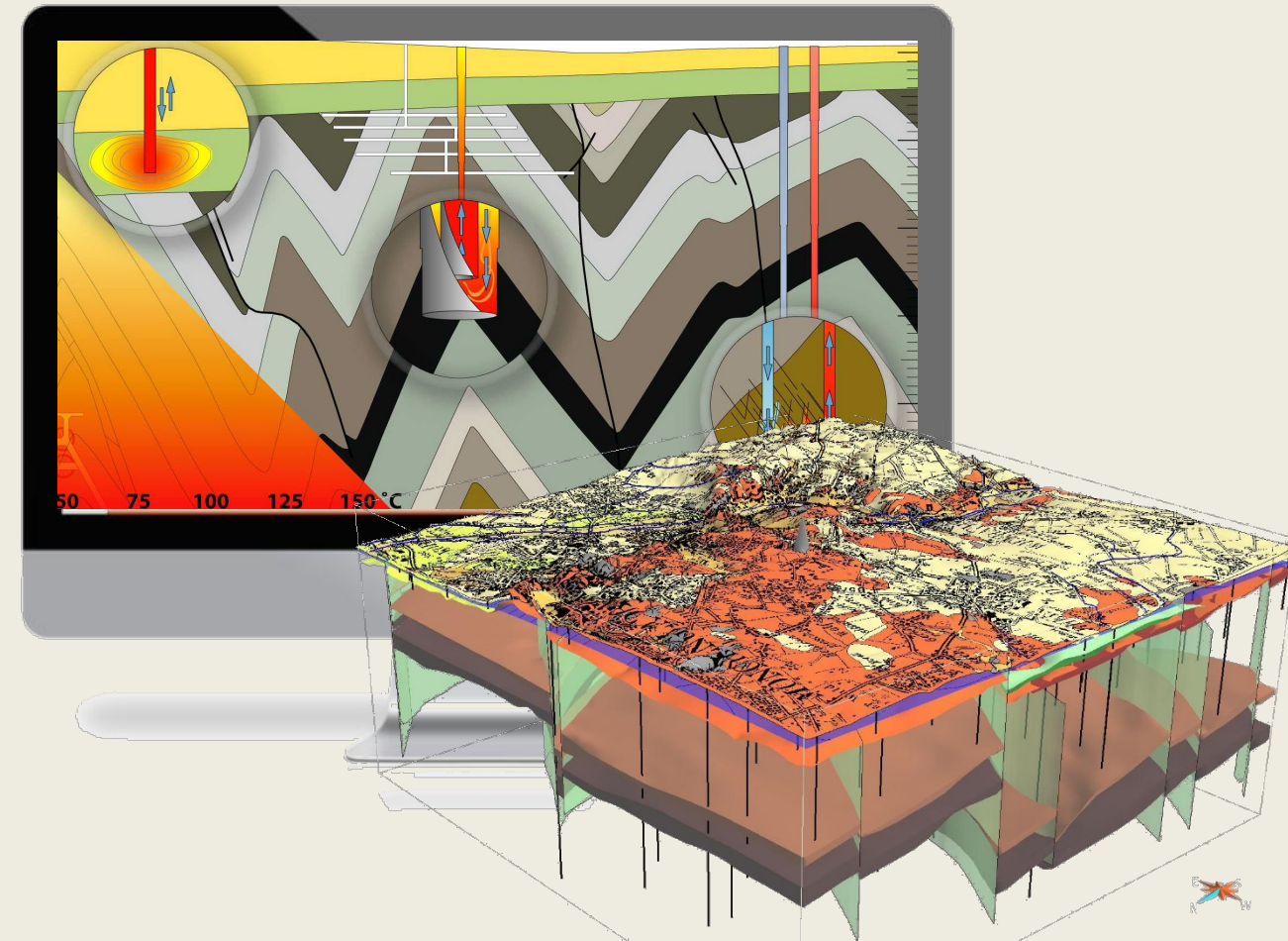


Das neue Geothermieportal NRW

Anwendung und Planung geothermischer Anlagen

Ingo Schäfer
Alena Ullmann



Was ist neu an dem Portal?

- Das Geothermie-Portal wurde auf Wärmeleitfähigkeit umgestellt
- der kostenpflichtige Zugang eingestellt
- neuer Layer „erhöhte Fließgeschwindigkeit“
- Layer „hydrogeologisch sensible Bereiche“ wurde aktualisiert

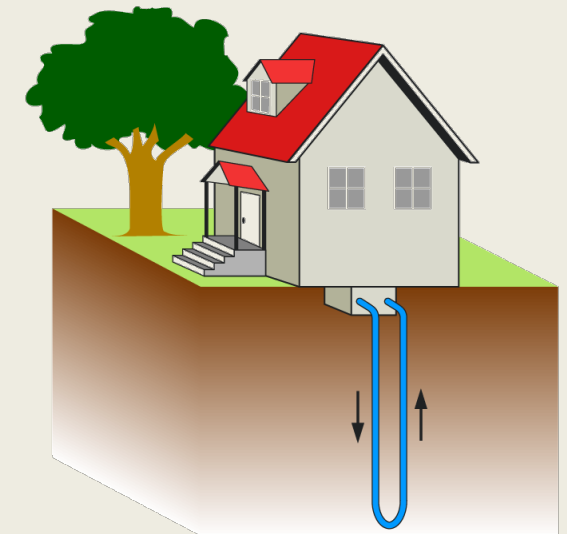
**kleine Änderungen –
große Wirkungen**

Legende

Erdwärmesonden

Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]

	sehr gut	(> 3,5)
	sehr gut	(3,0 – 3,4)
<hr/>		
	gut	(2,5 – 2,9)
	gut	(2,0 – 2,4)
<hr/>		
	mittel	(1,5 – 1,9)
	mittel	(1,0 – 1,4)
<hr/>		
	gering	(0,5 – 0,9)
	gering	(< 0,5)



