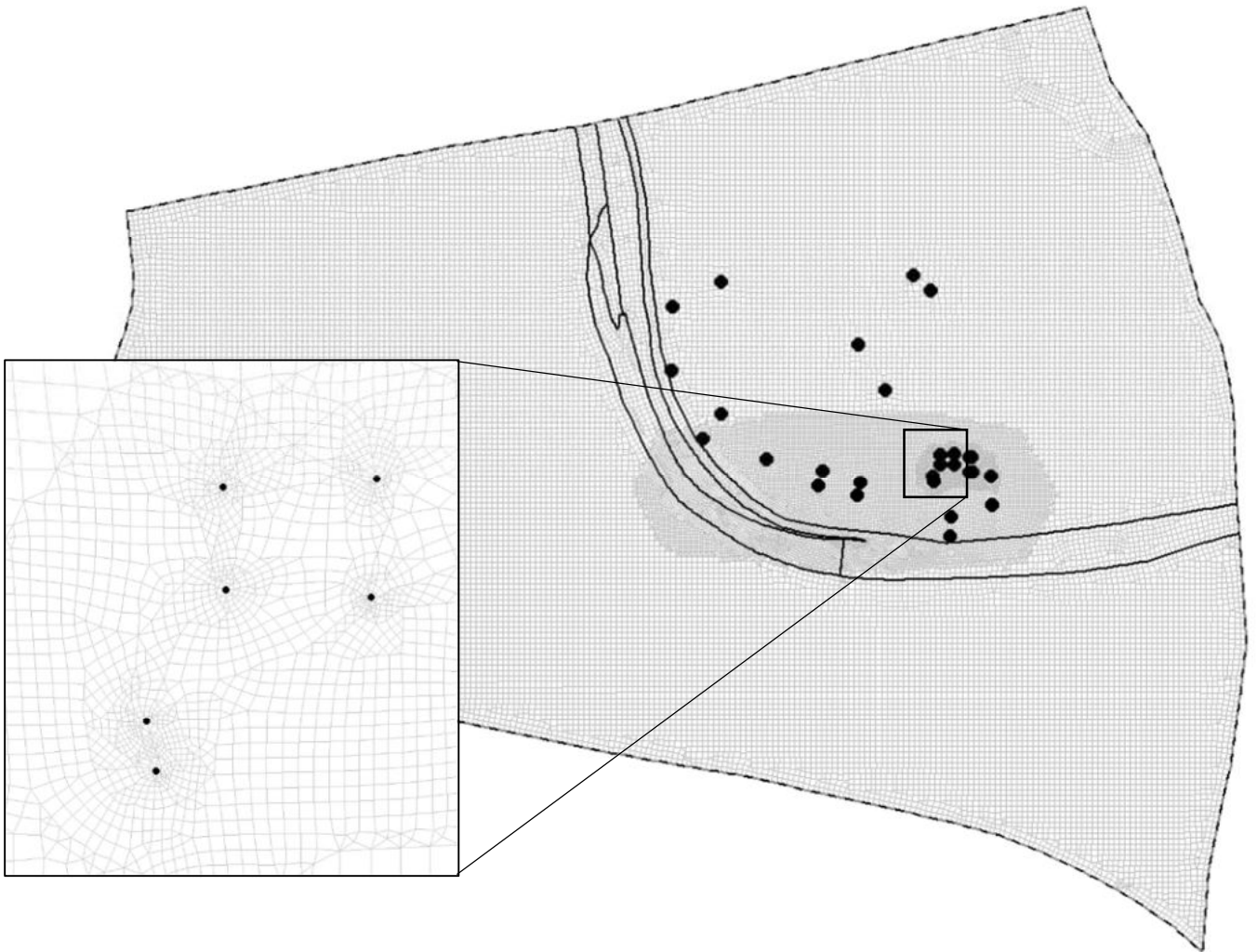


Abbildung 8: Modellnetz (Grundwasserentnahmen und Geothermieanlagen schwarze Punkte)

In vertikale Richtung wurden die Schichten verfeinert, so dass die gesättigten Schichten des OGWL_o und des OGWL_u im Bereich der thermischen Fahne maximal 5 m mächtig sind (5 Elemente für OGWL_o und 6 Elemente für OGWL_u) und so dass der ZH1 als 1 Elementschicht simuliert wird. In folgender Abbildung 9 ist ein Schnitt der modellierten Schichten dargestellt.

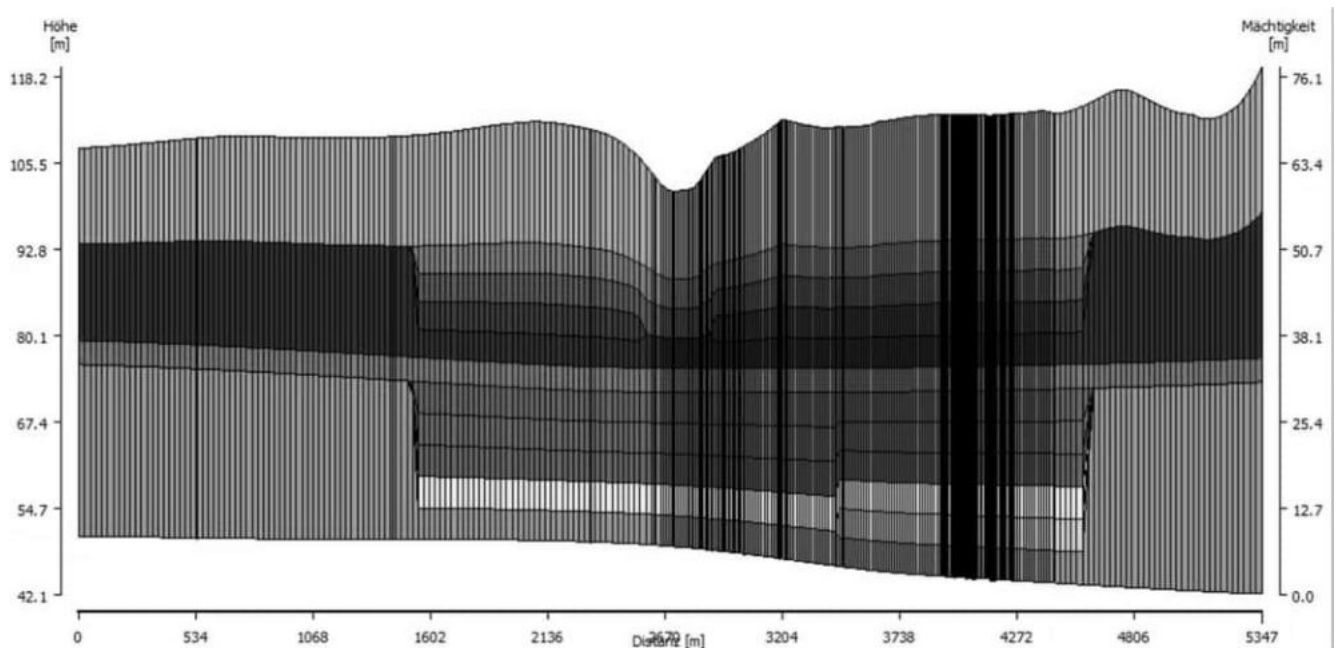


Abbildung 9: Modellnetz (Modell Schnitte West-Ost, ZH1 in pink)

Es wurden somit 35.141 Knoten und 36.523 Elemente pro Schicht definiert und das Modell wird mit 13 Knotenschicht aufgebaut.

5.2.6 Vorfluter

Die Pegelhöhen im Oberflächengewässer (Neckar, Altneckar und Kanal) liegen deutlich über der Grundwasserhöhe im Campus-Areal, sodass eine hydraulische Anbindung nur sehr eingeschränkt gegeben ist und eine gewisse Versickerung des Neckarwassers stattfindet.

An den Knoten und Elementen wo der Neckar, der Altneckar und der Kanal sich befinden wurden Vorflutpotentiale als Randbedingung der 3. Art zugewiesen (Bezugspotential des Vorfluters).

Die Vorfluterpotentiale werden wie folgt definiert (siehe Abbildung 10):

- 105,35 mNHN im Kanal und Neckar
- 100,4 mNHN zwischen dem Wehr am Neuenheimer Feld und dem Wehr und dem Wasserkraftwerk Helmreich
- gleich der topographischen Höhe flussabwärts des Wehrs und dem Wasserkraftwerk Helmreich

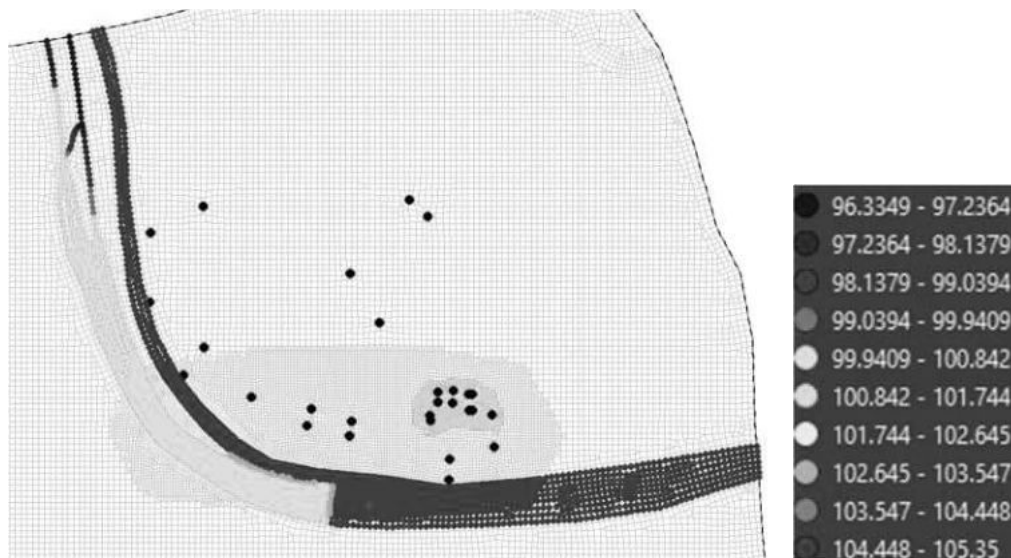


Abbildung 10: Randbedingung 3. Art (Vorfluter Potentiale)

Es wurden keine maximale Infiltrationsmenge (Leakagemenge) an den Altnekar-Arm flussabwärts des Wehrs und dem Wasserkraftwerk Helmreich definiert.

Für die gestauten Oberflächengewässer wurden Maximalwerte für die Infiltrationsmengen bei Leakage-Beziehungen (wo Vorfluter Randbedingungen definiert wurden) angegeben. Wie in der Abbildung 11 ersichtlich wurde im Kanal keine Infiltration ermöglicht ($0 \text{ m}^3/\text{Jahr}/\text{m}^2$, blauer Bereich) und eine Beschränkung bei maximal $5 \text{ m}^3/\text{Jahr}/\text{m}^2$ (roter Bereich) definiert. Mit diesen Werten wird das stationäre Strömungsmodell kalibriert (siehe Punkte 5.3).

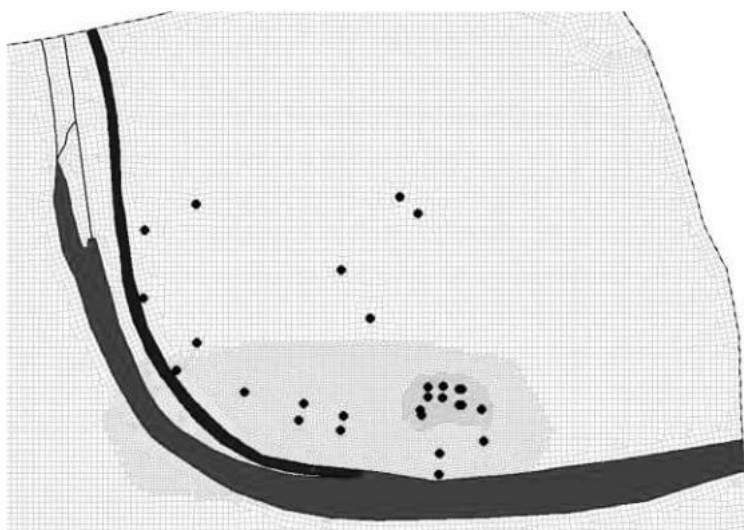


Abbildung 11: Maximalwerte für die Infiltrationsmengen

5.2.7 Entnahmebrunnen im Modellgebiet

Da sich im Neuenheimer Feld verschiedene dauerhafte Grundwasserentnahmen befinden, wurden diese im Modell als stationäre Entnahmen (Ausflüsse) berücksichtigt.

Folgende Tabelle fasst die mittlere Entnahmemengen (letzte 30 oder 10 Jahre je nach Betriebstendenz, Information Stadt Heidelberg [12.2]) sowie die jeweiligen Entnahmetiefen zusammen:

GW-Nummer	Weitergabe- Bezeichnung	X_UTM	Y_UTM	max. Entnahme m ³ /Jahr	GOK	OK Filter 1 (mNN)	UK Filter 1 (mNN)	OK Filter 2 (mNN)	UK Filter 2 (mNN)	Mittlere Entnahmemenge (m ³ /Jahr)
1	31/355-6 BBR 4 HEIZWERK UNIVERSITÄT HEIDELBERG	476322,21	5474397,12	1 440 000	109	87	86,5	85	79	277 391
2	59/355-3 BBR 2 CHEM.INSTITUT UNIVERSITÄT HEIDELBERG	476114,29	5473939,29	225 000	110,02	87,52	79,02			153 702
3	115/355-7 BBR 5-1 PH UNIVERSITÄT HEIDELBERG	475988,33	5474150,21	1 440 000	110,07	89,57	80,57			138 912
4	116/355-2 BBR 5-2 PH UNIVERSITÄT HEIDELBERG	475986,33	5474150,21	1 440 000	110,08	90,38	81,38			
5	1114/305-1 BBR 1 TIERGARTEN HD	475564,5	5473619,43	300 000	110,64	98,64	85,64			274 126
6	1217/305-5 BBR INSTITUT FÜR SPORT UNIVERSITÄT HEIDELBERG	475354,59	5474439,11	60 000	109,21	94,21	92,21	89,21	81,21	30 725
7	1545/305-5 BBR TSG HEIDELBERG 1878 E.V	475124,67	5474029,27	20 000	108,65	99,65	94,65			7 831
8	1882/305-6 BBR RUGBYPALTZ TIERGARTENSTRASSE AMT 52	475357,58	5473831,35	5 700	109,56	93,56	81,56			6 690
9	2023/305-3 BBR TIERGARTENSCHWIMMB AD HEIDELBERG	475129,68	5474326,16	25 000	108,42	98,42	88,42			12 540
10	2040/355-8 BBR HEIDELBERGER TENNISCLUB	476244,24	5474470,09	3 000	110,14	97,14	92,14	90,14	85,14	2 983
11	2055/305-3 BBR 2 TIERGARTEN HD	475269,61	5473713,39	2 500	106,32	95,32	90,32			1 881
Summe										906 781

Die Tiefenlage und Länge der Filterstrecken der Brunnen wurden im Modell berücksichtigt, in dem die Entnahmen den vertikal verteilten Knoten, die sich auf Höhe der Brunnenfilter befinden, zugewiesen wurden.

Die Lage der Entnahmebrunnen (Nummerierung gemäß obiger Tabelle) ist in folgender Abbildung 12 ersichtlich.

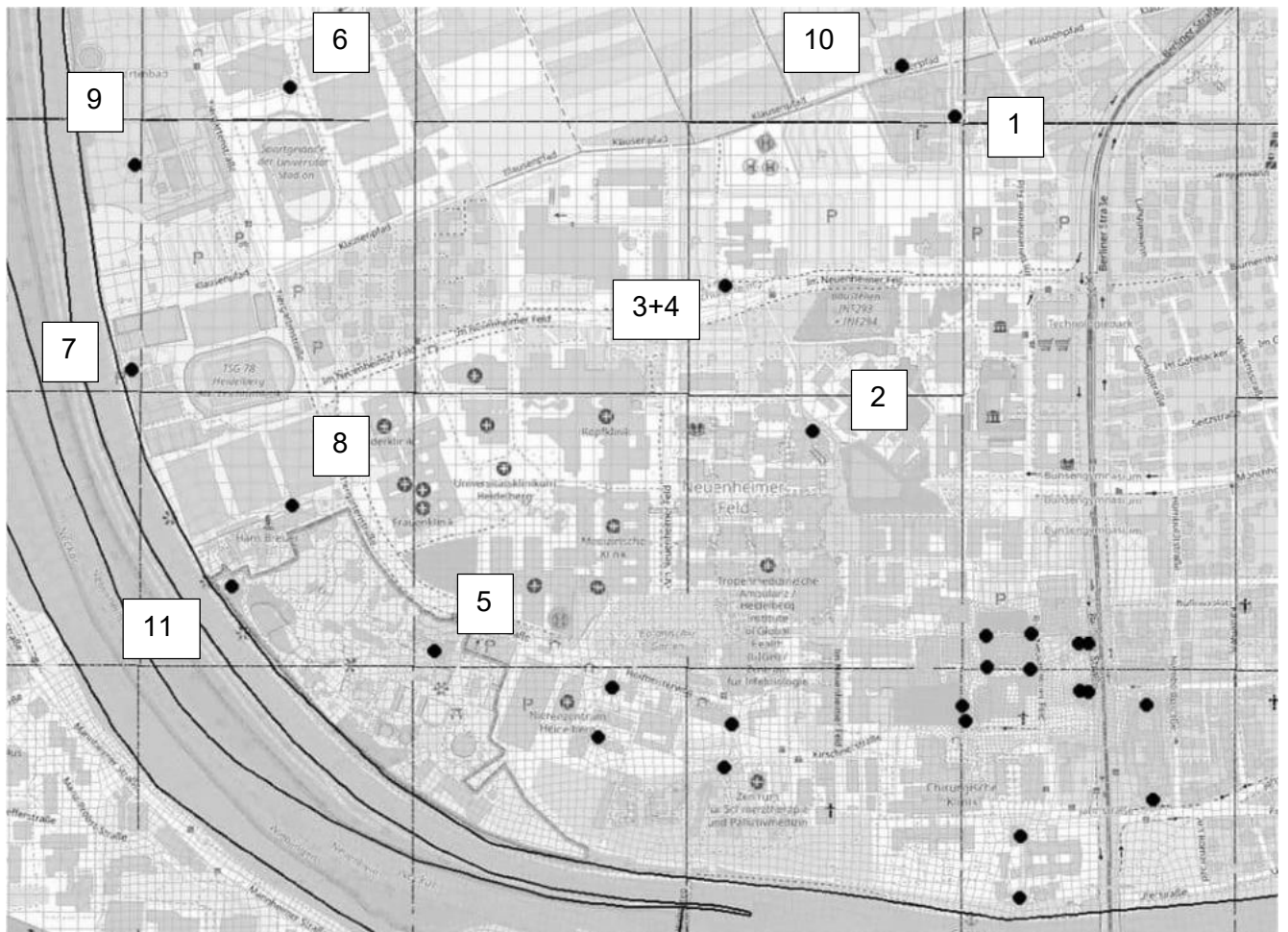


Abbildung 12: Lage der Entnahmebrunnen im Neuenheimer Feld (schwarze Punkte)

5.3 Kalibration des Strömungsmodell

Mit obengenannten Annahmen wurde das Strömungsmodell ausreichend kalibriert. In folgender Abbildung 13 sind die Gleichen der hydrogeologischen Karte (rote Linien) und die berechnete Potentiale der Schicht 2 (blaue Linien) mit 0,25 m Abstandsgleichen dargestellt.

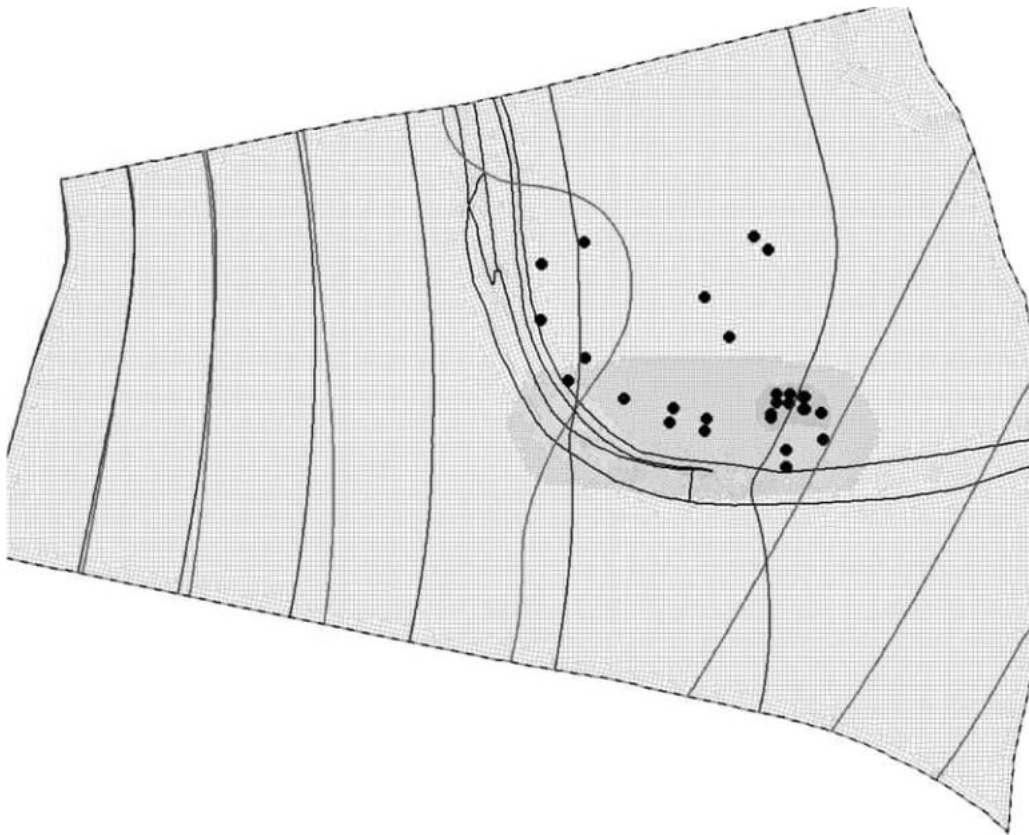


Abbildung 13: Kalibration des Strömungsmodells

Die Differenzen zwischen den berechneten Potentialen und dem Gleichenplan sind unerheblich (ca. 0,2 m im Neuenheimer Feld)). Der hydraulische Gradient sowie die Fließrichtung im Bereich der Geothermieanlagen sind vergleichbar.

5.4 Annahme zur Simulation der Temperaturfahne

5.4.1 Anfangstemperatur

Die Anfangstemperatur sowie die Temperatur der Grundwasserneubildung und Vorfluter wurden als 15 C definiert. Das Grundwasser, das von der strömungsaufwärts Randbedingung (2. Art) einfließt, wurde auch mit 15 C fixiert. Dieser relative hohe Wert wurde im Untersuchungsareal während der Pumpversuchskampagne gemessen und wurde durch die Stadt Heidelberg als historischer Hintergrundwert bestätigt.

5.4.2 Angaben zu den zu simulierenden Geothermieanlagen

Die monatlichen Grundwasser-Zirkulationsmengen zwischen Entnahme- und Schluckbrunnen und die Temperaturspreizung wurden im instationären Grundwassermodell als monatliche Werte zugewiesen.

Die Temperaturspreizung wurde auf Basis der Entnahmemengen und Energie mit folgender Gleichung berechnet:

$$Q = S / (c_w \cdot \Delta T \cdot \rho_w)$$

- Q = Entnahme- bzw. Infiltrationsrate [m³ s⁻¹]
- S = Entzug an Wärmeenergie [W]
- c_w = spez. Wärmekapazität des Wassers [J kg⁻¹ K⁻¹] (ca. 4.180 J kg⁻¹ K⁻¹)
- ρ_w = Dichte des Wassers [kg m⁻³] (ca. 1.000 kg m⁻³)
- ΔT = Temperaturemniedrigung [K]

Die Annahmen für jede Geothermieanlage wurden wie folgt berücksichtigt:

5.4.2.1 DKFZ FER

Diese Anlage ist geplant und wird voraussichtlich ab September 2026 in Betrieb genommen. Die Lage der Entnahmen- und Förderbrunnen ist in der Abbildung 14 ersichtlich.



Abbildung 14: Lage der Brunnen DKFZ FER, Pendelbetrieb

Ein jährlicher Energieeintrag durch Gebäudekühlung im Grundwasser von 24,4 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 4.205m³ mit einer Spreizung von +5 K) und Energieauszug durch

Gebäudeheizung aus dem Grundwasser von 136,9 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 23.590 m³ mit einer Spreizung von -5 K) wurde durch das Ingenieurbüro Scholze Jaeger GmbH [1.6] berechnet. Die monatliche Verteilung und Bilanzierung des Betriebs sind in der Anlage 5.1 ersichtlich. Für die Kühlung wurde eine gleichzeitige Verteilung angegeben (1/12 vom jährlichen Bedarf).

Ein maximaler Entnahme- bzw. Wiedereinleitungsdurchfluss von 10 l/s wurde durch die Fa Scholze Jaeger GmbH [1.4] angegeben.

Die Anlage ist im Pendelbetrieb vorgesehen:

- Heizung: Entnahme Brunnen Nord und Wiedereinleitung von gekühltem Grundwasser in Brunnen Süd
- Kühlung: Entnahme Brunnen Süd und Wiedereinleitung von gewärmtem Grundwasser in Brunnen Nord

Beide Brunnen wurden im OGWLo, bis in eine Tiefe von ca. 30 m u GOK (Filterlänge von ca. 12 m) simuliert.

Somit wird ein low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES, [14.3]) mit einer Kühlblase im OGWLo (im Südbereich) und einer Wärmeblase im OGWLo (im Nordbereich) hergestellt.

5.4.2.2 DKFZ COSI

Diese Anlage ist geplant und wird voraussichtlich ab Juli 2027 in Betrieb genommen. Die Lage der Entnahme- und Förderbrunnen ist in folgender Abbildung 15 ersichtlich.

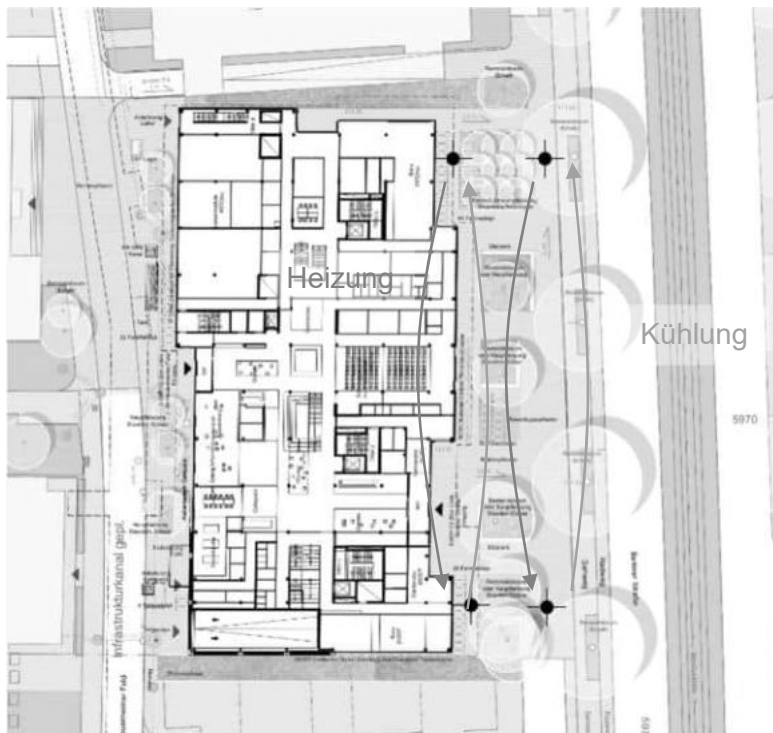


Abbildung 15: Lage Brunnen DKFZ COSI (schwarze Punkte) und Pendelbetrieb

Es sind 4 Brunnen vorgesehen. Die nördlichen 2 sind ca. 69 m von den südlichen entfernt.

Ein jährlicher Energieeintrag durch Gebäudekühlung im Grundwasser von 272 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 46.852 m³ mit einer Spreizung von +5K) und Energieauszug durch Gebäudeheizung aus dem Grundwasser von 269 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 46.335 m³ mit einer Spreizung von -5K) wurde durch die Fa. Klett Ingenieur GmbH [3.2] berechnet. Die monatliche Verteilung und Bilanzierung des Betriebs sind in der Anlage 5.2 ersichtlich.

Die Anlage ist im Pendelbetrieb vorgesehen:

- Heizung: Entnahme 2 Brunnen Nord und Wiedereinleitung von gekühltem Grundwasser in 2 Brunnen Süd
- Kühlung: Entnahme 2 Brunnen Süd und Wiedereinleitung von gewärmtem Grundwasser in 2 Brunnen Nord

Beide Brunnen wurden im OGWLo, bis in eine Tiefe von ca. 30 m u GOK (Filterlänge von ca. 12 m) simuliert. Somit wird ein low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES, [14.3]) mit einem Kühlblase im OGWLo (im Südbereich) und Wärmeblase im OGWLo (im Nordbereich) herstellt.

5.4.2.3 DKFZ REZ

Diese Anlage ist seit Juli 2019 im Betrieb und wird lediglich für die Gebäudekühlung benutzt. Die Lage der Entnahme- und Förderbrunnen ist in folgender Abbildung 16 ersichtlich.

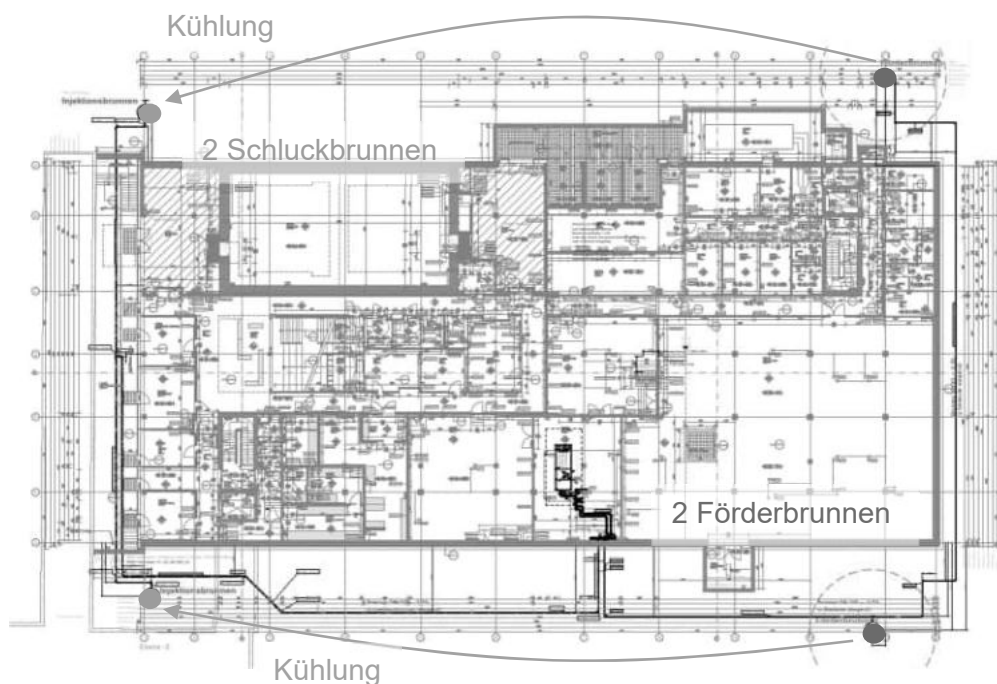


Abbildung 16: Lage Brunnen DKFZ REZ, nur Kühlung

Es wurden 4 Brunnen von ca. 28 m Tiefe (im OGWLo) hergestellt. Die westlichen 2 Schluckbrunnen sind ca. 65 m von den beiden östlichen Entnahmebrunnen entfernt.

Die Betriebsdaten vom Juli 2019 bis März 2023 liegen uns vor und wurden ausgewertet. Als „Musterjahr“ für die Simulation ab April 2023 wurden die Betriebsdaten aus dem Jahr 2021 berücksichtigt.

Ein jährlicher Energieeintrag durch Gebäudekühlung im Grundwasser von 290 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 80.600 m³ mit einer Spreizung von ca. +3K) wurde im Jahr 2021 durch das DKFZ [2.2] gemessen.

Die monatliche Verteilung und Bilanzierung des Betriebs sind in der Anlage 5.3.1 (als Ist-Werte zwischen Juli 2019 und März 2023) und 5.3.2 (als prognostizierte Soll-Werte ab April 2023) ersichtlich.

5.4.2.4 HDC

Diese Anlage ist seit Ende 2019 im Betrieb. Die Lage der Entnahme- und Förderbrunnen ist in folgender Abbildung 17 ersichtlich.

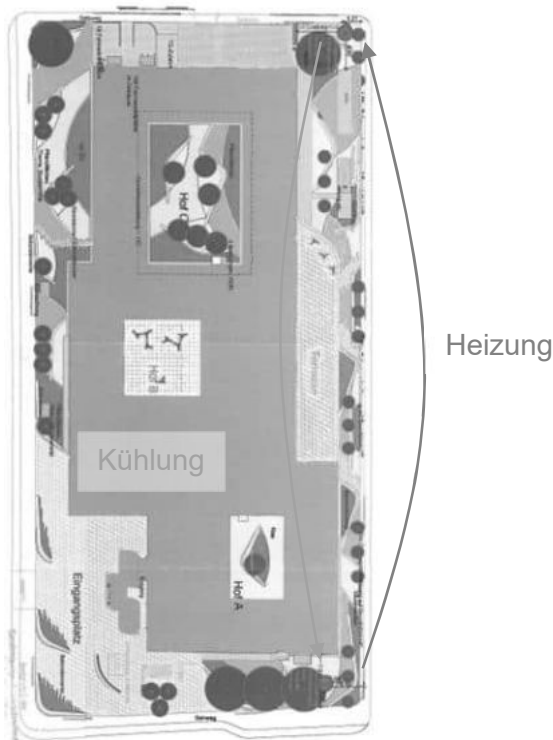


Abbildung 17: Lage Brunnen HDC (rote Punkte), Pendelbetrieb

Es wurden 2 Brunnen von ca.47 m tiefe hergestellt, die im OGWLo und OGWLu verfiltert sind und ca. 138 m voneinander entfernt sind. Die Koordinaten der Brunnen wurden uns durch die Stadt Heidelberg übermittelt.

Die Anlage funktioniert im Pendelbetrieb:

- Heizung: Entnahme Brunnen Süd und Wiedereinleitung von gekühltem Grundwasser in Brunnen Nord
- Kühlung: Entnahme Brunnen Nord und Wiedereinleitung von gewärmtem Grundwasser in Brunnen Süd

Die Betriebsdaten von Januar 2020 bis Mai 2023 liegen uns vor und wurden ausgewertet. Aufgrund von Problemen mit dem Wärmetauscher könnte bis jetzt kein „Musterjahr“ für den Betrieb berücksichtigt

werden. Für die Simulation ab Juni 2023 wurden daher folgende Kombination von den Betriebsdaten aus den beiden ersten Betriebsjahren berücksichtigt:

Ein jährlicher Energieeintrag durch Gebäudekühlung im Grundwasser von 300 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 225.000 m³ mit einer Spreizung von +1,15K) und Energieauszug durch Gebäudeheizung aus dem Grundwasser von 300 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 225.000 m³ mit einer Spreizung von -1,15K) wurde im Jahr 2020 bis 2023 durch Heidelberg Material [2.2] gemessen.

Die angenommene monatliche Verteilung und Bilanzierung des Betriebs sind in der Anlage 5.4.1 (als Ist-Werte zwischen Januar 2020 und Mai 2023) und 5.4.2 (als prognostizierte Soll-Werte ab Juni 2023) ersichtlich.

5.4.2.5 HZ

Diese Anlage ist geplant und wird voraussichtlich ab Mai 2029 in Betrieb genommen. Die Lage der Entnahmen- und Förderbrunnen ist in der Abbildung 18 ersichtlich.

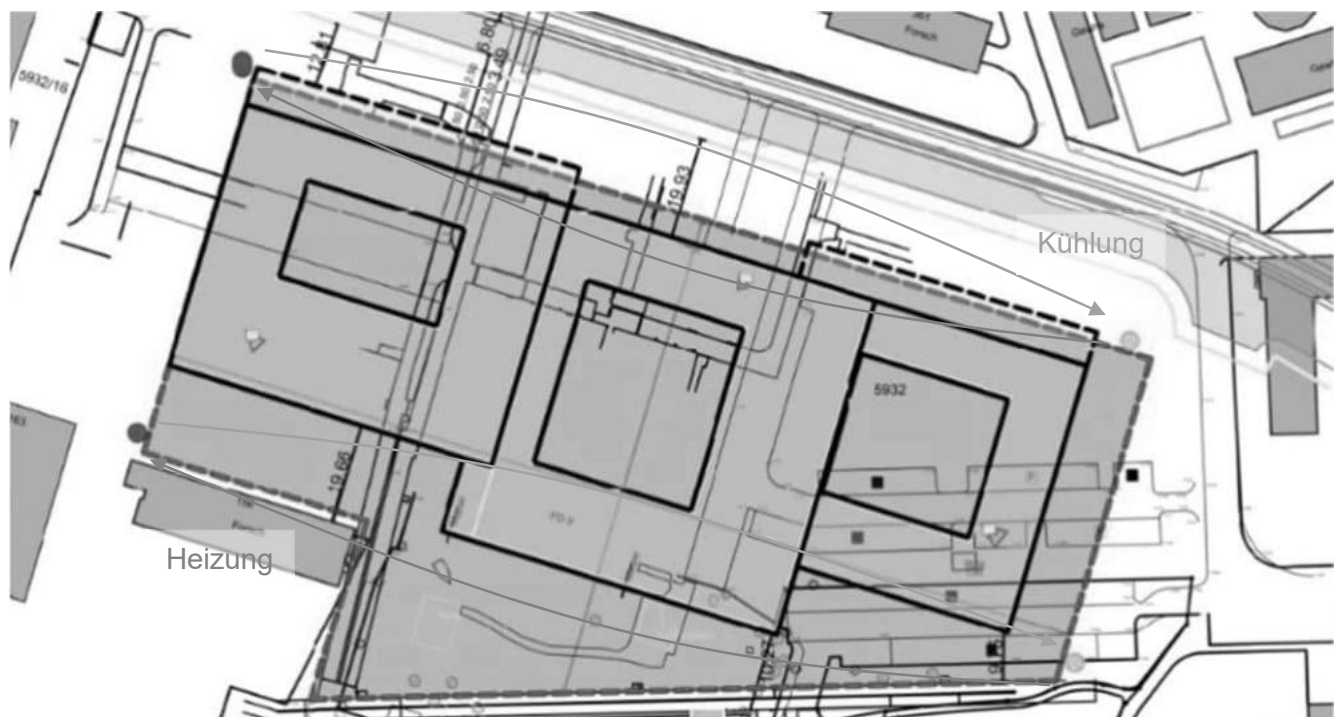


Abbildung 18: Lage der Brunnen HZ, Pendelbetrieb

Es sind 4 Brunnen vorgesehen. Die westlichen 2 sind ca. 185 m den östlichen entfernt. Die 2 Brunnen Ost werden im OGWLo und die 2 Brunnen West im OGWLu verfiltert.

Gemäß den Angaben des Universitätsklinikums Heidelberg zum aktuellen Planungsstand [6.1] wurde ein jährlicher Energieeintrag durch Gebäudekühlung im Grundwasser von 1.950 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 335.885 m³ mit einer Spreizung von +5K) und Energieauszug durch Gebäudeheizung aus dem Grundwasser von 1.950 MWh/a (entspricht einer Grundwassermenge von 335.885 m³ mit einer Spreizung von -5K) wurde durch die Fa. Fc-Gruppe GmbH berechnet. Die monatliche Verteilung lag uns nicht vor und wurde daher durch HuP angenommen. Die monatliche Verteilung und Bilanzierung des Betriebs sind in der Anlage 5.5 ersichtlich.

Die Anlage ist im Pendelbetrieb mit Bildung eines low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES, [14.3]) vorgesehen:

- Heizung: Entnahme 2 Brunnen Ost (im OGWLo, angenommen 30 m Tiefe und 12 m verfiltert) und Wiedereinleitung von gekühltem Grundwasser in 2 Brunnen West (im OGWLu, angenommen 60 m Tiefe und 12 m verfiltert)
- Kühlung: Entnahme in 2 Brunnen West (im OGWLu) und Wiedereinleitung von gewärmtem Grundwasser in 2 Brunnen Ost (im OGWLo)

5.4.2.6 MPI

Diese Anlage ist geplant und wird voraussichtlich ab September 2026 in Betrieb genommen. Die Lage der Entnahme- und Förderbrunnen ist in folgender Abbildung 19Abbildung 15 ersichtlich.



Abbildung 19: Lage Brunnen MPI und Pendelbetrieb

Es sind 2 Brunnen im OGWL0 vorgesehen, die ca. 91 m voneinander entfernt liegen.

Nach Abschätzung vom MPI wird eine Anlagengröße analog zu der von HDC (siehe Punkt 5.4.2.4) erforderlich. Die monatliche Verteilung und Bilanzierung des Betriebs sind in der Anlage 5.6 ersichtlich.

Die Anlage ist im Pendelbetrieb vorgesehen:

- Heizung: Entnahme Brunnen Süd und Wiedereinleitung von gekühltem Grundwasser in Brunnen Nord
- Kühlung: Entnahme Brunnen Nord und Wiedereinleitung von gewärmtem Grundwasser in Brunnen Süd

5.4.2.7 Übersicht der geothermischen Anlagen

Folgende Abbildung 20 zeigt Übersichtsplan mit der Lage der verschiedenen Anlagen.



Abbildung 20: Übersichtsplan mit Lage der verschiedenen Anlagen

5.4.3 Simulation der Geothermieanlagen und Temperaturänderungen

Im instationären Modell werden die Durchflüsse, die in den monatlichen Bilanzierungen berechnet wurden, monatlich geändert. Die berechneten Grundwassermengen werden von den Knoten des Modells an den Entnahmestellen abgezogen und an den Knoten des Modells an den Einleitstellen hinzugefügt.

Die Knotennummer wird für jede Anlagen monatlich neu definiert je nach Fließrichtung des Pendelbetriebs.

Die Temperaturänderung wird folgendermaßen simuliert:

Die Grundwassertemperatur wird an den Knoten der GW-Entnahmen ausgelesen. Die Temperaturänderung (in monatliche Bilanzierung) wird zu diesen ausgelesenen Temperaturen hinzugefügt oder abgezogen¹. Die Ergebnisse werden als Temperatur an den Knoten der Wiedereinleitungen zugewiesen.

Die Verbreitung der Temperaturfahne wurde mit einer täglichen Zeitdiskretisierung berechnet.

¹ Positiver Wert = Temperatur Erhöhung (Geothermieanlage in Kühlungsmodus),
Negativer Wert = Temperatur Verringerung (Geothermieanlage in Heizungsmodus)

5.5 Ergebnisse der Simulationen

5.5.1.1 Planerische Darstellung der Ergebnisse

Als Anlage 6.1 sind West-Ost Längsschnitte dargestellt aus denen die berechnete/modellierte Temperaturfahne vergrößert mit einer Darstellung der Grundwasser-/Grundwasserleitertemperatur im September 2043 und im März 2044 ersichtlich ist. Hierbei wurden 2 Schnitte dargestellt: einer auf der Nordseite (HZ-REZ-COSI) und einer auf der Südseite (HZ-FER-COSI-HDC).

In der Anlage 6.2 sind Süd-Nord Querschnitte dargestellt aus denen die berechnete/modellierte Temperaturfahne vergrößert mit einer Darstellung der Grundwasser-/Grundwasserleitertemperatur im September 2043 und im März 2044 ersichtlich ist. Hierbei wurden 2 Schnitte dargestellt: einer auf der Westseite (MPI-FER-REZ) und einer auf der Ostseite (HDC-COSI-HDC).

Folgende Abbildung 21 zeigt die Lage der 2 Längs- und Querschnitte.

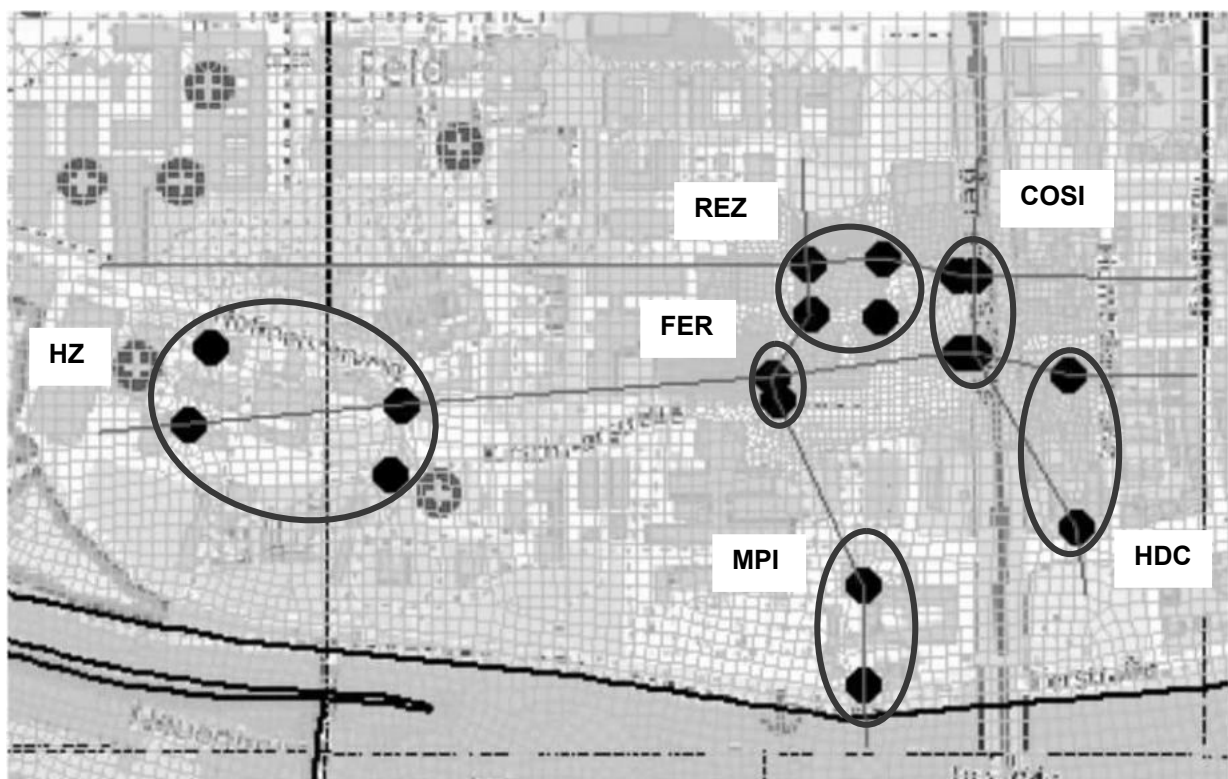


Abbildung 21: Lage der 2 Längs- und 2 Querschnitte (rot), Brunnen sind schwarze Punkten, rote +-Symbol auf Hintergrundkarte (Kliniken)

In der Anlage 6.3 sind Modellgrundrisse mit Darstellung der Grundwasser-/Grundwasserleitertemperatur im September 2043 und im März 2044 für die 3. Knotenschicht (im OGWL₀) ersichtlich.

5.5.1.2 Graphische Darstellung der Temperaturverläufe

Die Grundwassertemperatur als simulierte Ganglinien bei den Entnahmen- und Schluckbrunnen ist für alle Anlagen der Anlage 6.5 zu entnehmen.

Die Temperaturganglinien für die Anlage FER und COSI sind aus der folgenden Abbildungen ersichtlich.

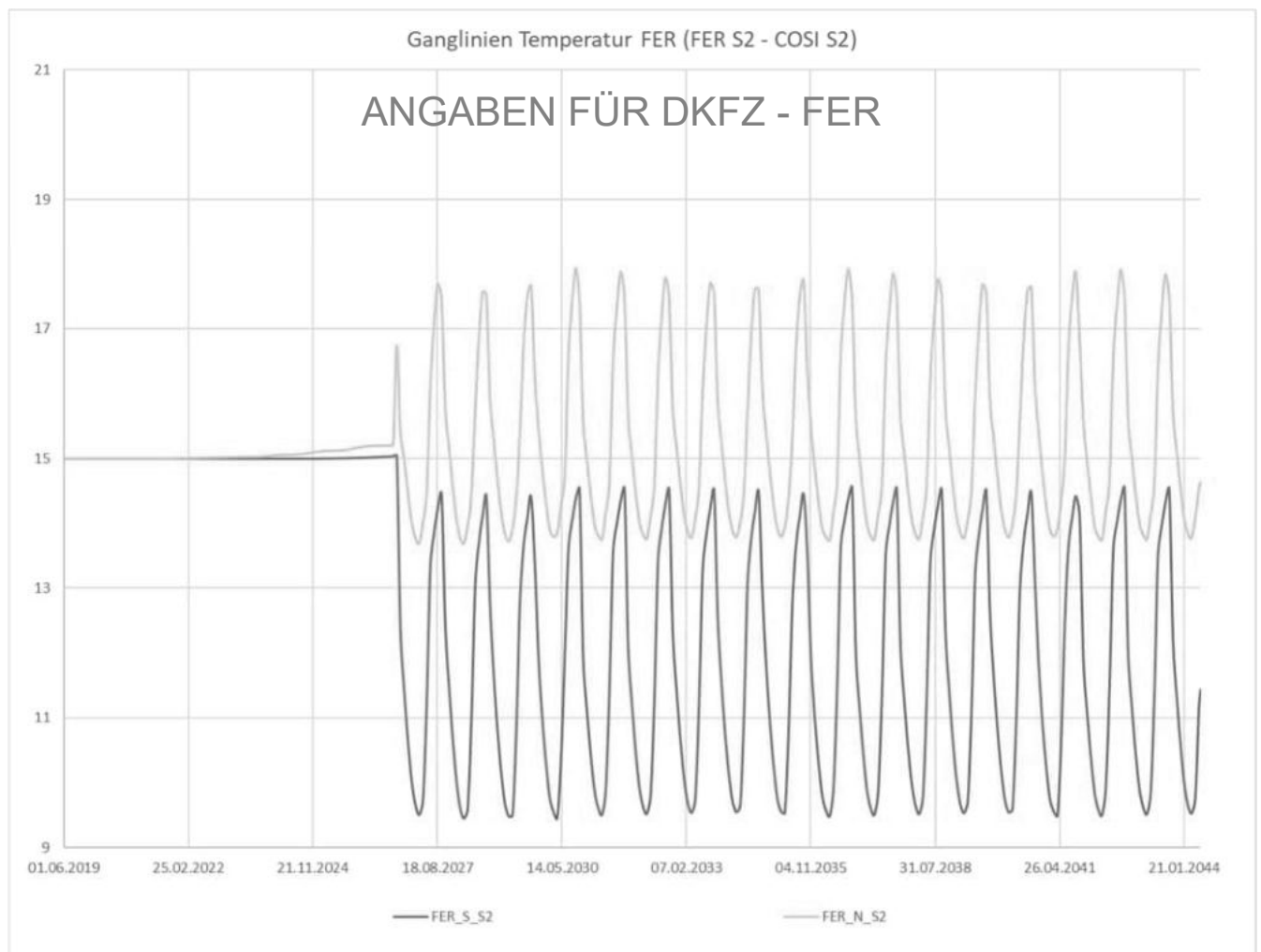


Abbildung 22: Ganglinien Grundwassertemperatur bei FER (Brunnen im OGWLo)

Zur Verdeutlichung dieser graphischen Darstellung wurde in folgender Abbildung 23 ein Jahr (2043) dargestellt und beschrieben.

ANGABEN FÜR DKFZ - FER

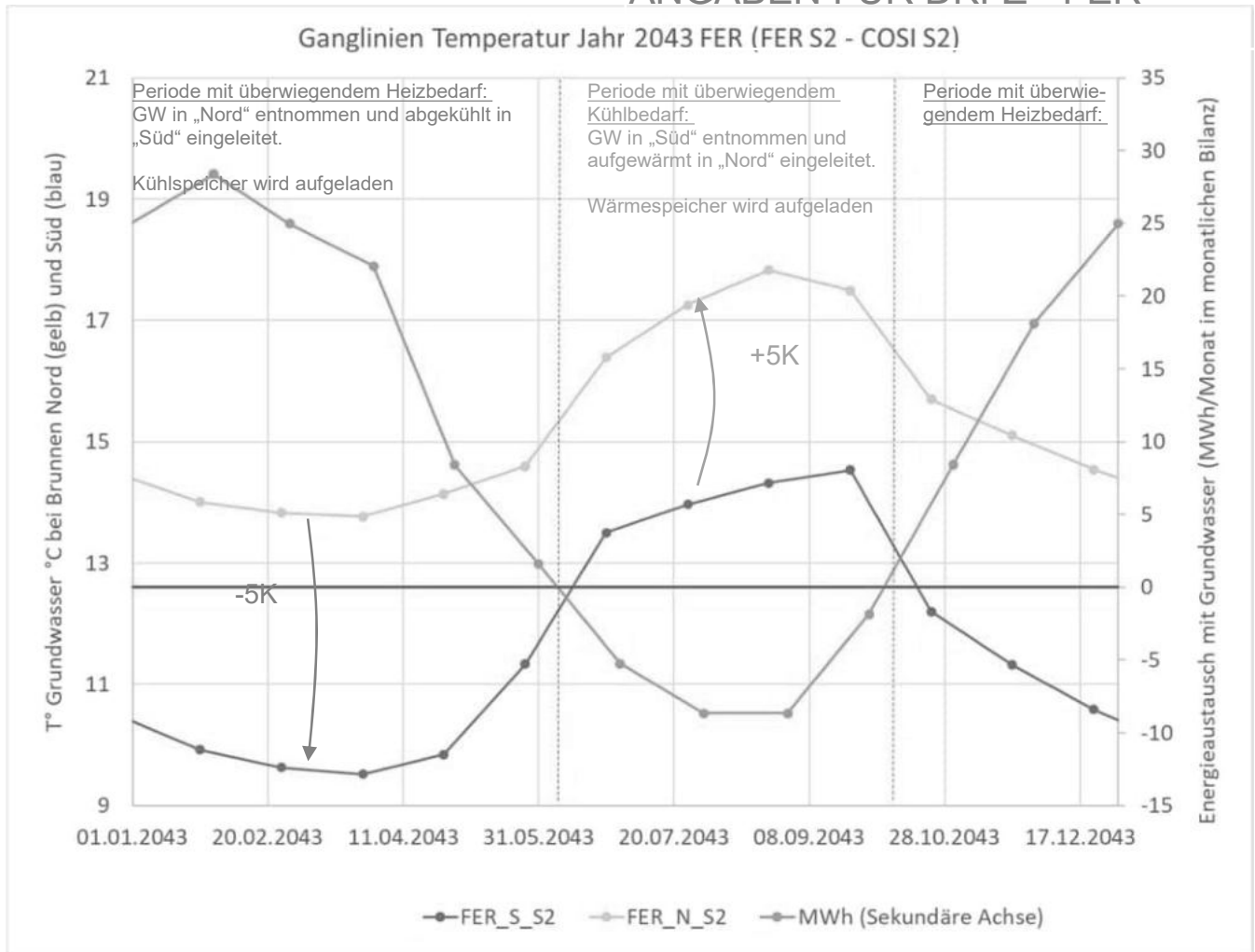


Abbildung 23: Ganglinien Grundwassertemperatur bei FER (Brunnen im OGWL0) – Jahr 2043

Die Grundwassertemperatur beim Brunnen Nord schwanken zwischen ca. 14°C und 18°C (Wärmespeicher) und zwischen 14,5°C und 9,5°C (Kühlspeicher) beim Brunnen Süd. Ein Kurzschluss und thermischen Einfluss zwischen den 2 Brunnen ist eindeutig erkennbar. Die anderen Geothermieanlagen scheinen lediglich einen geringen Einfluss zu verursachen (mit Berücksichtigung der o.g. Modellannahmen). Eine regelmäßige Abkühlung oder Erwärmung über die Betriebsjahre ist dabei kaum erkennbar.

