

Intelligente Einbettung der Geothermie in Gesamtenergiekonzepte

Hubert Graf, GWE GF-TEC

Inhalt

Geothermische Systemlösungen

Gewerke, Fachtechnische Disziplinen und deren Interaktion

Gebäudeseitige Anforderungsermittlung

Anlagenkonzeption

Auslegung der Quellenseite

Ganzheitlicher Ansatz

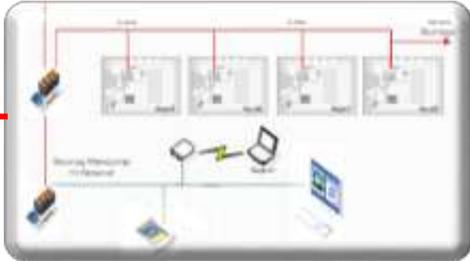
Fazit

Geothermische Systemlösungen

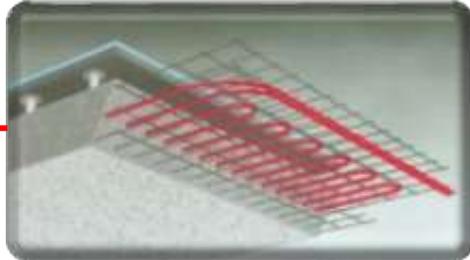
Gewerke, Fachtechnische Disziplinen und deren Interaktion



Mess- und
Regelungstechnik



Nutzenübergabesysteme



Wärmepumpentechnik

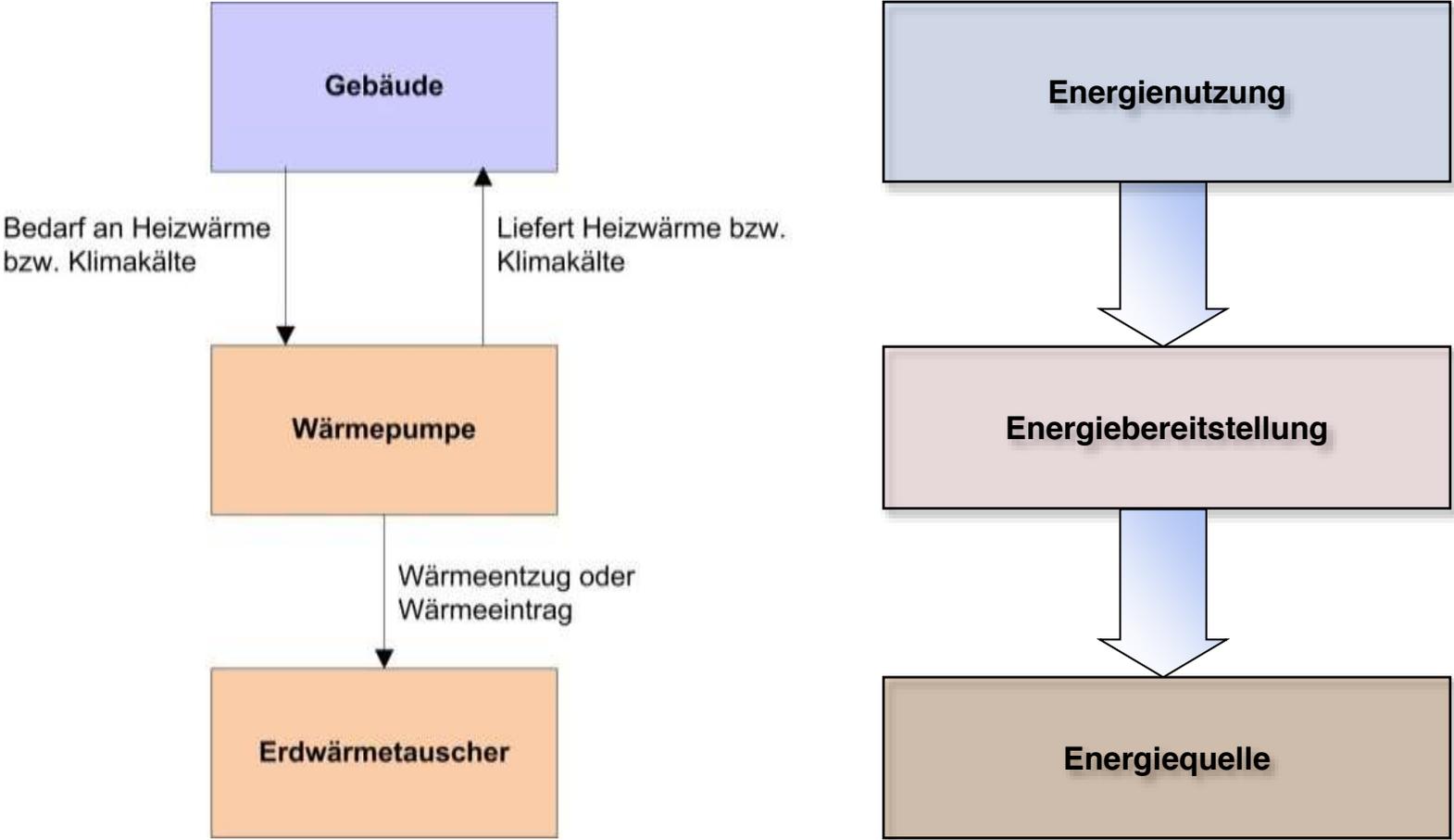


Erdwärmetauscher und
der ihn umgebende Unter-
grund als Einflussgröße



Geothermische Systemlösungen

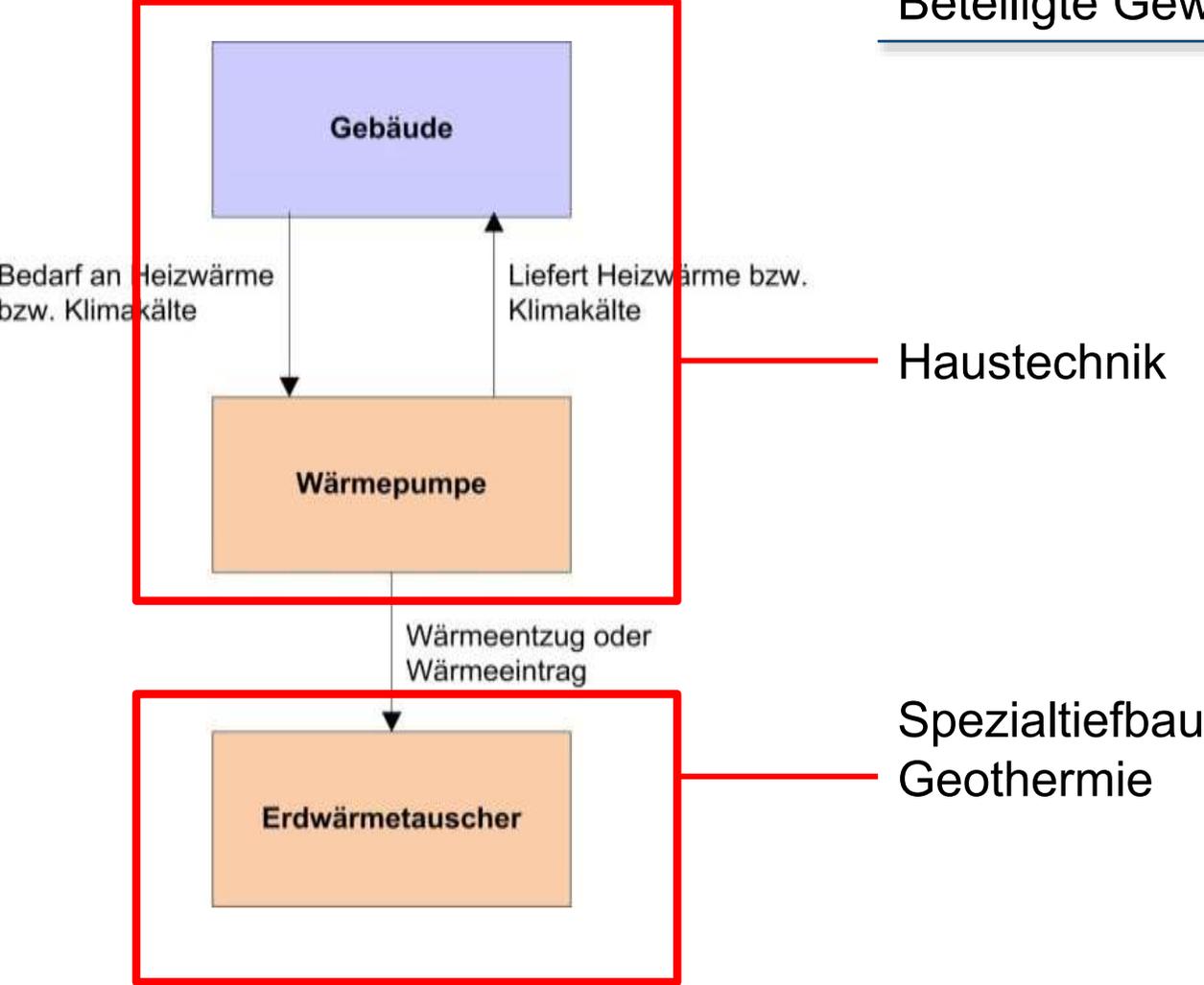
Gewerke, Fachtechnische Disziplinen und deren Interaktion



Geothermische Systemlösungen

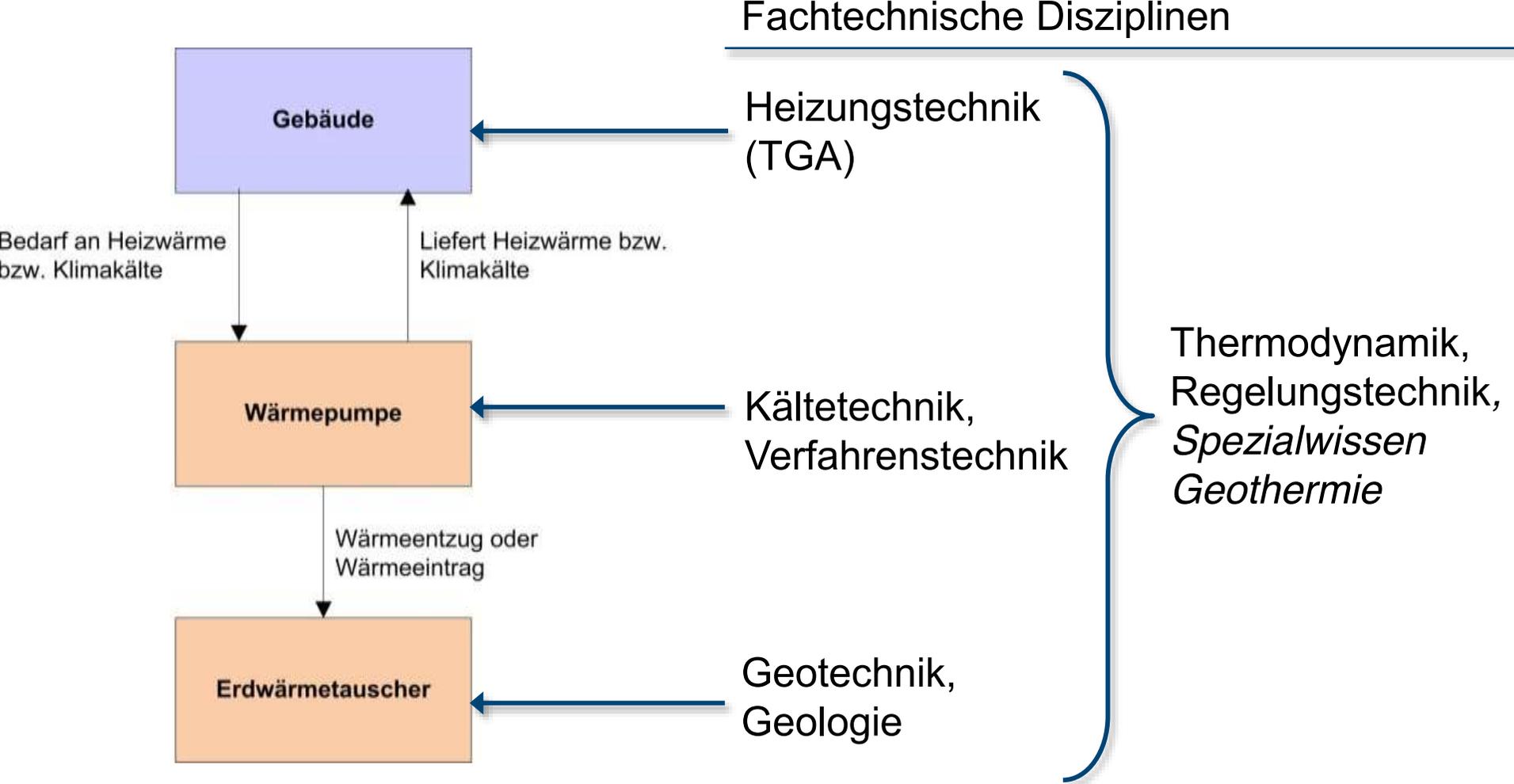
Gewerke, Fachtechnische Disziplinen und deren Interaktion

Beteiligte Gewerke



Geothermische Systemlösungen

Gewerke, Fachtechnische Disziplinen und deren Interaktion



Geothermische Systemlösungen

Gewerke, Fachtechnische Disziplinen und deren Interaktion

Geothermische Quellen

- Erdwärmesonden
- Thermoaktive Fundamente
- Offene Systeme (Brunnen)

Wärmepumpenarten

- Kompressionswärmepumpe
- Absorptionswärmepumpe
- Adsorptionswärmepumpe

Nutzenübergabesysteme

- Betonkerntemperierung
- Heiz- und Kühldecken
- Fußbodenheizung
- Konvektoren
- Radiatoren

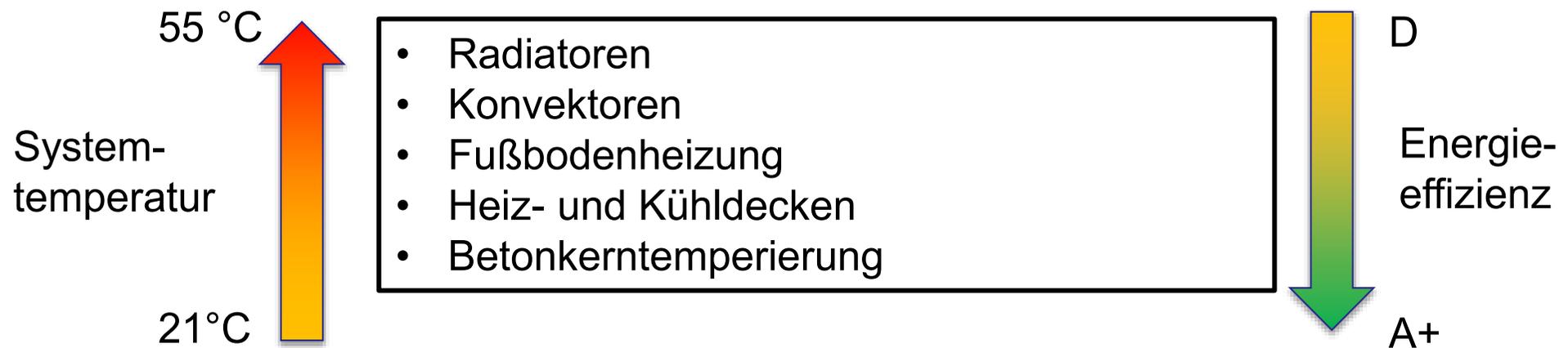
MSR (Messen, Steuern, Regeln)

Baukastenprinzip – Komponenten müssen auf den Gebäudebedarf abgestimmt sein und zueinander passen!