Geothermie in NRW – Standortcheck

[Impressum](#) | [Datenschutz](#)

Themen

Erdwärmekollektoren i

1800 (2400) Betriebsstunden/Jahr

Erdwärmesonden i

Erhöhte Fließgeschwindigkeit

40 m Sondenlänge

60 m Sondenlänge

80 m Sondenlänge

100 m Sondenlänge

Hydrogeologisch kritische Bereiche i

Wasser- und Heilquellenschutzgebiete

weitere Bereiche (nur Erdwärmesonden)

Standorteignung

[Erdwärmesonden](#)

[Schichtenprofil](#)

Legende

Erdwärmesonden

Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]

	sehr gut (> 3,5)
	sehr gut (3,0 – 3,4)
	gut (2,5 – 2,9)
	gut (2,0 – 2,4)
	mittel (1,5 – 1,9)
	mittel (1,0 – 1,4)
	gering (0,5 – 0,9)
	gering (< 0,5)

Rechtswert: 337.477 Hochwert: 5.685.549 (ETRS89 / UTM zone 32N)

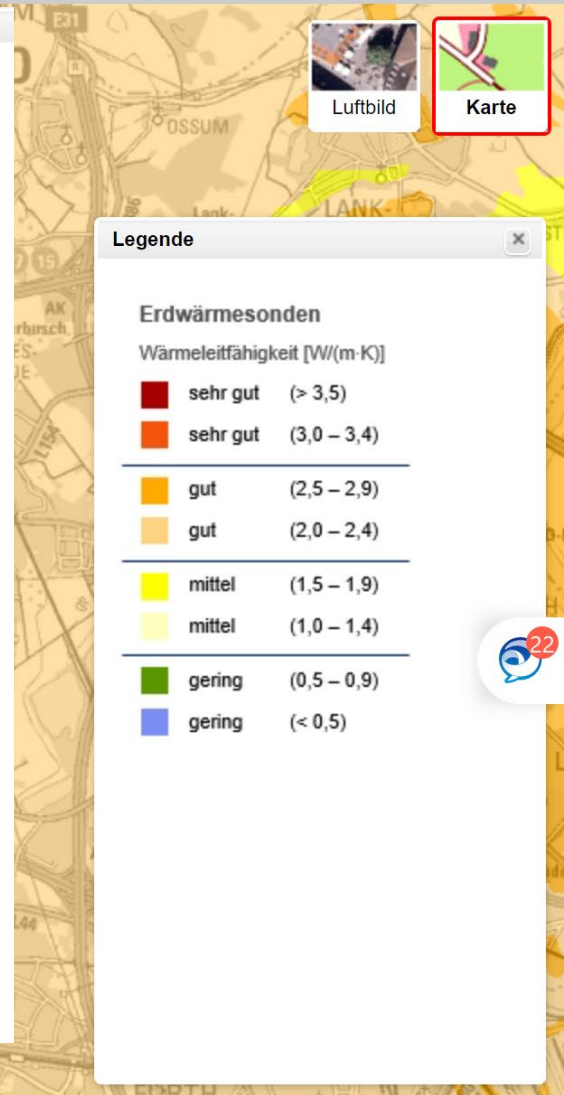
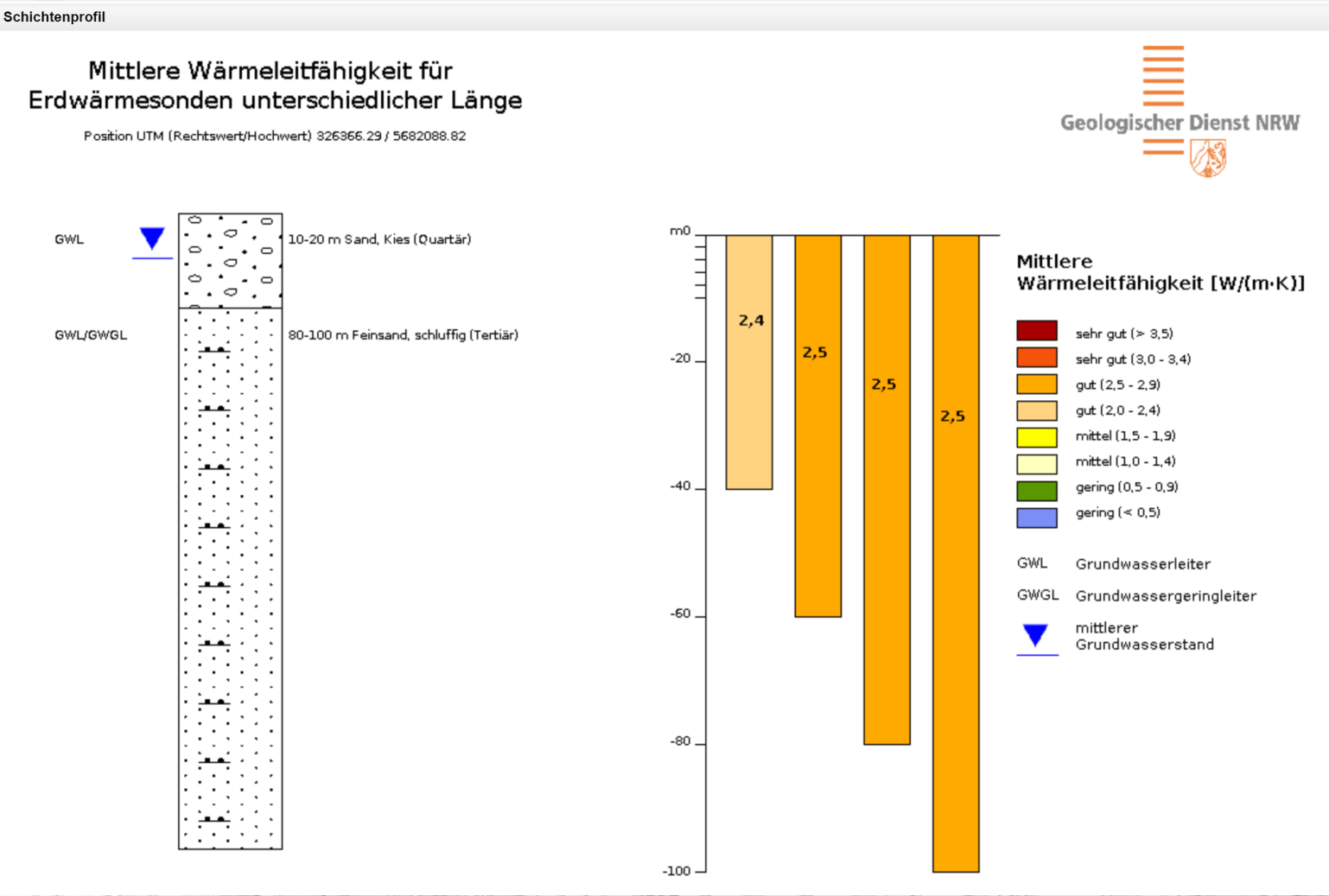
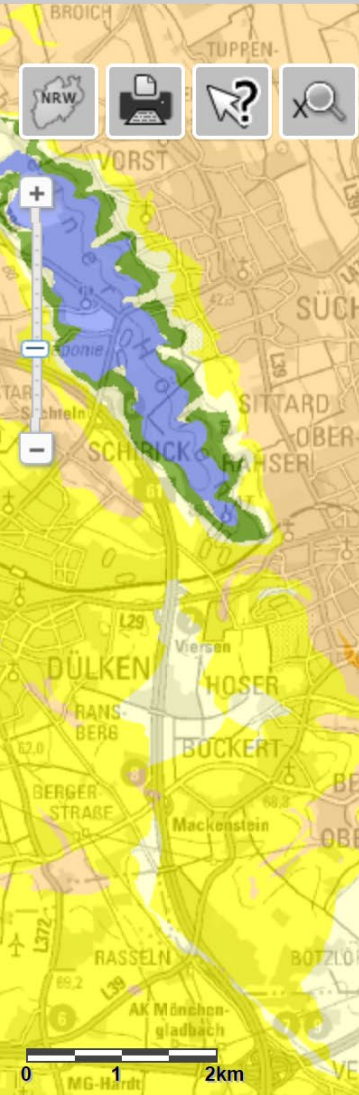
Maßstab: 1:72.224

© Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –
De-Greif-Str. 195 • D-47803 Krefeld
Fon +49 (0) 21 51 89 70 • Fax +49 (0) 21 51 89 75 05

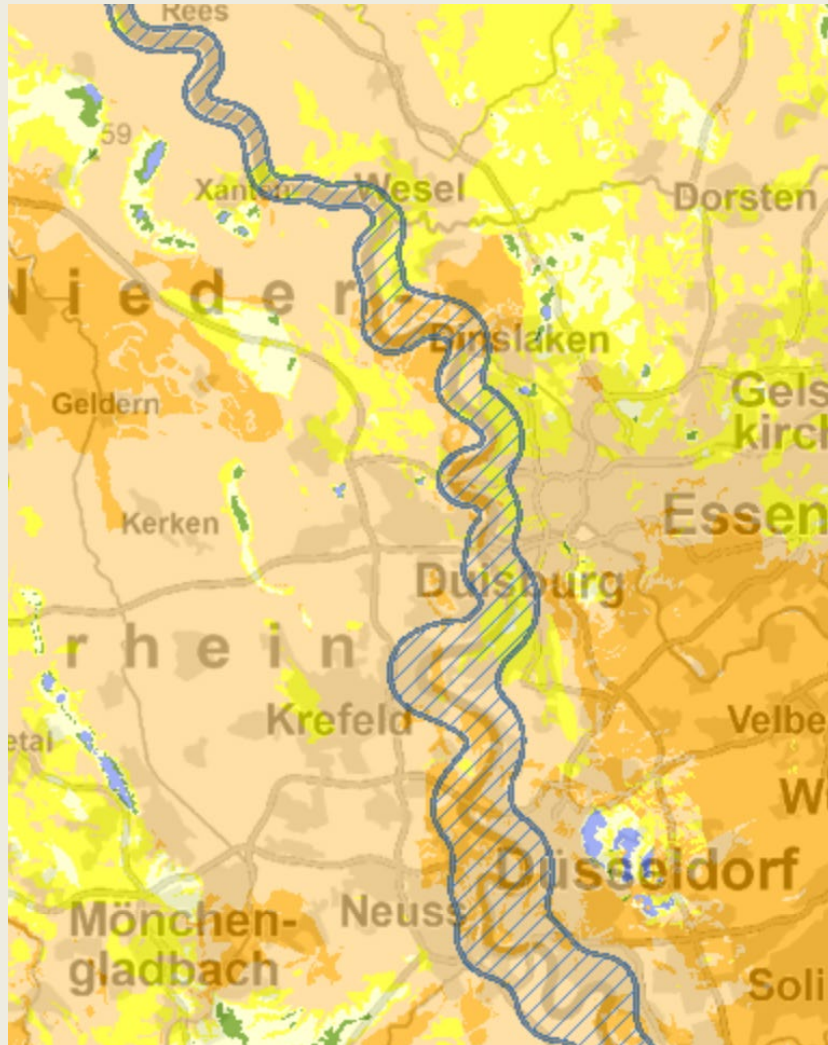
Maßstab: 1:72.224

Geothermie in NRW – Standortcheck

[Impressum](#) | [Datenschutz](#)



