

Pasel K Architects PartGmbH
Prof. Ralf Pasel-Krauthaim
Lehrter Str. 57 – Haus 4

10557 Berlin

14.03.2023

Energiekonzeption „Wohnen am Röhrenweg in Erfurt“

Sehr geehrter Herr Prof. Pasel,

Die Langlebigkeit und Umweltverträglichkeit der verwendeten Baustoffe sowie gute Gebrauchstauglichkeit von Materialien und Oberflächen entscheiden über die Nachhaltigkeit und somit ökonomische und ökologische Werthaltigkeit. Gebäudekonzepte stellen nur dann einen intelligenten Beitrag zum ressourcensparenden und wirtschaftlichen Bauen dar, wenn abgestimmte Lösungen sowohl bei den Investitionsaufwendungen als auch bei der Gebäudenutzung und Betreuung entwickelt werden.

Das Energiekonzept zur Versorgung des Wohnquartiers kann robust und schlank gestaltet werden. Dabei werden die Ansprüche an Effizienz, Wirtschaftlichkeit, Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit berücksichtigt.

Optimierungspotenziale bieten sich durch Ausnutzung passiver Maßnahmen bzgl. des Wärmeschutzes und durch die Nutzung von Synergieeffekten mit dem gewählten Quartiesansatz. Durch die Gründächer werden die Regenwasserabflussmengen auf ein notwendiges Minimum reduziert.

Neue Wohngebäude zeichnen sich im Allgemeinen durch einen geringen jährlichen Wärmebedarf aus. Entscheidend für einen effizienten Gebäudebetrieb ist Wahl eines optimierten Warmwasserbereitungssystems (dezentral vs zentral), unter Einhaltung der hygienischen Anforderungen gem. Trinkwasserschutzverordnung.

Die Wohnungen werden mit Fußbodenheizungen ausgestattet. Diese ermöglichen eine gleichmäßige Wärmeverteilung über die Raumfläche.

Diese Variante der Wärmeübergabe ermöglicht weitere Synergieeffekte. Durch die niedrigen Vorlauftemperaturen können regenerative Energiequellen (Geothermie/Luft-Wärmepumpe, ggf. solare Heizungsunterstützung) optimal eingebunden werden.

Dem entsprechend wird für das Projekt „Wohnen am Röhrenweg“ einer Energiekonzept angestrebt, welches seine Grundlast über eine Wärmepumpenanlage abdecken wird. Die Wahl der geeigneten Wärmequelle wird im Planungsprozess über eine Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI2067 abgeprüft. Des Weiteren wird über eine Anfrage bei den Stadtwerken Erfurt die Möglichkeit zum Anschluss an das Fernwärmenetz geprüft. Diese kann ggf. zur Spitzenlastabdeckung eingebunden werden.

HKL Ingenieurgesellschaft mbH
Alte Chaussee 75
99097 Erfurt

Tel. 0361 657 350-0
Fax 0361 657 350-99
Mail info@hkl-ingenieure.de
Web www.hkl-ingenieure.de

**Geschäftsführender
Gesellschafter**
Dipl.-Ing. (FH)
Martin Deutschmann

BANKVERBINDUNGEN
Sparkasse Mittelthüringen
IBAN
DE42 8205 1000 0130 1140 14
BIC
HELADEF1WEM

Commerzbank Erfurt
IBAN
DE45 8204 0000 0152 9940 00
BIC
COBADEFFXXX

Flessabank Schweinfurt
IBAN
DE73 7933 0111 0002 2709 19
BIC
FLESDEMXXX

HRB 103216 Amtsgericht Jena
Steuernummer 151/110/02654
USt-ID DE150102529

Abgerundet wird das Energiekonzept durch den Einsatz einer Photovoltaikanlage. Der somit erzeugte Strom kann in den Reihenhäusern zur Eigenversorgung genutzt werden. In den Mehrfamilienhäusern kann der Solarstrom für die Allgemeinanlagen und die E-Ladestationen (Sektorenkopplung) genutzt werden.

Grundsätzlich werden bei der Versorgung des Quartiers drei verschiedene Varianten zur Energiekonzeption in Betracht gezogen. Alle Variante haben gemein, dass die Strukturierung der Anlagentechnik an der Struktur des Quartiers orientiert. So werden die Reihenhäuser dezentral, einzeln versorgt. Auch die Photovoltaik wird hier den Gebäuden zugeordnet, um die Eigennutzung zu ermöglichen.

Die Mehrfamilienhäuser erhalten eine zentrale Anlage, die dann über Verteilleitungen die einzelnen Wohnungen versorgen wird.

