

**Geotechnisches Büro**

**Norbert Müller, Wolfram Müller und Partner** • BERATENDE GEOLOGEN UND INGENIEURE

Baugrunderkundung · Erd- und Grundbau · Ingenieur- und Hydrogeologie · Altlasten · Bodenschutz · Gebäuderückbau

Geotechn. Büro N. u. W. Müller und Partner – Bockumer Platz 5a – 47800 Krefeld

Gemeinde Kranenburg  
- Bauamt -  
Herrn Andreas Hermsen  
Klever Straße 4

47559 Kranenburg

vorab per Mail: [Andreas.Hermsen@kranenburg.de](mailto:Andreas.Hermsen@kranenburg.de)

**Norbert Müller<sup>1</sup>**

Dipl.-Ing., Dipl.-Geol.

**Dr. Wolfram Müller<sup>2</sup>**

Dipl.-Geologe

**Rüdiger Kroll<sup>1</sup>**

Dipl.-Geologe

**Jürgen Latotzke<sup>1</sup>**

Dipl.-Ingenieur

<sup>1</sup> Partner

<sup>2</sup> Freier Mitarbeiter

Bockumer Platz 5a

47800 Krefeld

Tel.: 0 21 51 / 58 39 - 0

Fax: 0 21 51 / 58 39-39

[www.geotechnik-dr-mueller.de](http://www.geotechnik-dr-mueller.de)

[buer@geotechnik-dr-mueller.de](mailto:buer@geotechnik-dr-mueller.de)

23.07.2019 RK/HL

**Gutachten Nr. RK-Lz 322/18**

**GGA**

## **Stellungnahme**

**zur**

### **geothermischen Nutzung**

des Untergrundes über Erdwärmesonden bis 100 m Tiefe  
für das B-Plangebiet Nr. 60 „Hasenpütt“ in

Kranenburg

Geotechnisches Büro Norbert Müller, Wolfram Müller und Partner

Eintragung im Partnerschaftsregister des Amtsgerichts Essen, Registerblatt PR 1902

Sparkasse Krefeld · IBAN: DE74 3205 0000 0000 0455 67 · SWIFT-BIC: SPKRDE33

## 1. Vorgang

Geplant ist die Entwicklung des B-Plangebietes Nr. 60 „Hasenpütt“ in Kranenburg zwischen den Straßen Hasenpütt im Süden und Bremstraße / Kästnerstraße im Norden. Für das Projekt wurde mit Datum vom 12.02.2019 unser Baugrundgutachten RK-Lz 322/18 BGA vorgelegt.

Ergänzend zu der Erstellung des Baugrundgutachtens sollte eine Geothermische Standortbewertung zur geothermischen Nutzung des Untergrundes über Erdwärmesonden ausgearbeitet werden.

Nähere Angaben zum Wärmebedarf der geplanten Gebäude sowie zur voraussichtlichen Jahresbetriebsstundenzahl und der Arbeitszahl der Wärmepumpenanlage liegen uns nicht vor. Sollte die Geothermie dezentral nur für einzelne Wohnhäuser genutzt werden, kann bei Neubauten davon ausgegangen werden, daß der Wärmebedarf  $< 30$  kW liegt. Sollte eine zentrale Anlage für das gesamte B-Plangebiet oder Teile des B-Plangebietes hergestellt werden, liegt der Wärmebedarf sicherlich  $> 30$  kW.

Ferner wird eine Jahresbetriebsstundenzahl der Wärmepumpenanlage von 2.400 Stunden angenommen, darüber hinaus wird für die nachfolgenden Berechnungen eine Arbeitszahl der verwendeten Wärmepumpen von mindestens 4,5 zugrunde gelegt.

Bei Annahme eines Gesamtwärmebedarfs für einzelne Objekte von kleiner 30 kW kann gemäß VDI-Richtlinie 4640 eine einfache Berechnung der benötigten Sondenzahl bzw. Bohrmeter anhand von Tabellenwerten der zu erwartenden geothermischen Ergiebigkeit berechnet werden. Im vorliegenden Fall wird für die geplanten Einfamilienwohnhäuser ein Wärmebedarf von 12,5 kW abgeschätzt. Die für diesen Wärmebedarf ermittelten Daten können auf den später festzulegenden, tatsächlichen Wärmebedarf der einzelnen Gebäude linear angepaßt werden, soweit dieser bei einem Wert  $\leq 30$  kW liegt.

