



## Gemeinde Kranenburg

# Variantenvergleich zur Versorgung des Neubaugebietes "Hasenpütt" in Kranenburg mit Energie

## Gutachten

Auftraggeber:

Herrn  
Dipl.-Ing. Andreas Hermsen  
Gemeinde Kranenburg  
Klever Straße 4  
Stadt-Rathaus  
D- 47559 Kranenburg

Sachverständiger:  
wiss. Mitarbeiter:

Prof. Dr. rer. nat. L. H. Benner  
Frau S. Engemann

Mitarbeiter:

Frau S. Jaentsch

Tel.-Durchwahl:

Tel.: 0234 - 68706392  
Fax: 0234 - 68706391  
Handy: 0151 - 52403681  
eMail: [benner@wbg-geotechnik.de](mailto:benner@wbg-geotechnik.de)  
[cad@wbg-geotechnik.de](mailto:cad@wbg-geotechnik.de)

Bearbeitungs-Nr.:

WBG-2020-583-001

Bochum, den 20.01.2020

Diese Stellungnahme besteht aus 21 Seiten, 9 Anlagen, 9 Tabellen und 2 Abbildungen

## **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Anlagenverzeichnis .....	4
Abbildungsverzeichnis .....	5
1.0 Einleitung .....	6
2.0 Ausgangsvoraussetzug zur Entscheidungsfindung .....	6
2.1 Geographie, Topographie, Klima und Siedlungsdichte des Areals .....	6
2.2 Allgemeine Konstruktion der Häuser.....	7
2.3 Geologie des Standortes .....	8
2.4 Hydrogeologie des Standortes.....	9
2.5 Geothermische Ergiebigkeit des Areals .....	10
3.0 Variantenvergleich .....	10
3.1 Energieversorgung mit Öl.....	10
3.2 Energieversorgung mit Gas.....	11
3.3 Energieversorgung über Geothermiebohrungen (~ 100 m) als Einzellösung .....	12
3.4 Energieversorgung über Erdwärmekollektoren als Einzellösung .....	15
3.5 Energieversorgung über eine oder mehrere Tiefbohrungen als Gesamtlösung .....	17
3.6 Energieversorgung über Wärmepumpen (Luft) als Einzellösung.....	17
3.7 Energieversorgung über Grundwasserbrunnen/ duales System.....	19
3.8 Weitere Alternativen und additive Systeme.....	19
4.0 Zusammenfassung.....	21

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gaskosten in Abhängigkeit der Zeit / Gaspreiskonstanz .....	11
Tabelle 2: Gesamtkosten in Abhängigkeit der Zeit / Invest + Gas .....	11
Tabelle 3: Stromkosten in Abhängigkeit der Zeit / Strompreiskonstanz (Geothermie). 13	
Tabelle 4: Gesamtkosten in Abhängigkeit der Zeit / Invest + Strom (Geothermie) .....	13
Tabelle 5: Investition des Komplettsystems: Heizen, Warmwasser, Kühlung (Geothermie) .....	14
Tabelle 6: Stromkosten in Abhängigkeit der Zeit / Strompreiskonstanz (Geothermie). 14	
Tabelle 7: Gesamtkosten des Systems in Abhängigkeit der Zeit / Invest + Strom .....	15
Tabelle 8: Stromkosten in Abhängigkeit der Zeit/ Strompreiskonstanz (Wärmepumpen Luft).....	18
Tabelle 9: Gesamtkosten des Systems in Abhängigkeit der Zeit/ Invest + Strom .....	18

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Gemeinde Kranenburg - Bebauungsplan Nr. 60 - Hasenpütt - Städtebaulicher Entwurf 3 (Quelle: Dipl.-Ing. L. Baumann)
- Anlage 2 Topographische Karte des Umfeldes
- Anlage 3 Klimadiagramm Kleve
- Anlage 4 Siedlungsdichte im Raum Kranenburg
- Anlage 5 Geologische Karte Blatt Bocholt C4302 (Ausschnitt)
- Anlage 6a Geologischer Schnitt im Großraum Kleve (stark überhöhter oberflächennaher Bereich)
- Anlage 6b Geologischer Schnitt im Großraum Kleve (normales Profil)
- Anlage 7 geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmesonden unterschiedlicher Länge im Untersuchungsgebiet (Quelle GD)
- Anlage 8 geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmesonden bezogen auf den Untersuchungsraum Kranenburg (Quelle GD)

## **Abbildungsverzeichnis**

- Abbildung 1: Stark vereinfachter schematischer Schnitt durch die Stauchmoräne  
bei Kleve (Geologische Erklärung Blatt Bocholt) ..... 9
- Abbildung 2: Beispiel - Lageplan Haus mit Garage mit ca. 120 m Erdkolektorlänge . 16

## **1.0 Einleitung**

Die Gemeinde Kranenburg (NRW) beabsichtigt ein Neubaugebiet auf ihrem Gemeindegebiet zu erschließen. In Anlage 1 sind Umriss und Details dieses Areals wiedergegeben. Demnach besteht dieses Neubaugebiet „Hasenpütt“ aus:

- 27 Einzelhäusern;
- 10 Doppelhaushälften

und

- 14 Reihenhäusern.

