

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)

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

30.11.2018 RK/AD

**Gutachten Nr. RK 324/18**

**GGA**

## **Geothermische Standortbewertung**

für das geplante Baugebiet in

Kranenburg-Nütterden

– B-Plangebiet Nr. 59 – Auf dem Poll –

## 1. Vorgang

Die Gemeinde Kranenburg plant die Entwicklung des B-Plangebietes Nr. 59 „Auf dem Poll“ im Südosten des Ortsteils Nütterden. Für das geplante Bauvorhaben wurde mit Datum vom 04.12.2018 unser Baugrund- und Hydrogeologisches Gutachten N-RK 324/18 – BGA + HGA vorgelegt.

Für das Neubaugebiet soll im Rahmen einer Geothermischen Standortbewertung geprüft werden, ob eine Wärmeversorgung unter Nutzung geothermischer Energie über vertikale Erdwärmesonden möglich ist. Die Beauftragung zur Ausarbeitung einer derartigen Standortbewertung erfolgte durch die Gemeinde Kranenburg mit Schreiben vom 17.10.2018. Grundlage ist unser Angebot vom 11.10.2018.

Nähere Angaben zur Betriebsweise der geplanten Erdwärmeanlage(n), zur Arbeitszahl der einzusetzenden Wärmepumpe(n) sowie zur Berechnung des Wärmebedarfs etc. liegen unserem Büro gegenwärtig noch nicht vor. Unklar ist auch, ob einzelne Gebäude dezentrale Sondenanlagen erhalten, oder ob ein gemeinsames Sondenfeld für mehrere Gebäude installiert werden soll. Wir gehen für die Geothermische Standortbewertung zunächst davon aus, daß nur für einzelne Gebäude im B-Plangebiet eine Nutzung oberflächennaher Geothermie über Erdwärmesonden erfolgen wird. Bei Einfamilienhäusern ist desweiteren davon auszugehen, daß der Wärmebedarf deutlich  $< 30$  kW beträgt, sodaß gemäß VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2 "Thermische Nutzung des Untergrundes" gemäß Punkt 3.1.2 (hydrochemische Parameter) eine überschlägige Berechnung der benötigten Anzahl und Länge der Erdwärmesonden zulässig ist.

Sollten allerdings mehrere Häuser über ein gemeinsames Sondenfeld zusammengeschlossen werden, ist zur fachgerechten Ermittlung der Bohrmeterzahl im Vorfeld weiterer Planungen ein sogenannter Geothermal Response Test an einer im Bereich des Erdwärmefeldes abzuteufenden Testwärmesonde vorzusehen. Aus den so gewonnenen Daten zu den tatsächlichen geothermischen Verhältnissen im Untergrund muß eine EDV-gestützte Simulation des langjährigen Anlagebetriebs mit dem Programm Earth Energy Designer EED erfolgen.

Die hier auf Annahmen beruhende Berechnung muß bei Vorliegen konkreter Daten zum Wärmebedarf und der Kenndaten der Wärmepumpe entsprechend angepaßt werden.

Zur Ermittlung des Bodenaufbaus bis 100 m Tiefe und der örtlichen geothermischen Verhältnisse wurde zunächst die internetbasierte Datenbank zum oberflächennahen geothermischen Potential in Nordrhein-Westfalen für die Planung von Erdwärmesondenanlagen des Geologischen Dienstes NRW, Krefeld eingesehen. Das auf Grundlage der Datenbank generierte Datenblatt ist in Anlage 1 dem vorliegenden Gutachten beigelegt. Außerdem wurden die in unserem Büro verfügbaren geologischen und hydrogeologischen Kartenunterlagen ausgewertet.

Im Rahmen des Gutachtens werden zunächst die geologischen, naturräumlichen Verhältnisse bis 100 m Tiefe unter Gelände betrachtet. Anschließend an die Darstellung der Berechnungsergebnisse werden allgemeine Hinweise zur Ausführung von Erdwärmebohrungen sowie zur Anordnung von Erdwärmesonden im Bereich der einzelnen Grundstücke gegeben.