ANGABEN FÜR DKFZ - COSI

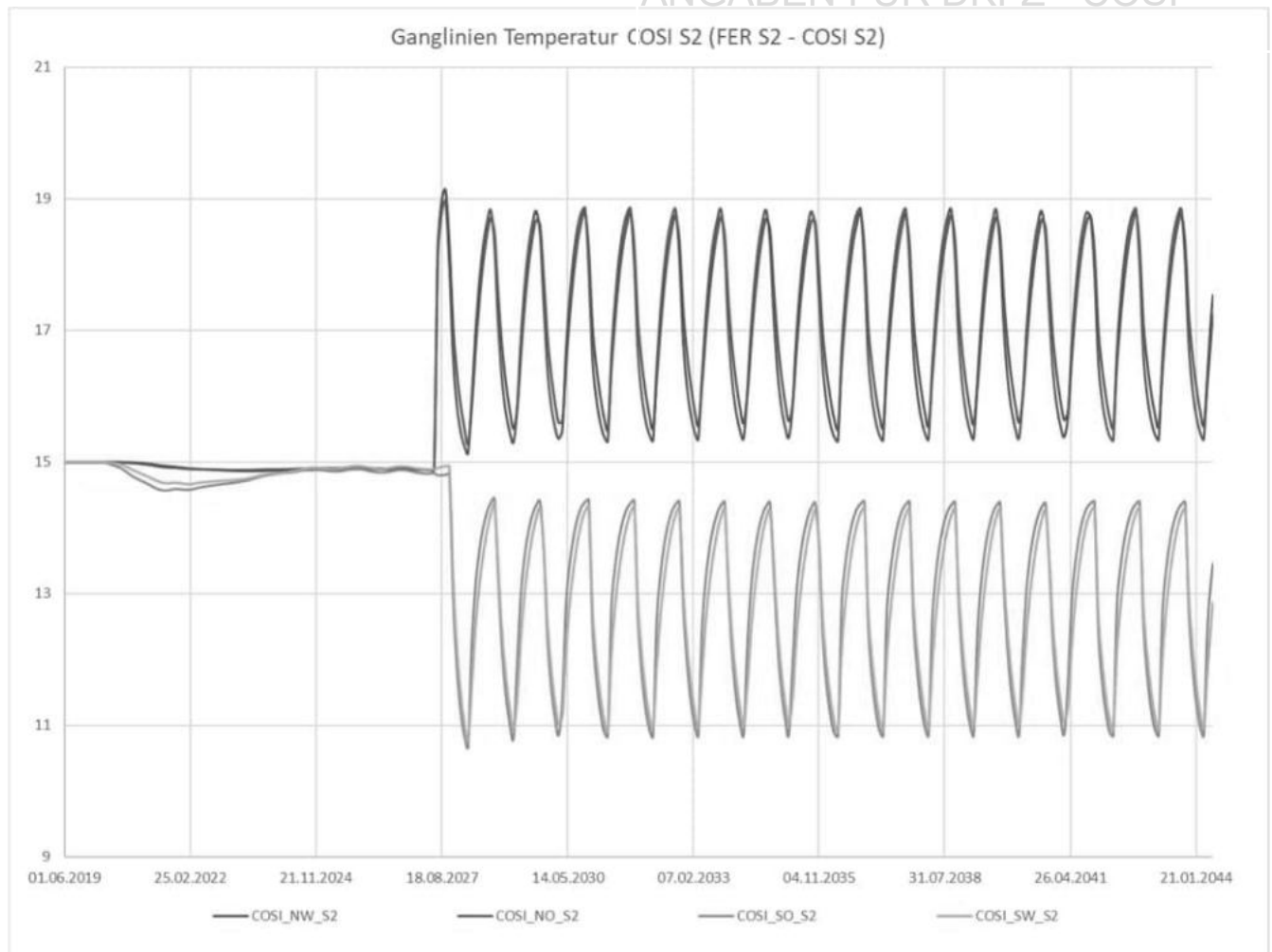


Abbildung 24: Ganglinien Grundwassertemperatur bei COSI (Brunnen im OGWLo)

Die Grundwassertemperatur beim Brunnen Nord schwanken zwischen ca. 15,5°C und 19°C (Wärmespeicher) und zwischen 14,5°C und 11°C (Kühlspeicher) beim Brunnen Süd.

Ein Kurzschluss und thermischen Einfluss zwischen den 2 Brunnen ist nicht eindeutig erkennbar. Die anderen Geothermieanlagen scheinen lediglich einen geringen Einfluss zu verursachen (mit Berücksichtigung der o.g. Modellannahmen).

Die Voraussetzung für die maximale Einleittemperatur von 20°C wäre bei beiden Anlagen eingehalten.

6. Bewertung

Es wurde ein Grundwassermodell aufgebaut, um die Wechselwirkung zwischen den Nutzern rechnerisch erfassen zu können. Die Simulationen wurde für eine Zeitspanne zwischen Juli 2019 bis Mai 2044 ausgeführt.

Die Ergebnisse beruhen auf zahlreichen Annahmen (Geologie, Hydrogeologie, thermische Bedarfe, räumliche und zeitliche Diskretisierung), die im Bericht detailliert beschrieben sind, und eine Vereinfachung der Realität abbilden. Auf Basis dieser Annahmen wurden die Ergebnisse für die Anlagen FER und COSI des DKFZ ausgewertet.

Die Berechnungsergebnisse lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Bei den Berechnungen sowohl für FER als auch für COSI wird die maximale Einleitetemperatur von 20°C sowie die Minimaltemperatur von 4°C eingehalten. Auch die zulässige Temperaturdifferenz zur Ausgangstemperatur von 6 K wird eingehalten.
- Da das entnommene Grundwasser reinfiltriert wird, ergeben sich außerhalb des unmittelbaren Nahbereichs der Brunnen keine relevanten Änderungen des Grundwasserspiegels.
- COSI liegt unmittelbar stromaufwärtig von der Anlage von REZ und beeinflusst diese. Es ist von einer generellen Temperaturerhöhung von mindestens 1 K am Standort REZ (für den Brunnen Nord) auszugehen. Beide Anlagen gehören zum DKFZ. Eine grundsätzliche Einschränkung der Betriebsfunktion der Anlage REZ wird jedoch nicht gesehen.
- Im näheren Abstrombereich von FER befinden sich keine konkurrierenden Anlagen. Es sind keine negativen Auswirkungen auf andere Grundwassernutzer erkennbar. Insbesondere ist ein Einfluss der Anlagen des DKFZ bis zu den Anlagen des Uniklinikums ausgeschlossen. Vom Büro HydroTherm Consult GmbH wurde im Februar 2024 eine Temperaturfahnenberechnung für die Anlagen des Universitätsklinikums Heidelberg (mit Berücksichtigung von aktualisierten Energiewerten und letzter Planungstand) sowie für die weiteren Anlagen im Neuenheimer Feld ausgeführt ([16]). Diese Berechnungen ergaben vergleichbare Ergebnisse wie unsere (siehe Anlage 7).

Für Rückfragen zum Bericht stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Prof. Dipl.-Geol. Matthias Hiller

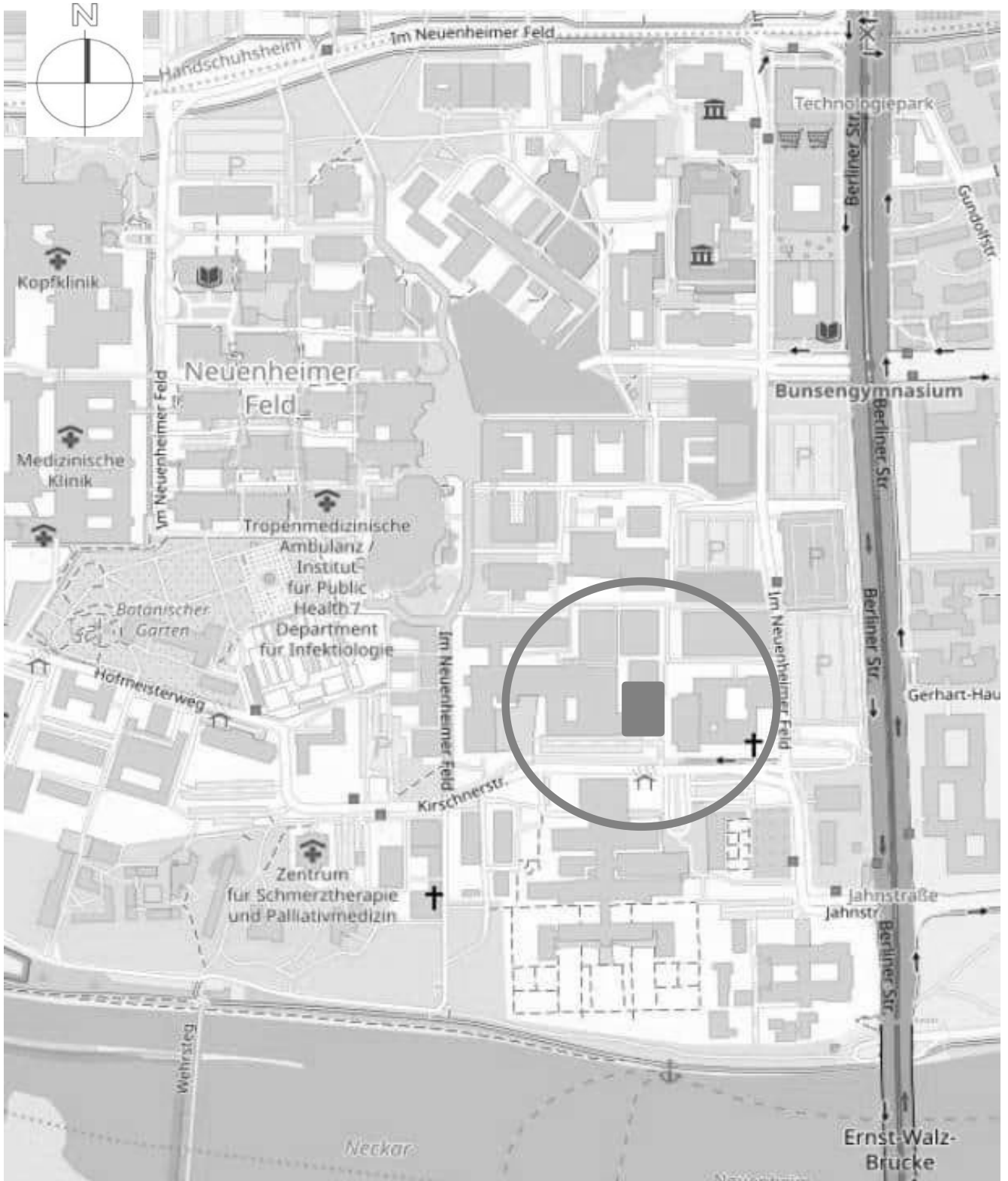


Ing. Geowissenschaften



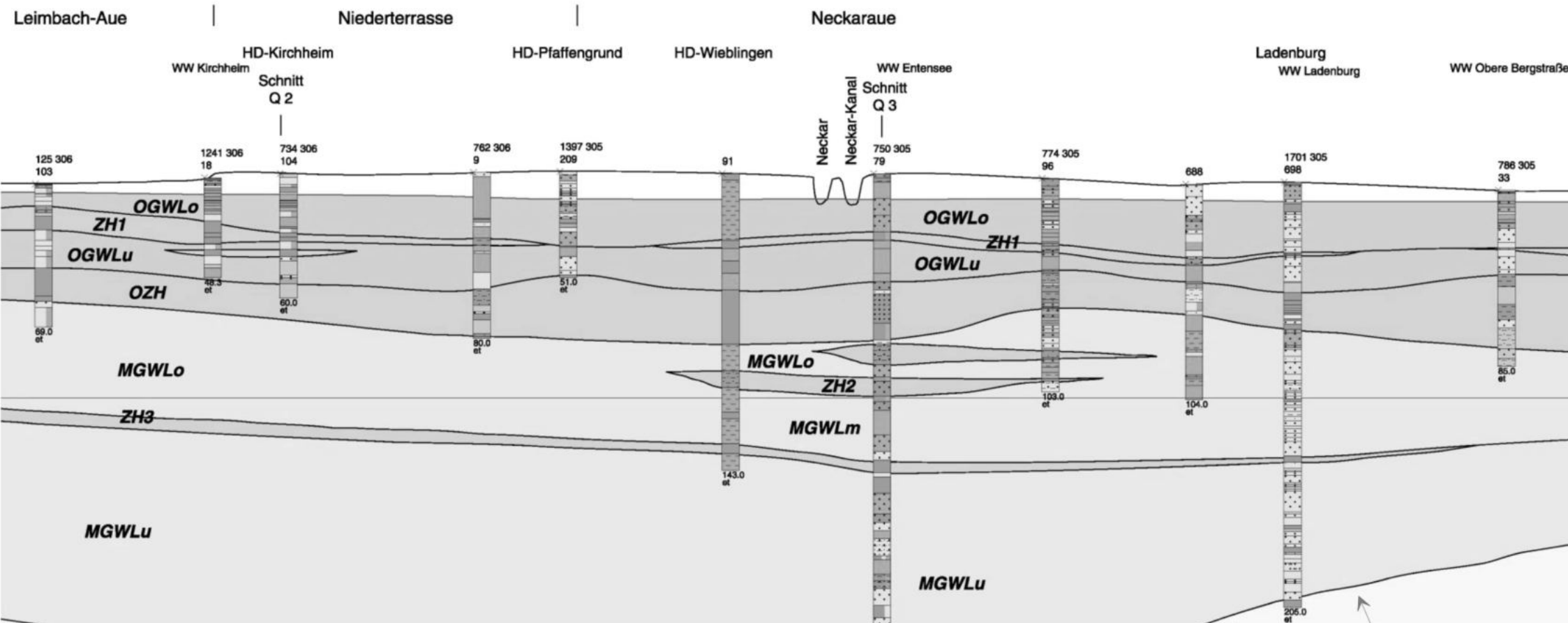
Von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugrundgeologie, Hydrogeologie und Altlasten

Projekt: Deutsches Krebsforschungszentrum, Im Neuenheimer Feld 240 in 69120 Heidelberg
Neubau Forschungs- und Entwicklungszentrum Radiopharmazeutische Chemie (FER)

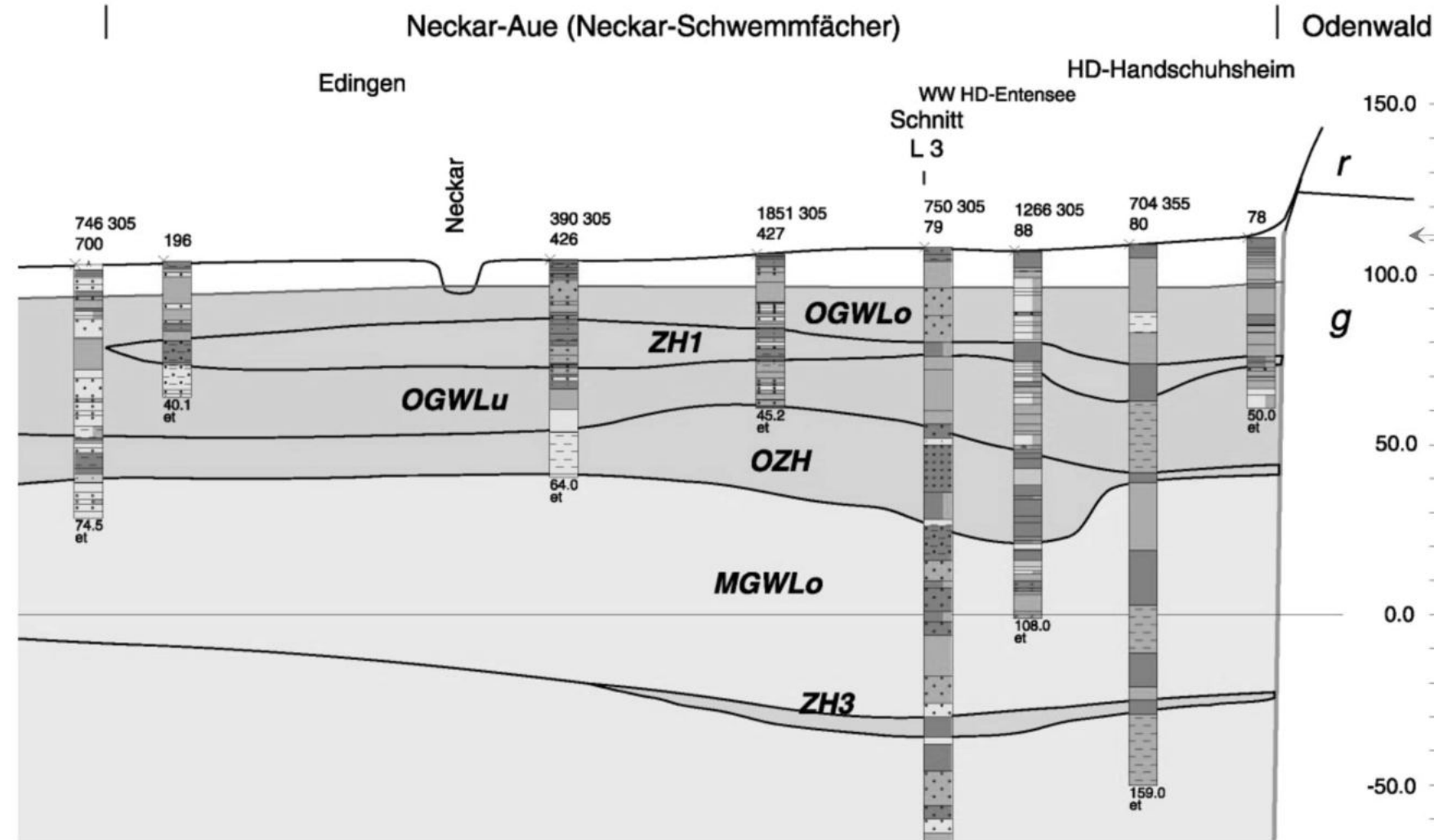


Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende
www.openstreetmap.org/copyright

Längsschnitt Nord-Süd



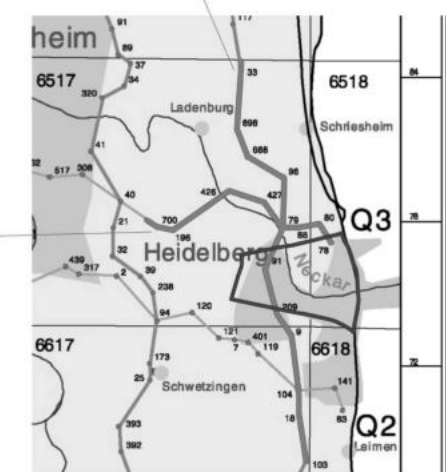
Querschnitt West-Ost



ESE

Odenwald

150.0
100.0
50.0
0.0
-50.0



Legende:

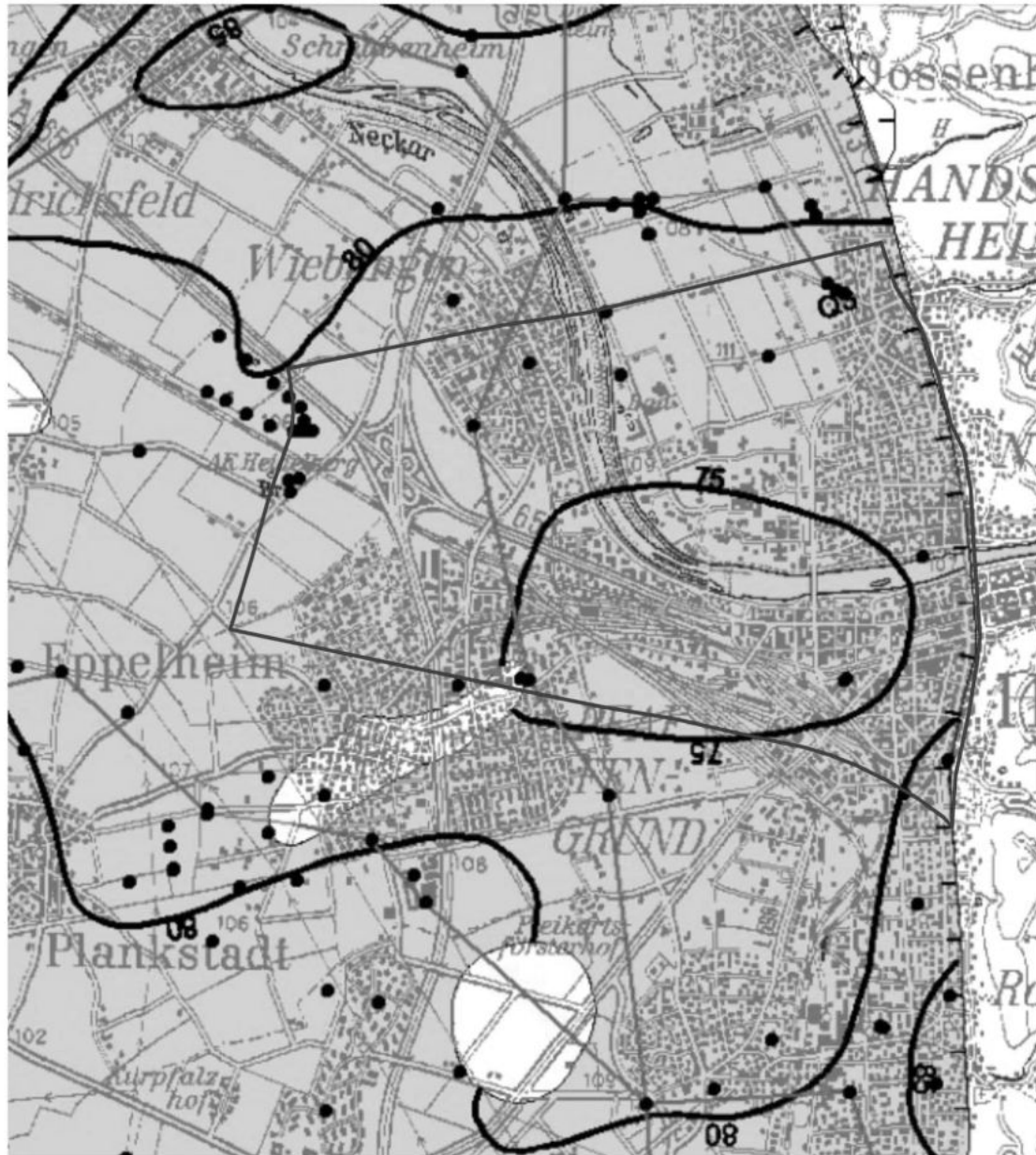
- Oberfläche des oberen Grundwassers am 01.10.1990
- Feinklastische Linsen und Horizonte mit regionaler Verbreitung
- Oberer Grundwasserleiter (OGWL) mit Oberfläche des oberen Grundwassers und ungesättigter Zone (weiß)
- Mittlerer Grundwasserleiter (MGWL)
- Unterer Grundwasserleiter (UGWL)
- Oberer Grundwasserleiter (ungegliedert)
- Oberer Teil des Oberen Grundwasserleiters
- Zwischenhorizont ZH1
- Unterer Teil des Oberen Grundwasserleiters
- Oberer Zwischenhorizont
- Mittlerer Grundwasserleiter (ungegliedert)
- Oberer Teil des Mittleren Grundwasserleiters
- Zwischenhorizont ZH2
- Mittlerer Teil des Mittleren Grundwasserleiters
- Zwischenhorizont ZH3
- Unterer Teil des Mittleren Grundwasserleiters
- Unterer Zwischenhorizont
- Unterer Grundwasserleiter (ungegliedert)

OGWL
OGWLo
ZH1
OGWLu
OZH
MGWL
MGWLo
ZH2
MGWLu
ZH3
MGWLu
UZH
UGWL

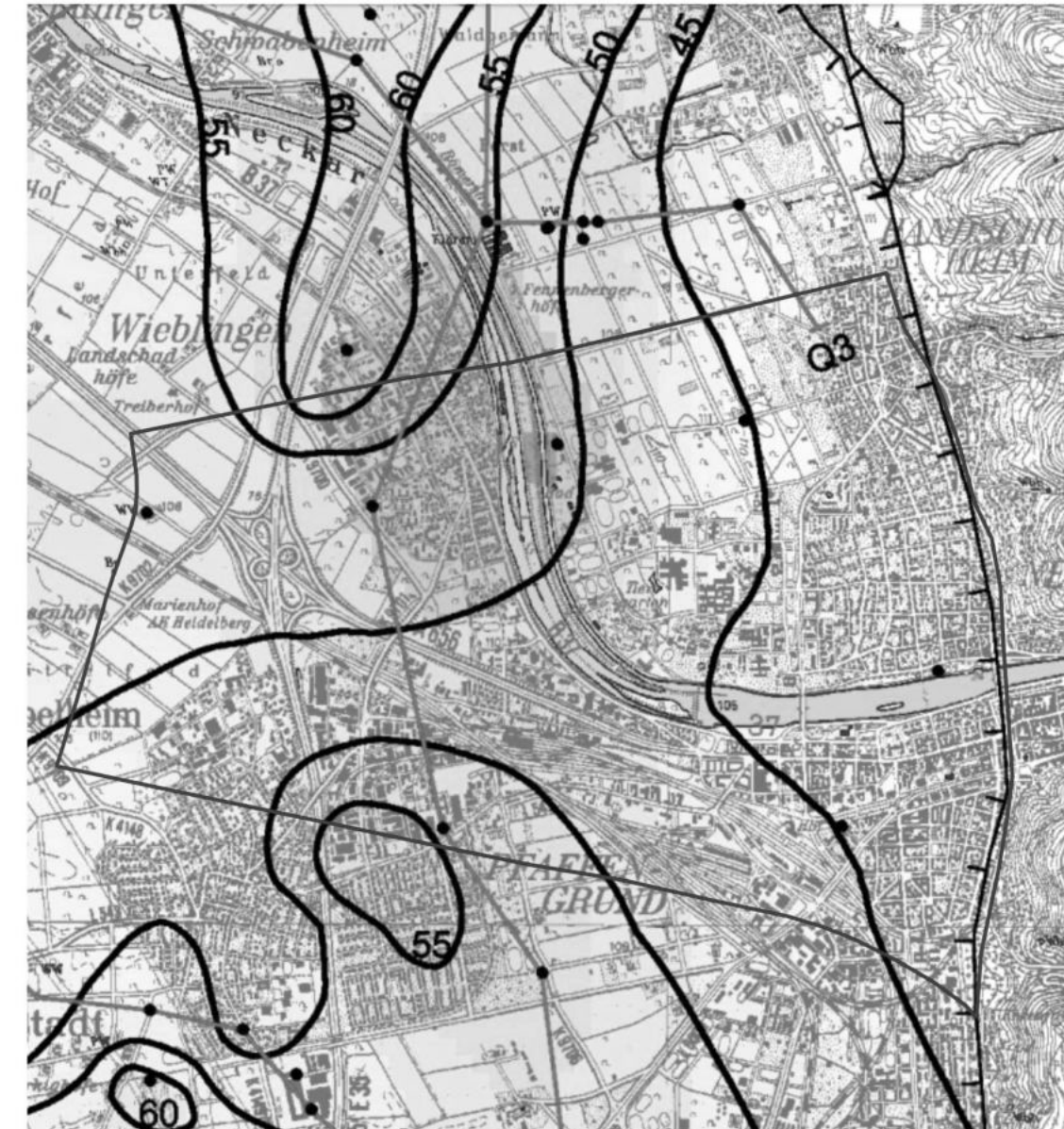
— : Lage der Schnitte
 — : Ausdehnung des Grundwassermodells

HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik			Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Telefon: 0711/73 33 35 Telefax: 0711/73 56 298 email: kontakt@henkeges.de	
www.henkeges.de	Datum	Name	Auftraggeber	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
gez.	09.'23	Mo		
ges.	09.'23	Hi		
gop.	09.'23	Hi		
DaN: HDCAMP G02	Projekt: Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg			
eDaN: k.A.	Darstellung: Auszug der Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum [7.1]: Längs- und Querschnitte			
ANLAGE: 02.01				
MAßSTAB: 0.M.				

Oberkante des Zwischenhorizontes (ZH1)



Basis des oberen Grundwasserleiters (OGWL)



- Linie gleicher Höhenlage der Oberfläche des ZH 1 in m NN
- Belegbohrung

ZH 1 nachgewiesen

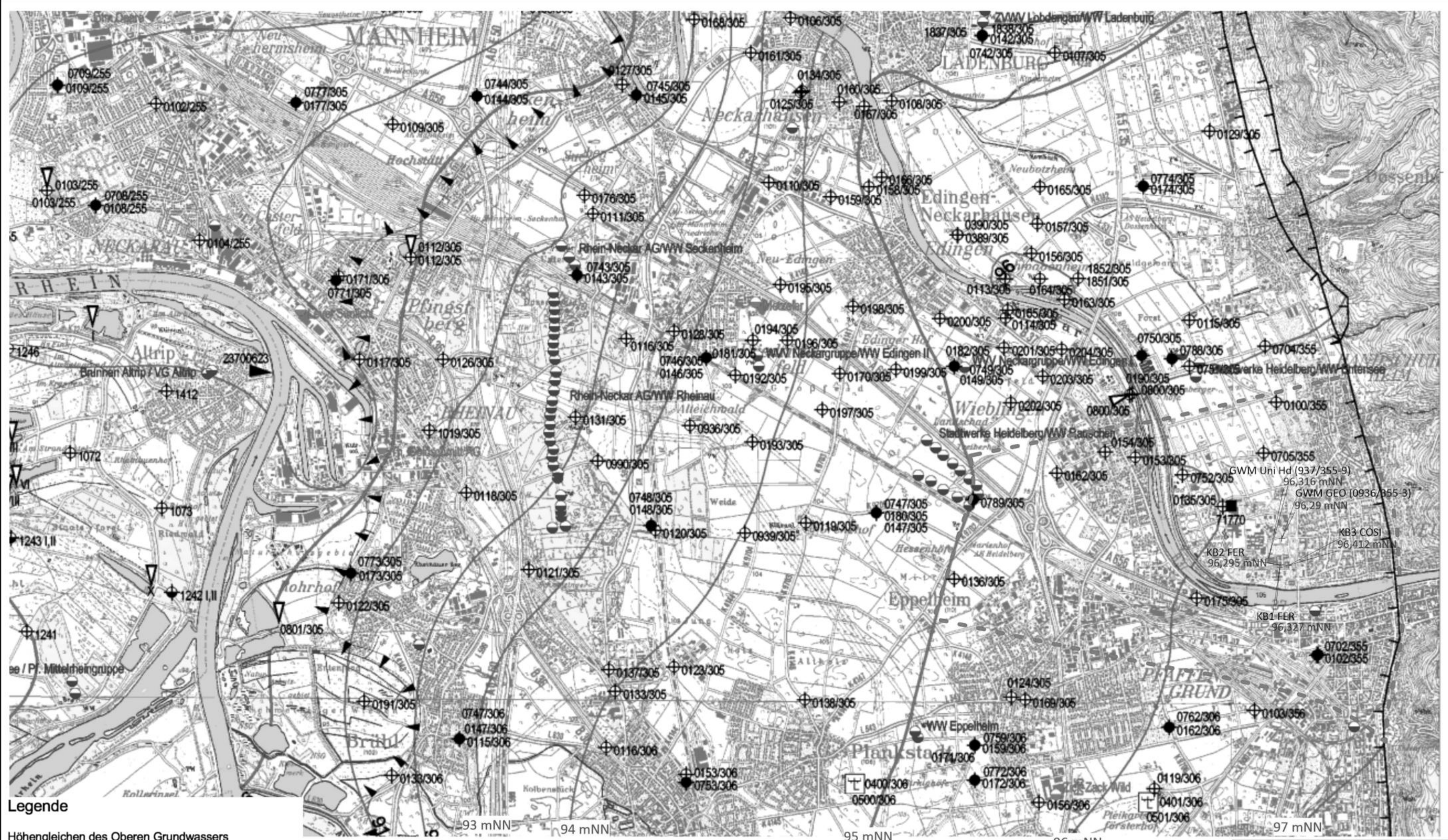
: Ausdehnung des Grundwassermodells

- 100 Linie gleicher Höhenlage der Basis des Oberen Grundwasserleiters (OGWL) in m NN
- Belegbohrung

Mächtigkeit des Oberen Zwischenhorizontes (OZH)

- ≤ 5 m
- > 5 - 10 m
- > 10 - 15 m
- > 15 - 20 m
- > 20 - 25 m
- > 25 - 30 m
- > 30 - 35 m
- > 35 m
- OZH nicht ausgebildet

HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik		Erdlenstraße 2 70563 Stuttgart Telefon: 0711.73 33 35 Telefax: 0711.73 56 298 email: kontakt@henkeges.de	
		Datum: 09.'23 Name: Mo ges.: 09.'23 Hi gep.: 09.'23 Hi	Auftraggeber: Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
DaN: HDCAMP G02 oDaN: k.A.	Projekt: Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg	Darstellung: Auszug der Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum [7.1]: OK des Zwischenhorizonts (ZH1) und Basis des OGWL	
ANLAGE: 02.02 Maßstab: o.M.			



Legende

Höhengleichen des Oberen Grundwassers

- 105
- 101 Grundwasserhöhengleichen in m NN
- 100,5

Hydrologisches Messnetz

- Niederschlagsmessstelle
- ☐ Lysimeter
- ▼ Schreibpegel
- ▽ Lattenpegel
- ⊕ amtliche Messstelle im Oberen Grundwasser
- ⊕ amtliche Messstelle im tieferen Grundwasser
- ⊕ amtliche Messstelle im Oberen und tieferen Grundwasser
- ⊖ nicht amtliche Messstelle im Oberen Grundwasser
- nicht amtliche Messstelle im tieferen Grundwasser
- ⊖ nicht amtliche Messstelle im Oberen und tieferen Grundwasser

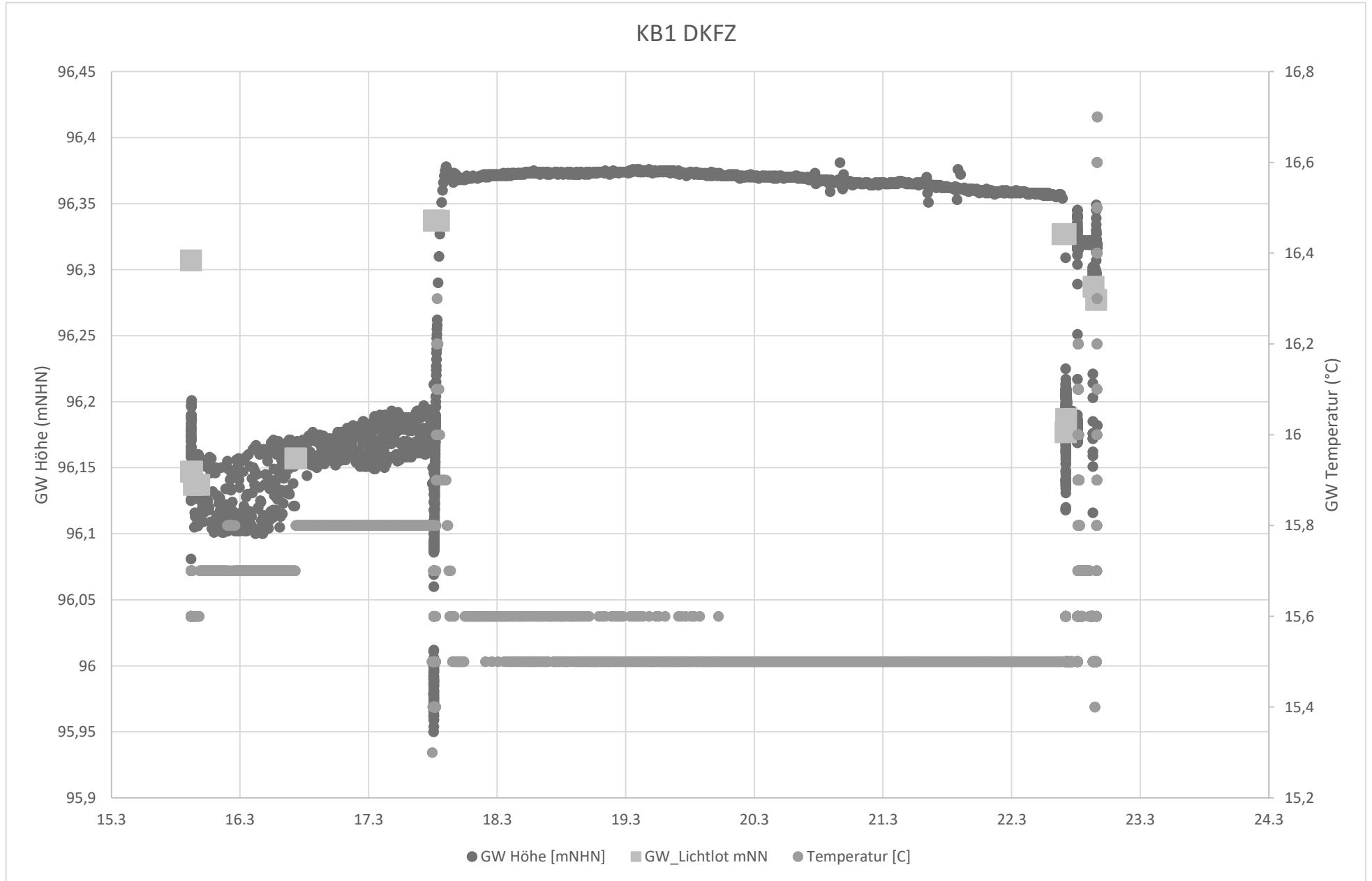
Brunnen

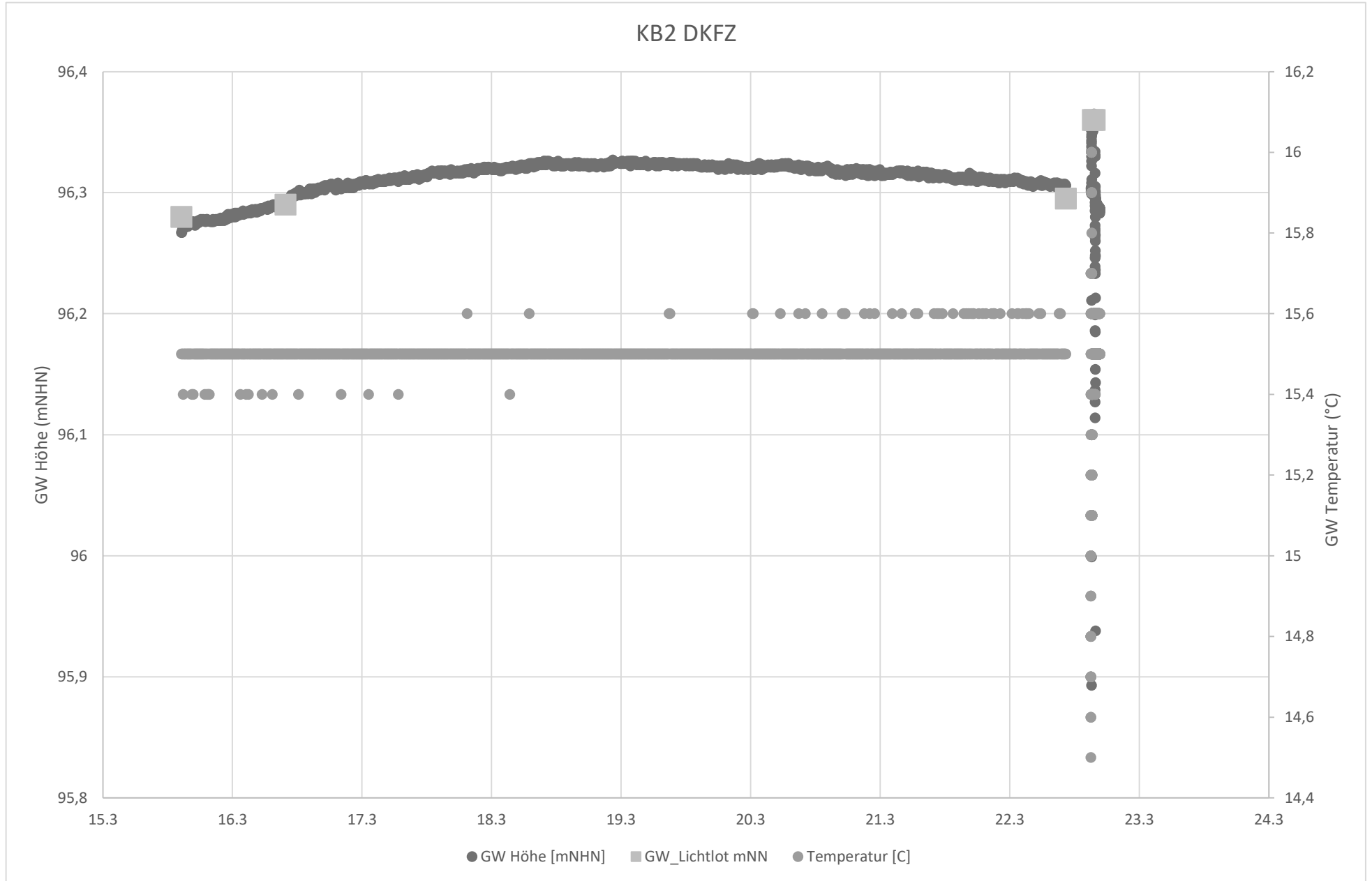
- ⊕ Brunnen zur Trinkwasserversorgung
- ⊖ Brunnen zur Brauchwasserversorgung, zur Beregnung und Privat
- ⚡ Grundwasseranreicherung
- ▲▲▲ Grenze Niederterrasse/Rheinniederung (Hochgestade)
- △△△ Westgrenze der Frankenthaler Terrasse und Nordgrenze des Speyerbach-Schwemmfächers
- Verwerfung
- ⊖ : Ausdehnung des Grundwassermodells

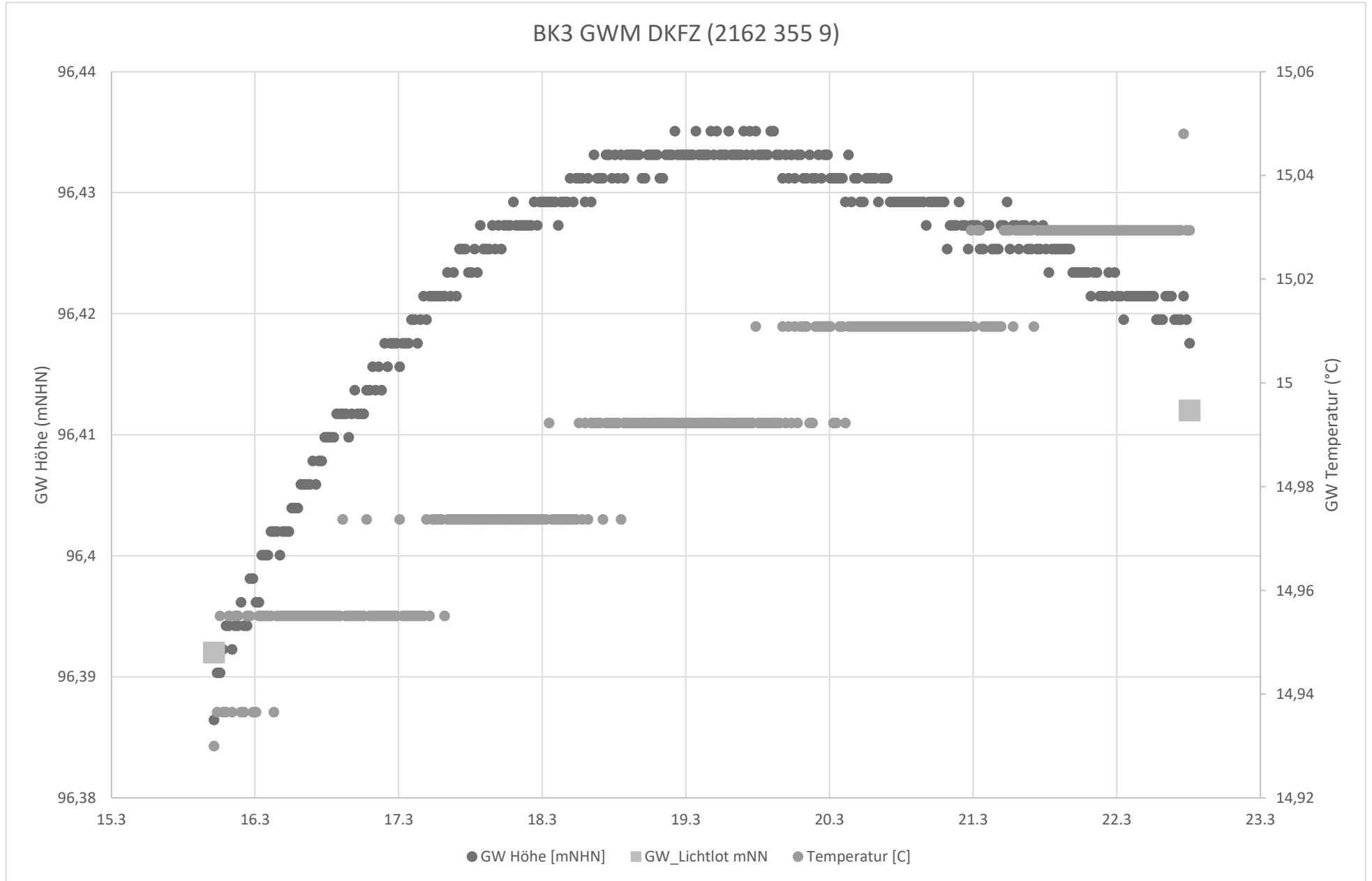
+ : Verfügbare GWM am 22.03.2023 und GW Höhe

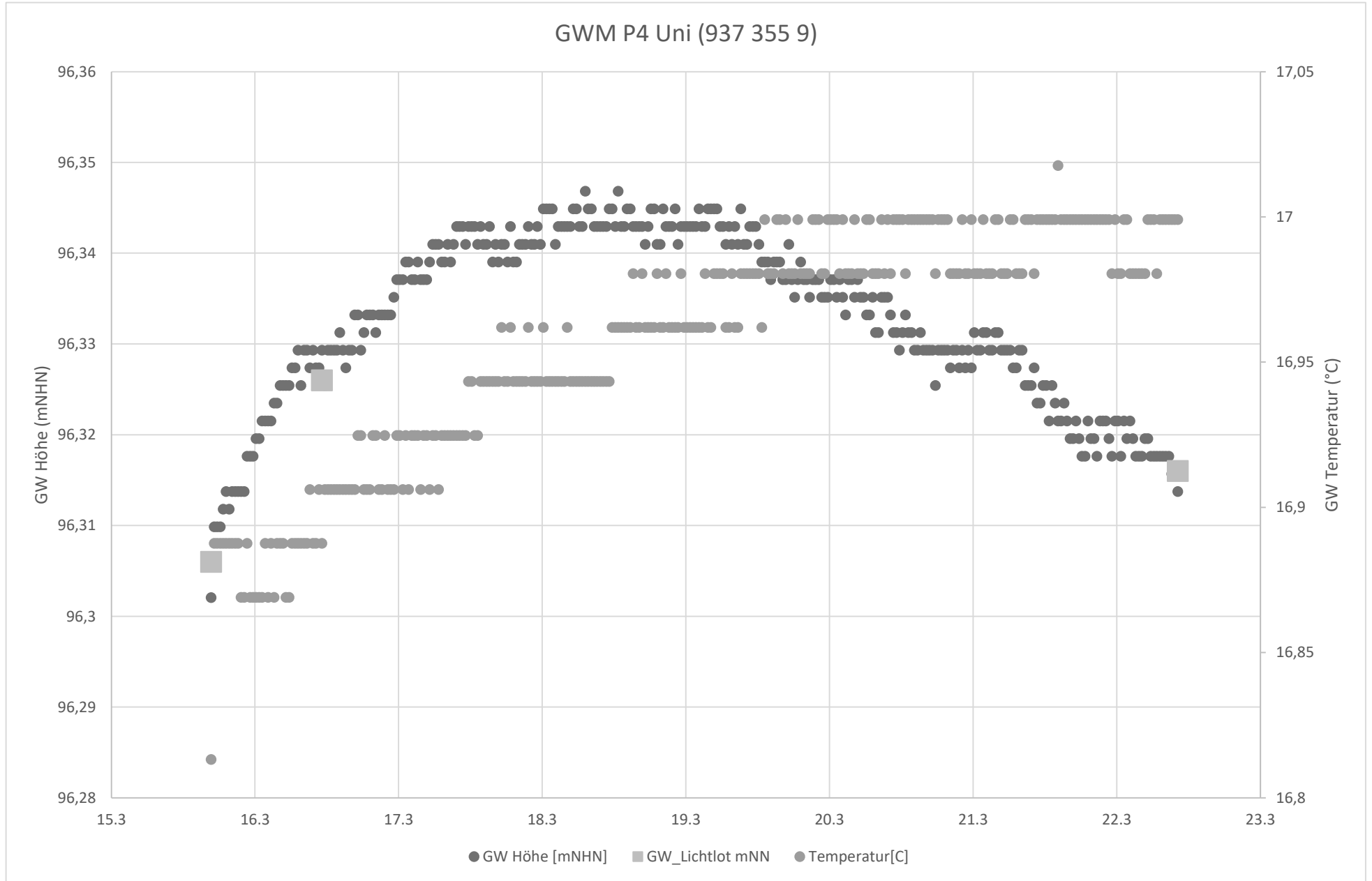
HENKE UND PARTNER GMBH
 Ingenieurbüro für Geotechnik
 Eilenstraße 2 70563 Stuttgart
 Telefon: 0711.73 33 35
 Telefax: 0711.73 56 298
 email: kontakt@henke.de

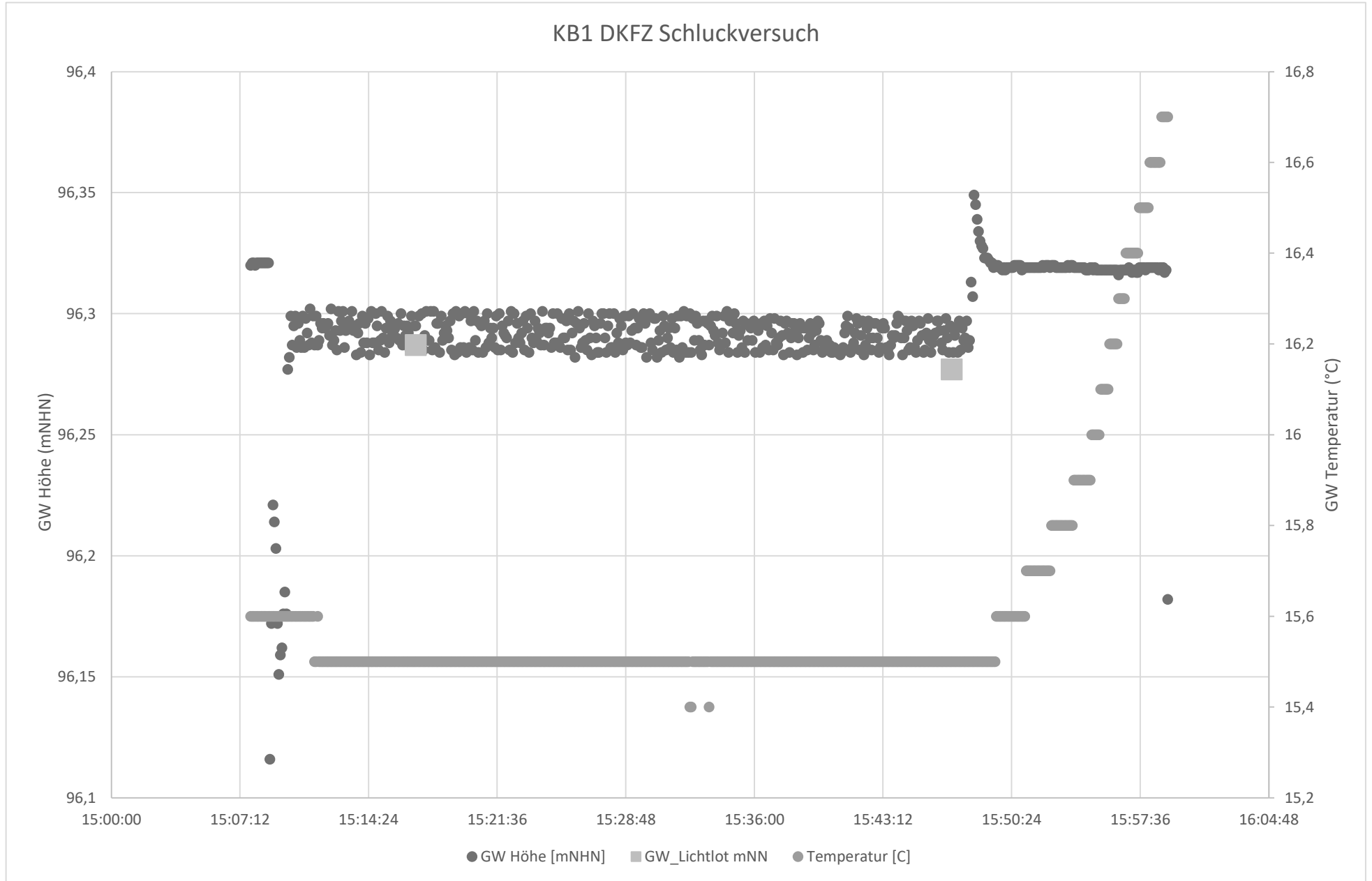
gepl.	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	09.23	Mo	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.23	Hi	
gcp.	09.23	Hi	
DaN: HDCAMP G02			Projekt: Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
eDaN: k.A.			
ANLAGE: 02.03			Darstellung: Auszug der Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum [7.1]; Gleichungsplan 01.10.1990 GW Höhe 22.03.2023
MAßSTAB: o.M.			