Im Rahmen der Bebauung sollen die bereits parzellierten Grundstücke an einzelne Privatpersonen verkauft werden. Dahin soll die „individuelle“ Bebauung aber einigen Richtlinien unterworfen werden. Eine dieser Richtlinien, die von der Gemeinde Kranenburg vorgegeben wird, soll eine Energieversorgung (bezogen auf Heizung und Wärmeaufbereitung der Häuser) sein, die als zeitgemäß und nachhaltig eingestuft werden kann. In diesem Zusammenhang wurde die WBG Bochum damit beauftragt, einen Variantenvergleich verschiedener Energieversorgungsmöglichkeiten der Häuser (in Form einer Variantenstudie) zu erarbeiten. Der in der Folge verfasste Bericht soll dann der Gemeinde Kranenburg als Entscheidungshilfe für die Festlegung der Art der Energieversorgung sein.

## **2.0 Ausgangsvoraussetzungen zur Entscheidungsfindung**

### **2.1 Geographie, Topographie, Klima und Siedlungsdichte des Areals**

Die Gemeinde Kranenburg liegt etwa 10 Kilometer westlich der Stadt Kleve. Gestaltet wird das Umfeld durch den im Norden fließenden Rhein und die im Süden liegende Stauchendmoräne des Drenthe-Stadiums (Saale-Eiszeit). Das Siedlungsgebiet der Gemeinde Kranenburg ist bedingt durch die fluviatilen Sedimente des Rheins sehr flach gelegen. Nach Süden steigt das Gelände (außerhalb des Siedlungsgebietes) aber von circa 10 m auf über 60 m an (Anlage 2).

Die Mitteltemperatur in Kranenburg beträgt ca. 9,7 °C bei 760 mm Niederschlag im Jahr. Dabei ist der Januar mit 1,7 °C der kälteste Monat, der Juli mit 17,2 °C der wärmste. Damit ist das Klima als „äußerst“ gemäßigt-humides Klima zu bezeichnen, d.h. in der Regel gibt es dort keine kalten Winter und auch (noch) keine heißen Sommer (Anlage 3).

Bezogen auf die Siedlungsdichte stellt der Raum Kranenburg keine dichte Bebauung dar. Immer wieder tauchen Grünflächen und Gärten auf. Das gilt auch für das geplante Neubaugebiet. Auch hier haben die geplanten Häuser vergleichsweise große Grundstücke (ca. 600 m<sup>2</sup>) (Anlage 1). In der Anlage 4 ist die Position des Neubaugebietes zur Gemeindelage räumlich dargestellt.

## **2.2 Allgemeine Konstruktion der Häuser**

Häuser können z.B. über Radiatoren oder aber über eine Fußbodenheizung versorgt werden. Geht man davon aus, dass die in Kranenburg zu erstellenden Häuser weder durch Öl noch durch Gas beheizt werden sollen, fallen Radiatoren aufgrund ihrer notwendigen hohen Vorlauftemperaturen aus, d.h. der Bauherr muss dann „zwangsweise“ auf eine Fußbodenheizung umstellen. Bezogen auf eine Fußbodenheizung sind dann verschiedene Varianten möglich:

- weitständige Heizschleifen;
- engständige Heizschleifen;

und dies vor dem Hintergrund

- Gesamt-Zentral- Heizung;
- Individuelle Einzelraumheizung.

Der Gutachter möchte hier keiner Entscheidung der Bauherren vorgreifen. Sinnvoll scheint heute aber nach Stand der Technik nur noch das System engständiger Heizschleifen mit individueller Einzelraumheizung zu sein. Die entsprechenden Geräte sollten dann auf dieses System abgestimmt werden.

