

Herausforderungen und Chancen bei Tiefengeothermie-Projekten in urbanen Bereichen

...bei der Erkundung

Prof. Dr. Bodo Lehmann, Dr. Boris Dombrowski,

Silke Bißmann, Sebastian Thronberens



Der
Geothermie
Kongress
2024

Engineering Performance

DMT-Profil: Daten und Fakten

Generalunternehmer für Tiefengeothermie von der Projektierung bis zum Geothermie-Heizwerk

Die DMT-Wurzeln reichen zurück bis ins Jahr **1737**



DMT hat ca. **1.100** Mitarbeiter, **über 130 Geowissenschaftler:innen** (Geologie, Geophysik, Vermessung, Umwelt) und über 150 Ingenieure



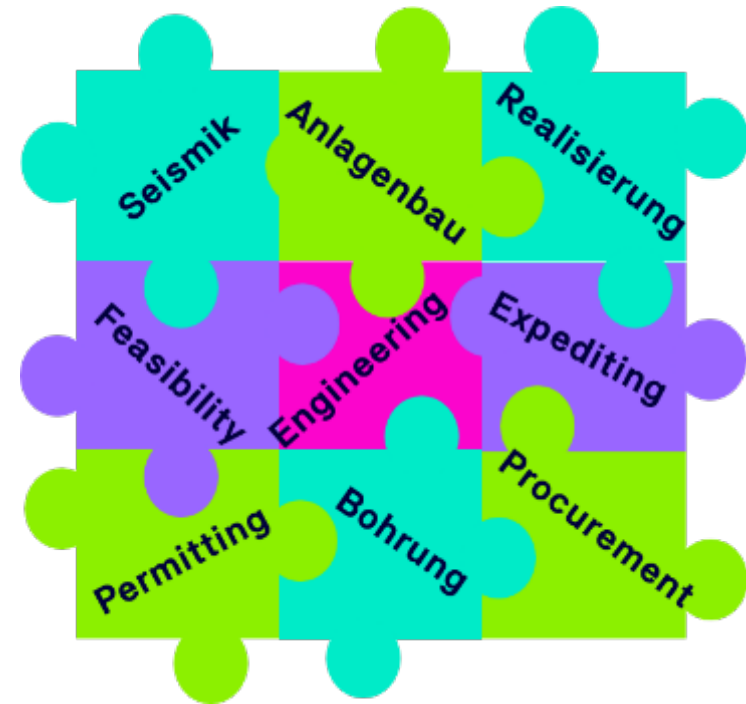
35 Jahre Erfahrung (über **250 Projektaufträge**) in der Tiefengeothermie



Etwa **150 Millionen €** Jahresumsatz



Eigenständige Marke in der **TÜV NORD GROUP**



Geothermie: Kundenauswahl



DMT kennt sich mit Tiefengeothermie aus



(Gründungs-) Mitglied beim Bundesverband Geothermie (BVG) und CO2zero (Berlin/ Brandenburg)



Mitglied beim Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V. (BVEG), Tiefengeothermie, DGMK, etc.

Vorstand bei der Wirtschaftsvereinigung „Geothermie“ des GZB, Bochum

TÜV NORD/DMT GROUP kann als GU alle Gewerke bis zum Geothermie-Heizwerk realisieren

Erkundung für Tiefengeothermie:
> 30 Flächen
> 3.000 km² 3D-Seismik
> 2.000 km 2D-Seismik

DGE-Rollout Partner



2D-Seismik Niederrhein



3D-Seismik Speyer



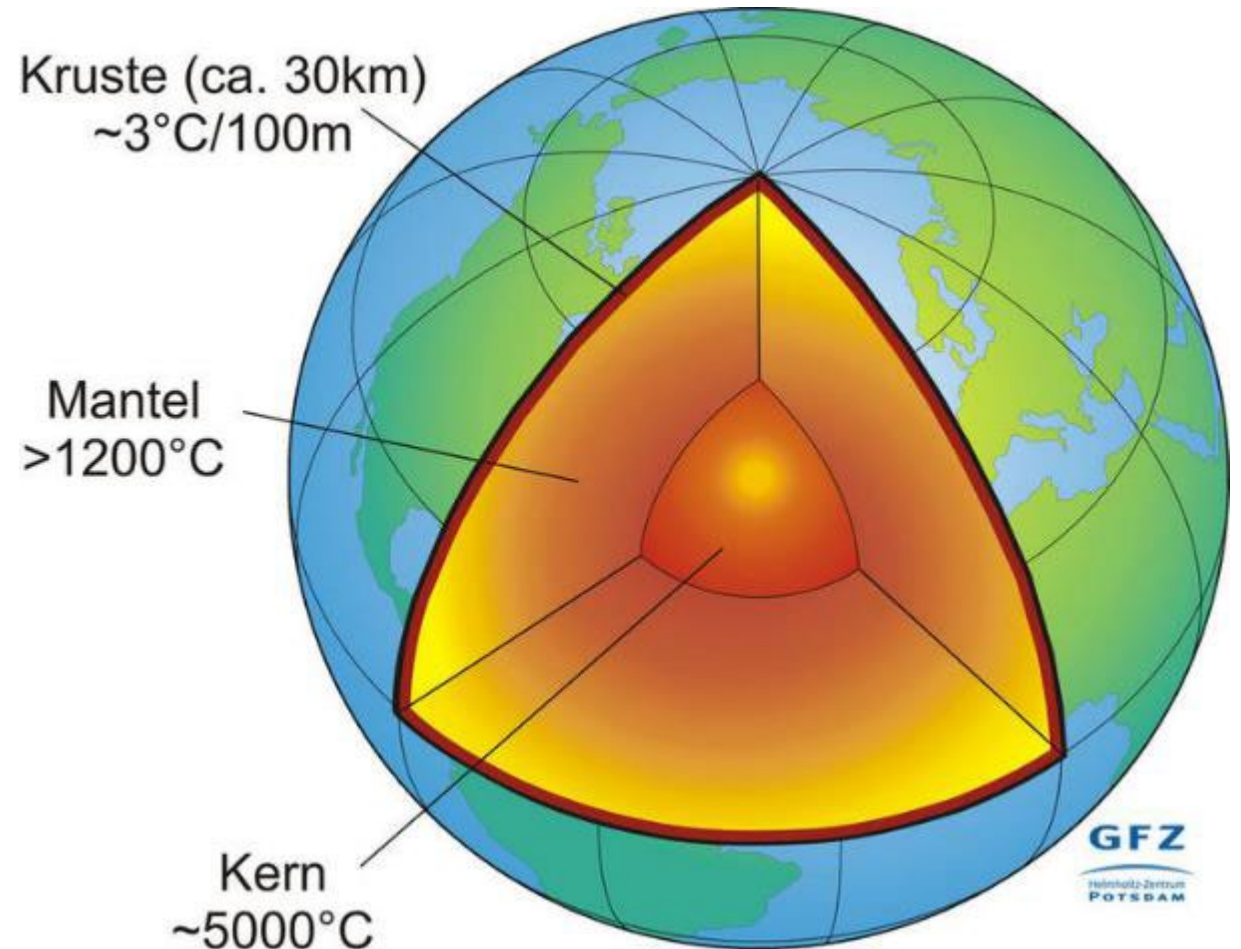
Chancen und Herausforderungen der Tiefengeothermie für die Nah- und Fernwärme