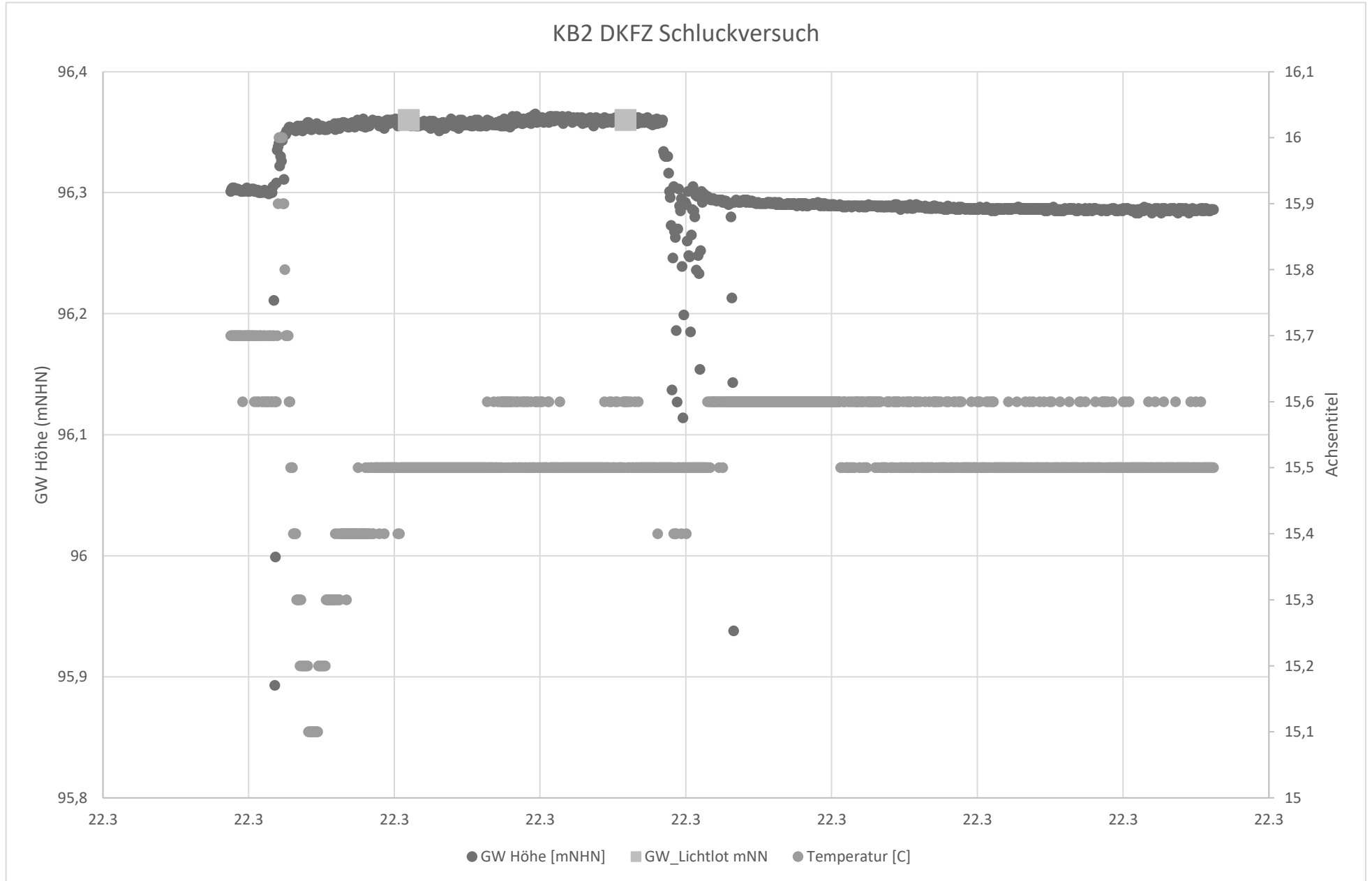












Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2303158

Analytik im Wasser

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: HDCAMP / Neubau Forschungs- und Entwicklungszentrum für Radiopharmazeutische Chemie (FER)
Projektbearbeiter: Herr Monfort
Probenahme: 22.03.2023 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 24.03. – 28.03.2023

Untersuchungsbefund:

Parameter	GW_KB1	Dimension
Farbe	Farblos	---
Trübung	Klar	---
Geruch	Geruchlos	---
pH-Wert	7,5	---
Temperatur	18	°C
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	850	µS/cm
Sauerstoff	7,3	mg/l
SAK-254	0,45	m ⁻¹
SAK-436	< 0,10	m ⁻¹
Säurekapazität bis pH 4,3	4,4	mmol/l
Gesamthärte	20	°dH
Calcium	110	mg/l
Magnesium	19	mg/l
Natrium	36	mg/l
Kalium	5,4	mg/l
Eisen	< 0,025	mg/l
Mangan	< 0,025	mg/l
Ammonium	< 0,050	mg/l
Chlorid	56	mg/l
Nitrat	19	mg/l
Sulfat	110	mg/l
Phosphat	0,18	mg/l
Bor	< 0,10	mg/l
AOX	< 0,010	mg/l
DOC	< 1,0	mg/l
MKW	< 0,10	mg/l

Farbe: DIN EN ISO 7887 (C1) : 1994-12
 Geruch: DEV B 1/2 : 1971
 Elektr. Leitfähigkeit: DIN EN 27888 : 1993-11
 Sauerstoff: DIN EN 25814
 SAK-436: DIN EN ISO 7887 : 2012-04
 Gesamthärte: DIN 38409 H 6 : 1986-01
 Ammonium: DIN 38406-E 5-1 : 1983-10
 Phosphat: DIN EN ISO 6878 : 2004-09
 DOC: DIN EN 1484 : 1997-08

Trübung: DIN EN ISO 7027 (C2) : 2000-04
 pH-Wert: DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 MKW: DIN EN ISO 9377-2 : 2001-07
 SAK-254: DIN 38404 C 3 : 2005-07
 Säurekapazität: DIN 38409 H 7 : 2005-12
 Metalle: DIN EN ISO 11885 : 2009-09
 Chlorid/Nitrat/Sulfat: DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
 AOX: DIN EN ISO 9562 : 2005-02

DIN EN ISO 7027 (C2) : 2000-04
 DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 DIN EN ISO 9377-2 : 2001-07
 DIN 38404 C 3 : 2005-07
 DIN 38409 H 7 : 2005-12
 DIN EN ISO 11885 : 2009-09
 DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
 DIN EN ISO 9562 : 2005-02

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2303158

Analytik im Wasser

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: HDCAMP / Neubau Forschungs- und Entwicklungszentrum für Radiopharmazeutische Chemie (FER)
Projektbearbeiter: Herr Monfort
Probenahme: 22.03.2023 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 24.03. – 27.03.2023

Untersuchungsbefund:

Chlorierte Kohlenwasserstoffe / DIN EN ISO 10301 : 1997 / [mg/l]	
Probenbezeichnung	GW_KB1
Vinylchlorid	< 0,001
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,001
1,1,1-Trichlorethan	< 0,001
Tetrachlormethan	< 0,001
Trichlorethen	< 0,001
Tetrachlorethen	< 0,001
Summe LHKW*	< 0,010

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Aromatische Kohlenwasserstoffe / DIN 38407-9 : 1991-05 / [mg/l]	
Probenbezeichnung	GW_KB1
Benzol	< 0,001
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
n-Propylbenzol	< 0,010
1,3,5-Trimethylbenzol	< 0,010
1,2,4-Trimethylbenzol	< 0,010
1,2,3-Trimethylbenzol	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2303158

Analytik im Wasser

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: HDCAMP / Neubau Forschungs- und Entwicklungszentrum für Radiopharmazeutische Chemie (FER)
Projektbearbeiter: Herr Monfort
Probenahme: 22.03.2023 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 24.03. – 27.03.2023

Untersuchungsbefund:

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe / DIN 38407- F 39 : 2011-09 / [µg/l]	
Probenbezeichnung	GW_KB1
Naphthalin	0,03
Acenaphthylen	< 0,01
Acenaphthen	< 0,01
Fluoren	< 0,01
Phenanthren	< 0,01
Anthracen	< 0,01
Fluoranthren	< 0,01
Pyren	< 0,01
Benzo(a)anthracen	< 0,01
Chrysen	< 0,01
Benzo(b/k)fluoranthren	< 0,01
Benzo(a)pyren	< 0,01
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,01
Benzo(ghi)perylene	< 0,01
Summe PAK 15* (ohne Naphthalin)	< 0,01

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	GW_KB1
Labornummer:	2303158
Matrix:	Wasser
Probenbehälter:	5x 1 l Glasflasche + 2x 0,25 l Glasschliffflasche
Probenmenge:	5,5 l

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2018.

Fellbach, den 27. März 2023
 Analytik-Team GmbH
 i.V.

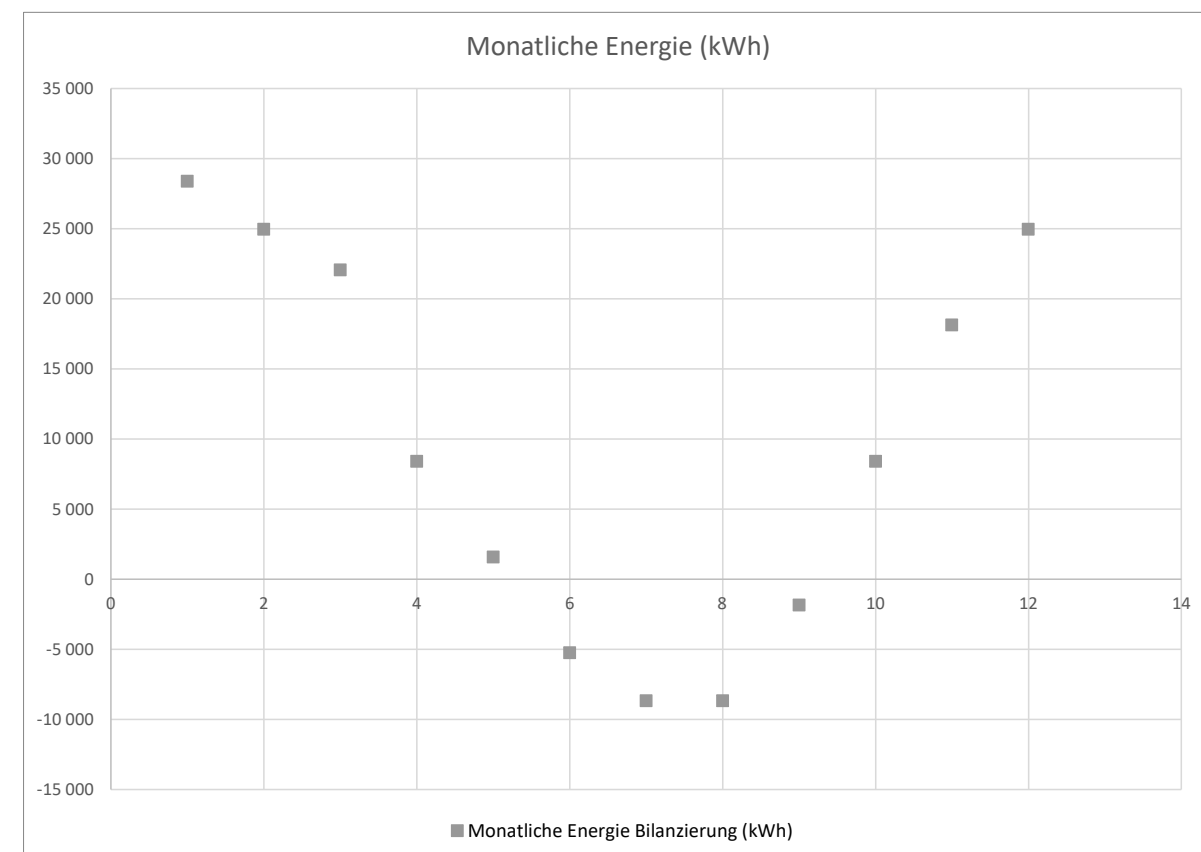
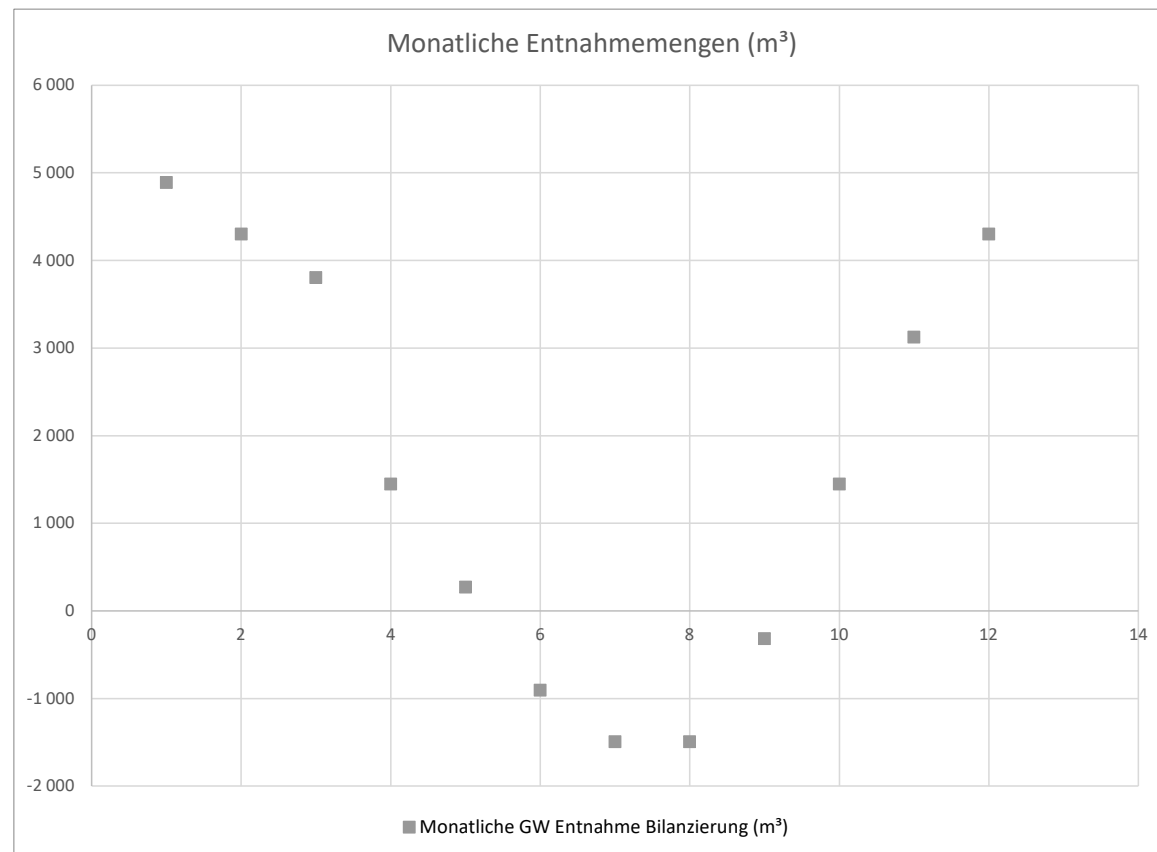
Dr.rer.nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung

Monat	Heizung (bereits durch Fa. Schloze und Jaeger monatlich bilanziert)				Kühlung (bereits durch Fa. Schloze und Jaeger monatlich bilanziert)				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan	4 890	Nord	28 388	-5					4 890	28 388	Nord	Süd	-5
Feb	4 302	Nord	24 973	-5					4 302	24 973	Nord	Süd	-5
Mrz	3 802	Nord	22 073	-5					3 802	22 073	Nord	Süd	-5
Apr	1 449	Nord	8 411	-5					1 449	8 411	Nord	Süd	-5
Mai	272	Nord	1 581	-5					272	1 581	Süd	Nord	-5
Jun					904	Süd	5 250	5	-904	-5 250	Süd	Nord	5
Jul					1 493	Süd	8 665	5	-1 493	-8 665	Süd	Nord	5
Aug					1 493	Süd	8 665	5	-1 493	-8 665	Süd	Nord	5
Sep					316	Süd	1 835	5	-316	-1 835	Süd	Nord	5
Okt	1 449	Nord	8 411	-5					1 449	8 411	Nord	Süd	-5
Nov	3 125	Nord	18 143	-5					3 125	18 143	Nord	Süd	-5
Dez	4 302	Nord	24 973	-5					4 302	24 973	Nord	Süd	-5
Summe	23 590		136 954		4 205		24 415		19 385	112 539			

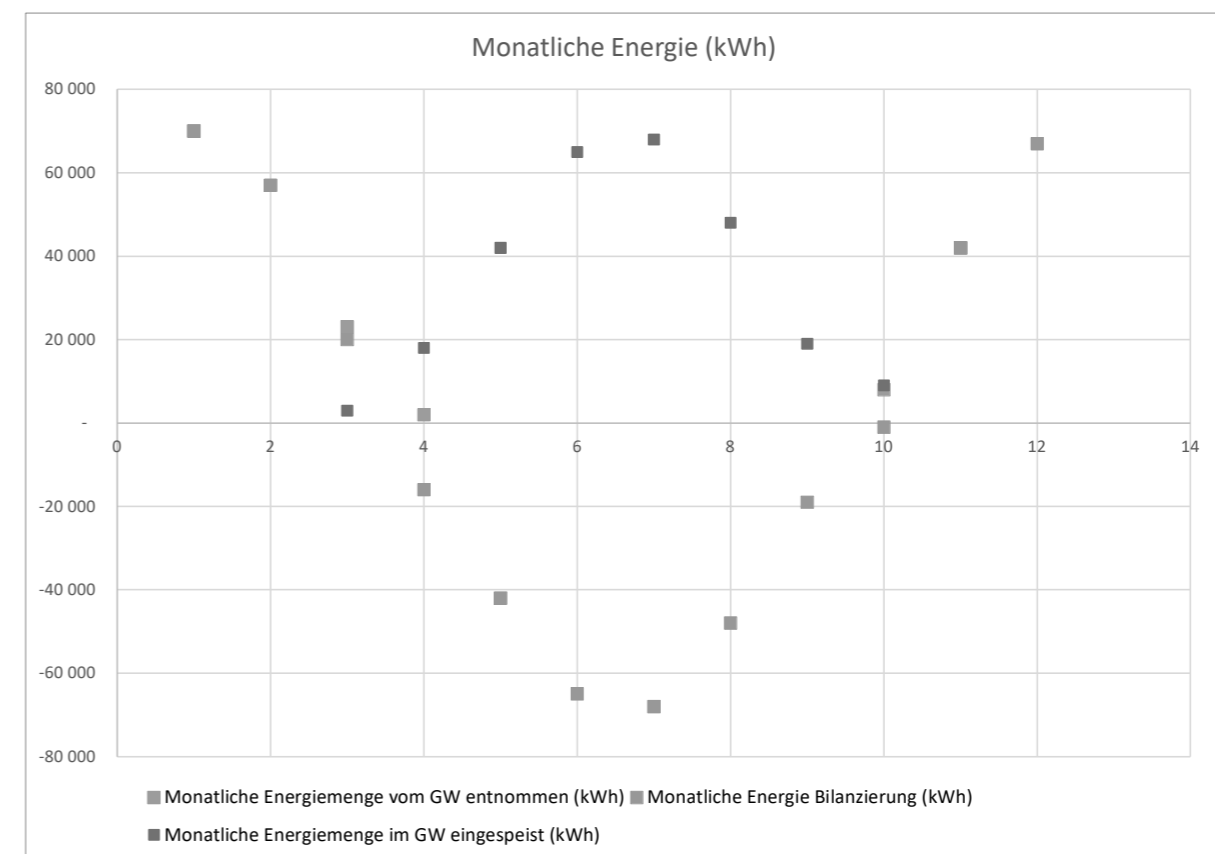
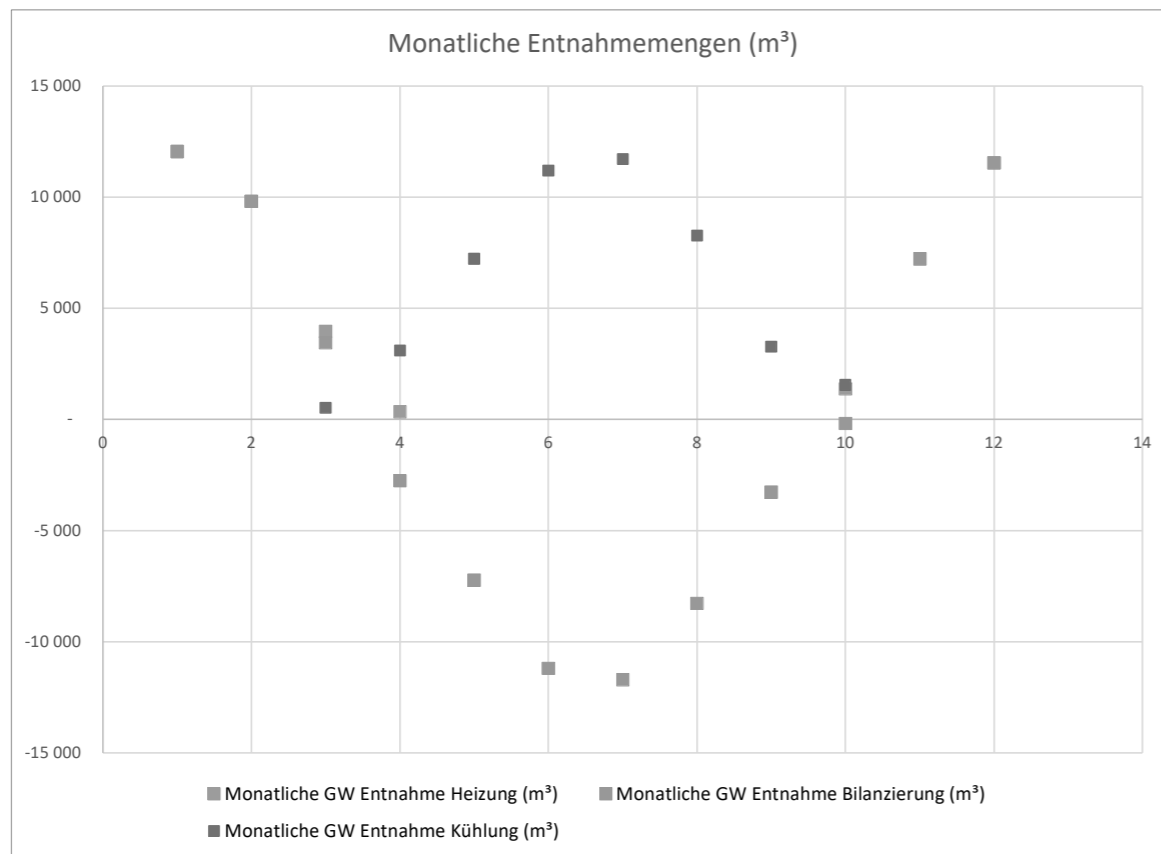


Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant)

Jul. 27

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan	12 057	2 Brunnen Nord	70 000	-5					12 057	70 000	2 Brunnen Nord	2 Brunnen Süd	-5
Feb	9 818	2 Brunnen Nord	57 000	-5					9 818	57 000	2 Brunnen Nord	2 Brunnen Süd	-5
Mrz	3 962	2 Brunnen Nord	23 000	-5	517	2 Brunnen Süd	3 000	5	3 445	20 000	2 Brunnen Nord	2 Brunnen Süd	-5
Apr	344	2 Brunnen Nord	2 000	-5	3 100	2 Brunnen Süd	18 000	5	-2 756	-16 000	2 Brunnen Süd	2 Brunnen Nord	5
Mai					7 234	2 Brunnen Süd	42 000	5	-7 234	-42 000	2 Brunnen Süd	2 Brunnen Nord	5
Jun					11 196	2 Brunnen Süd	65 000	5	-11 196	-65 000	2 Brunnen Süd	2 Brunnen Nord	5
Jul					11 713	2 Brunnen Süd	68 000	5	-11 713	-68 000	2 Brunnen Süd	2 Brunnen Nord	5
Aug					8 268	2 Brunnen Süd	48 000	5	-8 268	-48 000	2 Brunnen Süd	2 Brunnen Nord	5
Sep					3 273	2 Brunnen Süd	19 000	5	-3 273	-19 000	2 Brunnen Süd	2 Brunnen Nord	5
Okt	1 378	2 Brunnen Nord	8 000	-5	1 550	2 Brunnen Süd	9 000	5	-172	-1 000	2 Brunnen Süd	2 Brunnen Nord	5
Nov	7 234	2 Brunnen Nord	42 000	-5					7 234	42 000	2 Brunnen Nord	2 Brunnen Süd	-5
Dez	11 541	2 Brunnen Nord	67 000	-5					11 541	67 000	2 Brunnen Nord	2 Brunnen Süd	-5
Summe	46 335		269 000		46 852		272 000		-517	-3 000			



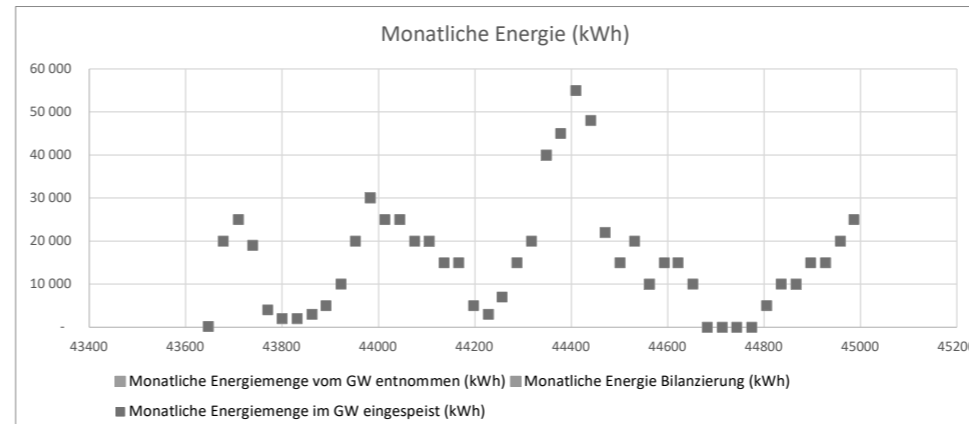
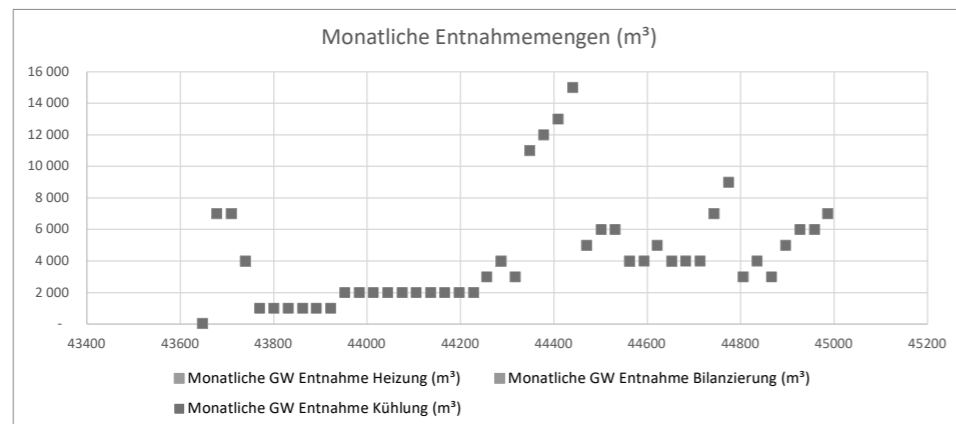
Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant)

Jul. 19

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung

Werte von Juli 2019 bis März 2023

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jul 19					50	2 Brunnen Ost	156	2,69	50	156	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,69
Aug 19					7 000	2 Brunnen Ost	20 000	2,46	7 000	20000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,46
Sep 19					7 000	2 Brunnen Ost	25 000	3,08	7 000	25000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,08
Okt 19					4 000	2 Brunnen Ost	19 000	4,09	4 000	19000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	4,09
Nov 19					1 000	2 Brunnen Ost	4 000	3,44	1 000	4000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,44
Dez 19					1 000	2 Brunnen Ost	2 000	1,72	1 000	2000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	1,72
Jan 20					1 000	2 Brunnen Ost	2 000	1,72	1 000	2000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	1,72
Feb 20					1 000	2 Brunnen Ost	3 000	2,58	1 000	3000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,58
Mrz 20					1 000	2 Brunnen Ost	5 000	4,31	1 000	5000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	4,31
Apr 20					1 000	2 Brunnen Ost	10 000	8,61	1 000	10000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	8,61
Mai 20					2 000	2 Brunnen Ost	20 000	8,61	2 000	20000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	8,61
Jun 20					2 000	2 Brunnen Ost	30 000	12,92	2 000	30000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	12,92
Jul 20					2 000	2 Brunnen Ost	25 000	10,77	2 000	25000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	10,77
Aug 20					2 000	2 Brunnen Ost	25 000	10,77	2 000	25000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	10,77
Sep 20					2 000	2 Brunnen Ost	20 000	8,61	2 000	20000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	8,61
Okt 20					2 000	2 Brunnen Ost	20 000	8,61	2 000	20000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	8,61
Nov 20					2 000	2 Brunnen Ost	15 000	6,46	2 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	6,46
Dez 20					2 000	2 Brunnen Ost	15 000	6,46	2 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	6,46
Jan 21					2 000	2 Brunnen Ost	5 000	2,15	2 000	5000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,15
Feb 21					2 000	2 Brunnen Ost	3 000	1,29	2 000	3000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	1,29
Mrz 21					3 000	2 Brunnen Ost	7 000	2,01	3 000	7000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,01
Apr 21					4 000	2 Brunnen Ost	15 000	3,23	4 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,23
Mai 21					3 000	2 Brunnen Ost	20 000	5,74	3 000	20000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	5,74
Jun 21					11 000	2 Brunnen Ost	40 000	3,13	11 000	40000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,13
Jul 21					12 000	2 Brunnen Ost	45 000	3,23	12 000	45000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,23
Aug 21					13 000	2 Brunnen Ost	55 000	3,64	13 000	55000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,64
Sep 21					15 000	2 Brunnen Ost	48 000	2,76	15 000	48000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,76
Okt 21					5 000	2 Brunnen Ost	22 000	3,79	5 000	22000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,79
Nov 21					6 000	2 Brunnen Ost	15 000	2,15	6 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,15
Dez 21					6 000	2 Brunnen Ost	20 000	2,87	6 000	20000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,87
Jan 22					4 000	2 Brunnen Ost	10 000	2,15	4 000	10000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,15
Feb 22					4 000	2 Brunnen Ost	15 000	3,23	4 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,23
Mrz 22					5 000	2 Brunnen Ost	15 000	2,58	5 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,58
Apr 22					4 000	2 Brunnen Ost	10 000	2,15	4 000	10000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,15
Mai 22					4 000	2 Brunnen Ost	-	0,00	4 000	0	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	0,00
Jun 22					4 000	2 Brunnen Ost	-	0,00	4 000	0	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	0,00
Jul 22					7 000	2 Brunnen Ost	-	0,00	7 000	0	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	0,00
Aug 22					9 000	2 Brunnen Ost	-	0,00	9 000	0	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	0,00
Sep 22					3 000	2 Brunnen Ost	5 000	1,44	3 000	5000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	1,44
Okt 22					4 000	2 Brunnen Ost	10 000	2,15	4 000	10000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,15
Nov 22					3 000	2 Brunnen Ost	10 000	2,87	3 000	10000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,87
Dez 22					5 000	2 Brunnen Ost	15 000	2,58	5 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,58
Jan 23					6 000	2 Brunnen Ost	15 000	2,15	6 000	15000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,15
Feb 23					6 000	2 Brunnen Ost	20 000	2,87	6 000	20000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,87
Mrz 23					7 000	2 Brunnen Ost	25 000	3,08	7 000	25000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,08



Henke und Partner GmbH

Projekt HDCAMP

Eingabe für die Simulation der geothermischen Anlage DKFZ REZ

Anlage 5.3.2

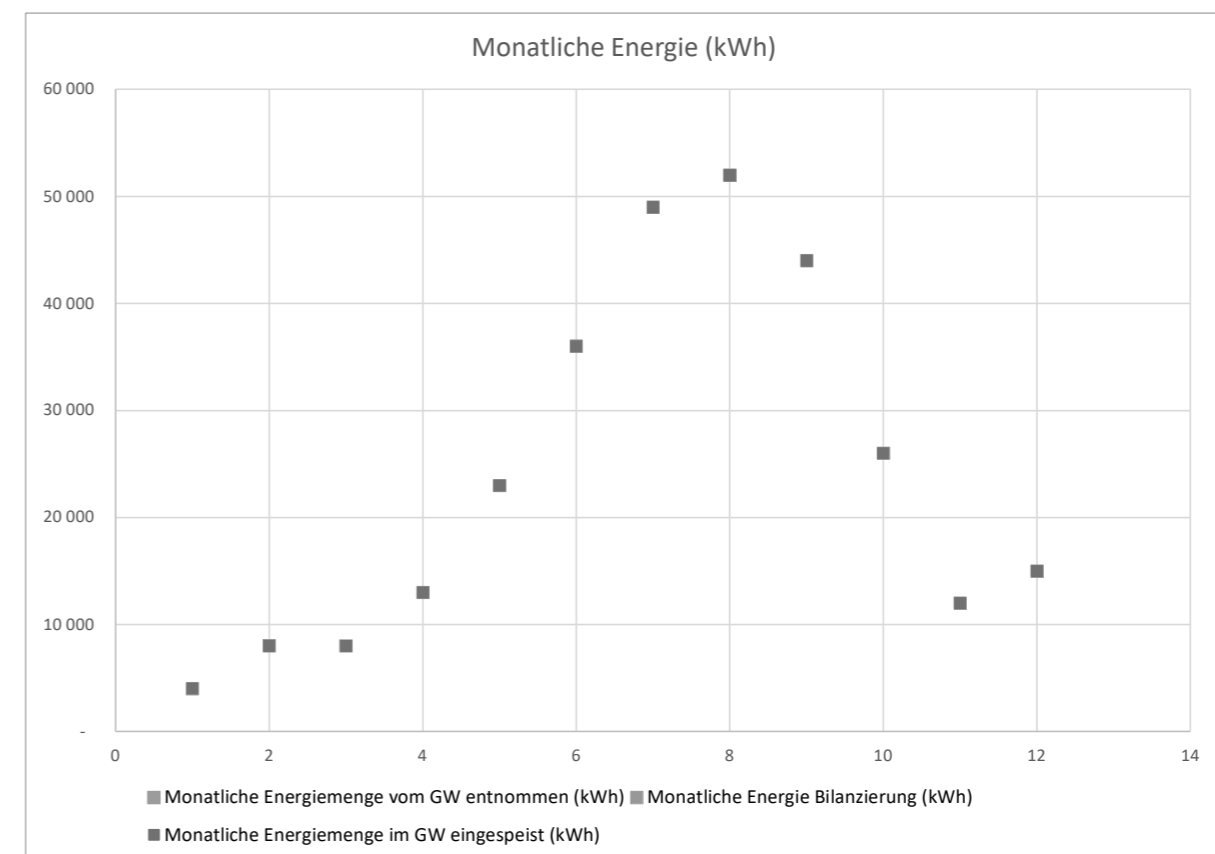
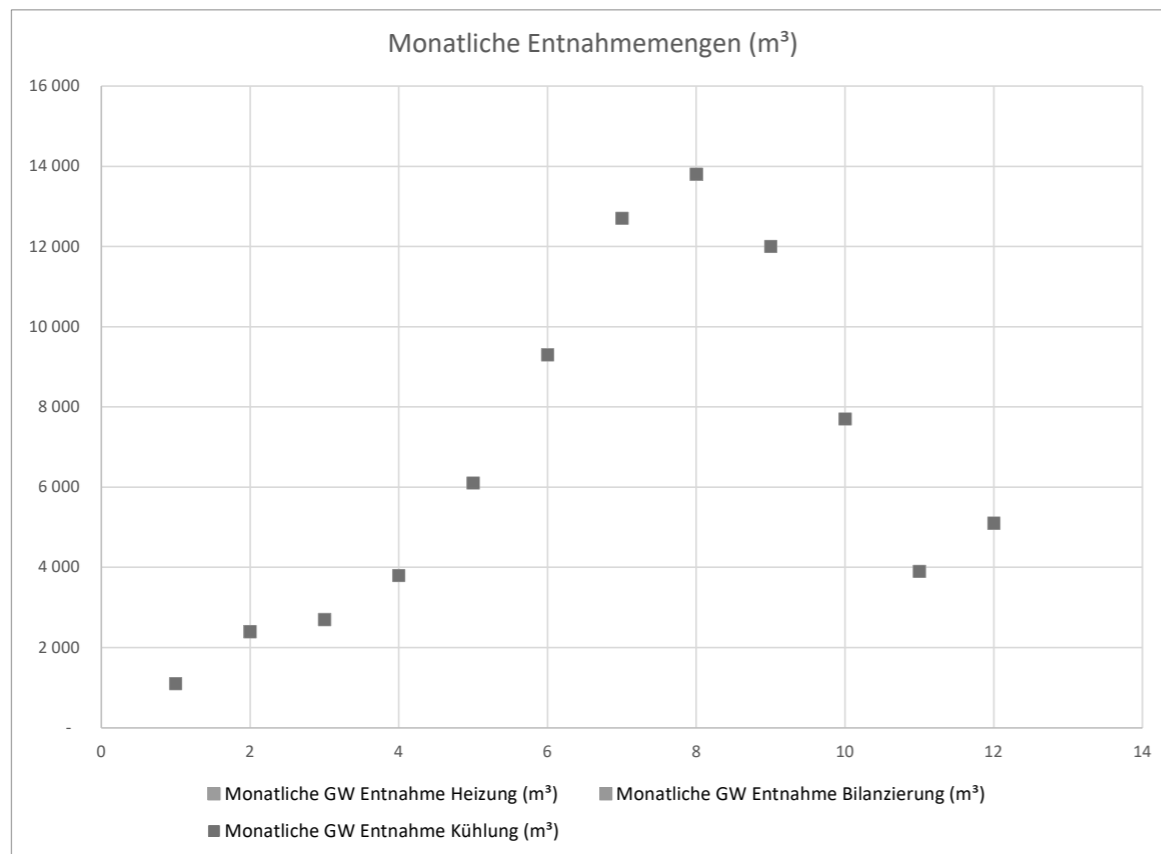
Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant)

Jul. 19

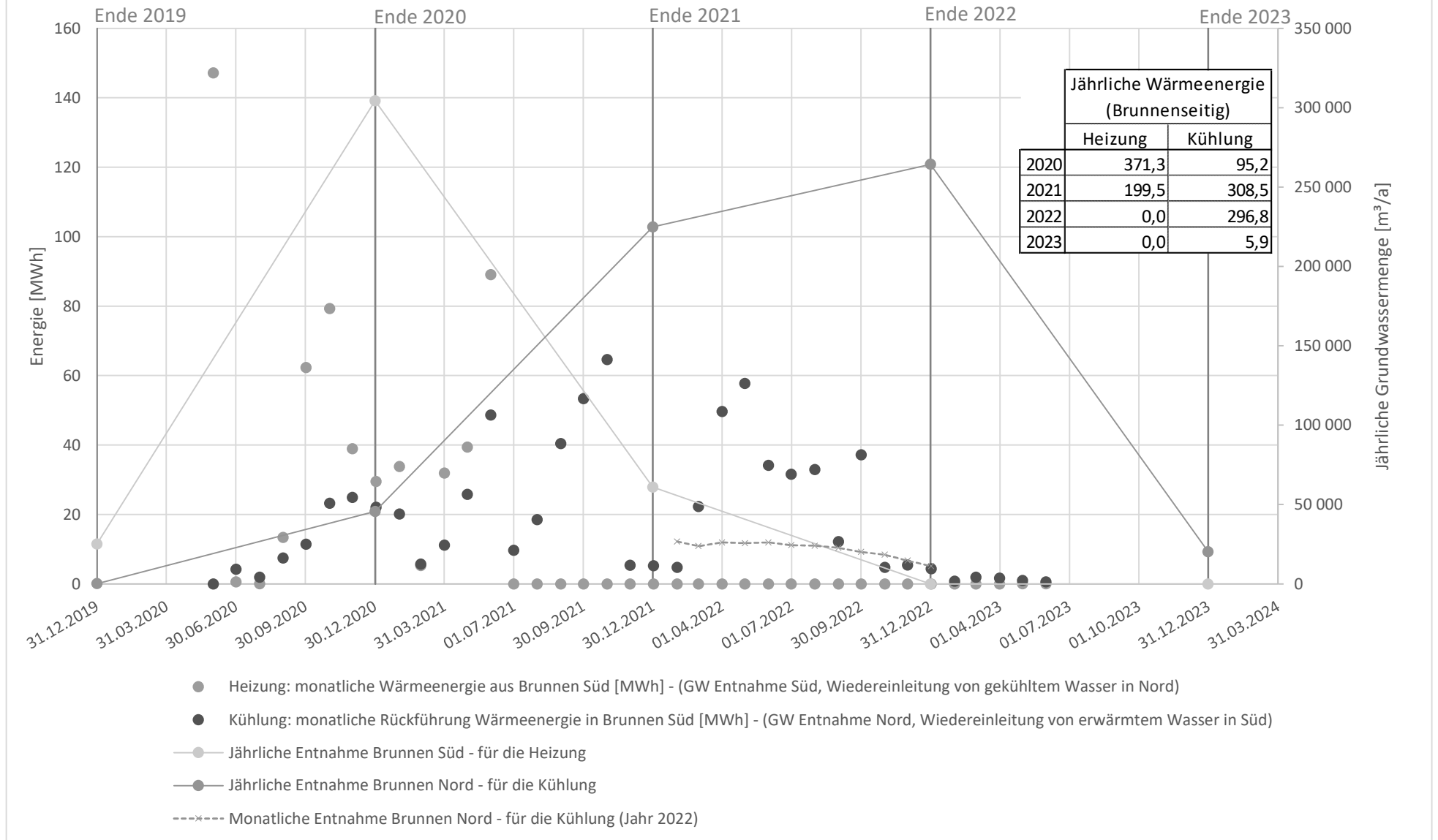
Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung

Werte ab April 2023

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan					1 100	2 Brunnen Ost	4 000	3,13	1 100	4 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,13
Feb					2 400	2 Brunnen Ost	8 000	2,87	2 400	8 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,87
Mrz					2 700	2 Brunnen Ost	8 000	2,55	2 700	8 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,55
Apr					3 800	2 Brunnen Ost	13 000	2,95	3 800	13 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,95
Mai					6 100	2 Brunnen Ost	23 000	3,25	6 100	23 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,25
Jun					9 300	2 Brunnen Ost	36 000	3,33	9 300	36 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,33
Jul					12 700	2 Brunnen Ost	49 000	3,32	12 700	49 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,32
Aug					13 800	2 Brunnen Ost	52 000	3,25	13 800	52 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,25
Sep					12 000	2 Brunnen Ost	44 000	3,16	12 000	44 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	3,16
Okt					7 700	2 Brunnen Ost	26 000	2,91	7 700	26 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,91
Nov					3 900	2 Brunnen Ost	12 000	2,65	3 900	12 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,65
Dez					5 100	2 Brunnen Ost	15 000	2,53	5 100	15 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	2,53
Summe					80 600		290 000		80 600	290 000			



Geothermieanlage HeidelbergCement AG Betriebsdaten



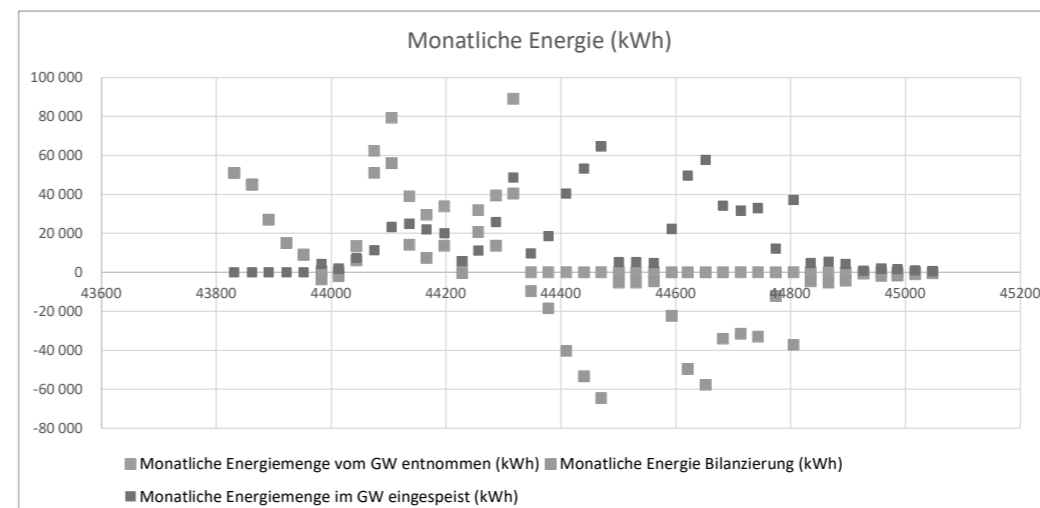
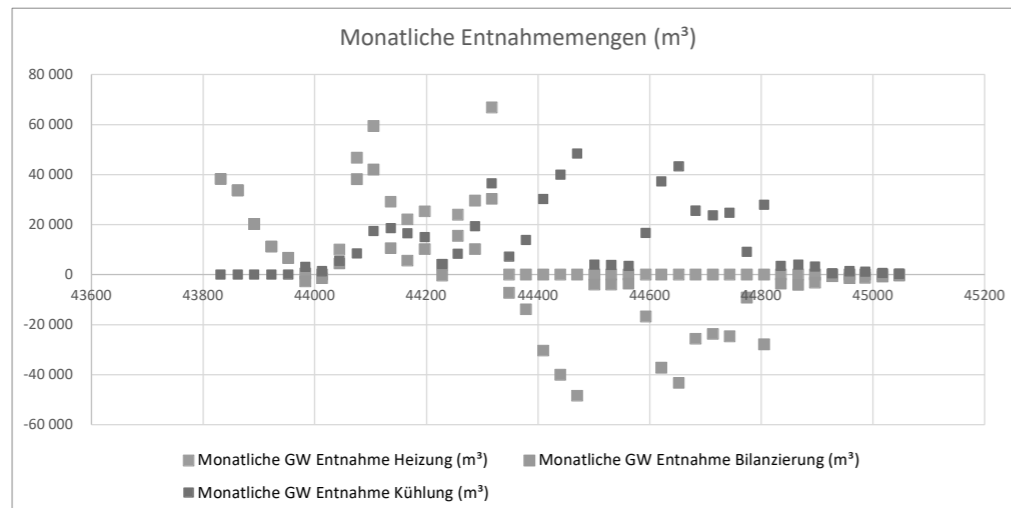
Henke und Partner GmbH
Projekt HDCAMP
Eingabe für die Simulation der geothermischen Anlage HDC

Anlage 5.4.1.2

Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant) Ende 2019

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung Werte von Januar 2020 bis Mai 2023

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan. 20	38 250	Süd	51 000	-1,15	0	Nord	0	1,15	38 250	51 000	Süd	Nord	-1,15
Feb. 20	33 750	Süd	45 000	-1,15	0	Nord	0	1,15	33 750	45 000	Süd	Nord	-1,15
Mrz. 20	20 250	Süd	27 000	-1,15	0	Nord	0	1,15	20 250	27 000	Süd	Nord	-1,15
Apr. 20	11 250	Süd	15 000	-1,15	0	Nord	0	1,15	11 250	15 000	Süd	Nord	-1,15
Mai. 20	6 750	Süd	9 000	-1,15	0	Nord	0	1,15	6 750	9 000	Süd	Nord	-1,15
Jun. 20	449	Süd	598	-1,15	3 143	Nord	4 190	1,15	-2 694	-3 592	Nord	Süd	1,15
Jul. 20	9	Süd	12	-1,15	1 445	Nord	1 927	1,15	-1 436	-1 914	Nord	Süd	1,15
Aug. 20	10 067	Süd	13 419	-1,15	5 588	Nord	7 451	1,15	4 479	5 969	Süd	Nord	-1,15
Sep. 20	46 776	Süd	62 350	-1,15	8 560	Nord	11 414	1,15	38 216	50 937	Süd	Nord	-1,15
Okt. 20	59 501	Süd	79 313	-1,15	17 445	Nord	23 260	1,15	42 056	56 053	Süd	Nord	-1,15
Nov. 20	29 223	Süd	38 953	-1,15	18 659	Nord	24 878	1,15	10 565	14 075	Süd	Nord	-1,15
Dez. 20	22 120	Süd	29 485	-1,15	16 549	Nord	22 066	1,15	5 571	7 419	Süd	Nord	-1,15
Jan. 21	25 351	Süd	33 792	-1,15	15 074	Nord	20 098	1,15	10 278	13 694	Süd	Nord	-1,15
Feb. 21	3 983	Süd	5 309	-1,15	4 286	Nord	5 715	1,15	-303	-406	Nord	Süd	1,15
Mrz. 21	23 933	Süd	31 902	-1,15	8 370	Nord	11 161	1,15	15 563	20 742	Süd	Nord	-1,15
Apr. 21	29 583	Süd	39 433	-1,15	19 353	Nord	25 804	1,15	10 231	13 630	Süd	Nord	-1,15
Mai. 21	66 804	Süd	89 046	-1,15	36 485	Nord	48 646	1,15	30 319	40 400	Süd	Nord	-1,15
Jun. 21	0	Süd	0	-1,15	7 251	Nord	9 668	1,15	-7 251	-9 668	Nord	Süd	1,15
Jul. 21	0	Süd	0	-1,15	13 883	Nord	18 510	1,15	-13 883	-18 510	Nord	Süd	1,15
Aug. 21	0	Süd	0	-1,15	30 314	Nord	40 419	1,15	-30 314	-40 419	Nord	Süd	1,15
Sep. 21	0	Süd	0	-1,15	40 009	Nord	53 345	1,15	-40 009	-53 345	Nord	Süd	1,15
Okt. 21	0	Süd	0	-1,15	48 443	Nord	64 591	1,15	-48 443	-64 591	Nord	Süd	1,15
Nov. 21	0	Süd	0	-1,15	4 007	Nord	5 343	1,15	-4 007	-5 343	Nord	Süd	1,15
Dez. 21	0	Süd	0	-1,15	3 919	Nord	5 225	1,15	-3 919	-5 225	Nord	Süd	1,15
Jan. 22	0	Süd	0	-1,15	3 571	Nord	4 762	1,15	-3 571	-4 762	Nord	Süd	1,15
Feb. 22	0	Süd	0	-1,15	16 698	Nord	22 264	1,15	-16 698	-22 264	Nord	Süd	1,15
Mrz. 22	0	Süd	0	-1,15	37 226	Nord	49 635	1,15	-37 226	-49 635	Nord	Süd	1,15
Apr. 22	0	Süd	0	-1,15	43 308	Nord	57 743	1,15	-43 308	-57 743	Nord	Süd	1,15
Mai. 22	0	Süd	0	-1,15	25 599	Nord	34 132	1,15	-25 599	-34 132	Nord	Süd	1,15
Jun. 22	0	Süd	0	-1,15	23 687	Nord	31 582	1,15	-23 687	-31 582	Nord	Süd	1,15
Jul. 22	0	Süd	0	-1,15	24 705	Nord	32 940	1,15	-24 705	-32 940	Nord	Süd	1,15
Aug. 22	0	Süd	0	-1,15	9 113	Nord	12 150	1,15	-9 113	-12 150	Nord	Süd	1,15
Sep. 22	0	Süd	0	-1,15	27 864	Nord	37 152	1,15	-27 864	-37 152	Nord	Süd	1,15
Okt. 22	0	Süd	0	-1,15	3 549	Nord	4 732	1,15	-3 549	-4 732	Nord	Süd	1,15
Nov. 22	0	Süd	0	-1,15	4 053	Nord	5 404	1,15	-4 053	-5 404	Nord	Süd	1,15
Dez. 22	0	Süd	0	-1,15	3 247	Nord	4 330	1,15	-3 247	-4 330	Nord	Süd	1,15
Jan. 23	0	Süd	0	-1,15	585	Nord	781	1,15	-585	-781	Nord	Süd	1,15
Feb. 23	0	Süd	0	-1,15	1 427	Nord	1 902	1,15	-1 427	-1 902	Nord	Süd	1,15
Mrz. 23	0	Süd	0	-1,15	1 255	Nord	1 673	1,15	-1 255	-1 673	Nord	Süd	1,15
Apr. 23	6	Süd	8	-1,15	739	Nord	985	1,15	-733	-977	Nord	Süd	1,15
Mai. 23	6	Süd	8	-1,15	411	Nord	548	1,15	-405	-540	Nord	Süd	1,15



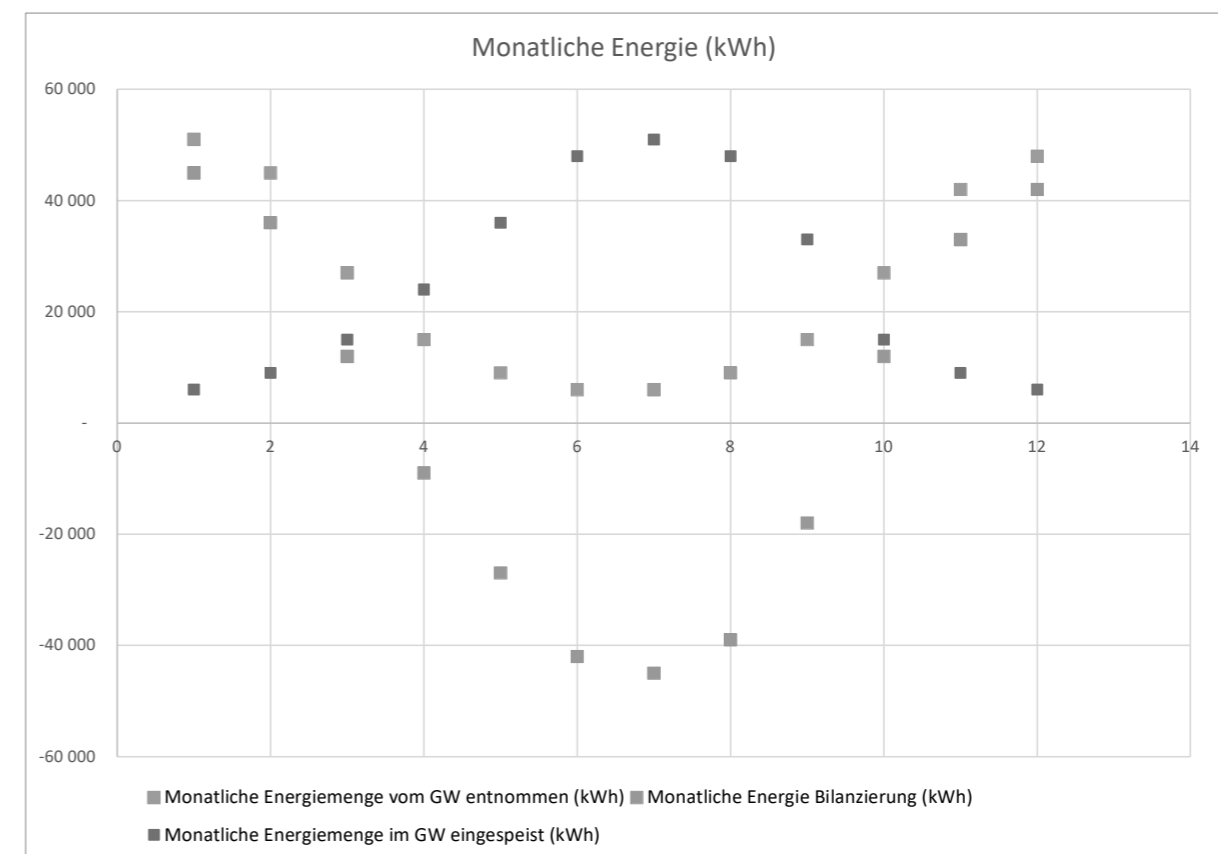
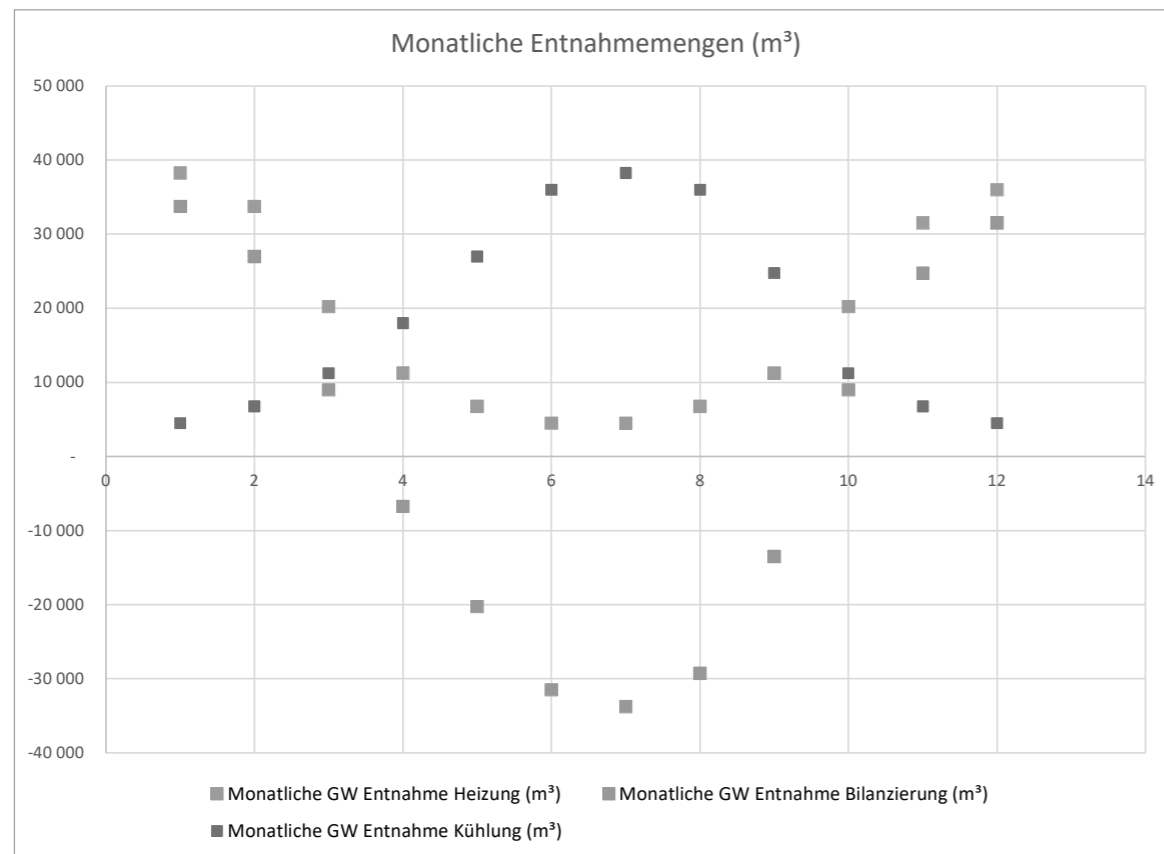
Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant)

