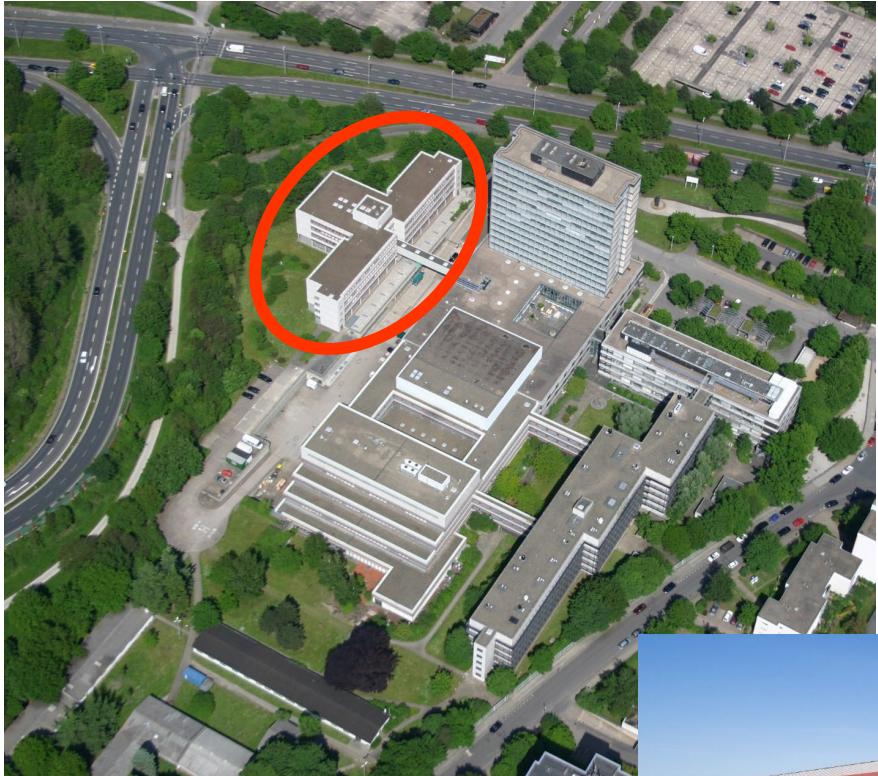


Flussnahe Brunnen als Wärmequelle

Holger Jensen & Sandra Pester
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Niedersächsischer Geothermiedienst



Der Niedersächsische Geothermiedienst (NGD) des LBEG



Das LBEG:

Staatlicher Geologischer Dienst für Niedersachsen

Bergbehörde für Niedersachsen, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein

Aufgaben des NGD:

Schaffung und Pflege geowissenschaftlicher Grundlagen zur Geothermie

Beratung im Bereich oberflächennahe Geothermie

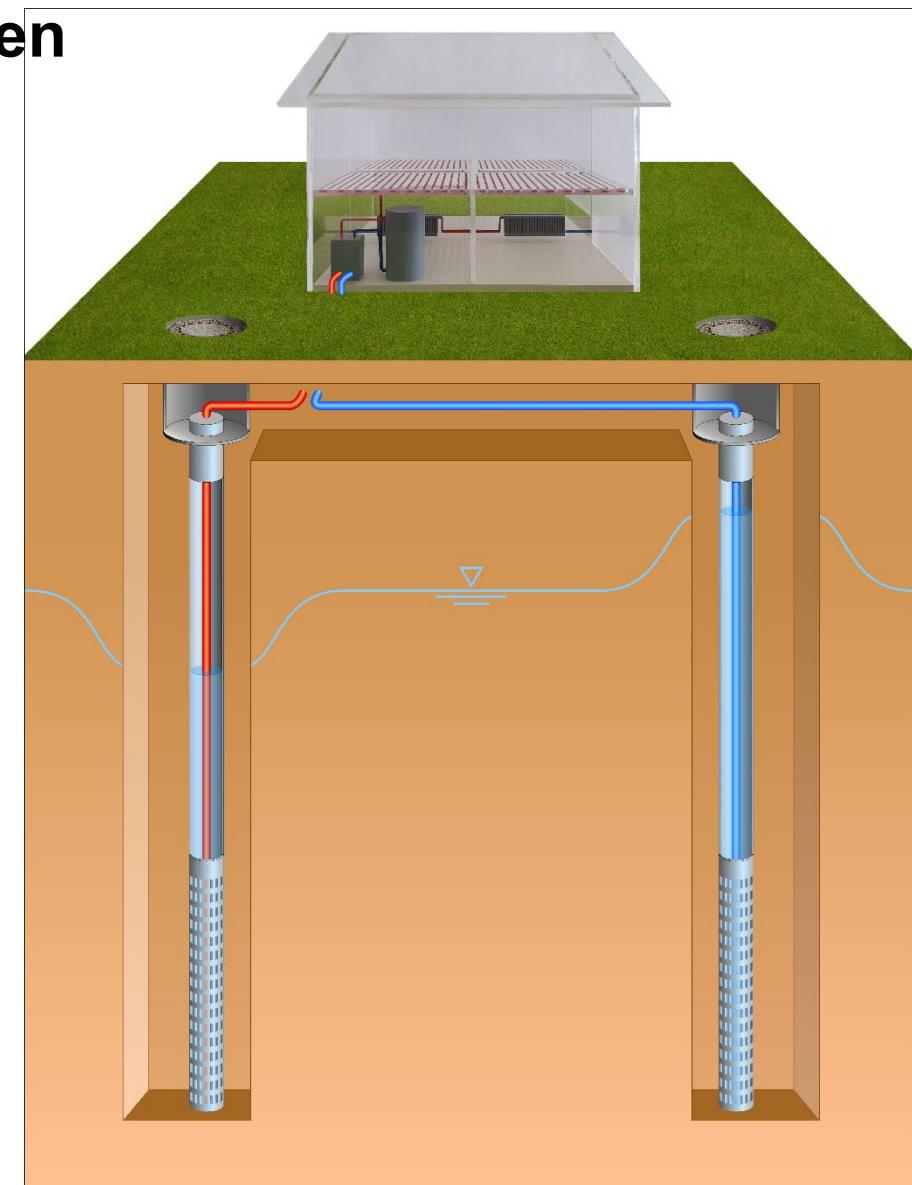
Beratung im Bereich tiefe Geothermie

Inhalt

- Funktionsweise geothermischer Brunnensysteme – Vorteile gegenüber Direktwassernutzung
- Informationsangebot zu Grundwasserverhältnissen
- Offene Fragen zur Genehmigungen / technische Fragen/Sonderlösungen
- Entwicklung in Niedersachsen

Funktionsweise von Erdwärmesystemen

- Marktanteil 2024 in Niedersachsen: ca. 0,4 %
- Direkte Wärmenutzung aus dem Grundwasser (z.B. 2 „Gartenbrunnen“, die ein Wohnhaus versorgen können)
- Hohe Wärmekapazität $\rightarrow 1 \text{ m}^3 \approx 5 \text{ kW}$ (z.B. typisches Einfamilienhaus: benötigte Wassermenge ca. $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$)
- Energiemengen im MW Bereich erzielbar (Horithermie)
- **Einschränkung 1:** Wasserquantität (Wassermenge)
- **Einschränkung 2:** Wasserqualität (Zusetzen von Filterschlitzten / Wärmetauschern z.B. durch Eisengehalte)
- **Einschränkung 3:** Grundwasserflurabstand (Wasserstand zu hoch \rightarrow Vernässung um den Schluckbrunnen; Wasserstand zu tief \rightarrow hohe Energiekosten für die Förderung)

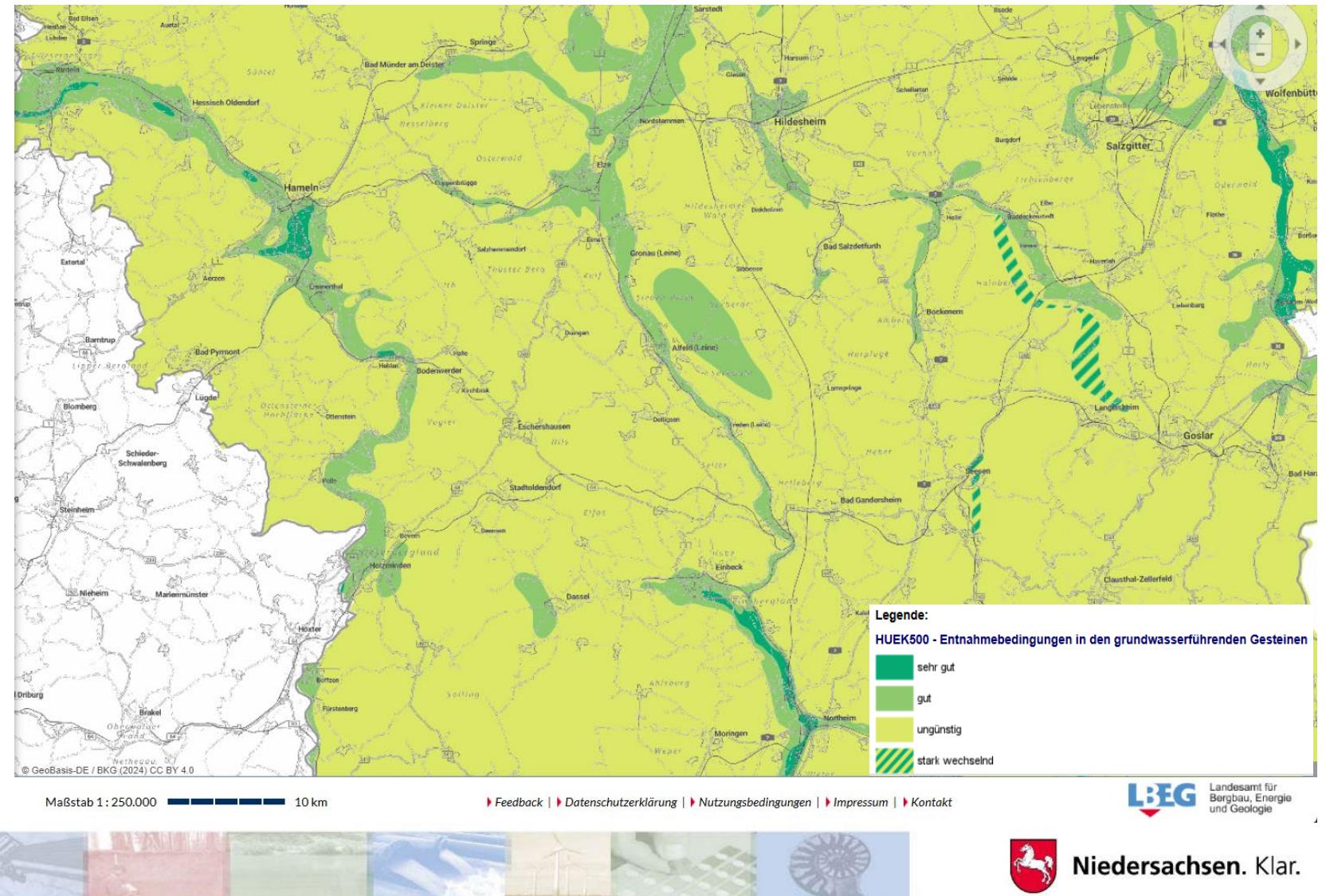


Quelle: LBEG

Potenzial an Wärmeenergie

Brunnensysteme skalierbar,
kleine Brunnendubletten
(wenige kW Heizleistung) bis
große Horizontalbrunnen (MW
Leistungsbereich zur
Quartiersversorgung)