Geothermische Systemlösungen

Gebäudeseitige Anforderungsermittlung / Nutzerverhalten

Nutzenübergabesysteme

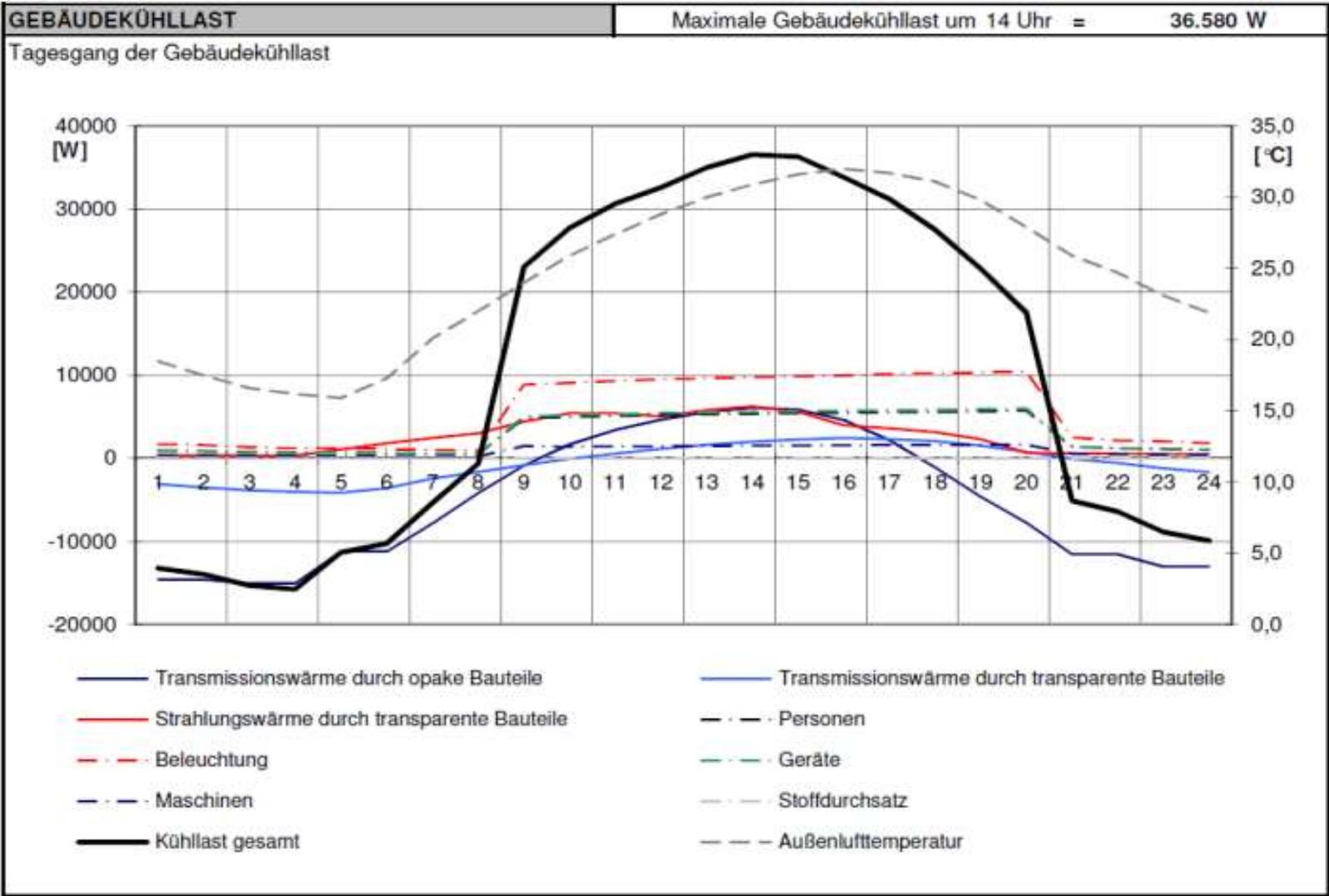


- Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Verdampfer und Kondensator, umso niedriger die Energieeffizienz
- Technische Limitierung bei 50-55 K Temperaturdifferenz
- Temperaturdifferenz <40 K → effizient!
- Temperaturdifferenz 40-45 K „efficiency transmission zone“
- Temperaturdifferenz >45 K → ineffizient!

Geothermische Systemlösungen

Gebäudeseitige Anforderungsermittlung / Nutzerverhalten

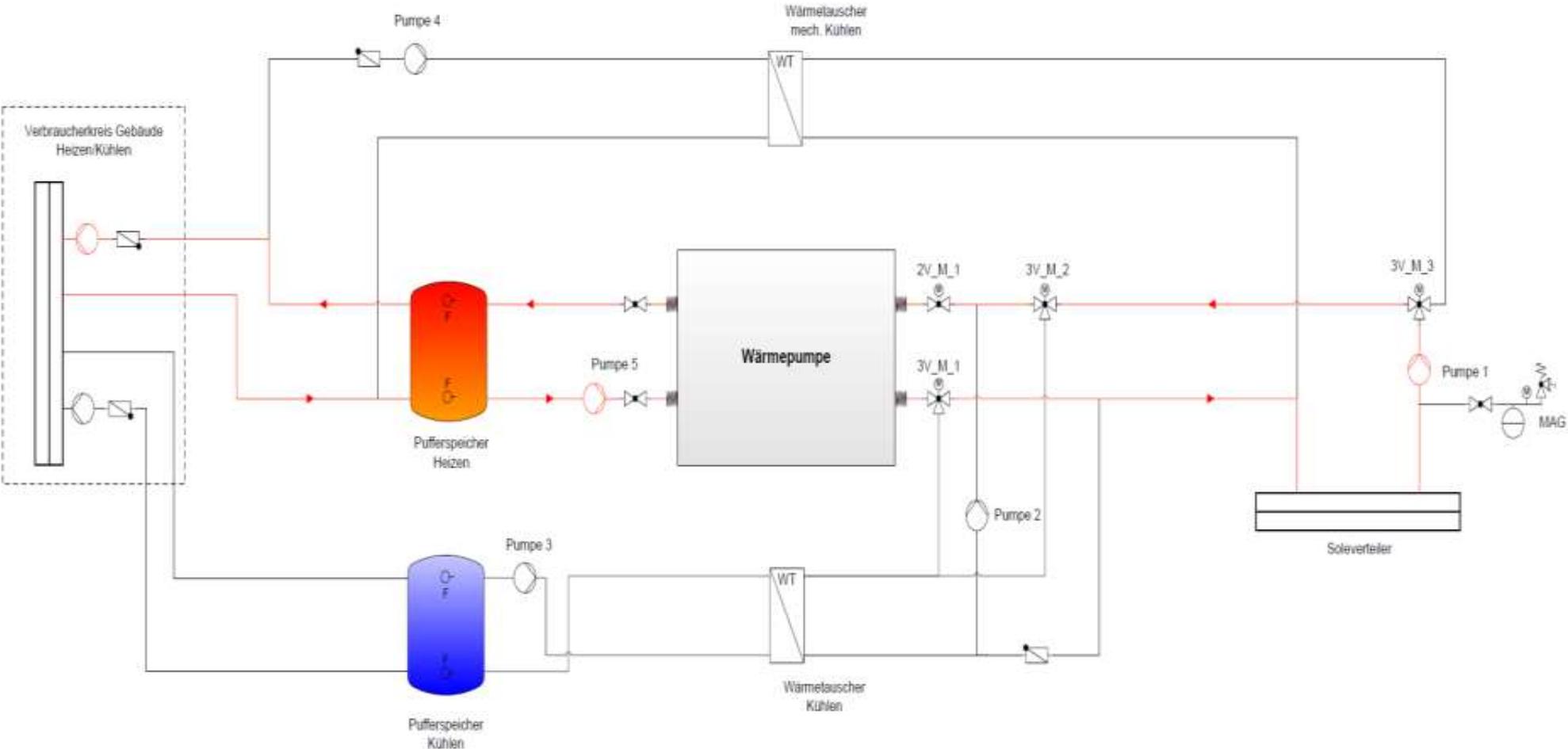
Kühllastberechnung nach VDI 2078



Geothermische Systemlösungen

Gebäudeseitige Anforderungsermittlung / Nutzerverhalten

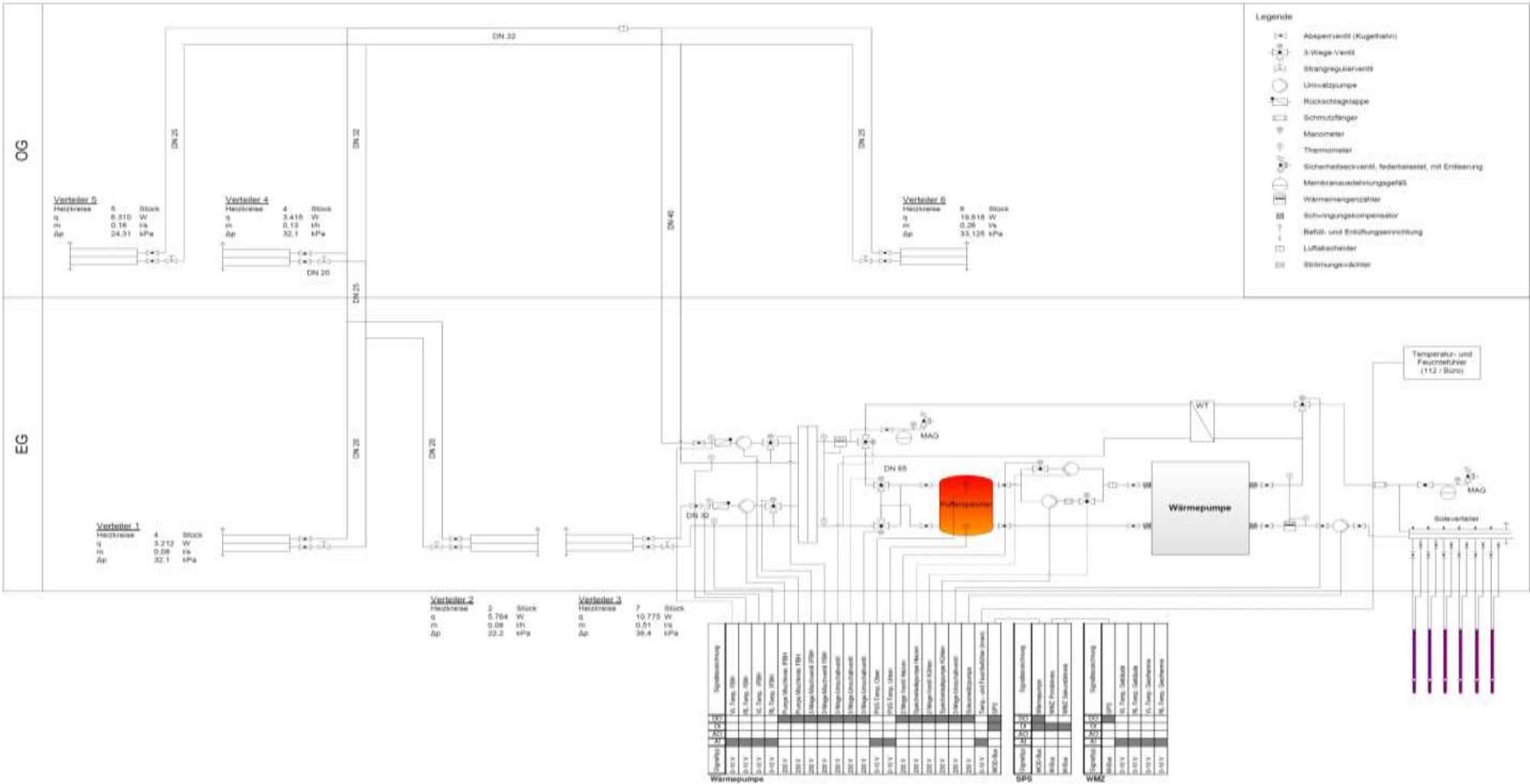
Gebäudetechnische Systeme



Geothermische Systemlösungen

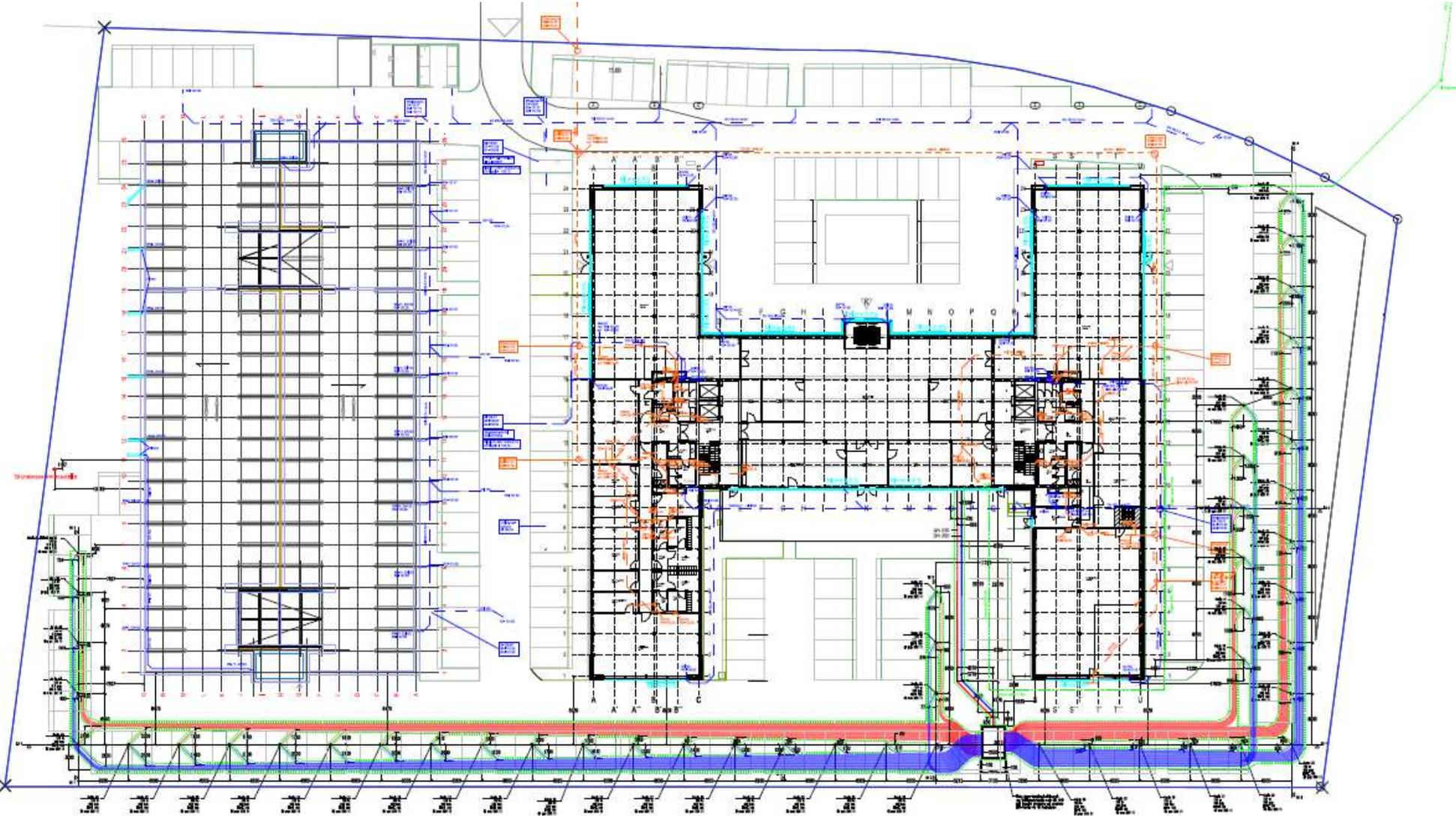
Gebäudeseitige Anforderungsermittlung / Nutzerverhalten

