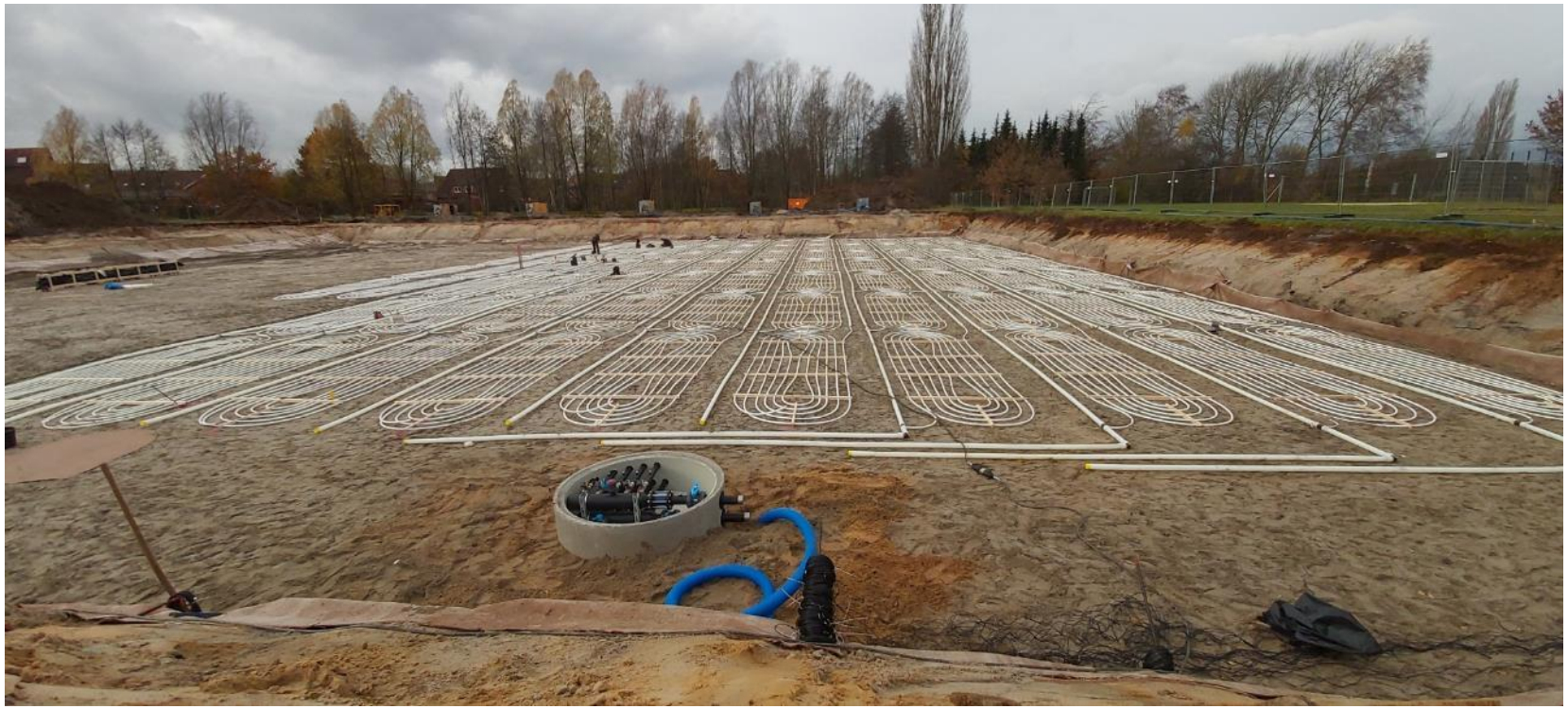
Boden, Wasser oder Luft?
Die Qual der Wahl bei der Wahl der richtigen Wärmequelle

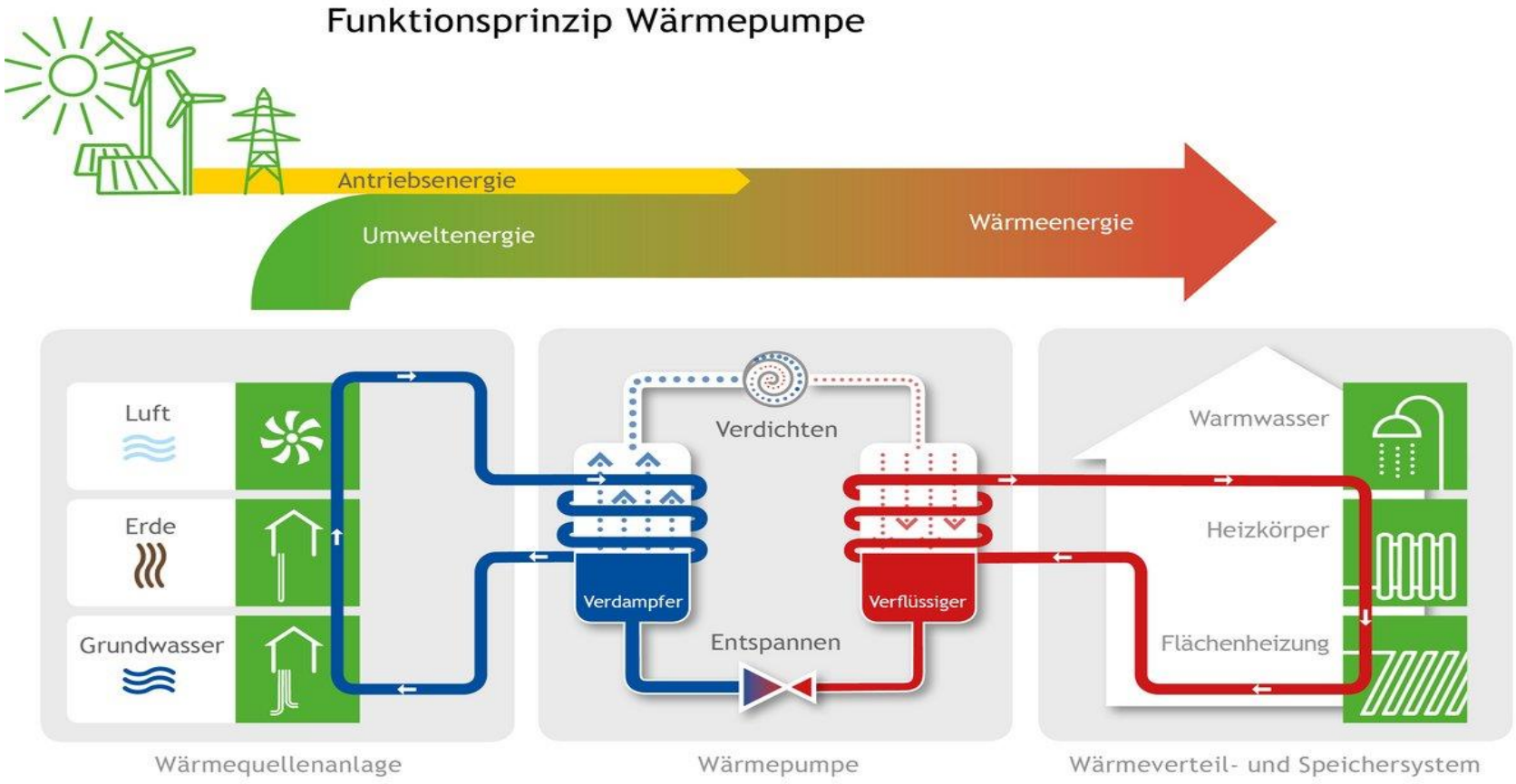
von Holger Jensen



Inhalt

- ➔ Prinzip der Wärmepumpe – Bedeutung der Wärmequelle
- ➔ Vor-/Nachteile unterschiedlicher Quellsysteme
- ➔ Marktentwicklung – Marktanteile der Wärmequellen
- ➔ Beispiel: Kaltes Nahwärmenetz mit Kollektor
- ➔ Fazit

Funktionsprinzip der Wärmepumpe



Quelle: BWP

Die Wärmepumpe entzieht dem Erdreich/der Luft ca. ¾ der benötigten Energie, der fehlende Anteil von ¼ wird dem System in Form von elektrischem Strom zugeführt und im Verdichter in Wärmeenergie hohen Temperaturniveaus gewandelt.