### 2.3 Geologie des Standortes

Geologisch – vom Hangenden zum Liegenden betrachtet – liegt die Gemeinde Kranenburg auf der Innenseite der Stauchendmoräne. Als oberste geologische Einheit stehen hier allerdings keine saalezeitlichen (Drenthe) Sedimente an. Die geologische Abfolge beginnt mit Tonen und Schluffen aus dem jüngeren Pleistozän - Hochflutlehmen des Rheins (Tfh/N). Darunter schließen sich Mittel- und Grobsande der Niederterrasse des Vorfluters an, die südlich von Kranenburg auch die Oberfläche bilden (N) (Anlage 5). Zur Tiefe hin bzw. weiter südlich stehen sog. Fließerden an (fl); Umlagerungsprodukte der Stauchendmoräne oder des Lösses (Lö). Zur Tiefe hin erreicht man dann die eigentliche Stauchmoräne, ein in der Regel kiesig-sandiges Sediment mit vereinzelt Schluff- und Toneinlagen (Ms). Möglich ist es auch, dass unter der Stauchmoräne noch Mittelterrassensedimente über Bechenschluffen (Ub) anstehen.

Soweit bekannt - in Analogie zum Schnitt - beginnt unter dem Quartär am Standort das Tertiär, Pleistozän (pl) (Anlage 6a). Das Pleistozän besteht hier aus hellgrau bis weiß gefärbten Fein- bis Mittelsanden. Im Liegenden folgen Schichten des Miozäns (mi). Dabei handelt es sich ebenfalls um Fein- bis Mittelsande, die z. T. auch schluffig ausgebildet sein können. Unter Umständen sind auch Kalkmergelsteine, Kalksteine und Konglomeratlagen vorhanden. Mit der Tiefe folgen dann in der Regel je nach Horst- oder Grabenstruktur Oberkreide, Dogger, Lias, Keuper, Muschelkalk, Buntsandstein, Zechstein und Karbon (Anlage 6b). In diesem Zusammenhang ist bezogen auf den Zechstein zu erwähnen, dass hier auch NaCl, Anhydrit etc. auftreten können. Im Buntsandstein können dies auch Gips und Anhydrit sein.

Nach dem in Karte Bocholt (C 4302) gezeichnetem Schnitt ist das Tertiär hier ca. 500 m mächtig. Oberkreide, Dogger, Lias, Keuper, Muschelkalk, Buntsandstein und Zechstein können dann noch einmal maximal 500 m mächtig sein. Im Liegenden folgen dann aber immer die auch hier sehr mächtigen Formationen des Karbons (Anlage 6b).



## 2.4 Hydrogeologie des Standortes

Hydrogeologisch gesehen beginnt die Abfolge von oben nach unten mit einem Grundwasserhemmer bzw. Grundwassernichtleiter (Hochflutlehm). Die im Liegenden anstehenden Sedimente der Niederterrasse sind dagegen als gut durchlässig zu bezeichnen.

Im Gegensatz zu den Fließerden und Stauchmoränen Norddeutschlands scheinen hier die Sedimente durchlässiger ausgebildet zu sein, teilweise sind diese aber auch als Grundwassernichtleiter entwickelt. In diesem Zusammenhang sei auf die Abbildung 1 verwiesen. Dabei kann es zu einem Rückstau von oberflächennahem Wasser kommen, welches sehr schlechte Bedingungen für z.B. Schluckbrunnen sind.

Nach den geologischen Erläuterungen des Blatt Bocholts sind das Pleistozän und Miozän in der Regel als Grundwasserleiter ausgebildet, auch wenn sie z. T. über bindige Schichten verfügen, die dann als Grundwasserhemmer fungieren.

Das Liegende von Oberkreide, Dogger, Lias, Keuper und Muschelkalk ist hydrogeologisch bezogen auf die Thematik uninteressant. Bezogen auf Buntsandstein und Zechstein ist darauf hinzuweisen, dass dort eine Vielzahl leicht löslicher Sedimente vorhanden sind; keine guten Bedingungen bezogen auf tiefe Geothermiebohrungen.

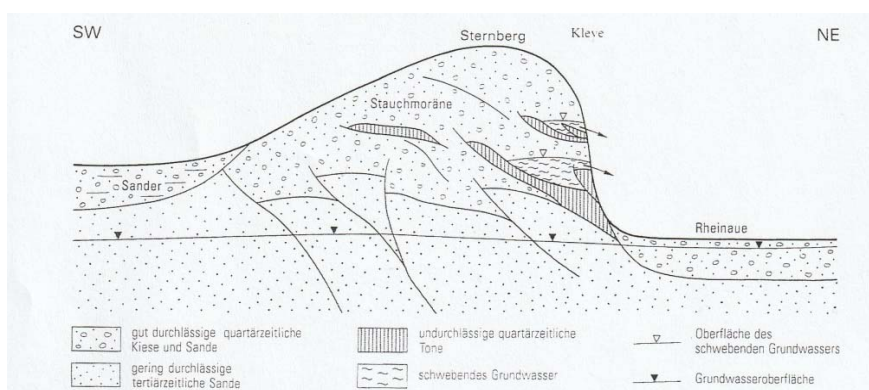


Abbildung 1: Stark vereinfachter schematischer Schnitt durch die Stauchmoräne bei Kleve  
(Geologische Erklärung Blatt Bocholt)