Die überschlägige Ermittlung der Heizlast ergibt folgende Leistungsverteilung.

	beheizte Fläche	überschl. Heizlast	Anlagengröße
Talhaus	1.842 m ²	55 kW	
Talhaus 2	1.240 m ²	37 kW	92 kW
Gartenhaus 1-7	699 m ²	21 kW	3 kW
Gartenhaus 8-17	998 m ²	30 kW	3 kW
Hanghäuser 1-7	1.083 m ²	33 kW	5 kW
Hanghäuser 8-13	920 m ²	28 kW	5 kW

Zum Vergleich der drei Versorgungsvarianten wird im weiteren Planungsprozess eine Dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067 erarbeitet. Diese dient dem Bauherrn zur Entscheidungsfindung.

Hierbei erfolgt die Ermittlung von Investitions-, Energie und Wartungs-/ Instandhaltungskosten, sowie die Berücksichtigung von Preisdynamiken (Preissteigerung von Energie, Lohn und Investition), Renditeerwartung (int. Zinsfuß) mit Zinseszinsseffekten, Restwerte und Ersatzinvestition über Berechnungszeitraum (20 Jahre).

Hierbei werden Unterschiedlichen Laufzeiterwartungen der Anlagen

Ergebnis wird die Ermittlung aller Kostenströme, Kummulation über 20 Jahre inkl. Preissteigerung, Auf-, Abzinsungen, sowie die Teilung in Annuitäten bzw. Barwerte („Jahresscheiben“) sein.

Ergebnis: Jahresgesamtkosten als Vergleichswert für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit je Variante

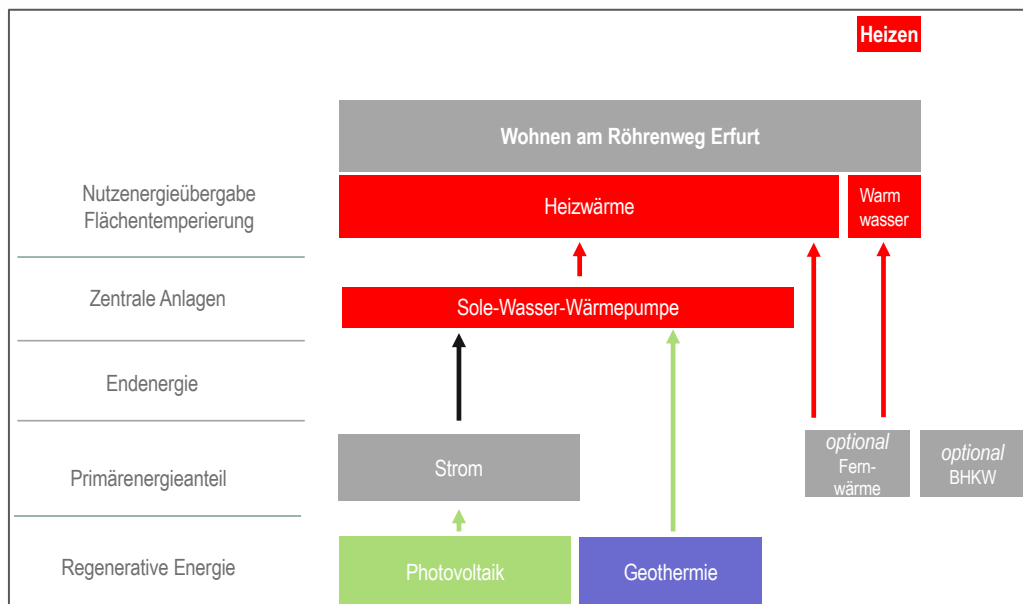
Variante 1 – Geothermie-Wärmepumpenanlagen

Geothermieanlage als Zentralanlage für die Mehrfamilienhäuser und dezentrale Anlage in den Reihenhäusern. Hierbei wird ein Geothermiequellenverbund hergestellt, welcher die Sole-Wasser-Wärmepumpen im Mehrfamilienhaus und in den Reihenhäusern über ein „kaltes“ Netz versorgt.

Die Warmwasserbereitung und die Photovoltaikanlagen werden in gleicher Weise dezentral, bzw. zentral aufgebaut

Variante 1.1 – Geothermie-Wärmepumpenanlage in Kombination mit Fernwärme

Wie vor, jedoch mit Fernwärmeanschluss zur Abdeckung der Spitzenlast und Optimierung der Warmwasserbereitung



Vorteile:

- Regenerative Abdeckung der Grundlast
- durch Sole-Wasserwärmepumpe kann Potential für Eigenversorgung durch Photovoltaik optimiert werden
- weniger Rückkühler auf dem Dach erforderlich

Nachteile:

- Erhöhung Budget
- Genehmigungsverfahren
- Fündigkeitsrisiko

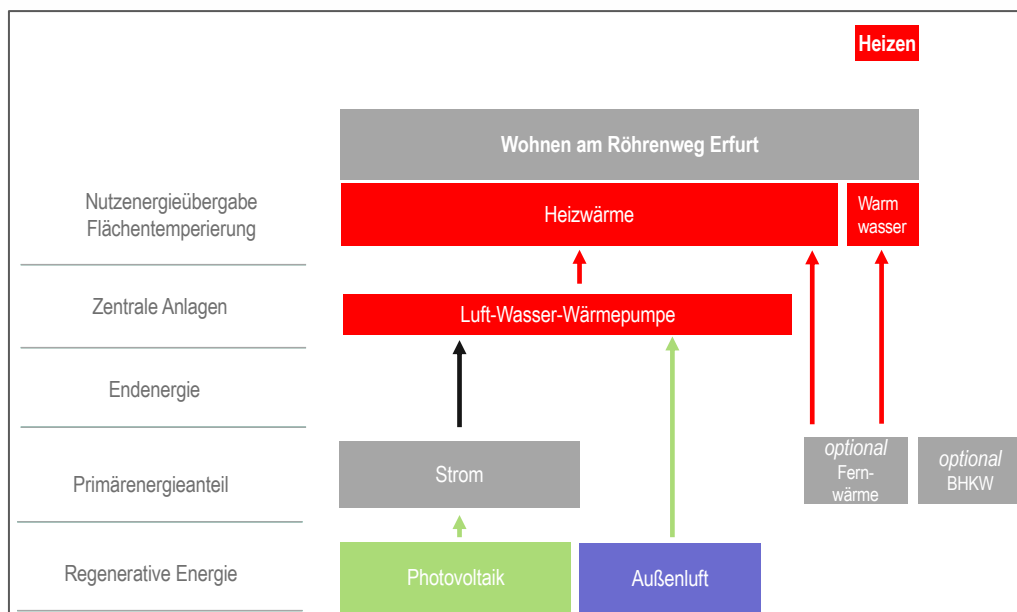
Variante 2 – Luft-Wasser-Wärmepumpenanlagen

Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage, die sich in der Weise strukturiert, dass das Mehrfamilienhaus eine Zentralanlage erhält und die Reihenhäuser eigene, dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen erhalten.

Die Warmwasserbereitung und die Photovoltaikanlagen werden in gleicher Weise dezentral, bzw. zentral aufgebaut.

Variante 2.1 – Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage in Kombination mit Fernwärme

Wie vor, jedoch mit Fernwärmeanschluss zur Abdeckung der Spitzenlast und Optimierung der Warmwasserbereitung



Vorteile:

- Geringes Fündigkeitsrisiko – gute Planbarkeit
- Regenerative Abdeckung der Grundlast
- durch Luft-Wasserwärmepumpe kann Potential für Eigenversorgung durch Photovoltaik optimiert werden
- geringeres Budget
- kein Genehmigungsverfahren

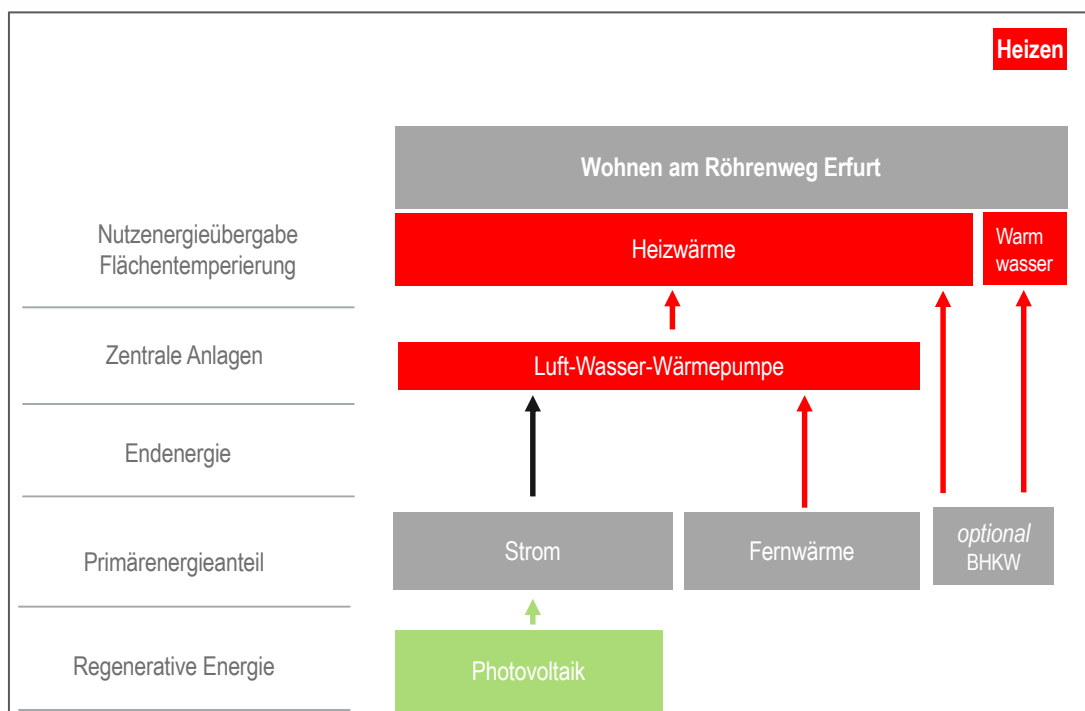
Nachteile:

- höhere Verbrauchskosten (schlechterer Anlagenwirkungsgrad, als bei Geothermie)
- Platz- und Schallthematik durch Außeneinheiten

Variante 3 – Fernwärmeversorgung

Anschluss an das Fernwärmenetz der Stadtwerke Erfurt, welche dann das Mehrfamilienhaus über eine zentrale Fernwärmeübertragerstation (FÜST) und die Reihenhäuser über dezentrale FÜST versorgen wird.

Die Warmwasserbereitung und die Photovoltaikanlagen werden in gleicher Weise dezentral, bzw. zentral aufgebaut.



Vorteile:

- geringe Investitionskosten
- hohe Versorgungssicherheit und Temperaturniveaus
- geringer Platzbedarf
- ab 2040 klimaneutral (Vorgabe aus Thüringer Klimagesetz)
- Unabhängig vom Baugrund

Nachteile:

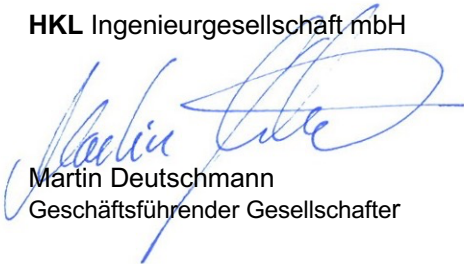
- hohe Betriebskosten
- hohe Abhängigkeit vom Versorger
- Geringe Flexibilität für alternative Energiequellen
- Geringer Anteil regenerativer Energienutzung

Option – Integration Blockheizkraftwerk

Auf Grund der aktuellen Gasversorgungssituation und den zu verändernden gesetzlichen Rahmenbedingungen, lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt nicht einschätzen ob und in welcher Konstellation der Einsatz eines BHKW's wirtschaftlich dargestellt werden kann. Da eine Vollversorgung über das BHKW ja grundsätzlich nicht sinnvoll ist, könnte dieser Baustein zu jeder der drei Varianten ergänzt werden. Insbesondere für die Abdeckeung der Trinkwassererwärmung könnte dies die Effizienz der Anlage steigern.

Mit freundlichen Grüßen

HKL Ingenieurgesellschaft mbH



Martin Deutschmann
Geschäftsführender Gesellschafter

Anlage: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortabfrage zum Einsatz von Erdwärmesonden



Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortabfrage zum Einsatz von Erdwärmesonden

Für das ausgewählte Grundstück **Röhrenweg 100** in **Erfurt, Erfurt** mit den UTM-Koordinaten **640697.0, 5649132.0** ergibt sich hinsichtlich der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen folgende Ersteinschätzung:

Hydrogeologie

Bei der Planung einer Erdwärmesondenanlage ist die Kenntnis der (hydro-) geologischen Untergrundverhältnisse wichtig. Damit kann das Gefährdungspotential der Bohrungen auf das Grundwasser eingeschätzt werden. Außerdem ermöglicht sie den mit der Planung beauftragten Firmen, eine Abschätzung der einzusetzenden Bohrverfahren sowie eine zeitliche und finanzielle Kalkulation vorzunehmen.

Nach denen im Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) vorliegenden Unterlagen handelt es sich am o. g. Grundstück im Bereich der obersten 100 m um ein **hydrogeologisch ungünstiges Gebiet i. S. der Arbeitshilfe "Oberflächennahe Geothermie" des TLVwA. Eine Einzelfallprüfung durch die geologische Fachbehörde ist empfehlenswert.**

Wenn für die Planung genauere Informationen zur Gesteinsabfolge oder Grundwasserstand benötigt werden, bietet der Geologische Landesdienst des TLUBN eine kostenpflichtige standortbezogene Stellungnahme an.