Gebäudetechnische Systeme



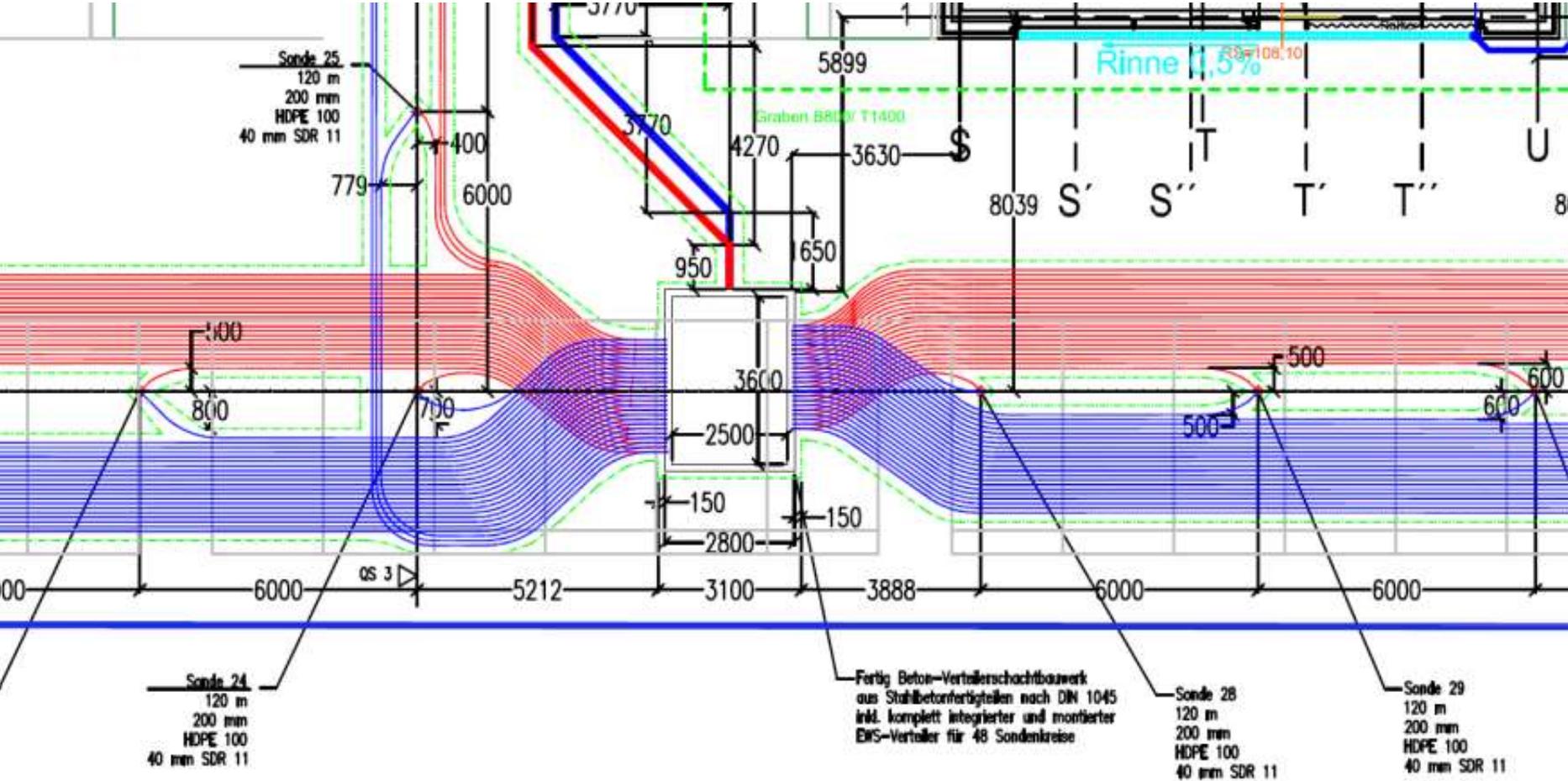
Geothermische Systemlösungen

Anlagenkonzeption - Werkplanung



Geothermische Systemlösungen

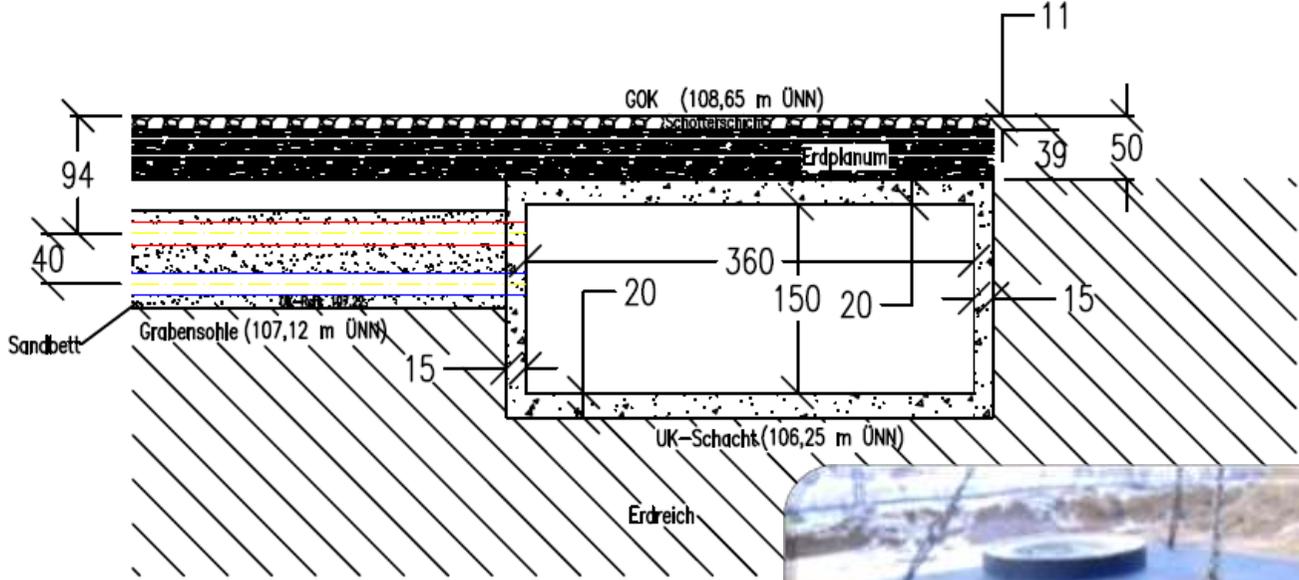
Anlagenkonzeption - Werkplanung



Geothermische Systemlösungen

Anlagenkonzeption - Werkplanung

Detail Verteilerschacht



Geothermische Systemlösungen

Hydraulikberechnungen

Auswirkung von Rohrleitungsdurchmessern und Dimension auf die Effizienz

Beispiel: 12 EWS (Duplex, D_A 32, 100 m) -> 100 m x 12 x 45 W/m = 54 kW

Anbindung: 25 m -> Vorlauf + Rücklauf = 50 m

Volumenstrom pro Sonde = 10 l/min x 2 \Rightarrow 20 l/min x 12 EWS \Rightarrow Gesamtvolumenstrom = 240 l/min



D_A 50*	-> $V= 3,1$ m/s	-> $\Delta p= 1085$ mbar	-> Δ Förderhöhe = 11,1 m
D_A 63*	-> $V= 1,9$ m/s	-> $\Delta p = 358$ mbar	-> Δ Förderhöhe = 3,6 m
D_A 75*	-> $V= 1,4$ m/s	-> $\Delta p = 153$ mbar	-> Δ Förderhöhe = 1,6 m
D_A 90*	-> $V= 0,9$ m/s	-> $\Delta p = 64,2$ mbar	-> Δ Förderhöhe = 0,7 m
D_A 110*	-> $V= 0,63$ m/s	-> $\Delta p = 24,5$ mbar	-> Δ Förderhöhe = 0,3 m
D_A 125*	-> $V= 0,49$ m/s	-> $\Delta p = 13,4$ mbar	-> Δ Förderhöhe = 0,1 m



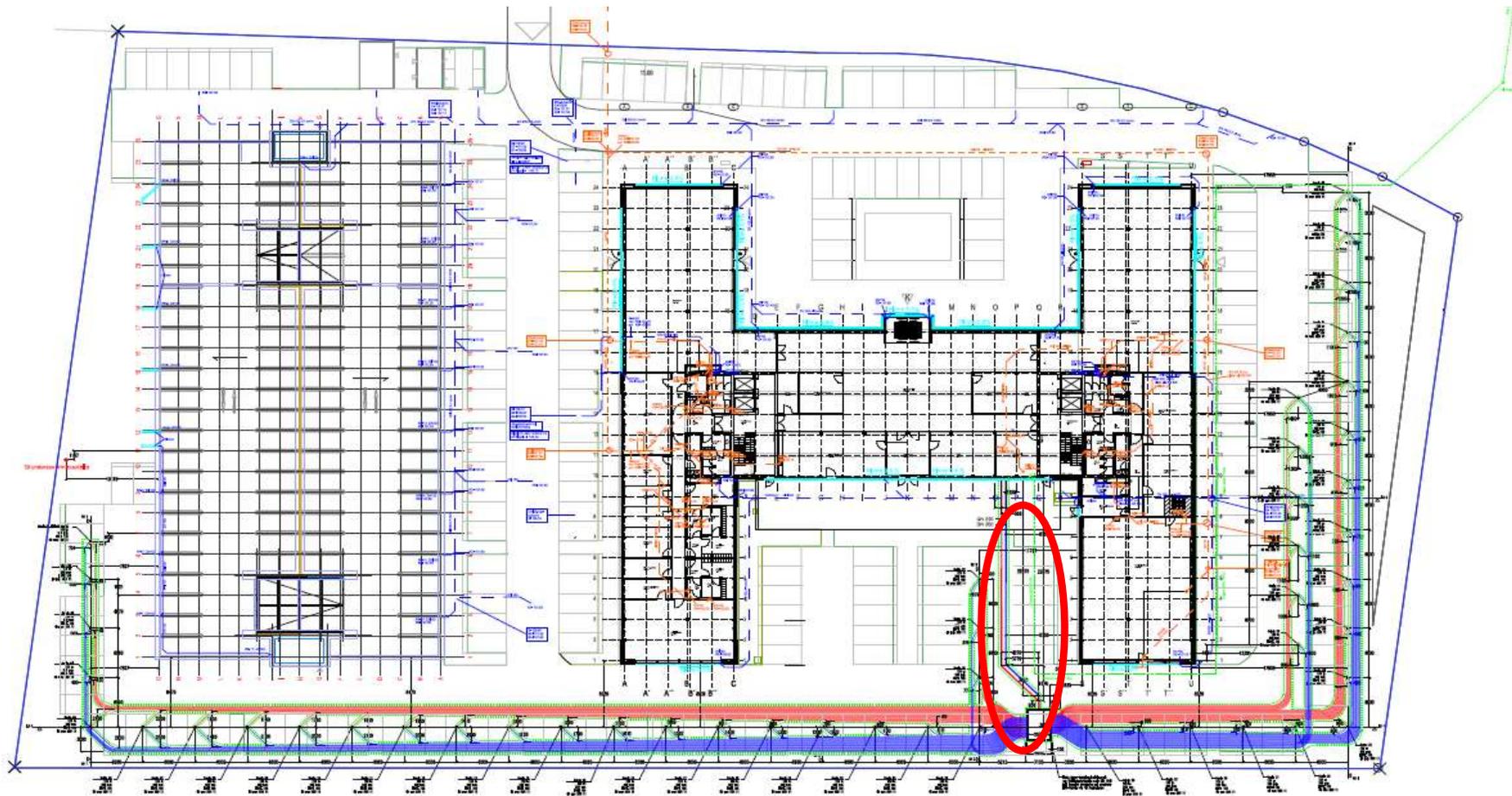
* für Wasser 5°C

Geothermische Systemlösungen

Hydraulikberechnungen

Auswirkung von Rohrleitungsdurchmessern und Dimension auf die Effizienz

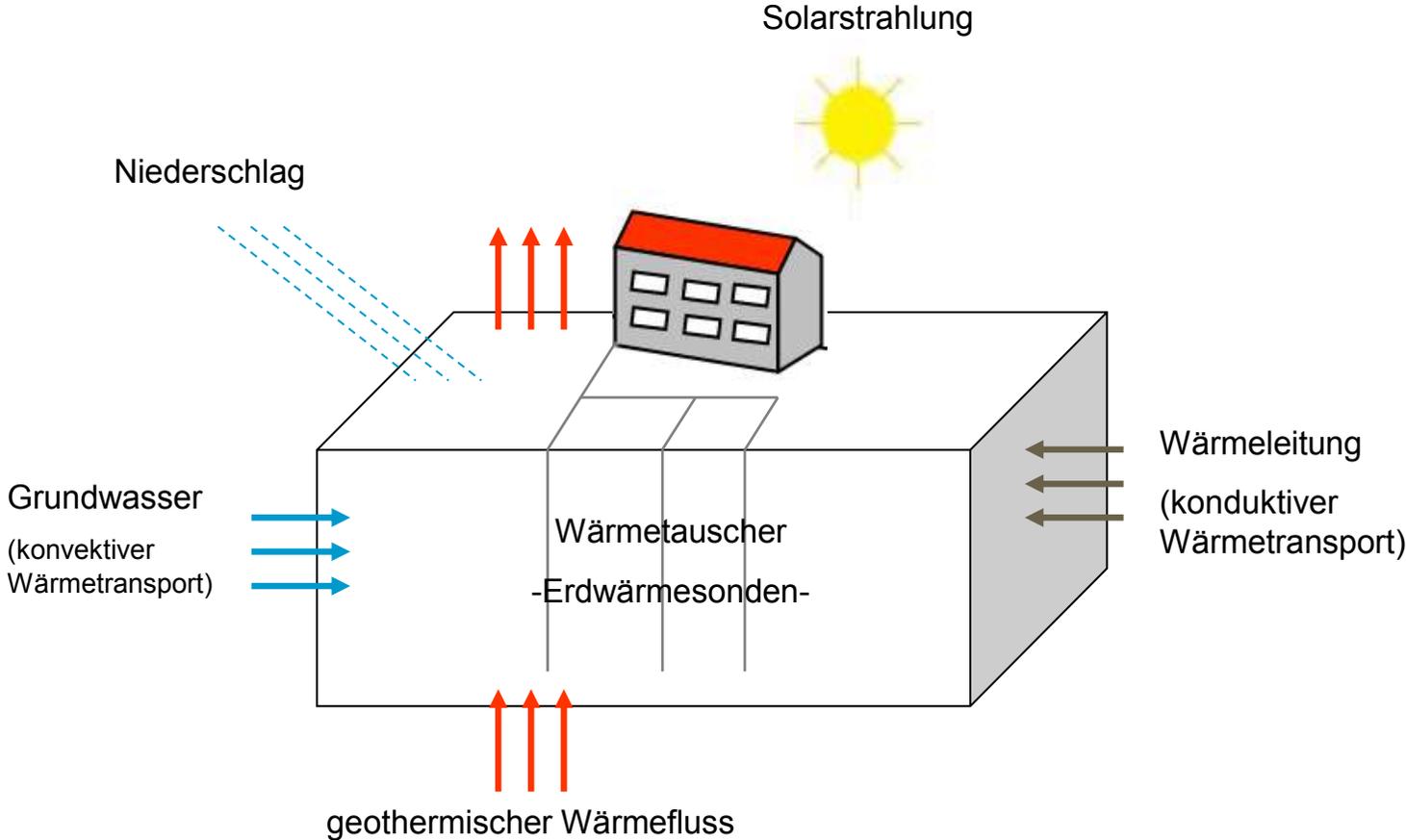
Skoda, Weiterstadt -> 49 EWS DA40 -> 120m -> Gesamtdruckverlust 0,38 bar