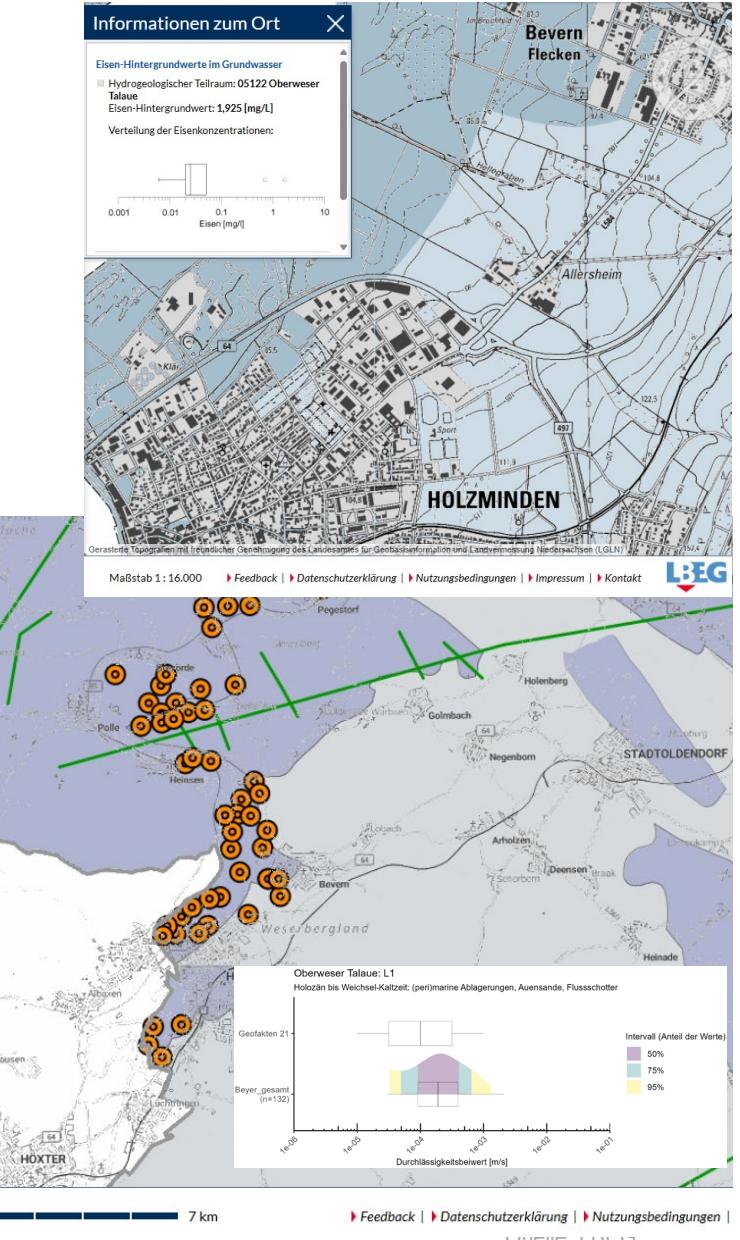
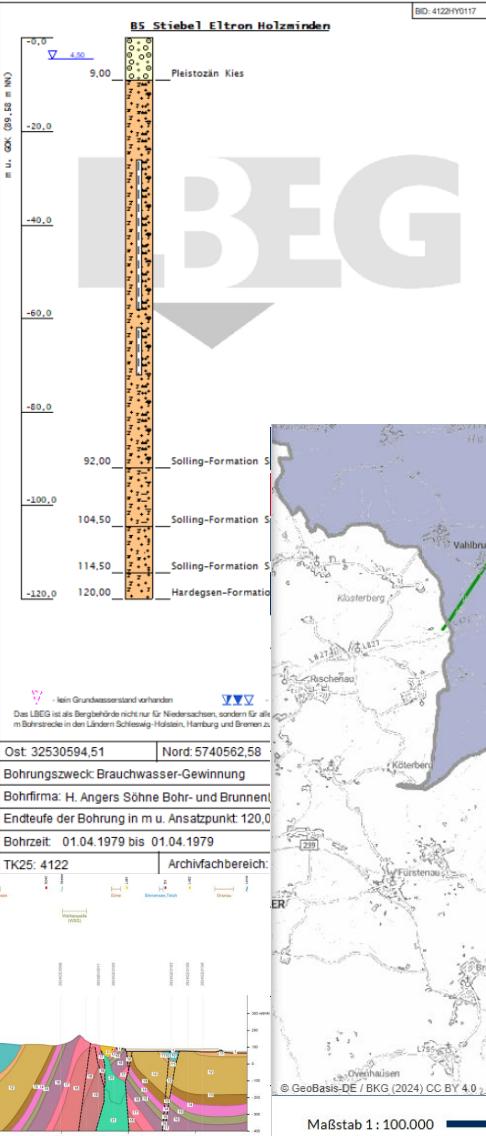
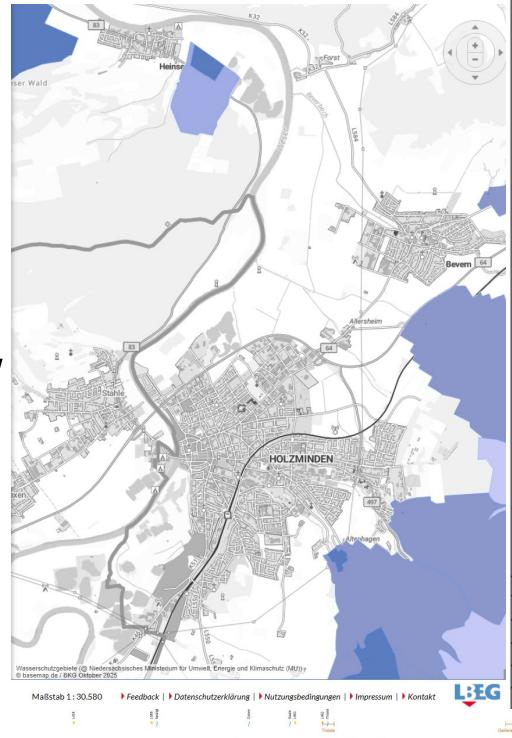
Flussniederungen weisen
i.d.R. hoch durchlässige
Sedimente auf (Flusskiese) →
Verfügbarkeit von großen
Fördermengen = große
Energiemengen