Erhöhte Fließgeschwindigkeit



- In Bereichen mit erhöhter Fließgeschwindigkeit kann eine höhere Entzugsleistung erzielt werden.
- Nur in den quartären Kiesen und Sanden (15 bis 25 m).

Themen ✕

Erdwärmekollektoren i

1800 (2400) Betriebsstunden/Jahr

Erdwärmesonden i

Erhöhte Fließgeschwindigkeit

40 m Sondenlänge

60 m Sondenlänge

80 m Sondenlänge

100 m Sondenlänge

Hydrogeologisch kritische Bereiche i

Wasser- und Heilquellenschutzgebiete

weitere Bereiche (nur Erdwärmesonden)

Was beeinflusst die Auslegung?

- Heizwärme- und Heizleistungsbedarf
- Heiz- und Kälteleistung der Wärmepumpe (COP)
- Wärmebedarfsverteilung
- Kühlung
- Temperaturgrenzen (Wärmeträgermittel, Genehmigungsvorgaben)
- Betriebszeitraum
- Wärmetauscher (EWS-Typ, Verfüllung, Durchströmung)
- **Untergrund (WLF, WK, Temperatur)**
- Anordnung der EWS
- Beeinflussung durch andere Anlagen, etc.



**Die spezifische
Entzugsleistung ist KEIN
gesteinsphysikalischer
Wert, sondern ein
anlagenspezifischer Wert
und muss berechnet
werden!**



Foto: Sven Rumohr

Spezifische Entzugsleistungen der VDI 4640-2 (2001)

Untergrund (Auszug der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2)	spez. Entzugsleistung (W/m)	
	für 1.800 h	für 2.400 h
<u>Allgemeine Richtwerte:</u>		
Schlechter Untergrund (trockenes Sediment (< 1,5 W/mK))	25	20
Norm. Festgestein u. wassergesättigtes Sediment (1,5 - 3,0 W/mK)	50	50
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit (> 3,0 W/mK)	70	70
<u>Einzelne Gesteine:</u>		
Kies, Sand, trocken	< 25	< 20
Kies, Sand, wasserführend	65 – 80	55 – 65
Kies, Sand, stark G. Fluss	80 – 100	80 – 100
Ton, Lehm, Lehm	35 – 50	30 – 40
Kalkstein, massiv	55 – 70	45 – 60
Sandstein	65 – 80	55 – 65
saure Magmatite	65 – 85	55 – 70
basische Magmatite	40 – 65	35 – 55
Gneis	70 – 85	60 – 70

- unbedingt vergessen -



Auslegung einer Erdwärmesondenanlage

Was bietet die VDI 4640, Blatt 2 (2019), dazu an?

Abschnitt 7.1 – Thermische Auslegung

7.1.1 Berechnungs- und Simulationsverfahren für Erdwärmesonden

7.1.2 Einzelanlagen mit Heizleistung bis zu 30 kW

7.1.3 Kleinstanlagen bis 8 kW Heizleistung

7.1.4 Bestimmung thermischer Untergrundeigenschaften



Kleinanlagen bis 30 kW

„Die korrekte Anlagenauslegung muss durch Berechnungen nachgewiesen werden. Dazu ist in der Regel jeweils im Einzelfall eine Berechnung der sich aus dem Heiz- und Kühlbedarf ergebenden Temperaturen des Wärmeträgermediums im Jahresverlauf über den vorgesehenen Betriebszeitraum hinweg erforderlich.“ (Abschnitt 7.1, S. 30) → Hinweis auf Tabellenwerte in Anlage B

„Wenn eine genauere Auslegung, Optimierung oder Variantenrechnung (Sondenanordnung, Verfüllmaterial usw.) durchgeführt werden soll, müssen die Rechen- und Simulationsverfahren nach Abschnitt 7.1.1 zum Einsatz kommen.“



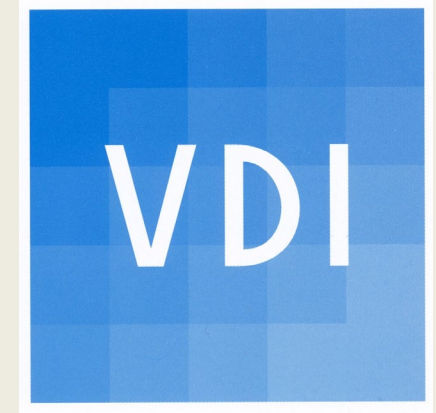
Entzugsleistungen (W/m) bei Anlagenbetrieb „nur Heizen“,

$T_{WP\text{-Austritt}} \geq -5 \text{ °C}$ bei Maximalleistung

Jahresvoll- laststunden	Anzahl Sonden	Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Untergrunds			
		Entzugsleistung bei turbulentem Durchfluss in W/m			
		1,0 W/(m·K)	2,0 W/(m·K)	3,0 W/(m·K)	4,0 W/(m·K)
1200 h/a	1	37,5	52,0	61,5	68,3
	2	34,3	48,6	58,3	65,3
	3	32,1	46,3	56,1	63,2
	4	30,6	44,4	54,3	61,5
	5	29,7	43,4	53,4	60,8
1500 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
1800 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2100 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2400 h/a	1	23,7	37,4	47,3	55,0
	2	21,0	33,6	43,3	50,9
	3	19,3	31,2	40,6	48,1
	4	18,0	29,5	38,5	46,0
	5	17,3	28,3	37,3	44,8