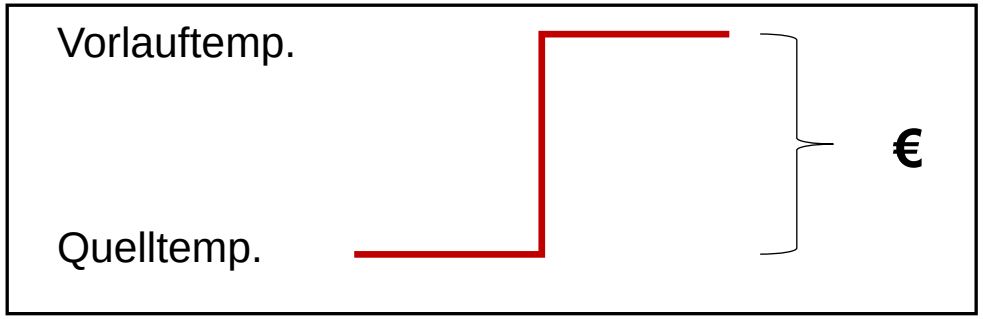
Leistungszahl einer Wärmepumpe in Abhängigkeit vom Temperaturhub

COP theoretisch		Wärmequellen-Temperatur in °C						
		-15	-10	-5	0	5	10	15
zu erzielende Vorlauftemperatur in °C	25	3,0	3,4	4,0	4,8	6,0	8,0	10
	30	2,7	3,0	3,5	4,0	4,9	6,1	8,1
	35	2,5	2,7	3,1	3,5	4,1	4,9	6,2
	40	2,3	2,5	2,8	3,1	3,6	4,2	5,0
	45	2,1	2,3	2,5	2,8	3,2	3,6	4,2
	50	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,7
	55	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,3

Quelle: Borderstep Institut, 2022

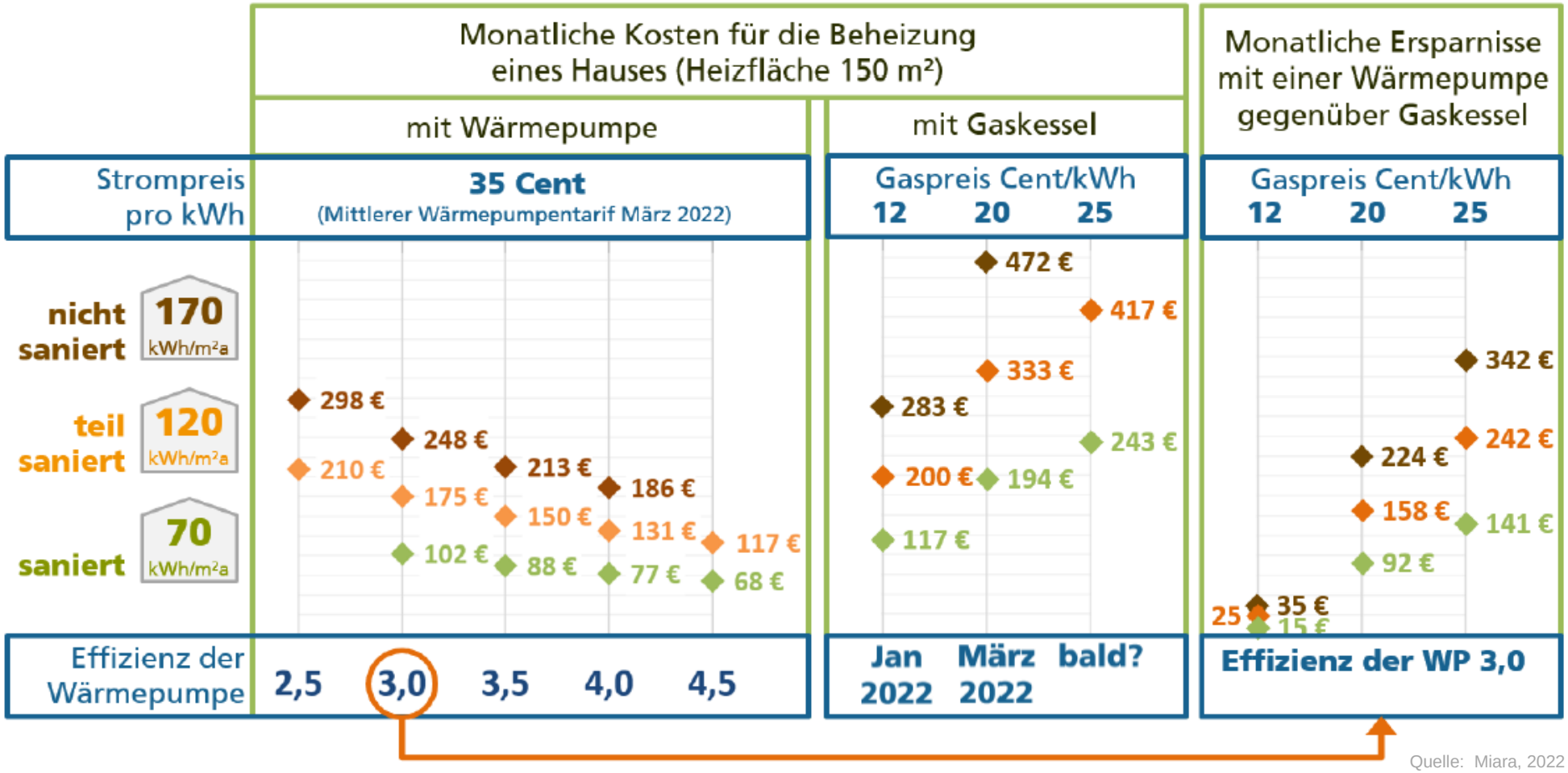
Theoretische Betrachtung, die COP Werte sind in der Praxis andere

- Je höher die Temperatur der Wärmequelle und
- je niedriger der nötige Temperaturhub,
- desto höher die Leistungszahl und
- desto niedriger die Stromkosten für den Betrieb der Wärmepumpe.



Die Auswirkung von Strom- und CO2-Preis auf den Preis der Wärme

Monatliche Betriebskosten –Betrachtung Stand Sommer 2022



Quelle: Miara, 2022

Bauarten von Wärmepumpen

1. Die **Luft-Wasser Wärmepumpe** pumpt Wärme aus der Luft in einen Wasserkreislauf, der die Wärme im Gebäude verteilt.
2. Die **Luft-Luft Wärmepumpe** pumpt Wärme aus der Luft in einen zweiten Luftstrom, der in das Gebäude geblasen wird.
3. Die **Wasser-Wasser Wärmepumpe** pumpt Wärme aus einem Gewässer, also einem See, einem Fluss, dem Grundwasser oder einem Abwasserkanal in einen Wasserkreislauf, der die Wärme im Gebäude verteilt.
4. Die **Sole-Wasser Wärmepumpe** pumpt Wärme aus einer Erdwärmesonde in einen Wasserkreislauf, der die Wärme im Gebäude verteilt.