Vorinformation zum Wasser-/Wärmeangebot

NIBIS Kartenserver bietet gute Datenbasis zur Vorplanung:

- Untergrundaufbau
- Durchlässigkeit der Schichten
- Profilschnitte
- Wasserqualität (z.B. Eisen-/Mangangehalte)
- Wasserschutzgebiete



Vorteil eines geothermischen Brunnensystems zur Direktnutzung

Unterschiede Direktwassernutzung (z.B. Weserwasser) zu Uferfiltrat (Brunnenwasser)

- Genehmigungsverfahren nur mit der zuständigen Wasserbehörde – keine Beteiligung z.B. des Wasserschiffahrtsamt, Bundesamt für Wasserstraßen etc.
- Kein Bauwerk im Fluss, das für Treibgut, Schwebstoffe, Eisschollen etc. störungsanfällig ist
- Keine Wassermengenschwankungen (Hoch-/Niedrigwasser)
- Keine Temperaturschwankungen im Jahresgang – durchgehend 10-12 °C
- Wasserqualitätsunterschiede: keine Biofilme, natürlich vorgefiltertes Wasser (sauerstoffreiches Flusswasser vs. sauerstoffarmes Grundwasser → hohe gelöste Eisen-/Mangangehalte möglich)



Typische Anwendungsfälle von geothermischen Brunnensystemen

- a) Kleinanlagen (bis ca. 30 kW Heizleistung) für Wohnhäuser (Einfamilien- und Mehrfamilienhaus)
- b) Großanlagen für gewerbliche- /öffentliche Gebäude (bis ca. 200 kW Heizleistung): Bürogebäude, Schulen, Rathäuser, Gewerbeimmobilien
- c) Industrieanlagen (200 kW bis wenige MW): Mikronetze für große Gewerbeanlagen, Schwimmbäder, Krankenhäuser
- d) Kommunale Versorgung (einige 10er MW Heizleistung) für kalte oder warme Wärmenetze zur Quartiers- oder Stadtversorgung

Vorteil gegenüber Erdwärmesondenfeldern: Deutlich weniger Platzbedarf, ab einer gewissen Größe geringere Baukosten

Nachteil gegenüber Erdwärmesondenfeldern: Ausfallrisiko (z.B. Verockerung), längere Nutzungszeit bei Erdwärmesonden (vermutlich > 100 Jahre)

Offene Genehmigungsfragen von geothermischen Brunnensystemen

- I. Sind „Kleinstanlagen“ (1,8 m³/h) erlaubnisfrei?
- II. Ist eine UVP (Umweltverträglichkeitsprüfung) durchzuführen? Wenn ja in welcher Form?
 - Bis 50 m³/h bzw. ca. 200 kW ohne UVP Vorprüfung möglich?
 - Bis 1000-2000 m³/h bzw. 20 MW standortbezogene Vorprüfung möglich?
 - Ab 10 Mio m³/a UVP-Pflicht
- III. Welcher Abstand bzw. welche Grundwasserabsenkung/-aufhöhung darf nicht überschritten werden zu Gebäuden, Bäumen oder andern offensichtlich schützenswerten Anlagen?
- IV. Welche Temperaturgrenzwerte werden als unkritisch eingeschätzt (z.B. 1K Temperaturänderung zur ungestörten Temperatur)?
- V. Ist eine Grundwasserentnahmegerühr zu entrichten, wenn doch kein Grundwasser dem Grundwasserleiter wirklich entnommen wird (re-infiltrieren der Wassermenge)?
- VI. Darf das Wasser auch in den Vorfluter eingeleitet werden? Was wären die Nebenbestimmungen/Folgen?