Geothermische Systemlösungen

Auslegung der Quellenseite

Einflüsse:



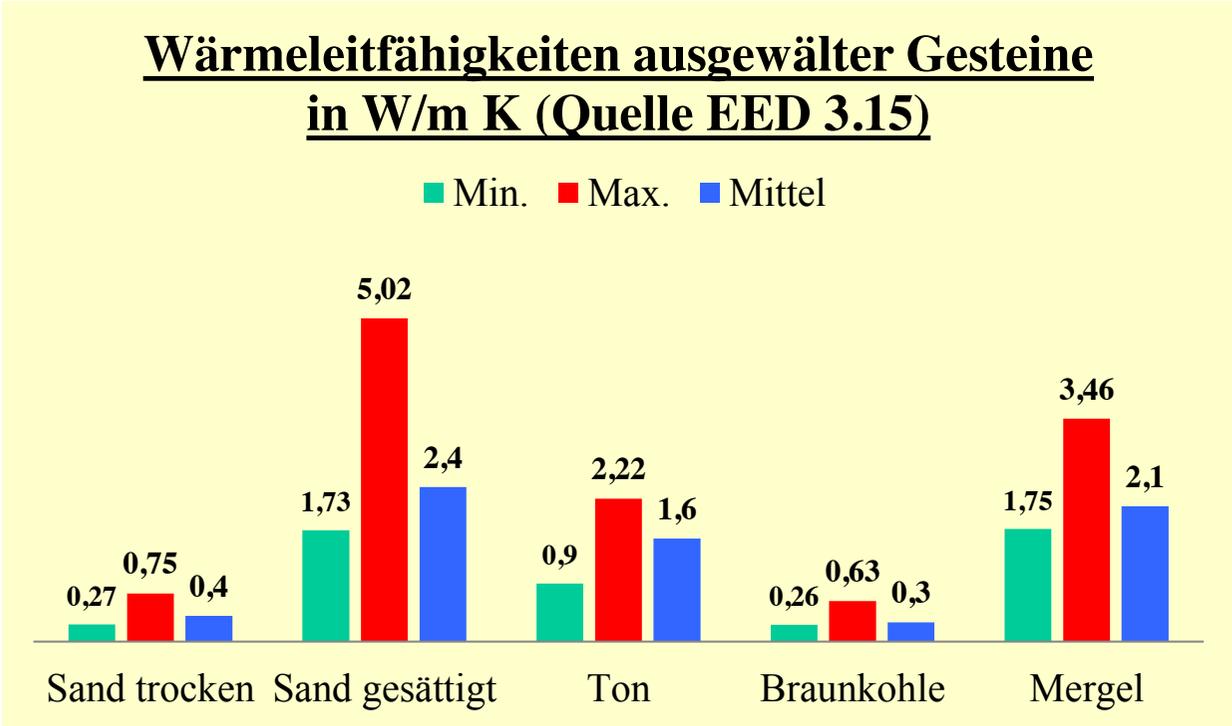
Wichtigste Einflussgrößen: Gesteinswärmeleitung & Grundwasserfluss!

Geothermische Systemlösungen

Auslegung der Quellenseite

Wichtig!

Es sind zum Teil große Unterschiede der Wärmeleitfähigkeiten bei der gleichen Gesteinsart vorhanden!



Wärmeübergang steigt mit der Wassersättigung des Untergrundes!
 Thermische-Response-Test (TRT) ist geeignet, um die effektive, reale Wärmeleitfähigkeit der gesamten Bohrlochlänge zu bestimmen!

Geothermische Systemlösungen

Simulation

Grundsätzlich gilt:

Geothermische Systeme sind so komplex, dass Anlagen softwaregestützt simuliert werden müssen, um zu prüfen:

- Ist das Anlagenkonzept in Ordnung?
- Ist die Anlage nachhaltig/langfristig zu betreiben?
- Ist die Anlage...
 - überdimensioniert (Kosteneinsparung möglich),
 - unterdimensioniert (Vereisungsgefahr) oder
 - optimal ausgelegt?

Geothermische Systemlösungen

Simulation

Datenerfassung über Formblätter und Checklisten -> Vereinfachter Einstieg in das Projekt. -> Anschließend Detailklärung



GWE GF-TEC

Allgemeine Daten zum Bauvorhaben

Bezeichnung: _____
 Standort: _____
 Funktion: _____
 Gemarkung: _____
 Substrat: _____

Dimensionen

Allgemein	Abstände
Hauptabstände (m): _____	Grundfläche: _____
Stützabstände (m): _____	Abstand Stützbohrer: _____

Schichttiefe

Stromerzeugung

Stromerzeugung: _____

Heizen
 Heiz- und Kühl
 Heiz- und Kühl
 getrennt Heizen und Kühlen
 Brauchwassererwärmung

Wasser

Wasser: _____	Keller: _____
Wassergehalt: _____	Erdeleuchte: _____

Seite 1



GWE GF-TEC

Systeme, Ab- und Kühlsysteme im Gebäude

System	Leistung	Spezifikation	Temperaturverlauf (°C, PLZ)
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Benutzerbemerkungen

Kontakt

Kontakt gewonnen für:

Name: _____	Anwesenheitsort:
PLZ: _____	Name: _____
Strasse: _____	PLZ: _____
Städt. Nr.: _____	Strasse: _____
Städt. Nr.: _____	PLZ: _____

Seite 2

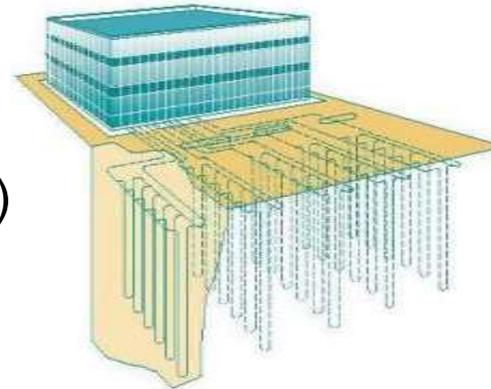
Geothermische Systemlösungen

Simulation

Simulationsberechnungen

EED

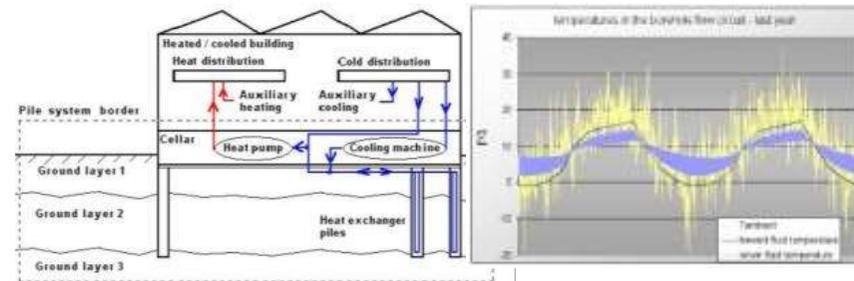
Analytische Berechnung (g-functions)



PILESIM2

FDM-Softwaresimulation (DST-Model)