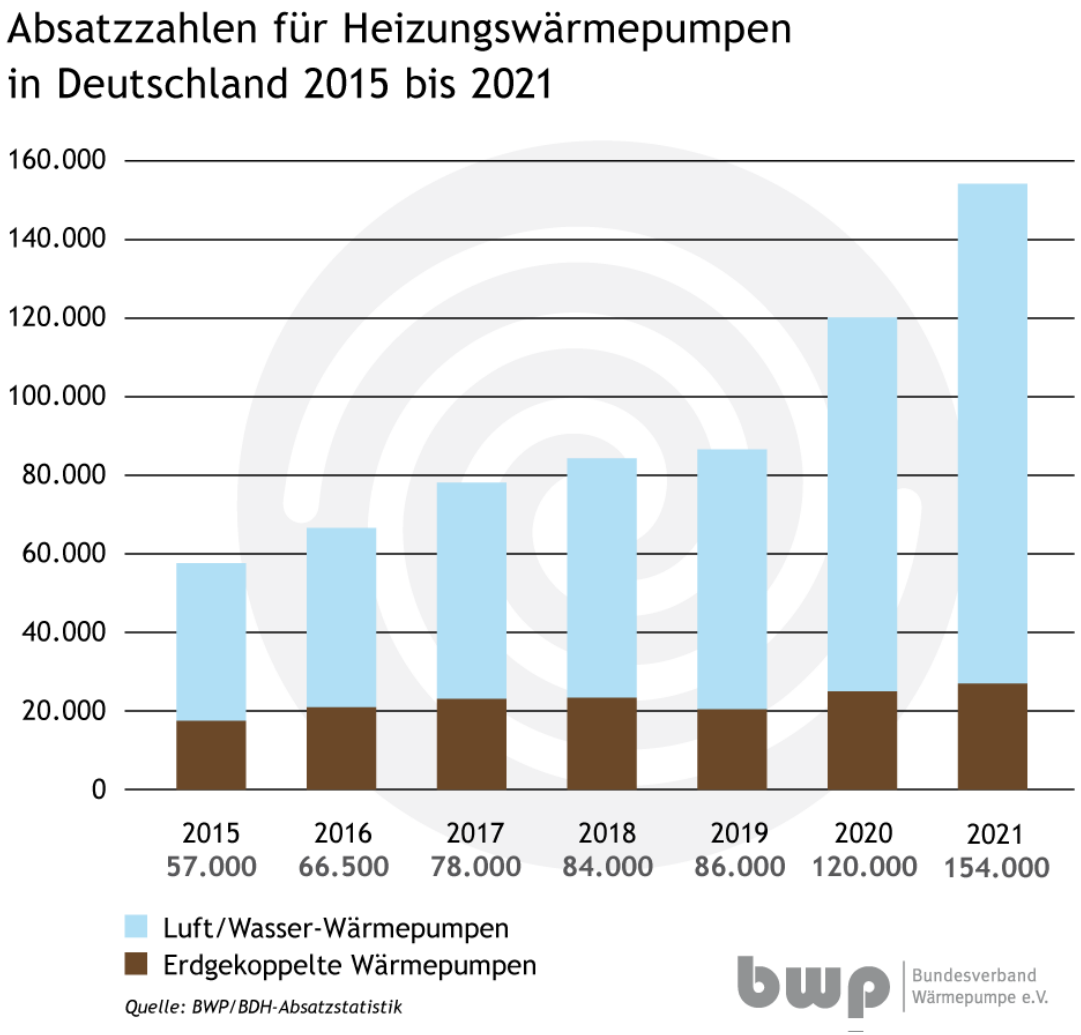
Inhalt

- ➔ Prinzip der Wärmepumpe – Bedeutung der Wärmequelle
- ➔ Vor-/Nachteile unterschiedlicher Quellsysteme
- ➔ Marktentwicklung – Marktanteile der Wärmequellen
- ➔ Beispiel: Kaltes Nahwärmenetz mit Kollektor
- ➔ Fazit

Luftwärmepumpen (Luft-WP)

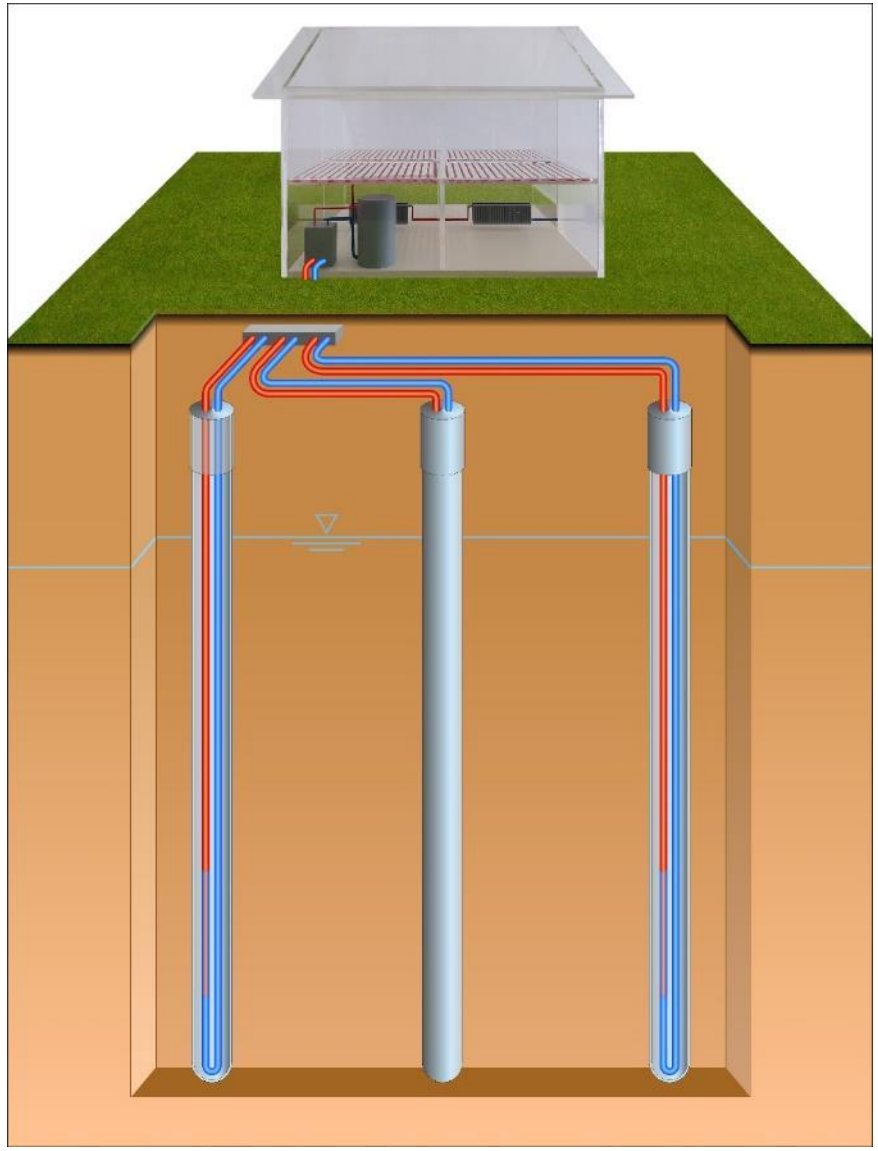
- Häufigstes primäres Heizsystem im Neubau (Marktanteil 45,4% in Deutschland)
- Einfach zu errichten ohne größere bauliche Maßnahmen
- Quelltemperatur geringer als bei erdgekoppelten Systemen → Effizienz (COP) etwas kleiner
- Geräuschentwicklung (Lärm) ist zu beachten

Quelle: LBEG



Erdwärmesonden-Wärmepumpen (EWS-WP)

- Marktanteil ca. 80 %
  - 2020 in NI: ca. 92 %
- Bohrtiefe ca. 40-150 m
- Quelltemperatur ca. 10-13 °C
- Geschlossenes System für (fast) jeden Untergrund
- Hohe Standards bei Materialien
- Unterschiedliche Bauformen und Betriebsmittel



Quelle: LBEG

Beispiele für Bohrstellen

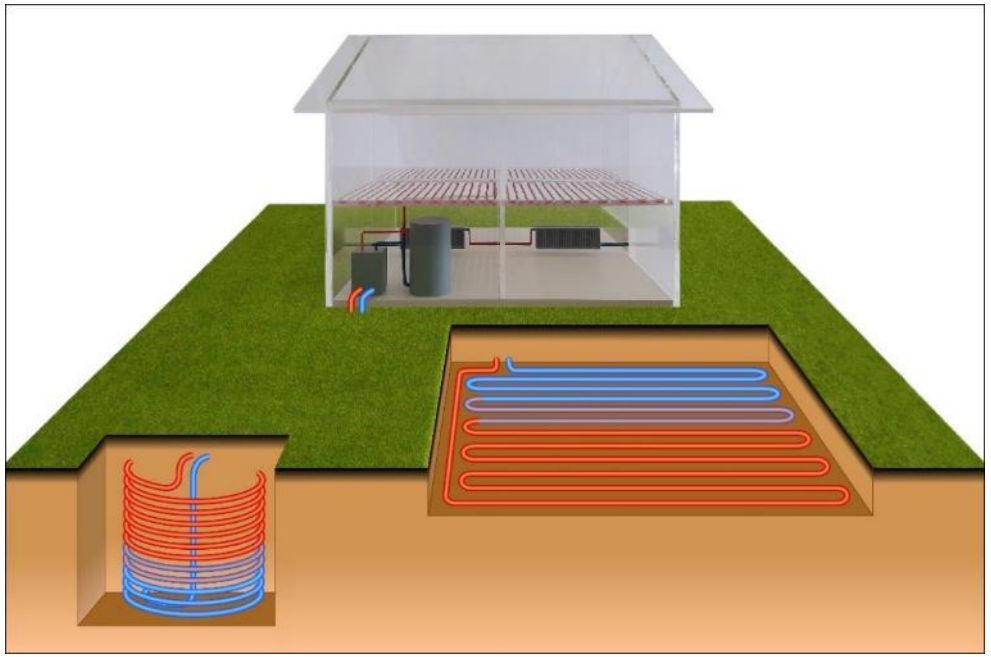
Bohrstelle in Wolfsburg

Bohrstelle Schloss Herrenhausen

Quelle: LBEG

Erdwärmekollektoren –Wärmepumpen (EWK-WP)