Wasserschutzgebiete

Eine Erdwärmesonde ist nach § 49 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) i. V. m. § 41 Thüringer Wassergesetz (ThürWG) bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde anzuzeigen, damit der Schutz des Grundwassers mit der Erdwärmennutzung in Einklang gebracht werden kann.

Nach den im TLUBN vorliegenden Unterlagen handelt es sich um ein **wasserwirtschaftlich günstiges Gebiet i. S. der o. g. Arbeitshilfe. Der Standort befindet sich außerhalb von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten.**

Die zuständige Genehmigungsbehörde für den Einbau und den Betrieb von Erdwärmesonden ist die Untere Wasserbehörde **der Kreisfreien Stadt Erfurt**. Die Adresse der Unteren Wasserbehörde lautet: **Landeshauptstadt Erfurt, Wasser/ Bodenschutz/ Altlasten , Stauffenbergallee 18, 99085 Erfurt**.

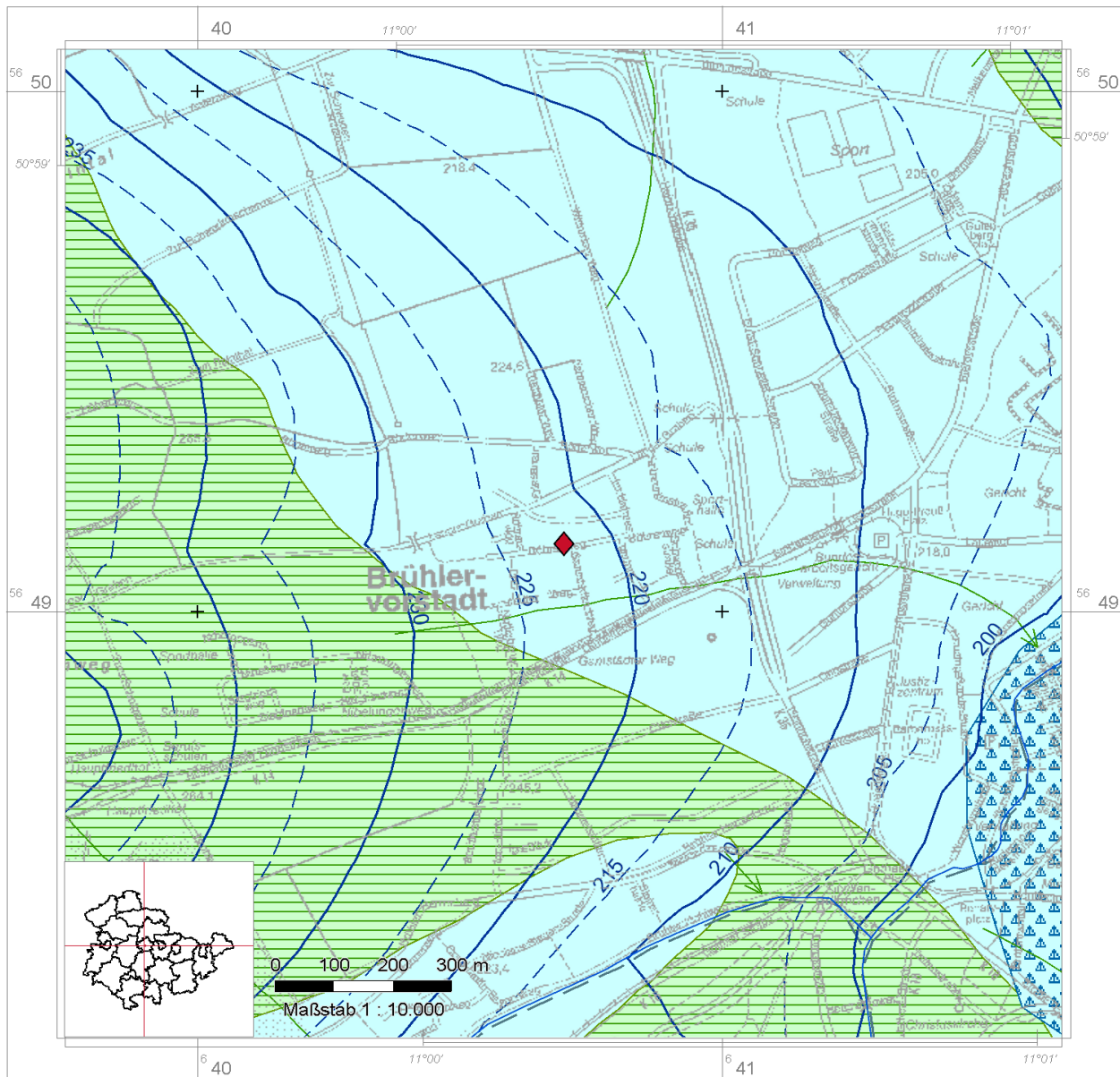
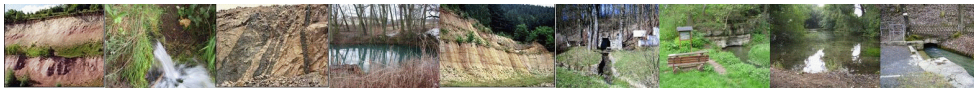
Bohrungen, die tiefer als 100 m werden sollen, sind zusätzlich dem **Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN)**; Abteilung Geologie, Bergbau, Referat 84, Puschkinplatz 7 in 07545 Gera anzuzeigen.