Offene technische Fragen von geothermischen Brunnensystemen

- I. Wie sind „Kleinstanlagen“ kostengünstiger zu errichten als geschlossene Systeme?
- II. Möglichkeiten Verockerungen (Eisen/Manganausfällungen) zu beherrschen
 - Unterirdische Enteisenung – Sauerstoffzufuhr in den Untergrund um Ausfällungen im Untergrund vor dem Brunneneintritt zu erzeugen
 - Druckhaltung/Sauerstoffabschluss bei dem Förderprozess um Ausfällung zu minimieren (Beispiel „Geoventil“ aus den Niederlanden)
 - Filteranlagen um Eisen-/Manganoxide abzuscheiden
- III. Horizontalfilterbrunnen als geothermische Dublette bisher nicht erprobt – sind die Erfahrungen aus der Wasserhaltung/Wassergewinnung mit Horizontalbrunnen hier übertragbar?
- IV. Wie ist die nachbarschaftliche Beeinflussung bei vielen benachbarten Systemen abzuschätzen? Benötigt es ein 3D-Strömungsmodell, und wer trägt die Kosten hierfür?

Innovative Optionen bei geothermischen Brunnensystemen

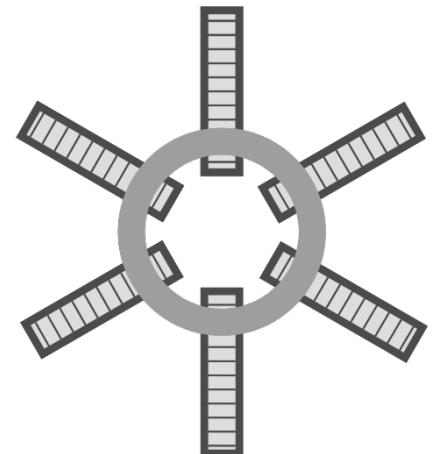
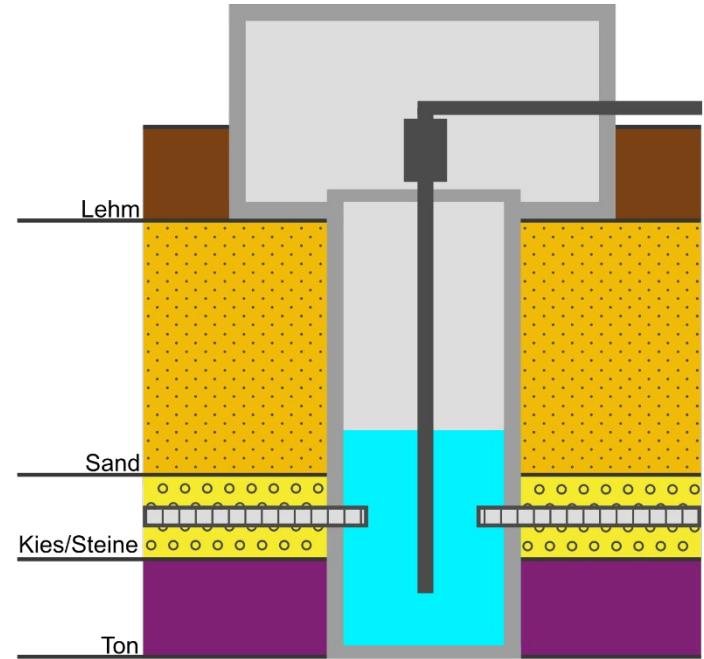
- I. Kombinationen mit Speichern/Sommerkühlungen, die den Untergrund mit Wärme „aufladen“ (z.B. Eisspeicher) → positiv für den Betrieb des Gesamtsystems
- II. Hochleistungsenergiepfähle (HEP): Geschlossene Systeme mit Bohrpfählen (Durchmesser 1-2 m), die wasserqualitätsunabhängig Wärme entziehen (Leistungsfähigkeit geringer als offene Brunnen aber größer als Erdwärmesonden) – sinnvoll in Flusskiesen einsetzbar
- III. Energie aus bestehenden Wasserversorgungsbrunnen: Idee Wärme aus Trinkwasserbrunnen / Trinkwassertransportleitungen zu entnehmen, ohne direkten Kontakt zum Trinkwasser; Problem: Trinkwasserverordnung erlaubt keine thermische Veränderung – auch wenn sie „qualitätsverbessernd“ wirkt

Horizontalbrunnen zur geothermischen Versorgung

Horithermie → Horizontalfilterbrunnen für die Geothermie mit sehr großen Energiemengen (typische Horizontalfilterbrunnen z.B. 500-1000 m³/h → ca. 5-10 MW Wärmebereitstellung) geringe Bohrtiefen z.B. 15-30 m, vermutlich preisgünstiger als vergleichbare Erdwärmesondenfelder

Flussterassen (Weser-/Leinekiese) sind gut geeignete Aquifere für diese Technologie

Durch die große Brunnenoberfläche (Länge der Filterstrecken) ist die Aufhöhung durch Infiltration sehr gering – damit ist ein Einsatz bei geringem Grundwasserflurabstand möglich



Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen

- Wegweiser für Planungsbüros, Bauherren, Fachfirmen, Bohrunternehmen und Behörden
- Inhalt:
 - Erdwärm 技术
 - Gesetzliche Grundlagen
 - Verfahrensablauf zur Errichtung und Betrieb von Erdwärmegewinnungsanlagen
 - Erdwärmesondensysteme
 - Erdwärmekollektorsysteme
 - Erdwärmekollektorsysteme
 - Anlagen > 30 kW
 - Nutzungsbedingungen in Schutzgebieten und bedingt zulässigen Bereichen für Sonden/Kollektoren
- Anlagen:
 - *Anforderungen an Bau und Betrieb von Erdwärmesonden und -kollektoren*
 - Musterleistungsverzeichnis zur Erstellung von Erdwärmesonden
 - Anlageninstallationsprotokoll für Sonden/Kollektoren/Brunnen
 - Prüf- und Abnahmeprotokoll für Erdwärmesonden