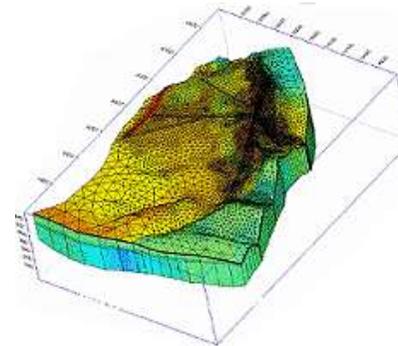
Semi-analytisch-numerisch



FEFLOW

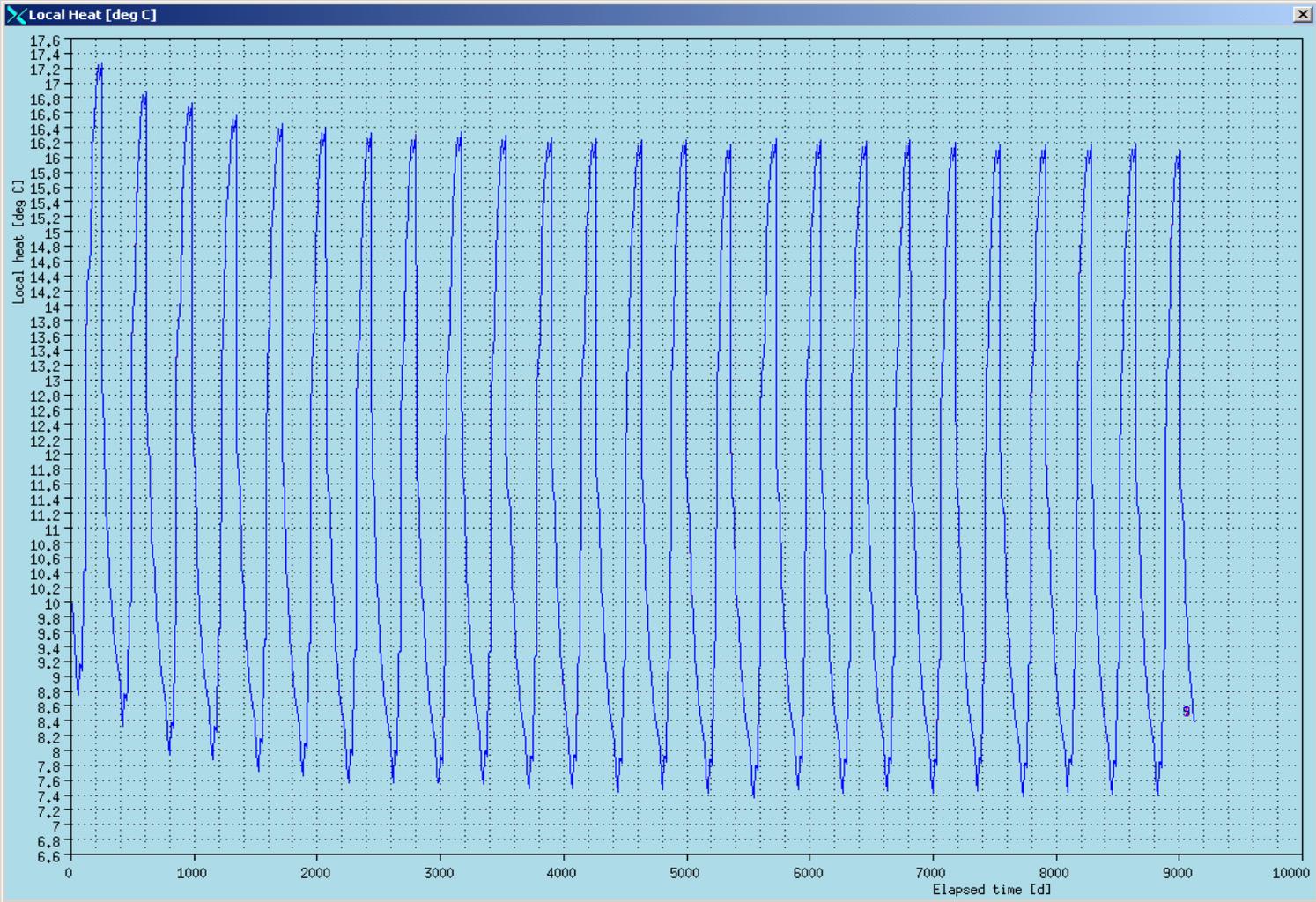
Numerische FEM-Simulation

Grundwasserfluss und Wärmetransport



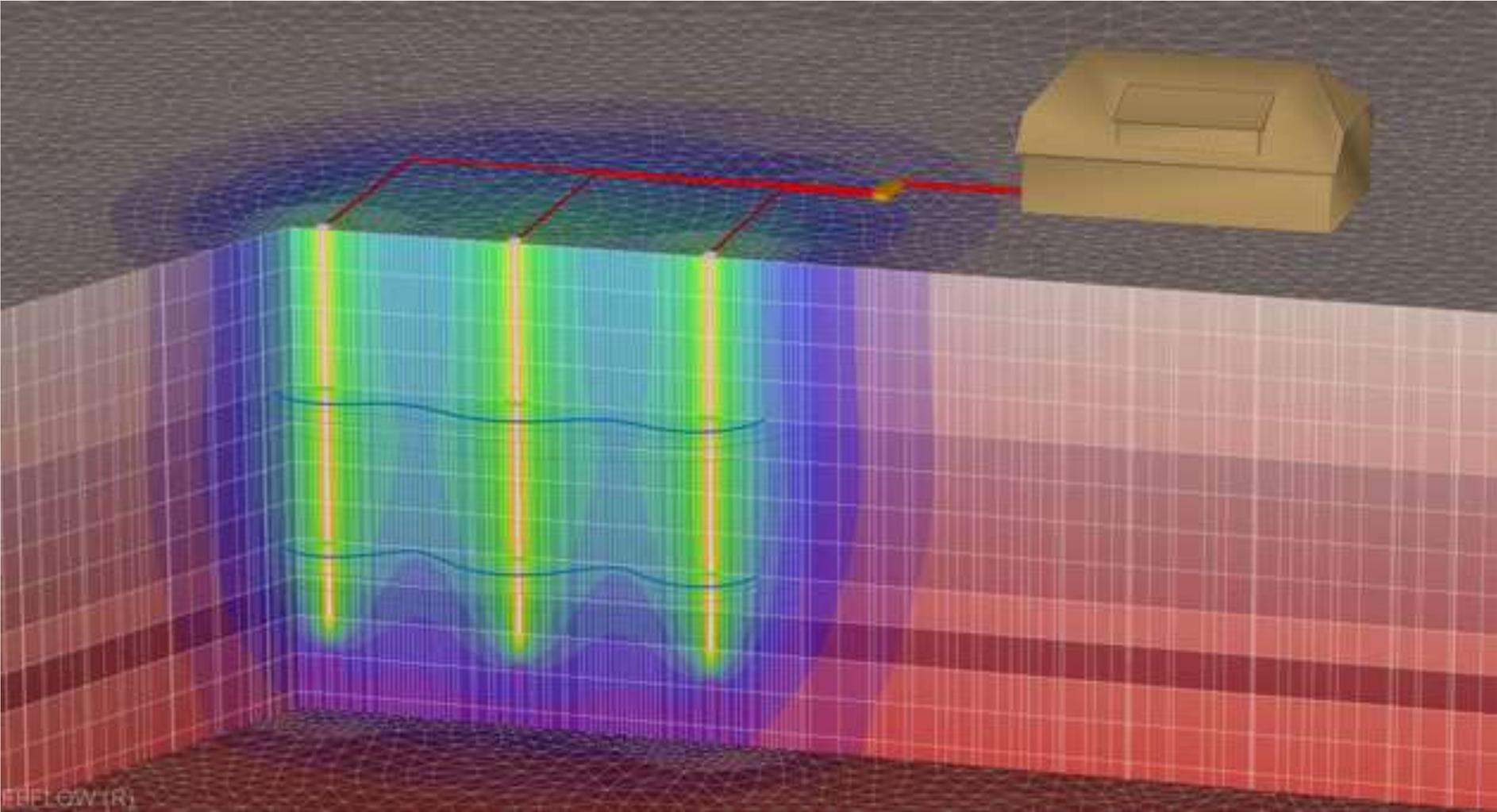
Geothermische Systemlösungen

Simulation



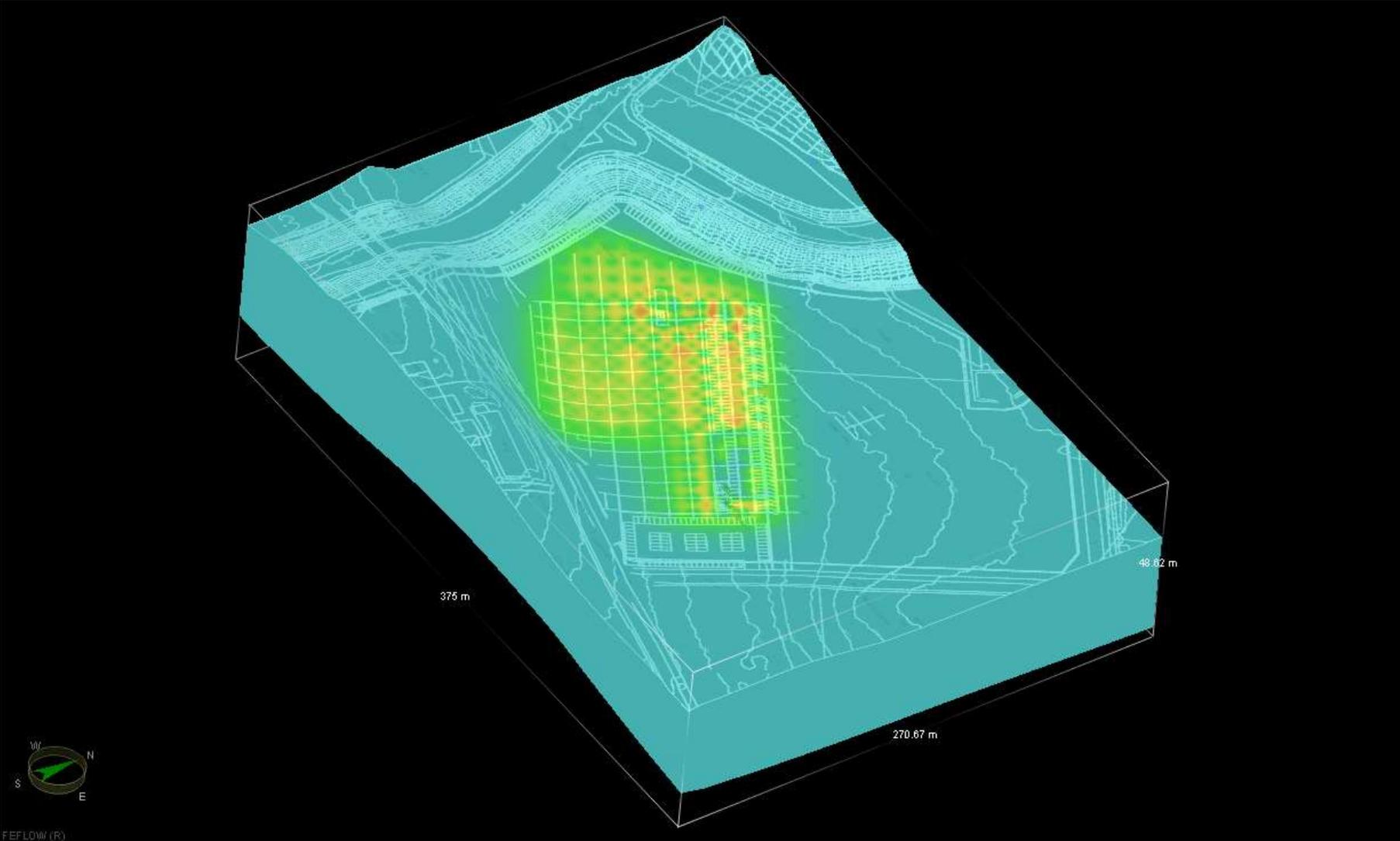
Geothermische Systemlösungen

Simulation



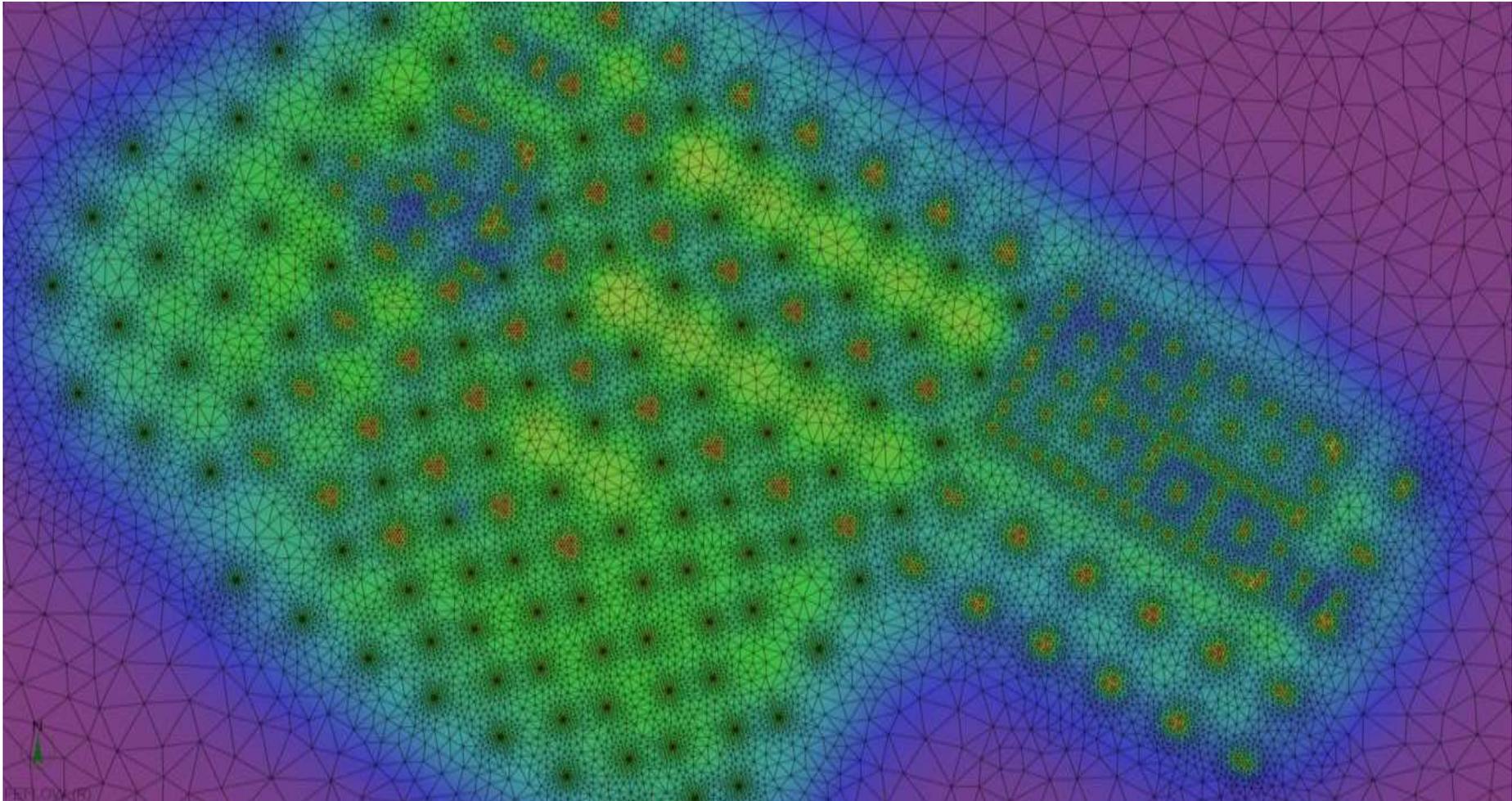
Geothermische Systemlösungen

Simulation



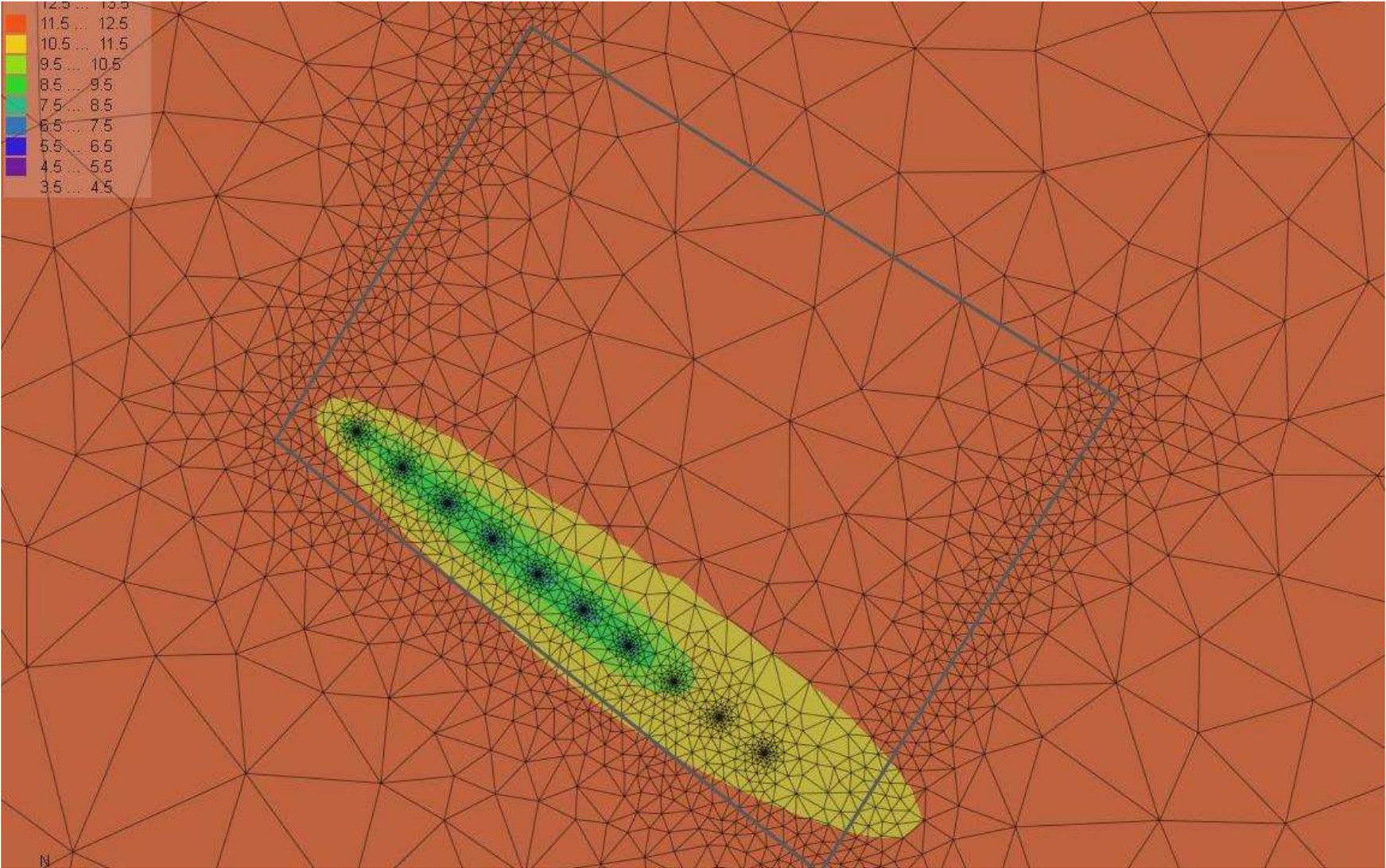
Geothermische Systemlösungen

Simulation



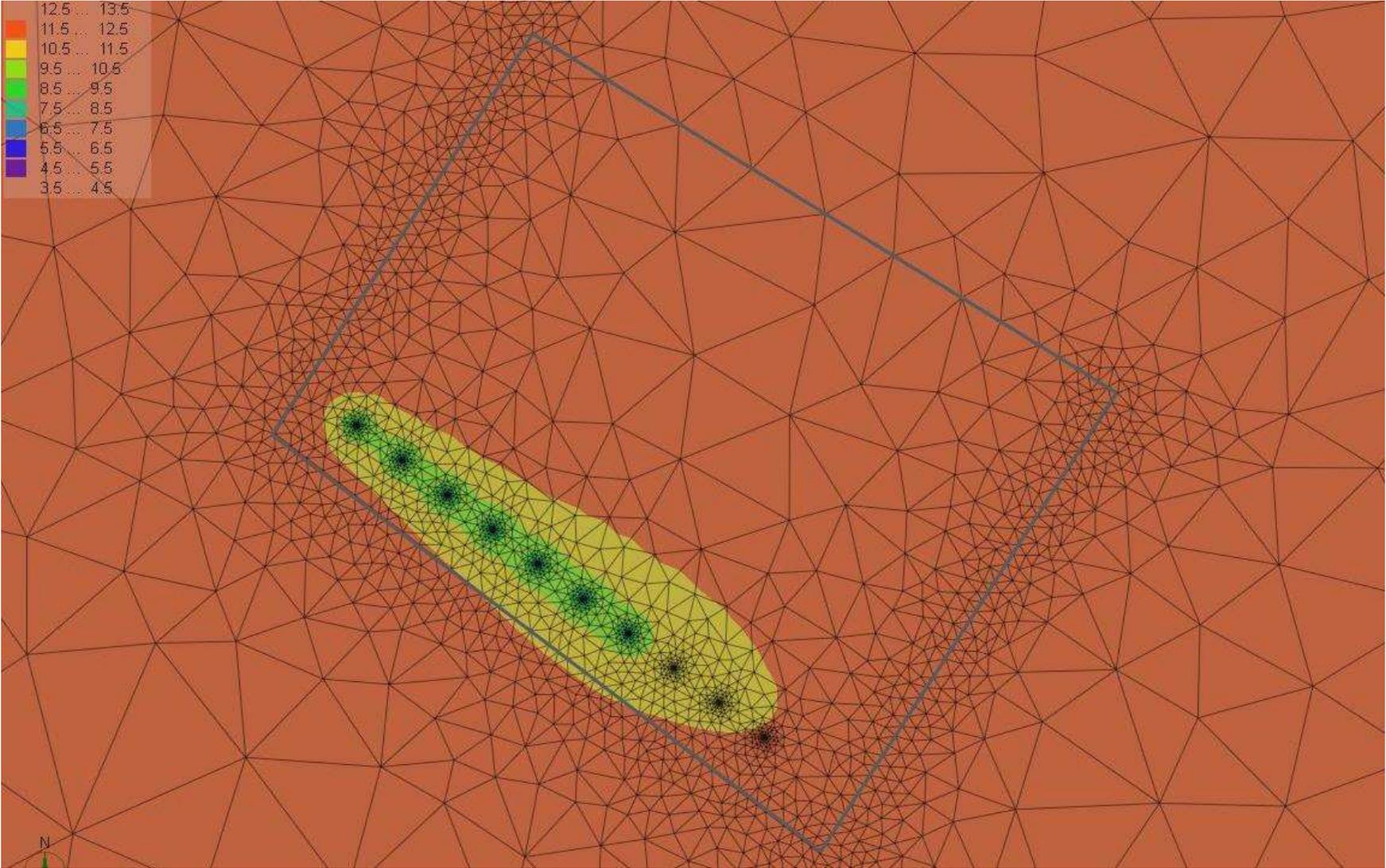
Geothermische Systemlösungen

Simulation



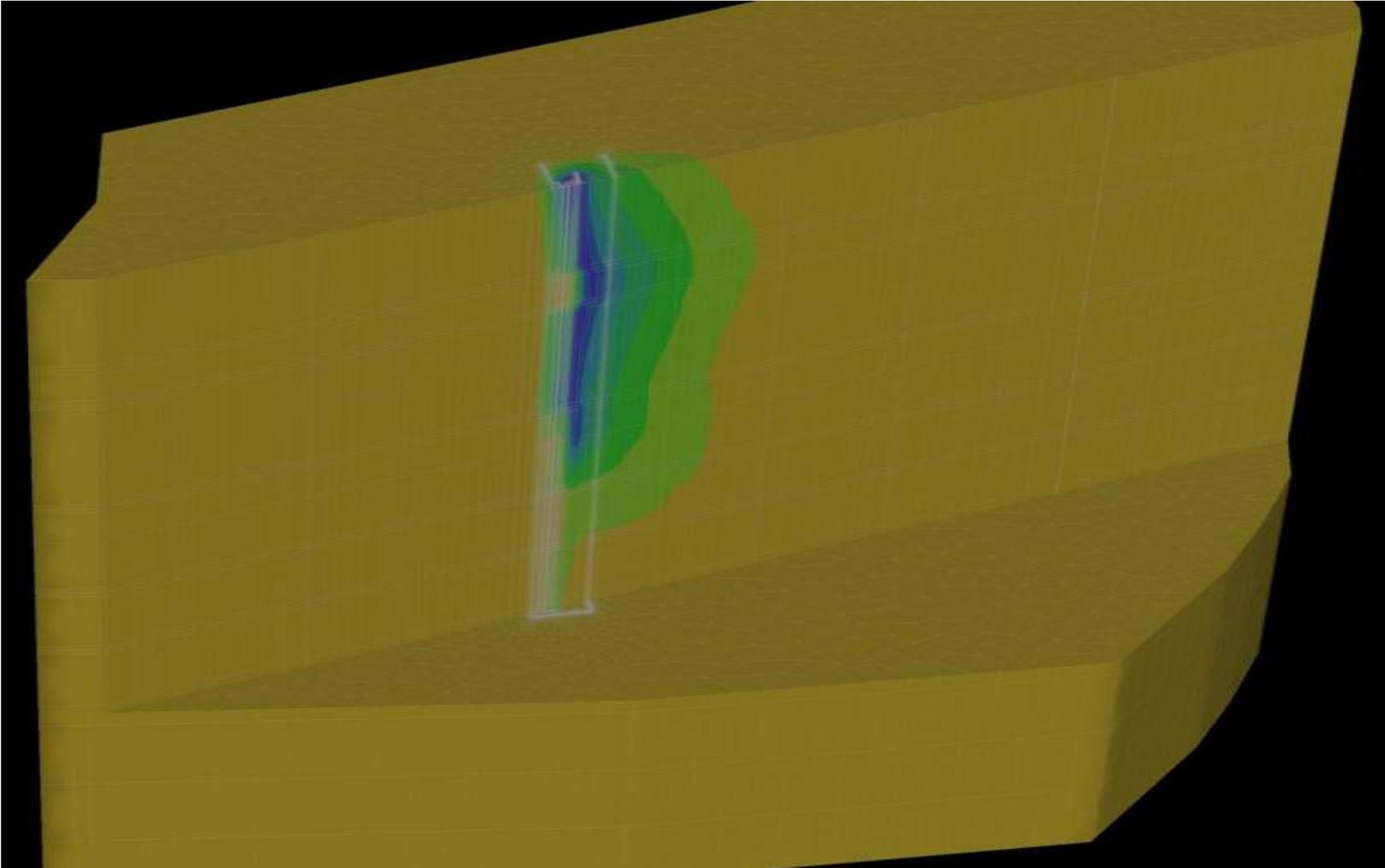
Geothermische Systemlösungen

Simulation



Geothermische Systemlösungen

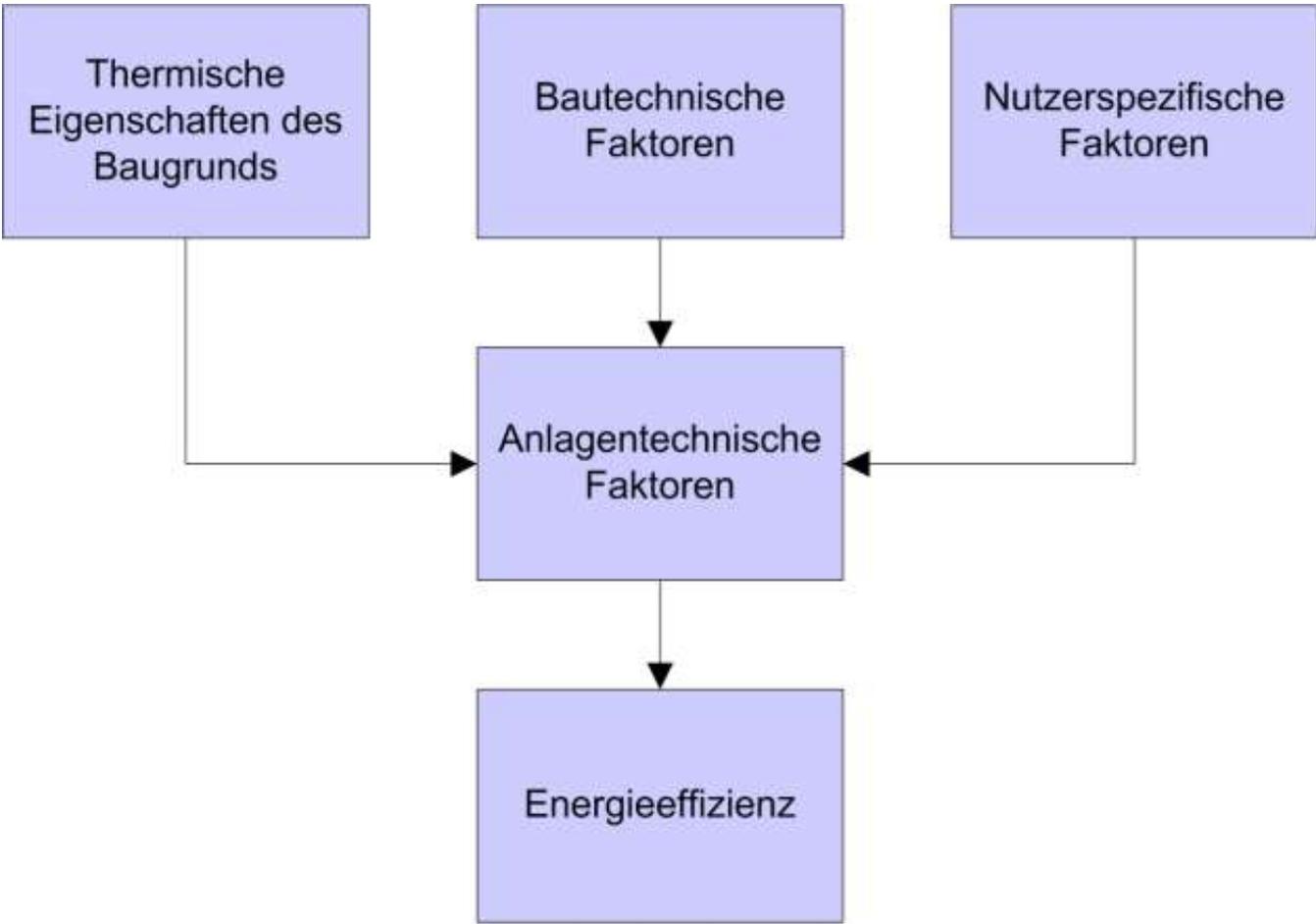
Simulation



Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Relevante Faktoren



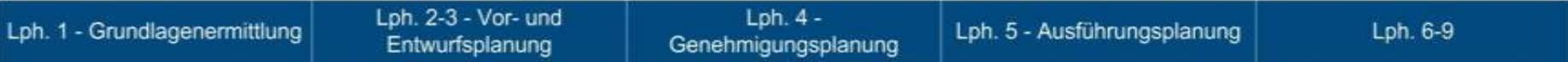
Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Planungsleistungen

Planungsleistungen nach § 53 HOAI (2009)

- Vorabschätzung des Gebäudebedarfs
- Klärung rechtlicher Grundlagen
- Abschätzung geothermischer Potentiale
- Analytische Berechnung des Gebäudebedarfs
- **System- und Integrationsplanung**
- Festlegung der Wärmepumpenparameter
- Hydraulikberechnung
- Genehmigung § 3 Abs. 2 WHG
- Zeichnerische Darstellung der Anlage mit Dimensionen
- Vorbereiten der Vergabe (LV-Erstellung)
- Mitwirken bei der Vergabe
- Objektüberwachung
- **Monitoring und Optimierung der Anlage**



Besondere Leistungen

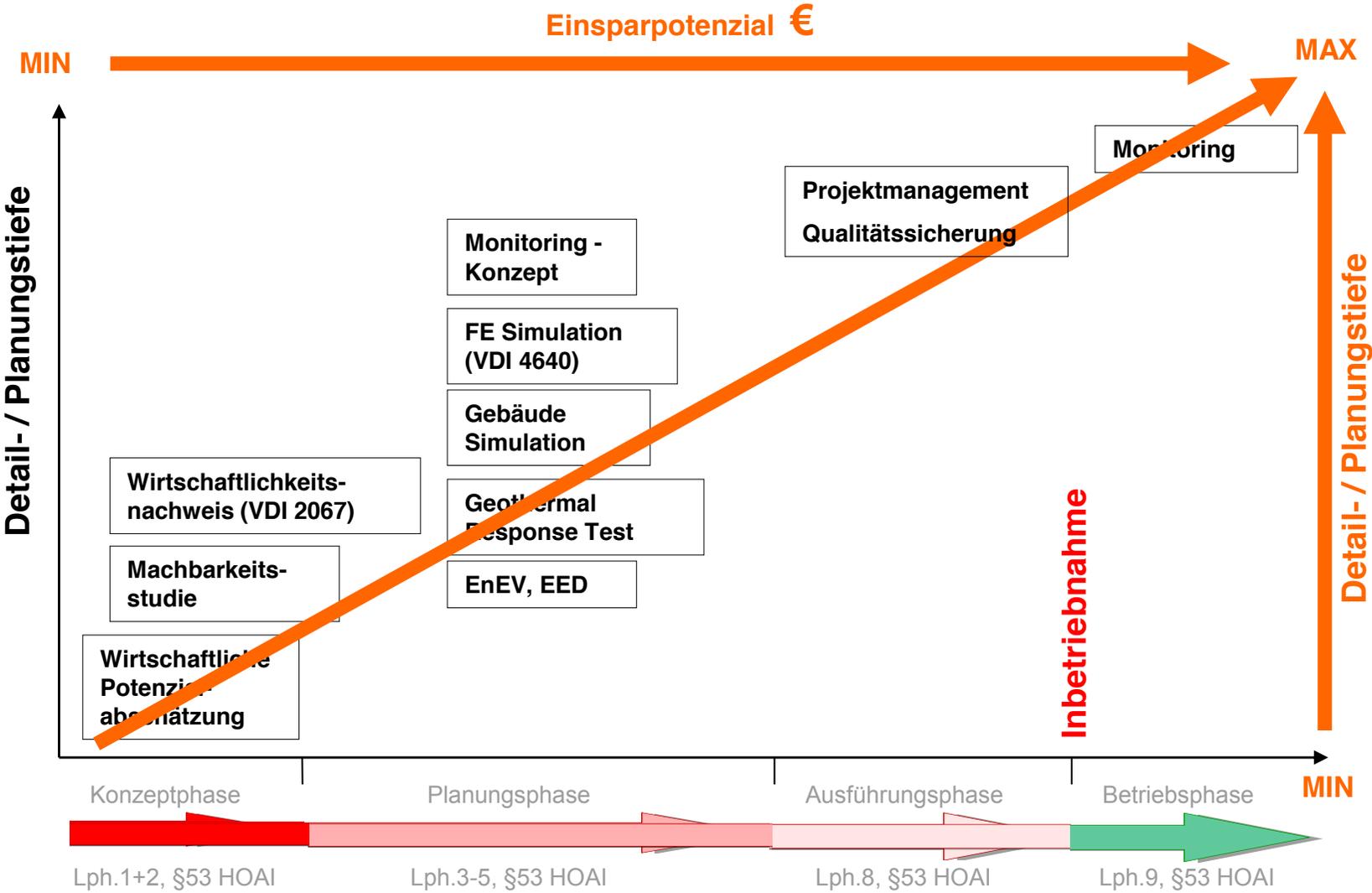
- Thermal-Response-Test
- Analytische geothermische Simulation