Geologische Untersuchungen – Erdaufschlüsse (Bohrungen, größere Baugruben, Messstellen) sind gemäß § 8 Geologiedatengesetz (GeolDG) spätestens zwei Wochen vor Baubeginn unaufgefordert beim Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) anzuzeigen. Für die Übermittlung steht Ihnen die E-Mail-Adresse poststelle@tlubn.thueringen.de zur Verfügung. Die entsprechenden Formulare und Merkblätter finden sie unter <https://tlubn.thueringen.de/geologie-bergbau/landesgeologie/geologiedatengesetz>. Rechtsgrundlagen sind das „Gesetz zur staatlichen geologischen Landesaufnahme sowie zur Übermittlung, Sicherung und öffentlichen Bereitstellung geologischer Daten und zur Zurverfügungstellung geologischer Daten zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben (Geologie-datengesetz-GeolDG)“ in Verbindung mit der „Thüringer Bergrecht- und Geologiedaten-Zuständigkeitsverordnung (ThürBGZustVO)“. Eventuell im Planungsgebiet vorhandene Bohrungsdaten können unter <https://www.infogeo.de> online recherchiert werden.

Arbeitshilfe LVwA: https://umweltinfo.thueringen.de/geothermie/formulare/arbeitshilfe_erdwaerme.pdf

Untere Wasserbehörde: <http://www.erfurt.de>

TLUBN: <https://tlubn.thueringen.de/>



Die raumbezogenen Basisdaten wurden vom Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation bereitgestellt und werden gemäß Genehmigung Nr. 1612-00585/2007 genutzt.

Wasserwirtschaftliche Bewertung

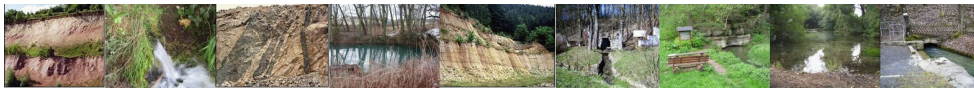
- Anlage von Bohrungen zur Erdwärmegewinnung unzulässig
- Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet Zone I
 - Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet Zone II bzw. HQa
- Einzelfallprüfung erforderlich
- Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet Zone III bzw. HQb

Hydrogeologische Bewertung

- Einzelfallprüfung erforderlich auf Grund von
- hydrogeologisch ungünstigen Verhältnissen
 - Artesische Grundwasserhältnisse
 - Salzwasseraufstieg
 - Subrosionsgebiet
 - Altbergbau / Wismut-Bergbaufelder
- Keine Einzelfallprüfung erforderlich
- Hydrogeologisch günstiges Gebiet: einheitlicher Gesteinsaufbau
- Bei Beachtung der Hinweise keine Einzelfallprüfung erforderlich
- Gebiete mit Grundwasser-Stockwerksgliederung
 - Gebiete mit Karst oder karstähnlichen Verhältnissen

Hydrodynamik

- Grundwasserisohypse [m ü. NN]
- 10-Meter-Abstand
 - - 5-Meter-Abstand
- GW-Fließrichtung
- GW-Fließrichtung
- Fließgewässer bzw. Modellrand
- - Modell-Vernetzung