## 2.5 Geothermische Ergiebigkeit des Areal

Der geologische Dienst NRW gibt „Karten“ heraus, die die geothermische Höffigkeit eines Areal bis ca. 100 m Teufe beschreiben. Aus einem Auszug aus dem Fachinformationssystem „Geothermie“ ist bezogen auf den Standort „Kranenburg“ zu erkennen, dass hier die geothermische Verfügbarkeit bis ca. 100 m in einem guten bis sehr guten Range liegt. Bezogen auf eine Geothermiebohrung um 100 m herum bedeutet dies gute geologische Voraussetzungen für eine Geothermiebohrung. Details bezogen auf den Standort „Kranenburg“ sind noch einmal in den Anlagen 7 und 8 dargestellt. Dabei wird vom Geologischen Dienst angezeigt, dass das Areal in der Zone 2c liegt, d.h. hier wird von ca. 120 bis 129 kWh/(m<sup>2</sup> × a) bezogen auf 2400 Betriebsstunde pro Jahr ausgegangen [kWh/(ma)].

Bezogen auf die sogenannte tiefe Geothermie ist anzunehmen, dass hier ebenfalls gute Voraussetzungen existieren. Nachteil ist allerdings, dass im Buntsandstein als auch im Zechstein verschiedene Salze etc. auftreten, die das Durchteufen dieser Formation als wenig sinnvoll erscheinen lassen. Dabei wird das geothermische Potential erheblich reduziert und impliziert darüber hinaus große technische Probleme, die dringlichst zu vermeiden sind.

## 3.0 Variantenvergleich

### 3.1 Energieversorgung mit Öl

Ölheizungen sind im Jahre 2020 nicht mehr Stand der Technik. Dafür gibt es zahlreiche Gründe:

- fossiler Brennstoff;
- ca. 890 Gramm CO<sub>2</sub>- Emission pro Kilowattstunde und damit deutlich ungünstiger als Gas (430 – 640 g);
- teilweise hohe Schwefelgehalte

und

- eine Gasheizung ist (über alles) ca. 8 – 10 % günstiger als eine Ölheizung (auf Basis der jetzigen Preise von Öl bzw. Gas).

Von daher „verbietet“ sich auch heute bereits der Einsatz einer sogenannten Ölheizung zur Energieversorgung von Neubauten aus rein finanziellen Überlegungen.

### 3.2 Energieversorgung mit Gas

Als Alternative auf Basis fossiler Brennstoffe bietet sich eine Gasheizung an. Geht man, wie in diesem Beispiel, von 8.000,- € Investitionskosten für einen Brennwertkessel mit einer Lebensdauer von ca. 20 Jahren aus, fallen noch ca. 1.450,- € (Wert entspricht einem Wohnhaus in Bochum von ca. 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche bei guter Dämmung des Hauses) Kosten pro Jahr für den Brennstoff Gas an. Rechnet man hierzu dann die Gesamtkosten aus, entfallen auf eine Gasheizung:

Tabelle 1: Gaskosten in Abhängigkeit der Zeit / Gaspreiskonstanz

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>
10	14.500,- €
15	21.750,- €
20	29.000,- €
40	58.000,- €
60	87.000,- €

Tabelle 2: Gesamtkosten in Abhängigkeit der Zeit / Invest + Gas

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>	<b>Kosten/ Jahr</b>
20	37.000,- €	1.850,- €
40	74.000,- €	1.850,- €
60	111.000,-€	1.850,-€

Zusammenfassend kann dann für eine Brennwert- Gasheizung folgendes festgehalten werden:

- auch hier handelt es sich um einen fossilen Brennstoff;
- ca. 430 bis 640 g CO<sub>2</sub>- Emissionen werden dabei pro Kilowattstunde freigesetzt;
- die Heizkessel hält in der Regel 20 Jahre;
- die Investitionen sind zu Anfang überschaubar;
- als Hinweis soll hier auch angegeben werden, dass möglicherweise Fördermittel zur Verfügung stehen

und

- der Preis pro Jahr (über alles) beträgt ca. 1.850,- €. Dahin ist in Abhängigkeit der Zeit keine Veränderung festzuhalten.