Ende 2019

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung

Werte ab Juni 2023

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan	38 250	Süd	51 000	-1,15	4 500	Nord	6 000	1,15	33 750	45 000	Süd	Nord	-1,15
Feb	33 750	Süd	45 000	-1,15	6 750	Nord	9 000	1,15	27 000	36 000	Süd	Nord	-1,15
Mrz	20 250	Süd	27 000	-1,15	11 250	Nord	15 000	1,15	9 000	12 000	Süd	Nord	-1,15
Apr	11 250	Süd	15 000	-1,15	18 000	Nord	24 000	1,15	-6 750	-9 000	Nord	Süd	1,15
Mai	6 750	Süd	9 000	-1,15	27 000	Nord	36 000	1,15	-20 250	-27 000	Nord	Süd	1,15
Jun	4 500	Süd	6 000	-1,15	36 000	Nord	48 000	1,15	-31 500	-42 000	Nord	Süd	1,15
Jul	4 500	Süd	6 000	-1,15	38 250	Nord	51 000	1,15	-33 750	-45 000	Nord	Süd	1,15
Aug	6 750	Süd	9 000	-1,15	36 000	Nord	48 000	1,15	-29 250	-39 000	Nord	Süd	1,15
Sep	11 250	Süd	15 000	-1,15	24 750	Nord	33 000	1,15	-13 500	-18 000	Nord	Süd	1,15
Okt	20 250	Süd	27 000	-1,15	11 250	Nord	15 000	1,15	9 000	12 000	Süd	Nord	-1,15
Nov	31 500	Süd	42 000	-1,15	6 750	Nord	9 000	1,15	24 750	33 000	Süd	Nord	-1,15
Dez	36 000	Süd	48 000	-1,15	4 500	Nord	6 000	1,15	31 500	42 000	Süd	Nord	-1,15
Summe	225 000		300 000		225 000		300 000		0	0			

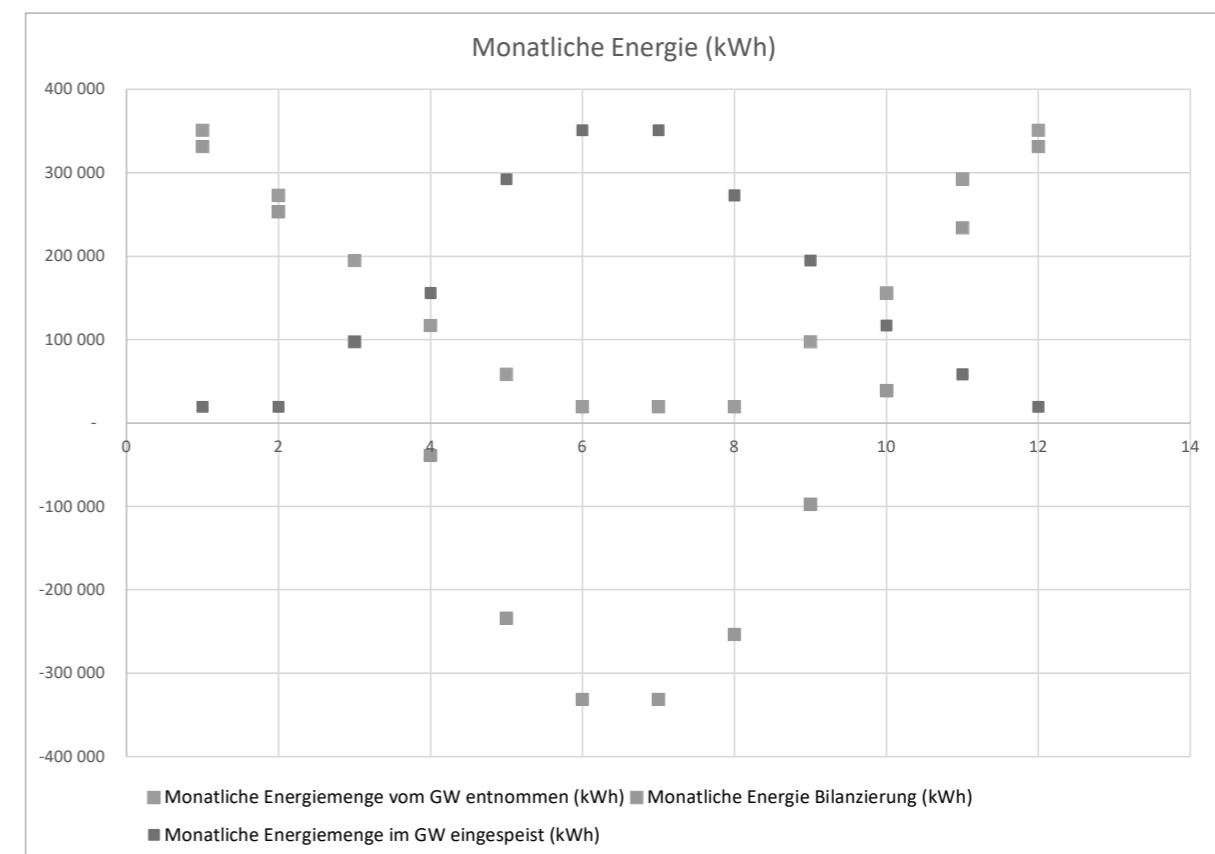
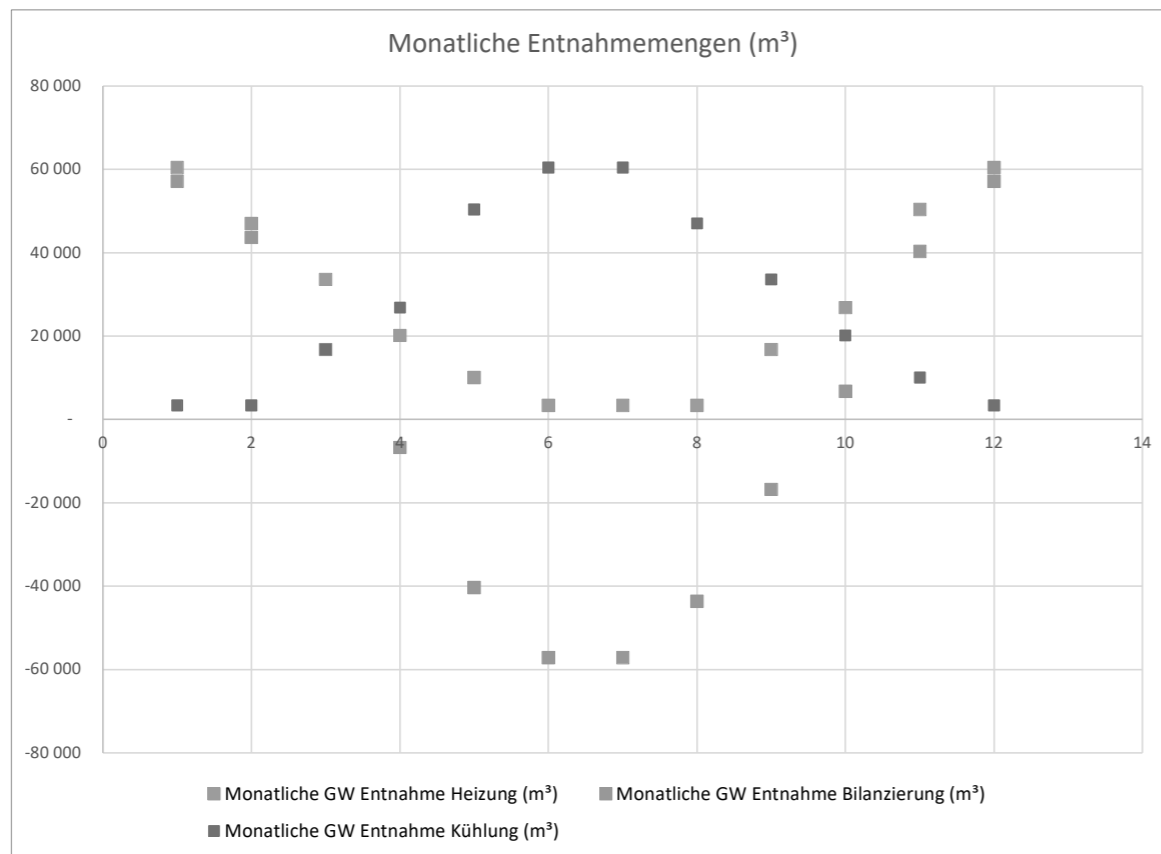


Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant)

Mai. 29

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan	60 459	2 Brunnen Ost	351 000	-5,00	3 359	2 Brunnen West	19 500	5,01	57 100	331 500	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	-5,01
Feb	47 024	2 Brunnen Ost	273 000	-5,00	3 359	2 Brunnen West	19 500	5,01	43 665	253 500	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	-5,01
Mrz	33 589	2 Brunnen Ost	195 000	-5,00	16 794	2 Brunnen West	97 500	5,01	16 794	97 500	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	-5,01
Apr	20 153	2 Brunnen Ost	117 000	-5,00	26 871	2 Brunnen West	156 000	5,01	-6 718	-39 000	2 Brunnen West	2 Brunnen Ost	5,00
Mai	10 077	2 Brunnen Ost	58 500	-5,00	50 383	2 Brunnen West	292 500	5,01	-40 306	-234 000	2 Brunnen West	2 Brunnen Ost	5,01
Jun	3 359	2 Brunnen Ost	19 500	-5,00	60 459	2 Brunnen West	351 000	5,01	-57 100	-331 500	2 Brunnen West	2 Brunnen Ost	5,01
Jul	3 359	2 Brunnen Ost	19 500	-5,00	60 459	2 Brunnen West	351 000	5,01	-57 100	-331 500	2 Brunnen West	2 Brunnen Ost	5,01
Aug	3 359	2 Brunnen Ost	19 500	-5,00	47 024	2 Brunnen West	273 000	5,01	-43 665	-253 500	2 Brunnen West	2 Brunnen Ost	5,01
Sep	16 794	2 Brunnen Ost	97 500	-5,00	33 589	2 Brunnen West	195 000	5,01	-16 794	-97 500	2 Brunnen West	2 Brunnen Ost	5,01
Okt	26 871	2 Brunnen Ost	156 000	-5,00	20 153	2 Brunnen West	117 000	5,01	6 718	39 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	-5,01
Nov	50 383	2 Brunnen Ost	292 500	-5,00	10 077	2 Brunnen West	58 500	5,01	40 306	234 000	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	-5,01
Dez	60 459	2 Brunnen Ost	351 000	-5,00	3 359	2 Brunnen West	19 500	5,01	57 100	331 500	2 Brunnen Ost	2 Brunnen West	-5,01
Summe	335 885		1 950 000		335 885		1 950 000		0	0			

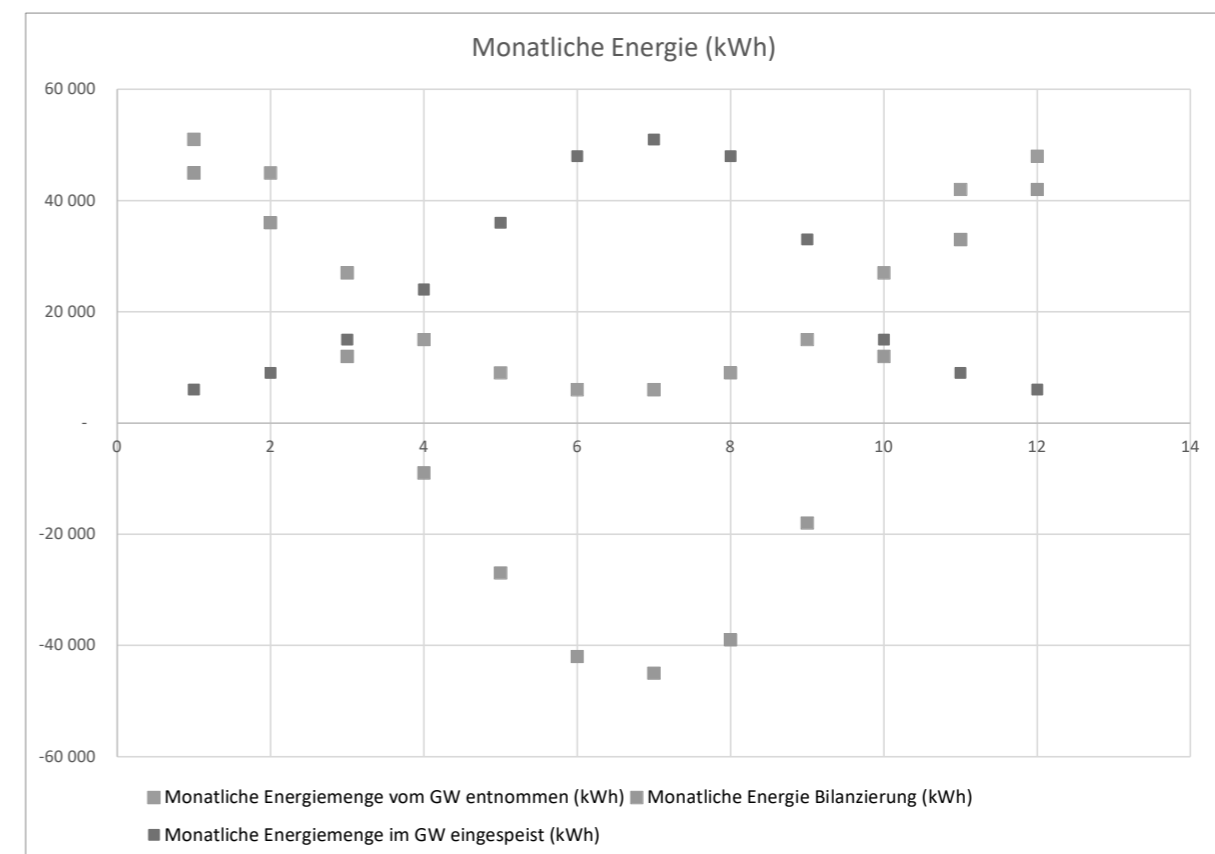
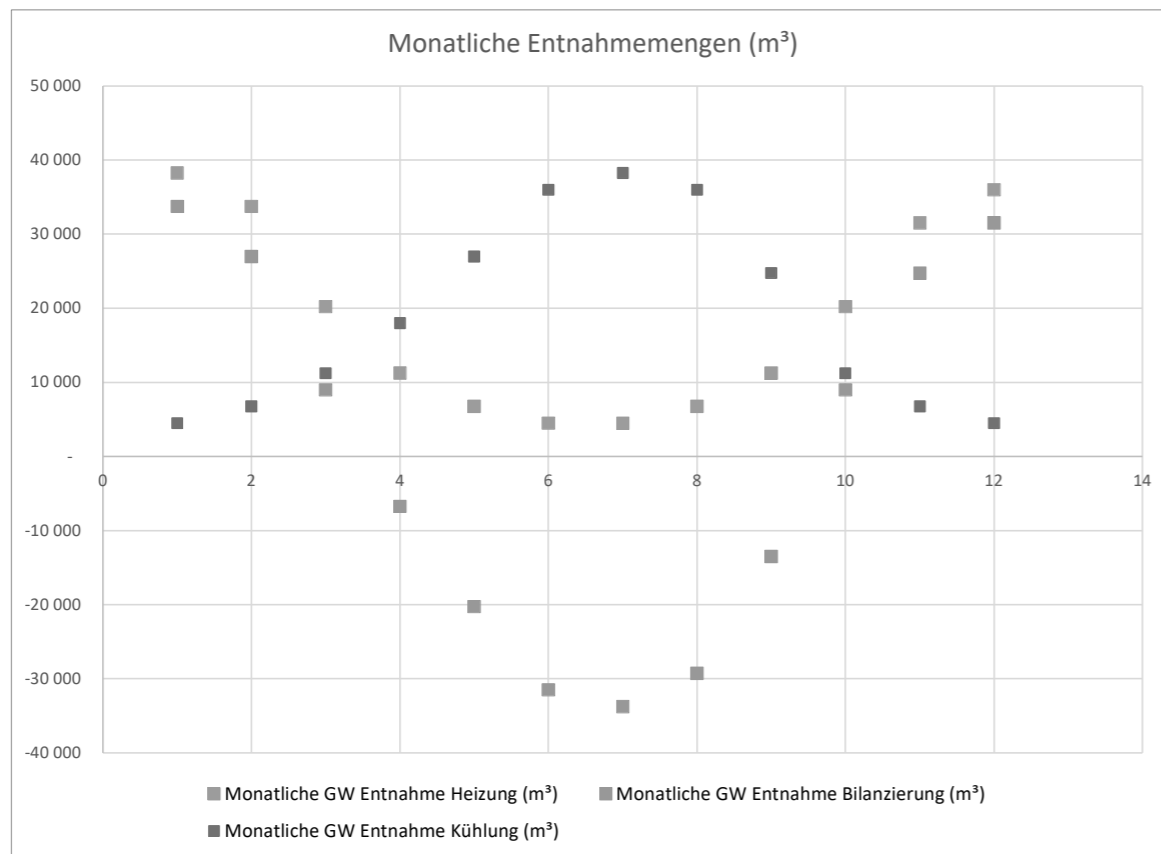


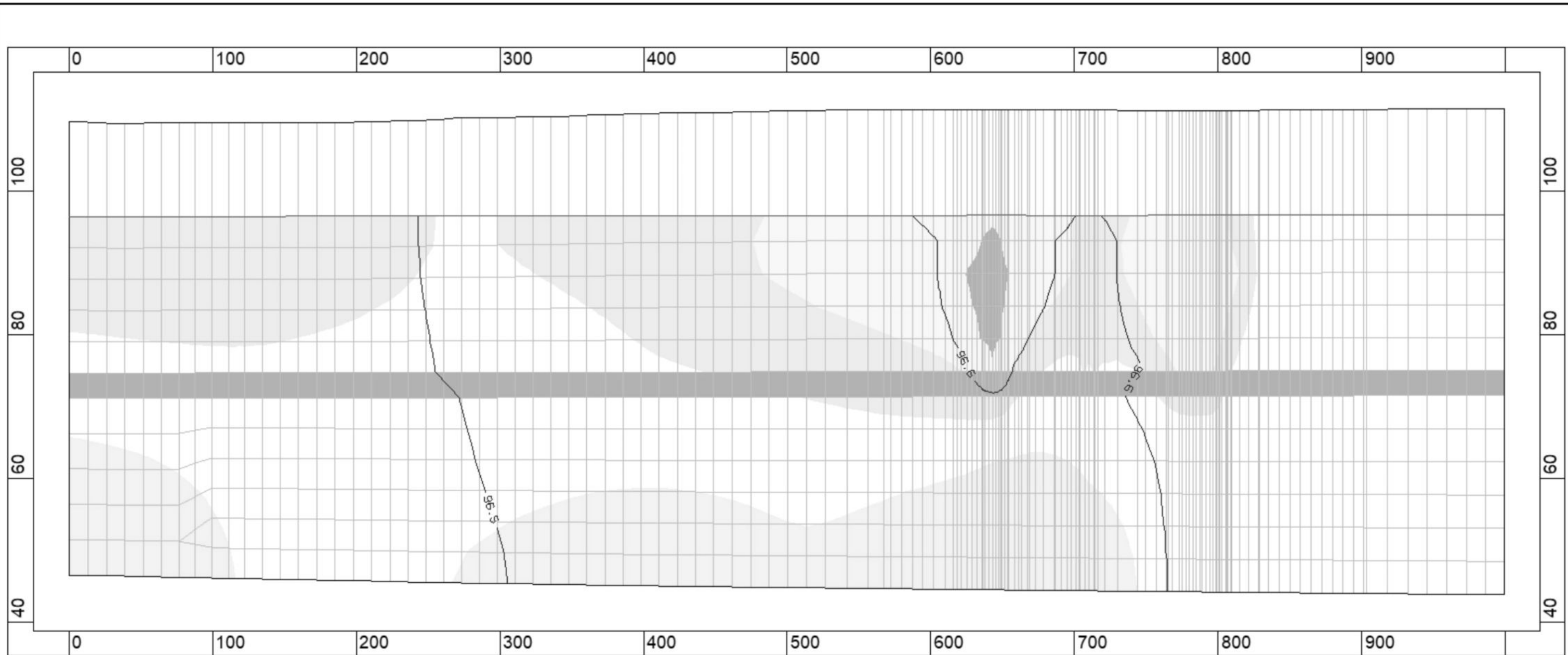
Inbetriebnahme (tatsächlich oder geplant)

Ende 2026

Monatliche Energiewerte, Entnahmemengen und Temperaturspreizung: Analog zur Anlage von HDC

Monat	Heizung				Kühlung				Monatliche Bilanzierung				
	Monatliche GW Entnahme Heizung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge vom GW entnommen (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Kühlung (m³)	Entnahmebrunnen ID	Monatliche Energiemenge im GW eingespeist (kWh)	T° Spreizung (K)	Monatliche GW Entnahme Bilanzierung (m³)	Monatliche Energie Bilanzierung (kWh)	Entnahmebrunnen ID	Schluckbrunnen Welcher Brunnen bekommt T° Spreizung?	T° Spreizung bei dem Schluckbrunnen
Jan	38 250	Süd	51 000	-1,15	4 500	Nord	6 000	1,15	33 750	45 000	Süd	Nord	-1,15
Feb	33 750	Süd	45 000	-1,15	6 750	Nord	9 000	1,15	27 000	36 000	Süd	Nord	-1,15
Mrz	20 250	Süd	27 000	-1,15	11 250	Nord	15 000	1,15	9 000	12 000	Süd	Nord	-1,15
Apr	11 250	Süd	15 000	-1,15	18 000	Nord	24 000	1,15	-6 750	-9 000	Nord	Süd	1,15
Mai	6 750	Süd	9 000	-1,15	27 000	Nord	36 000	1,15	-20 250	-27 000	Nord	Süd	1,15
Jun	4 500	Süd	6 000	-1,15	36 000	Nord	48 000	1,15	-31 500	-42 000	Nord	Süd	1,15
Jul	4 500	Süd	6 000	-1,15	38 250	Nord	51 000	1,15	-33 750	-45 000	Nord	Süd	1,15
Aug	6 750	Süd	9 000	-1,15	36 000	Nord	48 000	1,15	-29 250	-39 000	Nord	Süd	1,15
Sep	11 250	Süd	15 000	-1,15	24 750	Nord	33 000	1,15	-13 500	-18 000	Nord	Süd	1,15
Okt	20 250	Süd	27 000	-1,15	11 250	Nord	15 000	1,15	9 000	12 000	Süd	Nord	-1,15
Nov	31 500	Süd	42 000	-1,15	6 750	Nord	9 000	1,15	24 750	33 000	Süd	Nord	-1,15
Dez	36 000	Süd	48 000	-1,15	4 500	Nord	6 000	1,15	31 500	42 000	Süd	Nord	-1,15
Summe	225 000		300 000		225 000		300 000		0	0			





LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

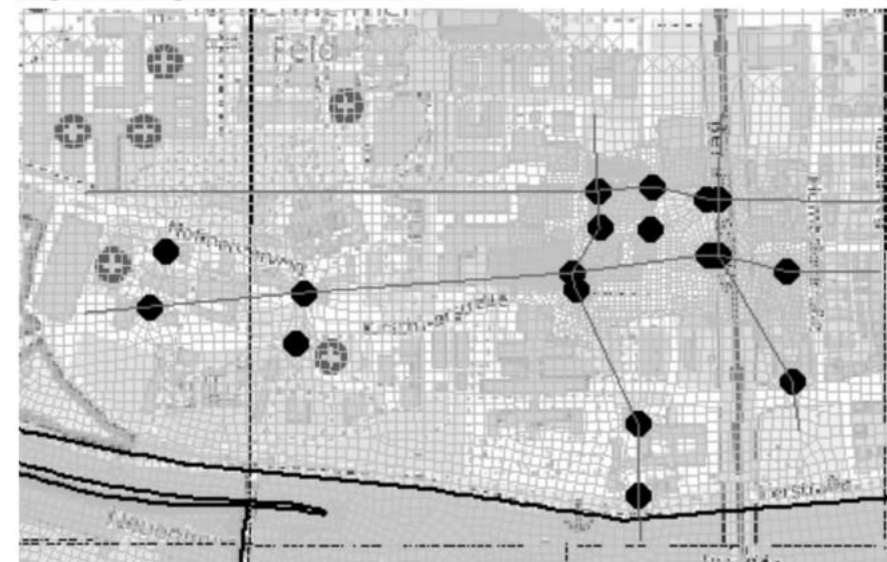
- 5.00 - 7.00
- 7.00 - 9.00
- 9.00 - 11.00
- 11.00 - 13.00
- 13.00 - 14.50

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

- 15.50 - 17.00
- 17.00 - 19.00
- 19.00 - 21.00
- 21.00 - 23.00

- i.d.— Potentiale nach 8880.00 Tagen
- Freie Oberfläche nach 8880.00 Tagen

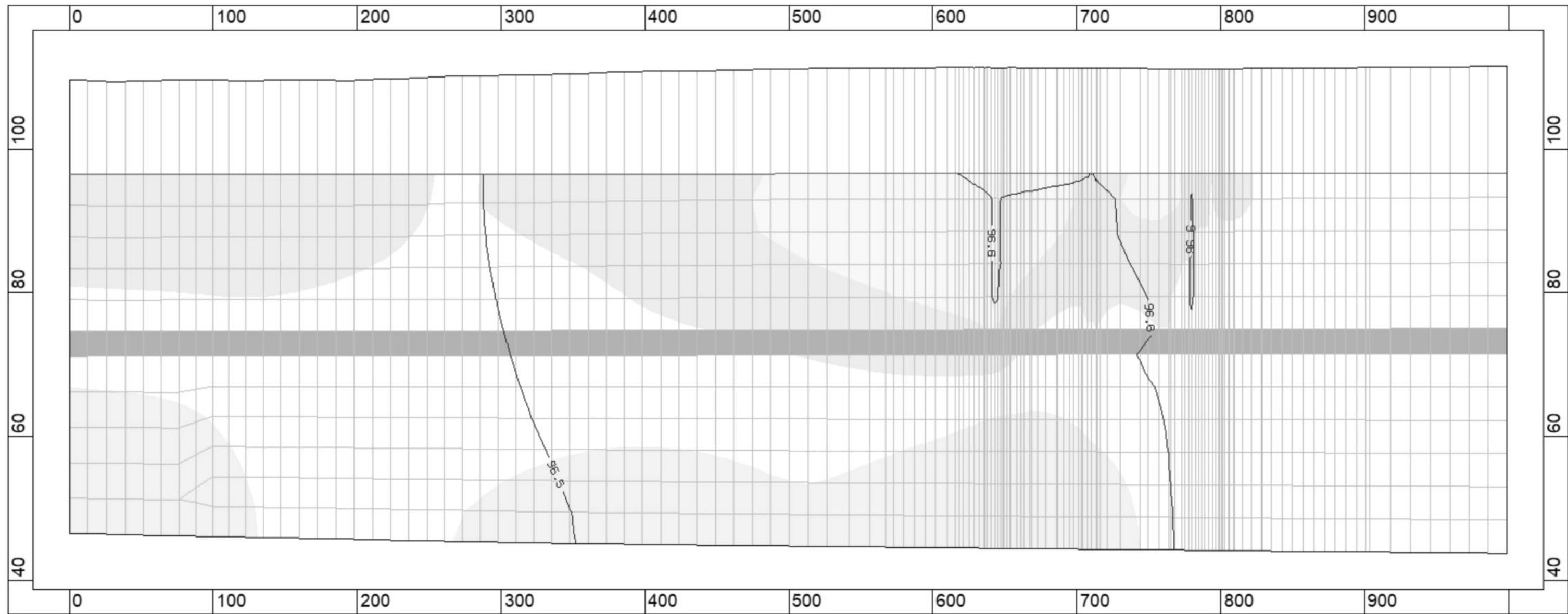
Lage der Längs- und Querschnitte



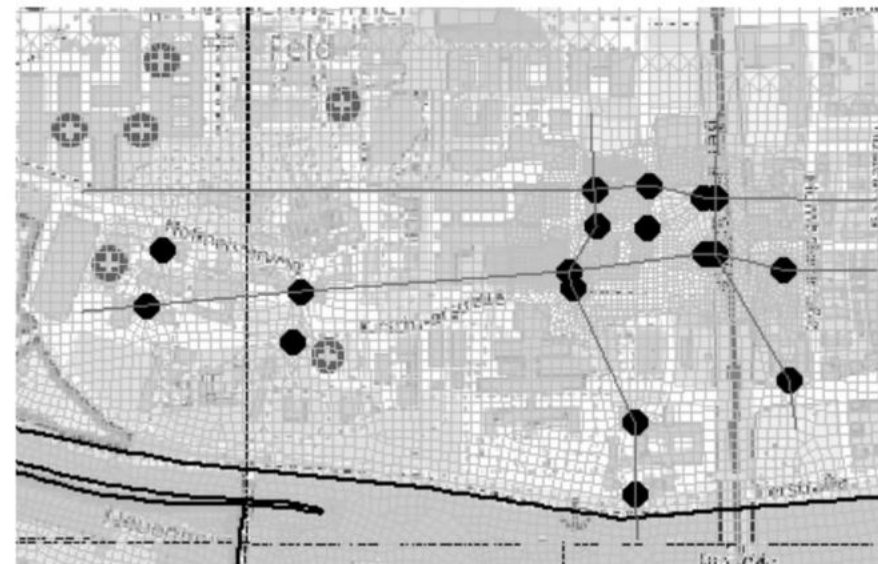
HENKE UND PARTNER GmbH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 7 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73 33 35
Telefax: 0711.73 56 298
email: kontakt@henkegeo.de

gez.	09.'23	Mo	Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg	
ges.	09.'23	Hi		
gep.	09.'23	Hi		
DaN:	HDCAMP G02a		Projekt	Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
eDaN:	k.A.		Darstellung	Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Längsschnitt W-O Nord Sept. 2043
ANLAGE:	06.01.01			
MAßSTAB:	o.M.			

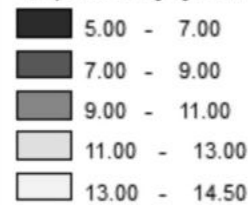


Lage der Längs- und Querschnitte



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



FE-Netz

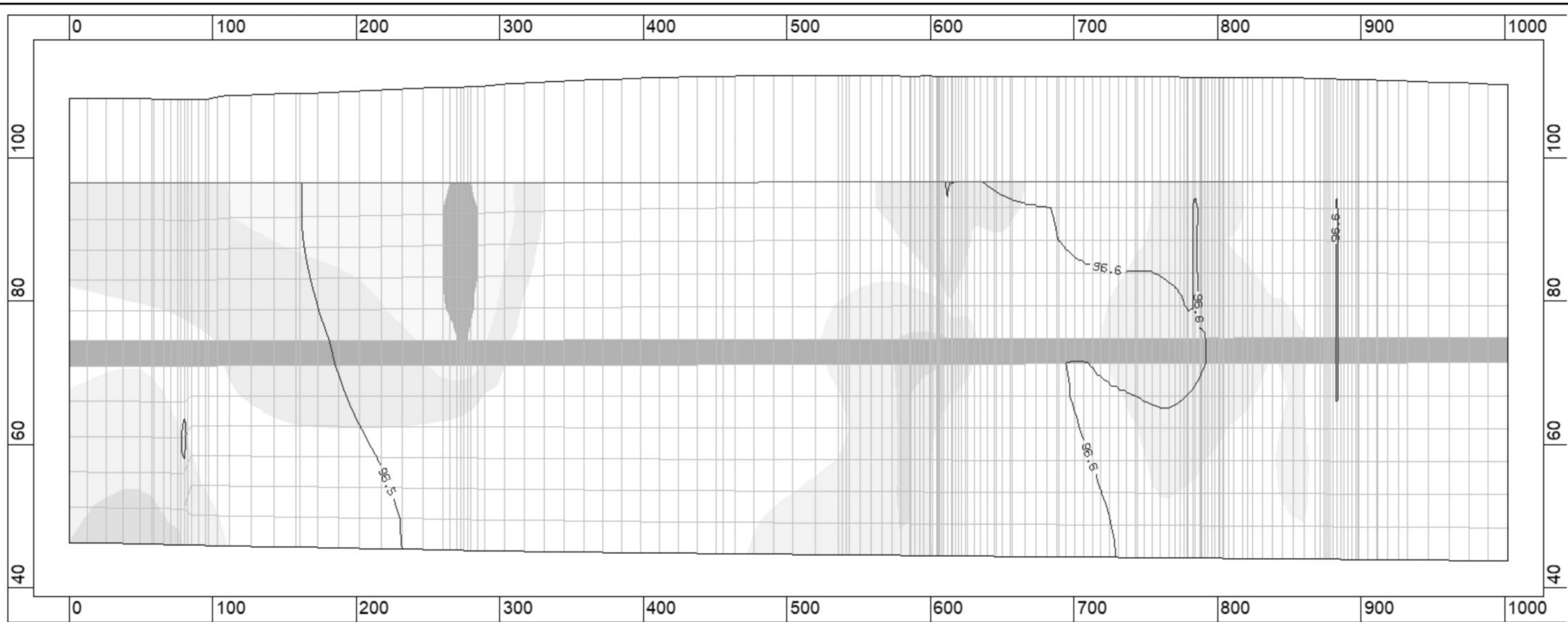
—i.o— Potentiale nach 9060.00 Tagen

— Freie Oberfläche nach 9060.00 Tagen

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Erlenstraße 7, 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73.33.35
Telefax: 0711.73.56.298
email: kontakt@henkeges.de

gez.	09.'23	Mo	Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a			Projekt Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
oDaN: k.A.			
ANLAGE: 06.01.02			Darstellung Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Längsschnitt W-O Nord März 2044
MAßSTAB: o.M.			



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

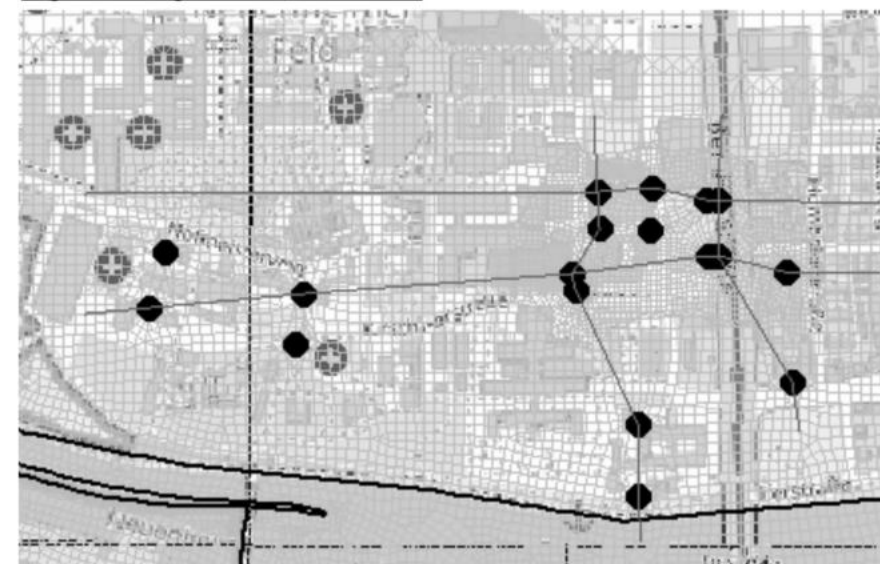
- 5.00 - 7.00
- 7.00 - 9.00
- 9.00 - 11.00
- 11.00 - 13.00
- 13.00 - 14.50

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

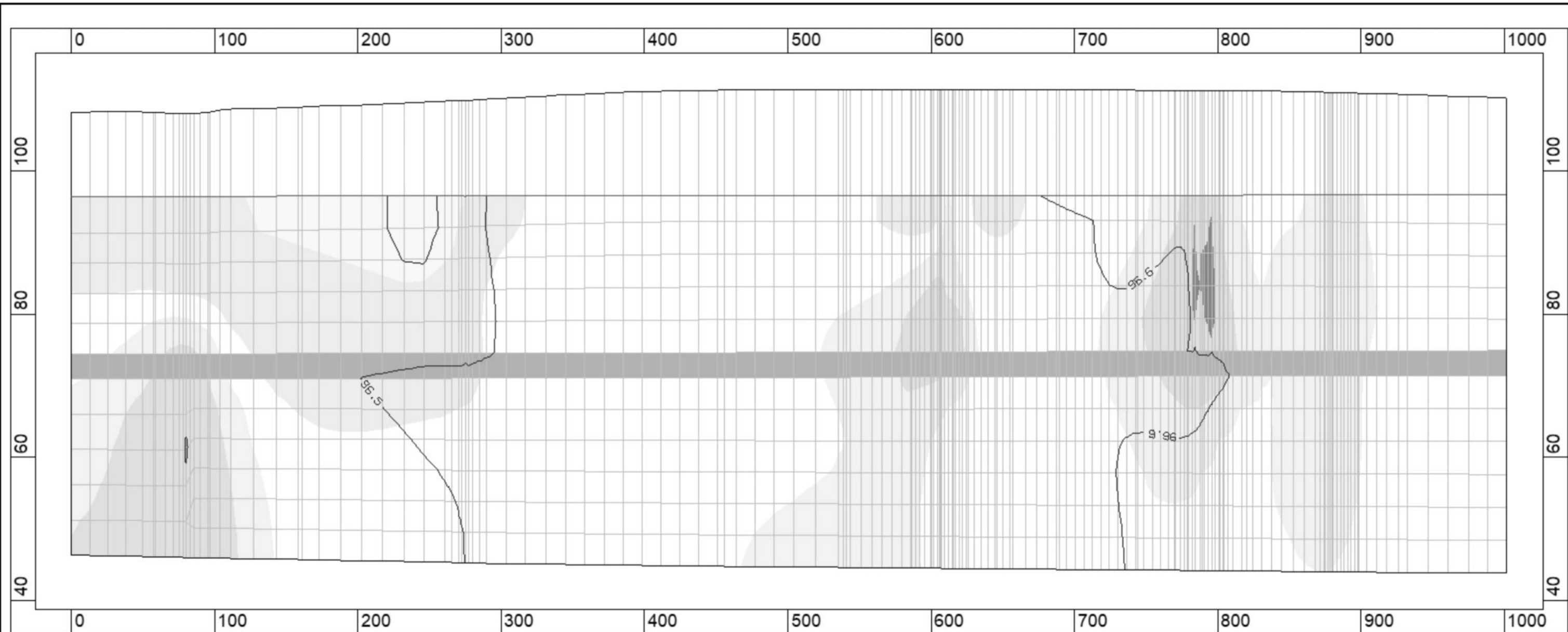
- 15.50 - 17.00
- 17.00 - 19.00
- 19.00 - 21.00
- 21.00 - 23.00

- - - - - Potentiale nach 8880.00 Tagen
- Freie Oberfläche nach 8880.00 Tagen

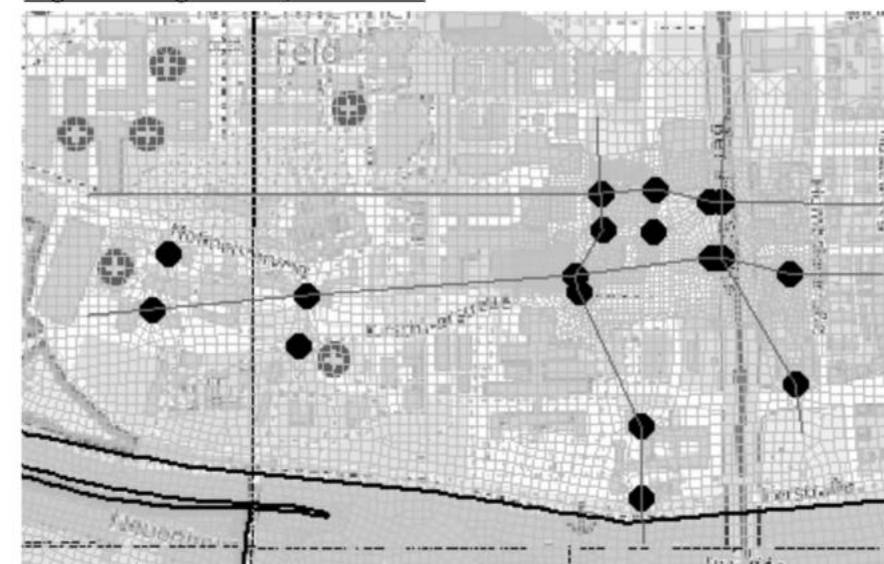
Lage der Längs- und Querschnitte



HENKE UND PARTNER GmbH Ingenieurbüro für Geotechnik		Emilienstraße 7, 70563 Stuttgart Telefon: 0711.73.33.35 Telefax: 0711.73.56.298 email: kontakt@henkepartner.de	
		Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg	Projekt Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
Datum 09.23	Name Mo	Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg	
ges. 09.23	Hi	Projekt Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg	
gep. 09.23	Hi	Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg	
DaN: HDCAMP G02a		Projekt Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg	
oDaN: k.A.		Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg	
ANLAGE: 06.01.03		Projekt Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg	
MASTAB: o.M.		Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg	
		Darstellung Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Längsschnitt W-O Süd Sept. 2043	



Lage der Längs- und Querschnitte



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



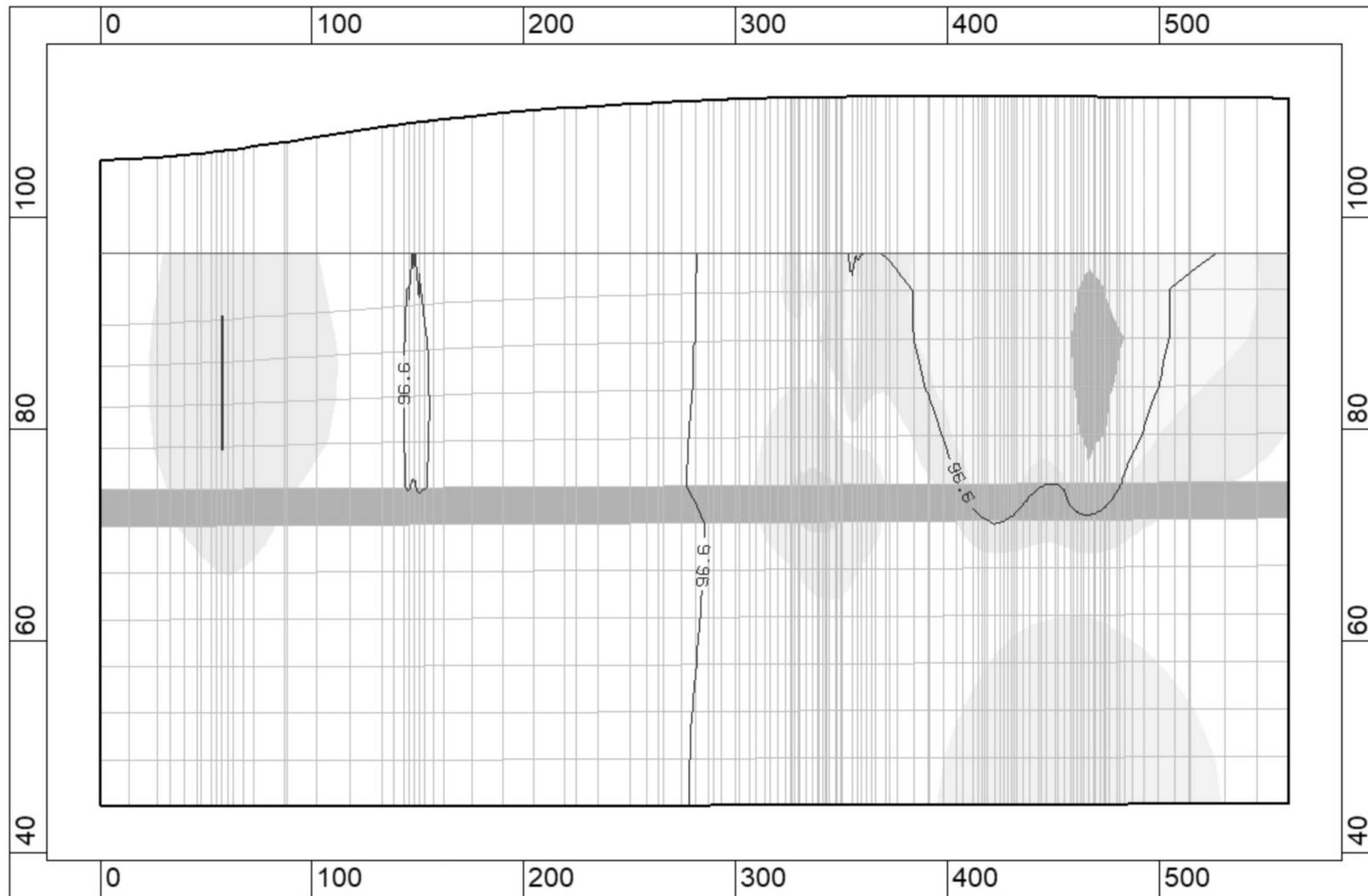
FE-Netz

- 1.0— Potentiale nach 9060.00 Tagen
- Freie Oberfläche nach 9060.00 Tagen

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Erlenstraße 7 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73 33 35
Telefax: 0711.73 56 298
email: kontakt@henke.de

gez.	Datum	Name	Auftraggeber
	09.'23	Mo	Deutsches Krebsforschungs- zentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a			Projekt
eDaN: k.A.			Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
ANLAGE: 06.01.04			Darstellung
MAßSTAB: o.M.			Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Längsschnitt W-O Süd März 2044



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

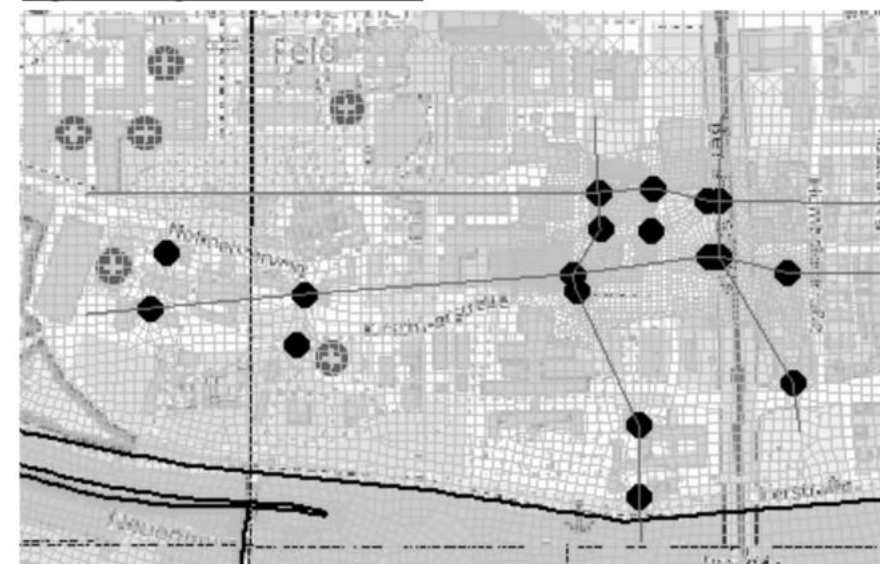
- 5.00 - 7.00
- 7.00 - 9.00
- 9.00 - 11.00
- 11.00 - 13.00
- 13.00 - 14.50

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

- 15.50 - 17.00
- 17.00 - 19.00
- 19.00 - 21.00
- 21.00 - 23.00

- i.d.— Potentiale nach 8880.00 Tagen
- Freie Oberfläche nach 8880.00 Tagen

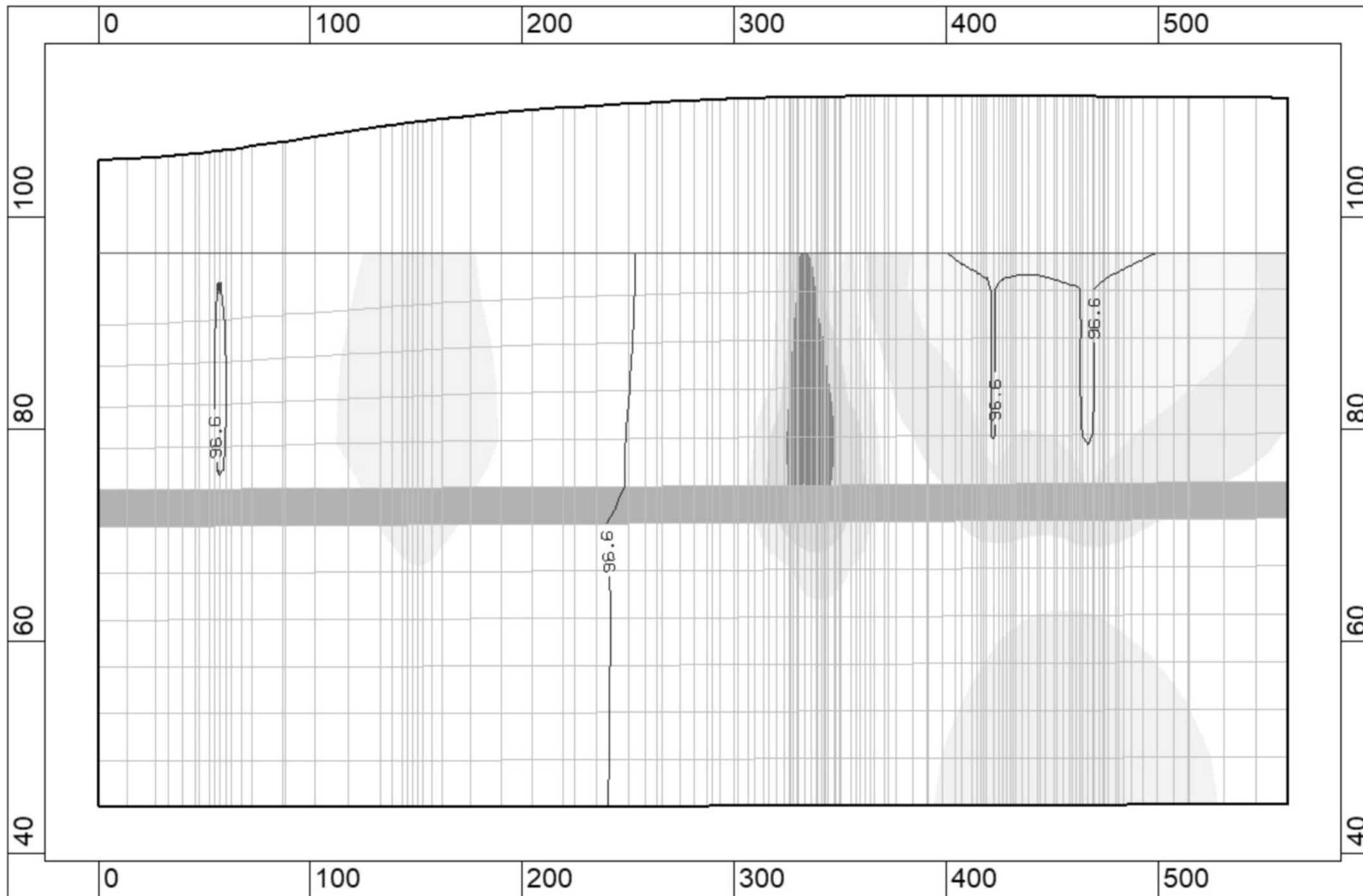
Lage der Längs- und Querschnitte



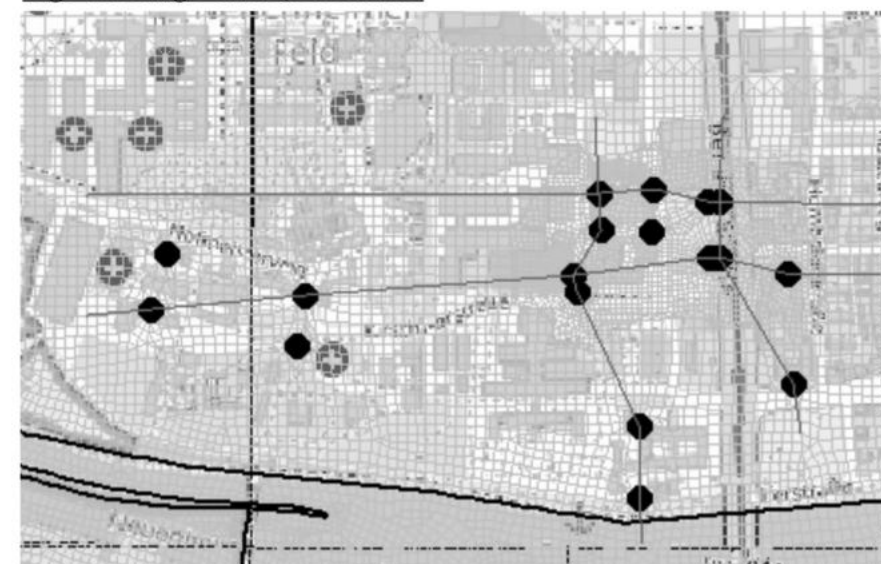
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Erlenstrasse 7, 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73.33.35
Telefax: 0711.73.56.298
email: kontakt@henkegmbh.de

Proz. / Auftraggeber	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	09.'23	Mo	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a	Projekt: Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg		
eDaN: k.A.	Darstellung: Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Querschnitt S-N West Sept. 2043		
ANLAGE: 06.02.01			
MAßSTAB: o.M.			