- Markanteil ca. 15 %
  - 2020 in NI: 7 %
- Unterschiedliche Bauformen (Flächenkollektor, Körbe, Spiralen, Gräben etc.)
- Sonneneinstrahlung notwendig
- Wärmeentzug kann Pflanzenwachstum verzögern
- Regenwasserverrieselung → Leistung steigernd
- **Bis 5m** Einbautiefe → Erdwärme**kollektor**;
  >5m Einbautiefe → Erdwärmesonde



Quelle: LBEG

Bauformen Erdwärmekollektoren – Einbaubeispiele

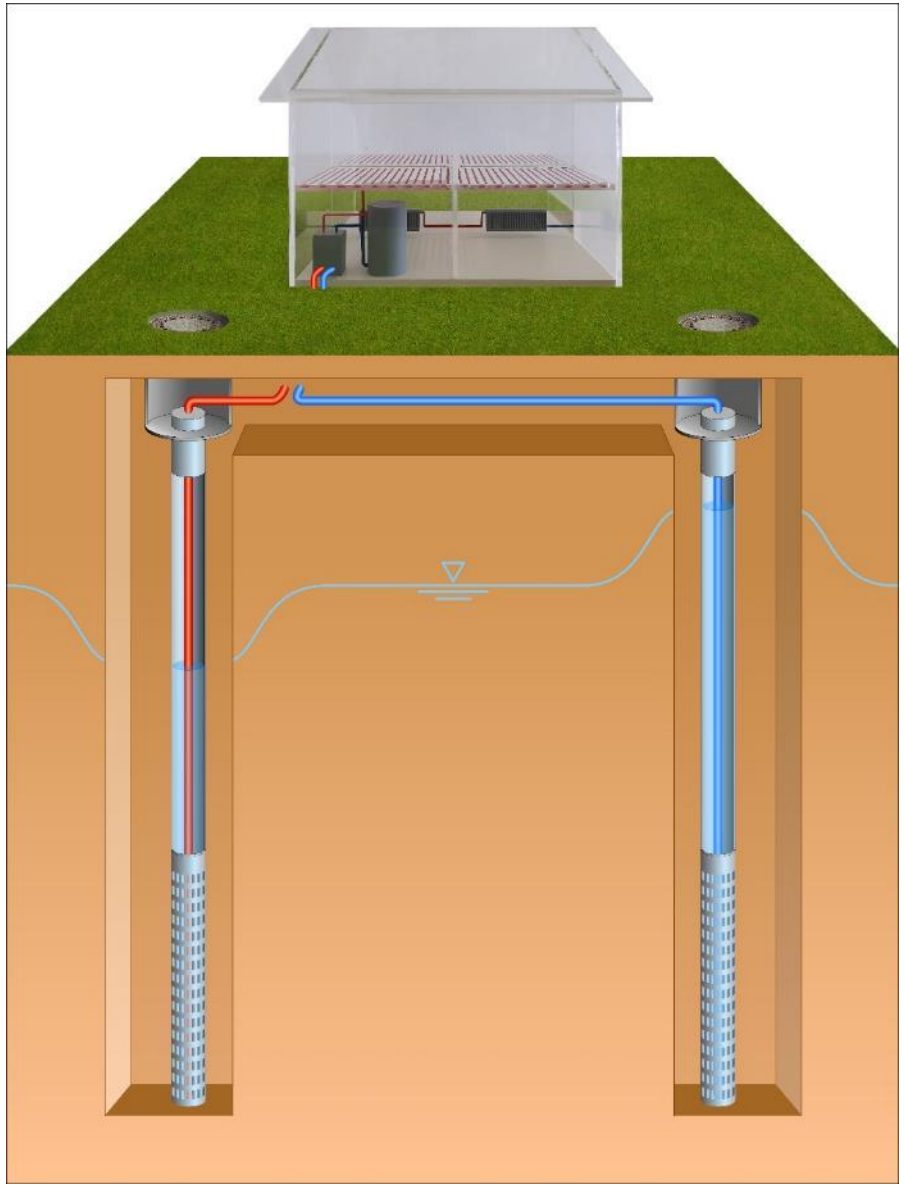
Spiralkollektor

Flächenkollektor

Quelle: LBEG

Erdwärmebrunnen-Wärmepumpen (EWB-WP)

- Marktanteil ca. 5 %
  - 2020 in NI: < 1 %
- Direkte Wärmenutzung aus dem Grundwasser
- Hohe Wärmekapazität → 1 m³ ≈ 5 kW (z. B. Einfamilienhaus: benötigte Wassermenge ca. 1,5 m³/h)
- **Einschränkung 1:** Wasserquantität
- **Einschränkung 2:** Wasserqualität (zusetzen von Filterschlitzen /Wärmetauschern)
- **Einschränkung 3:** Grundwasserflurabstand



Quelle: LBEG

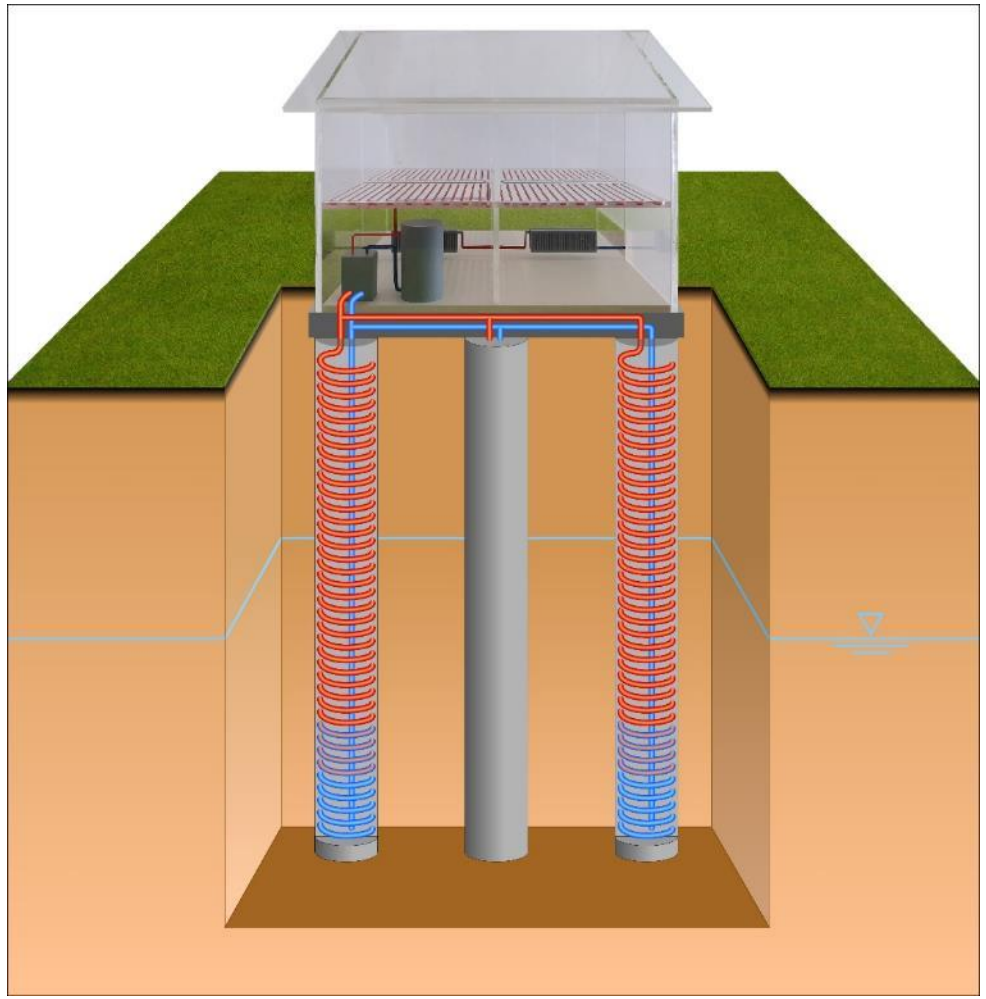
Erdwärmebrunnensysteme

- Regelungen und Systemanforderungen nach DVGW (Brunnenbau), VDI 4640 und Wasserrechtsverordnungen
- Standard Bauform → „Einfachdublette“
- Größere Anlagen → 1 oder mehr Förder-, 2 oder mehr Schluckbrunnen
- Anlagen mit Oberflächenwassernutzung, d. h. Pumpen und Wärmetauscher im Gewässer (See/Fluss)
- Leistungsbereiche von über 1 MW möglich