Chancen:

- 99% der Erde > 1.000 °C
- 0,1% der Erde < 100 °C
- Wärme unter den Städten

Herausforderungen:

- Fündigkeit bei hydrothermalen Geothermie (Schüttung, d.h. förderbare Wassermenge pro Zeiteinheit, z.B. 30 – 120 l/s)
- Risiken bei der petrothermalen Geothermie
- Wirtschaftlichkeit



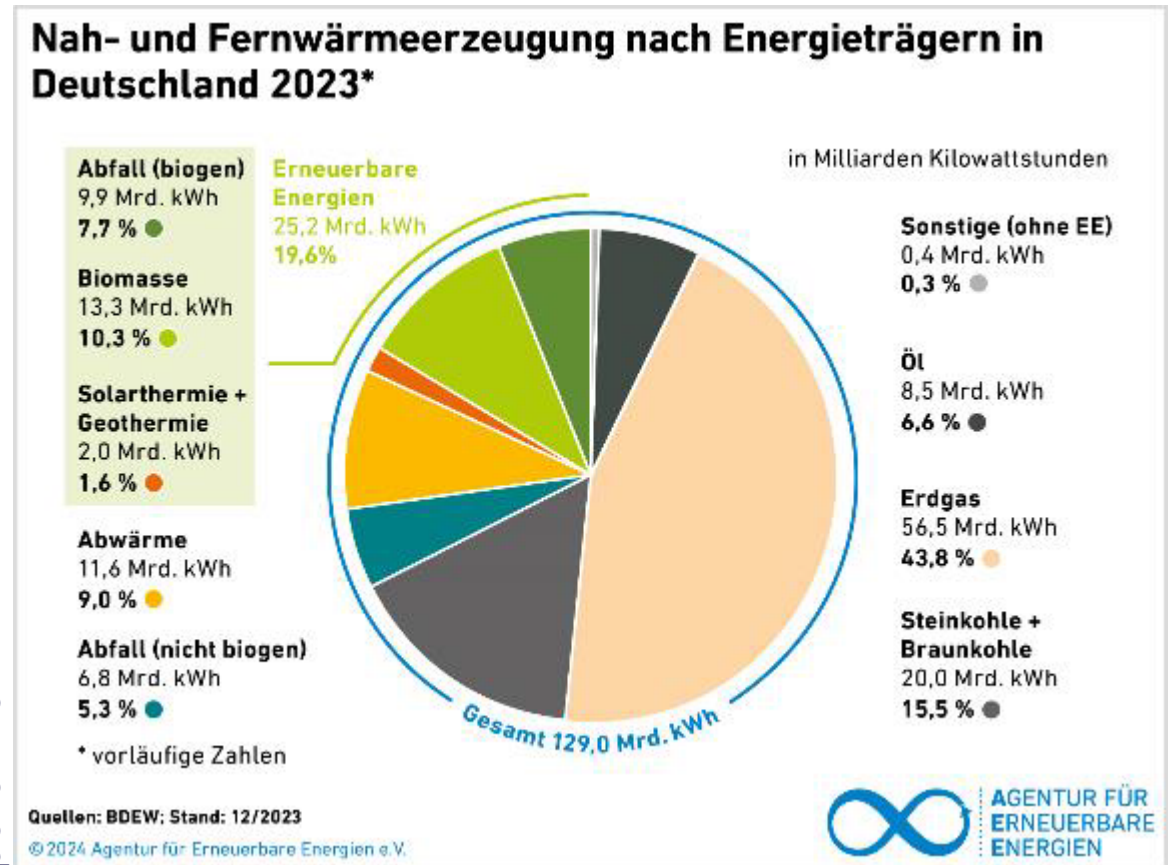
Chancen und Herausforderungen der Tiefengeothermie für die Nah- und Fernwärme