Lage der Längs- und Querschnitte



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen

- 5.00 - 7.00
- 7.00 - 9.00
- 9.00 - 11.00
- 11.00 - 13.00
- 13.00 - 14.50

Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen

- 15.50 - 17.00
- 17.00 - 19.00
- 19.00 - 21.00
- 21.00 - 23.00

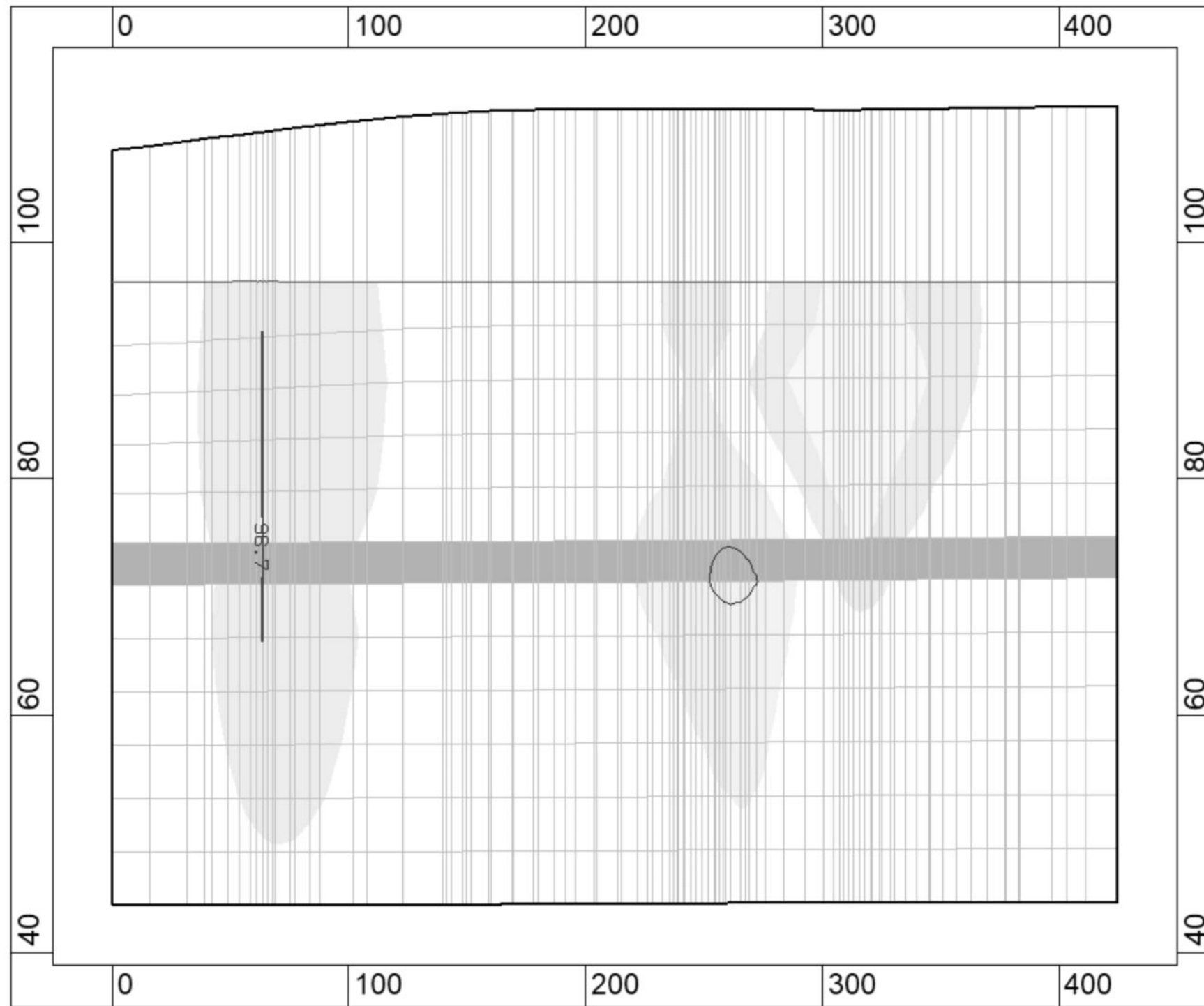
FE-Netz

- 1.0— Potentiale nach 9060.00 Tagen
- Freie Oberfläche nach 9060.00 Tagen

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Erlenstraße 7, 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73.33.35
Telefax: 0711.73.56.298
email: kontakt@henkeges.de

von	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	09.'23	Mo	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a			Projekt
eDaN: k.A.			Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
ANLAGE: 06.02.02			Darstellung
MAßSTAB: o.M.			Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Querschnitt S-N West März 2044



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

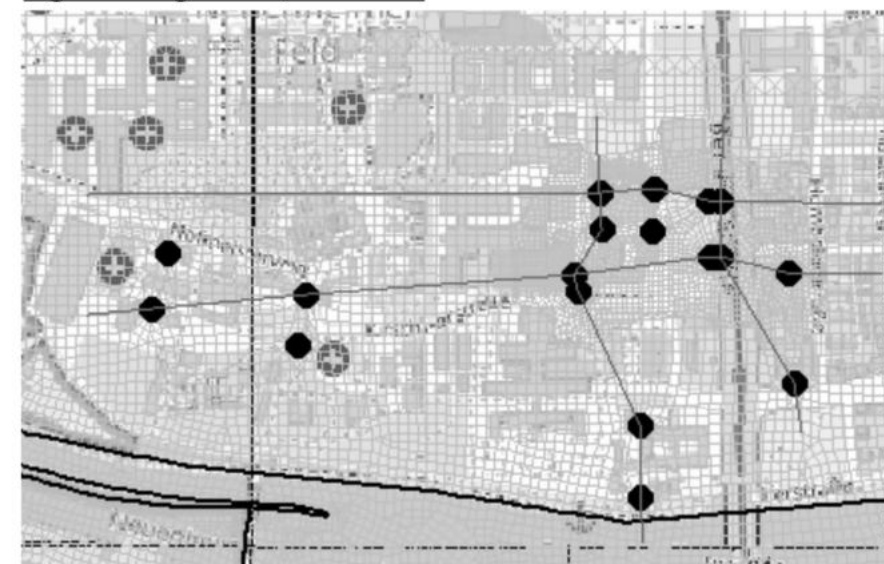
- 5.00 - 7.00
- 7.00 - 9.00
- 9.00 - 11.00
- 11.00 - 13.00
- 13.00 - 14.50

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

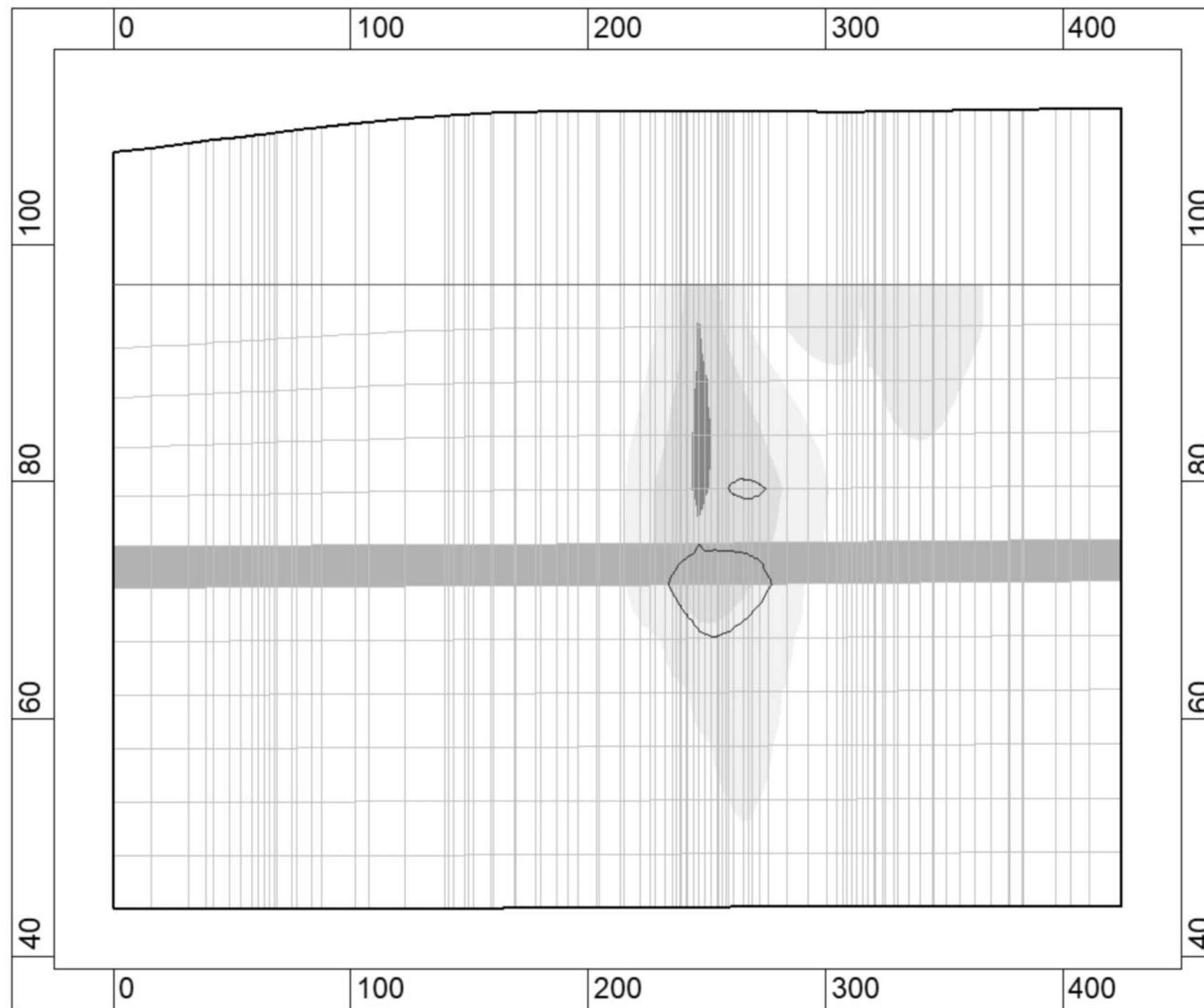
- 15.50 - 17.00
- 17.00 - 19.00
- 19.00 - 21.00
- 21.00 - 23.00

- Potentiale nach 8880.00 Tagen
- Freie Oberfläche nach 8880.00 Tagen

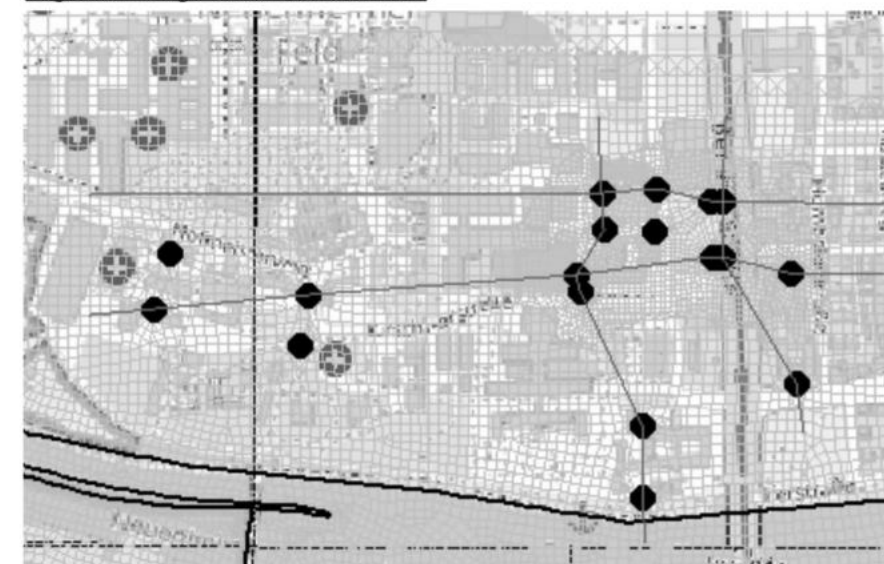
Lage der Längs- und Querschnitte



HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik			Erlenstraße 7, 70563 Stuttgart Telefon: 0711.73.33.35 Telefax: 0711.73.56.298 email: kontakt@henkegeo.de
gez.	09.'23	Mo	Auftraggeber Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a			Projekt Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
oDaN: k.A.			Darstellung Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Querschnitt S-N Ost Sept. 2043
ANLAGE: 06.02.03			
MAßSTAB: o.M.			

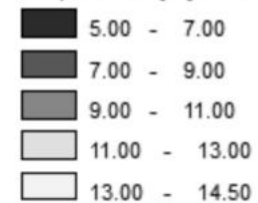


Lage der Längs- und Querschnitte



LEGENDE

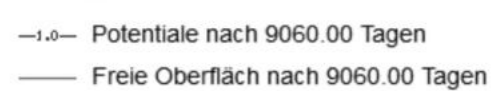
Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



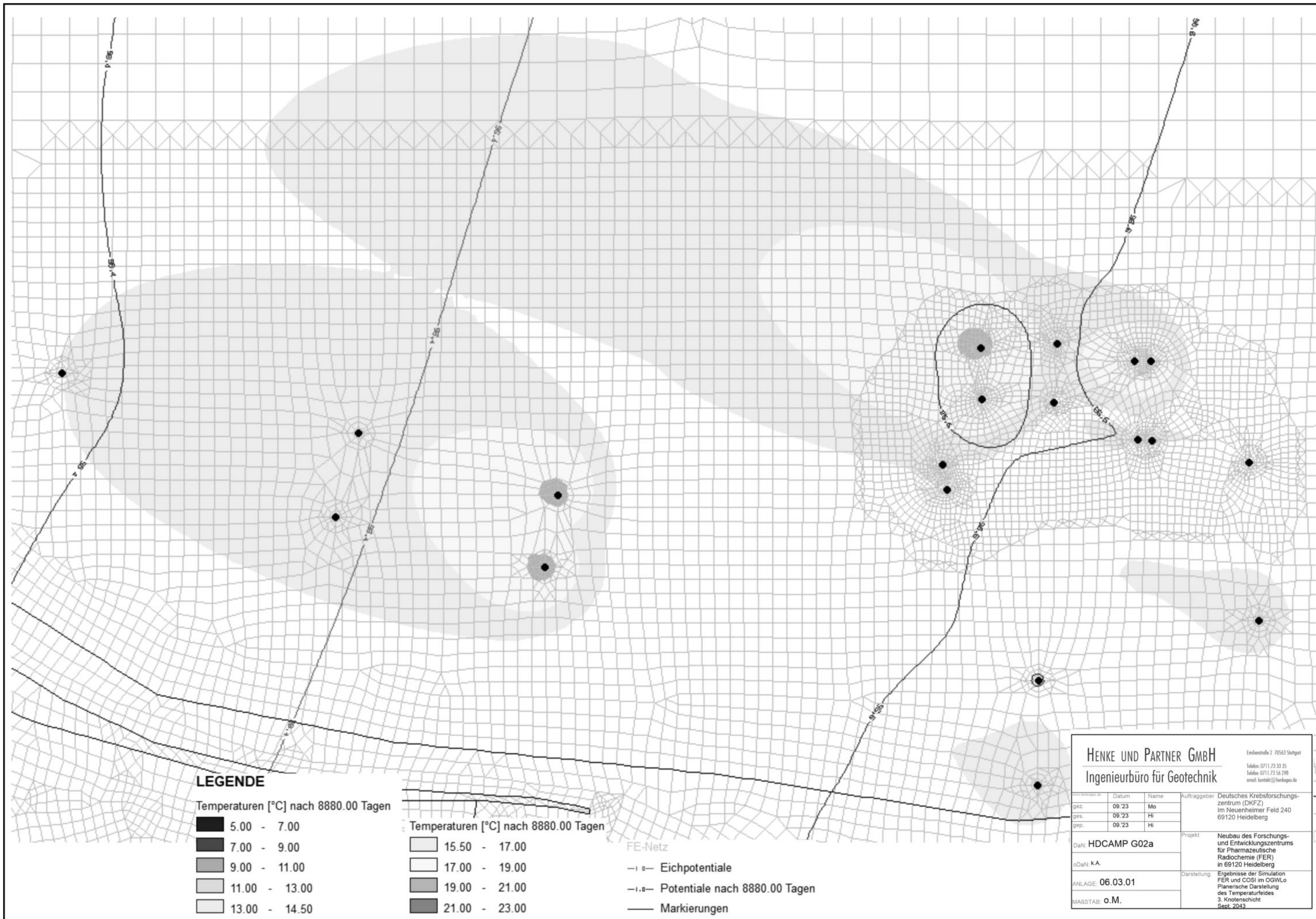
FE-Netz



HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Erlenstrasse 7 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73 33 35
Telefax: 0711.73 56 298
email: kontakt@henkeges.de

HenkePartner.de	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	09.'23	Mo	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a			Projekt
oDaN: k.A.			Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
ANLAGE: 06.02.04			Darstellung
MAßSTAB: o.M.			Ergebnisse der Simulation FER und COSI im CGWLo Darstellung des Temperaturfeldes Querschnitt S-N Ost März 2044



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

- 5.00 - 7.00
- 7.00 - 9.00
- 9.00 - 11.00
- 11.00 - 13.00
- 13.00 - 14.50

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen

- 15.50 - 17.00
- 17.00 - 19.00
- 19.00 - 21.00
- 21.00 - 23.00

FE-Netz

- Eichpotentiale
- Potentiale nach 8880.00 Tagen
- Markierungen

HENKE UND PARTNER GMBH
 Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 7 70563 Stuttgart
 Telefon: 0711.73.33.35
 Telefax: 0711.73.56.298
 email: kontakt@henkegms.de

Proz. / Auftraggeber	Datum	Name
gez.	09.'23	Mo
ges.	09.'23	Hi
gep.	09.'23	Hi

Auftraggeber: Deutsches Krebsforschungs-
 zentrum (DKFZ)
 Im Neuenheimer Feld 240
 69120 Heidelberg

DaN: HDCAMP G02a

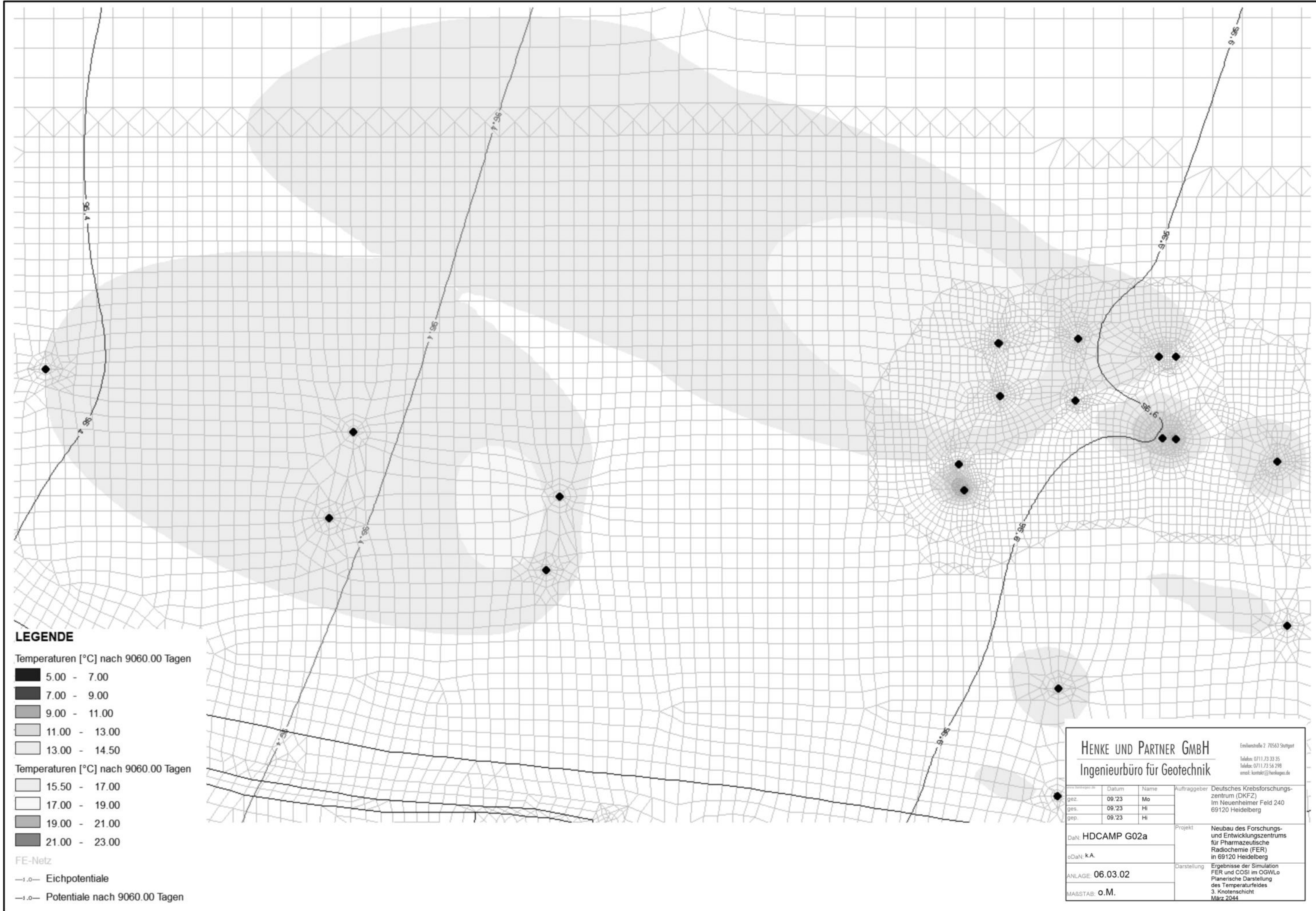
Projekt: Neubau des Forschungs-
 und Entwicklungszentrums
 für Pharmazeutische
 Radiochemie (FER)
 in 69120 Heidelberg

eDaN: k.A.

ANLAGE: 06.03.01

Darstellung: Ergebnisse der Simulation
 FER und COSt im CGWL
 Planerische Darstellung
 des Temperaturfeldes
 3. Knotenschicht
 Sept. 2013

MAßSTAB: o.M.



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen

- 5.00 - 7.00
- 7.00 - 9.00
- 9.00 - 11.00
- 11.00 - 13.00
- 13.00 - 14.50

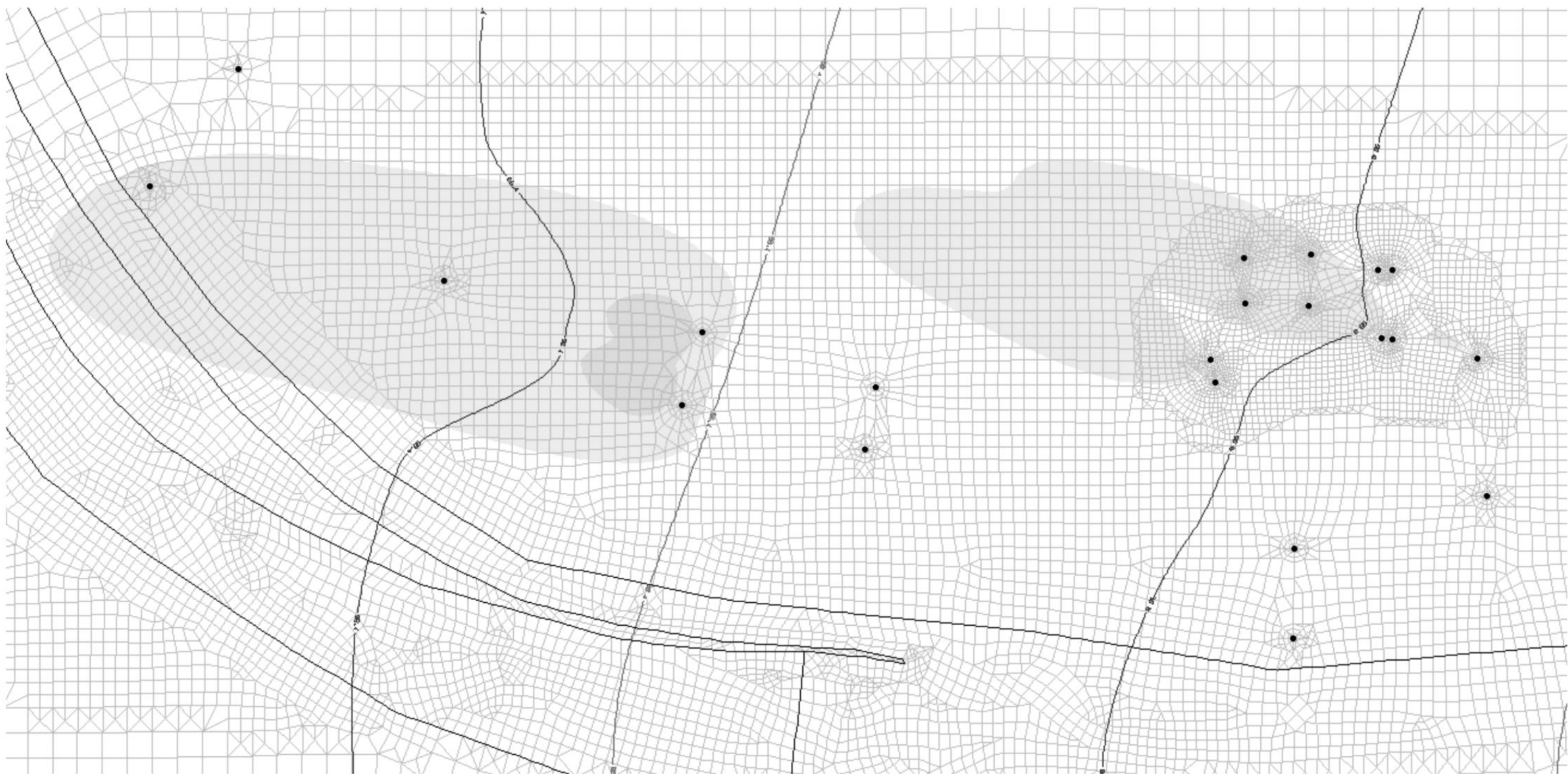
Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen

- 15.50 - 17.00
- 17.00 - 19.00
- 19.00 - 21.00
- 21.00 - 23.00

FE-Netz

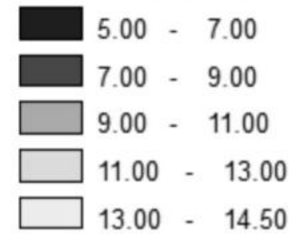
- |.— Eichpotentiale
- |.— Potentiale nach 9060.00 Tagen

HENKE UND PARTNER GMBH		Erlenstraße 7 70563 Stuttgart	
Ingenieurbüro für Geotechnik		Telefon: 0711.73.33.35 Telefax: 0711.73.56.298 email: kontakt@henkepartner.de	
www.henkepartner.de	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	09.'23	Mo	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a		Projekt	
oDaN: k.A.		Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg	
ANLAGE: 06.03.02		Darstellung	
MAßSTAB: o.M.		Ergebnisse der Simulation FER und COSt im CGWLo Planische Darstellung des Temperaturfeldes 3. Knotenschicht März 2014	

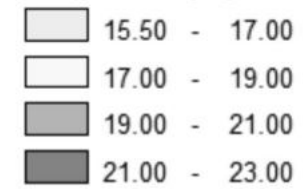


LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen



Temperaturen [°C] nach 8880.00 Tagen



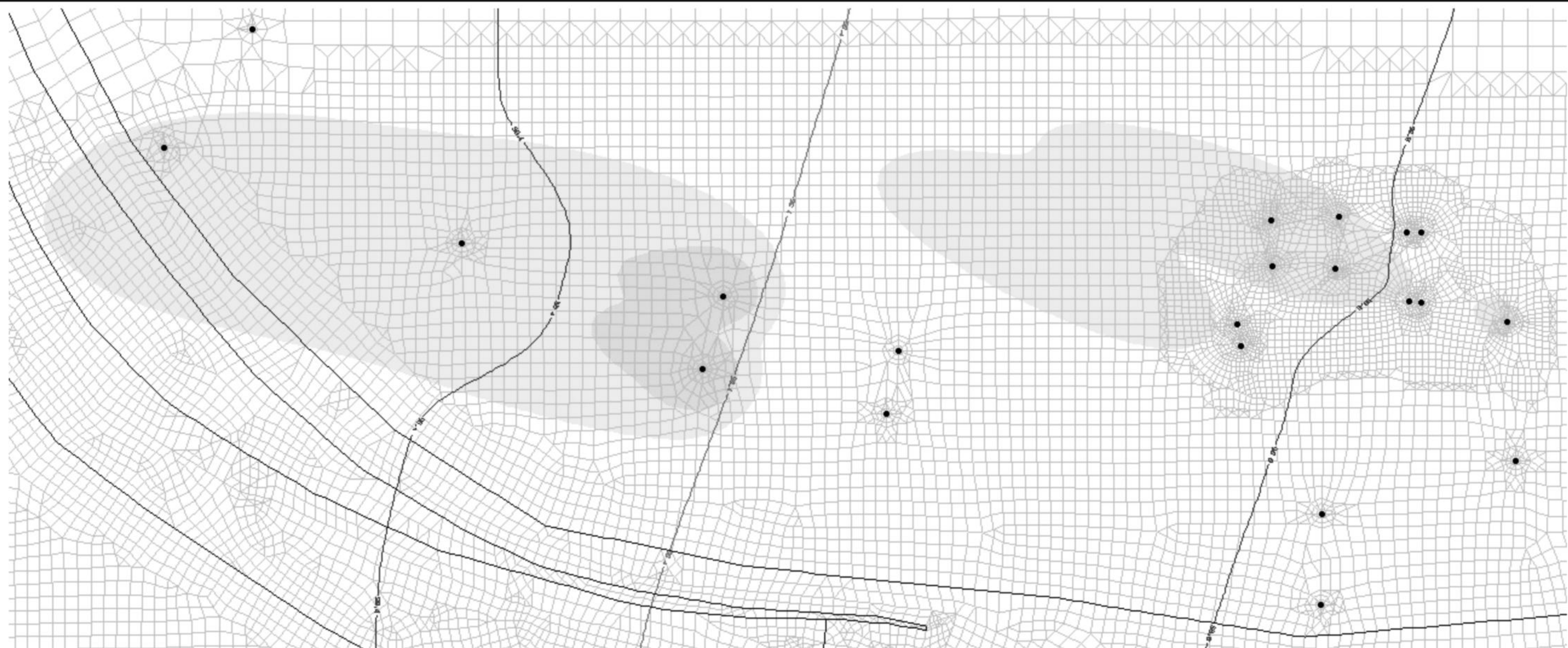
FE-Netz

- |—|—| Eichpotentiale
- |—|—| Potentiale nach 8880.00 Tagen
- |—|—| Markierungen

HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik

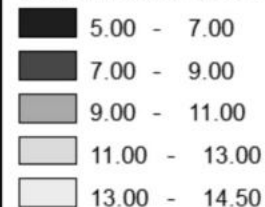
Erlenstraße 7 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73.33.35
Telefax: 0711.73.56.298
email: kontakt@henkegeo.de

Proj. bearbeitet von	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	09.'23	Mo	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN:	HDCAMP G02a		Projekt
eDaN:	k.A.		Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg
ANLAGE:	06.04.01		Darstellung
MAßSTAB:	o.M.		Ergebnisse der Simulation FER und COSt im CGWL-Planrische Darstellung des Temperaturfeldes 12. Knotenschicht Sept. 2013



LEGENDE

Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



Temperaturen [°C] nach 9060.00 Tagen



FE-Netz

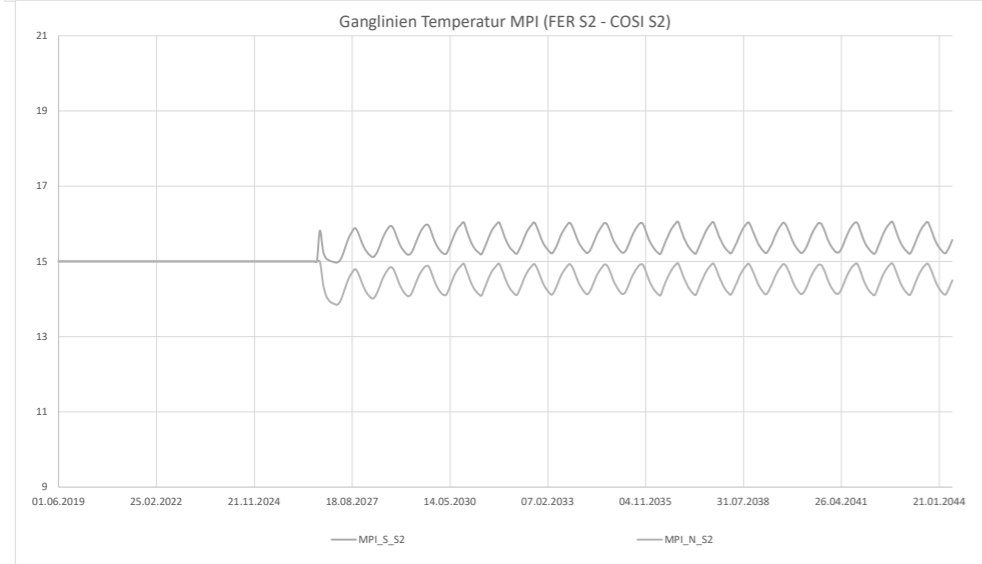
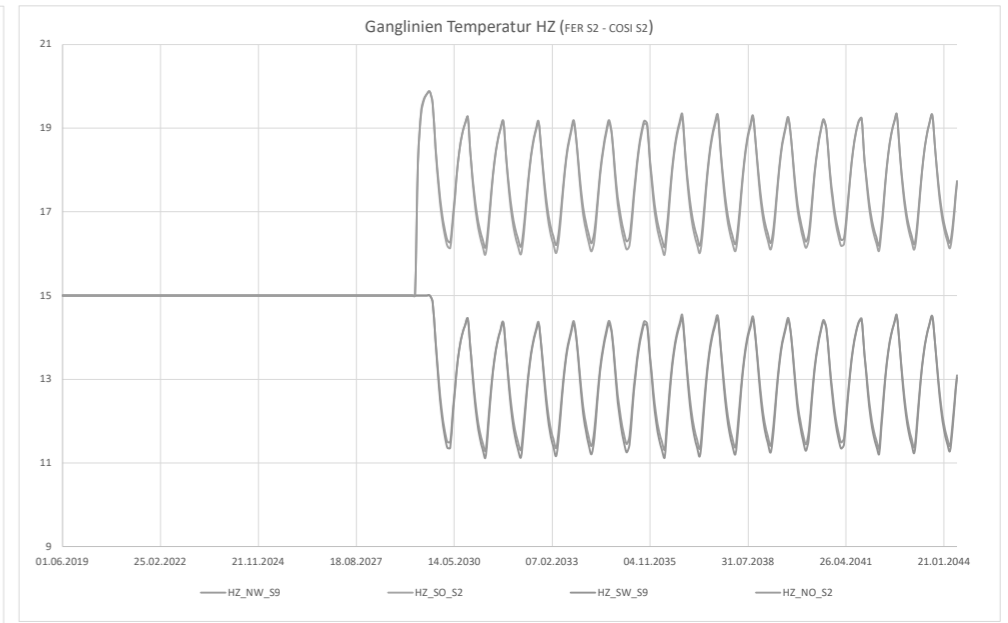
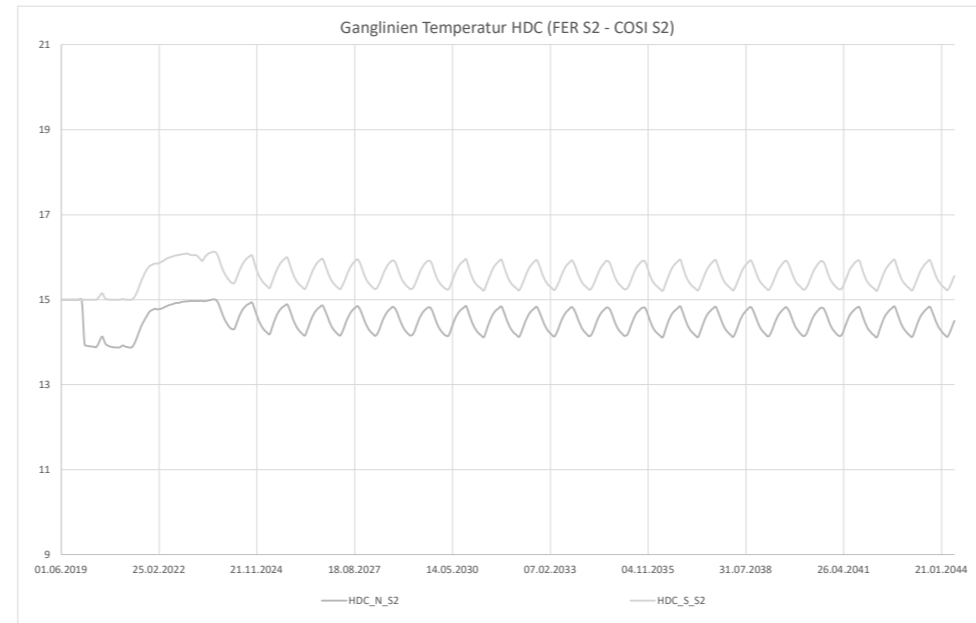
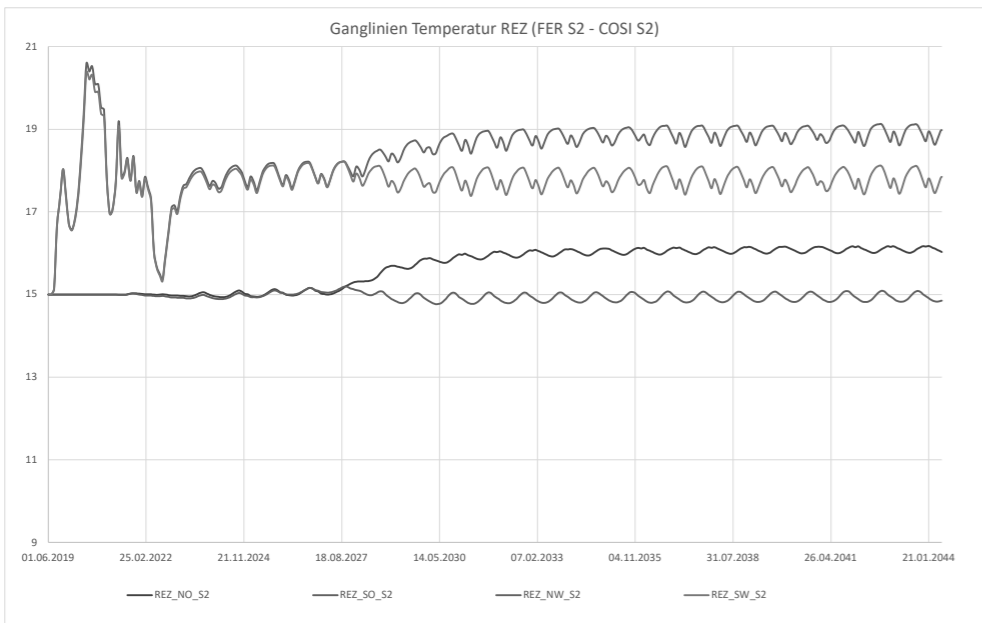
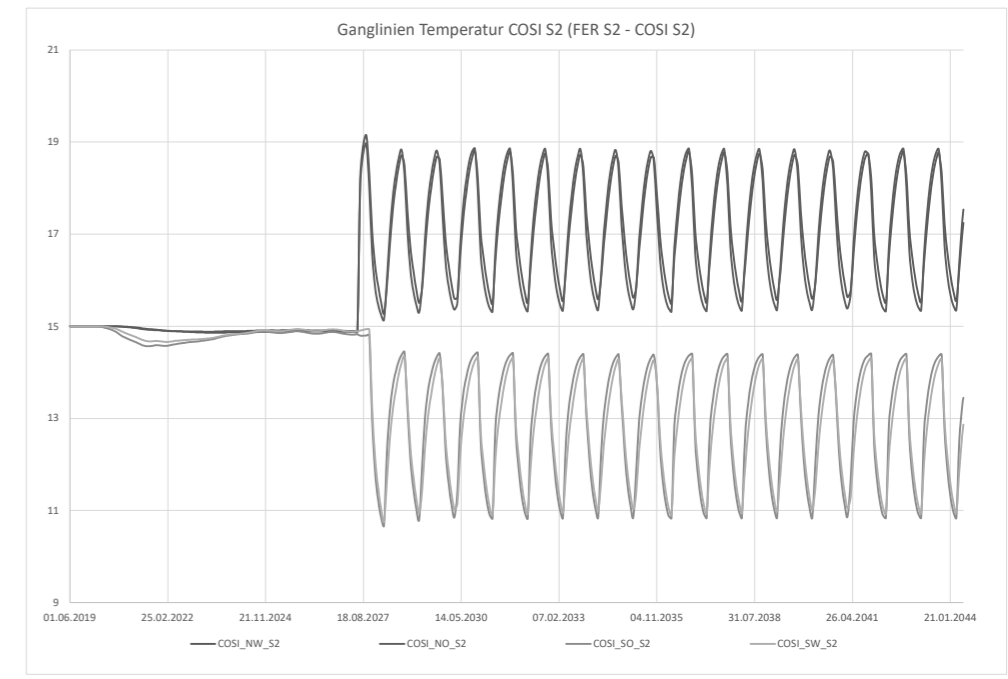
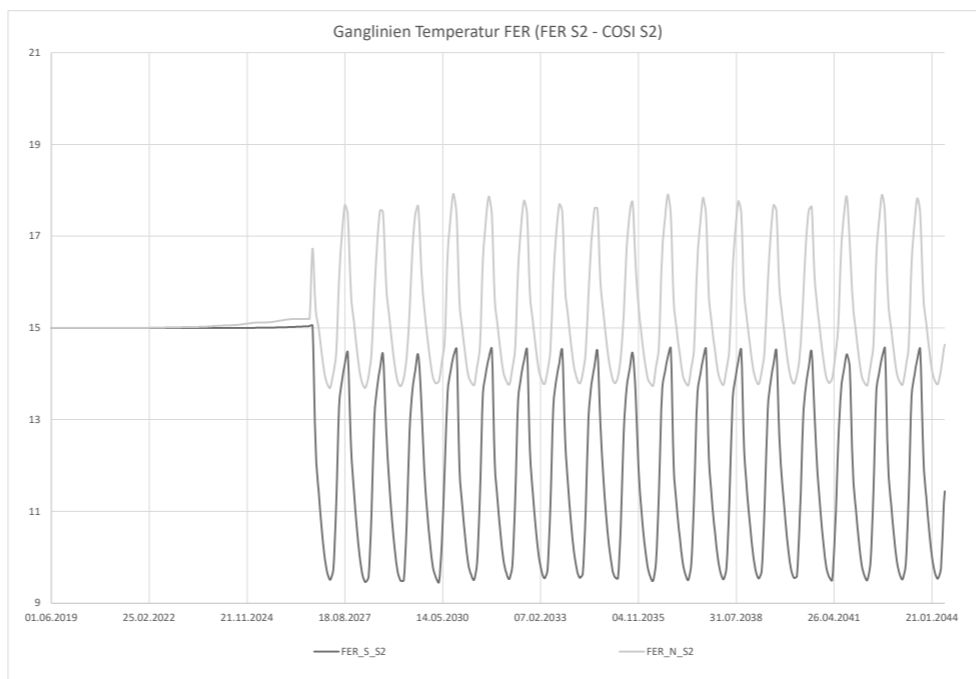
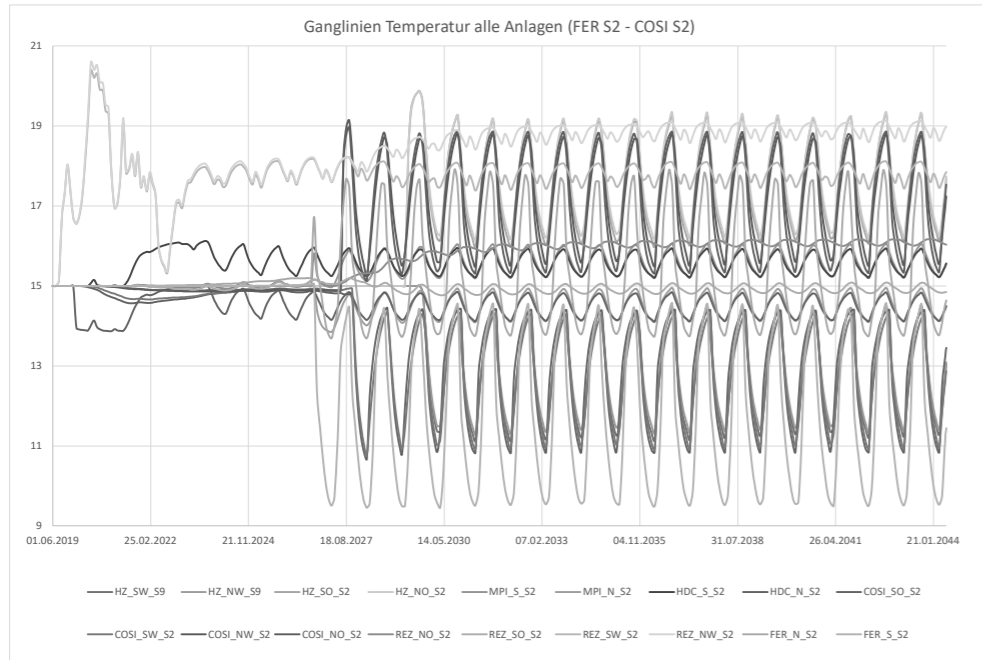
—1.0— Eichpotentiale

—1.0— Potentiale nach 9060.00 Tagen

HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik

Erlenstraße 7 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73 33 35
Telefax: 0711.73 56 298
email: kontakt@henkeges.de

www.henkeges.de	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	09.'23	Mo	Deutsches Krebsforschungs- zentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	09.'23	Hi	
gep.	09.'23	Hi	
DaN: HDCAMP G02a	Projekt: Neubau des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Pharmazeutische Radiochemie (FER) in 69120 Heidelberg		
eDaN: k.A.	Darstellung: Ergebnisse der Simulation FER und CO2i im CGWLo Planerische Darstellung des Temperaturfeldes 12. Knotenschicht März 2024		
ANLAGE: 06.04.02			
MAßSTAB: o.M.			



Neubau EKO (Ersatzbau Kopffzentrum, Heidelberg):

Anzahl Förderbrunnen: 2

Anzahl Einleitbrunnen: 3

Tab. 1: Grundwasserseitiger Wärmeentzug und -eintrag (langfristige Simulation) – BV EKO

Monat	Wärmeentzug (Heizen)		Wärmeeintrag (Kühlen)		Förderrate pro Förderbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Einletrate pro Einleitbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Temperaturspreizung zwischen Förder-/Einleittemperatur
	in kWh/a	in %	in kWh/a	in %	in l/s	in l/s	in K
Januar	206.348	19,1	350	0,02	8,58	5,72	-4,0
Februar	174.193	16,1	435	0,02	7,25	4,83	-4,0
März	102.895	13,8	11.386	0,53	4,74	3,16	-3,2
April	56.531	9,8	46.125	2,16	4,26	2,84	-0,4
Mai	18.628	0	186.669	8,76	8,52	5,68	3,3
Juni	8.801	0	404.500	18,98	17,16	11,44	3,8
Juli	6.273	0	540.482	25,36	22,70	15,13	3,9
August	4.829	0	540.320	25,35	22,63	15,09	3,9
September	11.503	0	339.982	15,95	14,59	9,73	3,7
Oktober	45.629	9,8	59.718	2,80	4,37	2,92	0,5
November	116.728	13,8	751	0,04	4,88	3,25	-3,9
Dezember	185.758	17,7	350	0,02	7,73	5,15	-4,0
Summe	938.115	100	2.131.067	100	-	-	-

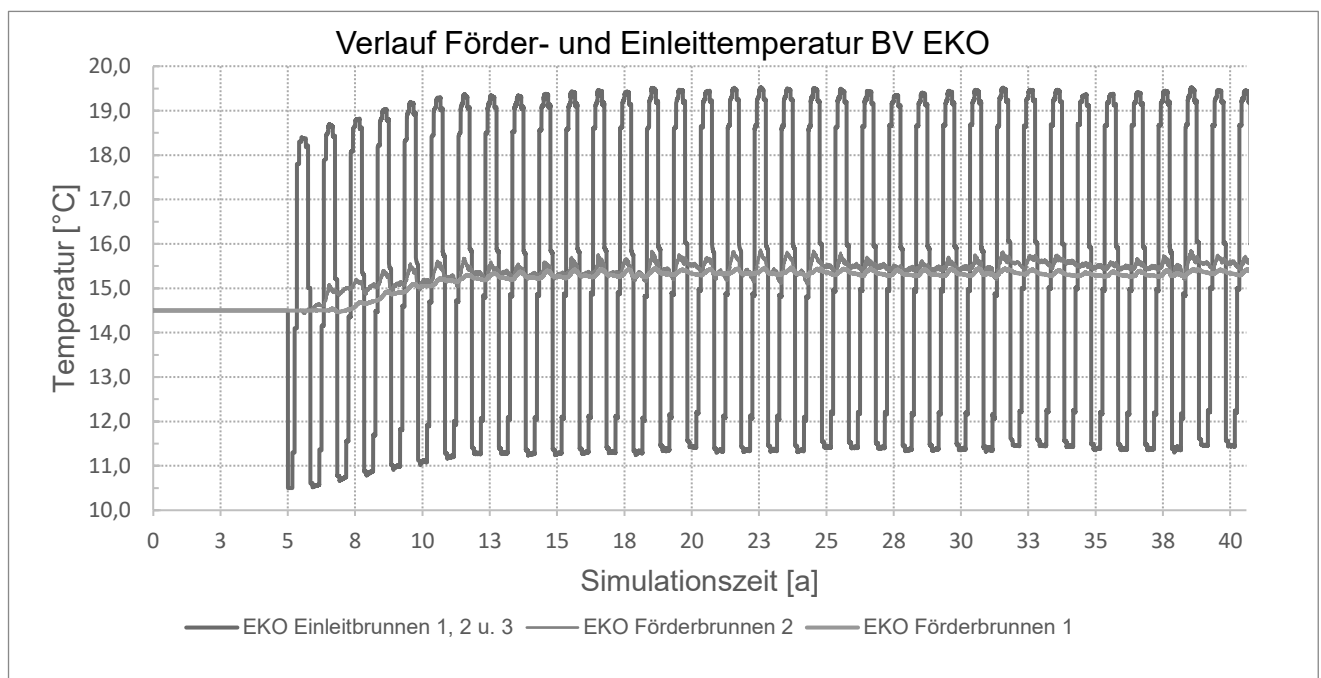


Abb. 1: Temperaturverlauf der Förder- bzw. Einleittemperaturen der Betriebsjahre 5–40 (instationäre Simulation) – BV EKO (ungestörte Untergrundtemperatur 14,5 °C).

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life, Heidelberg:

Anzahl Förderbrunnen: 3

Anzahl Einleitbrunnen: 3

Tab. 2: Grundwasserseitiger Wärmeentzug und -eintrag (langfristige Simulation) – BV Herzzentrum

Monat	Wärmeentzug (Heizen)		Wärmeeintrag (Kühlen)		Förderrate pro Förderbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Einletrate pro Einleitbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Temperaturspitzung zwischen Förder-/Einleittemperatur
	in kWh/a	in %	in kWh/a	in %	in l/s	in l/s	in K
Januar	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
Februar	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
März	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
April	0	0,00	312.000	13,00	8,63	8,63	4
Mai	0	0,00	360.000	15,00	9,96	9,96	4
Juni	0	0,00	336.000	14,00	9,30	9,30	4
Juli	0	0,00	360.000	15,00	9,96	9,96	4
August	0	0,00	384.000	16,00	10,63	10,63	4
September	0	0,00	336.000	14,00	9,30	9,30	4
Oktober	0	0,00	312.000	13,00	8,63	8,63	4
November	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
Dezember	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
Summe	1.199.880	100	2.400.000	100	-	-	-

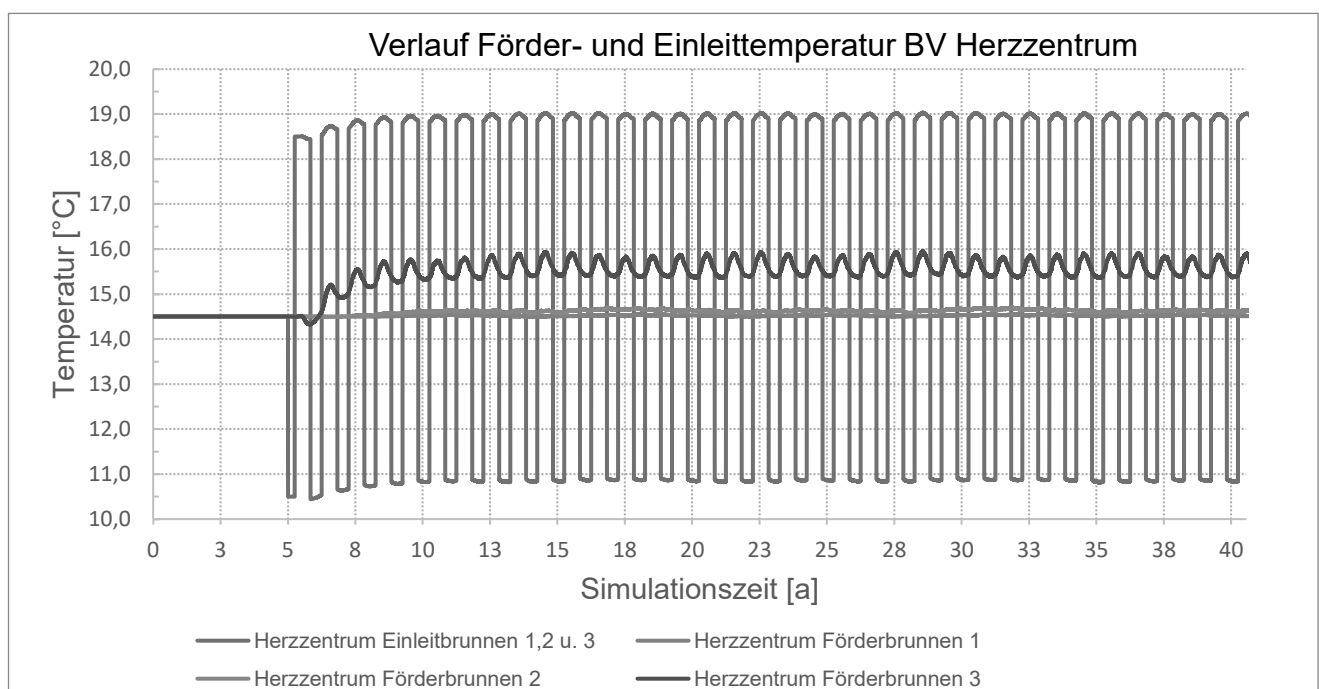
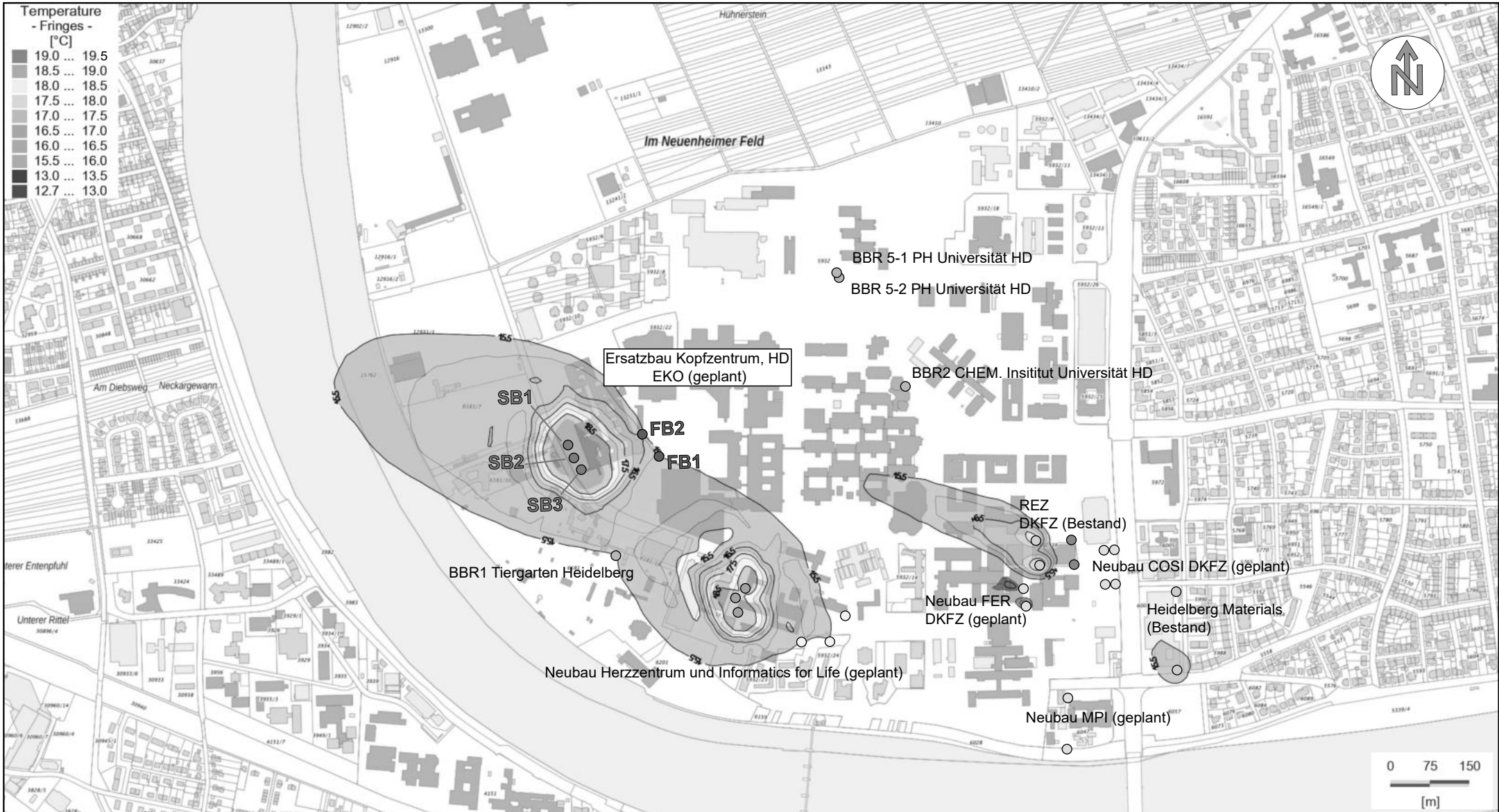


Abb. 2: Temperaturverlauf der Förder- bzw. Einleittemperaturen der Betriebsjahre 5–40 (instationäre Simulation) – BV Herzzentrum (ungestörte Untergrundtemperatur 14,5 °C).