Quelle: LBEG

[GeoBerichte 24 - Leitfaden
Erdwärmennutzung in
Niedersachsen \(lbeg.de\)](http://lbeg.de)



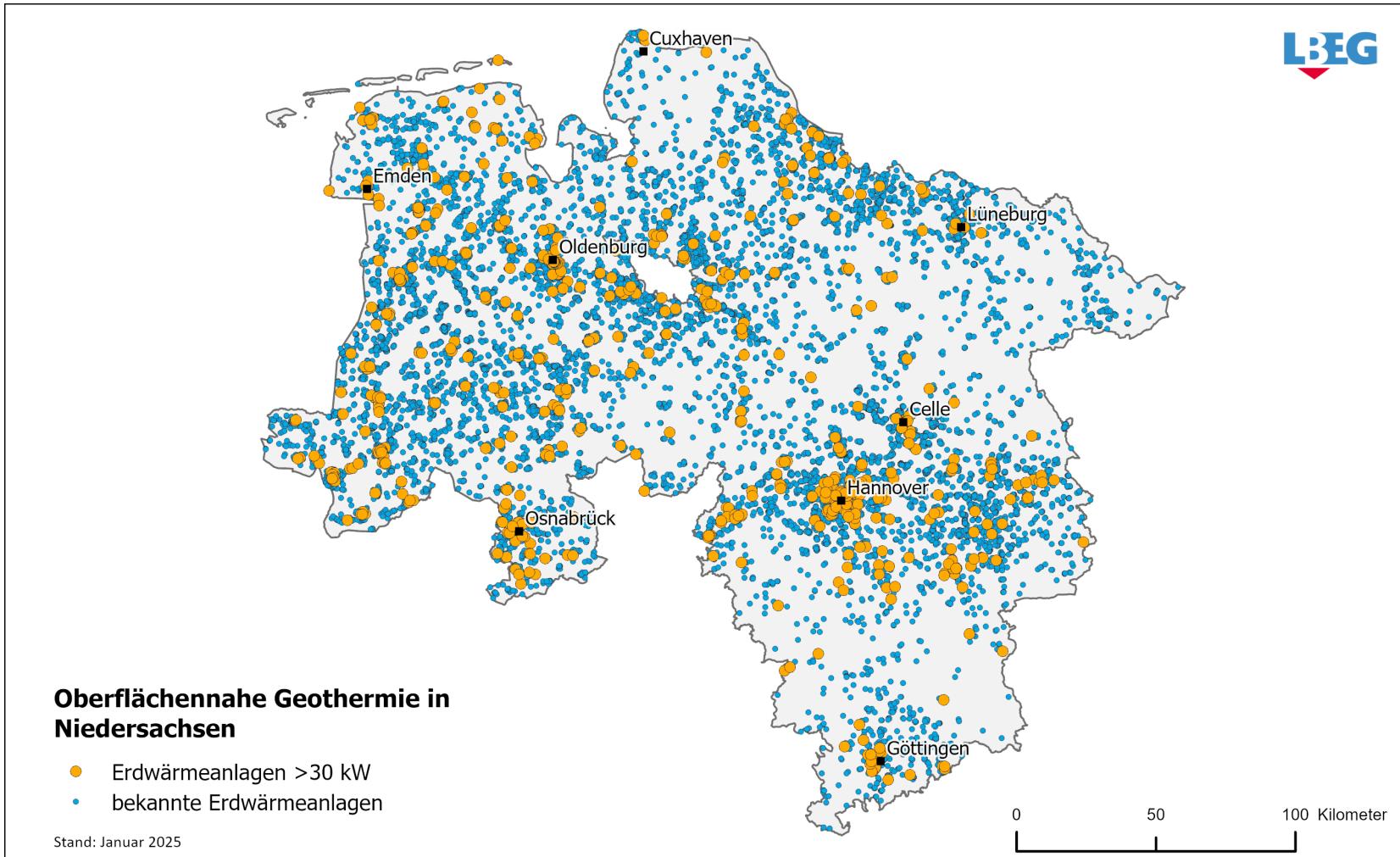
Nutzungsbedingungen oberflächennaher Geothermie



Quelle: NIBIS® Kartenserver; Gerasterte Topografien mit freundlicher Genehmigung des Landesamtes für Geobasisinformation und Landesvermessung Niedersachsen LGN