$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Verdampferleistung (W)}}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$

$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Heizleistung (W)} * \left(1 - \frac{1}{\text{JAZ}}\right)}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$



Entzugsleistungen (W/m) bei Anlagenbetrieb „nur Heizen“,

$T_{\text{WP-Austritt}} \geq -3 \text{ °C}$ bei Maximalleistung

Jahresvoll- laststunden	Anzahl Sonden	Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Untergrunds			
		Entzugsleistung bei turbulentem Durchfluss in W/m			
		1,0 W/(m·K)	2,0 W/(m·K)	3,0 W/(m·K)	4,0 W/(m·K)
1200 h/a	1	32,2	44,7	52,8	58,6
	2	29,4	41,6	49,9	55,9
	3	27,4	39,4	47,8	53,9
	4	26,0	37,7	46,1	52,2
	5	25,2	36,8	45,3	51,6
1500 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
1800 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2100 h/a	1	22,1	34,1	42,7	49,2
	2	19,7	30,9	39,2	45,7
	3	18,1	28,8	36,9	43,4
	4	17,0	27,1	35,0	41,4
	5	16,4	26,2	34,0	40,3
2400 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Verdampferleistung (W)}}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$

$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Heizleistung (W)} * \left(1 - \frac{1}{\text{JAZ}}\right)}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$



Entzugsleistungen (W/m) bei Anlagenbetrieb „nur Heizen“,

$T_{\text{WP-Austritt}} \geq 0 \text{ °C}$ bei Maximalleistung

Jahresvoll- laststunden	Anzahl Sonden	Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Untergrunds			
		Entzugsleistung bei turbulentem Durchfluss in W/m			
		1,0 W/(m·K)	2,0 W/(m·K)	3,0 W/(m·K)	4,0 W/(m·K)
1200 h/a	1	24,4	33,7	39,8	44,3
	2	22,1	31,2	37,4	41,9
	3	20,6	29,5	35,6	40,2
	4	19,4	28,1	34,2	38,9
	5	18,8	27,4	31,8	38,2
1500 h/a	1	21,0	30,4	36,8	41,5
	2	18,9	27,9	34,1	38,9
	3	17,4	26,1	32,3	37,0
	4	16,4	24,7	30,8	35,6
	5	15,9	24,0	30,1	34,9
1800 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2100 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2400 h/a	1	15,4	24,2	30,5	35,5
	2	13,6	21,6	27,6	32,5
	3	12,0	19,5	25,3	30,2
	4	11,1	18,5	24,1	28,7
	5	10,7	17,8	23,3	27,8

$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Verdampferleistung (W)}}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$

$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Heizleistung (W)} * \left(1 - \frac{1}{\text{JAZ}}\right)}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$

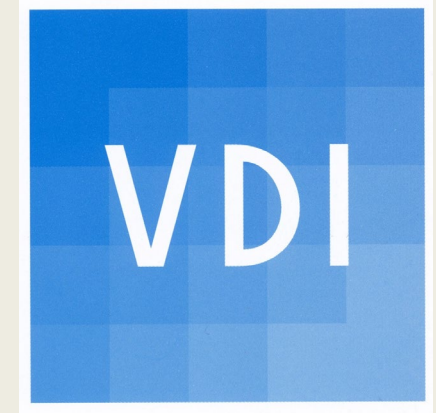




Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“,

$T_{WP\text{-Austritt}} \geq -3\text{ °C}$ bei Maximalleistung in W/m

Jahresvoll- laststunden	Anzahl Sonden	Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Untergrunds			
		Entzugsleistung bei turbulentem Durchfluss in W/m			
		1,0 W/(m·K)	2,0 W/(m·K)	3,0 W/(m·K)	4,0 W/(m·K)
1200 h/a					
		Für Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“ Werte der spezifischen Entzugsleistung erst ab 1500 h/a			
1500 h/a	1	33,4	48,0	57,9	65,0
	2	30,1	44,3	54,3	61,6
	3	28,0	41,8	51,8	59,2
	4	26,4	39,9	49,9	57,4
	5	25,5	38,8	48,8	56,5
1800 h/a	1	29,4	43,9	53,9	61,3
	2	26,3	40,1	50,2	57,7
	3	24,4	37,6	47,5	55,1
	4	22,9	35,7	45,5	53,1
	5	22,1	34,6	44,4	52,1
2100 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2400 h/a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				



$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Verdampferleistung (W)}}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$

$$L_{\text{Sonde}} = \frac{\text{Heizleistung (W)} * \left(1 - \frac{1}{\text{JAZ}}\right)}{\text{spez. Entzugsleistung (W/m)}}$$

Für folgende Betriebsvarianten stehen Tabellen zur Verfügung:

Anlagenbetrieb „nur Heizen (ohne Trinkwassererwärmung)“; TWP-Austritt $\geq -5^{\circ}\text{C}$