Ungestörte Untergrundtemp. 14,5 °C
 T-Fahne: $\Delta T \geq 1 \text{ K}$
 Abstand Isotherme 0,5 K
 Darstellung nach 45 Jahren
 Juli/August
 (instationäre Simulation)

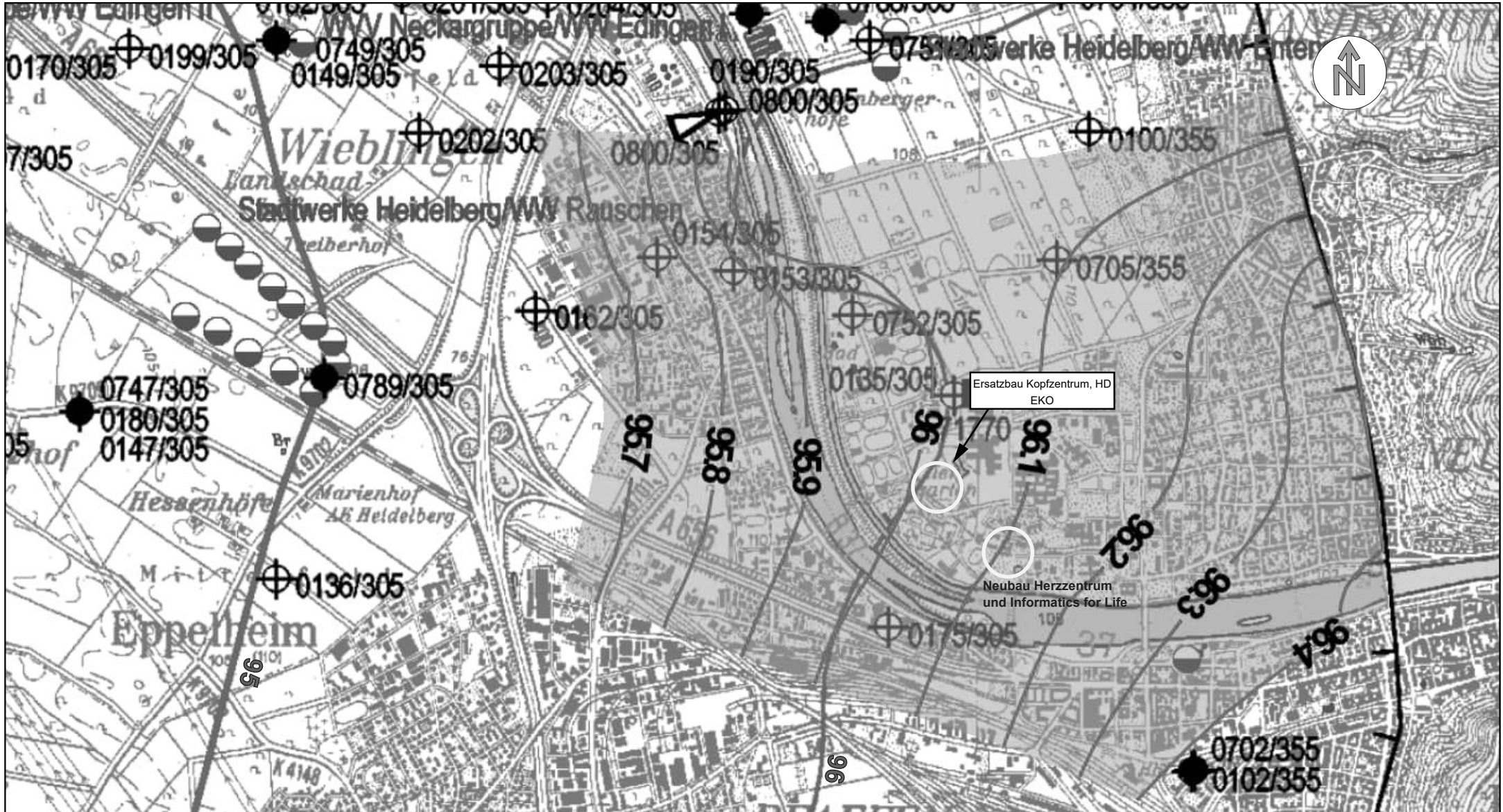
Hintergrundkarte: Grundstücke geoportal-bw.de

- Grundwassernutzungen im Modell berücksichtigt:
- geothermische Brunnenanlage*
- EKO Förderbrunnen (geplant)
 - EKO Einleitbrunnen (geplant)
- Brauchwasserbrunnen
- weitere geothermische Brunnenanlagen
- im Pendelbetrieb (geplant)
 - im Pendelbetrieb (Bestand)
 - Förderbrunnen (Bestand)
 - Einleitbrunnen (Bestand)
 - Förderbrunnen (geplant)
 - Einleitbrunnen (geplant)





Erstellt: 26.02.2024
 Projekt-Nr.: HTC.022.1241
 Maßstab:
 1 : 10.000

Name: kl
 Anlage-Nr.:

 Hydrogeologie
 Geothermie


Auftraggeber: Vermögen u. Bau BW Amt Mannheim u. Heidelberg
 Geprüft: dl
 Geändert:
Projekt: BV Erweiterung Chirurgische Klinik in 69120 Heidelberg (EKO)
 Temperatureuswirkung auf den Untergrund nach 45 Jahren im Neuenheimer Feld, HD



Legende:

	Modellgebiet		GW-Höhengleichen im OGWL in m NN
	GW-Höhengleichen in +m NHN (Modell)		HGK 1990 Karte 7 (Normalwasserstand)

Quelle: Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Fortschreibung 1983–1998

Erstellt: 26.02.2024		Name: kl		Auftraggeber: Vermögen u. Bau BW Amt Mannheim u. Heidelberg	
Projekt-Nr.: HTC22.1241.0		Anlage-Nr.:		Geprüft: dl	
Maßstab: 1 : 25.000		 Hydrogeologie Geothermie		Projekt: BV Erweiterung Chirurgische Klinik in 69120 Heidelberg (EKO) Lage des numerischen Grundwassermodells, berechnete GW-Höhengleichen des Oberen Grundwasserleiters (OGWL) (Normalwasserstand)	
				Geändert:	

Neubau EKO (Ersatzbau Kopffzentrum, Heidelberg):

Anzahl Förderbrunnen: 2

Anzahl Einleitbrunnen: 3

Tab. 1: Grundwasserseitiger Wärmeentzug und -eintrag (langfristige Simulation) – BV EKO

Monat	Wärmeentzug (Heizen)		Wärmeeintrag (Kühlen)		Förderrate pro Förderbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Einletrate pro Einleitbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Temperaturspannung zwischen Förder-/Einleittemperatur
	in kWh/a	in %	in kWh/a	in %	in l/s	in l/s	in K
Januar	206.348	19,1	350	0,02	8,58	5,72	-4,0
Februar	174.193	16,1	435	0,02	7,25	4,83	-4,0
März	102.895	13,8	11.386	0,53	4,74	3,16	-3,2
April	56.531	9,8	46.125	2,16	4,26	2,84	-0,4
Mai	18.628	0	186.669	8,76	8,52	5,68	3,3
Juni	8.801	0	404.500	18,98	17,16	11,44	3,8
Juli	6.273	0	540.482	25,36	22,70	15,13	3,9
August	4.829	0	540.320	25,35	22,63	15,09	3,9
September	11.503	0	339.982	15,95	14,59	9,73	3,7
Oktober	45.629	9,8	59.718	2,80	4,37	2,92	0,5
November	116.728	13,8	751	0,04	4,88	3,25	-3,9
Dezember	185.758	17,7	350	0,02	7,73	5,15	-4,0
Summe	938.115	100	2.131.067	100	-	-	-

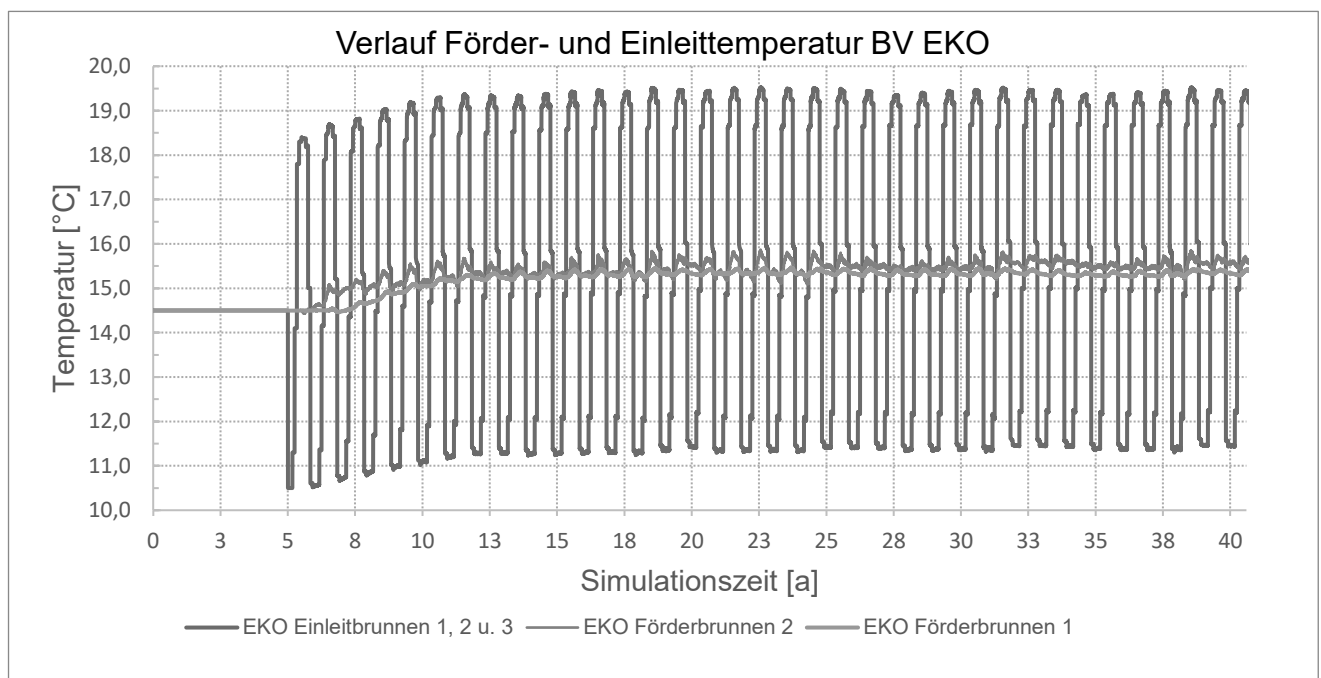


Abb. 1: Temperaturverlauf der Förder- bzw. Einleittemperaturen der Betriebsjahre 5–40 (instationäre Simulation) – BV EKO (ungestörte Untergrundtemperatur 14,5 °C).

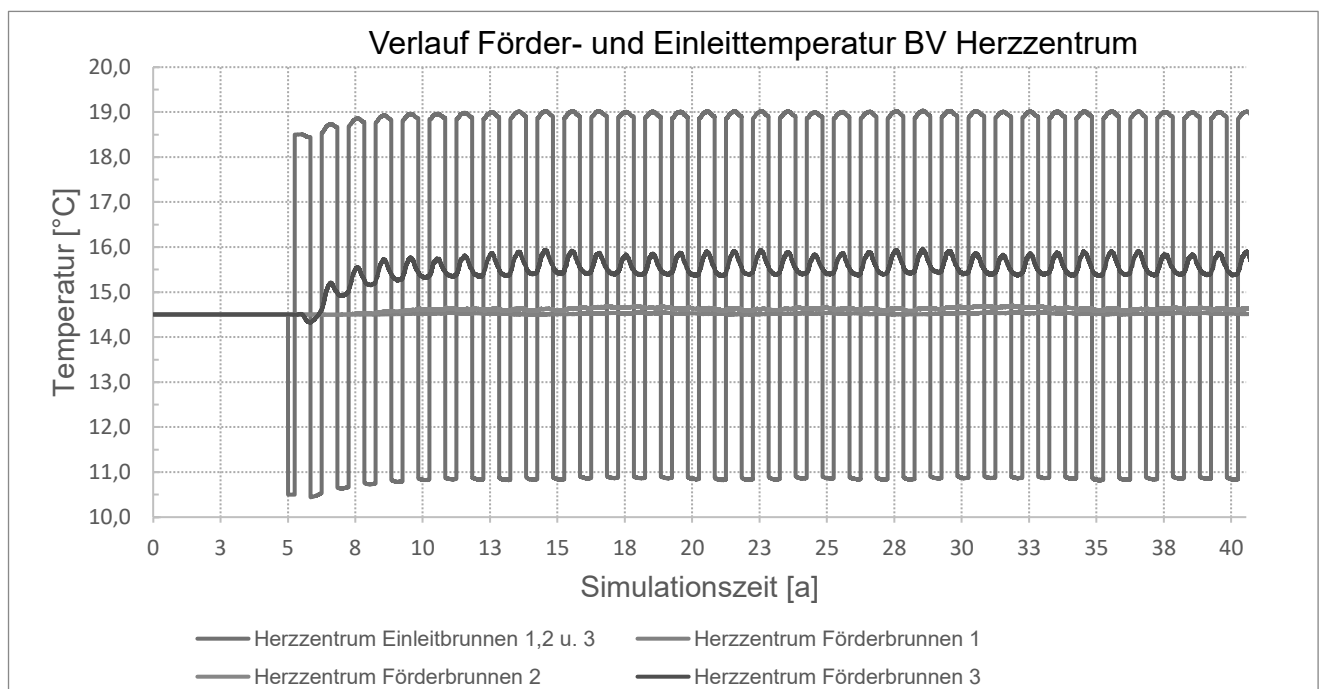
Neubau Herzzentrum und Informatics for Life, Heidelberg:

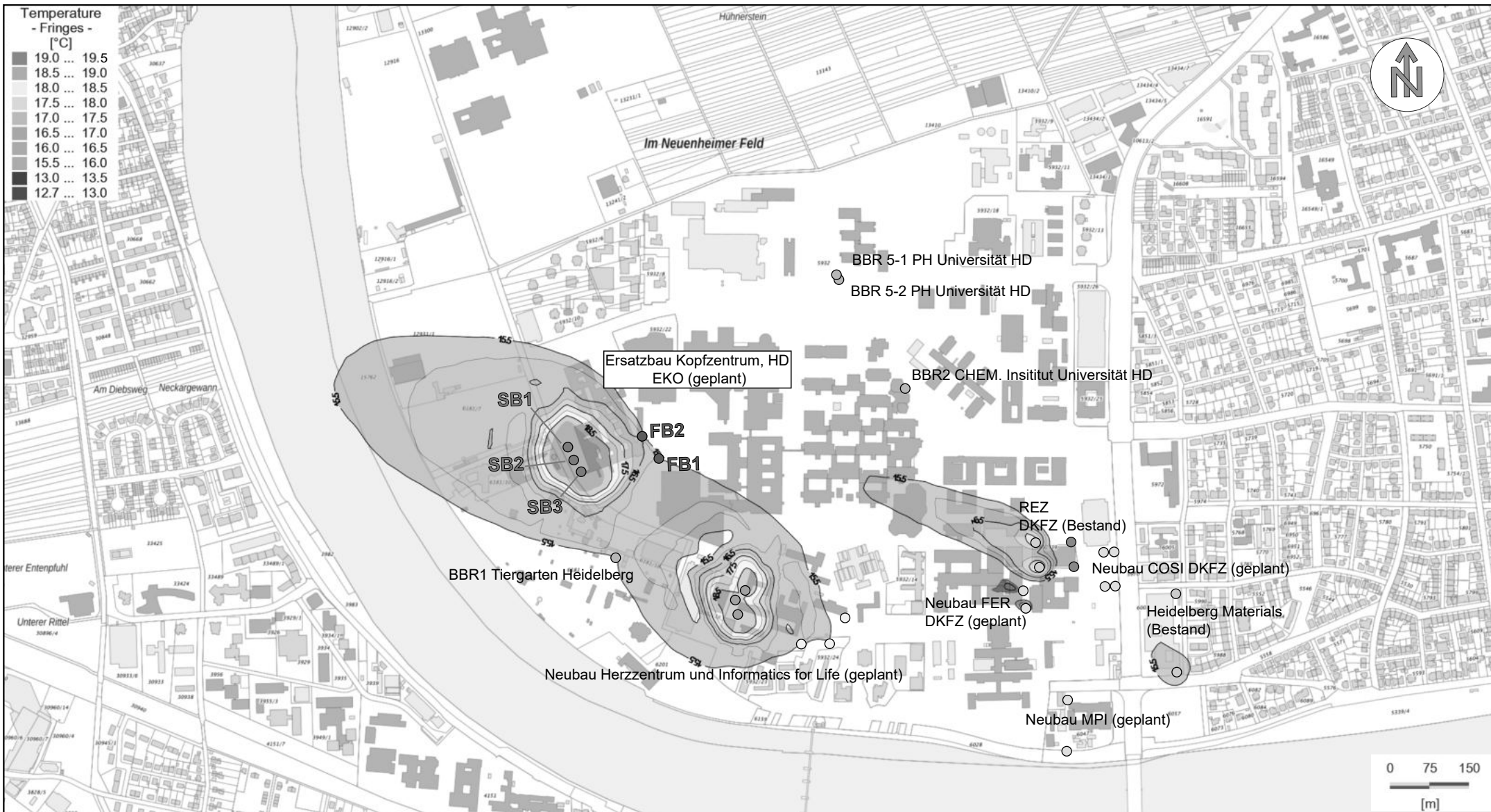
Anzahl Förderbrunnen: 3

Anzahl Einleitbrunnen: 3

Tab. 2: Grundwasserseitiger Wärmeentzug und -eintrag (langfristige Simulation) – BV Herzzentrum

Monat	Wärmeentzug (Heizen)		Wärmeeintrag (Kühlen)		Förderrate pro Förderbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Einletrate pro Einleitbrunnen (24h-Dauerbetrieb)	Temperaturspreizung zwischen Förder-/Einleittemperatur
	in kWh/a	in %	in kWh/a	in %	in l/s	in l/s	in K
Januar	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
Februar	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
März	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
April	0	0,00	312.000	13,00	8,63	8,63	4
Mai	0	0,00	360.000	15,00	9,96	9,96	4
Juni	0	0,00	336.000	14,00	9,30	9,30	4
Juli	0	0,00	360.000	15,00	9,96	9,96	4
August	0	0,00	384.000	16,00	10,63	10,63	4
September	0	0,00	336.000	14,00	9,30	9,30	4
Oktober	0	0,00	312.000	13,00	8,63	8,63	4
November	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
Dezember	239.976	20,00	0	0,00	6,64	6,64	-4
Summe	1.199.880	100	2.400.000	100	-	-	-

**Abb. 2: Temperaturverlauf der Förder- bzw. Einleittemperaturen der Betriebsjahre 5–40 (instationäre Simulation) – BV Herzzentrum (ungestörte Untergrundtemperatur 14,5 °C).**




Ungestörte Untergrundtemp. 14,5 °C
 T-Fahne: $\Delta T \geq 1 \text{ K}$
 Abstand Isotherme 0,5 K
 Darstellung nach 45 Jahren
 Juli/August
 (instationäre Simulation)

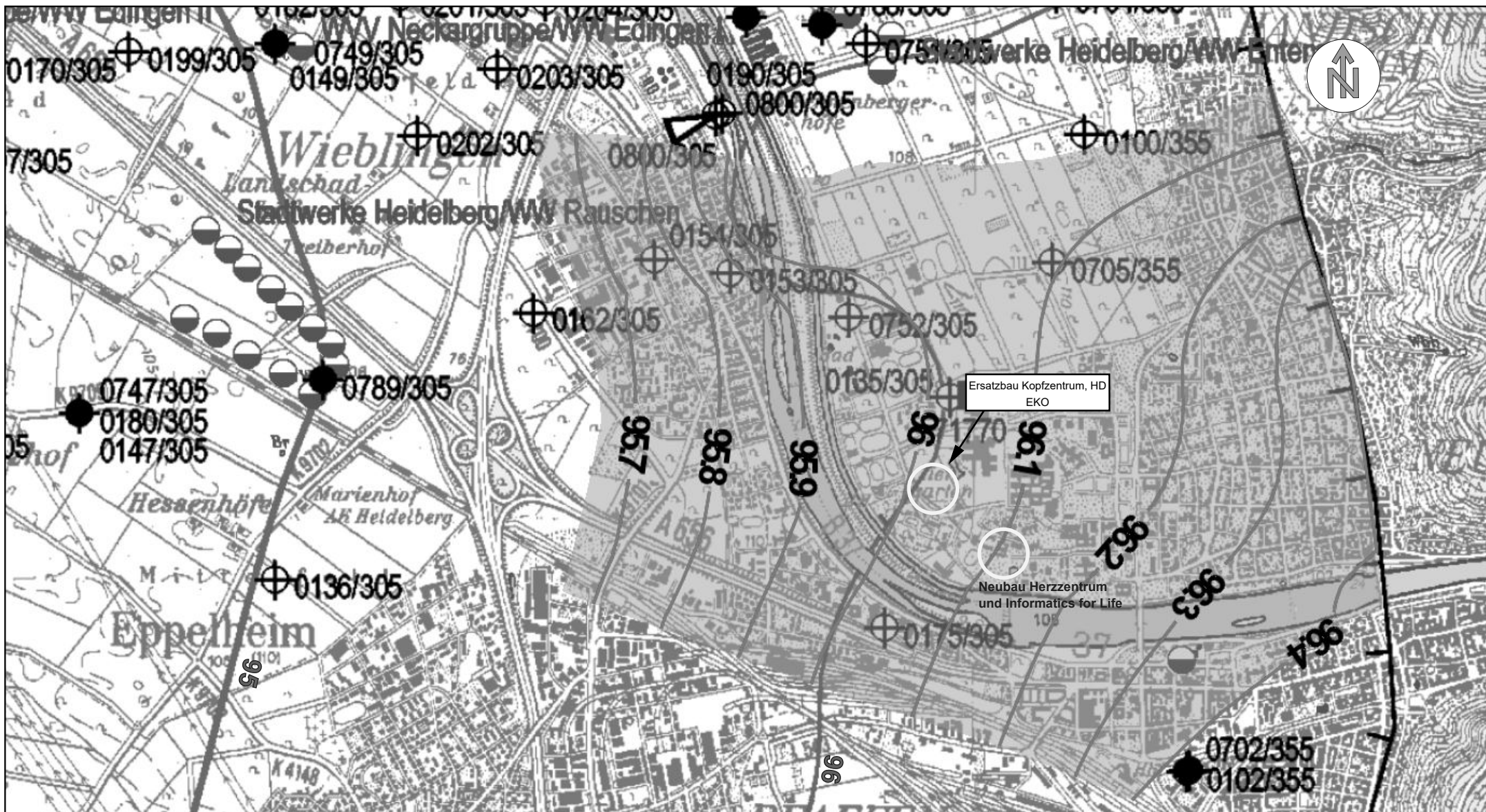
Hintergrundkarte: Grundstücke geoportal-bw.de

- Grundwassernutzungen im Modell berücksichtigt:
geothermische Brunnenanlage
- EKO Förderbrunnen (geplant)
 - EKO Einleitbrunnen (geplant)
 - Brauchwasserbrunnen
- weitere geothermische
Brunnenanlagen
- im Pendelbetrieb (geplant)
 - im Pendelbetrieb (Bestand)
 - Förderbrunnen (Bestand)
 - Einleitbrunnen (Bestand)
 - Förderbrunnen (geplant)
 - Einleitbrunnen (geplant)





Erstellt: 26.02.2024
 Projekt-Nr.: HTC.022.1241
 Maßstab:
 1 : 10.000

Name: kl
 Anlage-Nr.:

 Hydrogeologie
 Geothermie


Auftraggeber: Vermögen u. Bau BW Amt Mannheim u. Heidelberg
 Geprüft: dl
 Geändert:
Projekt: BV Erweiterung Chirurgische Klinik in 69120 Heidelberg (EKO)
 Temperatureuswirkung auf den Untergrund nach 45 Jahren Im Neuenheimer Feld, HD



Legende:

	Modellgebiet		GW-Höhengleichen im OGWL in m NN
	GW-Höhengleichen in +m NHN (Modell)		HGK 1990 Karte 7 (Normalwasserstand)

Quelle: Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Fortschreibung 1983–1998

Erstellt: 26.02.2024		Name: kl		Auftraggeber: Vermögen u. Bau BW Amt Mannheim u. Heidelberg	
Projekt-Nr.: HTC22.1241.0		Anlage-Nr.:		Geprüft: dl	
Maßstab: 1 : 25.000		 Hydrogeologie Geothermie		Geändert:	
				Projekt: BV Erweiterung Chirurgische Klinik in 69120 Heidelberg (EKO) Lage des numerischen Grundwassermodells, berechnete GW-Höhengleichen des Oberen Grundwasserleiters (OGWL) (Normalwasserstand)	



- Legende:**
- : Delta T + 2K
 - : Delta T +1 K
 - : Delta T -1 K
 - : Delta T -2 K
(gestrichelte Linien sind temporäre Änderungen)

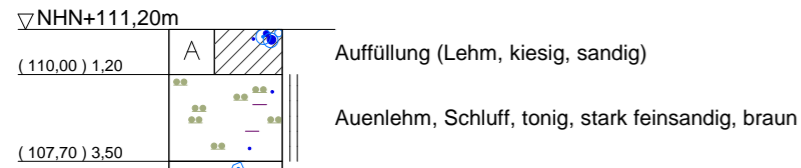
	Jährliche Energie (mit Grundwasser ausgetauscht, MWh/a)		
	Eintrag - Kühlung	Auszug - Heizung	Differenz
dkfz-FER	24	137	-113
dkfz-COSI	272	269	3
dkfz-REZ	290	0	290
MPI	300	300	0
HDC	300	300	0
HZ	2400	1200	1200
EKO	2131	938	1193

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.73 33 35
Telefax: 0711.73 56 298
email: kontakt@henkegas.de

www.henkegas.de	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	02.24	Mo	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Im Neuenheimer Feld 240 69120 Heidelberg
ges.	02.24	Hi	
gep.	02.24	Hi	
DaN: HDCOSI A01	Projekt: Neubau Gebäudekomplex DKFZ-COSI in 69120 Heidelberg		
eDaN: k.A.	Darstellung		
ANLAGE: 07	Übersichtslageplan mit Darstellung der verschiedenen berechneten Temperaturfahnen im Neuenheimer Feld (OGWLo)		
MAßSTAB: 1/5000			

Erwarteter Bohrprofil

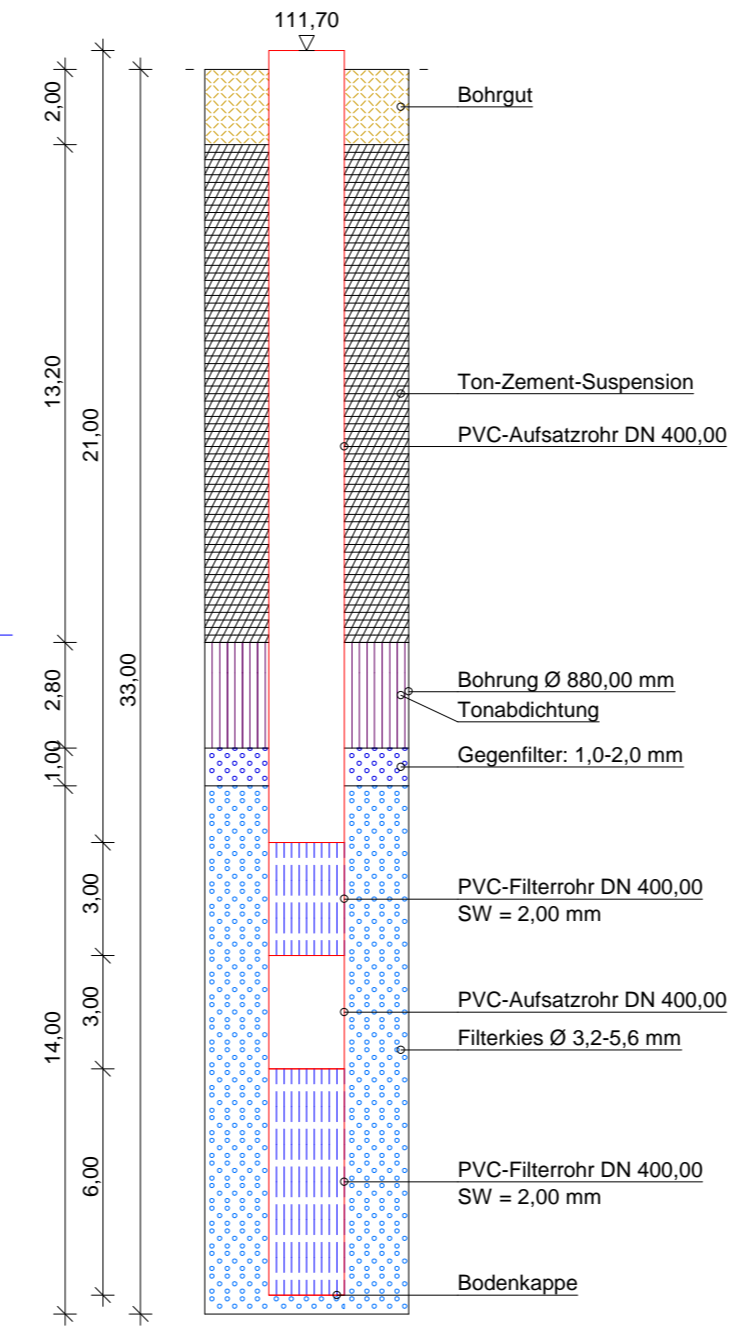


Flußkies, Kies, stark sandig, steinig, mit Blöcken, grobblockig, sehr schwach schluffig, 3, gerundete und kantengerundete Flusskiese

▼ 15,00 GW

(78,20) 33,00
78,20

Auf Basis der Bodengutachten IBO



Zentrierung alle 4 m
Kies: 0,5 m Unterschüttung, 1,5 m Überschüttung

Bauvorhaben:
 DKFZ-Center of Science (COSI),
 Bemessung von Brunnen für eine Geothermianlage
Planbezeichnung:
 Geplante Bohr- und Ausbauprofil

Plan-Nr: HDCOSI Klett G01	Maßstab: 1:200	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: G. Wilschko	Datum: 06.11.20
	Gezeichnet: Mo	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: HDCOSI Klett		

INHALT

1	VORGANG	3
2	VERWENDETE UNTERLAGEN	3
3	RAHMENBEDINGUNGEN	4
3.1	BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE UND UNTERGRUND	4
3.2	GRUNDWASSER	5
3.3	PLANUNGSRANDBEDINGUNGEN COSI.....	8
3.4	EINFLUSS AUF BESTEHENDE ANLAGE REZ	10
4	WASSERENTNAHME, INFILTRATION UND TEMPERATURFELD	11
4.1	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	11
4.2	HYDRAULISCHE BEEINFLUSSUNG DES AQUIFERS	12
4.3	THERMISCHE BEEINFLUSSUNG DES AQUIFERS.....	13
4.4	AUSWERTUNG UND BEURTEILUNG	14
5	SCHLUSSBEMERKUNG	15

ANLAGEN

Anlage 1:	Lagepläne
Anlage 2:	Bohrprofile Maschinenkernbohrungen und Ausbauprofil GWM
Anlage 3:	Untersuchungsergebnisse Grundwasserbeprobung
Anlage 4:	Berechnungen Temperatúrausbreitung

1 VORGANG

Im Auftrag des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) ist auf dem Gelände der Universität Heidelberg im Neuenheimer Feld der Neubau eines fünfstöckigen Gebäudekomplexes (Bezeichnung: COSI) geplant, der in Bereichen zweifach bzw. einfach unterkellert ist. Das Bauvorhaben hat geplante Abmessungen von circa 45 m x 83 m.

Aktuell wird geprüft, ob und welchem Umfang die geplante energetische Nutzung von Grundwasserwärmepumpen zu Heiz- und Kühlzwecken für den Neubau umgesetzt werden kann. Im Zuge dessen soll dieser Vorbericht im ersten Schritt die generelle Genehmigungsfähigkeit der geplanten Anlage überprüfen und zur Abstimmung mit dem zuständigen Umweltamt dienen.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN

VON GLÜCK LANDSCHAFTSARCHITEKTUR GMBH, STUTTGART

[U 1] COSI Heidelberg Außenanlagen, Lageplan Vorentwurf, Stand 21.07.2022

KLETT INGENIEURE GMBH, FELLBACH

[U 2] Auszug Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der LUBW, erhalten per E-Mail am 25.10.2022

[U 3] Auswertung Energiesimulation Polysun, erhalten per E-Mail am 25.10.2022

VON DER IBO PARTG MBB, KARLSRUHE

[U 4] Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung Neubau DKFZ Gebäudekomplex, Heidelberg, Auftragsnummer 222010, Bericht abgeschlossen am 15.09.2022

SONSTIGE UNTERLAGEN

- [U 5] Hydrogeologischer Bericht zur geplanten Entnahme und Wiederversickerung von Grundwasser zu Kühlzwecken durch eine Grundwasser-Wärmepumpenanlage, Bauvorhaben Neubau Radiologisches Entwicklungszentrum (REZ) im Neuenheimer Feld in Heidelberg, erstellt am 27.02.2013 durch Projektierungsgesellschaft für Geotechnik und Grundbau GmbH, Filderstadt, erhalten am 03.01.2022 durch Hr. Klemm
- [U 6] Aktuelle Zählerstände der Anlage des REZ der Jahre 2019 bis 2023, erhalten am 04.04.2023 durch Hr. Klemm (DKFZ)
- [U 7] Anforderungen für die Erstellung einer Grundwasserwärmepumpenanlage, hier: Neubau DKFZ, erhalten durch Herr Uhlig (Amt für Umweltschutz, Stadt Heidelberg)
- [U 8] Auszug aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, abgerufen am 09.08.2022 unter <https://isong.lgrb-bw.de/>

LITERATUR / REGELWERKE

- [L 1] Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen für Ein- und Zweifamilienhäuser oder Anlagen mit Energieentzug bis 45.000 kWh pro Jahr, 1. Auflage April 2009, erstellt durch das Umweltministerium Baden-Württemberg
- [L 2] Arbeitshilfe zum Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen für Ein- und Zweifamilienhäuser oder Anlagen mit Energieentzug bis 45.000 kWh pro Jahr, 1. Auflage Oktober 2009, erstellt durch das Umweltministerium Baden-Württemberg
- [L 3] Praxis Wärmepumpe: Technik - Planung - Installation, Sobotta S. (2008)

3 RAHMENBEDINGUNGEN

3.1 BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE UND UNTERGRUND

Im Baugrundgutachten nach [U 4] sind die Baugrundbedingungen detailliert beschrieben. Unterhalb von nichtbindigen und gemischtkörnigen Auffüllungen folgen im Untersu-

chungsgebiet oberflächennahe quartäre Schluffe und Tone bis ca. 5 m unter Geländeoberkante (GOK). Darunter stehen die typischen Neckarsande und -kiese bis in eine erkundete Tiefe von 25 m unter GOK an.

Die Maschinenkernbohrung BK 3 wurde zur temporären Grundwassermessstelle (GWM) ausgebaut.

3.2 GRUNDWASSER

Die Grundwasserverhältnisse sind im Baugrundgutachten nach [U 4] beschrieben und im Folgenden zusammengefasst:

- minimaler Grundwasserstand GW_{Min} 93,9 mNN
- mittlerer Grundwasserstand $\text{GW}_{\text{Mittel}}$ 96,5 mNN
- maximaler Grundwasserstand GW_{Max} 100,0 mNN

Zusätzlich liegen auf Basis des hydrogeologischen Berichtes nach [U 5] folgende hydrogeologischen Randbedingungen vor.

Tabelle 1: Hydrogeologische Randbedingungen gemäß Bericht nach [U 5]

Hydraulischer Gradient	0,001 m / 100 m
Lage Basis Grundwasserleiter	ca. 30 m unter GOK
Porosität	30 %
Grundwasser-Fließrichtung	270° (West) (bzw. 315° Nordwest)

In der zur GWM ausgebauten BK 3 wurde am 13.06.2022 ein Pumpversuch durchgeführt.

Die dabei vor Ort gemessenen Parameter sowie die Ergebnisse der Untersuchung der Grundwasserprobe sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefasst. Hierbei sind die vom Amt für Umweltschutz der Stadt Heidelberg gemäß [U 7] aufgelisteten Parameter dargestellt. Die detaillierten Ergebnisse sind in Anlage 3 zu finden.

Tabelle 2: Parameter Pumpversuch vom 13.06.2022 und Ergebnisse GW Untersuchungen

pH-Wert	8,7
Temperatur	16,3 °C
Sauerstoffgehalt	1,5 mg/l
Elektrische Leitfähigkeit	210 µS/cm
Redoxspannung	-87,2 mV
Mangan	0,088 mg/L
Nitrat	Noch nicht explizit untersucht
Phosphat	Noch nicht explizit untersucht
Sulfat	116 mg/L
Chlorid	61,5 mg/L
Calcium	106 mg/L
Säurekapazität bei pH 4,3	4,27 mmol/L
Magnesium	19,8 mg/L
Ammonium	< 0,05 mg/L
Natrium	Noch nicht explizit untersucht
LHKW	Alle Einzelsubstanzen unter Bestimmungsgrenze
Kalium	Noch nicht explizit untersucht
Pflanzenschutzmittel	Teilweise untersucht, nähere Definition erforderlich
Eisen	0,034 mg/L

Auswertung Ergebnisse

Der pH-Wert kennzeichnet ein basisches Milieu, während die Temperatur mit 16,3 °C vergleichsweise hoch ist. Der Sauerstoffgehalt zeigt eine Untersättigung im Grundwasser bei

schwach reduzierendem Milieu an. Folglich ist bei Kontakt zu atmosphärischem Sauerstoff eine Oxidation von z.B. Fe(II) denkbar. Die elektrische Leitfähigkeit zeigt ein wenig mineralisiertes Wasser mit geringer Ionenfracht.

Die Auswertung des Pumpversuches ergibt eine Durchlässigkeit des Aquifers von $k_f = 2,48 \cdot 10^{-3}$ m/s und stimmt damit gut mit den Angaben von standortnahen Baustellen überein [U 5].

Generell muss die Wasserqualität den Anforderungen des Wärmepumpenherstellers im Hinblick auf die Materialaggressivität (z.B. Edelstahl, Kupfer) sowie den einwandfreien Betrieb der Wärmepumpe und der dazugehörigen Kreisläufe entsprechen. Die in Abbildung 3 der Arbeitshilfe nach [L 2] beispielhaft dargestellten hydrochemischen Anforderungen werden in der untersuchten Grundwasserprobe (mit Ausnahme des Wertes für Sulfate sowie der Gesamthärte) eingehalten (vgl. Tabelle 3). Die Eisen- und Mangangehalte liegen unter den üblicherweise geforderten Grenzwerten, daher ist das Risiko eines schnellen Leistungsabfalls durch Verockerung als sehr gering einzustufen.

Tabelle 3: Zusammenfassung relevante Analyseergebnisse und Grenzwerte nach [L 2]

Parameter	Analyseergebnisse	Optimaler Wertebereich nach [L 2]
Sulfate	116 mg/l	< 70 mg/l
Eisen	0,034 mg/l	< 0,2 mg/l
Kohlensäure (CO ₂)	< 0,1 mg/l	< 5 mg/l
Mangan	0,088 mg/l	< 0,1 mg/l
Gesamthärte	19,4 °d	4,0 - 8,5 °d
pH-Wert	8,7	7,5 - 9,0
Elektr. Leitfähigkeit	210 µS/cm	10 - 500 µS/cm

Zudem wurden die Untersuchungsergebnisse nach den folgenden Richtwerten nach [L 3] ausgewertet.

Tabelle 4: Richtwerte wichtiger Wasserinhaltsstoffe für die Nutzung von Erdwärmebrunnensystem nach [L 3]

Parameter	Grenzwert	Bemerkung
Partikeldurchmesser	< 1 mm	Ablagerungen im Wärmetauscher
pH-Wert	6,5–9	mögliche Korrosion von Edelstahl und anderen Werkstoffen
Sauerstoff (O ₂)	< 2 mg/l	Korrosionsgefahr (s. VDI 4640)
Leitfähigkeit	< 500 µS/cm	Korrosionsgefahr (s. VDI 4640)
Gesamthärte	> 4°dH < 8,5°dH	mögliche Ablagerung durch Karbonatbildung
Eisen (Fe)	< 2 mg/l	führt in Verbindung mit Sauerstoff zur Verockerung des Schluckbrunnens
Mangan (Mn)	< 1 mg/l	führt in Verbindung mit Sauerstoff zur Verockerung des Schluckbrunnens
Aluminium (Al)	< 0,2 mg/l	Korrosionsgefahr für Kupfer; kann in Verbindung mit Sauerstoff zur Verockerung des Schluckbrunnens führen
Ammoniak (NH ₃)	< 2 mg/l	Korrosionsgefahr für Kupfer
Sulfat (SO ₄)	< 70 mg/l	mögliche Korrosion von Edelstahl bei zu hohen Anteilen
Chlorverbindungen (Cl)	< 300 mg/l	mögliche Korrosion von Edelstahl bei zu hohen Anteilen
gelöste Kohlensäuren (CO ₂)	< 5 mg/l	Korrosionsgefahr für Kupfer

Dabei ist festzustellen, dass ebenfalls die Werte der Sulfate sowie die Gesamthärte oberhalb der Richtwerte liegen. Dies kann zu einer möglichen Ablagerung durch Karbonatbildung sowie zu einer möglichen Korrosion von Edelstahl führen. Ammoniak, Chlor und Aluminium wurden jedoch nicht untersucht.

Der Auszug aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) [U 8] liefert die Aussage, dass die geothermische Effizienz für Erdwärmesonden am Standort als „effizient“ bewertet wird. Zudem wird dabei eine Wärmezugsleistung von ca. 50 W (bei 1800 Betriebsstunden pro Jahr) angegeben. Die maximale Bohrtiefe wird zum Schutz des mittleren Grundwasserleiters auf 68 m festgelegt.

3.3 PLANUNGSRANDBEDINGUNGEN COSI

Basierend auf der aktuellen Planung wurde der Wärme- bzw. Kältebedarf durch Klett Ingenieure nach [U 3] definiert und ist in der folgenden Abbildung 1 dargestellt.

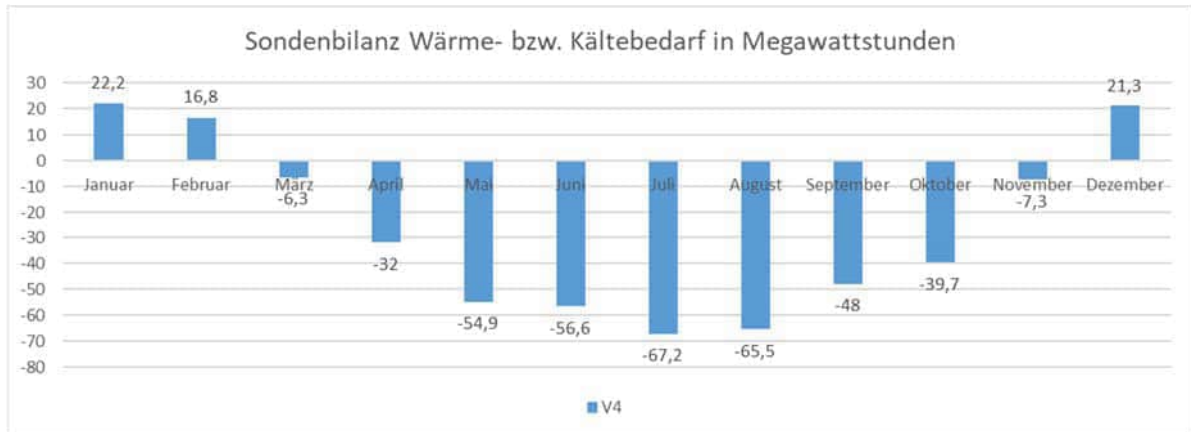


Abbildung 1: Wärme- und Kältebedarf nach [U 3] (Einheiten in MWh)

Daraus resultieren die in der folgenden Tabelle 5 zusammengefassten Entnahmemengen:

Tabelle 5: Entnahmemengen pro Monat und pro Jahr

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	
1,4	1,2	0,4	2,1	3,5	3,8	l/s
5,1	4,3	1,5	7,7	12,7	13,5	m ³ /h
123,4	103,3	35,0	183,7	305,0	325,0	m ³ /Tag
3823,9	2893,8	1085,2	5512,0	9456,5	9749,3	m ³ /Monat
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
4,3	4,2	3,2	2,6	0,5	1,4	l/s
15,6	15,2	11,5	9,2	1,7	4,9	m ³ /h
373,4	363,9	275,6	220,6	41,9	118,4	m ³ /Tag
11575,1	11282,3	8267,9	6838,3	1257,4	3668,9	m ³ /Monat

75410,5 m³/Jahr

Die vorgesehene maximale Entnahmemenge liegt deutlich unter 100.000 m³/Jahr, was eine allgemeine Vorprüfung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung nicht erforderlich macht.

Die aktuelle Planung sieht östlich des Neubaus auf Höhe der Nordseite zwei Saugbrunnen und auf der Südseite zwei Schluckbrunnen mit einem Abstand von ca. 60 m vor. Die Lage der geplanten Brunnen ist in der Anlage 4.0 dargestellt. Weitere Angaben zur geplanten Anlage könnten zum aktuellen Planungsstand noch nicht getroffen werden. Aussagen zur ausführenden Firma, Bohrbeginn, Bohrverfahren oder zur detaillierten Anlage an sich (Betriebsmittel, Förder- oder Wärmepumpe, Sicherheitseinrichtungen) werden für die eigentliche wasserrechtliche Erlaubnis nachgereicht.

Linie eine aktuelle mittlere Fördermenge dargestellt. Die dargestellte, aktuelle, mittlere Fördermenge stellt aus unserer Sicht ein realistisches Szenario der Ist – Situation in Verbindung mit einem Sicherheitszuschlag dar. Ergänzend ist zu erwähnen, dass die Anlage des REZ nur zur Kühlung mit einer Leistung von 180 MWh/a vorgesehen ist.

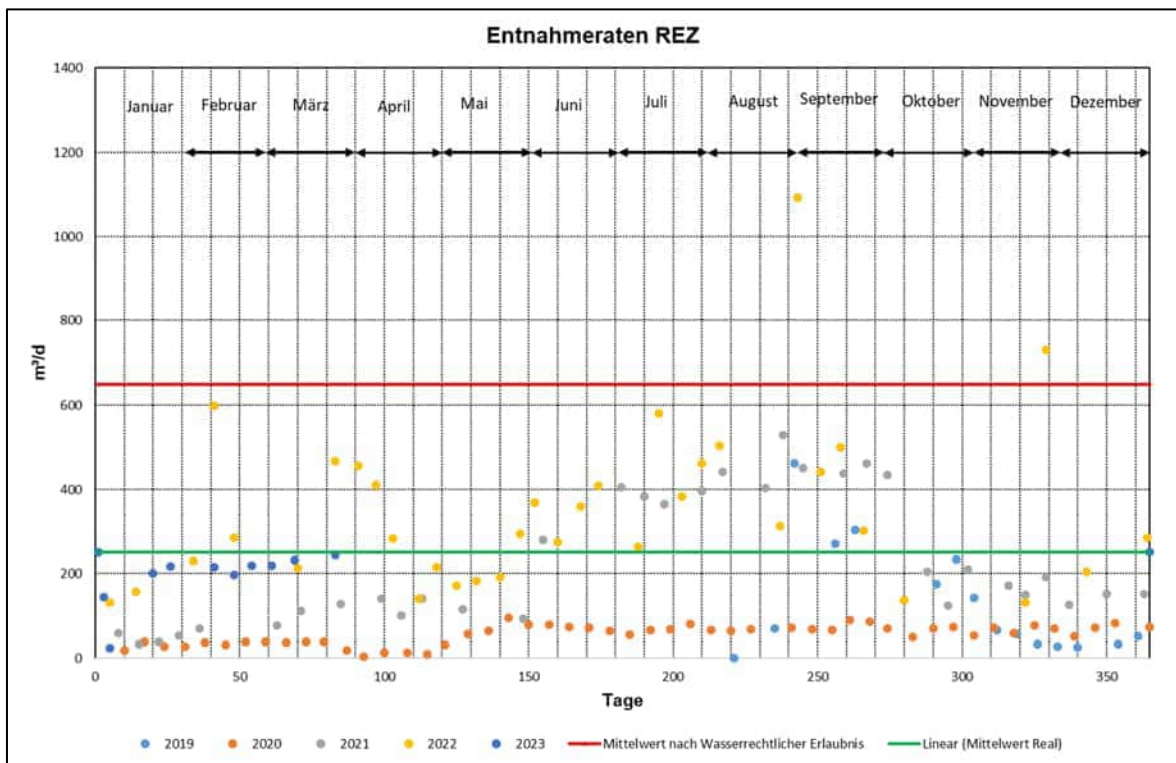


Abbildung 3: Entnahmemengen REZ mit Mittelwerten

4 WASSERENTNAHME, INFILTRATION UND TEMPERATURFELD

4.1 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

Zur Modellierung der Temperaturentbreitung im Grundwasserstrom wurden thermohydraulisch gekoppelte Berechnungen mit SEEP/W und TEMP/W durchgeführt. Der Modellerstellung für die Simulationen liegt die Annahme vollständiger Brunnen zugrunde. Des Weiteren basieren die FE-Simulationen auf den im Kapitel 3 definierten Grundannahmen. Die relevanten Annahmen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 6: Zusammenfassung relevante Annahmen

Grundwasserfließrichtung	270° West
Hydraulischer Gradient des Grundwassers	0,001 m / 100 m
Lage des Grundwasserspiegels	14,5 m unter GOK
Basis des Grundwasserleiter	ca. 30 m unter GOK
Durchlässigkeit des Grundwasserleiters	$2,5 \cdot 10^{-3}$ m/s
Spezifische Wärmekapazität	2500 kJ / (m ³ *K)
Wärmeleitfähigkeit (ungefroren)	2,35 W/(mK)
Grundwassertemperatur	+ 10° C
Einleittemperatur	+ 15° C
Maximale Temperaturdifferenz	5 K
Porosität	0,3
Variable Entnahme- und Infiltrationsraten pro Monat	Gemäß Tabelle 5
Zeitraum vorlaufender Betrieb Anlage REZ	10 Jahre

4.2 HYDRAULISCHE BEEINFLUSSUNG DES AQUIFERS

Um die Auswirkungen der Entnahme einschätzen zu können wurde sowohl die Reichweite des Absenktrichters nach SICHARDT als auch die damit einhergehende Absenkung des Grundwasserspiegels am Brunnen berechnet.

Unter Berücksichtigung der o.g. Grundlagen ergeben sich hierbei Absenkungen im Bereich von 0,5 - 4 cm. Die daraus resultierenden Reichweiten der Absenktrichter sind zu vernachlässigen.

Aufgrund der hohen Durchlässigkeiten des Aquifers sowie den geringen Entnahmeraten der geplanten Anlage (0,4 bis 4,3 l/s) ist der hydraulische Einfluss als minimal einzuschät-

zen. Im direkten Nahbereich sind lediglich Absenkungen des Grundwassers bis wenige Zentimeter wahrscheinlich.

Da zum aktuellen Zeitpunkt der Planung noch keine Anforderungen an die Brunnenanlage (Tiefe, Durchmesser, Filterlänge) definiert sind, ist dies für den eigentlichen Antrag nochmals gesondert zu prüfen. Dadurch können sich Änderungen ergeben, die aus unserer Sicht auf die hydraulische Beeinflussung des Aquifers nur einen sehr geringen bis keinen Einfluss haben werden.

4.3 THERMISCHE BEEINFLUSSUNG DES AQUIFERS

In der Anlage 4 sind die Berechnungsergebnisse für die Temperatursausbreitung im Untergrund dargestellt.

Der Vorlauf der Anlage des REZ ist in der Anlagen 4.0 mit 10 Jahren modelliert. Die Temperatursausbreitung weicht, basierend auf den realen Entnahmemengen der letzten Jahre nach [U 6], von den nach [U 5] vorab erstellten Berechnungen deutlich ab. In diesem Ausgangszustand beträgt die 3K-Temperaturänderung der REZ-Anlage ca. 90 m in westlicher Richtung.

In den Anlagen 4.1 - 4.9 sind die Temperaturfeldberechnungen im jährlichen Intervall am jeweiligen Jahresende detailliert für den Betrieb REZ und COSI dargestellt. Die Anlage 4.10 stellt das Temperaturfeld für das zehnte Jahr nach Inbetriebnahme mit den monatlichen Schwankungen der Entnahmemengen dar.