Wärmeplanungsgesetz (WPG) ab 1.1.2024

→ bis 2045 klimaneutrale Fernwärme

Fernwärmeerzeugung	Heute	Morgen
Gas/Öl	X	
Steinkohle	X	
Braunkohle	X	
Abfall	X	(X)
(industrielle) Abwärme	X	X
Groß-Wärmepumpe	X	X
Tiefengeothermie	X	X

↓ etabliert
↓ Entwicklungspotenzial



Agentur für Erneuerbare Energien (Abruf: 15.10.2024)

Chancen und Herausforderungen der Tiefengeothermie für die Nah- und Fernwärme

- 3.800 Nah-/Fernwärmenetze in Deutschland (>31.000 km Länge)
- Temperaturniveau 70 – 110°C, Druckstufen 4 – 25 bar (abhängig von der Vorlauftemperatur)
- Erzeugung und Netze sind örtlich und wirtschaftlich eng verbunden
- Leitungskosten ~3.000 € / Meter im städtischen Bereich, Förderung der Hauptleitungen i.d.R. mit BEW-Förderung von bis zu 40%
- Ausbaurkosten bis 2030/2045: 43,5/74,4 Milliarden €, Verdreifachung der angeschlossenen Gebäude ([AGFW/VKU/Prognos, 2024](#))

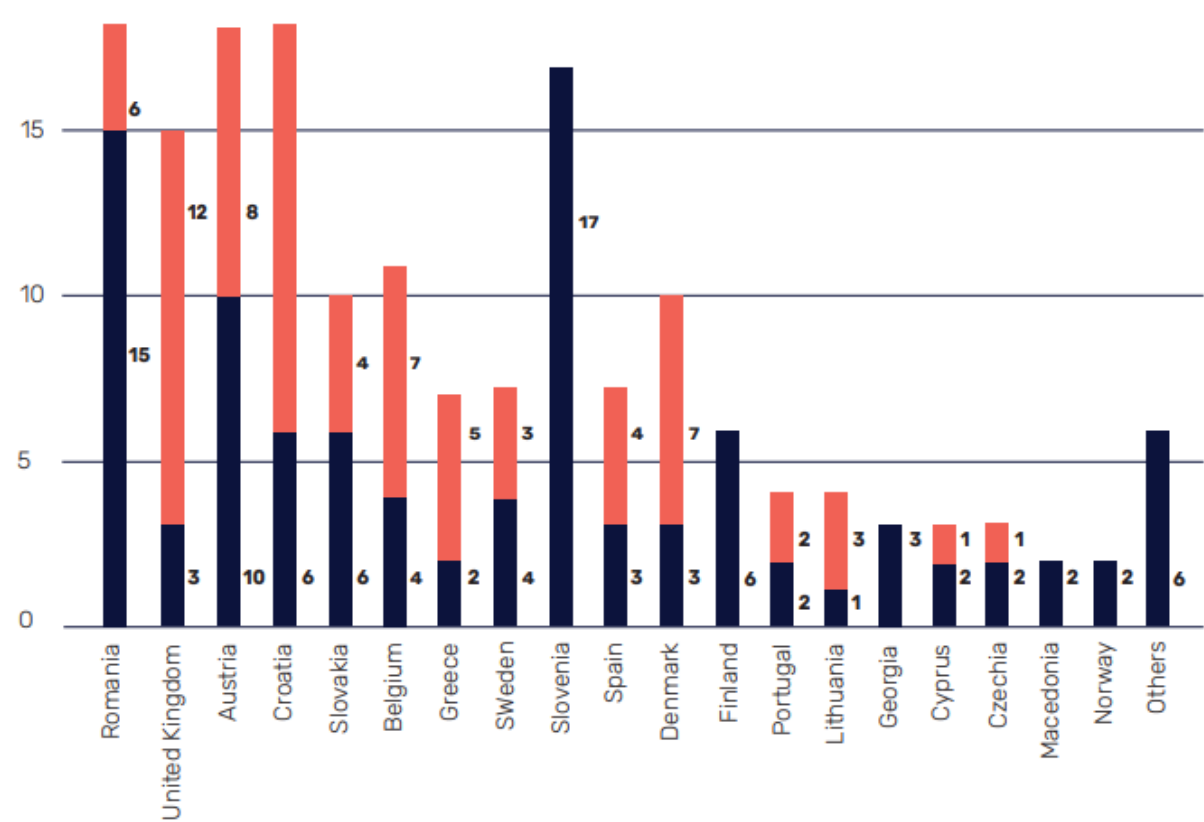
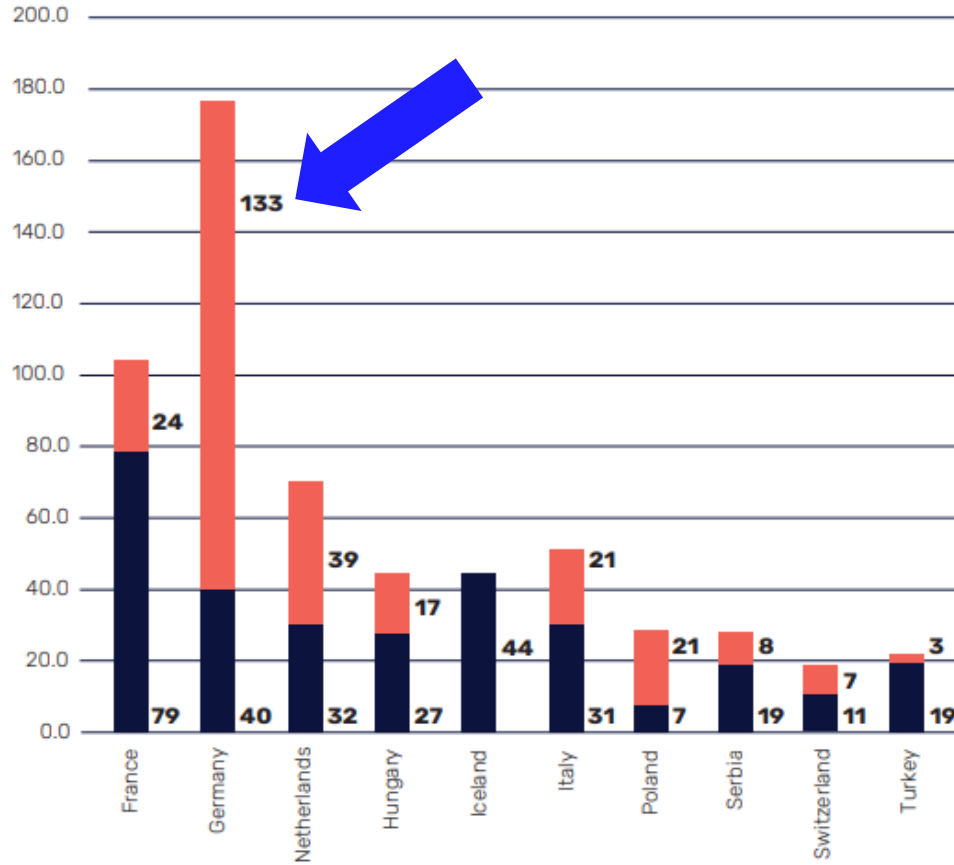