- Gebäudesimulation
- Numerische geothermische Simulation
 - Hydrogeologische Daten
 - Inverse Berechnung des TRT's

Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

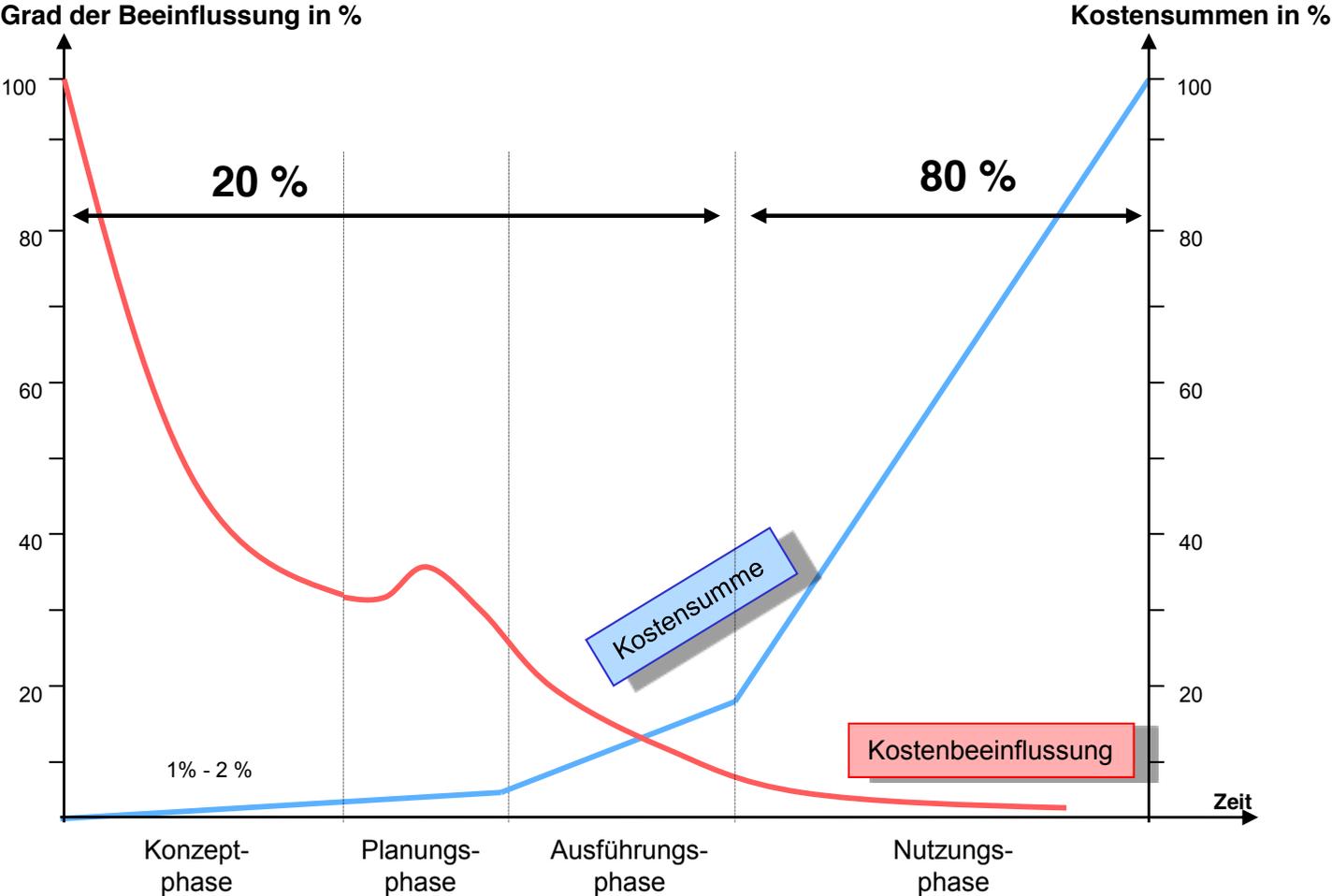
Potentialabschätzung / Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Potentialabschätzung / Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Potentialabschätzung / Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Einbeziehung der Vorort vorhandenen Ressourcen und Energiequellen in das Gesamtkonzept



DATUM: 07.06.2013
SEITE: 6 / 10
DATEINAME: 130607 GEOTHERMISCHE
POTENTIALABSCHÄTZUNG .DOCX

4. Varianten

Diese Grundlagen regen zwei Gedankenspiele an:

1. Welche Kosten entstehen bei einer autarken geothermischen Eisfreihaltung?
2. Wie kann die Abwärme der Motorenprüfstände möglichst sinnvoll in das geothermische Energiekonzept integriert werden?

4.1. Autarke geothermische Eisfreihaltung

4.1.1. Beschreibung

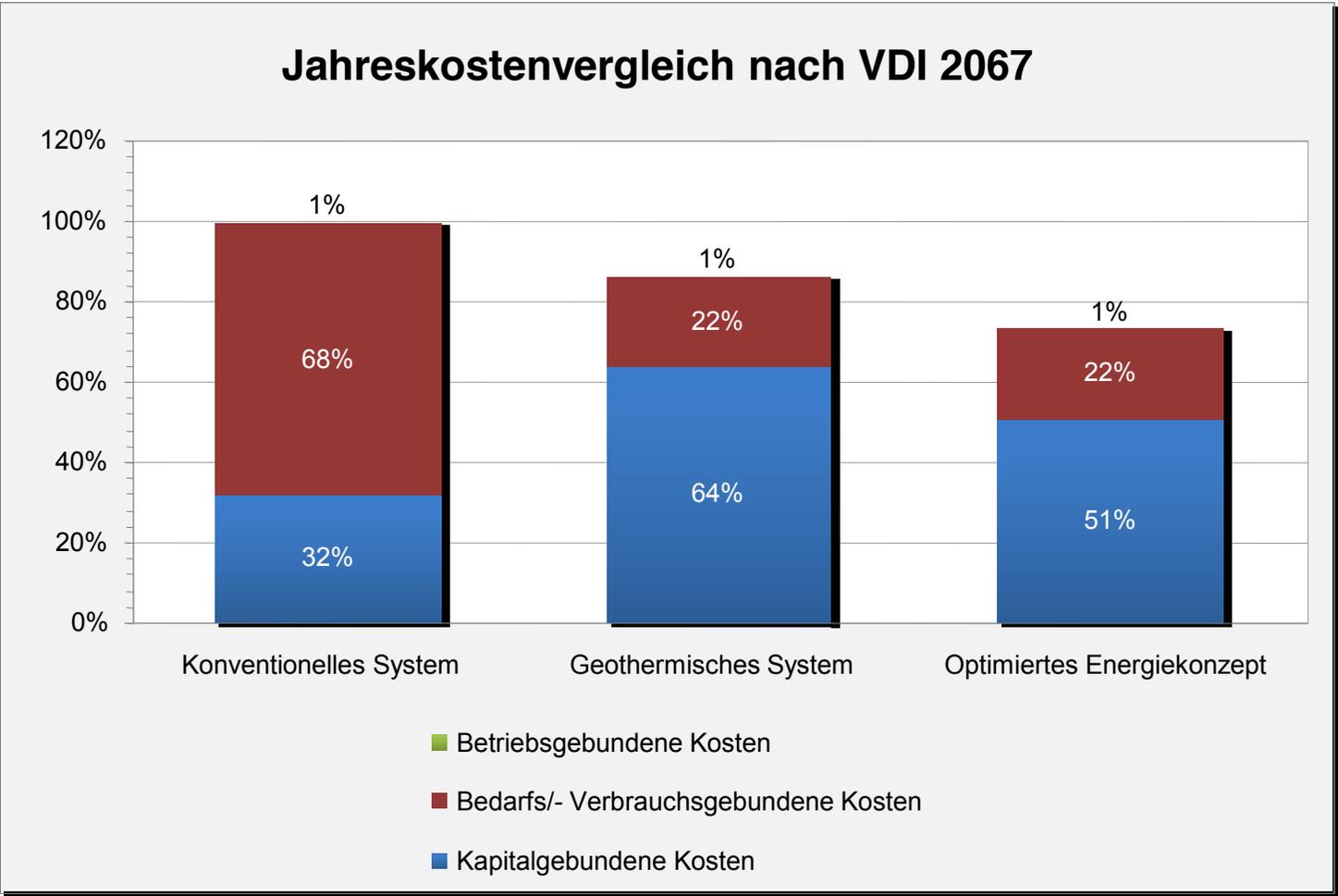
Bei einer autarken geothermischen Energieversorgung der Eisfreihaltung sind zwei wesentliche Punkte zu berücksichtigen. Erstens die Bohrtiefenbeschränkung auf ca. 80 m unter Geländeoberkante (GOK) und zweitens die relativ geringe Grundwasserfließgeschwindigkeit.

Durch die geringe GW-Fließgeschwindigkeit wird sich das Erdreich bei reinem Wärmeentzug nicht ausreichend regenerieren, um dauerhaft die notwendigen Energien zur Verfügung zu stellen. Aus

Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Potentialabschätzung / Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

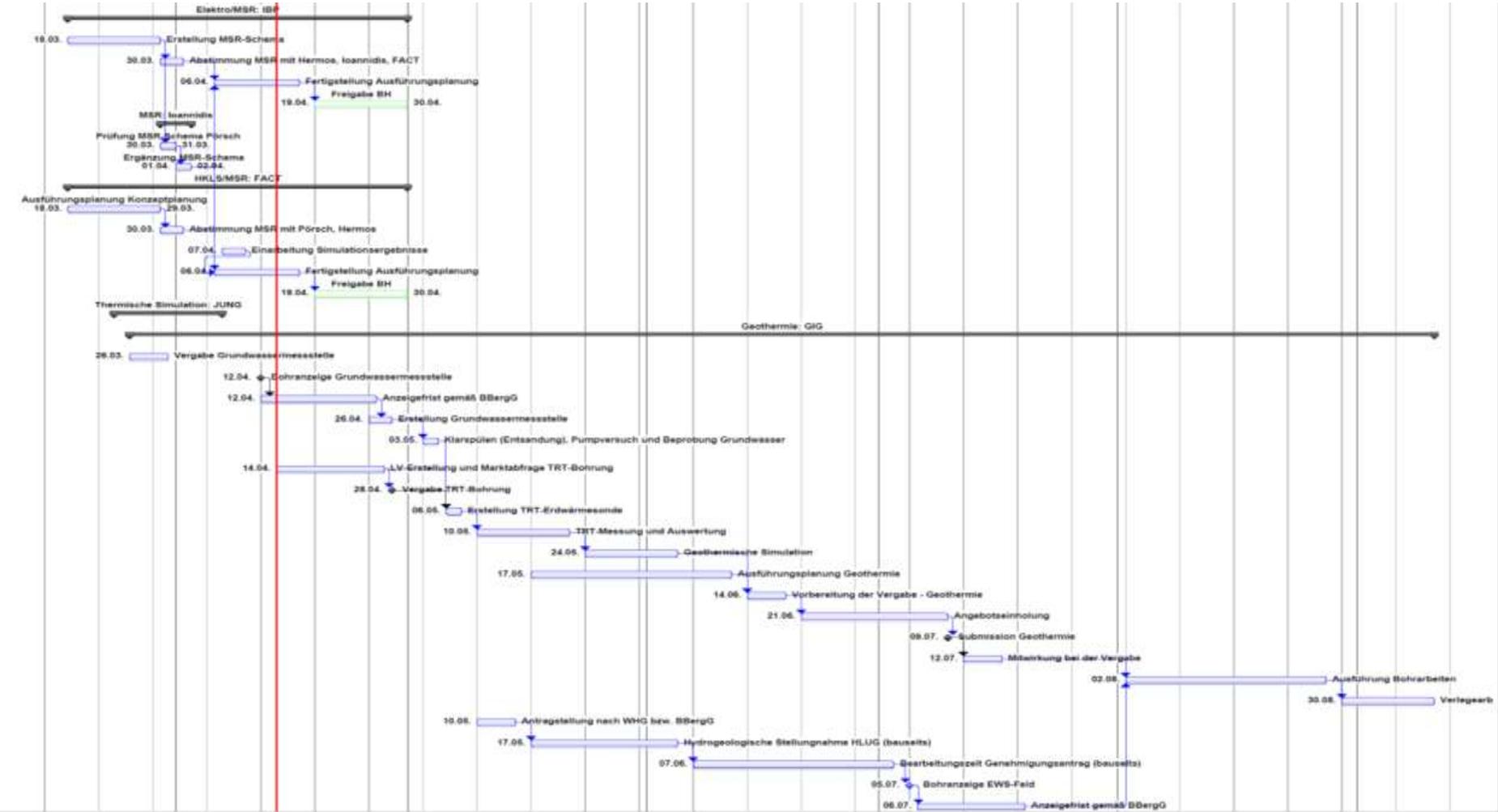


Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Projektentwicklung / Projektmanagement

Planungs- und Bauzeitterminplanung



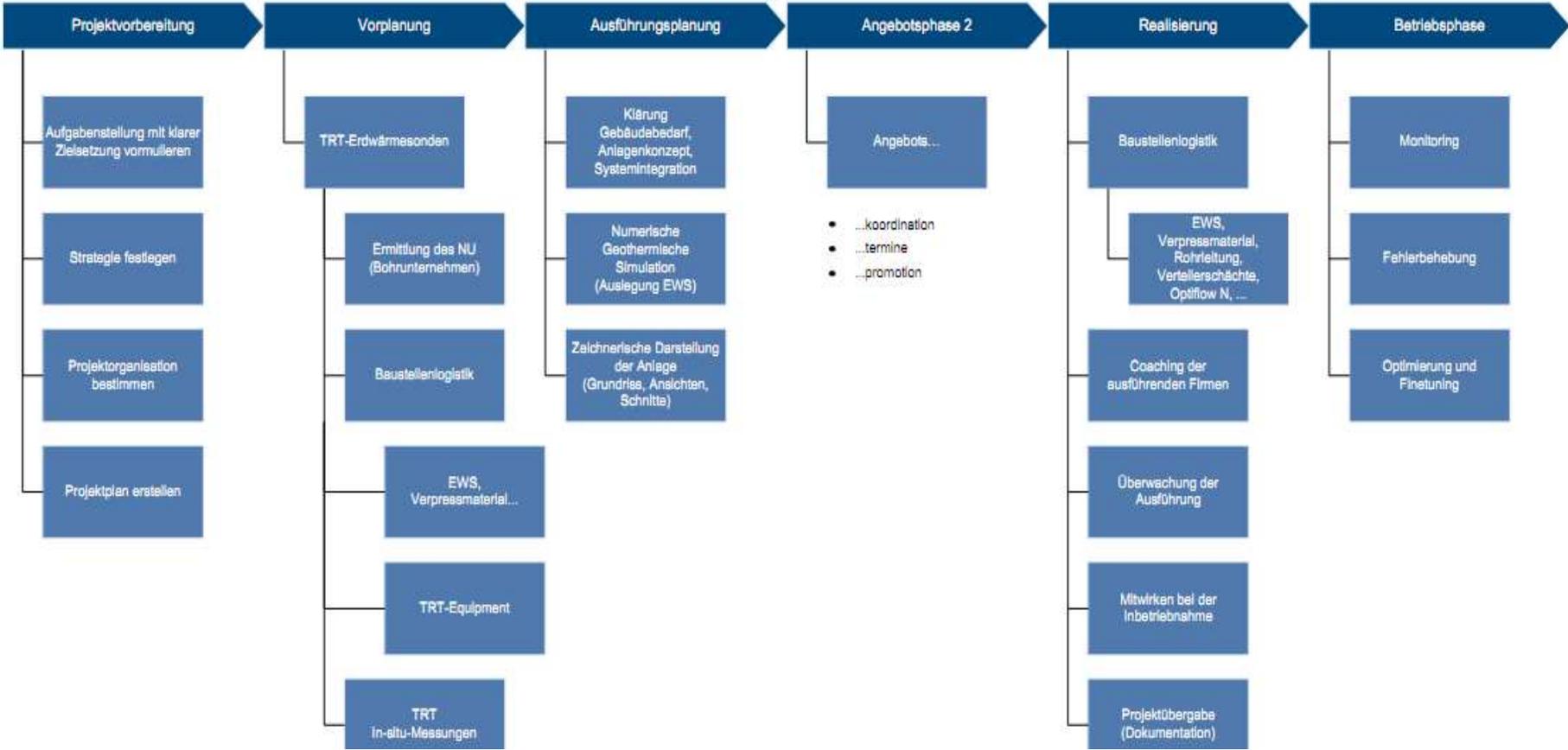
Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Projektentwicklung / Projektmanagement