Die Simulationen ergeben folgende rechnerische maximale Ausdehnung der 3K-Temperaturänderungen:

Tabelle 7: Ergebnisse Temperaturfeldberechnungen

Betrachteter Zeitpunkt	Max. Ausdehnung 3K-Tempänderung [ca. m]		Anlagen Nr.
	REZ	COSI	
Ausgangszustand	82	-	Anlage 4.0
Nach 1. Jahr - 31.12.	88	38	Anlage 4.1
Nach 2. Jahr - 31.12.	93	68	Anlage 4.2
Nach 3. Jahr - 31.12.	97*	68*	Anlage 4.3
Nach 4. Jahr - 31.12.	102	68	Anlage 4.4
Nach 5. Jahr - 31.12.	105	70	Anlage 4.5
Nach 6. Jahr - 31.12.	109	75	Anlage 4.6
Nach 7. Jahr - 31.12.	113	79	Anlage 4.7
Nach 8. Jahr - 31.12.	116	80**	Anlage 4.8
Nach 9. Jahr - 31.12.	119	80	Anlage 4.9
Nach 10. Jahr - 31.12.	126	80	Anlage 4.10.12

*ab hier Überschneidung der Temperaturfelder

** ab hier stationärer Zustand

Ab dem 3. Jahr der Simulation kommt es zu einer Überschneidung der Temperaturfelder. Daraus resultiert eine Beeinflussung der Anlage des COSI auf die des REZ. Im Laufe der weiteren Jahre steigt der Einfluss deutlich an. Nach dem 8. Jahr der Simulation stellt sich für das Cosi ein stationärer Zustand ein.

4.4 AUSWERTUNG UND BEURTEILUNG

Basierend auf den aktuellen Annahmen und anhand der errechneten Absenkungen ist davon auszugehen, dass die Absenkungen alle im Bereich des natürlichen Schwankungsbereiches liegen. Daher ist davon auszugehen, dass durch die Entnahme keine hydraulische Beeinflussung des Grundwassers erfolgt. Dementsprechend sind auch keine hydraulischen

Auswirkungen auf die Nachbarbebauung oder die bestehende Anlage des REZ zu erwarten.

Jedoch wird durch den Betrieb der neuen Anlage des COSI bei der Anlage des REZ mit einer erhöhten Entnahmetemperatur zu rechnen sein. Inwieweit dies Einfluss auf deren Leistung hat und ob dies betriebstechnische Auswirkungen für die Nutzung hat, wird nach Prüfung der Genehmigungsfähigkeit genauer betrachtet.

5 SCHLUSSBEMERKUNG

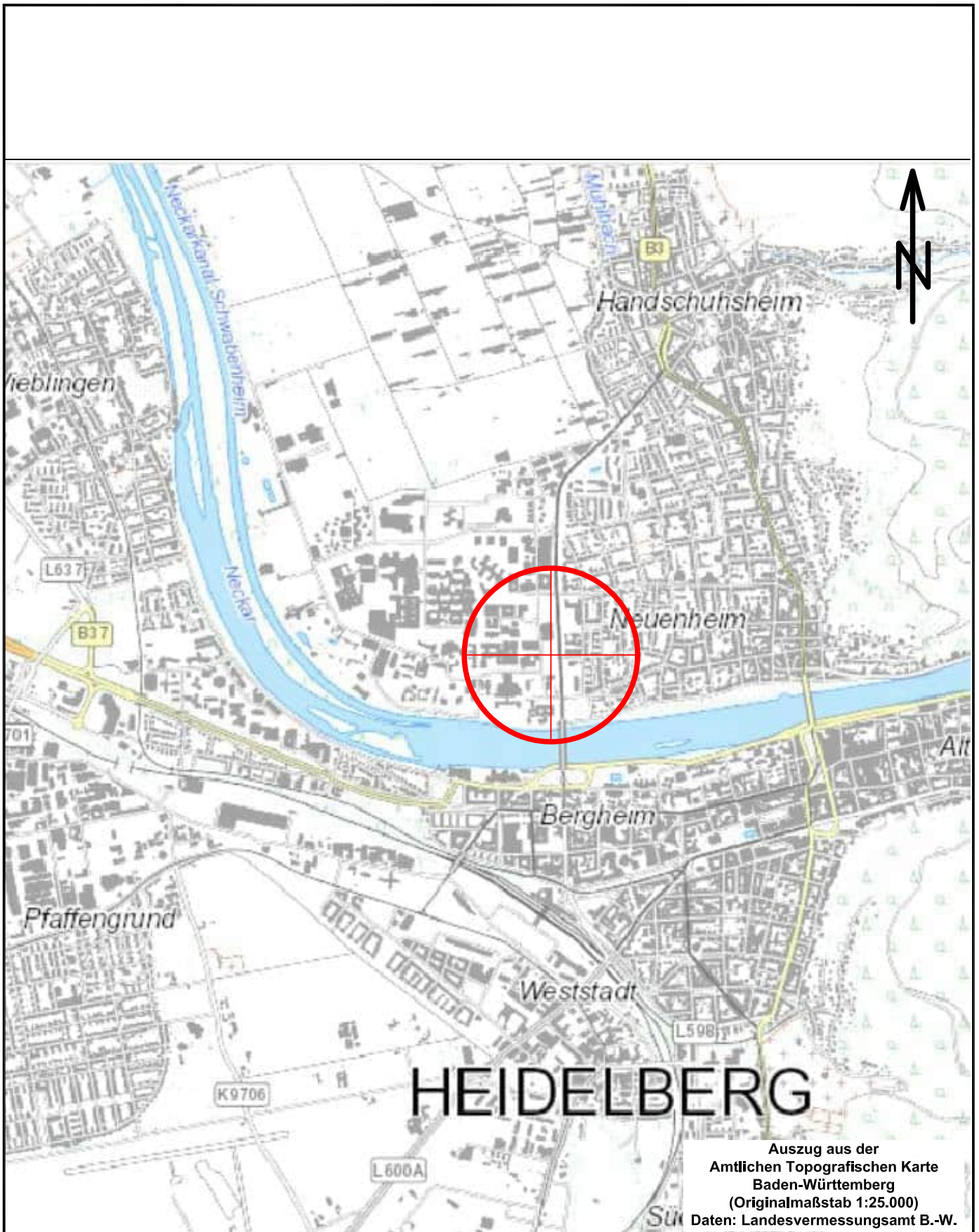
Abschließend weisen wir darauf hin, dass zum aktuellen Zeitpunkt der Planung noch nicht alle relevanten Fragestellungen (wie z.B. technische und geometrische Anforderungen der Brunnenanlage) beantwortet werden können. Dieser Vorbericht soll daher im ersten Schritt die generelle Genehmigungsfähigkeit der geplanten Anlage überprüfen und zur Abstimmung mit dem zuständigen Umweltamt dienen.

Wenn die Umsetzung der Anlage möglich ist, wird dieser Vorbericht überarbeitet und im Zuge der wasserrechtlichen Erlaubnis für die Umsetzung der Anlage ergänzt.

Die hydrogeologischen und thermischen Modellberechnungen wurden anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen beurteilt. Im Zuge der Ausführung sind die getroffenen Annahmen vor Ort zu prüfen und zu bestätigen.

i.V. 

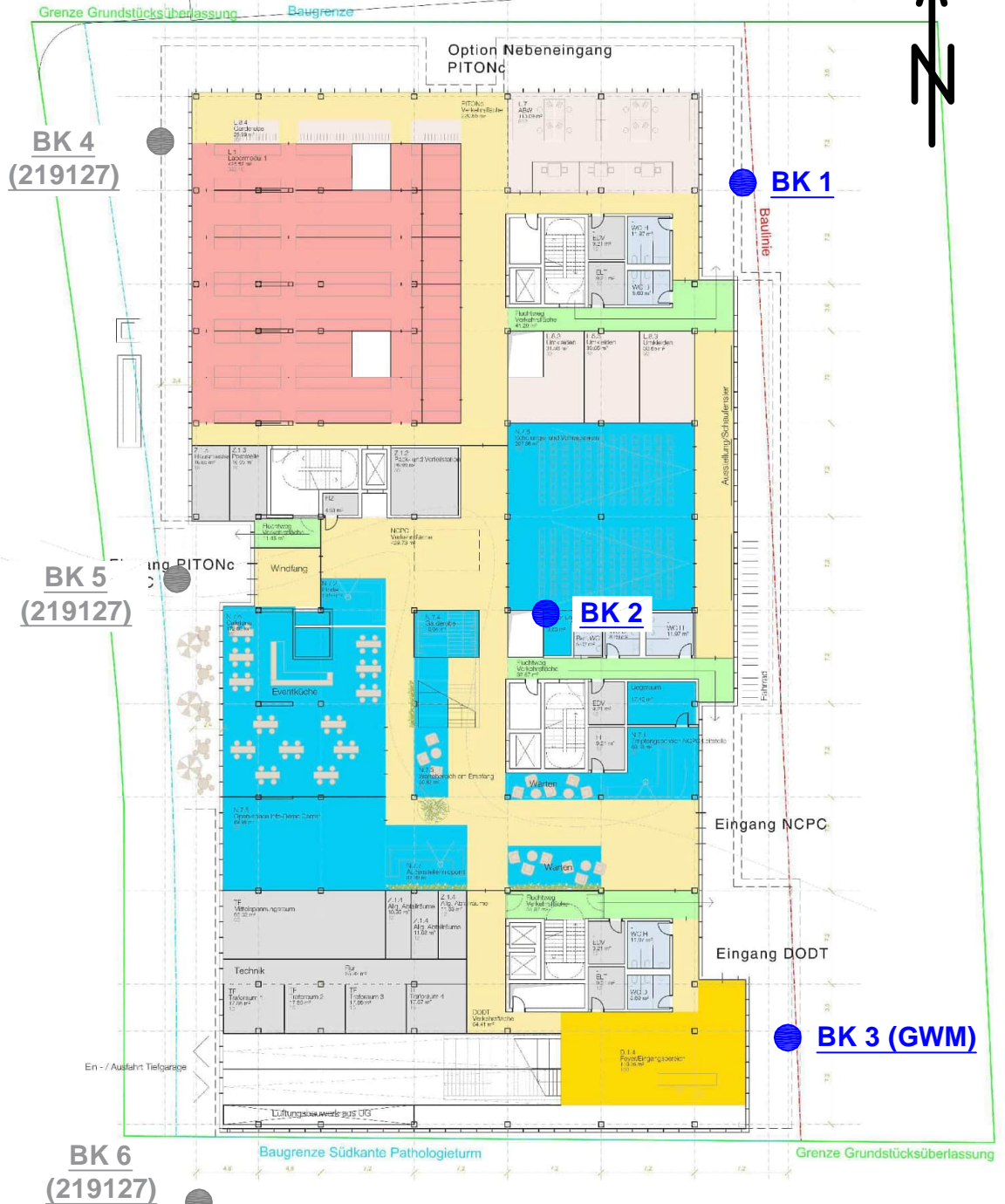
(M.Sc. P. Hilsendegen)



DKFZ Heidelberg
Neubau Gebäudekomplex
 Im Neuenheimer Feld, Heidelberg

IBO PartG mbB
 Ingenieurbüro für Bodenmechanik,
 Grundbau, Geo- und Umwelttechnik
 Ellmendinger Str. 23 76 227 Karlsruhe
 Tel.: 0721 / 400 89 - 0 Fax: 0721 / 400 89 - 22
 E-Mail: info@ibo-ing.de

Übersichtsplan	Maßstab: 1:25000	Auftrag: 222010
	Gezeichnet: HP	Anlage: 1.1
	Bearbeiter: HP	Datum: 14.02.2022



Legende:

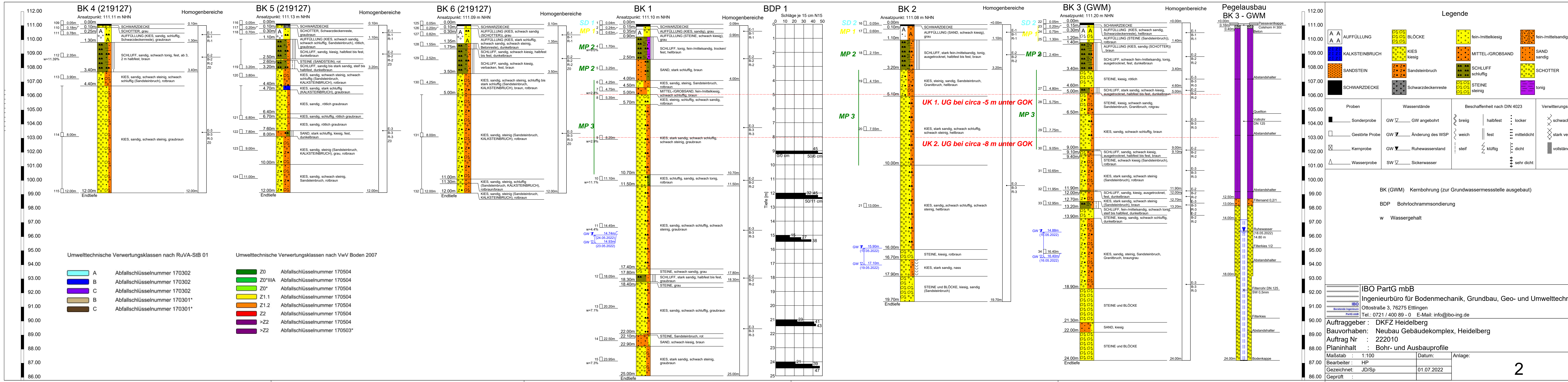
- **BK (GWM)** Kernbohrung (zur Grundwassermessstelle ausgebaut)
- **BK (219127)** Kernbohrung (Erweiterung Infrastrukturkanal)

DKFZ Heidelberg
Neubau Gebäudekomplex
Im Neuenheimer Feld, Heidelberg

IBO PartG mbB
Ingenieurbüro für Bodenmechanik,
Grundbau, Geo- und Umwelttechnik
Ellmendinger Str. 23 76 227 Karlsruhe
Tel.: 0721 / 400 89 - 0 Fax: 0721 / 400 89 - 22
E-Mail: info@ibo-ing.de

Lage der Baugrundaufschlüsse

Maßstab:	ca. 1:500	Auftrag:	222010
Gezeichnet:	HP/Sp	Anlage:	1.2
Bearbeiter:	HP	Datum:	22.06.2022





**Chemisch Analytisches
Laboratorium**

CAL GmbH & Co. KG - Röntgenstraße 82 - 64291 Darmstadt

Terrasond GmbH & Co.KG
Zweigstelle Rhein-Main
Darmstädter Straße 67

64572 Büttelborn

Staatlich anerkannt

Untersuchung
Beratung und
Auftragsforschung
für Industrie und
Umweltschutz

Tel. 06151 13633-0
Fax 06151 13633-28



Ihr Auftrag vom 13.06.2022
Ihr Projekt: BV 2022-0228 DKFZ Heidelberg

Untersuchungsbericht 202205644

Probeneingang

Die Probe(n) wurde(n) durch den Auftraggeber bei der CAL GmbH & Co. KG angeliefert.

Untersuchungsgegenstand

Probe ID	Eingang	Material	Bezeichnung
202205644-001	13.06.2022	Grundwasser	GWM BK 3



Untersuchungsergebnisse

Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV),
Stand 18.07.2021, Anlage 1: Geringfügigkeitsschwellenwerte für örtlich begrenzte Grundwasserverunreinigungen

Probenbezeichnung		Proben-ID	202205644-001	
GWM BK 3				
Parameter	Methode	Meßwert	Geringfügigkeits- schwellenwert	Einheit
Teil 1: Anorganische Parameter				
Antimon	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,003	0,005	mg/L
Arsen	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,002	0,0032	mg/L
Barium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,065	0,175	mg/L
Blei	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,001	0,0012	mg/L
Bor	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,059	0,180	mg/L
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0001	0,0003	mg/L
Chrom	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,002	0,0034	mg/L
Cobalt	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,001	0,002	mg/L
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,003	0,0054	mg/L
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,01	0,035	mg/L
Nickel	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,0042	0,007	mg/L
Quecksilber	DIN EN ISO 17852-E35 (2008-04)	< 0,00005	0,0001	mg/L
Selen	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,002	0,003	mg/L
Thallium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0001	0,0002	mg/L
Vanadium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,002	0,004	mg/L
Zink	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,01	0,06	mg/L
Cyanid gesamt	DIN EN ISO 14403-2-D3 (2012-10)	< 0,005	0,01	mg/L
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1-D20 (2009-07)	< 0,5	0,9	mg/L



Probenbezeichnung		Proben-ID	202205644-001	
GWM BK 3				
Parameter	Methode	Meßwert	Geringfügigkeits- schwellenwert	Einheit
Teil 2: Organische Parameter				
Summe EPA-PAK (ohne Naphthalin)	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	**	0,0002	mg/L
Anthracen	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,000005	0,0001	mg/L
Benzo-(a)-pyren	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,000005	0,00001	mg/L
Dibenzo-(ah)-anthracen	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,000005	0,00001	mg/L
Summe Benzo-(b)-fluoranthren, Benzo-(k)-fluoranthren	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	**	0,00003	mg/L
Summe Benzo-(ghi)-perylen, Indeno-(123cd)-pyren	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	**	0,000002	mg/L
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,000005	0,0001	mg/L
Summe Naphthalin u. Methylnaphthaline	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,000010	0,002	mg/L
Summe LHKW	DIN EN ISO 10301-F4 (1997-08)	**	0,02	mg/L
Summe Tri- und Tetrachlorethen	DIN EN ISO 10301-F4 (1997-08)	**	0,01	mg/L
1,2-Dibromethan	DIN EN ISO 10301-F4 (1997-08)	<0,00001	0,00002	mg/L
1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 10301-F4 (1997-08)	< 0,0005	0,003	mg/L
Trichlormethan	DIN EN ISO 10301-F4 (1997-08)	<0,001	0,0025	mg/L
Vinylchlorid	DIN EN ISO 10301-F4 (1997-08)	< 0,00025	0,0005	mg/L
Summe PCB	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	**	0,00001	mg/L
Kohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2-H53 (2001-07)	< 0,05	0,1	mg/L
Summe BTEX	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	**	0,02	mg/L
Benzol	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	<0,0005	0,001	mg/L
Summe Etheroxygenate	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	**	0,005	mg/L
MTBE	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	< 0,0015		mg/L
ETBE	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	< 0,0015	0,0025	mg/L
TAME	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	< 0,0015		mg/L
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402-H37 (1999-12)	< 0,005	0,008	mg/L
Nonylphenol	DIN EN ISO 18857-F31 (2007-02)	< 0,0001	0,0003	mg/L
Summe Chlorphenole	DIN EN 12673-F15 (1999-05)	**	0,001	mg/L
Pentachlorphenol	DIN EN 12673-F15 (1999-05)	<0,00005	0,0001	mg/L
Summe Chlorbenzole	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02) / DIN 38407-F9-1 (1991-05)	**	0,001	mg/L
1,2,3-Trichlorbenzol	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	<0,0002	0,0004	mg/L
1,2,4-Trichlorbenzol	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	<0,0002	0,0004	mg/L
1,3,5-Trichlorbenzol	DIN 38407-F9-1 (1991-05)	<0,0002	0,0004	mg/L
Pentachlorbenzol	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	<0,000005	0,000007	mg/L
Hexachlorbenzol	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	<0,000005	0,00001	mg/L
Epichlorhydrin	DIN EN 14207-P9 (2003-09)	< 0,00005	0,0001	mg/L

** = keine Einzelsubstanzen nachweisbar, Einzelwerte der organischen Summenparameter siehe unten.



Einzelauflistung der Summenparameter:

Probenbezeichnung

ID 202205644-001

GWM BK 3

Leichtflüchtige halogenierte KW (LHKW) inkl. Vinylchlorid	mg/L
Dichlormethan	< 0,003
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,003
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,003
1,1,1-Trichlorethan	< 0,0001
Tetrachlormethan	< 0,0001
Trichlorethen	< 0,0001
Tetrachlorethen	< 0,0001
1,1-Dichlorethan	< 0,0005
1,1-Dichlorethen	< 0,0005
1,2-Dichlorethan	< 0,0005
1,2-Dibromethan	< 0,00001
Vinylchlorid	< 0,00025
Chloroform	< 0,001
Bromdichlormethan	< 0,001
Dibromchlormethan	< 0,001
Tribrommethan	< 0,001
Summe LHKW	**

Polycyclische aromatische KW (EPA-PAK)	mg/L
Acenaphthylen	< 0,000005
Acenaphthen	< 0,000005
Fluoren	< 0,000005
Phenanthren	< 0,000005
Anthracen	< 0,000005
Fluoranthren	< 0,000005
Pyren	< 0,000005
Benzo-(a)-anthracen	< 0,000005
Chrysen	< 0,000005
Benzo-(b)-fluoranthren	< 0,000005
Benzo-(k)-fluoranthren	< 0,000005
Benzo-(a)-pyren	< 0,000005
Dibenzo-(ah)-anthracen	< 0,000005
Benzo-(ghi)-perylene	< 0,000001
Indeno-(123cd)-pyren	< 0,000001
Summe EPA-PAK (ohne Naphthalin)	**

Polychlorierte Biphenyle (PCB)	mg/L
PCB-28	< 0,0000005
PCB-52	< 0,0000005
PCB-101	< 0,0000005
PCB-153	< 0,0000005
PCB-138	< 0,0000005
PCB-180	< 0,0000005
Summe PCB	**

** = keine Einzelsubstanzen nachweisbar



Einkernige aromatische KW (BTEX)	mg/L
Benzol	< 0,0005
Toluol	< 0,0005
Ethylbenzol	< 0,0005
m,p-Xylol	< 0,0005
o-Xylol	< 0,0005
Styrol	< 0,0005
Cumol	< 0,0005
Summe BTEX	**

Chlorphenole	mg/L
2-Chlorphenol	< 0,0005
3-Chlorphenol	< 0,0005
4-Chlorphenol	< 0,0005
2,3-Dichlorphenol	< 0,0005
2,4-Dichlorphenol	< 0,0005
2,5-Dichlorphenol	< 0,0005
2,6-Dichlorphenol	< 0,0005
3,4-Dichlorphenol	< 0,0005
3,5-Dichlorphenol	< 0,0005
2,3,4-Trichlorphenol	< 0,0005
2,3,5-Trichlorphenol	< 0,0005
2,3,6-Trichlorphenol	< 0,0005
2,4,5-Trichlorphenol	< 0,0005
2,4,6-Trichlorphenol	< 0,0005
3,4,5-Trichlorphenol	< 0,0005
2,3,5,6-Tetrachlorphenol	< 0,0005
2,3,4,6-/2,3,4,5-Tetrachlorphenol	< 0,0005
Pentachlorphenol	< 0,00005
Summe Chlorphenole	**

Chlorbenzole	mg/L
Chlorbenzol	< 0,0002
1,2-Dichlorbenzol	< 0,0002
1,3-Dichlorbenzol	< 0,0002
1,4-Dichlorbenzol	< 0,0002
1,2,3-Trichlorbenzol	< 0,0002
1,2,4-Trichlorbenzol	< 0,0002
1,3,5-Trichlorbenzol	< 0,0002
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	< 0,00005
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol	< 0,00005
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol	< 0,00005
Pentachlorbenzol	< 0,000005
Hexachlorbenzol	< 0,000005
Summe Chlorbenzole	**

** = keine Einzelsubstanzen nachweisbar



Wasseranalytik

Probenbezeichnung		Proben-ID	202205644-001
GWM BK 3			
	Methode	Meßwert	Einheit
Eisen	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,034	mg/L
Mangan	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,088	mg/L

Die vorliegenden Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das untersuchte Probenmaterial. Die auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Einwilligung des Prüflaboratoriums. * = Fremdleistung durch akkreditiertes Labor. # = nicht akkreditiertes Prüfverfahren.

CAL GmbH & Co. KG
Darmstadt

signiert
von: CAL GmbH & Co. KG
am: 21.07.2022
um: 10:01:27 +02
Dipl.-Ing. Martin Przewosnik

Die Probe(n) wurde(n) vom 14.06.2022 bis zum 15.07.2022 bearbeitet.



**Chemisch Analytisches
Laboratorium**

CAL GmbH & Co. KG - Röntgenstraße 82 - 64291 Darmstadt

Terrasond GmbH & Co.KG
Zweigstelle Rhein-Main
Darmstädter Straße 67

64572 Büttelborn

Staatlich anerkannt

Untersuchung
Beratung und
Auftragsforschung
für Industrie und
Umweltschutz

Tel. 06151 13633-0
Fax 06151 13633-28



Ihr Auftrag vom 13.06.2022
Ihr Projekt: BV 2022-0228 DKFZ Heidelberg

Untersuchungsbericht 202205644-A

Probeneingang

Die Probe(n) wurde(n) durch den Auftraggeber bei der CAL GmbH & Co. KG angeliefert.

Untersuchungsgegenstand

Probe ID	Eingang	Material	Bezeichnung
202205644-001	13.06.2022	Grundwasser	GWM BK 3



Untersuchungsergebnisse

Betonaggressivität gemäß DIN 4030, 2008-06

Probenbezeichnung				Proben-ID	202205644-001	
GWM BK 3						
gemäß DIN 4030 Teil 1 und 2				Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser		
Parameter	Methode	Meßwert	Einheit	XA1	XA2	XA3
Farbe	qualitativ	ohne				
Geruch (unveränderte Probe)	qualitativ	ohne				
Temperatur	DIN 38404-C4 (1976-12)	n.b.	°C			
KMnO4-Verbrauch	DIN EN ISO 8467-H5 (1995-05)	2,2	mg/L			
Gesamthärte	DIN 38409-H6 (1986-01)	19,4	°d			
Carbonathärte	DIN 38405-D8	11,8	°d			
Nichtcarbonathärte	DIN 38405-D8	7,6	°d			
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1-D20 (2009-07)	61,5	mg/L			
Sulfid, gelöst	DIN 38405-D26 (1989-04)	< 0,2	mg/L			
pH-Wert	DIN EN ISO 10523-C5 (2012-04)	7,76		6,5 - 5,5	<5,5 - 4,5	<4,5
CO2 (kalklösend)	DIN 38405-D8	< 0,1	mg/L	15 - 40	>40 - 100	>100
Ammonium	DIN EN ISO 11732-E23 (2005-05)	< 0,05	mg/L	15 - 30	>30 - 60	>60
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20 (2009-07)	116	mg/L	200 - 600	>600 - 3000	>3000
Magnesium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	19,8	mg/L	300 - 1000	>1000 - 3000	>3000
Calcium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	106	mg/L			
Säurekapazität bei pH 4,3	DIN 38409-H7 (2005-12)	4,27	mmol/L			

Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereichs (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe. Diese Erhöhung gilt nicht für Meerwasser.



Bewertung der Untersuchungsergebnisse:

Die untersuchte Wasserprobe (CAL ID Nr.: 202205644-001) ist nach DIN 4030 in die Expositionsklasse XA 1 einzustufen.

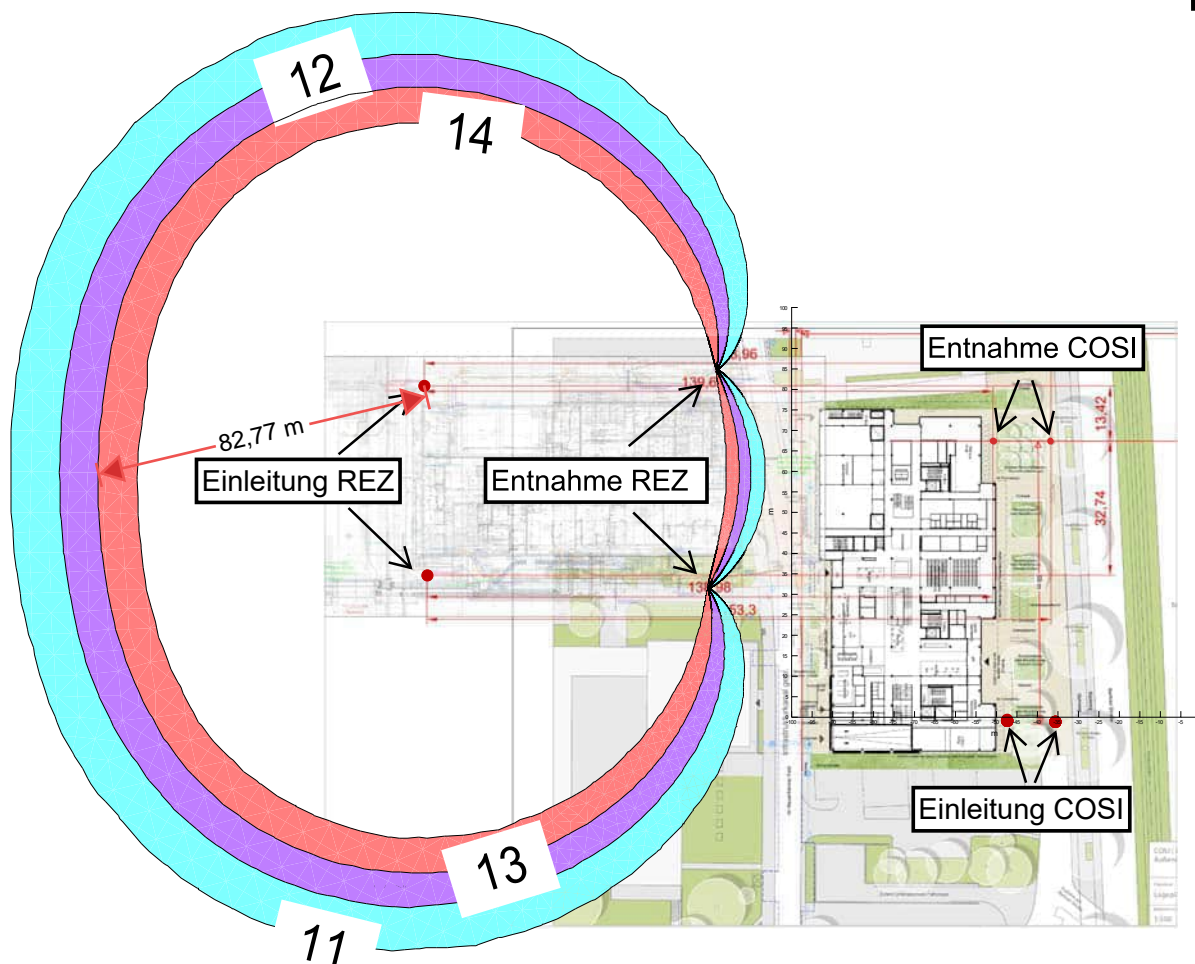
Die vorliegenden Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das untersuchte Probenmaterial. Die auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Einwilligung des Prüflaboratoriums. * = Fremdleistung durch akkreditiertes Labor. # = nicht akkreditiertes Prüfverfahren.

**CAL GmbH & Co. KG
Darmstadt**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Przewosnik', is written over a light blue horizontal line.

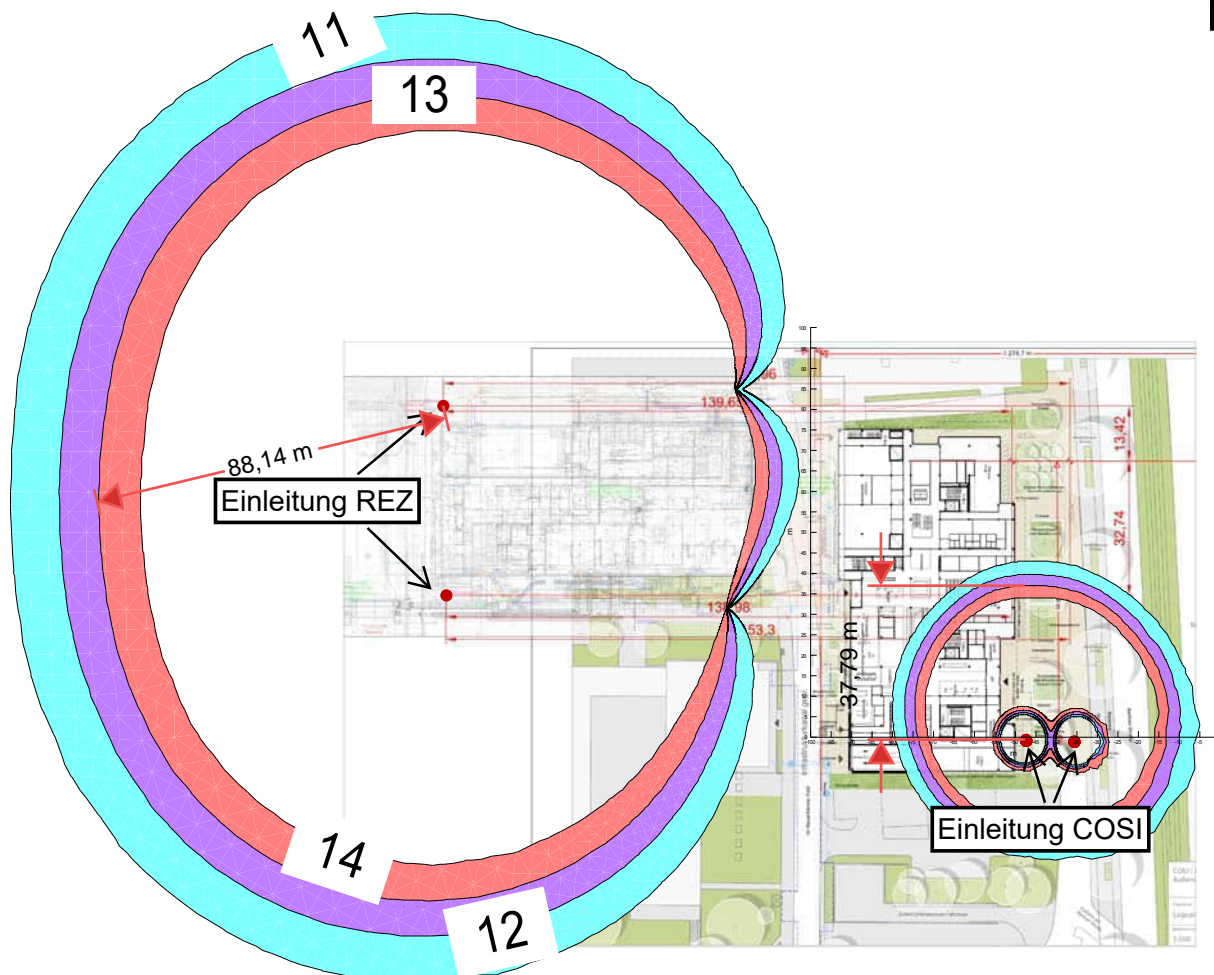
signiert
von: CAL GmbH & Co. KG
am: 21.07.2022
um: 10:01:45 +02
Dipl.-Ing. Martin Przewosnik

Die Probe(n) wurde(n) vom 14.06.2022 bis zum 15.07.2022 bearbeitet.



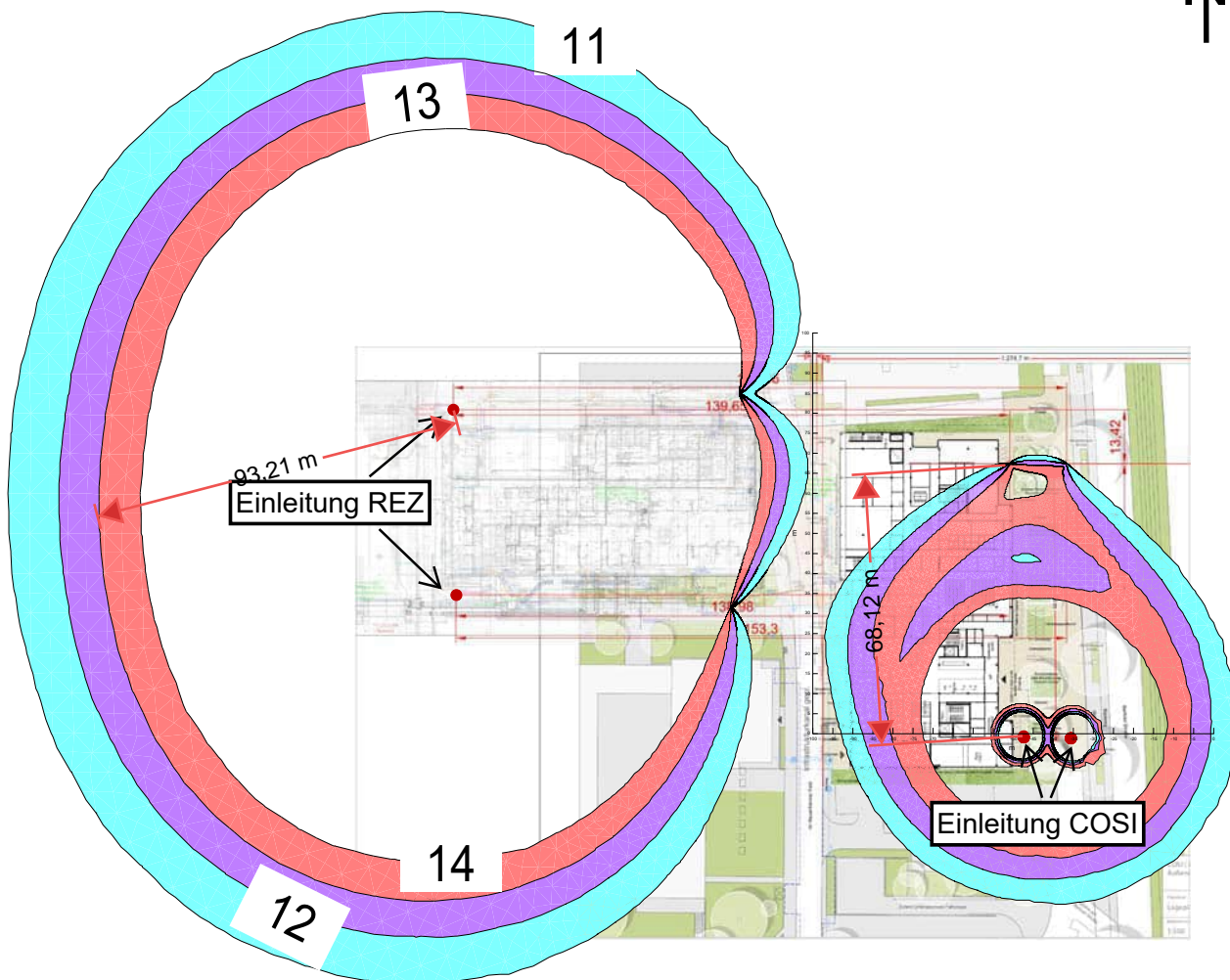
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.0
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Ausgangszustand unter Berücksichtigung Anlage REZ 10 Jahre Betrieb mit mittl. Förderrate von 2,89 l/s		Auftrag Nr. 22210-1



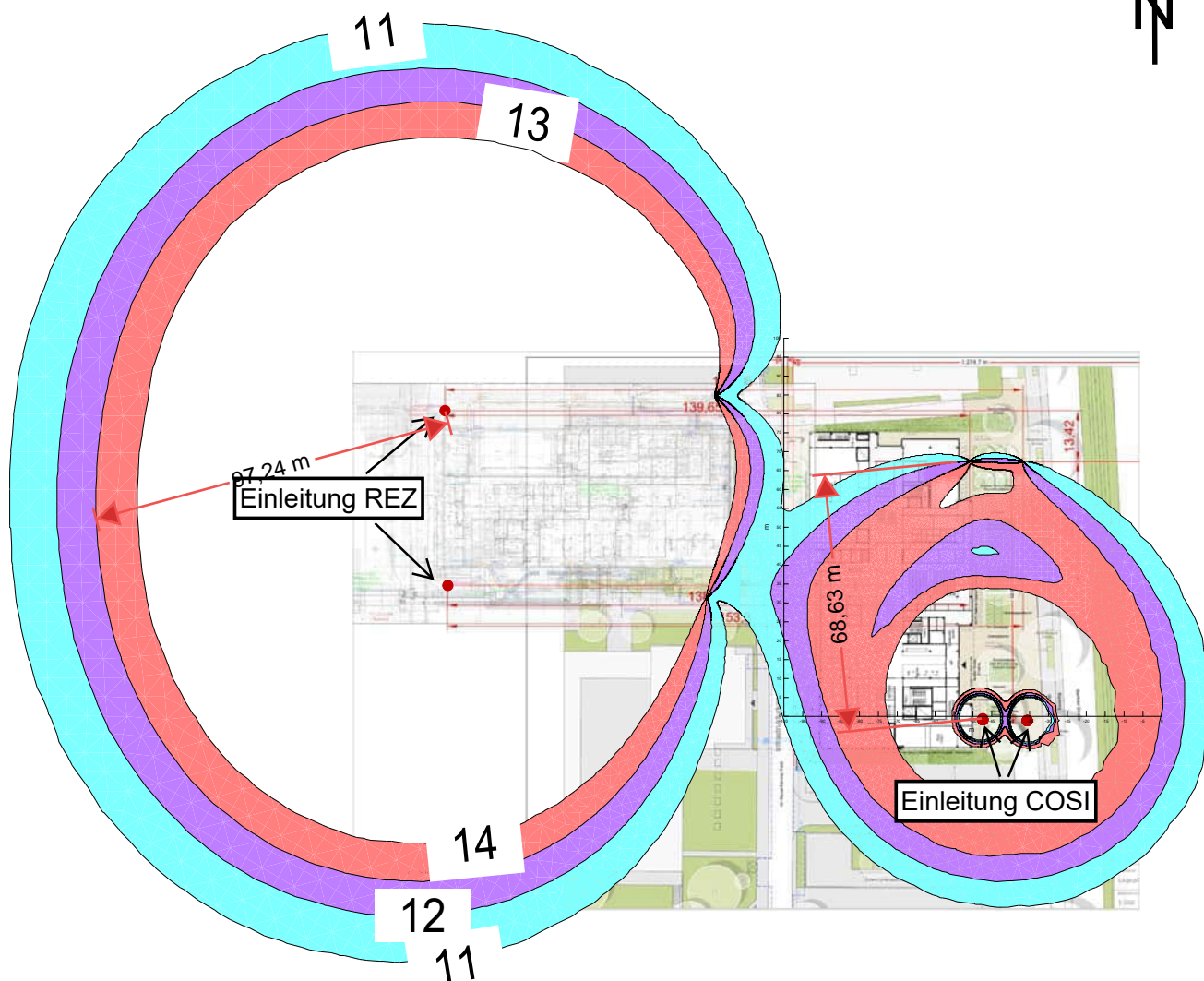
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.1
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 1 Jahre Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



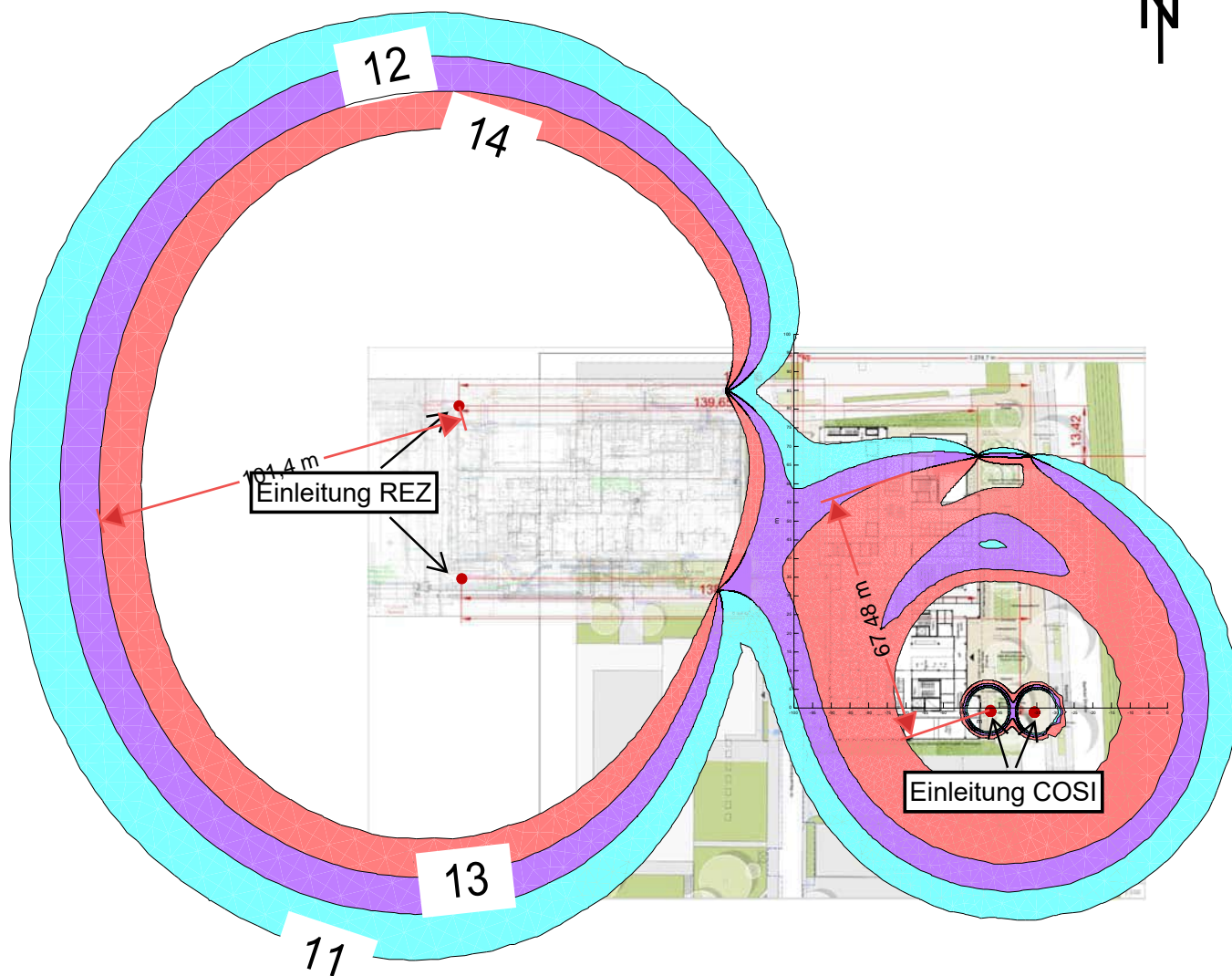
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.2
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 2 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1

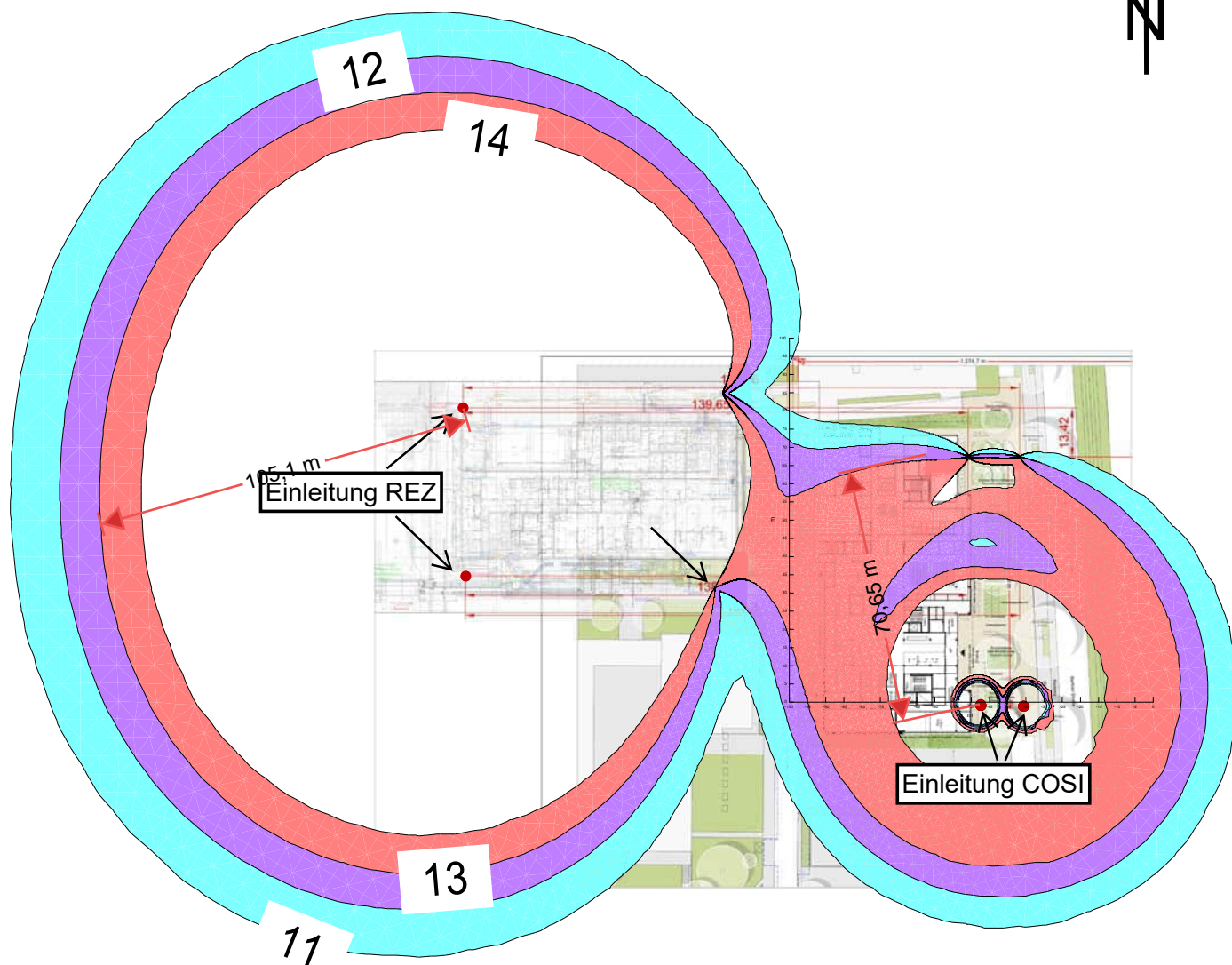


0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.3
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 3 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1

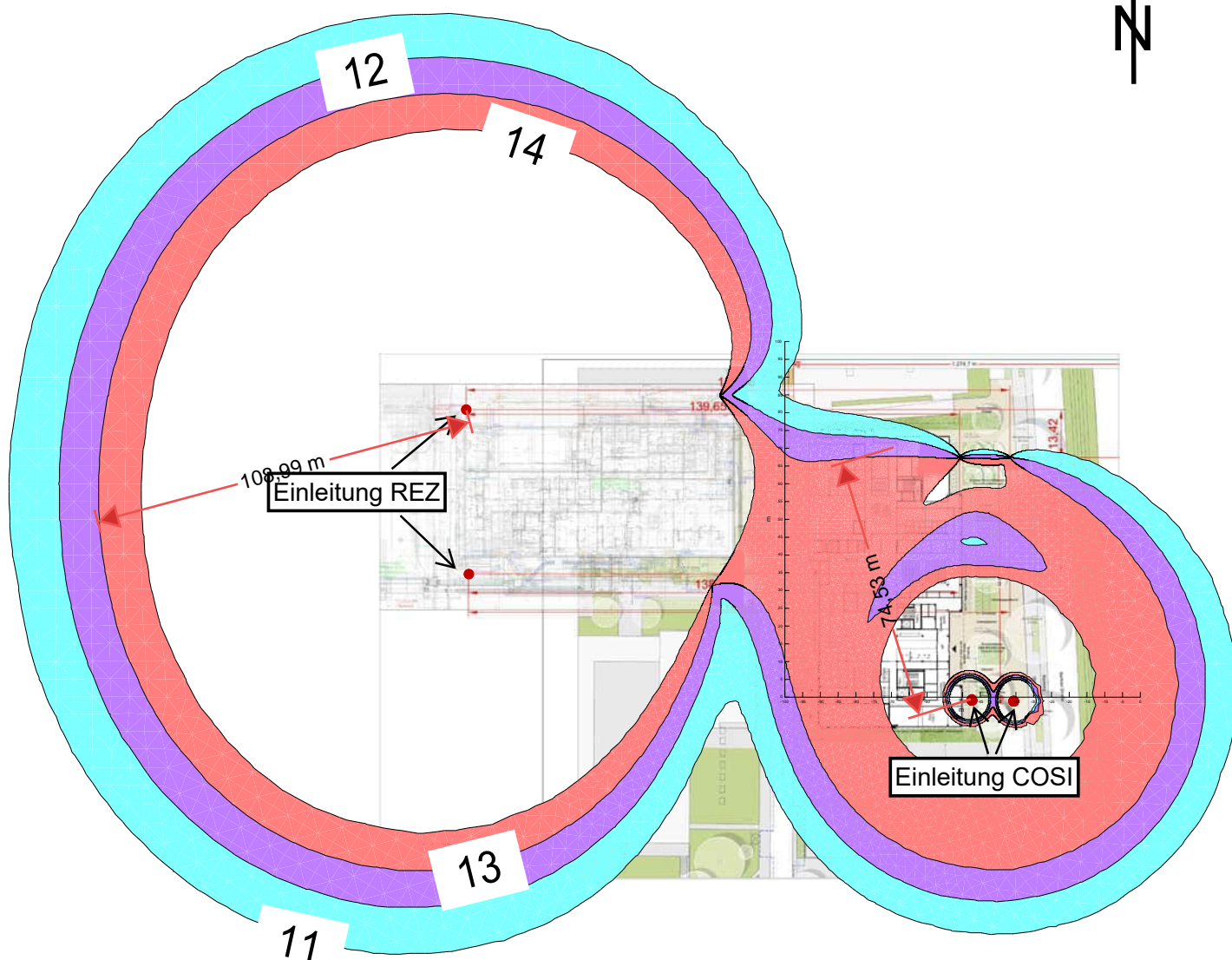


	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.4
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 4 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



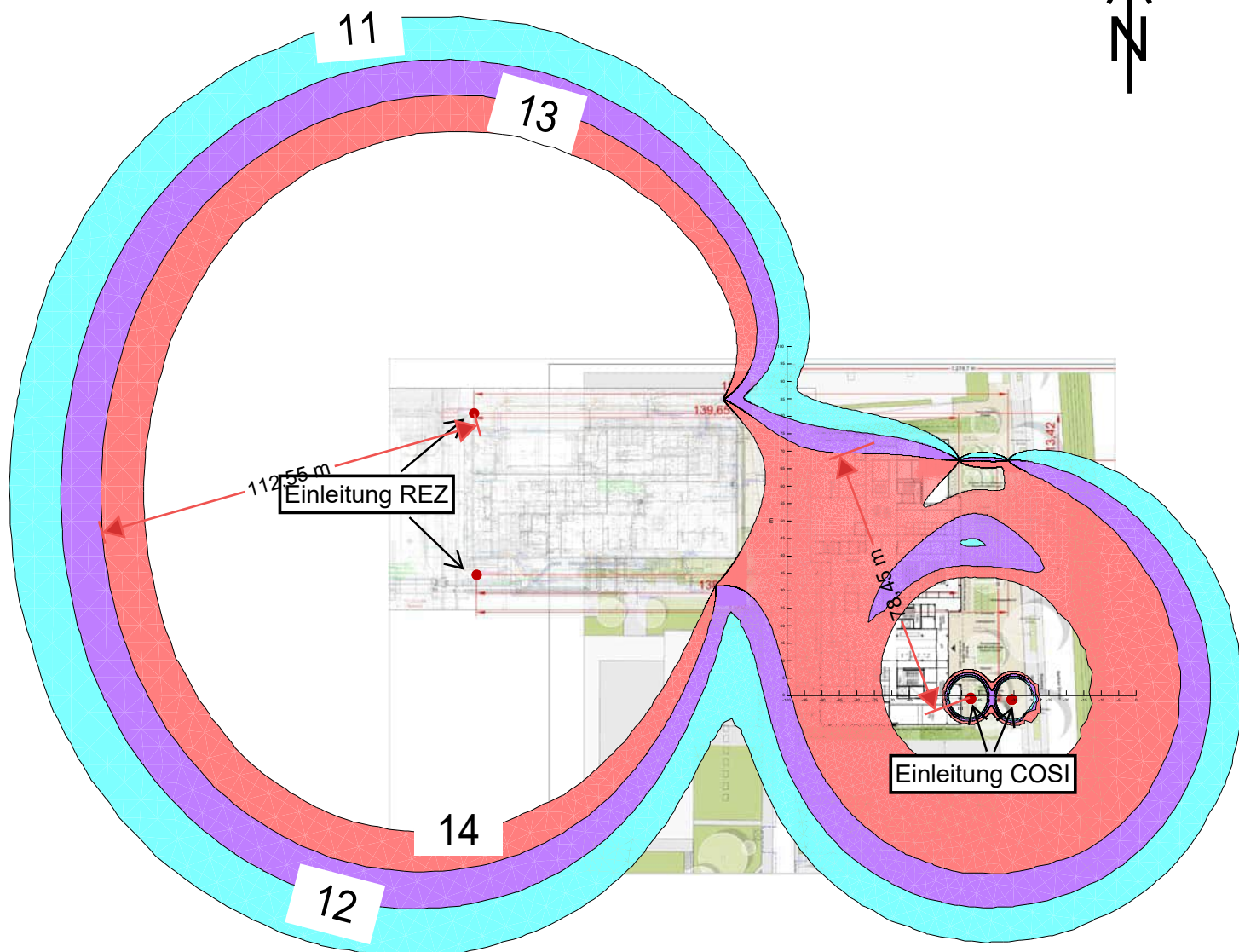
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.5
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 5 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