Quelle: LBEG

Thermisch aktivierte Gründungspfähle

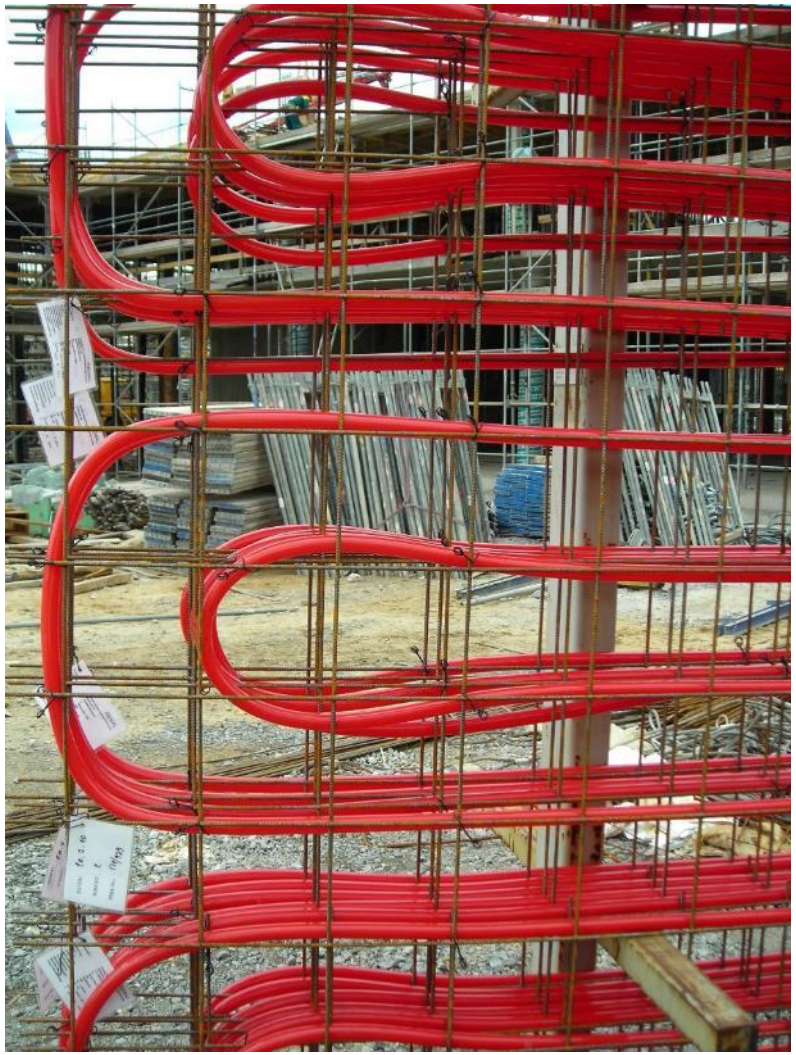
- Marktanteil in Niedersachsen < 1 %
- Übliche Länge ca. 5-25 m
- Bei Erfordernis einer Pfahlgründung ist eine zusätzliche thermische Nutzung sinnvoll und kostengünstig
- Mit Rohrkreisen bestückte Gründungspfähle
- Effekte wie Frostbildung oder eine temperaturbedingte Querschnittsveränderung müssen vermieden werden
- Größere Anlagen oft als Grundlastanlagen anzusehen
- Betrieb als Wechselspeicher empfohlen (Heizen + Kühlen)
- Tragfähigkeit des Pfahles wird nicht beeinflusst
- Bauformen: Fertigpfähle, Presspfähle, Hohlpfähle oder Ortbetonpfähle



Quelle: LBEG

Thermisch aktivierte Bauteile

- Aktivierte Gründungspfähle
- Tunnelbauwerke
- Aktivierte Schlitzwände/
  sonstige Gründungsbauteile