Netzlänge je Bundesland; Quelle: (BfE)

* Diese Daten liegen aus Geheimhaltungsgründen nicht vor dem Statistikamt. Für Hamburg wurden stattdessen die Werte aus der AGFW-Umfrage für die Jahre 2020 verwendet.
** Diese Daten liegen aus Geheimhaltungsgründen nicht vor dem Statistikamt.

Markteinschätzung Tiefengeothermie

Starkes Wachstum in ganz Europa bis 2030: Deutschland und Niederlande sind im Lead bei der Projektierung



Quelle: Geothermal Market Report 2023, 13. Auflage, Juli 2024, European Geothermal Council

■ Number of plants operating

■ Number of plants in development

Projektphasen der „Tiefengeothermie“

Von der grünen Wiese/vom Gas-Heizwerk zum Geothermie-Heizwerk mit TÜV Nord / DMT (alles aus einer Hand) mit ca. 40 behördlichen Anträgen, Genehmigungen, etc. über 3 bis 4 Jahren Laufzeit (Idealfall)

Phase I Projektierung



Phase II Standorterkundung (Seismik)



Phase III Standorterkundung (Bohren & Testen)



H. Anger'söhne Bohr- und
Brunnenbau-Gesellschaft mbH

Phase IV Planung & Bau



- Datenrecherche & -aufbereitung
- (Über) regionales Ressourcen-Modell
- Ggfs. Verbesserung der Datenlage; 2D-Seismik
- Finanzierung & Förderung
- **Machbarkeitsstudie**

- 3D-Seismik Exploration
- HEATFLOW-Simulation
- Lokales 3D-Reservoir-Modell
- Festlegung Bohrplatz
- Bohrpfadplanung
- **Probability-of-Success-Studie**

- Bohrplanung und Bohrvorbereitung
- Seismologisches Monitoring
- Bohrungen und Bohrlochmessungen
- **Fündigkeit** (Geotherm. Parameter \geq erwartet)
- **Wirtschaftlichkeit**

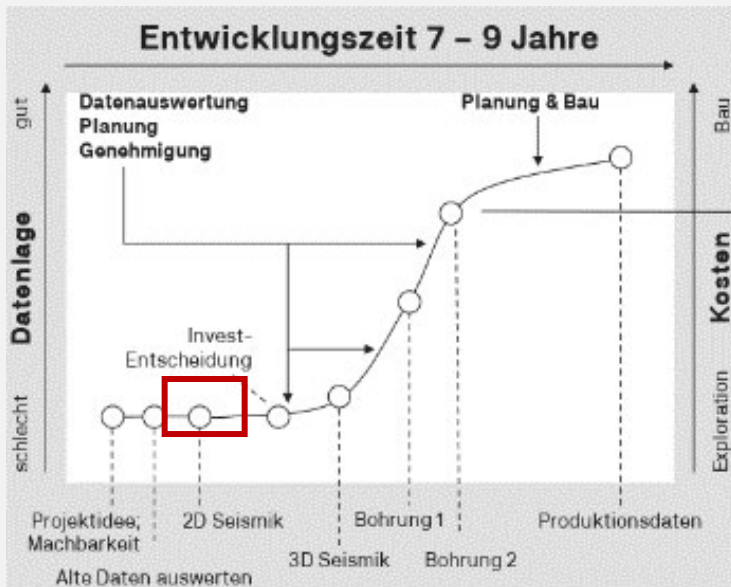
- Anlagenplanung
- Anlagenbau und -optimierung
- Netzeinbindung
- Begleiteter Probebetrieb
- Anlagenmonitoring (z.B. seismisches Monitoring)

Weitere Details: [BVEG-Leistungsspektrum für Geothermieprojekte, 2023](#) und [Phasen der Geothermie](#)