Gemäß VDI-Richtlinie 4640 ist bei einem Wärmebedarf von  $> 30$  kW zur fachgerechten Auslegung der Erdwärmesondenanlage die Installation einer Testerdwärmesonde mit Ausführung eines sogenannten Geothermal Response Tests (GRT) zur Ermittlung der tatsächlich vorliegenden geothermischen Verhältnisse im Untergrund sowie eine Simulation des langjährigen Anlagenbetriebs mit einer speziellen Geosoftware (z.B. Earth Energie Designer EED) zwingend erforderlich.

Als Datengrundlage im Hinblick auf die geothermische Ergiebigkeit des Untergrundes unter dem untersuchten B-Plangebiet wurde im vorliegende Fall die internetbasierte Datenbank [www.geothermie.nrw.de](http://www.geothermie.nrw.de) des Geologischen Dienstes NRW in Krefeld ausgewertet. In Ergänzung zu dem aus genannter Datenbank zu entnehmenden generalisierten örtlichen Bodenaufbau bis in 100 m Tiefe wurden ferner die in unserem Büro vorhandenen geologischen Kartenunterlagen eingesehen und die im Zuge der Baugrunderkundung ermittelten Ergebnisse berücksichtigt.

## **2. Bodenaufbau und Grundwasserverhältnisse bis in 100 m Tiefe**

Nach den Ergebnissen unserer Baugrunderkundung (es wurden 15 Rammkernbohrungen bis in eine Tiefe von maximal 5 m ausgeführt) liegen am Projektstandort oberflächennah nur lokal geringmächtige anthropogene Bodenauffüllungen vor, welche bis in Tiefen von > 5 m von sandigem Schluff und schluffigem Sand mit lokalen Einschaltungen von Torf unterlagert werden. Es handelt sich hierbei um jüngere Ablagerungen eines sogenannten sandigen Tallehms.

Darunter folgen Ablagerungen der eiszeitlichen Stauchmoräne, wobei es sich um Sande und kiesige Sande unterschiedlicher Zusammensetzung mit geringen bindigen Einschaltungen handelt. Die Ablagerungen der Stauchmoräne reichen im Bereich des B-Plangebietes bis etwa 15 m unter Gelände. Den tieferen Untergrund bilden tertiärzeitliche Fein- bis Mittelsande in größerer Mächtigkeit. Es handelt sich hierbei um fluviatil-ästuarine Ablagerungen, die nur untergeordnet Einschaltungen von gröberen Sanden sowie Schlufflagen aufweisen. Ab im Mittel etwa 60 m unter Gelände wird die Ausbildung der tertiärzeitlichen Sande feiner. Bis zur betrachteten Bohrendtiefe von 100 m unter Gelände stehen hier Feinsande mit Einschaltungen von Ton- und Schlufflagen an.

Die eiszeitlichen Sande und kiesigen Sande sind erfahrungsgemäß als Grundwasserleiter einzuordnen. Zusammen mit den überlagernden Schluffen und Sanden, die überwiegend als Grundwassergeringleiter eingestuft werden müssen, bilden diese das erste örtliche Grundwasserstockwerk. Die darunter folgenden tertiärzeitlichen Sande sind im oberen Abschnitt als Grundwasserleiter einzustufen. Die im Untergrund folgenden eher feineren Sande sind je nach Ton-/ Schluffgehalt als Grundwasserleiter bzw. Grundwassergeringleiter einzustufen. Die tertiärzeitlichen Ablagerungen bilden das 2. örtliche Grundwasserstockwerk.

Der Grundwasserspiegel im oberen Grundwasserleiter lag im Bereich des B-Plangebietes nach dem vorliegenden Baugrundgutachten zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung im Herbst 2018 bei 1 m bis 2 m unter Gelände. Es ist davon auszugehen, daß die absoluten Grundwasserhöchststände im Bereich des B-Plangebietes etwa im Niveau der Geländeoberkante liegen.

Die Grundwasserfließrichtung im oberen Grundwasserstockwerk ist nach Norden bzw. Nordnordwesten gerichtet. Nach unserer Kenntnis liegt das B-Plangebiet nicht im Bereich einer Grundwasserschutzzone.

### **3. Geothermische Standortbewertung**

#### **3.1 Abschätzung des Geothermischen Potentials**

Auf Grundlage der eingesehenen Datenbank des geologischen Dienstes NRW Krefeld werden für den hier betrachteten Standort die höchsten geothermischen Ergiebigkeiten für Sondenlängen von 40 m mit 134 kWh/(ma) erzielt. Für Sondenlängen von 60 m bis 100 m nehmen die Geothermischen Ergiebigkeiten etwas ab, sie liegen hier zwischen 129 kWh/(ma) und 126 kWh/(ma). Die vorgenannten Werte gelten für die hier betrachtete Jahresbetriebsstundenzahl von 2.400 Stunden.