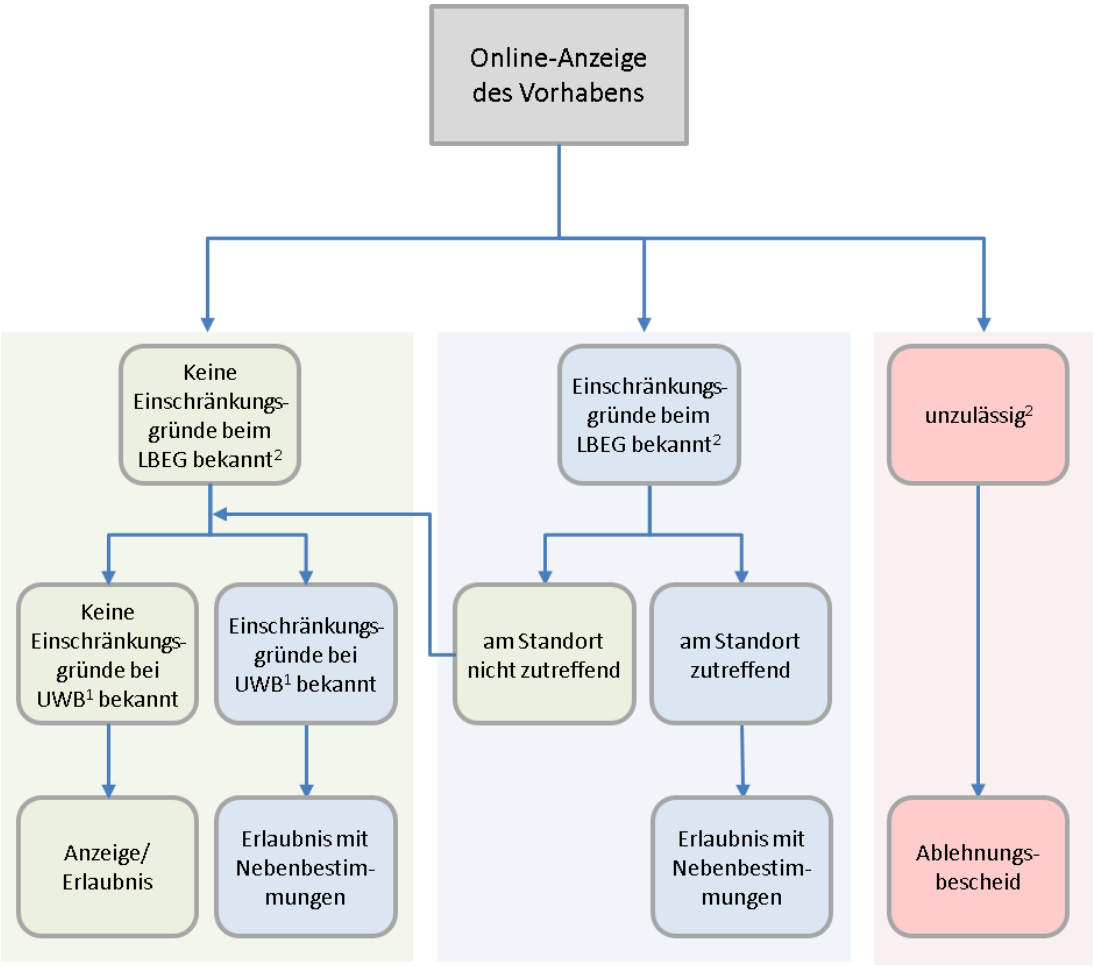


Quelle: LBEG

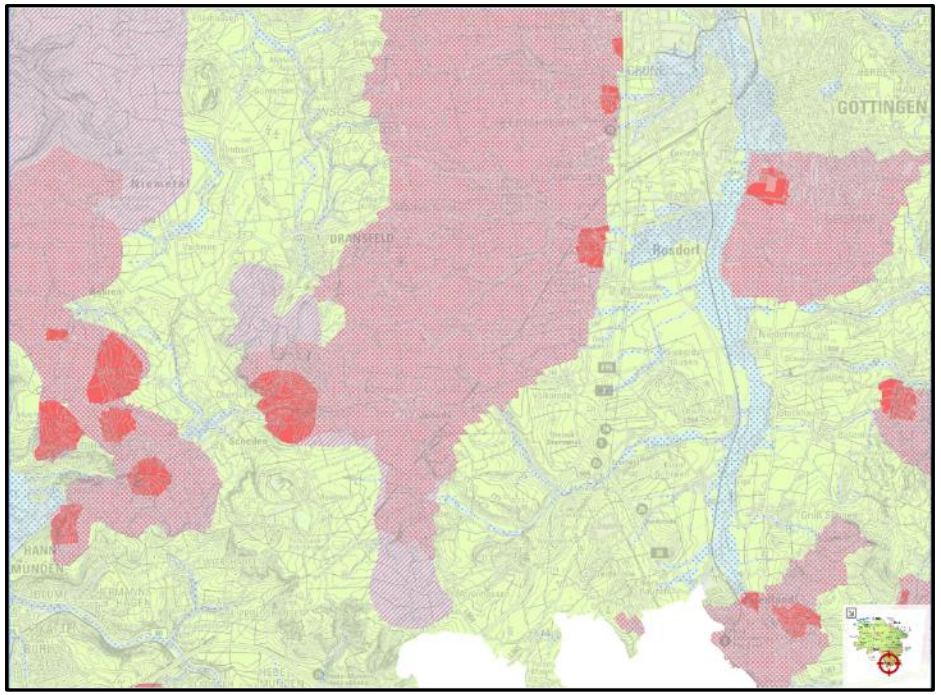
Vor- und Nachteile der einzelnen Wärmepumpensysteme

System	Vorteil	Nachteil
Luft-WP	• kostengünstig • einfaches Genehmigungsverfahren • Gewerk aus einer Hand (Heizungsbau)	• Geräuschentwicklung • kürzere Lebensdauer • höhere Betriebskosten
EWS-WP	• hohe Effizienz • wartungsarm • lange Lebensdauer • gut mit anderen Energiequellen koppelbar	• hohe Investitionskosten • Umfangreiches wasserrechtliches Erlaubnisverfahren
EWK-WP	• kostengünstiger als EWS • wartungsarm • lange Lebensdauer • mit anderen Energiequellen koppelbar	• hohe Investitionskosten • wasserrechtliches Erlaubnisverfahren erforderlich
EWB-WP	• höchste Effizienz • sehr hohe Leistungen möglich • Investitionskosten bei großen Anlagen verhältnismäßig gering	• Oft nicht möglich (Standortbedingungen) • Umfangreiches wasserrechtliches Erlaubnisverfahren • Erkundungskosten – Risiko Projektabbruch

Anzeige-/Antragsverfahren für Erdwärmeanlagen in Niedersachsen



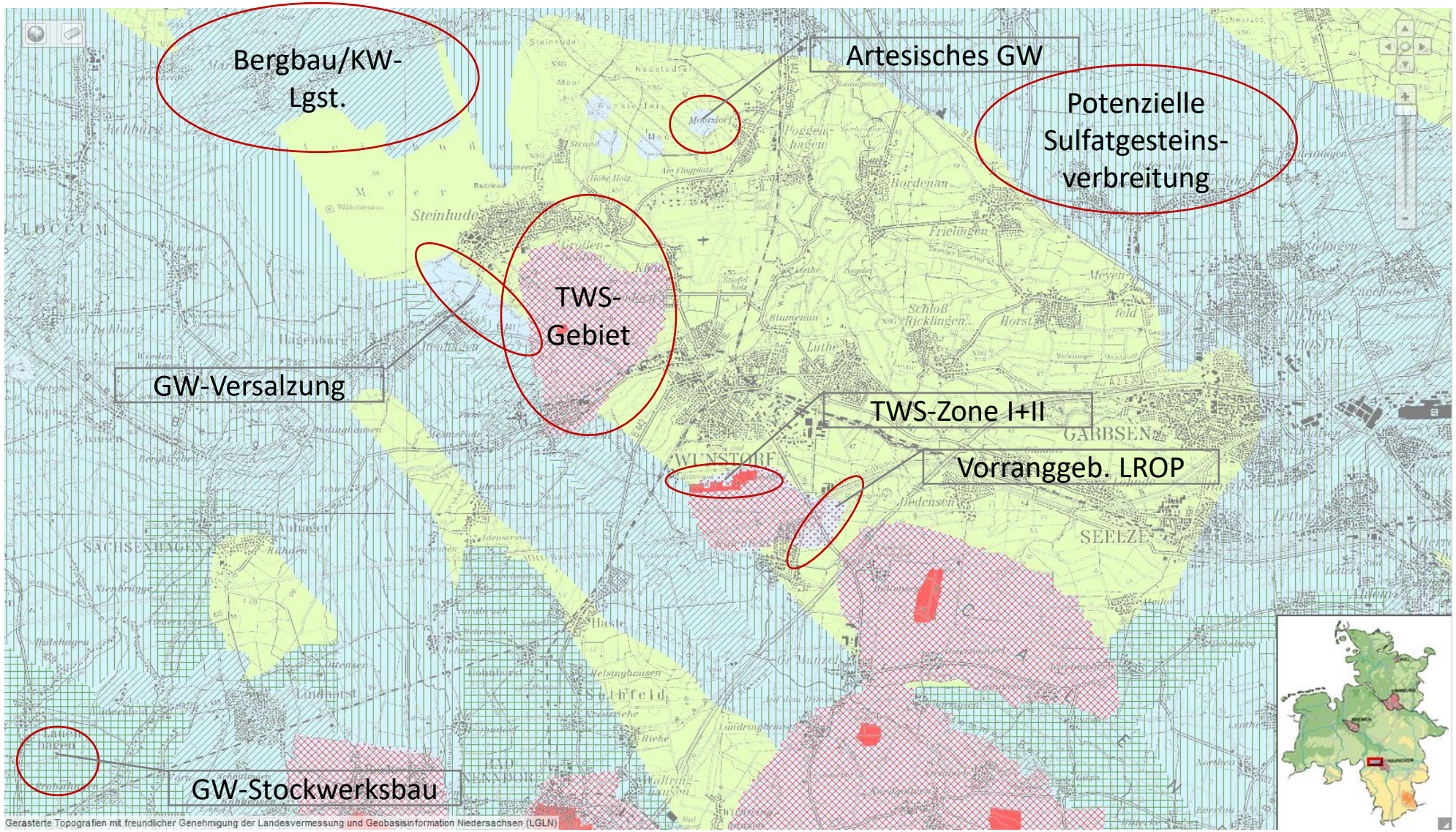
[1] UWB: Untere Wasserbehörde
[2] http://nibis.lbeg.de/cardomap3/



Legende

- unzulässig, Trinkw asser- oder Heilquellenschutzgebiet (Schutzzone 1, 2 oder A)
- Einschränkungsgrund: Trinkw asser- oder Heilquellenschutzgebiet (Schutzzone 3, 4, 5, 6, B, D oder keine Angabe)
- Einschränkungsgrund: Vorranggebiet Trinkw assergew innung gem. LROP Stand 21.01.2008
- Einschränkungsgrund: Gefährdungsbereich durch Erdfälle
- Einschränkungsgrund: Gefährdungsbereich durch Bergbautätigkeiten
- Einschränkungsgrund: geringer Grundw asserflurabstand
- Keine Einschränkungsgründe bekannt