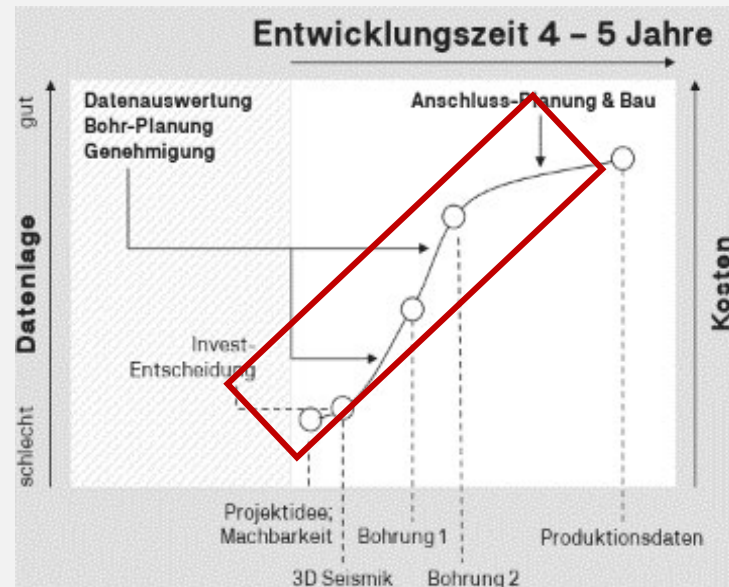
Chance: Zeit / Kosten reduzieren

Ziel: 7 – 9 Jahre Projektreal. **beschleunigen** auf 3 – 4 Jahre durch Skalierung, Standardisierung, Parallelisierung

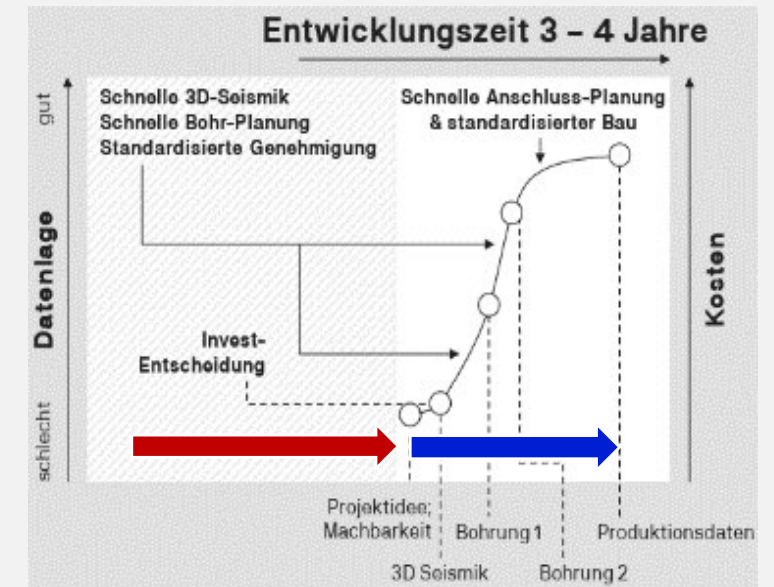
Voruntersuchungen parallelisieren



Erkundung optimieren



Bau standardisieren



- Mittlere Zeit der Projektrealisierung ist heute ca. 7 – 9 Jahre (Manufaktur)
- Vorlaufende Datenauswertung ermöglicht direkten Start mit Seismik und eine Projektrealisierungszeit von ca. 4 – 5 Jahren
- Industrialisierung ermöglicht eine Projektrealisierungszeit von 3 - 4 Jahren

“3D Seismik” – Wichtigste Explorationsverfahren

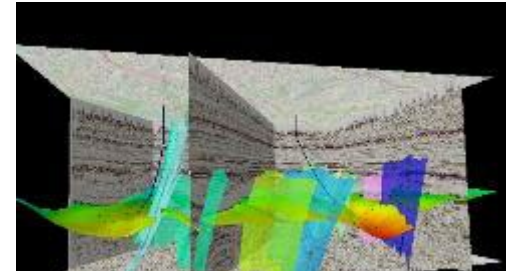
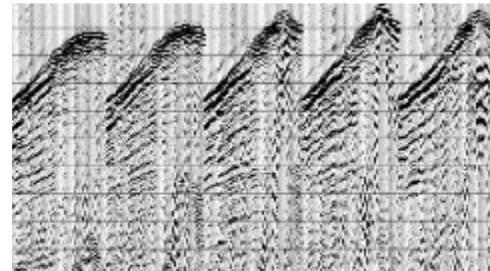
Der gläserne Untergrund mit seismischem „Ultraschall“



[DMT 3D wireless seismic with slip-sweep technology \(full video\) – YouTube](#)

Standorterkundung

Vier Phasen einer Seismik-Messkampagne hin zum belastbaren 3D Modell, auf dem dann die Planung der Bohrungen, sowie die statische & dynamische Reservoir-Simulation basieren.



Vorbereitung, Permit

- Geologie, Hydrologie
- Messparameter festlegen
- Genehmigungen einholen
- Topographische Vermessung
- Permit
- Permit-on-Line

Messkampagne

- Qualitätssicherung
- Erschütterungsmessungen (PPV)
- Datenerfassung
- Öffentlichkeitsarbeit

Daten-Processing

- Feldprocessing
- Poststack Migration
- Prestack Migration (PSTM/PSDM)
- AVO /CRS

Interpretation & Modellierung

- Horizont- & Störungsinterpretation
- Interaktive 3D Modellierung
- 3D Visualisierung/ Analyse
- Parametrisierung des Modells
- Statische & dynamische Simulation