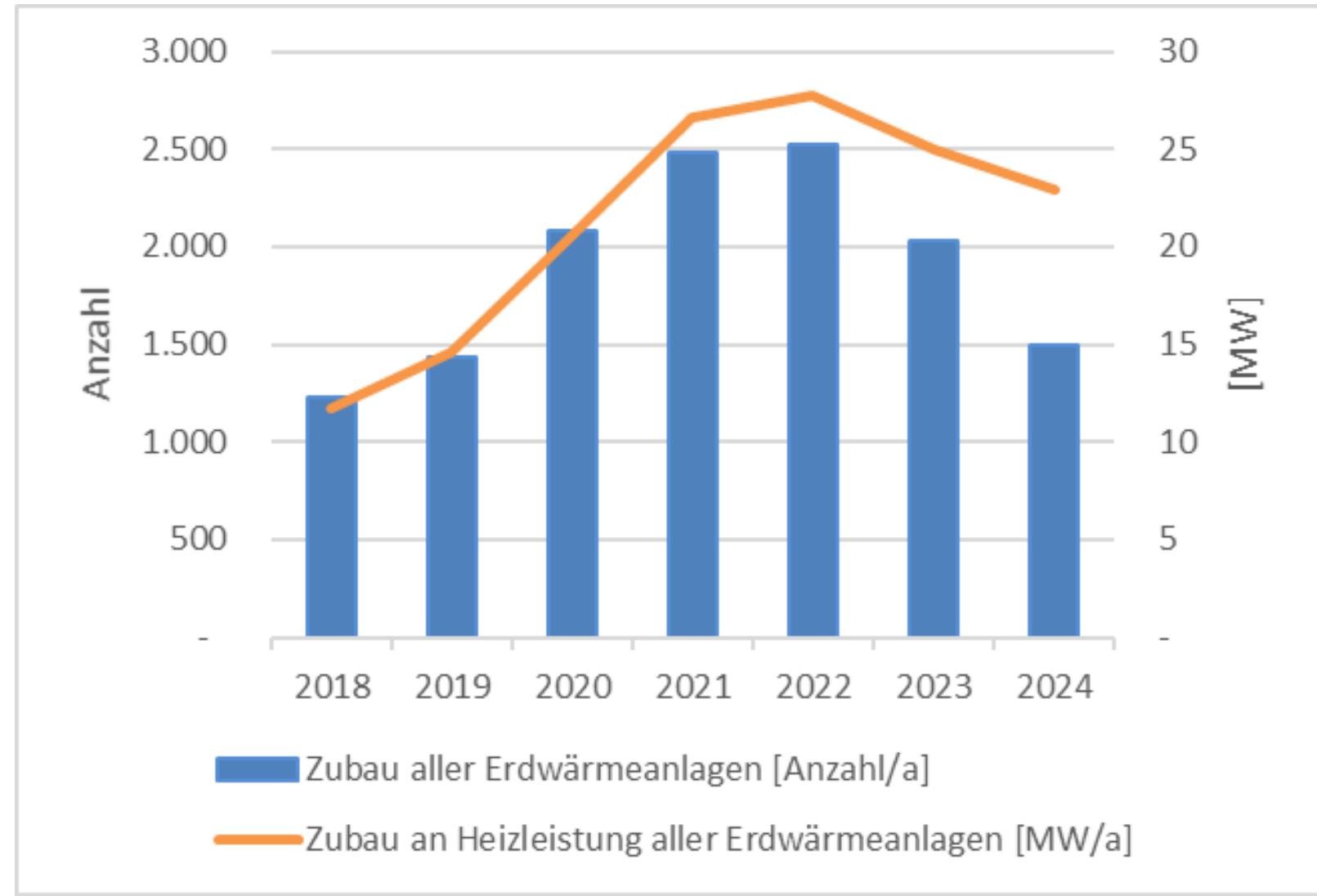


Geothermieranlagen in Niedersachsen



- Ca. 26.600 bestehende Anlagen in Niedersachsen
- Davon sind circa 650 Großanlagen mit mehr als 30 kW_{th} Heiz-/Kühlleistung

Aktuelle Marktentwicklung in Niedersachsen 2018-2024



- Der Zubau von Geothermieranlagen in den letzten 7 Jahren zwischen ca. 1.500 und 2.500 Anlagen pro Jahr
- Sinkende Anzahl im Zubau bei Vergrößerung der Anlagenleistung → Trend zu größeren Geothermieranlagen

Der Weg zum Ziel

Hoher Energiebedarf (Leistung z.B. MW Bereich)
→ Check Brunnensystem

Standortprüfung (Nutzungseinschränkung, Ergiebigkeit, Nachbarschaft)

Antrag/Anfrage bei der Wasserbehörde z.B. über die „Bohranzeige Online“ - AGU

Genehmigung mit Nebenbestimmungen Bauausführung

Anschluss Wärmequelle an Wärmepumpe/ Wärmenetz – Einrichten der Betriebsüberwachung