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

### **2.1 Oberflächennaher Bereich**

Eine Erkundung des oberflächennahen Bodenaufbaus erfolgte im Zusammenhang mit unseren Bohrungen zur Baugrunderkundung im November 2018. Es wurden insgesamt 15 Rammkernbohrung bis maximal 5 m unter Geländeoberkante abgeteuft.

Unterhalb eines humosen Oberbodens wurden hierbei bis in eine mittlere Tiefe von 1 m unter Gelände schwach schluffige, teils schwach humose Decksande erbohrt. Darunter folgen die quartärzeitlichen Ablagerungen der Stauchmoräne, die sich aus einer wechselhaften Schichtenfolge von teils schwach schluffigen Feinsanden und Fein- bis Mittelsanden, untergeordnet eingeschalteten sandigen und tonigen Schluffen sowie schwach kiesigen bis kiesigen Mittel- bis Grobsanden zusammensetzen. Die Ablagerungen der Stauchmoräne sind in der Regel mitteldicht bis dicht gelagert.

Ab etwa 30 m unter Gelände bilden ebenfalls dicht gelagerte tertiärzeitliche Sande den tieferen Untergrund. Dabei handelt es sich im oberen Abschnitt um sogenannte fluviatil-estuarine Sande. Diese sind als feinsandige bis grobsandige Mittelsande mit lokalen Einschaltungen von Schlufflagen sowie Kiesbänken ausgebildet. Ab etwa 50 m unter

Gelände folgen darunter dicht gelagert tertiärzeitliche Meeressande. Hierbei handelt es sich um teils schluffige Feinsande mit tonigen Einschaltungen. Die tertiärzeitliche Schichtenfolge besitzt im Bereich des Bauvorhabens Mächtigkeiten deutlich größer 100 m.

## 2.2 Grundwasserverhältnisse bis 100 m Tiefe

Ein durchgehender Grundwasserspiegel konnte bei den ausgeführten Bohrungen nicht festgestellt werden. An einigen Bohrungen im nordwestlichen, mittleren und östlichen Abschnitt des Bauvorhabens konnte Schichtenwasser festgestellt und eingemessen werden. In der folgenden Auflistung sind die Bohrpunkte mit Tiefenangabe und ca.-NN-Niveau aufgeführt, an denen ein Schichtenwasserhorizont eingemessen werden konnte:

- RKB 1                - 3,70 m unter GOK                ca. 21,70 mNN
- RKB 7                - 3,80 m unter GOK                ca. 21,30 mNN
- RKB 8                - 4,50 m unter GOK                ca. 21,30 mNN
- RKB 11              - 5,00 m unter GOK                ca. 20,20 mNN
- RKB 14              - 3,30 m unter GOK                ca. 21,20 mNN
- RKB 15              - 3,75 m unter GOK                ca. 21,40 mNN

Nach Angaben eines Anwohners, der auf seinem Grundstück einen Grundwasserbrunnen betreibt, liegt der freie Grundwasserspiegel im Bereich des B-Plangebietes bei ca. 9 m unter Gelände. Dies deckt sich in etwa mit den Angaben der hydrogeologischen Karte vom April 1988, der für das B-Plangebiet etwa ein Grundwasserstand von 13,10 mNN / 13,20 mNN entnommen werden kann.

Die Deckschichten werden gemäß Daten des Geologischen Dienstes NRW, Krefeld als Grundwassergeringleiter eingestuft. Die darunter folgenden wechselhaften Ablagerungen der Stauchmoräne sind bei sandig-kiesiger Ausbildung als Grundwasserleiter, bei feinsandiger oder gar schluffiger Ausbildung als Grundwassergeringleiter einzustufen.

Die unterhalb der Quartärbasis folgenden tertiärzeitlichen Sande mit Kies- und Schlufflagen können insgesamt als Grundwasserleiter eingestuft werden. Die bis 100 m Tiefe folgenden überwiegend feinkörnigen tertiärzeitlichen Meeressande sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Schluffgehalt als Grundwasserleiter oder Grundwassergeringleiter einzustufen.