Seismik ist überall möglich – im **ländlichen Raum**

Wichtigster Baustein bei der anstehenden Wärmewende

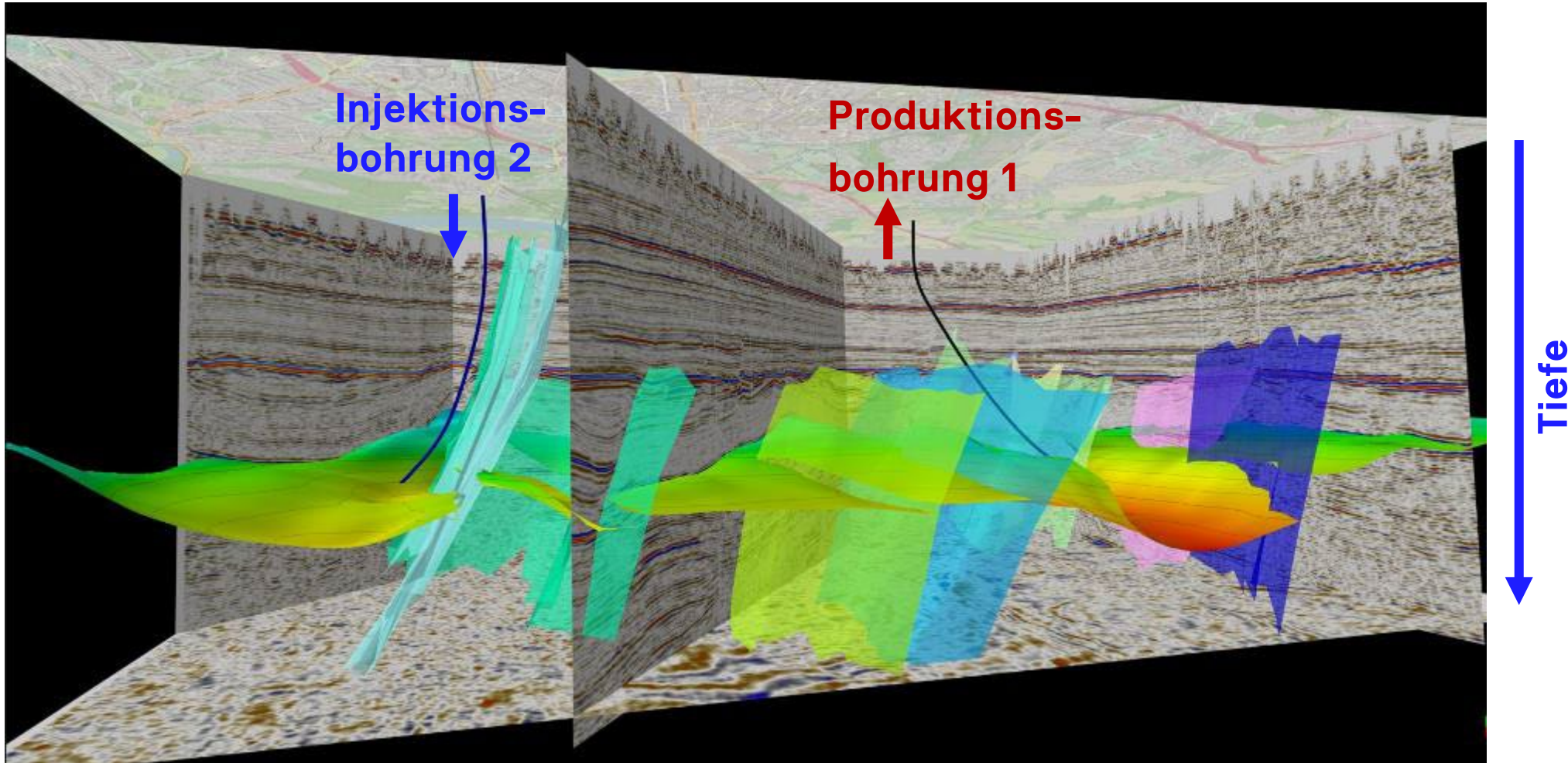


... und in der Stadt

Wichtigster Baustein bei der anstehenden Wärmewende



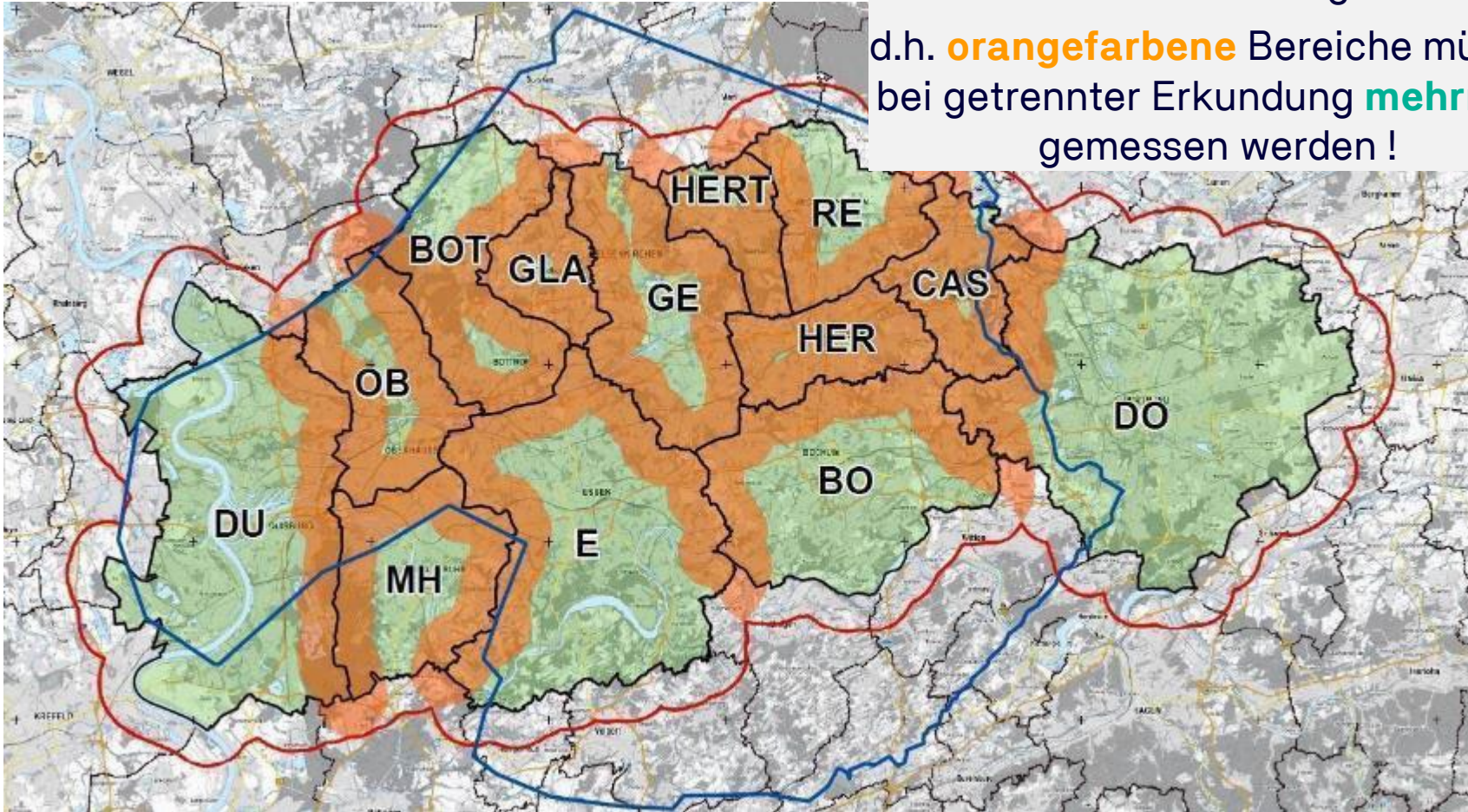
Geologisches 3D-Modell zur optimalen Bohrpfadplanung des geothermischen Reservoirs






Chance: Optimierung / Bündelung der Erkundung

Synergien am **theoretischen** Beispiel des Ruhrgebietes

Tiefe der Erkundung **4 km**
d.h. **orangefarbene** Bereiche müssen
bei getrennter Erkundung **mehrmals**
gemessen werden !



-  Erkundungsfläche in 4 km Tiefe
-  Erforderliches Messgebiet
- Vergleich:
 Messfläche im Wiener Becken (~1.500 km², 9 Monate Messung für OMV / WienEnergie)

Chance: Exploration bündeln - WIN-WIN für ALLE



Bürger:innen/ Kommunen

- Versorgungssicherheit
- Preisstabil
- Lokale Wertschöpfung
- Steuereinnahmen



Stadtwerke, EVUs

- Lokale, günstige Ressource
- Minimierung des Fündigkeitsrisikos
- Keine Importabhängigkeit
- Schneller Ersatz fossiler Heizwerke



Geologische Dienste

- Schnelle geol. Landesaufnahme
- Minimale Schnittstellen
- Höchste Qualität des geol. Modells
