

Fachgespräch „Erdwärmennutzung in Hessen“



Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Hintergrund

Dem HLNUG werden zur Erfassung der EWS-Anlagen die Erlaubnisbescheide für zur Verfügung gestellt, denen überwiegend die Antragsunterlagen beigefügt sind.

Die Prüfung der in den Antragsunterlagen enthaltenen Angaben ergibt „*auffällig regelmäßig*“, dass die Dimensionierung der beantragten und bereits zugelassenen EWS-Anlagen auf falschen Annahmen beruht oder falsch durchgeführt wurde.

Eine fehlerhafte Dimensionierung von EWS-Anlagen kann dazu führen, dass Anforderungen an die Minimaltemperatur des Wärmeträgermittels oder zur erdseitigen Wärmebilanz im realen Betrieb der Anlage nicht erfüllt werden können.

Hieraus ergeben sich folgende Fragen:

- **Ist ein vom Antrag abweichender Betrieb einer EWS-Anlage erlaubt, wenn dies auf eine fehlerhafte Dimensionierung beruht?**
- **Muss die Behörde prüfen, ob die Dimensionierung einer EWS-Anlage korrekt ist?**

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Grundlagen

Die Dimensionierung einer geothermischen Anlage ist nicht einfach!



Antragsteller erkennen Unstimmigkeiten und Fehler in der Dimensionierung meistens nicht!

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Was wird im Antragsformular abgefragt?

Betrieb der Wärmepumpe (WP)

Hersteller und Typ _____

Heizen (= Wärmeentzug aus dem Untergrund)

WP-Heizleistung (gebäudeseitig, kW): _____ bei B0/W35 bzw. B____/W____

Jahresvolllaststunden (h): _____

Wärmeabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): _____

Leistungszahl COP: _____

EWS-Entzugsleistung (erdseitig, kW): _____

EWS-Entzugsarbeit (erdseitig, kWh): _____

Minimale Wärmeträgertemperatur bei Spitzenlast (Ausgang WP): $\geq -5^\circ \text{C}$ $\geq -3^\circ \text{C}$ $\geq 0^\circ \text{C}$

Hinweis: Mit einer minimalen Wärmeträgertemperatur von $\geq -3^\circ \text{C}$ (Ausgang WP) wird ein *in Bezug auf den Bohrloch-Ringraum* frostfreier Betrieb der Erdwärmesonde (EWS) sichergestellt.

Kühlen (= Wärmeeintrag in den Untergrund)

WP-Kühlleistung (gebäudeseitig, kW): _____

Jahresvolllaststunden (h): _____

Kälteabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): _____

Leistungszahl COP: _____

EWS-Eintragsleistung (erdseitig, kW): _____

EWS-Eintragsarbeit (erdseitig, kWh): _____

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Was wird im Antragsformular abgefragt?

Bohrung(en)

Planungsgröße Wärmeleitfähigkeit

effektive Wärmeleitfähigkeit des zu nutzenden Untergrundes (W/m/K): _____

Auslegung

rechnerisch, z. B. mittels EED, EWS, Geo-Hand light etc.
Eingabe-/Ergebnisprotokoll beifügen

mittels Tabellenwerten VDI 4640-2 (Juni 2019)
Tabelle: B2 , B3 , B4 , B5 , B6 , B7 , B8
Randbedingungen der gewählten Tabelle werden eingehalten: ja nein
spezifische Entzugsleistung gemäß gewählter Tabelle (W/m): _____

anderes Vorgehen: Erläuterung und Ergebnis beifügen

Bohrung(en)

Anzahl: _____

Bohrtiefe (m): _____

Einbaulänge EWS ohne Gewicht (m): _____ (wenn von der Bohrtiefe abweichend)

Bohrverfahren: _____

Bohrdurchmesser bei Endteufe (mm): _____

Bohrfirma: _____

Der Nachweis der Qualifikation gemäß DVGW Regelwerk W 120-2 ist beizufügen, z. B. Kopie des Zertifikates

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Was ist zu hinterfragen?

Beispiel: effektive Wärmeleitfähigkeit

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Was ist zu hinterfragen?

Beispiel: effektive Wärmeleitfähigkeit

Bohrung(en)

Planungsgröße Wärmeleitfähigkeit

effektive Wärmeleitfähigkeit des zu nutzenden Untergrundes (W/m/K): 4,0

Auslegung

rechnerisch, z. B. mittels EED, EWS, Geo-Hand light etc.