Anschließend sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass alternativ zu einem Brennwertkessel auf Gas auch eine Gastherme eingesetzt werden könnte. Diese Gastherme kostet ca. 4.000,- € bis 5.000,- €; ist als ca. 3.500,- € günstiger als ein Brennwertkessel. Vor dem Hintergrund, dass dann aber Wasser elektrisch aufgeheizt werden muss, ist dies keine Lösung, da hier die Kosten viel zu hoch sind.

### **3.3 Energieversorgung über Geothermiebohrungen (~ 100 m) als Einzellösung**

Die hier vorgestellte Variante “drei“ geht davon aus, dass auf den einzelnen Grundstücken in einem ersten Schritt jeweils eine Geothermiebohrung abgeteuft wird. Aufgrund der im Vorfeld getätigten Recherchen ist diese Variante aufgrund der Größe der Grundstücke, der Geologie als auch der Hydrogeologie eine Alternative zu Punkt 3.1 und 3.2. Die Geothermiebohrung ist dabei 100 bis maximal 150 m tief - je nach Größe des Hauses bzw. des Gebäudes. Die Kosten dieser Geothermiebohrung liegen bei durchschnittlich 12.000,- €. Die Lebensdauer dieser Bohrung wird mit  $\geq 60$  Jahren festgelegt.

Nächster Investitionspunkt ist der Wärmetauscher plus Zusatzgeräte. Dieses Equipment kostet ca. 8.000,- € und hat eine Lebensdauer von ca. 15 Jahren. Für den Betrieb der Anlage müssen dann noch einmal 450,- € (Stromkosten/Jahr) berücksichtigt werden. Rechnet man dann die Gesamtkosten aus, entfallen auf:

Tabelle 3: Stromkosten in Abhängigkeit der Zeit / Strompreiskonstanz (Geothermie)

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>
10	4.500,- €
15	6.750,- €
20	9.000,- €
40	18.000,- €
60	27.000,- €

Tabelle 4: Gesamtkosten in Abhängigkeit der Zeit / Invest + Strom (Geothermie)

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>	<b>Kosten/ Jahr</b>
20	31.640,- €	1.582,- €
40	51.360,- €	1.284,- €
60	71.000,- €	1.183,- €

Zusammenfassend können dann folgende Fakten bezogen auf dieses System festgehalten werden:

- das hier vorgestellte System braucht erstmal (vordergründig) keine fossilen Brennstoffe;
- der Heizkessel hat nur eine Lebensdauer von ca. 15 Jahren;
- die Investition sind vergleichsweise hoch

und

- der Jahrespreis ist aber trotzdem schon sehr zeitnah günstiger, als bei einer Erdgasheizung; später vergrößert sich dieser Betrag weiter;
- viel wichtiger am Ende sei hier aber der Hinweis, dass diese Variante mit bis zu 35 % gefördert wird. Dies bedeutet, dass sich die Investitionen um ein Drittel reduzieren. Damit wird diese Variante vom ersten Tag an nahezu konkurrenzlos. Sie liegt dann bei  $\leq 1.200,-$  € pro Jahr, d.h. ca. 35 % unter der besten rein fossilen Variante.

Der Vollständigkeit halber sei hier aber noch darauf hingewiesen, dass der Strom für die Anlage nie zu 100 % aus erneuerbarer Energien sein wird. Aktuell sind dies 37,8 % (2018), d.h. hier kann durch Photovoltaik das System „noch“ nachhaltiger gestaltet werden. Auch eine Warmwasseraufbereitung durch Sonnenkraft auf dem Dach ist denkbar. Der Gutachter deutet aber darauf hin, dass zur Herstellung dieser Anlage viel Geld und Energie in die Hand genommen werden muss und diese Anlage sich möglicherweise bis dato nicht rechnet. Bei derartigen „Gedankenspielen“ sollte jeder Investor erst einmal eine Ökobilanz aufstellen. Zielführend ist hier immer der weitere konsequente Ausbau der erneuerbaren Energie im großen Maßstab.