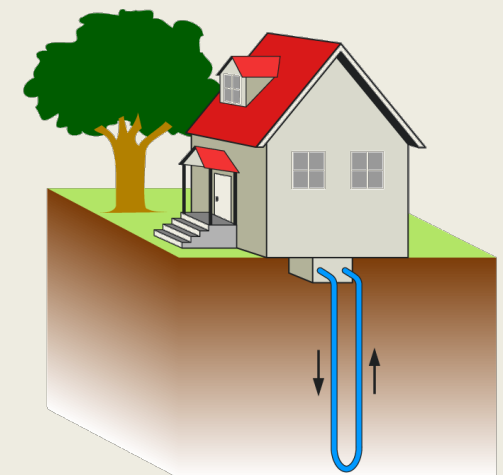
Anlagenbetrieb „nur Heizen (ohne Trinkwassererwärmung)“; TWP-Austritt $\geq -3^{\circ}\text{C}$

Anlagenbetrieb „nur Heizen (ohne Trinkwassererwärmung)“; TWP-Austritt $\geq 0^{\circ}\text{C}$

Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“; TWP-Austritt $\geq -5^{\circ}\text{C}$

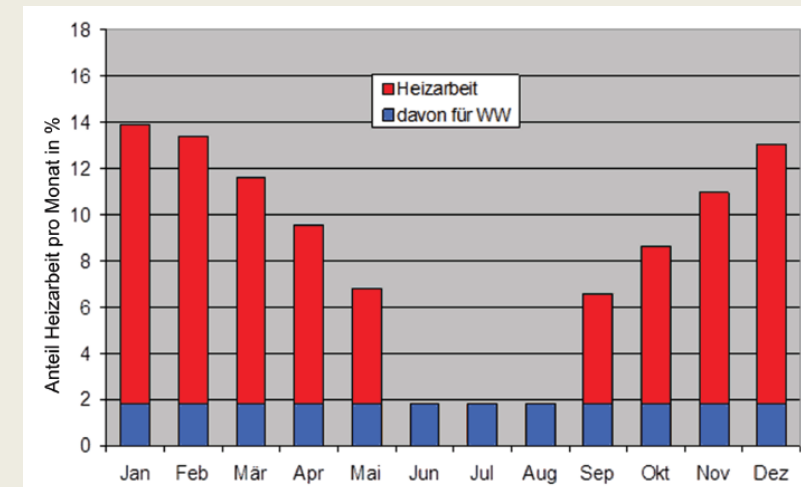
Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“; TWP-Austritt $\geq -3^{\circ}\text{C}$

Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“; TWP-Austritt $\geq 0^{\circ}\text{C}$



Randbedingungen für Tabellenwerte: Kleinanlagen (Auszug)

- Heizleistung max. 30 kW
- Sondentiefen von 50 m bis 200 m
- max. fünf annähernd gleichlange Erdwärmesonden
- keine thermische Wechselwirkung mit anderen in der unmittelbaren Nachbarschaft befindlichen Sonden erwartet
- mindestens 6 m Sondenabstand und keine deutliche Abweichung von einer Linienanordnung
- Jahresvolllaststunden von 1.200 h bis 2.400 h
- Sondeneigenschaften entsprechend einer Doppel-U-Sonde
- definierte Heiz- und Kühllastverteilung
- Betriebszeitraum: 50 Jahre



Randbedingungen für Tabellenwerte: Kleinanlagen

➤ Heizleistung max. 30 kW

➤ Sondentiefe

➤ max. fünf a

➤ keine ther

befindliche

➤ mindesten

➤ Jahresvoll

➤ Sondeneig

kein weser

keine Spei

➤ Kühlleistung

➤ Jahresvoll

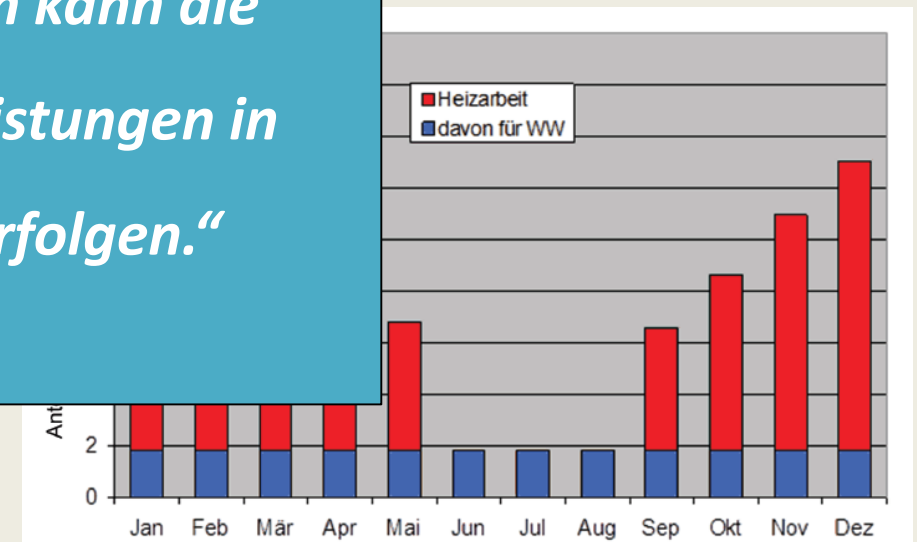
➤ definierte Heiz- und Kühllastverteilung

➤ Betriebszeitraum: 50 Jahre

„Sollten die vorgenannten Bedingungen nicht erfüllt sein, sind Berechnungs- oder Simulationsverfahren gemäß Abschnitt 7.1.1 anzuwenden.“