Für die Berechnung der bei gegebenen zu erwartenden geothermischen Ergiebigkeiten benötigten Bohrmeter werden die eingangs aufgeführten technischen Rahmenbedingungen (Gesamtwärmebedarf 12,5 kW, 2.400 Jahresbetriebsstunden der Wärmepumpenanlage, Arbeitszahl der Wärmepumpe mindestens 4,5) zugrunde gelegt. Bei einer Arbeitszahl von 4,5 entfallen von den angenommenen 12,5 kW auf die Wärmepumpe ca. 2,8 kW, die restlichen ca. 9,7 kW müssen auf der SONDENSEITE erbracht werden.

In der unten stehenden Tabelle 1 sind die bei 2.400 Betriebsstunden pro Jahr und der bei den vorliegenden geologischen Verhältnissen zu erwartenden spezifischen Wärmeentzugsleistung des Untergrundes in Watt/Meter, die rechnerisch zur Deckung des angenommenen Energiebedarfs mindestens benötigte Bohrmeterzahl sowie die zu

empfehlende Anzahl an Bohrungen für Erdwärmesonden von 40 m, 60 m, 80 m und 100 m Länge aufgeführt.

Die daraus resultierende empfohlene Anzahl an Bohrm Metern überschreitet i.d.R. die rechnerisch mindestens notwendige Bohrmeterzahl. Dies ist jedoch im Hinblick auf eine ausreichende Dimensionierung der Erdwärmesonden notwendig, da bei zu knapp bemessener Auslegung bei ggf. erhöhtem Wärmebedarf und/oder einer Betriebszeit > 2.400 Stunden / Jahr, z.B. verursacht durch extreme Kälteperioden und verlängerte Heizphasen in überdurchschnittlich kalten Jahren es zu einer Schädigung der Wärmepumpenanlage durch Vereisung der Sonden und Sohleleitungen durch unzureichende thermische Regeneration des Untergrundes kommen kann.

**Tabelle 1: Spezifische Entzugsleistung, Bohrmeterzahl und Anzahl der benötigten Erdwärmesonden für verschiedene Bohrtiefen bei Annahme von 12,5 kW Gesamtwärmebedarf pro Haus**

Sondenlänge [pro m]	spezifische Entzugsleistung [W/m]	rechnerisch mindestens benötigte Bohrmeter [m]	empfohlene Anzahl der Bohrungen	resultierende Bohrmeterzahl [m]
40	55,8	175	5	200
60	53,75	180	3/4	180/240
80	52,9	183	3	240
100	52,5	185	2	200

### 3.2 Erdwärmesonden

Es zeigt sich, daß im vorliegenden Fall bei der Installation von Erdwärmesonden von geringerer Tiefe, d.h. von 40-60 m Länge eine größere Anzahl an Bohrungen abgeteuft werden muß. Wir empfehlen daher im vorliegenden Fall eine Bohrtiefe von 100 m zu wählen, um die Zahl der benötigten Erdwärmesonden pro Haus so gering wie möglich zu halten. Außerdem ist davon auszugehen, daß je nach Zuschnitt der Grundstücke nicht mehr als 2 Sonden pro Grundstück installiert werden können.

Steht unter Beachtung der erforderlichen Mindestabstände zur Bebauung, zu Grundstücksgrenzen bzw. zwischen den Sonden selbst nicht genügend Freifläche auf den späteren Grundstücken zur Verfügung, können auch Bohrtiefen > 100 m ausgeführt

werden. Bis 130 m Tiefe ist dies erfahrungsgemäß nur anzeigepflichtig, darunter bedarf dies jedoch einer zusätzlichen bergrechtlichen Genehmigung der Bohrung.

Bei Vorliegen von exakten Angaben zum Wärmebedarf und der sonstigen anlagentechnischen Randparameter ist die benötigte Sondenzahl ggf. anzupassen. Die hier gemachten Angaben beruhen auf den vorgenannten Annahmen.

Sollten im Rahmen der Bohrarbeiten stark abweichende Boden- bzw. Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, ist dies ebenfalls bei der Anlagenauslegung zu berücksichtigen.