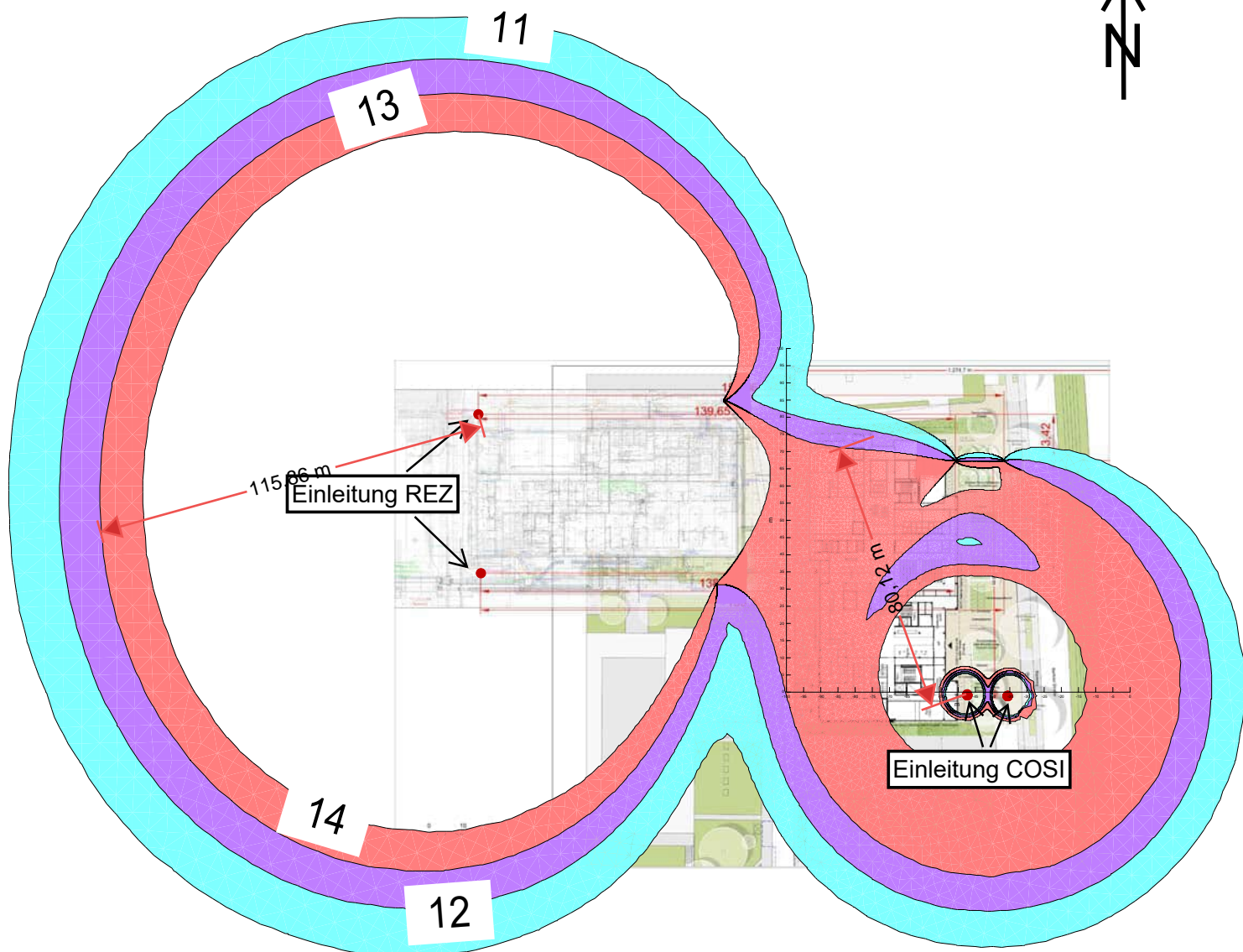
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.6
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 6 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



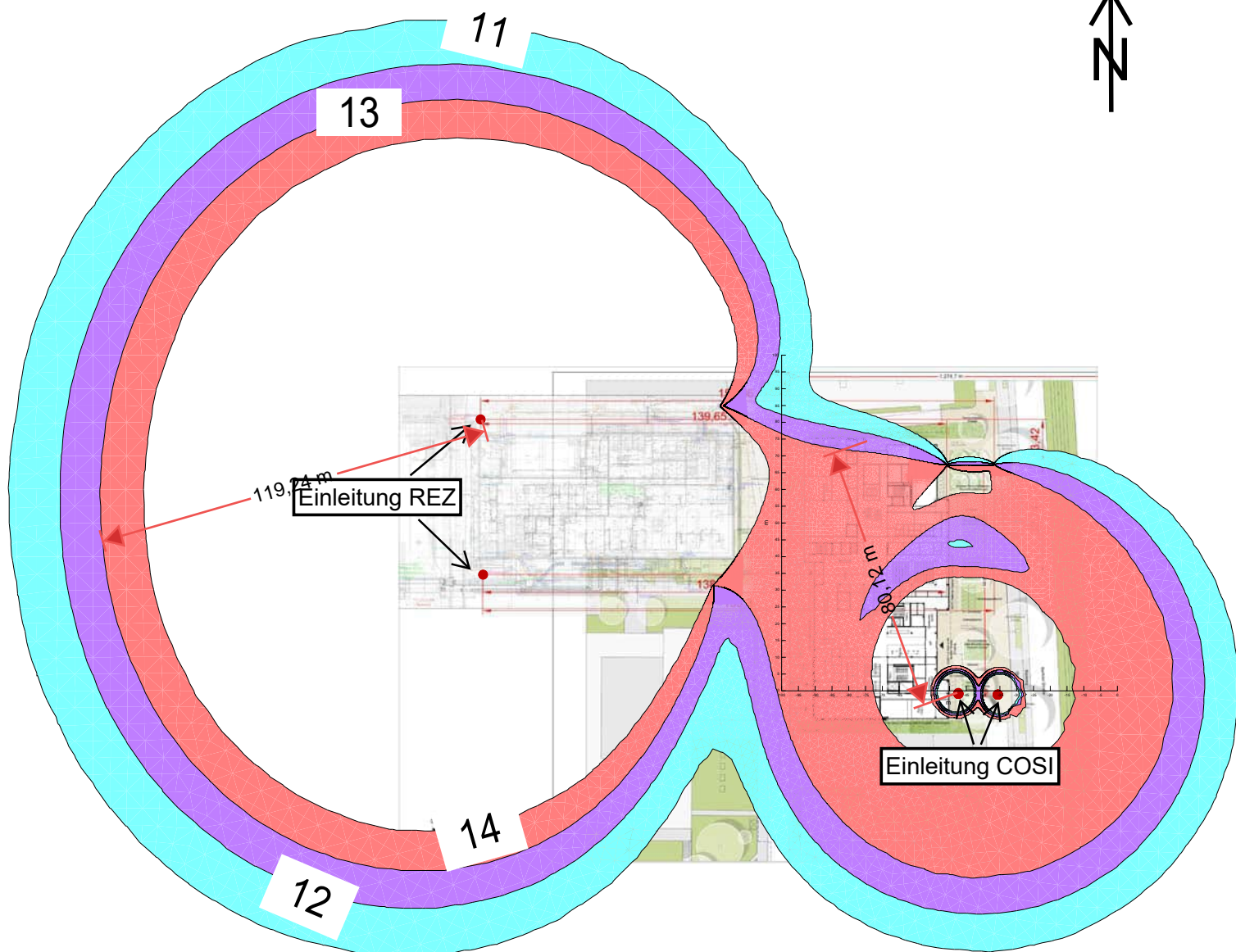
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.7
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 7 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



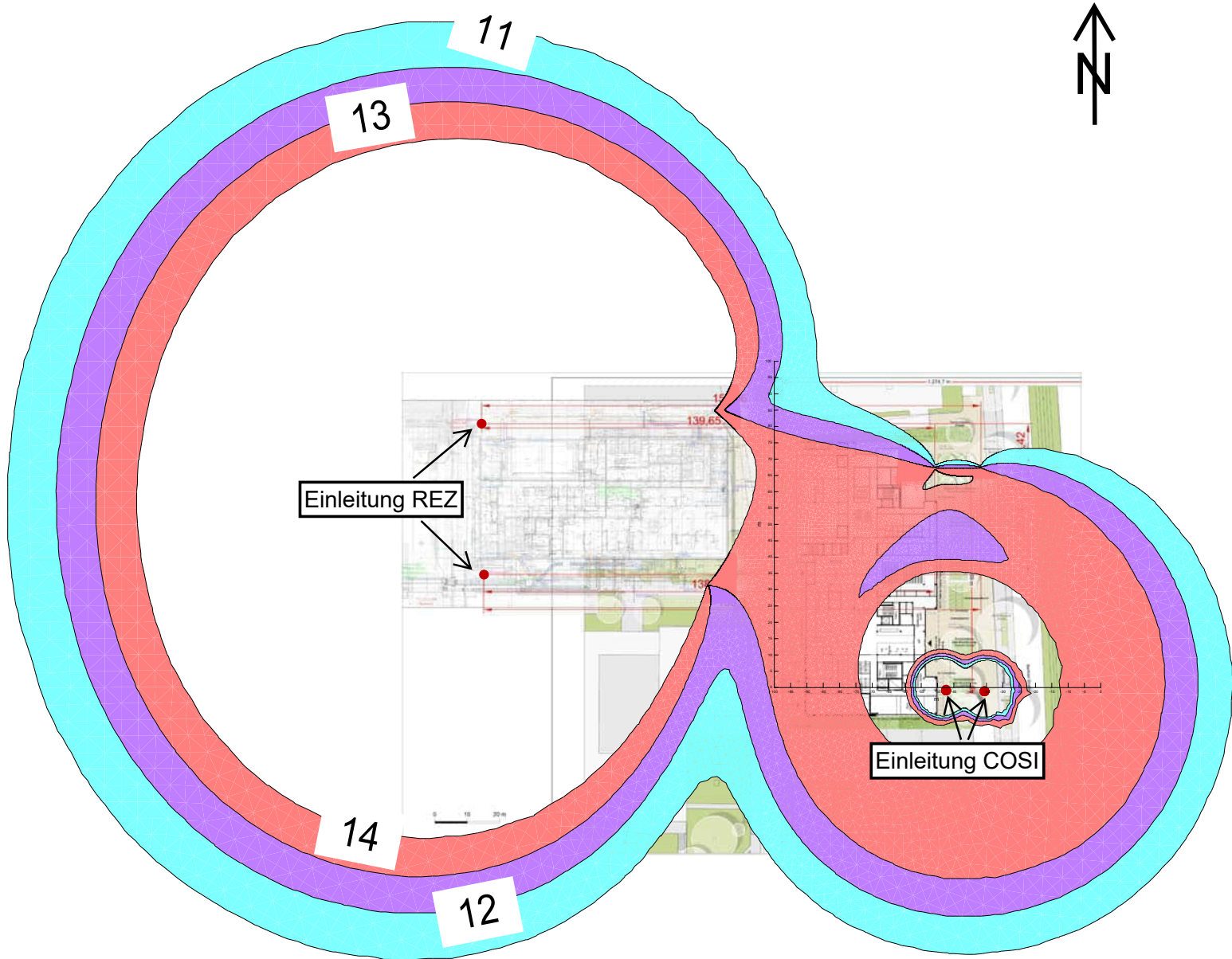
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.8
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 8 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1




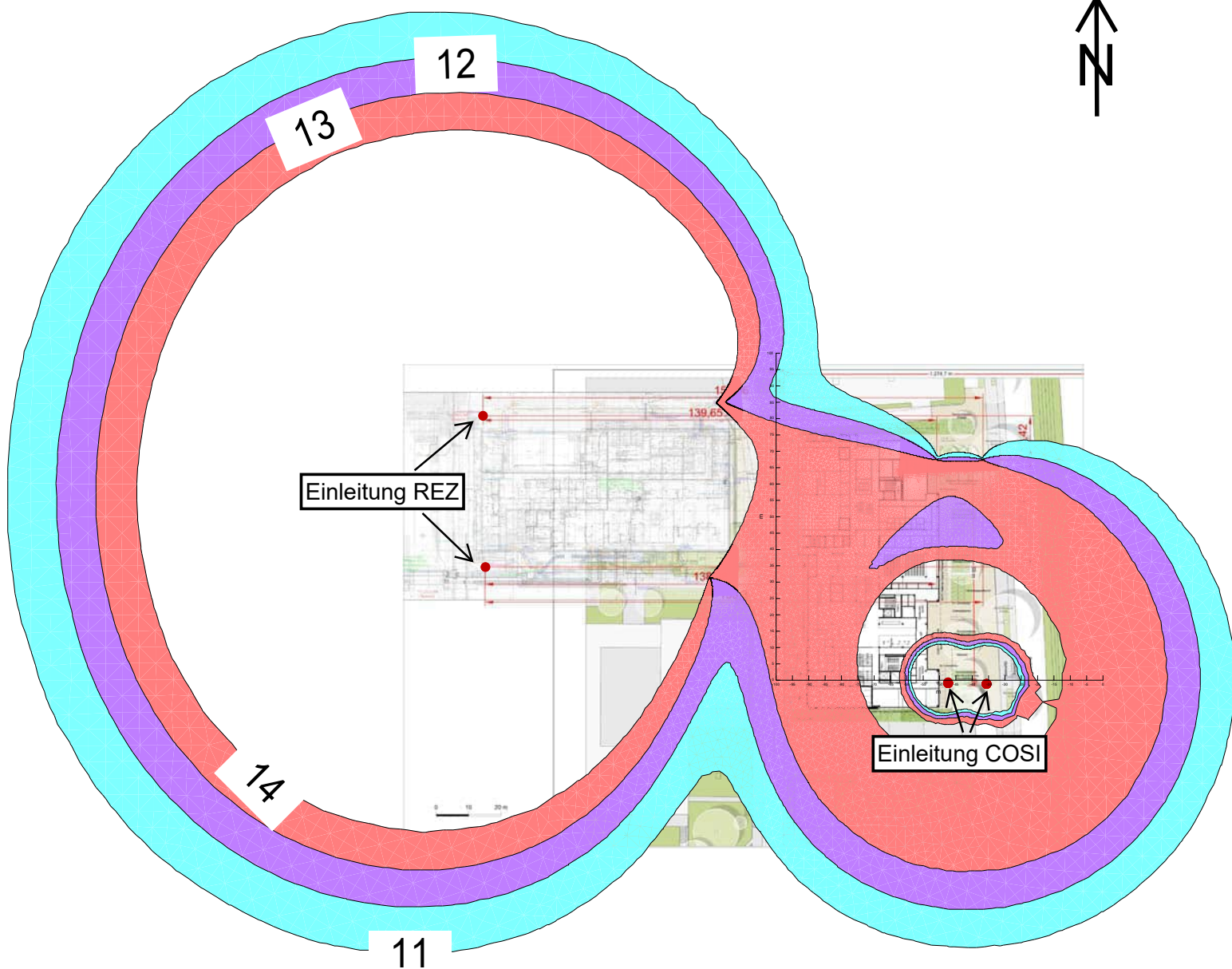
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.9
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 9 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



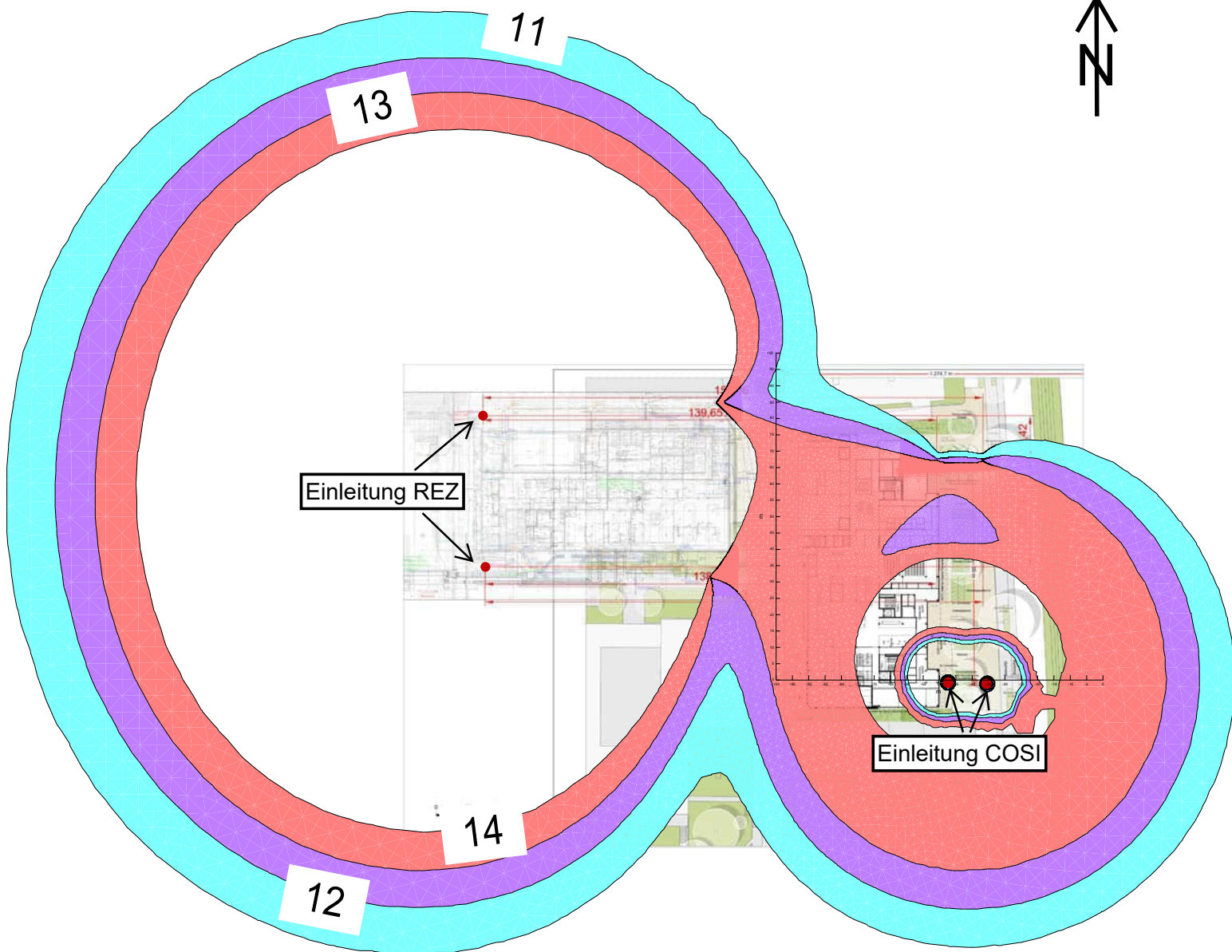
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.1
			Auftrag Nr. 22210-1
Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.01. nach 10 Jahren Inbetriebnahme			



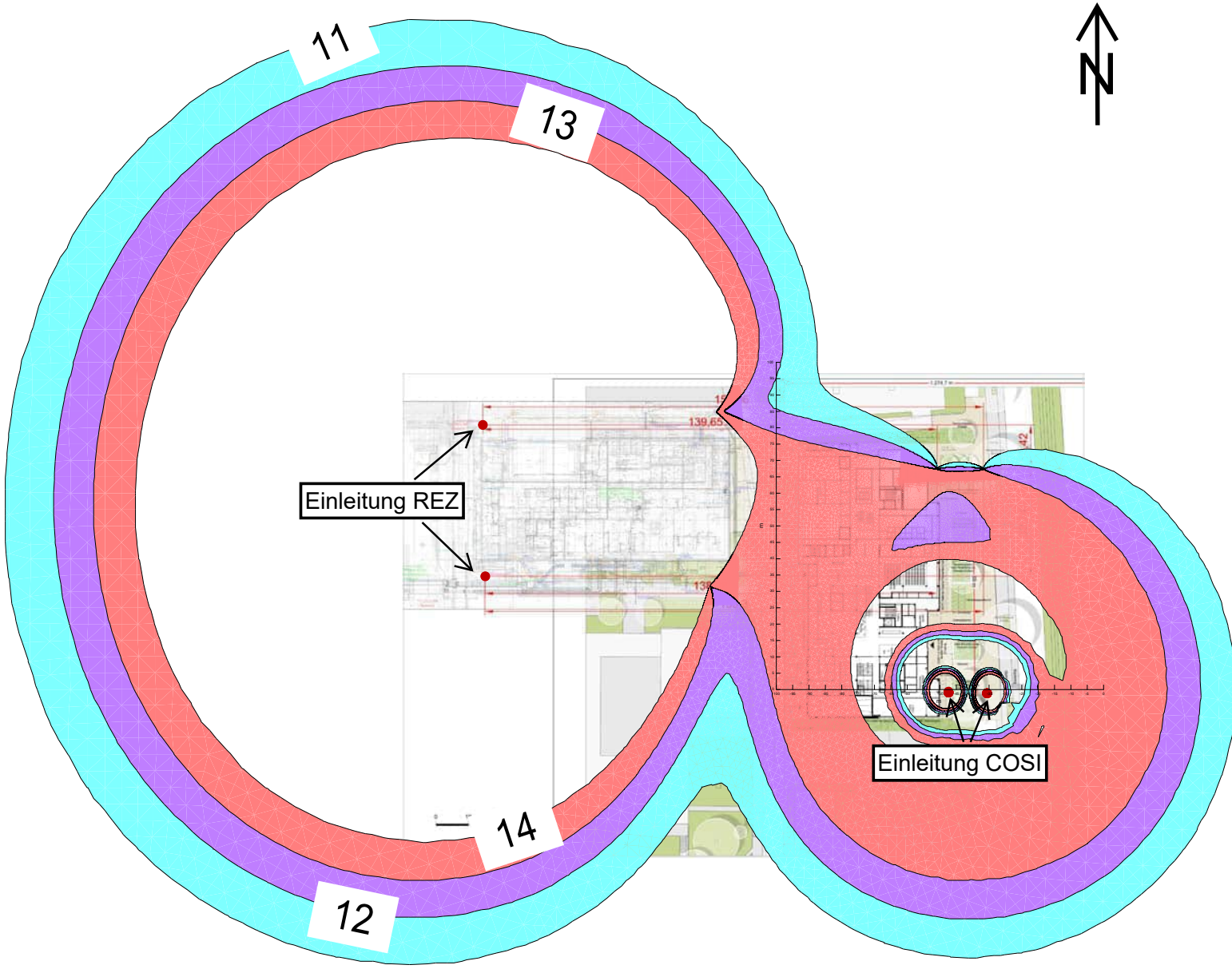
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.2
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 28.02. nach 10 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.3
			Auftrag Nr. 22210-1
IBO Beratende Ingenieure PartG mbB	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.03. nach 10 Jahren Inbetriebnahme		

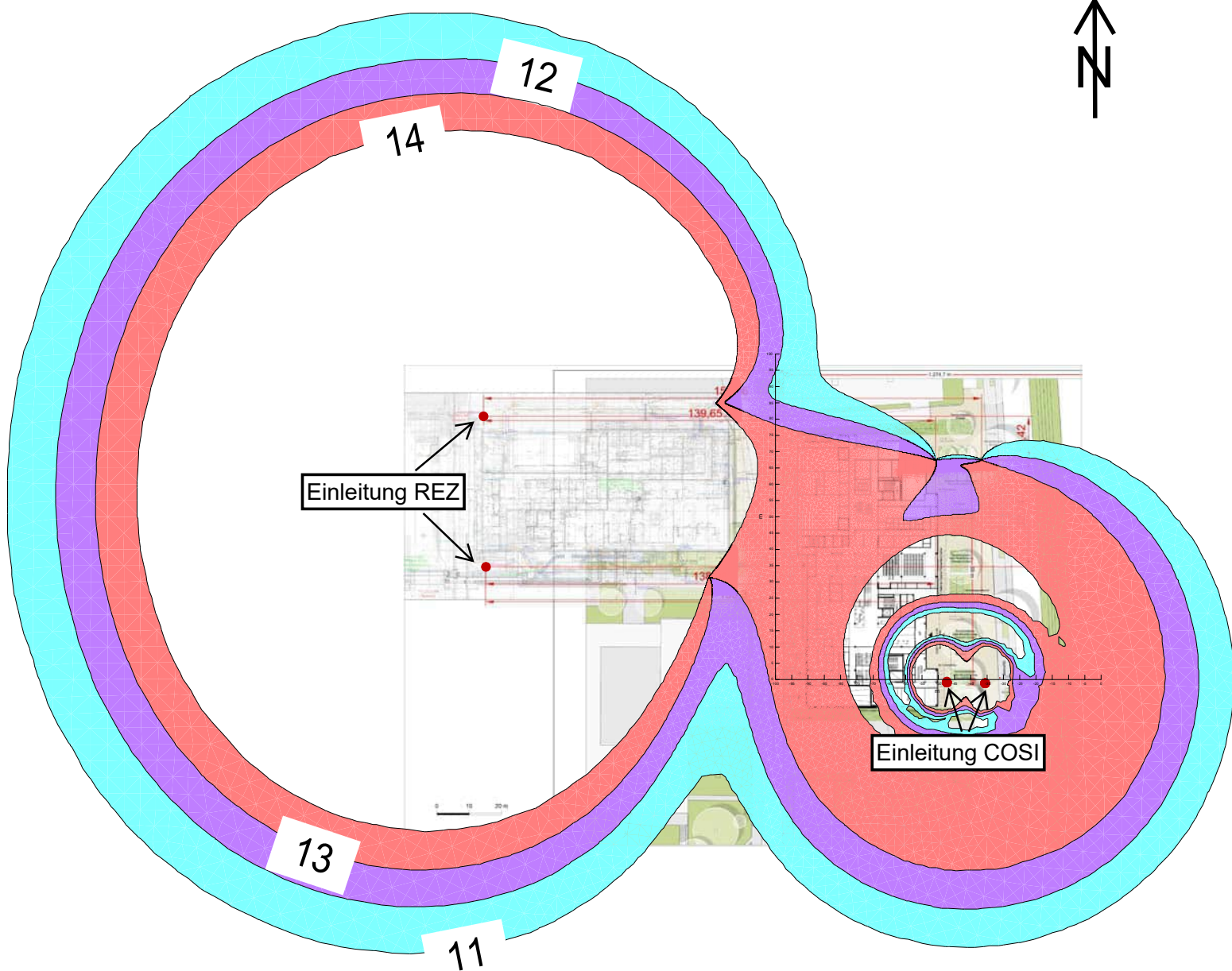


IBO PartG mbB
 Ingenieurbüro für
 Bodenmechanik, Grundbau,
 Geo- und Umwelttechnik
 Tel.: 0721 / 40089 - 0

DKFZ Heidelberg
 Neubau COSI
 Geothermie

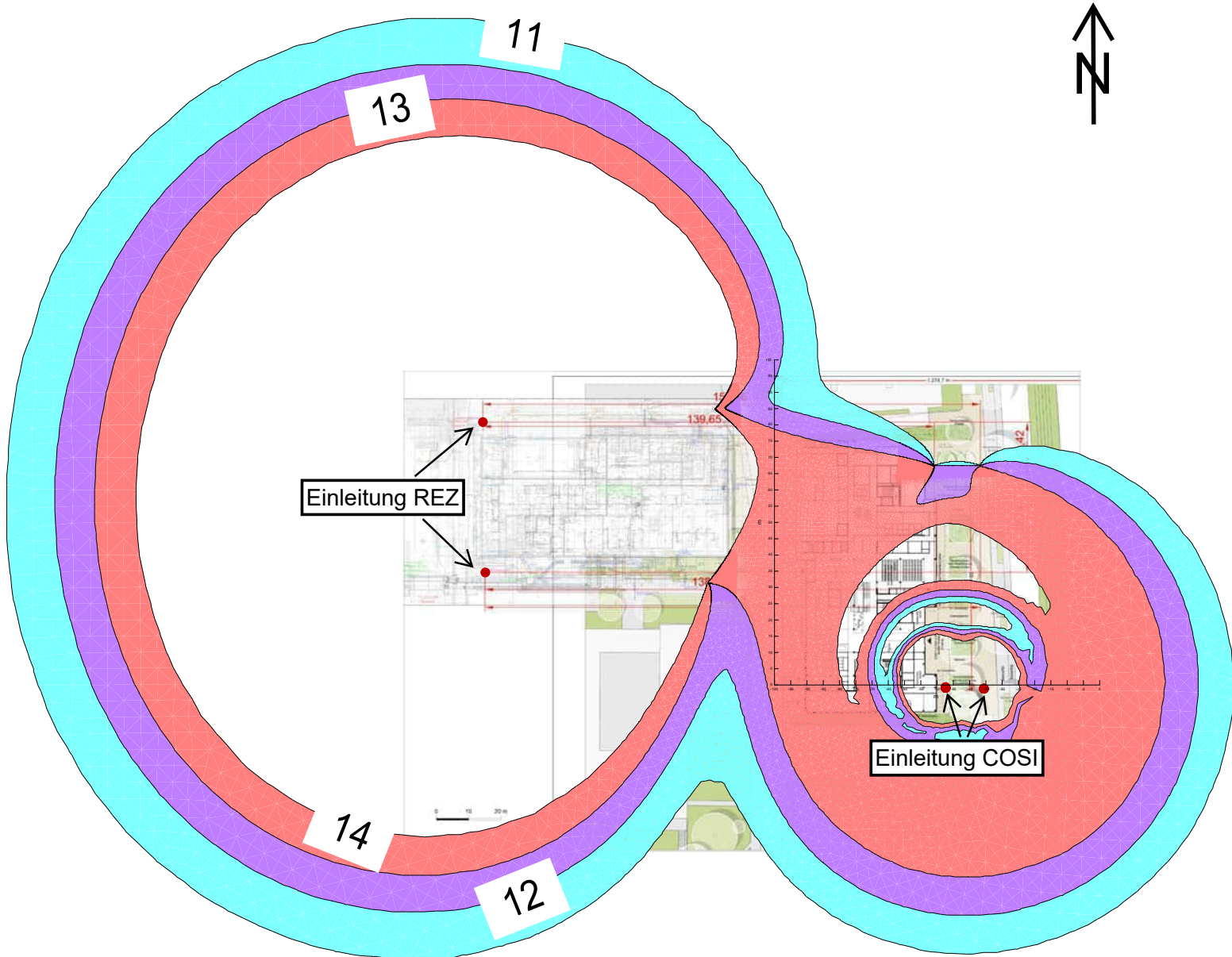
Anlage 4.10.4
 Auftrag Nr. 22210-1


Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C
 Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s
 Darstellung für 30.04. nach 10 Jahren Inbetriebnahme

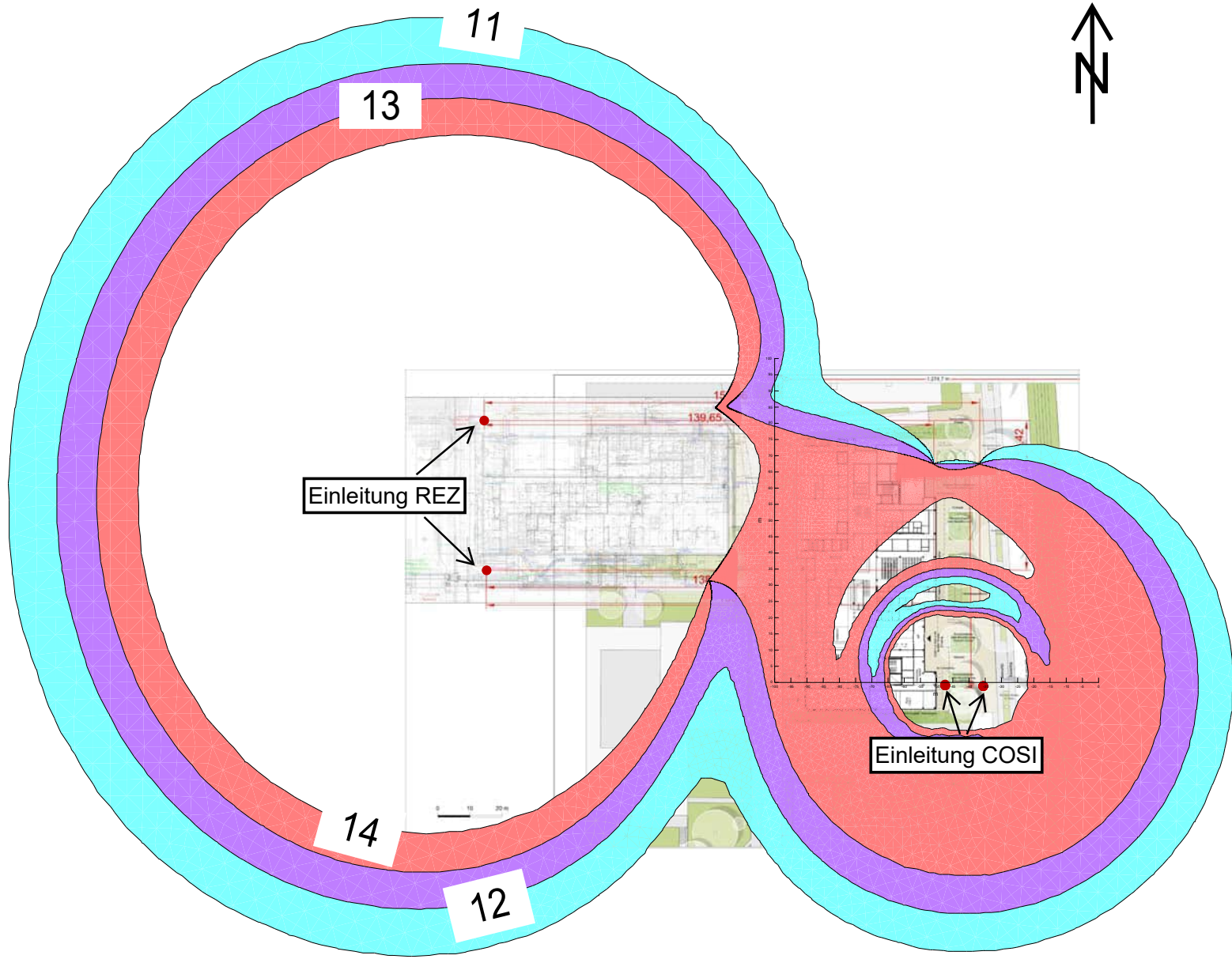



0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

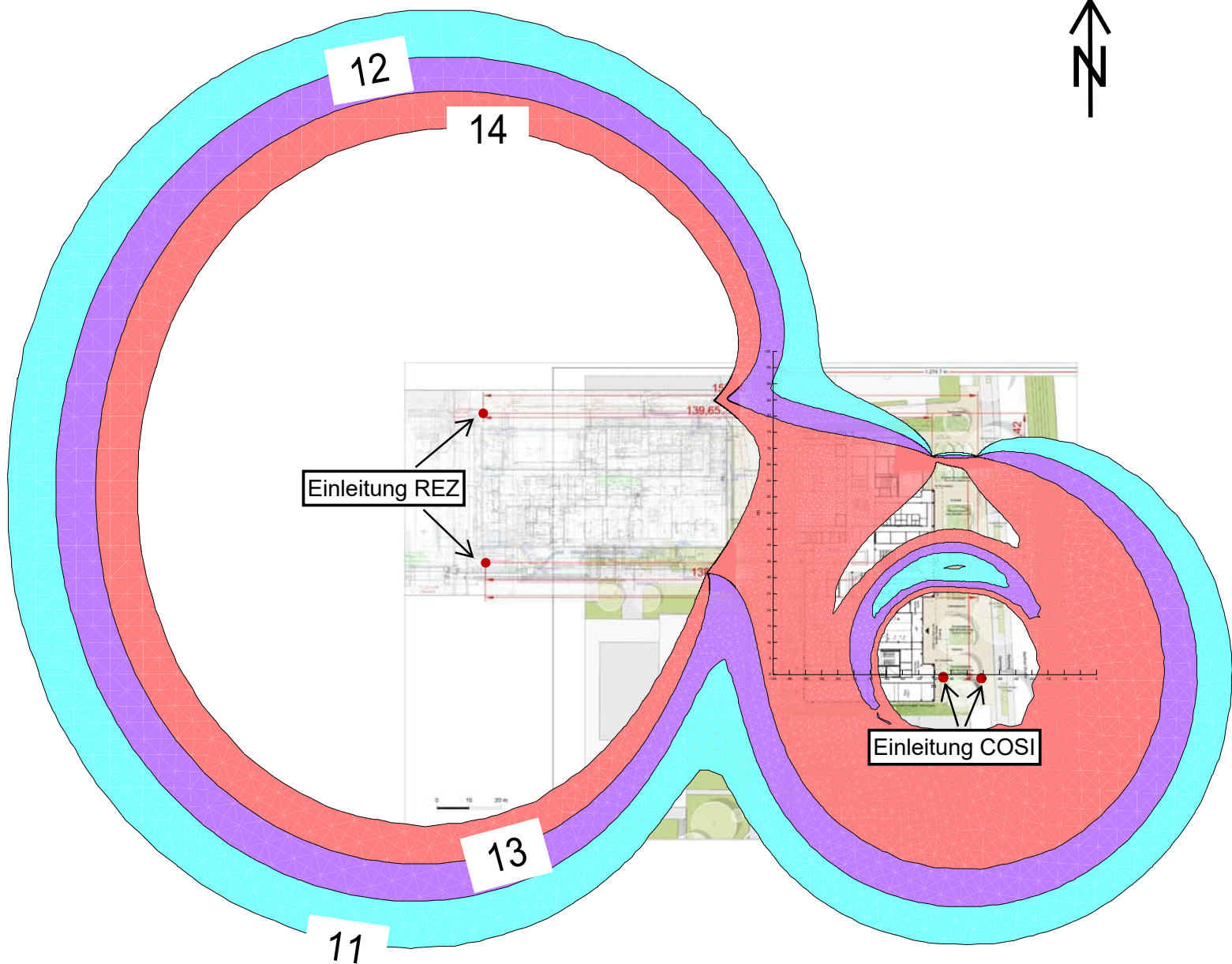
	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.5
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.05. nach 10 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.6
			Auftrag Nr. 22210-1
Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 30.06. nach 10 Jahren Inbetriebnahme			

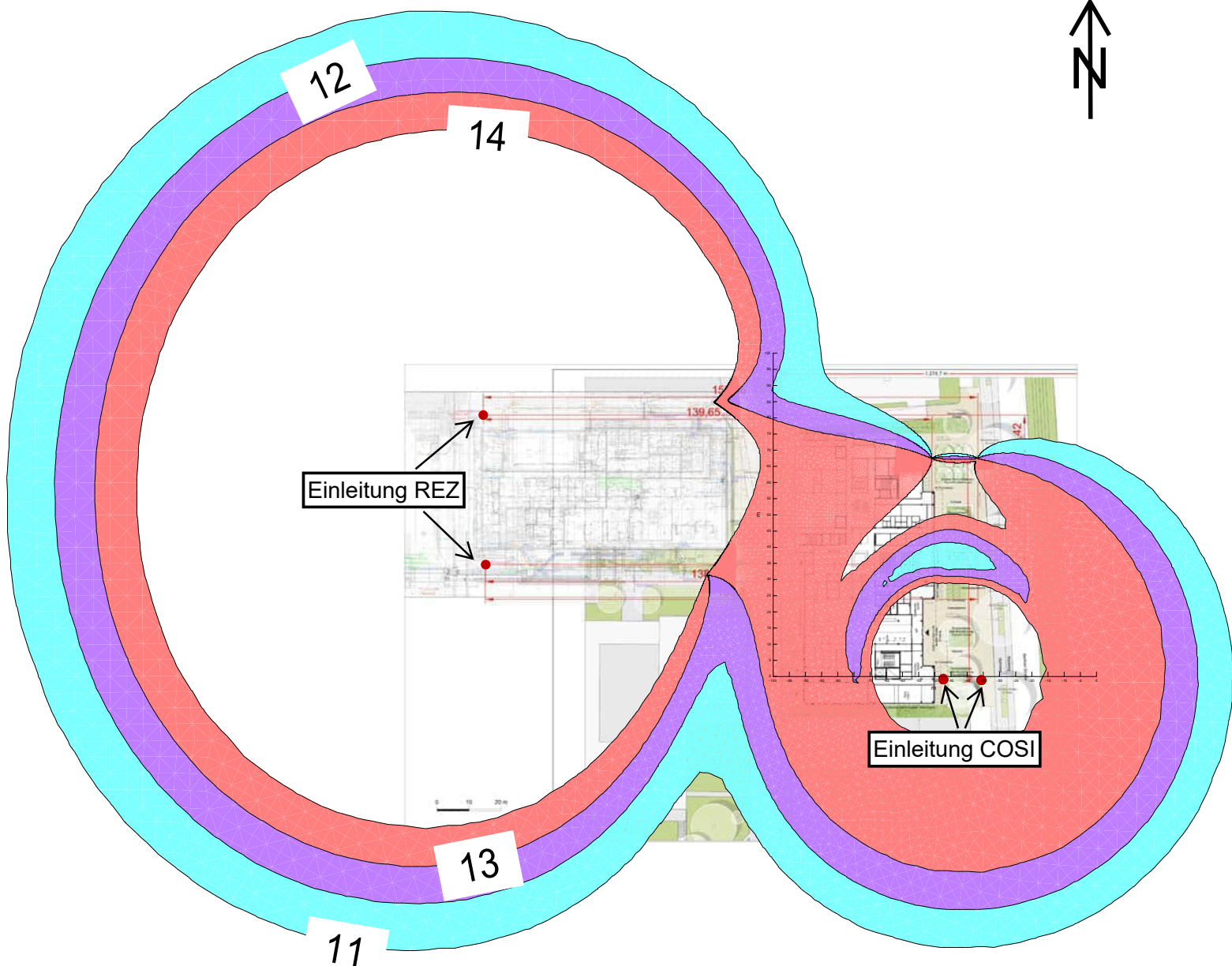


	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.7
			Auftrag Nr. 22210-1
Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.07. nach 10 Jahren Inbetriebnahme			



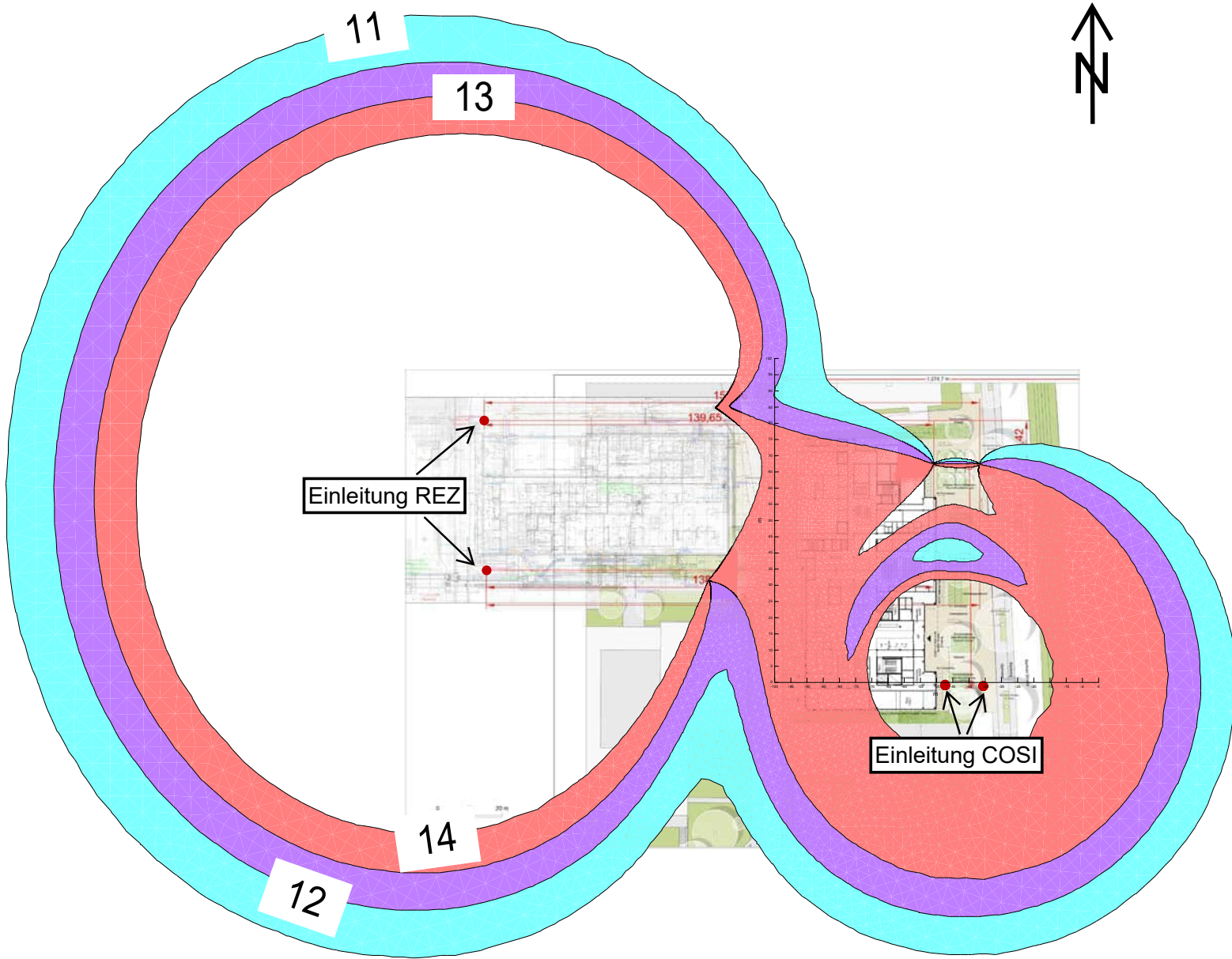
0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.8
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.08. nach 10 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1



0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.9
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 30.09. nach 10 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1

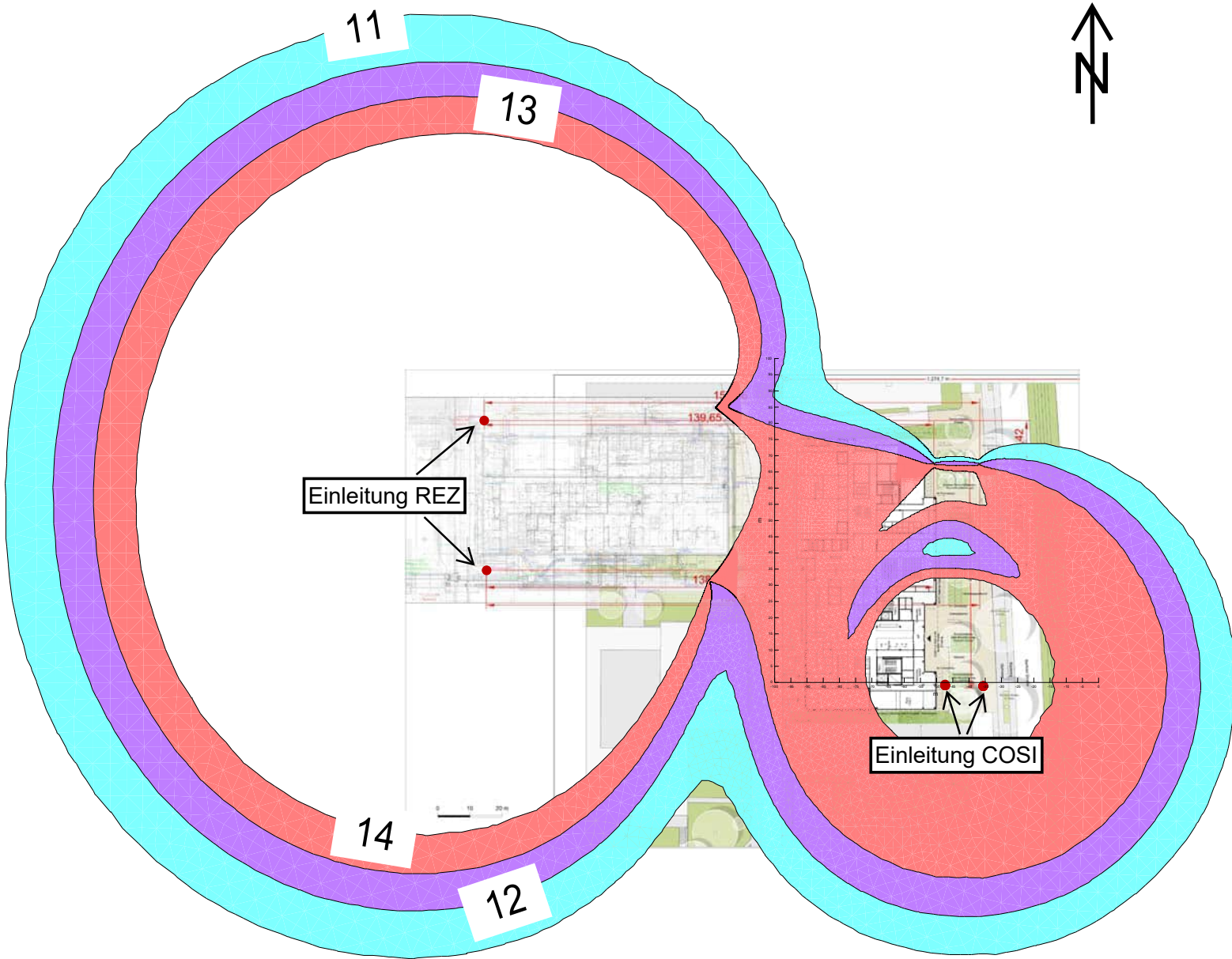


IBO PartG mbB
 Ingenieurbüro für
 Bodenmechanik, Grundbau,
 Geo- und Umwelttechnik
 Tel.: 0721 / 40089 - 0

DKFZ Heidelberg
 Neubau COSI
 Geothermie

Anlage 4.10.10
 Auftrag Nr. 22210-1

Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C
 Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s
 Darstellung für 31.10. nach 10 Jahren Inbetriebnahme

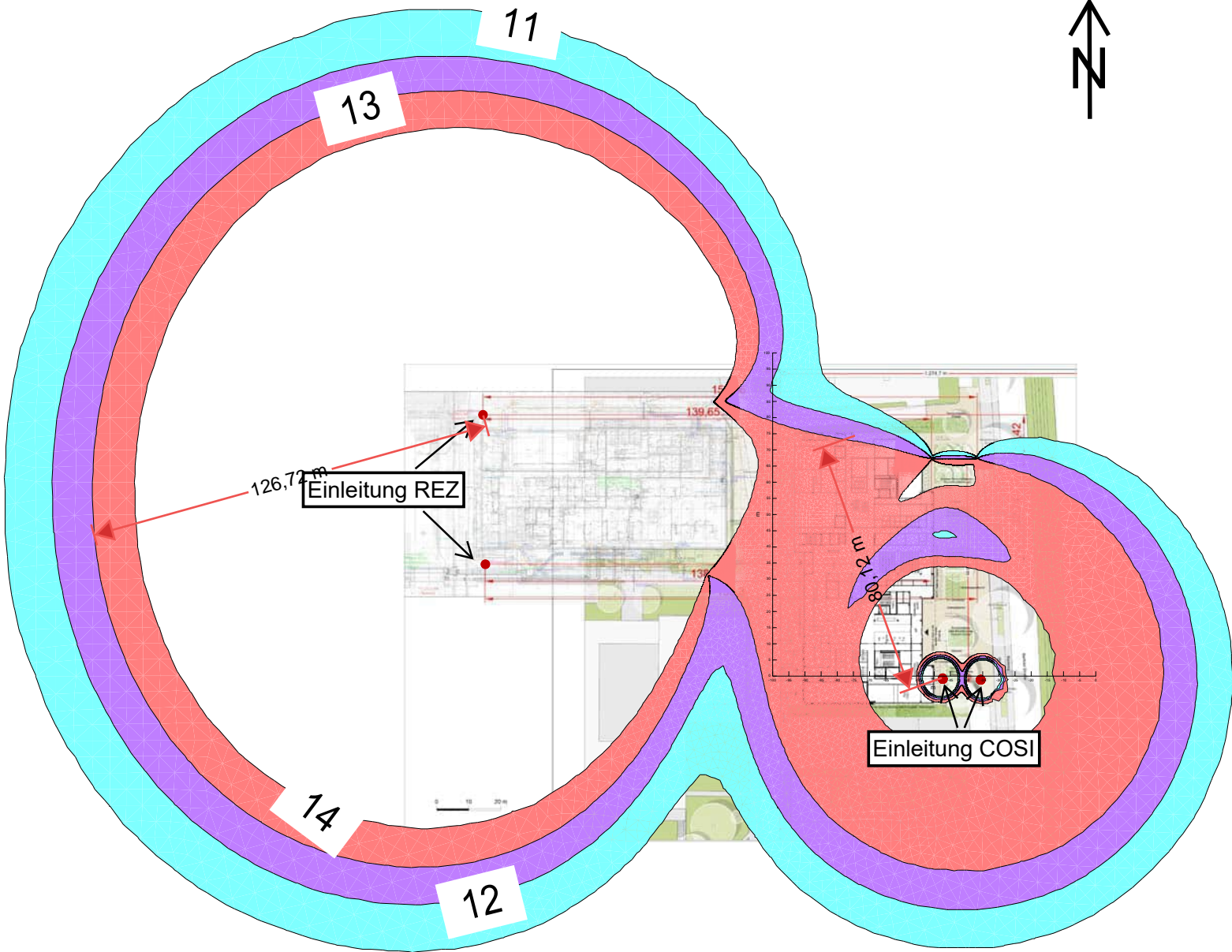


IBO PartG mbB
 Ingenieurbüro für
 Bodenmechanik, Grundbau,
 Geo- und Umwelttechnik
 Tel.: 0721 / 40089 - 0

DKFZ Heidelberg
 Neubau COSI
 Geothermie

Anlage 4.10.11
 Auftrag Nr. 22210-1

Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C
 Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s
 Darstellung für 30.11. nach 10 Jahren Inbetriebnahme



0 20 40
Maßstab ca.: 1:2000

	IBO PartG mbB Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grundbau, Geo- und Umwelttechnik Tel.: 0721 / 40089 - 0	DKFZ Heidelberg Neubau COSI Geothermie	Anlage 4.10.12
	Temperaturausbreitung - Grundwassertemperatur +10° C Förderrate für beide Brunnen 0,49 - 4,32 l/s Darstellung für 31.12. nach 10 Jahren Inbetriebnahme		Auftrag Nr. 22210-1