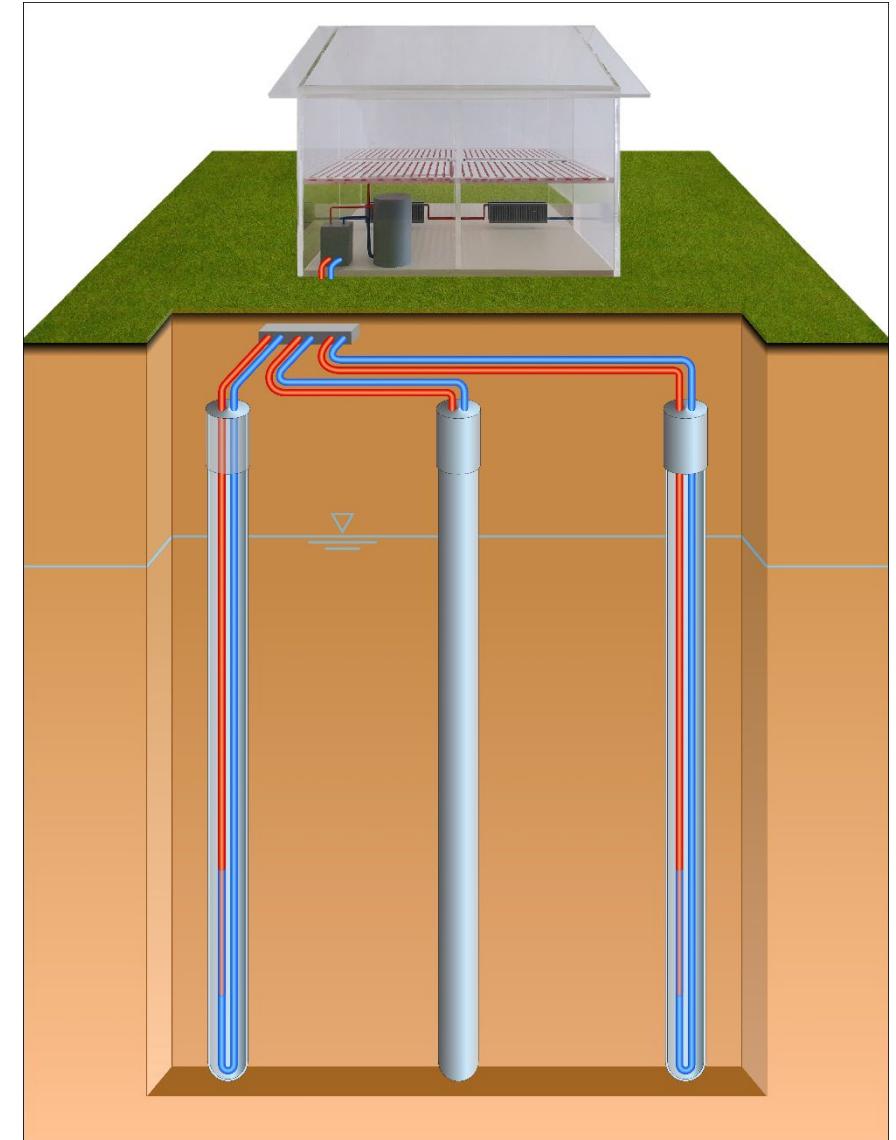
Versorgung von Gebäuden/ Netzen – regelmäßige Kontrolle der Betriebsdaten

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie – Niedersächsischer Geothermiedienst
geothermie@lbg.niedersachsen.de



Erdwärmesonden

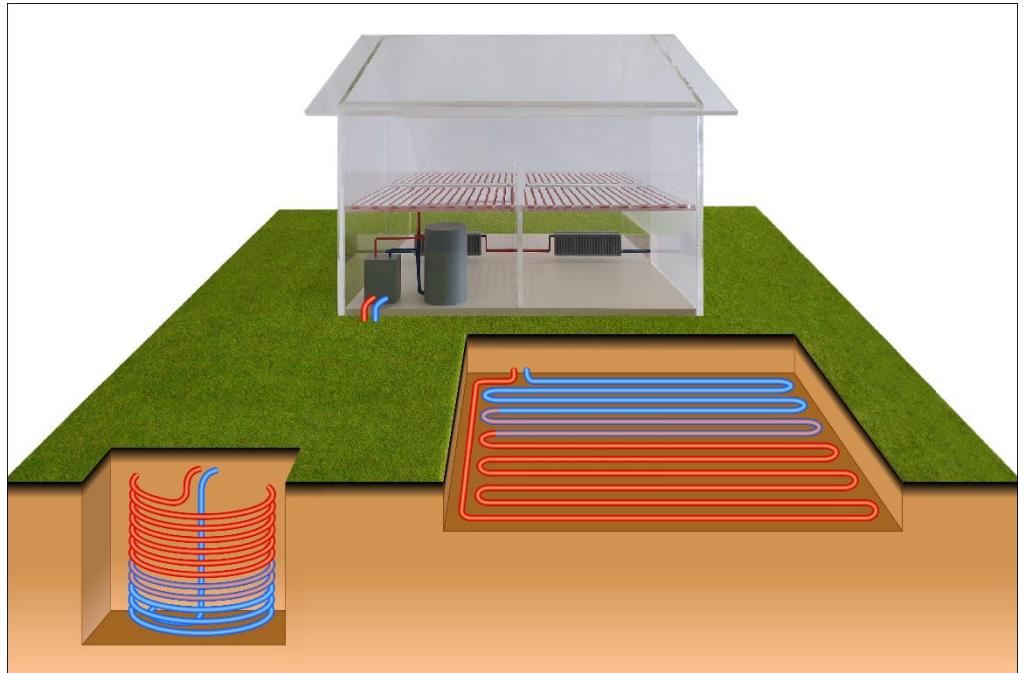
- Marktanteil 2024 in Niedersachsen: 91,5 %
- Bohrtiefe ca. 40-150 m
- Quelltemperatur ca. 10-13 °C
- Geschlossenes System für (fast) jeden Untergrund
- Unterschiedliche Bauformen und Betriebsmittel
- Erdwärmesonden bis 400 m Tiefe
(ca. 20 kW Heizleistung aus einer Bohrung möglich)



Quelle: LBEG

Erdwärmekollektor

- Markanteil 2024 in Niedersachsen: ca. 8 %
- Sonneneinstrahlung notwendig
- Wärmeentzug kann Pflanzenwachstum verzögern
- Spiralkollektoren in Reihe um größere Tiefen zu erschließen und weniger Fläche zu beanspruchen
- Grabenkollektoren z.B. unter der Drainage → Leistung steigernd
- **Bis 5 m Einbautiefe → Erdwärmekollektor;**
 > 5 m Einbautiefe → Erdwärmesonde



Quelle: LBEG