#### **4. Hinweise zur Bauausführung**

Bei Planung, Bau- und Betrieb von Energiegewinnungsanlagen zur thermischen Nutzung des Untergrundes sind die wasserrechtlichen Regelungen zu beachten. Es gelten die Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes. Da im vorliegenden Fall im Untergrund Grundwasser angetroffen wird, ist ein wasserrechtliches Genehmigungsverfahren notwendig.

Bei der Antragstellung und Abwicklung des behördlichen Genehmigungsverfahrens bei der Unteren Wasserbehörde des Kreis Kleve steht Ihnen unser Büro bei Bedarf zu Verfügung. Die Installation von Erdwärmesonden mit Längen > 100 m (130 m) erfordert zusätzlich ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren.

Sämtliche Bohrungen sind nach DIN 18301 und DIN 4021 auszuführen. Es wird empfohlen, während der Bohrarbeiten vom Bodengutachter / Geologen ein endgültiges Schichtenprofil aufnehmen zu lassen.

Für die Herstellung der Erdwärmebohrungen und -/sonden sollte ein nach der Richtlinie DVGW W 120 zertifiziertes Fachunternehmen beauftragt werden.


Die Anordnung der Sonden sollte in einer Linie senkrecht zu vorliegenden Grundwasserfließrichtung erfolgen, um eine gegenseitige thermische Beeinflussung durch die Kältefahnen im Abstrom zu verhindern. Ein Mindestabstand von 8 m sollte zwischen

einzelnen Sonden eingehalten werden. Zu Bauwerken und benachbarten Grundstücken ist ein Mindestabstand von 2 m bzw. 5 m einzuhalten.

Maßnahmen zur Nutzung von erneuerbaren Energien werden vom Staat gefördert. Die einzelnen Voraussetzungen sind in den „Richtlinien zur Förderungen von Maßnahmen zur Nutzung von erneuerbaren Energie im Wärmemarkt“ dargestellt. Hier wird z.B. auf die Wärmepumpe näher eingegangen. Bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen ist der Nachweis einer Jahresarbeitszahl von mindestens 4,5 bei Sohle-Wasser-Wärmepumpen im Neubau durch eine Fachunternehmererklärung zu erbringen.

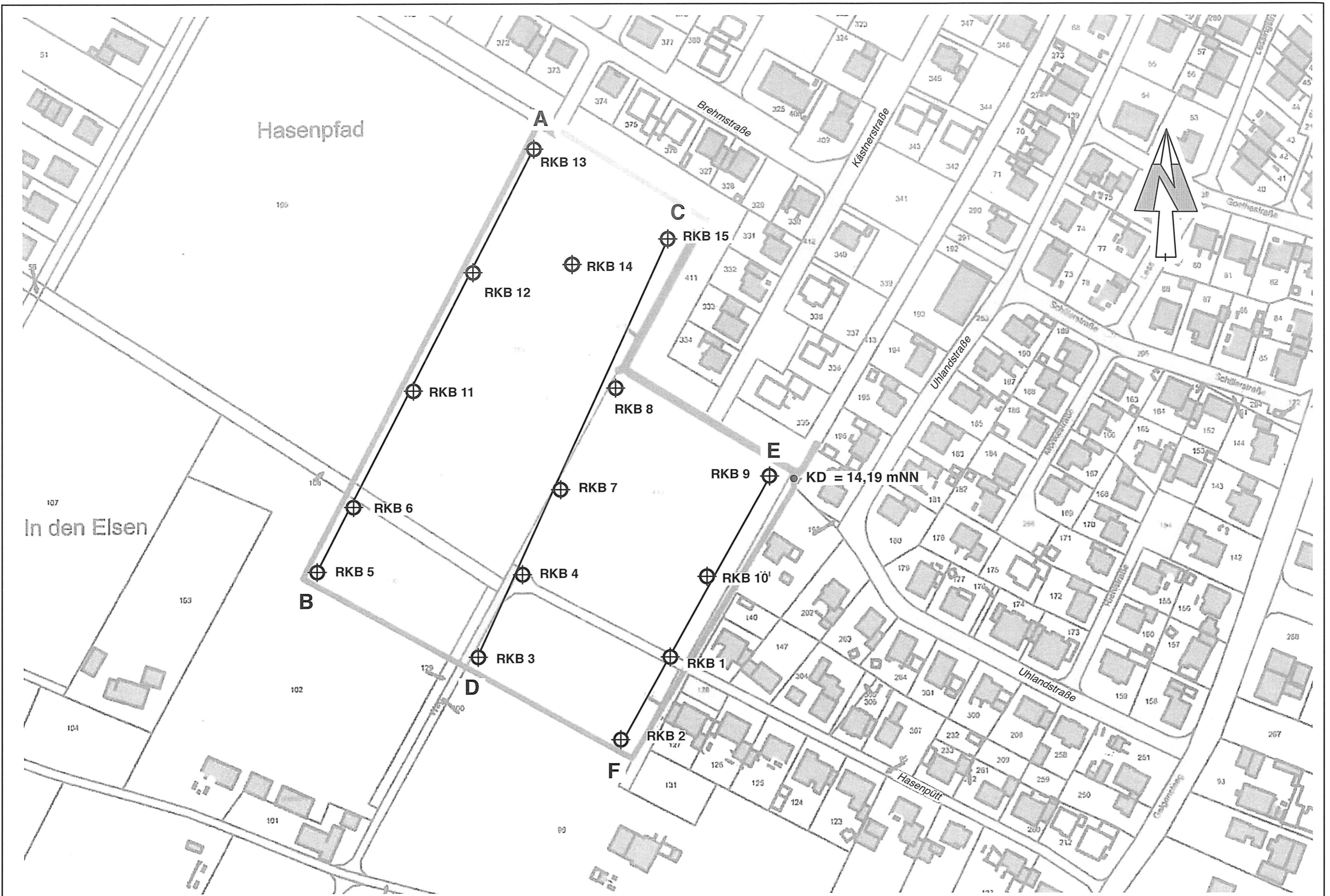
Derzeit werden die geltenden technischen Normen überarbeitet. Es ist abzusehen, daß bei Inkrafttreten dieser Änderungen eine deutlich größere Sondenlänge bzw. eine größere Sondenanzahl erforderlich wird als unter Zugrundelegung der aktuell gültigen Normen. Dies ist bei der weiteren Planung zu beachten.