- Kostengünstig



Landesregierung / Bergamt

- Formalisierte, einfache Anträge
- Hohe Qualität der Anträge
- Geringer standardisierter Prüfaufwand
- Geringe Personalressourcen



Landesministerien

- Beschleunigung Tiefengeothermie
- Geringe Kosten
- Arbeitsplätze und Wertschöpfung
- Neue Exportchance



Generalunternehmer

- Industrialisierung ermöglicht Skalierung
- Sicherung/Schaffung von Arbeitsplätzen
- Qualität der Erkundung

Herausforderungen bei der urbanen Erkundung (1/3)

Vorfeld

- A-priori Untergrund-Informationen → Datenlage verbessern
- Messgeometrie
 - Autobahnen, Flüsse, Eisenbahnlinien → erhöhter Aufwand
 - Kein regelmäßiges Messraster möglich → komplizierte MessgeometrieChance: gute Zugänglichkeit
- Kampfmittel
- Unterirdische Infrastruktur (Leitungen, Tunnel) → alte/unbekannte Leitungen
- Schutzwürdige Objekte (Denkmäler, etc.)
- Nebenbestimmungen von Bergamt/Landkreis/Gemeinde/Leitungsbetreiber
- Ausnahmegenehmigungen Gewichtsbeschränkung/Fahrbestimmungen (z.B. [VEMAGS](#))
- Öffentlichkeitsarbeit
- Seismisches Informations-Management System (SIMS)

Herausforderungen bei der urbanen Erkundung (2/3)