Alternativ zur oben genannten Variante kann hier additiv noch eine Kühlung des Hauses eingerichtet werden. Vor dem Hintergrund immer heißer werdender Sommer möglicherweise eine zielführende Ergänzung. Dann sieht die Bilanz wie folgt aus:

Tabelle 5: Investition des Komplettsystems: Heizen, Warmwasser, Kühlung (Geothermie)

<b>Invest</b>	<b>Kosten</b>	<b>Lebensdauer</b>
Heizung/ Warmwasser/ Kühlung	10.000,- €	15 Jahre
Geothermiebohrung	12.000,-€	60 Jahre
„Strom“	600,- €/ Jahr	-

Hier an resultieren Stromkosten:

Tabelle 6: Stromkosten in Abhängigkeit der Zeit / Strompreiskonstanz (Geothermie)

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>
10	6.000,- €
15	9.000,- €
20	12.000,- €
40	24.000,- €
60	36.000,- €

Tabelle 7: Gesamtkosten des Systems in Abhängigkeit der Zeit / Invest + Strom

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>	<b>Kosten/ Jahr</b>
20	37.300,- €	1.865,- €
40	62.700,- €	1.565,- €
60	88.000,- €	1.465,- €

Hier resultiert, dass die Kosten hier dieser Variante mit Kühlung um ca. 20 % per anno steigen. Dies ist vor der Alternative mit separater Kühlung trotzdem (sehr) günstig, insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Gesamtanlagen auch hier mit 35 % gefördert werden.

### **3.4 Energieversorgung über Erdwärmekollektoren als Einzellösung**

Gegenvariante zu Variante "drei" - Geothermiebohrung sind sogenannte Wärmekollektoren. Hierbei wird keine 12.000,- € teure Geothermiebohrung abgeteuft. Die Alternative liegt im „Aufgraben“ des gesamten Gartens.

Aufgrund der Größe der Grundstücke von ca. 600 m<sup>2</sup> lassen sich, wie in Abbildung 2 dargestellt, so auf dem Gelände rund 120 m horizontale Stränge verlegen. Vor dem Hintergrund der hier anstehenden Geologie, der Hydrogeologie als auch der Wärmeleitfähigkeit des unmittelbaren Untergrundes an dieser Lokalität eine praktikable als auch rentable Lösung, da hier pro Grundstück nur Kosten von nur ca. 2.500,- € anfallen.

Würde man die Kollektoren sogar ins „Wasser“ legen, würde eine sehr effiziente Anlage entstehen, die einer Geothermiebohrung in nichts nachstehen. In der Vergangenheit sind aber bezogen auf dieses System immer mal wieder Nachteile aufgetreten, die hier stichpunktartig aufgeführt werden sollen:

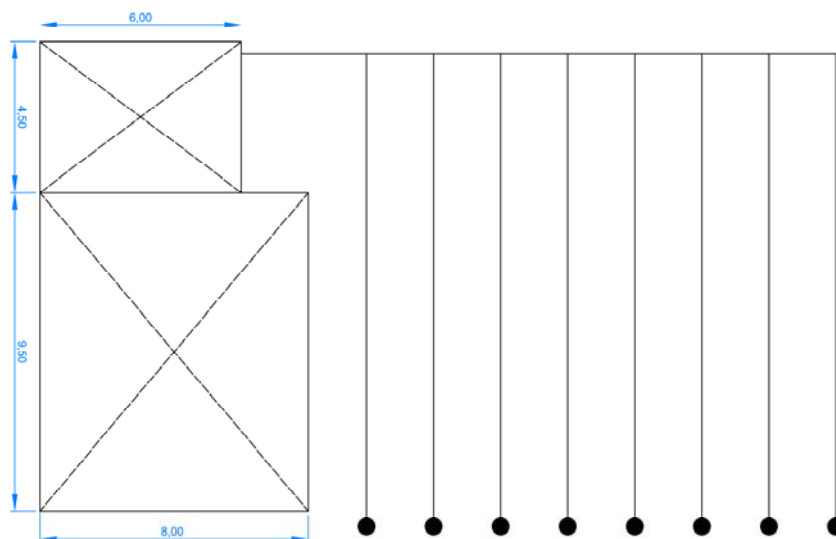


Abbildung 2: Beispiel - Lageplan Haus mit Garage mit ca. 120 m Erdkollektorlänge

- der Eigentümer möchte einen Gartenbrunnen errichten; dann entsteht hier die Gefahr eine Kollision zwischen Brunnen und Erdkollektoren;
  - nach Jahren haben sich auch Bäume etabliert, deren Wurzeln tief in das Erdreich reichen; dann können diese Wurzeln einen nachhaltigen Einfluss auf die Leitungen haben;
  - beim Setzen von Zäunen/ Sichtschutz und Spielhäusern von Kindern sind teilweise „Gründungen“ nötig; hierbei kann es zu Konflikten mit den Kollektoren kommen,
- und
- jeder muss sich darüber im Klaren sein, dass das System Wärme aus dem Boden zieht; dies hat immer einen Einfluss auf die Oberfläche des Gartens und damit auf die Pflanzen etc.