Treten zu den Angaben weitere Fragen auf bzw. werden durch Planungsänderungen Aussagen dieses Gutachtens betroffen, so bitten wir um Benachrichtigung, um ergänzend Stellung nehmen zu können.

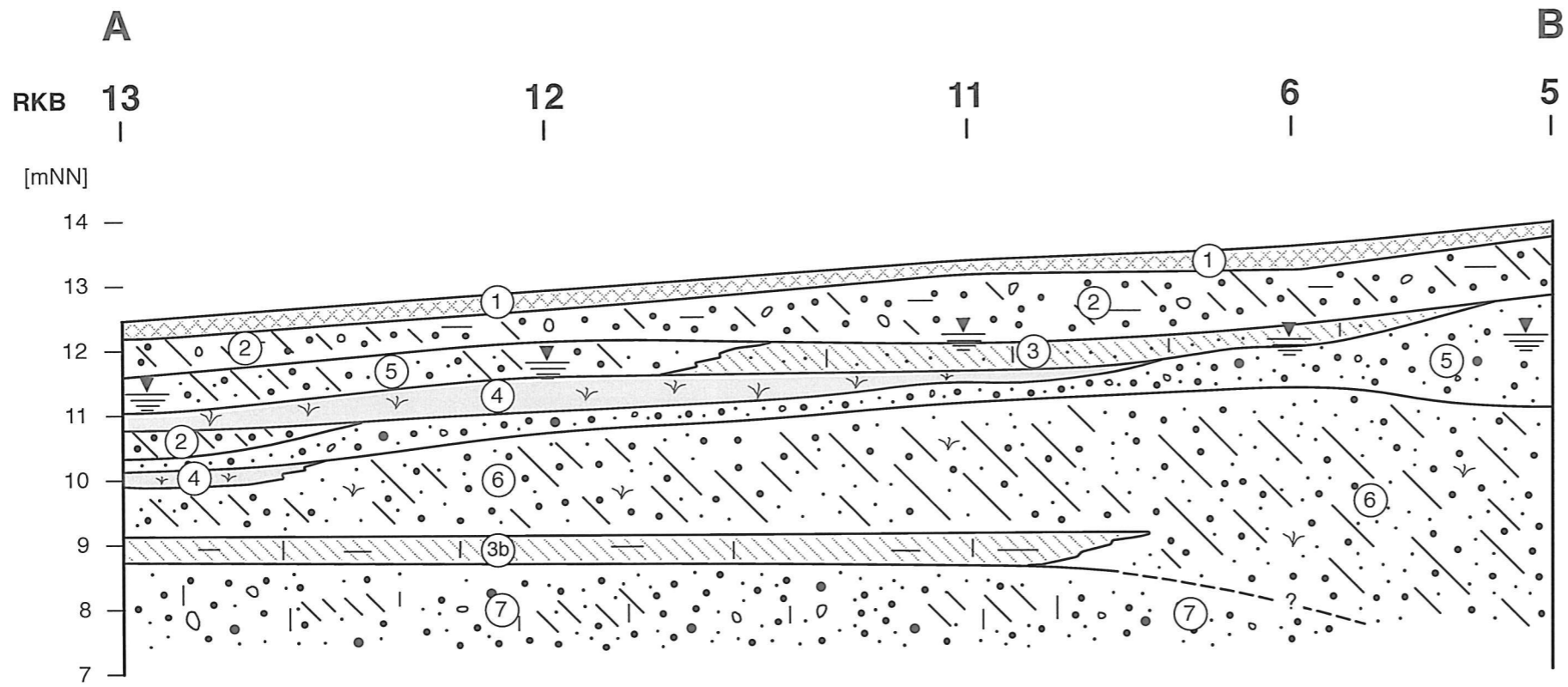


Rüdiger Kroll

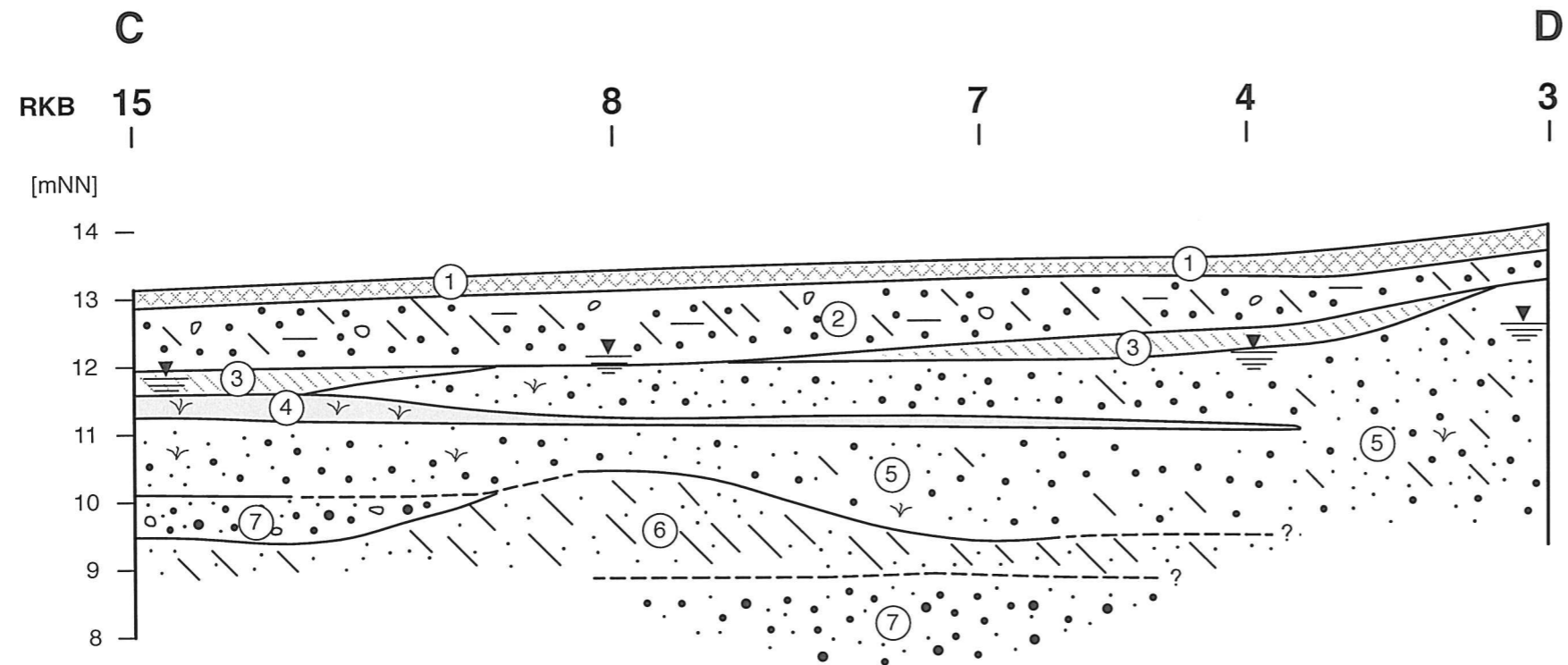


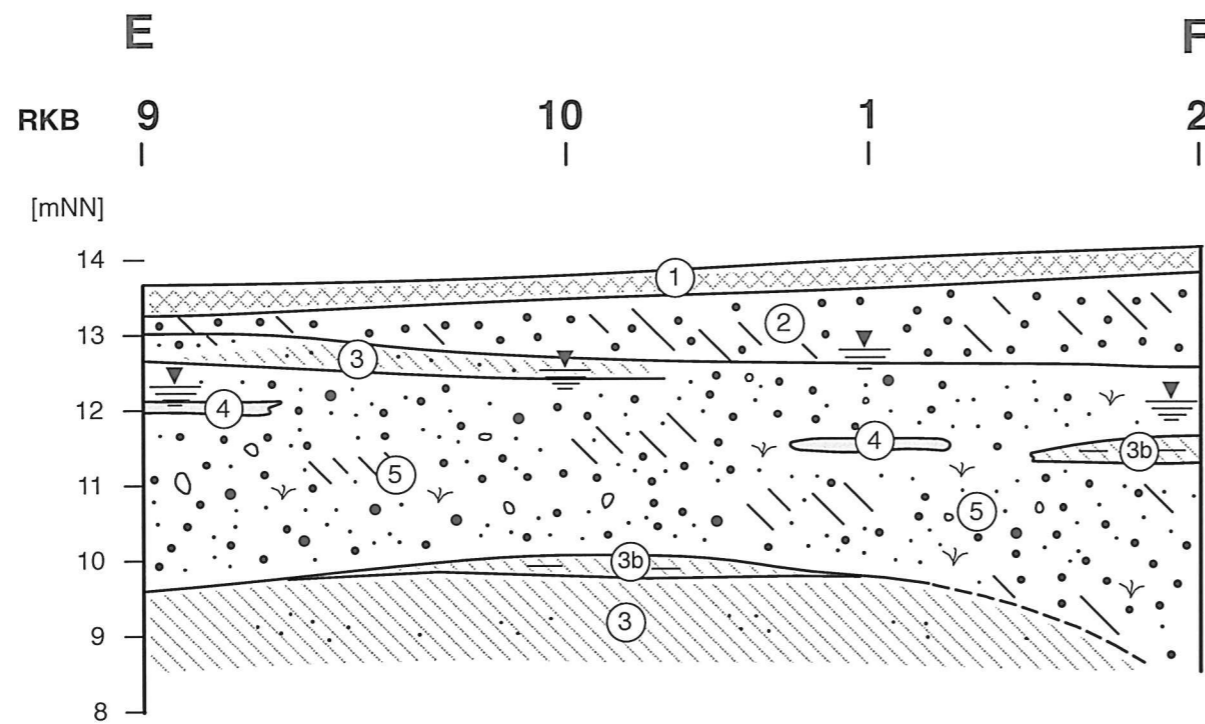






- ① humoser Oberboden, umgelagert
- ② Sand, schwach schluffig bis schluffig und stark schluffig, teils Schluff, stark sandig, teils schwach kiesig, im oberen Teil umgelagert, mit humosen Spuren, teils schwach humos, lokal mit mineral. Beimengungen, braun
- ③ Schluff, schwach tonig, teils stark feinsandig, teils mit Sandlagen, steif und weich bis steif
- ③b Schluff, schwach tonig, teils schwach humos, steif und weich bis steif
- ④ Torf
- ⑤ Feinsand und Fein- bis Mittelsand, lokal Mittelsand, feinsandig, grobsandig, teils schluffig und lagenweise stark schluffig, lokal dünne Schlufflagen, teils schwach kiesig, lokale Torfspuren, vorwiegend Torffreste
- ⑥ Feinsand und Fein- bis Mittelsand, schluffig bis stark schluffig und Schluff, feinsandig bis stark feinsandig, lagenweise teils torfig und mit Torfspuren, ca. mitteldicht/ steif, teils weich bis steif
- ⑦ Mittelsand, feinsandig, grobsandig, teils schwach kiesig, teils mit Einlagerungen von Schluff, schwach tonig, mitteldicht