Karte Nutzungsbedingungen – Erdwärmesonden

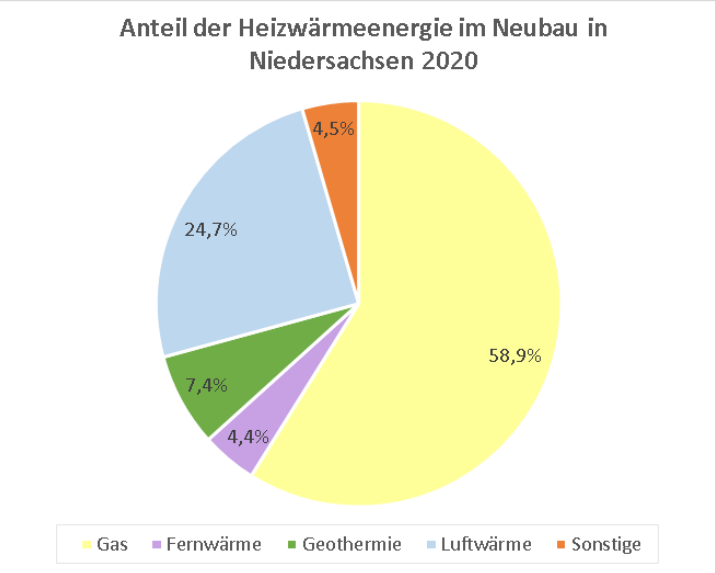


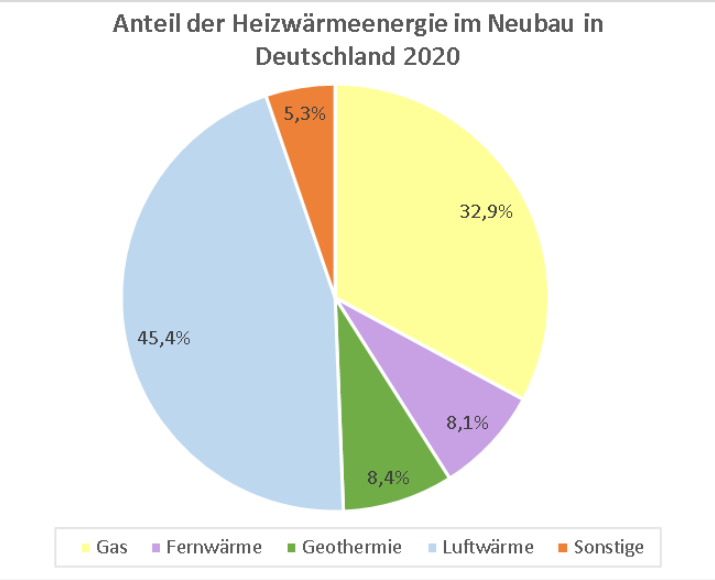
Quelle: NIBIS® Kartenserver; Gerasterte Topografien mit freundlicher Genehmigung des Landesamtes für Geobasisinformation und Landesvermessung Niedersachsen LGLN

Inhalt

- ➔ Prinzip der Wärmepumpe – Bedeutung der Wärmequelle
- ➔ Vor-/Nachteile unterschiedlicher Quellsysteme
- ➔ Marktentwicklung – Marktanteile der Wärmequellen
- ➔ Beispiel: Kaltes Nahwärmenetz mit Kollektor
- ➔ Fazit

Marktentwicklung in Niedersachsen und Deutschland im Vergleich



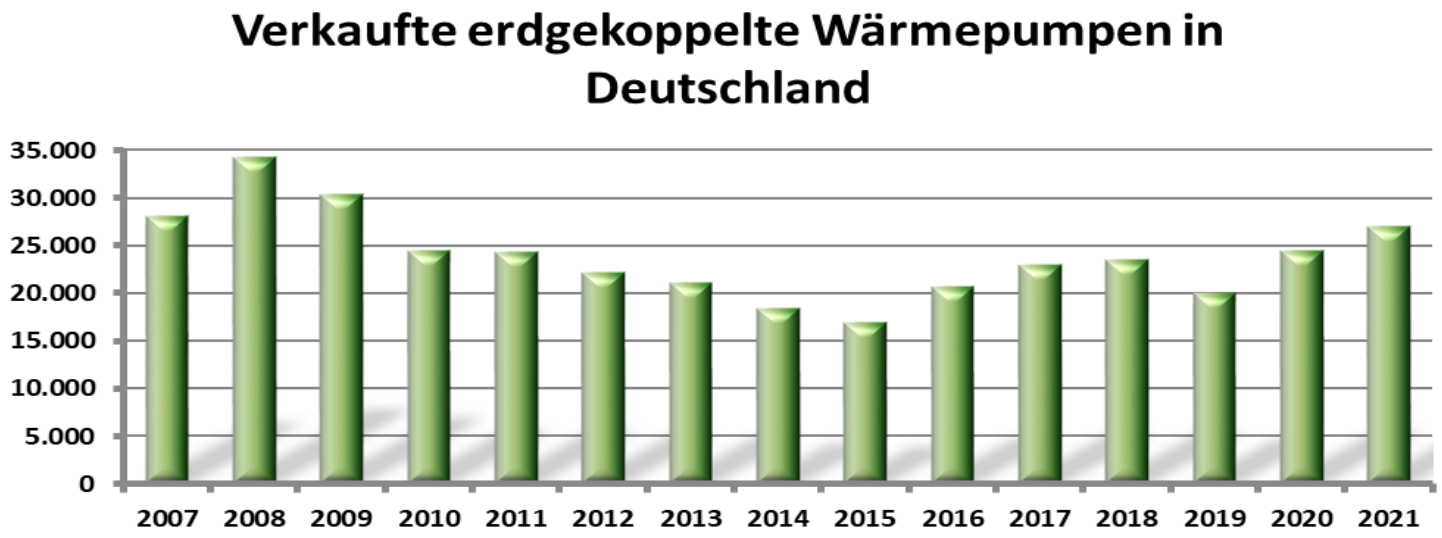


Pressemitteilung Nr. 226 vom 2. Juni 2022

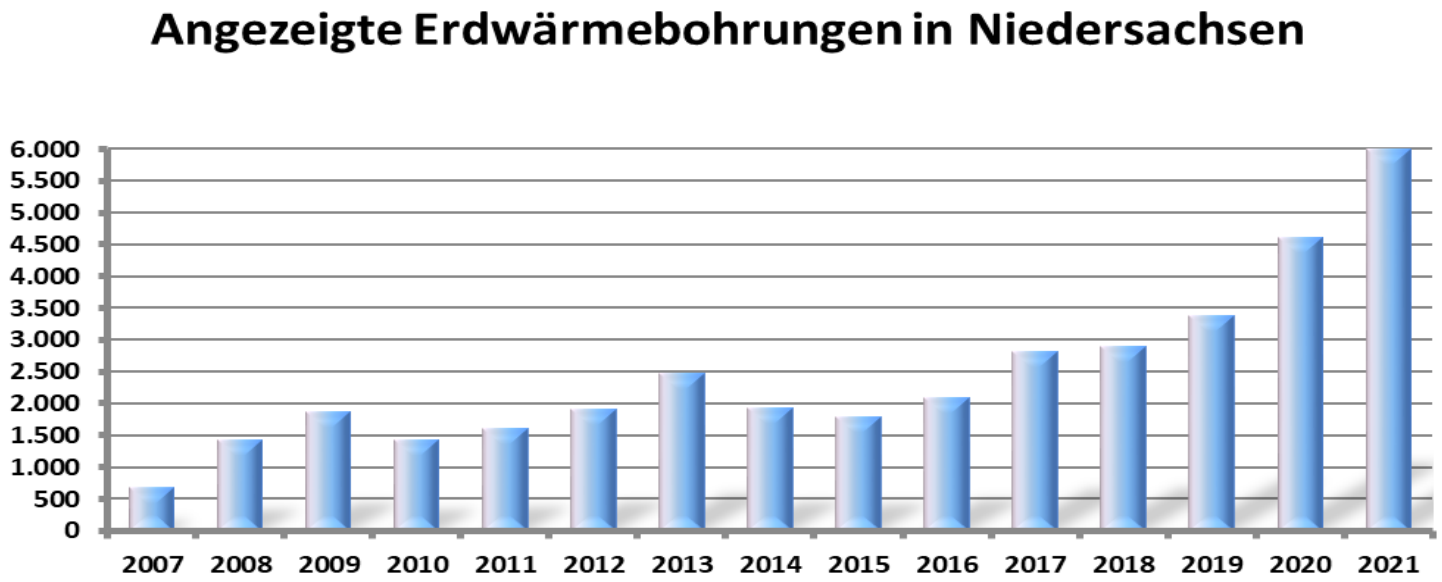
- **Wärmepumpen wurden in 50,6 % der im Jahr 2021 fertiggestellten Wohngebäude als primäre Heizung eingebaut – 2015 hatte der Anteil noch bei 31,4 % gelegen**
- **Gasheizungen kommen immer seltener zum Einsatz: Sie werden in 34,3 % der Neubauten als primäre Heizung genutzt – 2015 lag der Anteil noch bei 51,5 %**
- **Insgesamt stieg der Anteil erneuerbarer Energien als Heizenergiequelle zwischen 2015 und 2021 von 61,5 % auf 70,7 %**