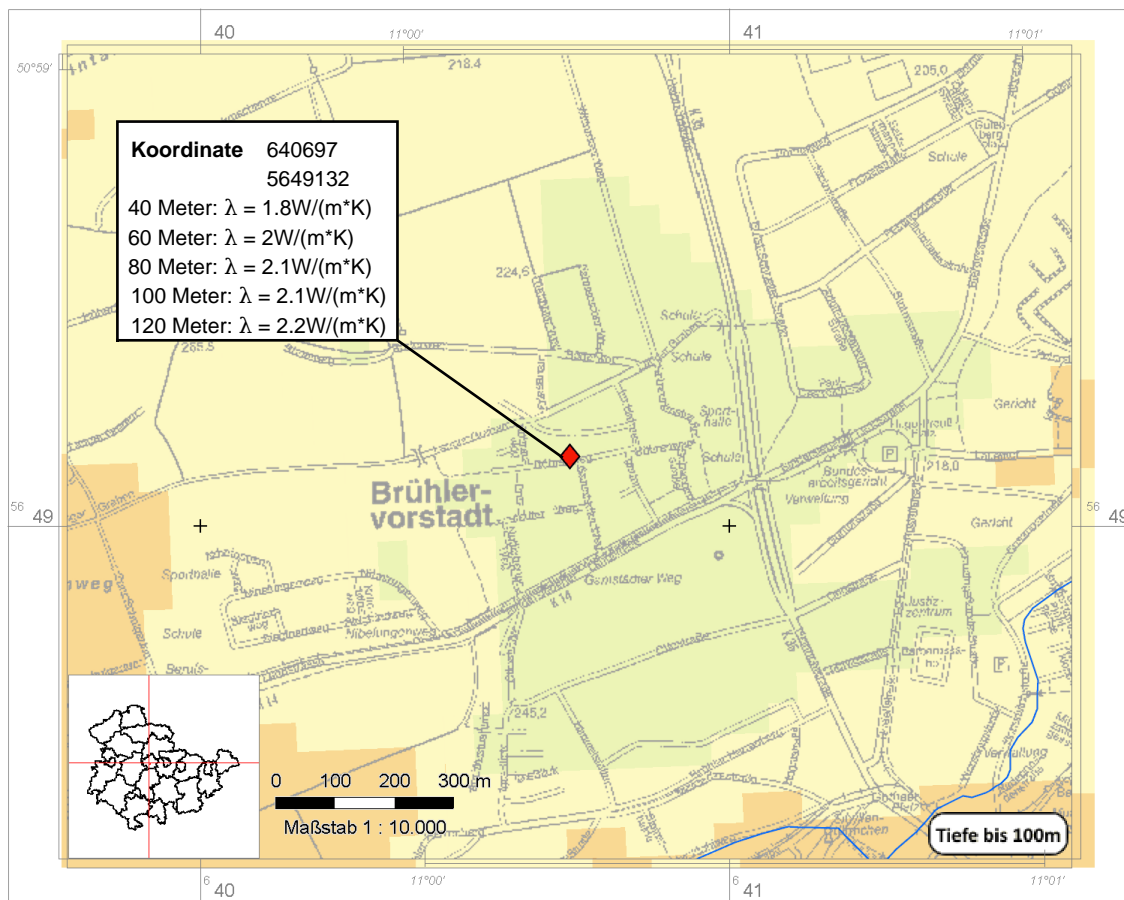


Informationen zum geothermischen Potential am gewählten Standort

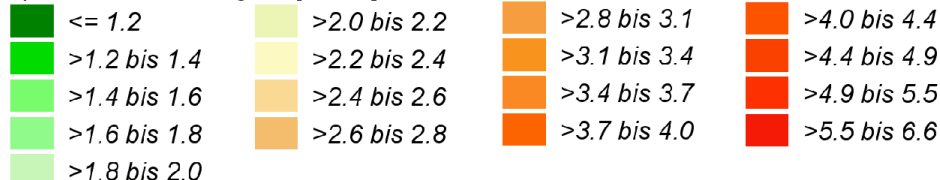
Eine möglichst gute Kenntnis über die thermischen Eigenschaften des Untergrundes ist eine Grundvoraussetzung für die Planung einer Erdwärmeanlage. Zur korrekten Auslegung Geothermie basierender Heizungsanlagen wird als relevanter Kennwert die spezifische Entzugsleistung [W/m] verwendet. Die spezifische Entzugsleistung ist eine Funktion der Wärmeleitfähigkeit [λ] des Untergrundes (Maß für Wärmetransportvermögen) und variiert je nach Untergrundbeschaffenheit und Wassergehalt.

Kartendarstellung

Für das ausgewählte Grundstück ergibt sich hinsichtlich der spezifischen Wärmeleitfähigkeit λ die folgende geothermische Einschätzung:



spez. Wärmeleitfähigkeit [W/mK]



Die raumbezogenen Basisdaten wurden vom Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation bereitgestellt und werden gemäß Genehmigung Nr. 1612-00585/2007 genutzt.