Am Ende möchte der Gutachter von dieser Lösung abraten. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund der sehr heterogenen Sedimente, - als auch der „Auffüllungen“ -, am Standort zu sehen. Dann müssen nämlich alle anthropogenen Stoffe in der Regel kostenpflichtig entsorgt werden. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die anstehenden Böden nur sehr aufwendig wieder verdichtet werden können. Trotzdem würde der Garten auch in der Zukunft sehr weich bleiben und Stauwasser bedingt durch die Durchmischung der Böden - noch schlechter abfließen; ein zentraler negativer Punkt, der schon alleine das Aus bedeuten sollte.



### **3.5 Energieversorgung über eine oder mehrere Tiefbohrungen als Gesamtlösung**

Alternativ zu den vorherigen dargestellten Versionen ist es theoretisch aufgrund der Art der Bebauung und dem Vorhandensein von Freiflächen zwischen den Häusern (sog. zentrale Fläche - Bereich Teich/Park) hier möglich, mehrere tiefere Bohrungen anzulegen und parallel dazu sog. Erdwärmekollektoren in die Straße zu verlegen. Die Häuser würden dann an dieses Netz angeschlossen. Über dezentrale Wärmepumpen würde dann die Wärme separat in den einzelnen Häusern erzeugt.

Erstellt man dazu allerdings eine Massenbilanz, so kommt man zu folgendem Ergebnis: Überschlüssig braucht man für die Häuser ca. 5.200 m Bohrmeter in Form „normaler“ Geothermiebohrungen (52 x 100 m). Über das Straßensystem könnten alternativ ca. 750 m Streckenlänge generiert werden. Dabei bleiben ca. 4.450 Bohrmeter übrig, die durch Tiefbohrungen erschlossen werden müssten; d.h. z.B. 16 Bohrungen a 278 m. Dies wäre aus Platzgründen nur sehr schwer realisierbar. Außerdem würden die Bohrkosten ungleich höher sein. Wichtigstes Argument wäre aber, dass bedingt durch die tiefere Bohrung die Reibung (Fließwiderstand) im System deutlich größer würde. Dies führt zwangsläufig auf Dauer zu höheren Stromkosten, die nicht zu akzeptieren sind.

### **3.6 Energieversorgung über Wärmepumpen (Luft) als Einzellösung**

Bei dieser Variante wird keine Energie weder aus der Tiefe noch aus der unmittelbaren Erdoberfläche gewonnen. Energielieferant ist hier allein die Luft. Im Rahmen der Investitionen entfallen bei dieser Variante die Kosten für Bohrungen und Erdarbeiten. Die Wärmepumpe schlägt aber mit ca. 15.000,- € zu Buche. Die Lebensdauer dieser Anlage wird mit 15 Jahren festgelegt. Dann ist in der Regel eine neue Anlage fällig. Die Stromkosten werden hier mit 650,- € pro Anno angesetzt. Daraus folgt dann folgende Bilanz:

Tabelle 8: Stromkosten in Abhängigkeit der Zeit/ Strompreiskostenkonstanz (Wärmepumpen Luft)

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>
10	6.500,- €
15	9.750,- €
20	13.000,- €
40	26.000,- €
60	39.000,- €

Aus diesen Zahlen folgen dann unter Berücksichtigung der Investitionskosten:

Tabelle 9: Gesamtkosten des Systems in Abhängigkeit der Zeit/ Invest + Strom

<b>Jahre</b>	<b>Kosten</b>	<b>Kosten/ Jahr</b>
20	33.000,- €	1.650,- €
40	66.000,- €	1.650,- €
60	99.000,- €	1.650,- €

Hieraus folgt im Vergleich zur Quelle „Gas“, dass das hier vorgestellte System kostengünstiger ist, im Vergleich zur Geothermie aber geldtechnisch erhebliche Schwächen aufweist.

Zusammenfassend kann hier festgehalten werden: eine Alternative gegenüber Öl oder Gas, aber keine gute Lösung im Vergleich zur klassischen Geothermie.

Am Ende soll hier aber noch der Hinweis gegeben werden, dass auch diese Variante vom Staat massiv unterstützt wird. Dies bezieht sich insbesondere auf das Invest.