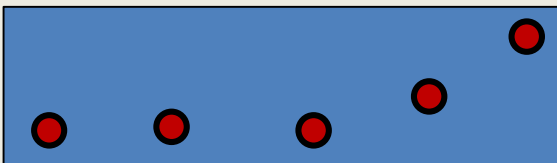
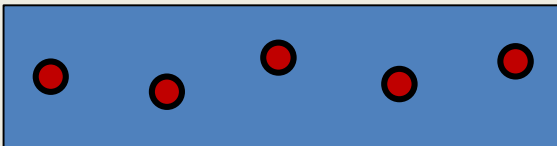
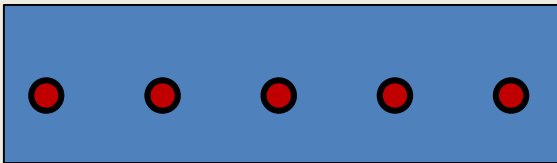
Bei Einhaltung der vorgenannten Bedingungen kann die Auslegung anhand von spezifischen Entzugsleistungen in W/m gemäß Tabellen B2 bis B7 in Anhang B erfolgen.“

(Abschnitt 7.1.2, S. 34)

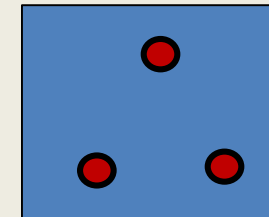
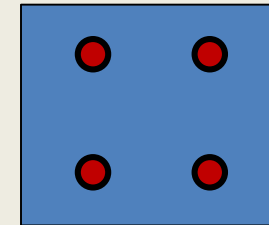
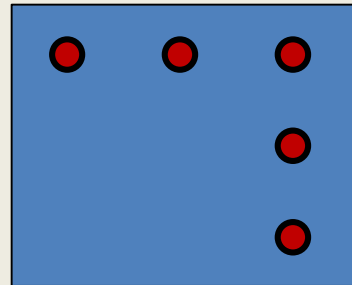


Geringfügige Abweichungen von der Anordnung in Linie, z. B. Bogen, Zick-Zack, L-Form, unter Einhaltung des Mindestabstands sind bei dieser geringen Sondenanzahl zulässig.

Tabellenwerte anwendbar



Tabellenwerte nicht anwendbar





Was sind Kleinstanlagen?

Definition gemäß VDI 4640: Kleinstanlage

- bis 8 kW Wärmepumpen-Heizleistung
- Erdwärmesondenlängen von 50 m bis 100 m
- 1 oder 2 Erdwärmesonden
- Minimale Fluid-Mitteltemperaturen im Bereich von
-3 °C bis 0 °C
- Einhaltung der in Abschnitt 7.1.2 genannten
Randbedingungen
(= Randbedingungen für kleine Anlagen bis 30 kW)

Effektive Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes: 1,5 - 2,5 W/(m*K)

WP- Heizleistung (kW)	Anzahl EWS	m pro EWS	Anzahl EWS	m pro EWS
3			1	75
4	2	50	1	100
5	2	63		
6	2	75		
7	2	88		
8	2	100		

Effektive Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes: 2,5-3,5 W/(m*K)

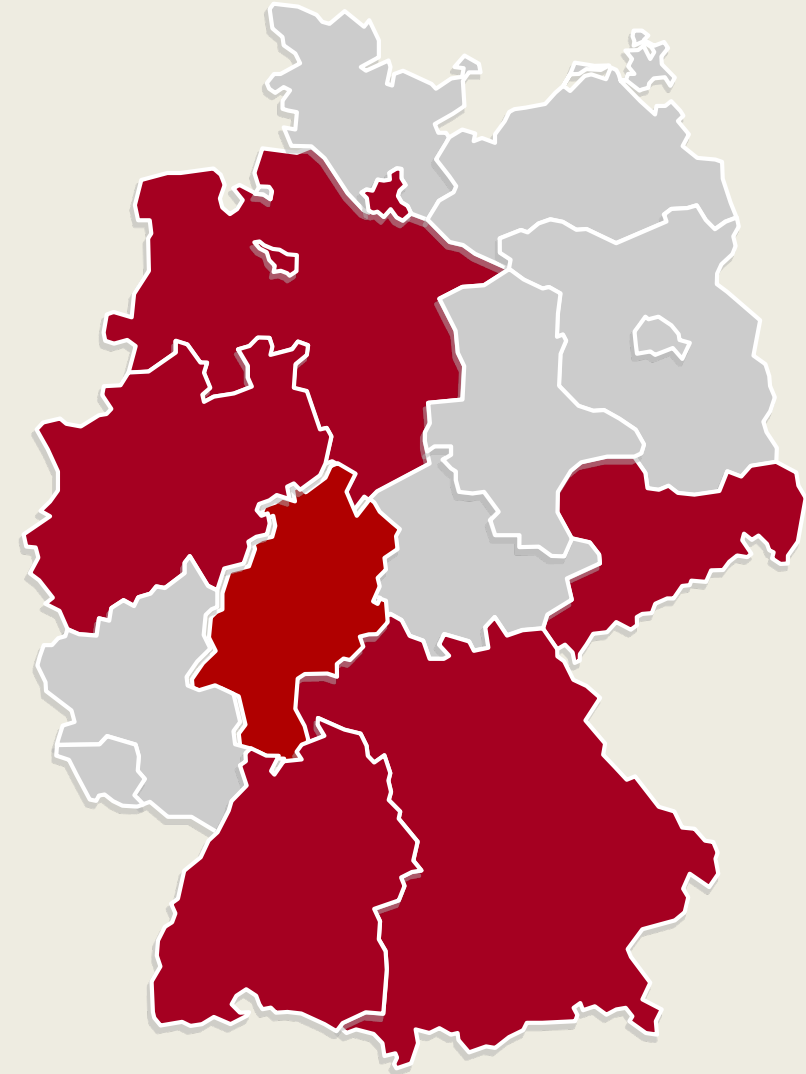
WP- Heizleistung (kW)	Anzahl EWS	m pro EWS	Anzahl EWS	m pro EWS
3			1	60
4			1	80
5	2	50	1	100
6	2	60		
7	2	70		
8	2	80		

Genehmigungsfähigkeit von Kleinanlagen

Bei einer Spreizung des Wärmeträgerfluids in der Erdwärmesonde von 3 K beträgt die Austrittstemperatur der Wärmepumpe im Falle einer Fluid-Mitteltemperaturen von -3°C bis 0°C entsprechend $-4,5$ bis $-1,5^{\circ}\text{C}$.