Projektstrukturplan

AUCA, Bishkek

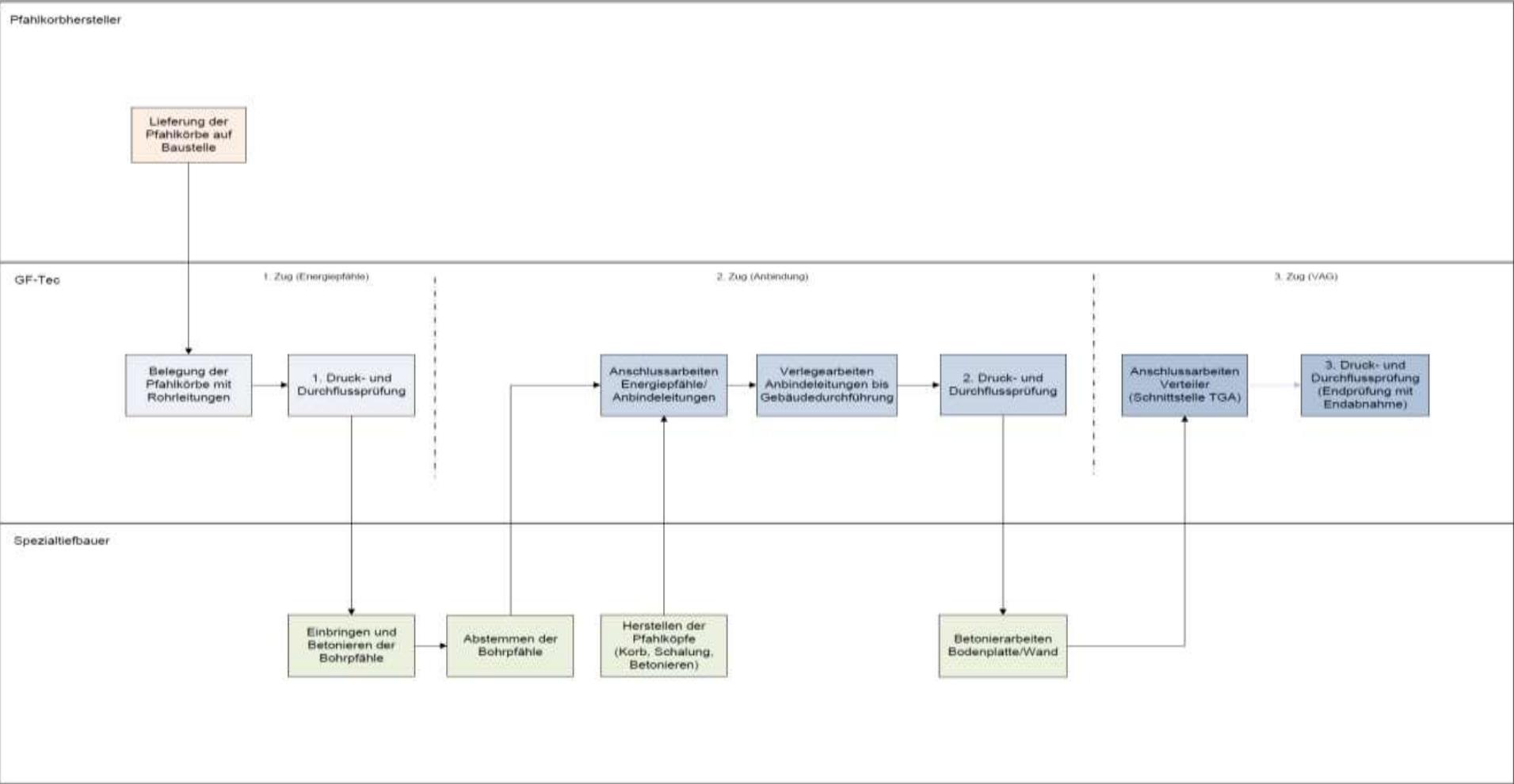


Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

Projektentwicklung / Projektmanagement

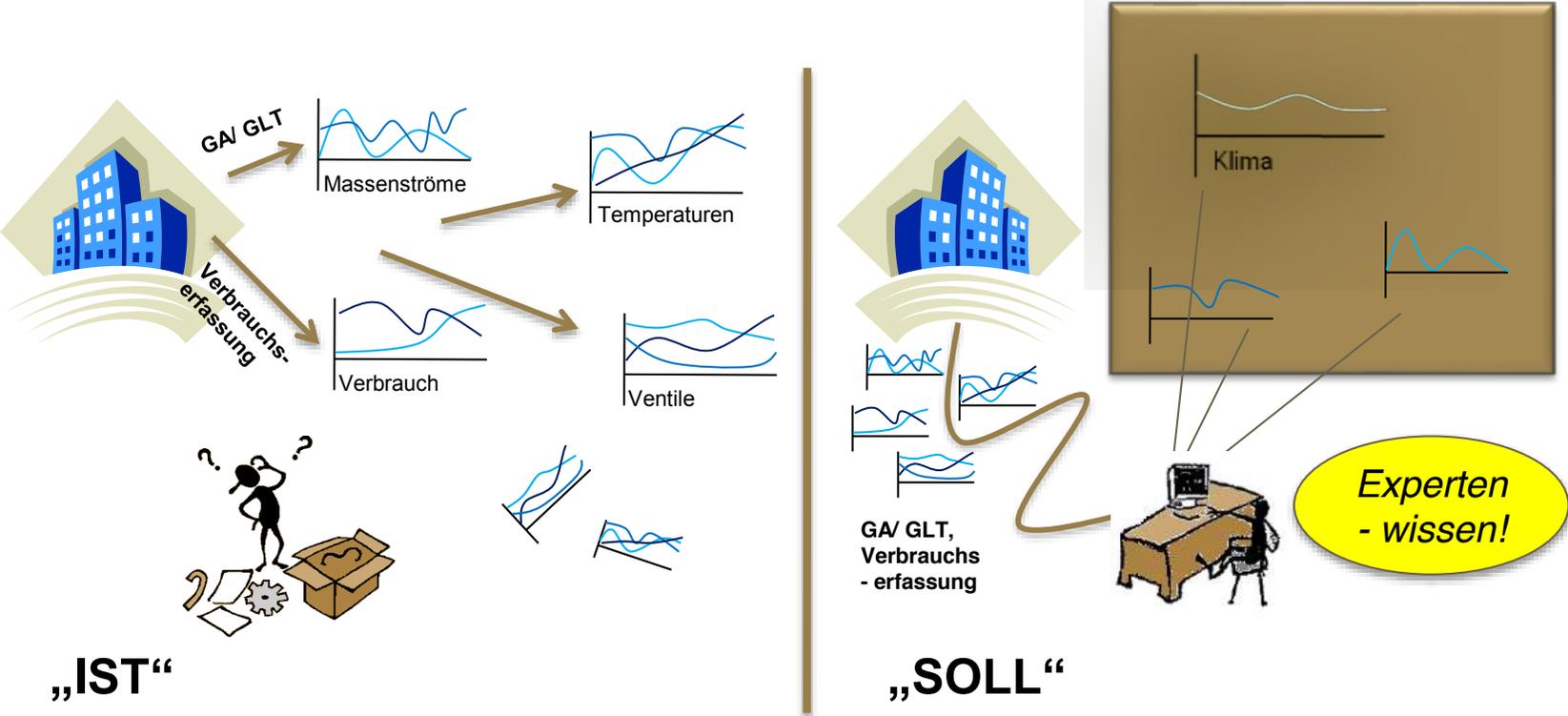
Ablaufschema Baustelle



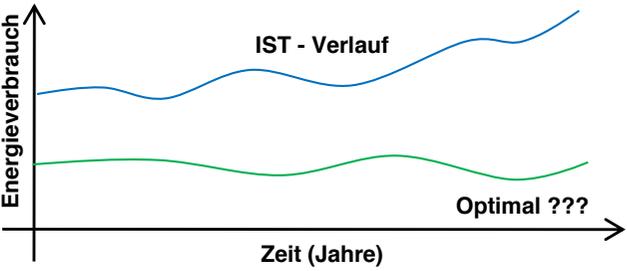
Geothermische Systemlösungen

Ganzheitlicher Ansatz

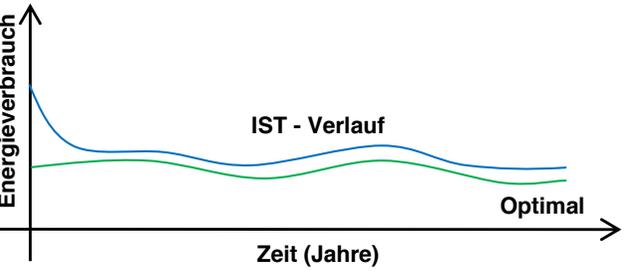
Monitoring, Optimierung und Energiemanagement



„IST“

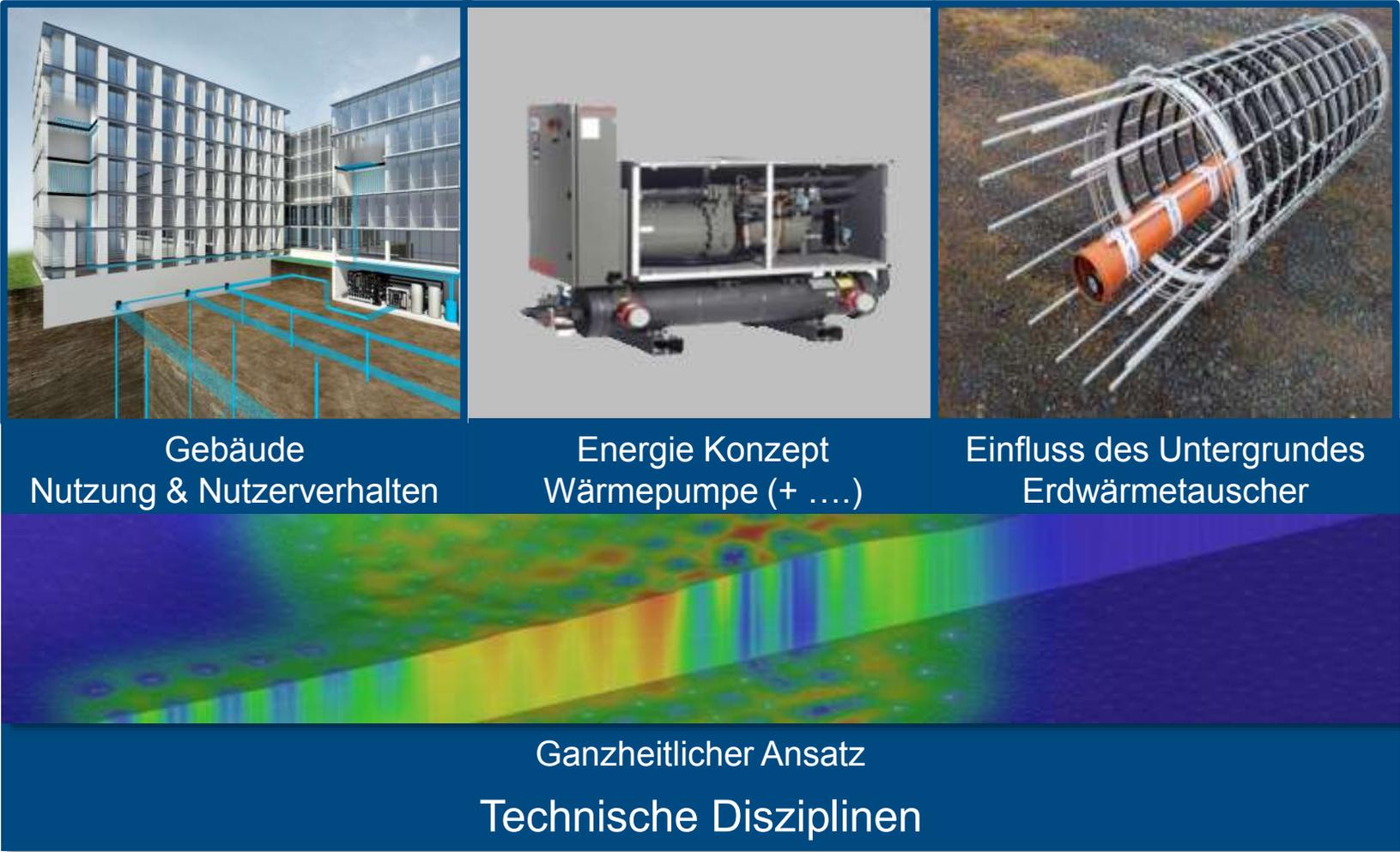


„SOLL“



Geothermische Systemlösungen

Fazit



The image is a composite graphic illustrating the integration of geothermal systems into building design. It features three main panels at the top: a modern multi-story building with a courtyard, a geothermal heat pump unit, and a borehole heat exchanger. Below these panels is a cross-section of the ground showing a borehole and a heat exchanger. The bottom of the image is a dark blue banner with white text.

Gebäude
Nutzung & Nutzerverhalten

Energie Konzept
Wärmepumpe (+ ...)

Einfluss des Untergrundes
Erdwärmetauscher

Ganzheitlicher Ansatz
Technische Disziplinen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



GWE – Geothermal Competence Centre

GERMAN WATER & ENERGY GROUP

GF-Tec GmbH

Rudolf-Diesel-Straße 1

D-63322 Rödermark

Telephone: +49 6074 91410-0

Telefax: +49 6074 91410-10

E-Mail: info@gf-tec.com

Web: www.gf-tec.com