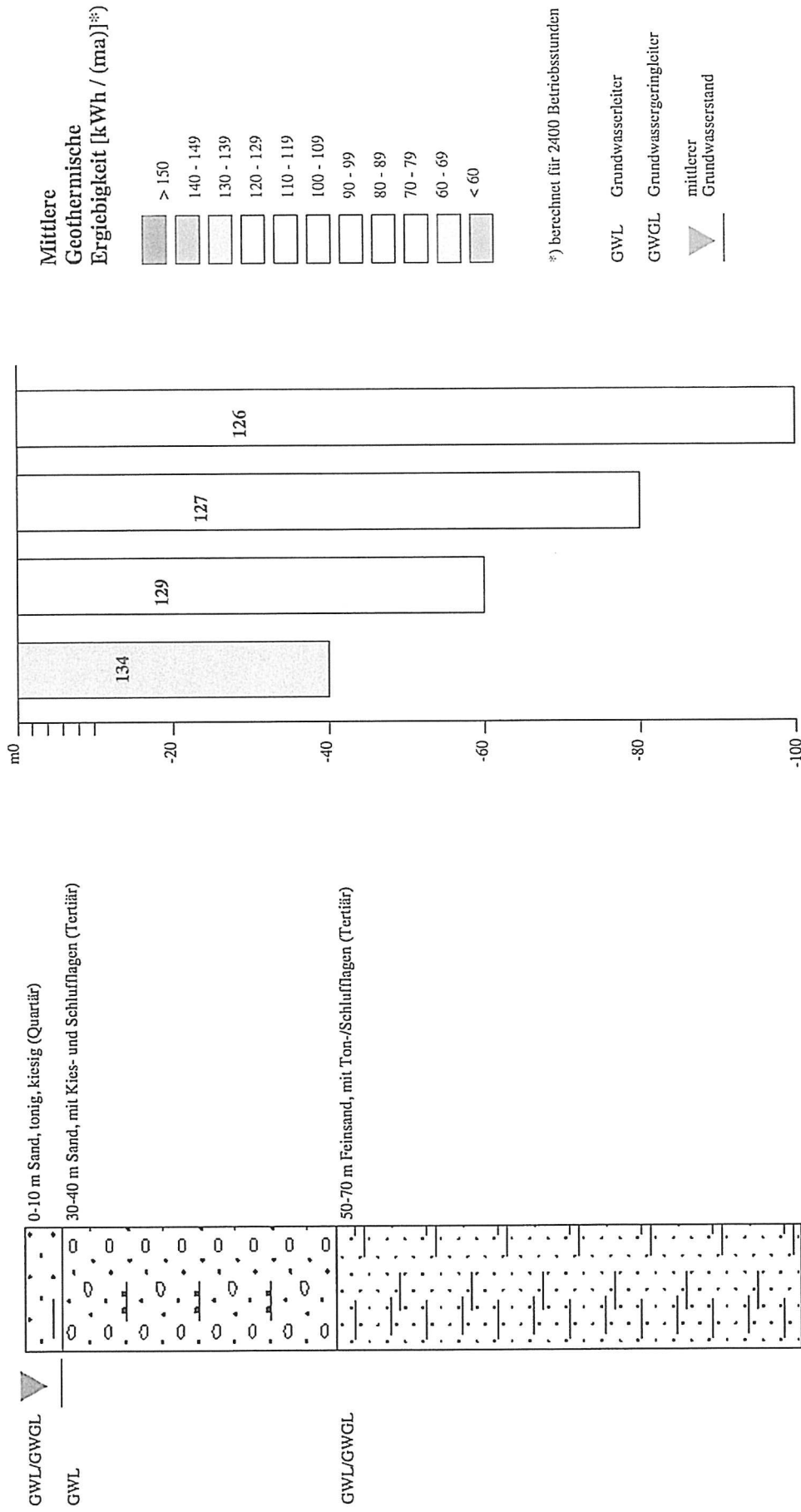


- ① humoser Oberboden, umgelagert
  
- ② Sand, schwach schluffig bis schluffig und stark schluffig, teils Schluff, stark sandig, teils schwach kiesig, im oberen Teil umgelagert, mit humosen Spuren, teils schwach humos, lokal mit mineral. Beimengungen, braun
  
- ③ Schluff, schwach tonig, teils stark feinsandig, teils mit Sandlagen, steif und weich bis steif
  
- ③b Schluff, schwach tonig, teils schwach humos, steif und weich bis steif
  
- ④ Torf
  
- ⑤ Feinsand und Fein- bis Mittelsand, lokal Mittelsand, feinsandig, grobsandig, teils schluffig und lagenweise stark schluffig, lokal dünne Schlufflagen, teils schwach kiesig, lokale Torfspuren, vorwiegend Torfreste

# Geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmesonden unterschiedlicher Länge

Position UTM (Rechtswert/Hochwert) 293809,42 / 5740963,71

In Kooperation mit



Auszug aus dem Fachinformationssystem "Geothermic" des Geologischen Dienstes NRW. ©GDNRW ©Geobasis.NRW