Innerhalb der insgesamt feinsandigen, teilweise sandig-kiesigen, teilweise sandig-schluffigen Schichtenfolge bis 100 m Tiefe sind voraussichtliche mehrere separate Grundwasserstockwerke vorhanden. Ein separates Grundwasserstockwerk stellt in jedem Fall die Stauchmoräne dar, ein weiteres die tertiärzeitlichen Sande.

Die örtliche Grundwasserfließrichtung ist etwa nach Nordwesten / Nordnordwesten zum Kranenburger Bruch hin gerichtet.

Das untersuchte Grundstück liegt nach den zur Verfügung stehenden Daten außerhalb von Grundwasserschutz-zonen.

### **3. Standortbewertung**

#### **3.1 Abschätzung des geothermischen Potentials**

Die folgende Berechnung der geothermischen Ergiebigkeit erfolgt nach VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1 + 2 für Doppel-U-Sonden mit einem Durchmesser der Einzelrohre von 25 mm bzw. 32 mm oder Koaxialsonden mit mindestens 60 mm Durchmesser.

Für die hier dargelegten Angaben wird eine benötigte Heizleistung pro Einfamilienhaus von 12 kW betrachtet. Hierbei wird eine Arbeitszahl der Wärmepumpe von 4,5 zugrundegelegt. Außerdem werden 2.400 Jahresbetriebsstunden der Wärmepumpenanlage für Heizung und Warmwasserbedarf angesetzt.

Bei einer angenommenen Arbeitszahl von 4,5 entfallen von den zugrundegelegten 12 kW Gesamtleistung auf die Wärmepumpe ca. 2,7 kW, die restlichen 9,3 kW müssen auf der Sondenseite erbracht werden.

In der untenstehenden Tabelle 1 sind für 2.400 Jahresbetriebsstunden (Heizung und Warmwasser) und den vorliegenden geologischen Verhältnissen die zu erwartende spezifische Wärmeentzugsleistung des Untergrundes in W/m, die rechnerisch zur Deckung des oben genannten Energiebedarfs mindestens benötigte Bohrmeterzahl sowie die zu empfehlende Anzahl an Bohrungen für Erdwärmesonden von 40 m, 60 m, 80 m und 100 m Länge dargestellt.

Die daraus resultierende empfehlenswerte Anzahl der Bohrmeter überschreitet jeweils die rechnerisch mindest notwendige Bohrmeterzahl. Dies ist jedoch im Hinblick auf eine ausreichende Dimensionierung der Erdwärmesonden notwendig, da eine zu knapp bemessene Auslegung bei ggf. erhöhtem Wärmebedarf und / oder einer Betriebszeit größer 2.400 Stunden pro Jahr (z.B. verursacht durch extreme Kälteperioden oder verlängerte Heizphasen in überdurchschnittlich kalten Jahren) zu einer Schädigung der Wärmepumpenanlage durch Vereisung der Sonden und Sohleleitungen durch unzureichende thermische Generation des Untergrundes führen kann.

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

Sondenlänge [m]	Spezifische Entzugsleistung [W/m]	Rechnerisch mindest benötigte Bohrmeter [m]	Empfohlene Anzahl der Bohrungen	Resultierende Bohrmeterzahl [m]
40	55,8	166	5	200
60	54,6	170	3	180
80	53,3	174	3	240
100	52,9	176	2	200

### 3.2 Erdwärmesonden

Festzustellen ist, daß im vorliegenden Fall bei der Installation von Erdwärmesonden von 40 m-100 m Länge relativ ähnlich hohe spezifische Entzugsleistungen gegeben sind. Dies ist aus gutachterlicher Sicht auf den kleinräumig zwar wechselhaften, jedoch auf die betrachtete 100 m Tiefe insgesamt relativ einheitlichen Bodenaufbau aus überwiegend feinkörnigen Sanden und nur untergeordneten Kieslagen zurückzuführen. Reine wassererfüllte Kiese in größerer Mächtigkeit stehen im Bereich des Bauvorhabens nicht an.