### **3.7 Energieversorgung über Grundwasserbrunnen/ duales System**

Die Energieversorgung über Grundwasserbrunnen - ein Förderbrunnen und ein Schluckbrunnen - ist eine ideale Konfiguration, um ein Gebäude mit der nötigen Energie zu versorgen.

Nachteil dieser Konfiguration sind aber folgende Punkte:

- beide Brunnen müssen in einem guten Grundwasserleiter positioniert sein:
- das Wasser darf weder Eisen, noch manganreich sein, hier besteht die Gefahr der Verockerung des Schluckbrunnens,

und

- die einzelnen Brunnen sollten einen größeren Abstand haben. Sollten in einer Siedlung viele Eigentümer diese Variante wählen, gibt es Probleme der gegenseitigen Beeinflussung.

Fazit ist hier, dass mindestens zwei Kriterien aufgrund der hier existierenden Hydrogeologie und des Bebauungsgrades das Aus für diese Variante am Standort liefern. Sollte dennoch einer der Eigentümer auf diese Variante bestehen, so geht das nur in enger Abstimmung mit dem Umfeld. Hier muss sich die Gemeinde durchsetzen.

### **3.8 Weitere Alternativen und additive Systeme**

Generell ist im Rahmen eines Neubauprojektes auch der Bau eines sog. Passiv- Energie-Hauses möglich. Diese Aussage ist aber relativ:

- kein Haus kann zu jedem Zeitpunkt des Jahres immer vollständig „passiv“ versorgt werden;
- diese Häuser bedürfen in der Regel einer sog. Zwangsentlüftung; auch dieses kostet Energie,

und

- das Raumklima ist hier- möglicherweise- nicht immer ideal, dadurch kann Schimmelbildung an der Außenwand als auch im Inneren zu einem Problem werden.

Wie schon angedeutet, können Photovoltaik als auch Warmwasseraufbereitung z.B. über das Dach additive Komponenten darstellen. Zurzeit sind diese aber nicht immer wirtschaftlich. Vorschlag wäre hier - falls gewünscht - diese mittelfristig eventuell vorzusehen; sie aber momentan nicht zu implementieren.

Eine weitere Untervariante ist die zusätzliche Errichtung eines Ofens, Kachelofens oder eines geschlossenen Kamins. Hier kann der Eigentümer besonders in „Spitzenzeiten“ additive Wärme gewinnen. Investitionskosten können dabei von 1.000,- bis 8.000,- € variieren; am Ende eine sehr schöne nicht unbedingt notwendige Maßnahme.

Als letztes sei hier noch auf eine Pelletheizung hingewiesen. Für das System Pelletheizung sind Investitionskosten von ca. 18.000,- € zu berücksichtigen. Diese Kosten setzen sich aus

- Pelletkessel;
  - Pelletlager
- und
- Austragungssystem

zusammen.

Damit liegen die Investitionskosten deutlich über den Anschaffungskosten anderer Systeme. Da die Brennstoffpreise für Pellets sehr stark schwanken, Öl und Gas aktuell sehr preisgünstig sind, ist der Betrieb einer Pelletheizung im Vergleich zurzeit zur Gasheizung auf keinen Fall wirtschaftlich. Daher wird hier von diesem System kurz- als auch mittelfristig abgeraten.

#### 4.0 Zusammenfassung

Das Gutachten stellt eine Vielzahl von Formen der Energieversorgung von Häusern bzw. von Gebäuden vor.

Aufgrund der hier dargestellten Informationen, erarbeitet aus diversen Quellen aber auch fußend auf in der Vergangenheit - durchgeführten Gutachten - insbesondere dem Geotechnischen Büro Müller & Partner - möchte der Gutachter hier zu folgenden Aussagen für den Standort kommen:

- a) die Versorgung über Gas insbesondere Öl sollte der Vergangenheit angehören;
- b) Geothermiebohrungen (2x 80 m/ 1x 125 m) sind die mit Abstand beste Variante und effizienteste Lösung. Hier wird von einem Bedarf der Häuser zwischen 6 bis max. 10 kW ausgegangen. Die vom Geotechnischen Büro Müller & Partner gefertigten Ergebnisse von 12,5 kW werden, im Gegensatz dazu, als möglicherweise nicht ganz richtige Ausgangsgrößen dargestellt;
- c) Luftwärmepumpen sind eine (theoretische) Alternative, sind in der Regel aber immer nur die zweite Wahl;
- d) Neben der eigentlichen Wärme- und Wasseraufbereitung kann die eine oder andere Variante auch durch Photovoltaik oder separate Warmwasseraufbereitung ergänzt werden (lohnt sich zur Zeit aber noch nicht).

L. U. Berg