In folgenden Bundesländern wird eine minimale Austrittstemperatur an der Wärmepumpe von -3°C bereits heute flächenhaft gefordert bzw. soll zukünftig gefordert werden:

Hamburg, Bremen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Sachsen, Bayern, Baden-Württemberg



Was sagt das LANUV-Arbeitsblatt Nr. 39 dazu?

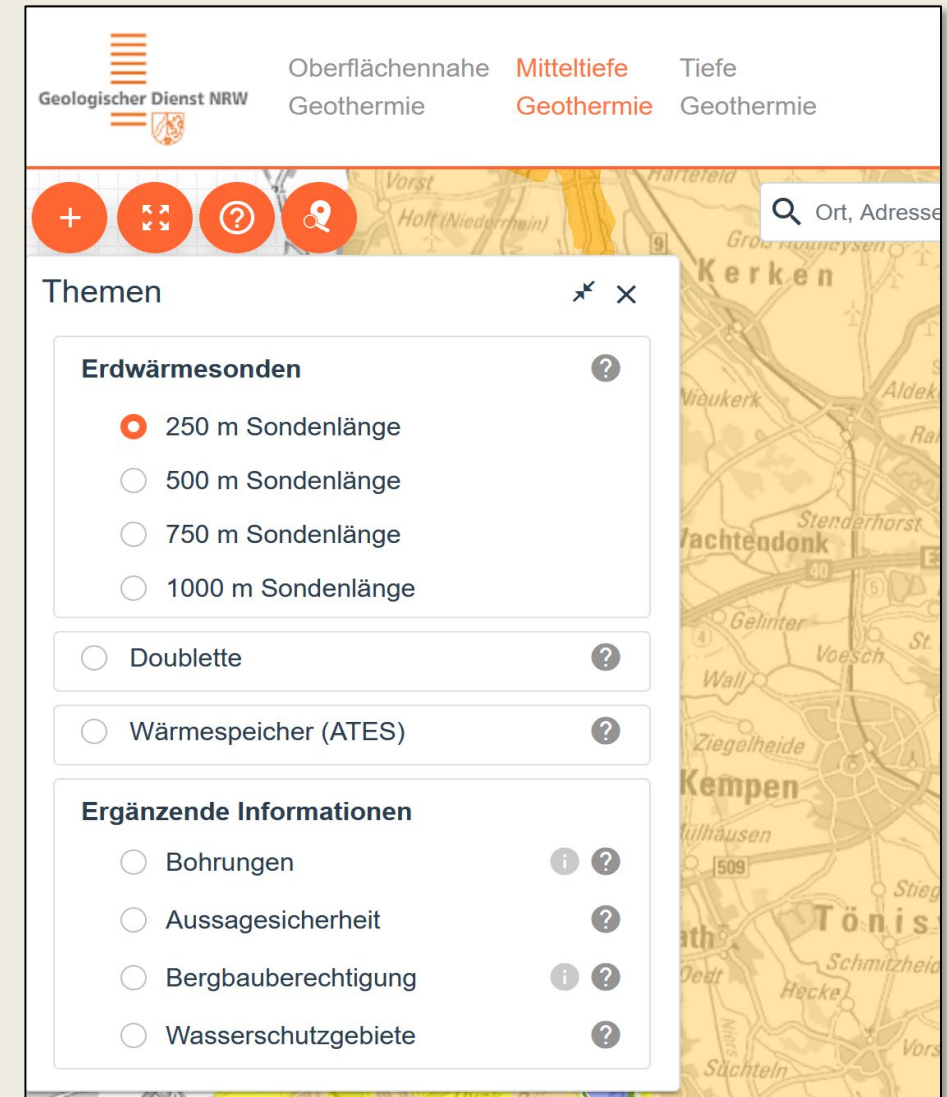
„Die der Anlagenauslegung zu Grunde liegende Berechnung muss dokumentiert und bei der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis vorgelegt werden.

Die inhaltliche Prüfung dieser Unterlagen ist jedoch nicht Gegenstand der wasserrechtlichen Erlaubnis.“



Was ändert sich zukünftig an dem Portal?

- Erweiterung des Portals für die Mitteltiefe und Tiefe Geothermie
 - bis **1.000 m** werden prognostische Schichtverzeichnisse incl. Parameter bereitgestellt
 - bis ca. **5.000 – 6.000 m**: Darstellung von Tiefenlage, Mächtigkeit, Temperatur potenzieller Nutzhorizonte
 - **Bewertungskarten** für Erdwärmesonden, Doubletten und Speichersystemen
- Ein **Berechnungstool** der RWTH Aachen (GeTIS) wird in das Portal implementiert.
- **Messungen** zur Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität an Bohrkernmaterial werden fortgeführt und eingepflegt. Ebenfalls Ergebnisse von **Thermal Response Tests**.



Ihre Ansprechpartner:in

- Ingo Schäfer
- Hannsjörg Schuster
- Alena Ullmann

geothermie@gd.nrw.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.