Aufgrund der voraussichtlich eher kleineren Grundstückszuschnitte empfehlen wir im vorliegenden Fall, eine Bohrtiefe von 100 m je Erdwärmebohrung zu wählen. In diesem Fall sind insgesamt nur zwei Bohrungen pro Haus erforderlich, außerdem ist eine mehr als 10 %-ige Reserve gegenüber der mindest notwendigen Bohrmeterzahl gegeben. Sollten es die Platzverhältnisse zulassen, liegt man bei der Anlagenauslegung bei drei Sonden à 80 m Tiefe noch weiter auf der sicheren Seite. In diesem Fall ergibt sich eine Reserve von über 30 % gegenüber der mindest notwendigen Bohrmeterzahl.

Bei Vorliegen von exakten Angaben zum Wärmebedarf und zur eingesetzten Wärmepumpe ist die benötigte Sondenzahl ggf. anzupassen. Die hier gemachten Angaben beruhen

auf den eingangs erläuterten Annahmen. Sollten bei den Bohrungen stark abweichende Boden- oder Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, ist dies ebenfalls bei der Anlagenauslegung zu berücksichtigen. Sollte – z.B. durch ein gemeinsames Sondenfeld für mehrere Häuser oder die Erstellung größerer Mehrfamilienhäuser – ein tatsächlicher Wärmebedarf von  $\geq 30$  kW ermittelt werden, ist gemäß VDI-Richtlinie 4640 ein Geothermal Response Test GRT an einer vorab zu installierenden Testerdwärmesonde zur fachgerechten Auslegung erforderlich. Die Testerdwärmesonde kann später in das Sondenfeld integriert werden.

Die hier zugrundeliegende VDI-Richtlinie 4640 befindet sich derzeit in Überarbeitung. Eine Neufassung liegt allerdings bisher nur als Entwurf vor. Die Änderungen betreffen unter anderem die den einzelnen Gesteins- und Bodenarten zuzuordnenden Tabellenwerte zur geothermischen Ergiebigkeit. Diese sind nach unserer Kenntnis im vorliegenden Entwurf teils deutlich reduziert worden, woraus sich deutlich größere Sondenlängen bei gleichem Wärmebedarf ergeben. Ggf. sollten die neuen Angaben, sofern verfügbar, bei der Planung mit berücksichtigt werden.

#### **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 in Abwägung des behördlichen Genehmigungsverfahrens bei der Unteren Wasserbehörde des Kreises Kleve steht Ihnen unser Büro zur Verfügung.

Die Installation von Erdwärmesonden mit Längen  $> 100$  m erfordert zusätzlich ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren. Bohrlängen bis 130 m sind oft nur anzeigepflichtig.

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 W120-2 zertifiziertes Fachunternehmen beauftragt werden. Da in unserem Hause die fachliche Qualifikation zur Fachkraft „Bohrungen für geothermische Zwecke und Einbau von geschlossenen Wärmeüberträger-System-Erdwärmesonden“ gemäß DVGW W120-2 vorhanden ist, kann bei Bedarf eine gutachterliche Begleitung der Bohrarbeiten mit Dokumentation zur fachgerechten Ausführung der Arbeiten durch unser Büro erfolgen.

Die Anordnung der Sonden sollte in einer Linie senkrecht zur vorliegenden Grundwasserfließrichtung erfolgen, um eine gegenseitige thermische Beeinflussung durch die Kältefahnen im Abstrom zu verhindern.

Bei der Wahl größerer Bohrtiefen werden im vorliegenden Fall voraussichtlich verschiedene Grundwasserleiter durchörtert. Diese sind durch eine ordnungsgemäße Verpressung der eingebrachten Erdwärmesonden zuverlässig gegeneinander abzdämmen, um eine hydraulische Verbindung verschiedener Grundwasserstockwerke über die Bohrlöcher zu vermeiden.

Es ist ein Mindestabstand von 8 m zwischen den einzelnen Sonden einzuhalten. Zu Bauwerken und benachbarten Grundstücken ist ein Mindestabstand von 2 m bzw. 5 m einzuhalten. Angaben zu einer möglichen Anordnung der Erdwärmesonden kann erfolgen, wenn ein Lageplan mit den späteren Grundstückszuschnitten und der Lage der Gebäude vorliegt.