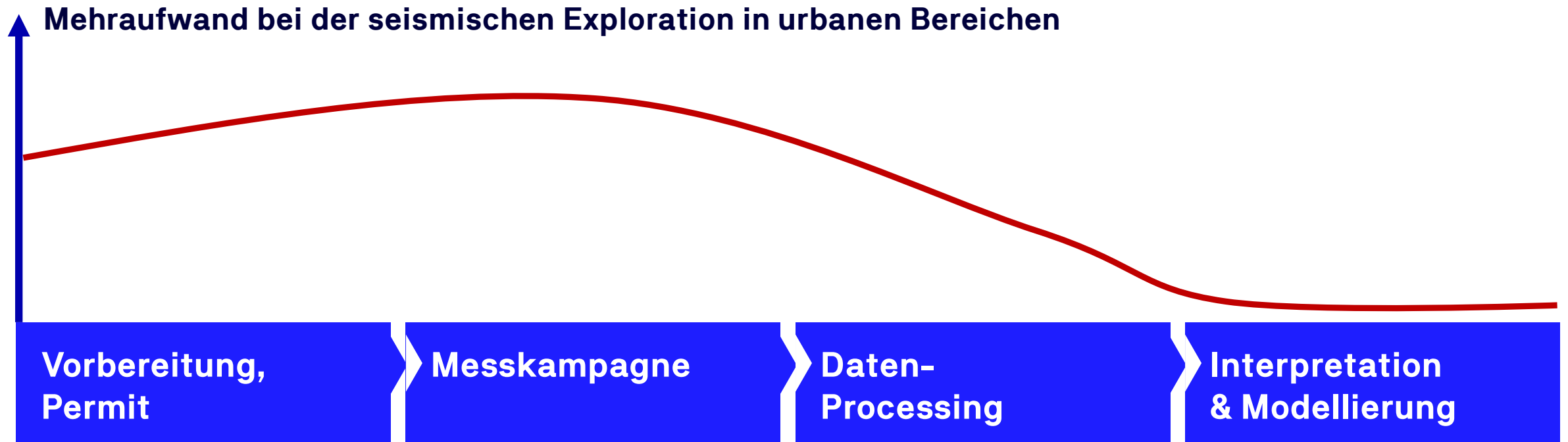
Messung

- Verkehrsbehinderung → Schnelle Seismikverfahren (u.a. HPV-Seismik)
 - Stark erhöhter Material- / Personalaufwand
 - Beeinträchtigung durch Verkehrsregelpläne (Ampelschaltungen, Umleitungen, Absperrungen, etc.)
 - außerhalb der Verkehrsstoßzeiten → nachts bessere Signalqualität (TA Lärm / Sondergenehmigung)
- Behördliche Auflagen
- Notfallpläne
- Kurzfristige Messpunktverlegungen (u.a. VEMAGS)
- Erschütterungsmessungen (sensible Benachrichtigung und kontinuierliche Durchführung von Real-time Monitoring)
- Bei erhöhten Erschütterungswerten nach DIN 4150 sind Gegenmaßnahmen erforderlich, Achtung bei Denkmälern, Banken, Druckereien, Forschungseinrichtungen, etc.
- Diebstahl, Sabotage, Zerstörung von Messequipment in urbanen Räumen

Herausforderungen bei der urbanen Erkundung (3/3)

Nach der Messung

- Entschädigungen können kleinteiliger sein
- Datenbearbeitung ist anspruchsvoller wegen der komplizierten Messgeometrie und erhöhtem Rauschpegel
- Qualitätskontrolle der Vermessungsdaten ist wichtig



Tiefengeothermie in urbanen Bereichen

Chancen & Herausforderungen

- Roadmap Tiefe Geothermie (2022)
- Eckpunktepapier BMWK (2022)
- Fündigkeitsrisikoversicherung (komplex ?)
- Geothermie-Beschleunigungsgesetz (GeoGW) (Umsetzung ?)
- Masterplan Geothermie, z.B. in NRW (2024)
- Öffentlichkeitsarbeit mit Social Media
- Industrialisierung von Geothermieprojekten (u.a. Generalunternehmer) (nicht kompatibel mit Förderung ?)
- Petrothermale Geothermie (Chance ?)
- Leitfäden, Merkblätter, usw. (zu viele ?)
- Juristische Einbindung/Vergabeprozesse (Zeit ?)
- Brut-/Setzzeiten, Naturschutz, Sperrflächen (GeoGW ?)
- Kampfmittel
- Seismizität
- Knappe Ressourcen bei der Exploration (Bohranlagen, Seismik, etc.)
- Manufaktur von Geothermieprojekten (kleinteilige Projekte)
- Wirtschaftlichkeit (zu teuer ?)

Tiefengeothermie in urbanen Bereichen

Schlussfolgerungen & Empfehlungen

- Chancen & Herausforderungen bei Tiefengeothermie in urbanen Bereichen.
- Bündelung von Projekten bei der Exploration ist sehr sinnvoll (z.B. Ruhrgebiet, Berlin).
- Größerer Aufwand bei Vorbereitung & Permit sowie der Messkampagne.
- Real-time Monitoring der Erschütterungen an Gebäuden erfolgt kontinuierlich und messbegleitend (ggfs. Maßnahmen).
- Bei der Datenbearbeitung erhöhter Aufwand aufgrund der verstärkten Störsignale, insbesondere durch den Verkehr am Tag → Nachtmessung.
- Bei Interpretation und Modellierung entsteht KEIN Mehraufwand.

Fazit der Standorterkundung bei der Tiefengeothermie in urbanen Bereichen

OHNE eine gründliche Erkundung des Untergrundes (u.a. 3D-Seismik) existiert ein sehr hohes Fündigkeitsrisiko.

→ Zielgerichtete Erkundung ist der Schlüssel zum Erfolg !

DMT

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Prof. Dr. Bodo Lehmann
Tel.: 0201172-1980
Mail: Bodo.Lehmann@dm-t-group.com



Dr. Boris Dombrowski
Tel.: 0201172-2021
Mail: Boris.Dombrowski@dm-t-group.com



Silke Bißmann
Tel.: 0201172-1912
Mail: Silke.Bissmann@dm-t-group.com



Sebastian Thronberens
Tel.: 0201172-2012
Mail: Sebastian.Thronberens@dm-t-group.com

**Treffen wir uns am
DMT-Stand!**

Engineering Performance

TÜVNORDGROUP

dm-t-group.com

„Wer leben will, der muss was tun.“ *Wilhelm Busch*



Quelle: SWM Stadtwerke München (Geothermieranlage Freiham)