Quelle: © Destatis Statistisches Bundesamt (Destatis), | 2022

Vergleich Marktentwicklung Niedersachsen und Deutschland



Absatzzahlen erdgekoppelter Heizungswärmepumpen in Deutschland (nach Bundesverband Wärmepumpen e.V., 09/2022)



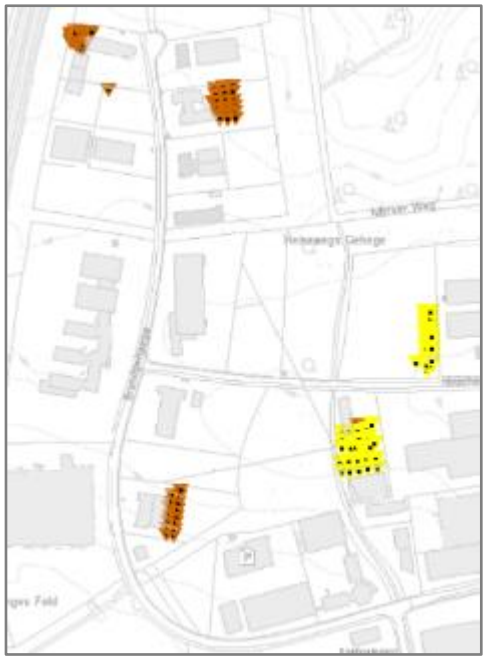
Anzahl der in Niedersachsen angezeigten Erdwärme-bohrungen (Stand 09/2022)

Inhalt

- ➔ Prinzip der Wärmepumpe – Bedeutung der Wärmequelle
- ➔ Vor-/Nachteile unterschiedlicher Quellsysteme
- ➔ Marktentwicklung – Marktanteile der Wärmequellen
- ➔ Beispiel: Kaltes Nahwärmenetz mit Kollektor
- ➔ Fazit

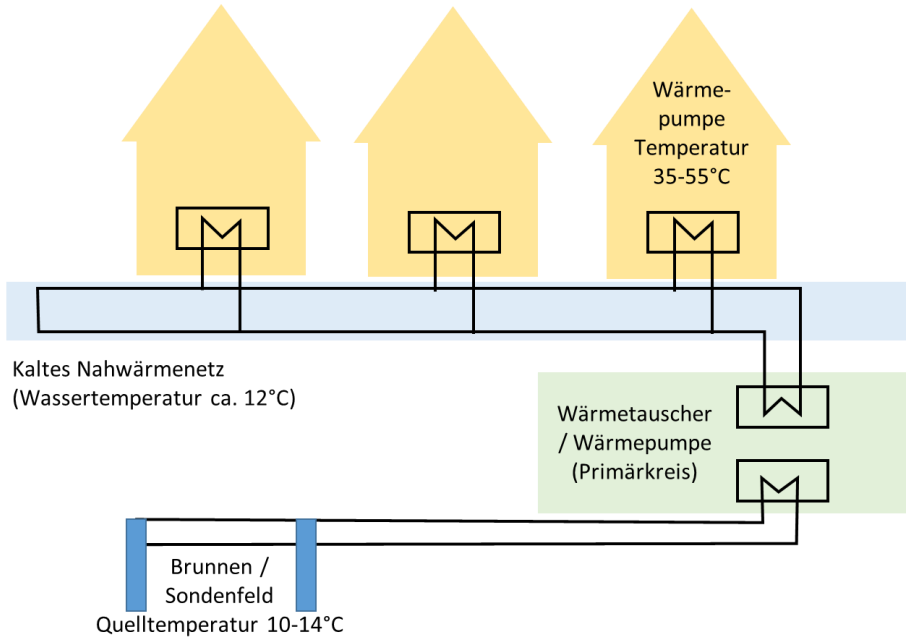
Problem: Häufung von Erdwärmeanlagen mit gegenseitiger Beeinflussung

- Anlagen im Einfamilienhausbereich werden isoliert betrachtet → bei zu optimistischer Auslegung Probleme möglich
- Besser: Nutzung der Geothermie in der Bauleitplanung berücksichtigen → realistischen Rahmen setzen
- Noch besser: Zentrale Wärmequelle mit kalter Nahwärmeverteilung



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

Kalte Nahwärmenetze – Erfahrungsstand



- Eine Wärmequelle (Brunnen, Sondenfeld, Kollektorfeld) für alle Häuser
- Wärmequelle übergibt Energie an das Nahwärmenetz, aus dem sich alle Gebäude mit ihrer Wärmepumpe versorgen
- Die „kalte Seite“ des Netzes wird für die Kühlung verwendet
- 2 Projekte realisiert, 2 im Bau, weitere in der Vorplanung
- Anfrage von Kommunen für i.d.R. Neubaugebiete ohne Gasnetz, Vermeidung von „Lärmproblematik“ durch Luft-Wärmepumpen
- Anschlusszwang (direkt/indirekt) notwendig
- Nutzung der Grünflächen, Spielplätze, Regenrückhaltebecken ggf. Parkflächen
- Erfahrungen über den Betrieb und saisonale Speicherungen liegen in Niedersachsen noch nicht vor

Quelle: LBEG

Vorteile und Hemmnisse bei kalten Nahwärmenetzen

Vorteile kalter Nahwärmenetze

- Optimierte standortbezogene Dimensionierung durch Fachplanungsfirmen und nachhaltige Auslegung des Temperaturverhaltens
- „Nachsteuern“ im Betrieb durch Erweitern von Wärme- oder Kältequellen möglich
- Preislich günstiger als die Summe von Einzelanlagen
- Einkoppeln von „Abfallenergien“ möglich

Hemmnisse kalter Nahwärmenetze

- Wirtschaftlich nur durchführbar bei sehr hoher Anschlussquote – Anschlusszwang?
- Bindung der Nutzer an einen zentralen Versorger (unterschiedliche Betreibermodelle möglich)
- Im Bestandsbau aufwendig, da Verlegung des Netzes in bestehender Infrastruktur schwierig

Praxisbeispiel: Wohnquartier Hüttengelände, Neustadt am Rübenberge

- Erdwärmekollektorfeld zur Versorgung eines Wohnquartiers – kaltes Nahwärmenetz
- Neubau, 3 Bauabschnitte (1. Abschnitt fertiggestellt)
- Eckdaten Bauabschnitt 1:
  - 600 WE – 55 EFH, 18 DHH, 16 RH/REH, 43 MFH, 1 Kita
  - Verlegung: einlagig unter Regenrückhaltebecken
    + zweilagig unter Mähwiese
  - Kollektorfläche gesamt 15.300 m²
  - Länge des Nahwärmenetzes:
    64 km Kollektorleitung
  - Energiebedarf 3 GWh

Quelle: LBEG

Inhalt

- ➔ Prinzip der Wärmepumpe – Bedeutung der Wärmequelle
- ➔ Vor-/Nachteile unterschiedlicher Quellsysteme
- ➔ Marktentwicklung – Marktanteile der Wärmequellen
- ➔ Beispiel: Kaltes Nahwärmenetz mit Kollektor
- ➔ Fazit

Fazit

- Vielzahl von Wärmequellen sind in der Regel vorhanden
- Wahl der Wärmequelle sollte standortabhängig erfolgen - Faktoren wie
  - Gebäudedichte - Lärmschutz
  - Freiflächenanteil zur Quellerschließung
  - genehmigungsrechtliche Einschränkungen (z.B. Trinkwasserschutzgebiete)
  - bohrungsrelevante Untergrundeinschränkungen (z.B. Salzstockhochlagen)
  - Grundwasserverhältnisse (z.B. Tiefenlage, Wasserqualität)

  sollten geprüft werden.

Erfahrungen aus realisierten Projekten liegen oft schon vor und bieten eine gute Orientierung

Eine kurze Prüfung der verschiedenen Optionen sollte vor der Wahl eines neuen Heizsystem immer erfolgen