Maßnahmen zur Nutzung von erneuerbaren Energien werden vom Staat gefördert. Die einzelnen Voraussetzungen sind in den „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt“ vom 20.02.2009 mit Änderungen vom 11.03.2015 erläutert.

Hier wird z.B. auf die Wärmepumpe näher eingegangen. Bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen ist der Nachweis einer Jahresarbeitszeit von mindestens 4,0 bei Sole-Wasser-Wärmepumpen im Neubau durch eine Fachunternehmererklärung zu erbringen.



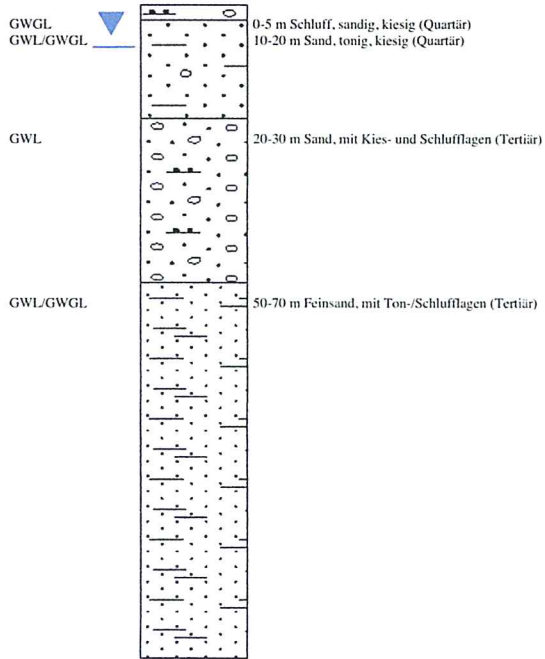
Treten zu den Angaben weitere Fragen auf bzw. werden durch Planungsänderungen Aussagen dieses Gutachtens betroffen, so bitten wir um Benachrichtigung, um ergänzend Stellung nehmen zu können.



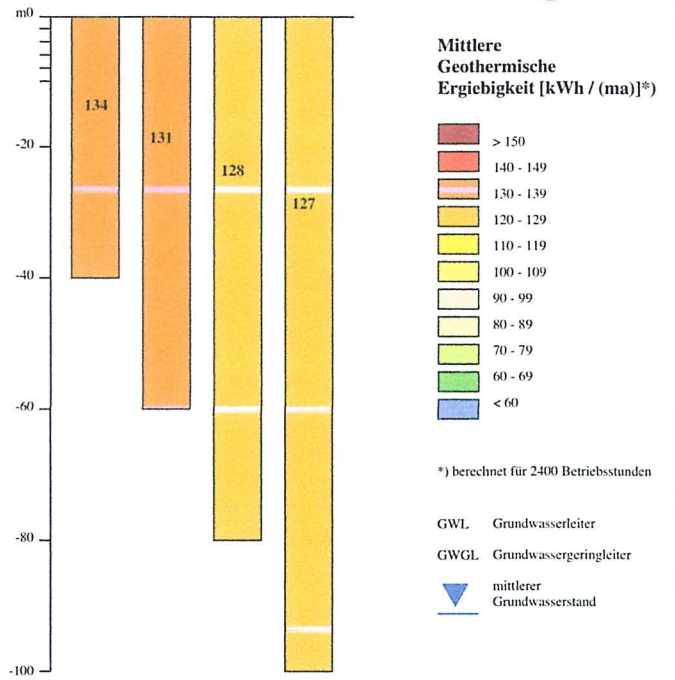
Rüdiger Kroll

# Geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmesonden unterschiedlicher Länge

Position UTM (Rechtswert/Hochwert) 298269.33 / 5741515.89



In Kooperation mit



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

Anlage 1

Sondenlängen

Geotechnisches Büro  
N. Müller, Dr. W. Müller und Partner

Gutachten-Nr.: RK 324/18 GGA