Folgende spezifische Wärmeleitfähigkeiten wurden für das Grundstück tiefendifferenziert berechnet:

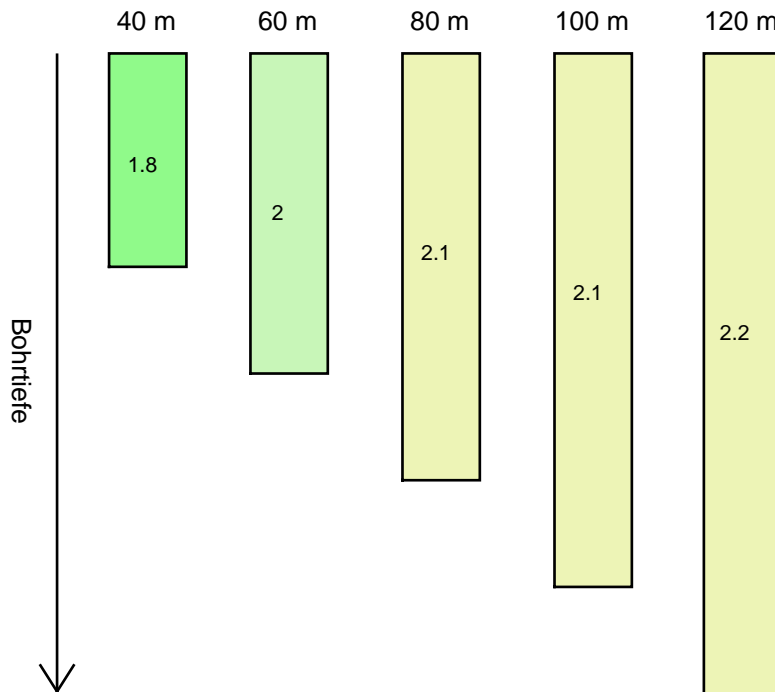


Abbildung: spezifische Wärmeleitfähigkeiten λ [W/mK] in Tiefen bis zu 120 m

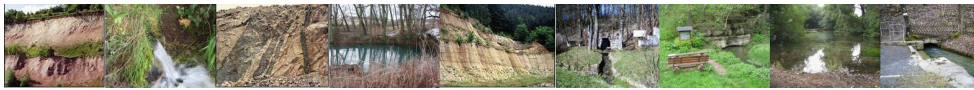
Abschätzung der spezifischen Entzugsleistung (gilt nur für u. a. Randbedingungen):

Für kleinere Anlagen mit Heizleistungen bis zu 30 kW sind in der nachfolgenden Tabelle die Entzugsleistungen in W/m sowie die geothermische Ergiebigkeit [kWh/(m.a)] für die ausgewählte Konfiguration angegeben. Die Verfahrensweise und Rahmenbedingungen unter denen diese Tabelle angewendet werden darf, ist in der VDI Richtlinie 4640 Blatt 2 in Abschnitt 7.1.2 (Juni 2019) beschrieben.

Gewählte Konfiguration:

Anlagenbetrieb:	nur Heizen
Jahresvolllaststunden:	1800
Austrittstemperatur der Wärmepumpe bei Spitzenlast $T_{WP-Austritt}$	$T_{wp} \geq -3^{\circ}C$
Anzahl der Bohrungen:	2

Teufenbereich [m]	mittlere Wärmeleitfähigkeit [W/m*K]	potentielle Entzugsleistung [W/m]	geothermische Ergiebigkeit [kWh/m*a]
0 bis 40 m	1.8	31.6	56.9
0 bis 60 m	2	33.6	60.5
0 bis 80 m	2.1	34.6	62.3
0 bis 100 m	2.1	34.6	62.3
0 bis 120 m	2.2	35.5	63.9



Hinweis:

Die konkrete Planung der Erdwärmesondenanlage sollte unbedingt von einem kompetenten Ingenieurbüro ausgeführt werden. Die hier zusätzlich angegebenen Werte der potentiellen Entzugsleistung bzw. geothermischen Ergiebigkeiten sind stark abhängig von den technischen Parametern der geplanten Erdwärmesondenanlage. Demzufolge dienen die hier vorliegenden Zahlenwerte nur zur Orientierung, wie viele Bohrmeter in etwa zu erwarten sind. Die hier gemachten Angaben zur spezifischen Entzugsleistung gelten nur für den Standardtyp „Einfamilienhaus“ mit einer geplanten Wärmepumpen-Heizleistung < 30 kW bei der Installation von Doppel-U-Sonden. Für größere Heizungsanlagen (Heizbedarf > 30 kW) bzw. Sondenfelder wird zur exakten Auslegung der Erdwärmesonden ein Thermal Response Test erforderlich sein.

Diese Abfrage ist ein Service des Geologischen Landesdienstes des Thüringer Landesamtes für Umwelt, Bergbau und Naturschutz. Die Informationen wurden nach bestem Wissen sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Es wird jedoch keine Gewähr - weder ausdrücklich noch stillschweigend - für die Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Qualität und jederzeitige Verfügbarkeit der bereit gestellten Informationen übernommen. In keinem Fall wird für Schäden, die sich aus der Verwendung der abgerufenen Informationen ergeben, eine Haftung übernommen.