Eingabe-/Ergebnisprotokoll beifügen

mittels Tabellenwerten VDI 4640-2 (Juni 2019)

Tabelle: B2 , B3 , B4 , B5 , B6 , B7 , B8

Randbedingungen der gewählten Tabelle werden eingehalten: ja nein

spezifische Entzugsleistung gemäß gewählter Tabelle (W/m): 44,2

anderes Vorgehen: Erläuterung und Ergebnis beifügen

Bohrung(en)

Anzahl:

2

Bohrtiefe (m):

65,5

Einbaulänge EWS ohne Gewicht (m):

65

(wenn von der Bohrtiefe abweichend)

Bohrverfahren:

Imlochhammer ohne Einsatz von Zusätzen

Bohrdurchmesser bei Endteufe (mm):

152

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Beispiel: effektive Wärmeleitfähigkeit

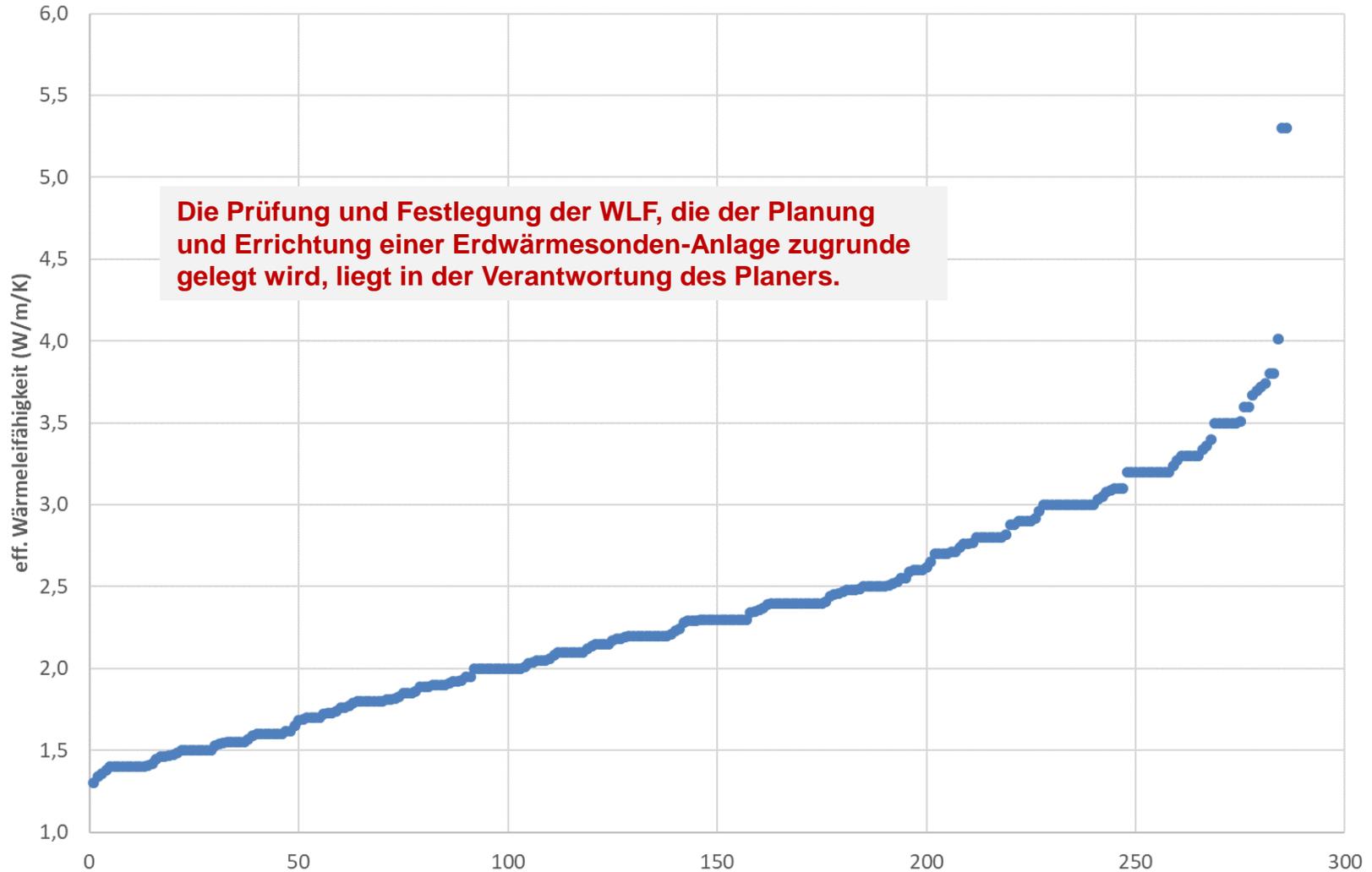
Tabelle B6. Entzugsleistung bei Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“, mit $T_{WP-Austritt} \geq -3 \text{ °C}$ bei Maximalleistung (Spitzenlast), in W/m

Jahresvolllaststunden	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)
1500 h/a	1	28,6	41,2	49,7	55,8
	2	25,8	37,9	46,4	52,7
	3	23,9	35,6	44,1	50,4
	4	22,6	33,9	42,3	48,7
	5	21,8	33,0	41,4	47,8
1800 h/a	1	25,3	37,7	46,3	52,6
	2	22,6	34,3	42,8	49,3
	3	21,2	32,1	40,5	46,9
	4	19,6	30,4	38,6	45,1
	5	18,8	29,5	37,6	44,1
2100 h/a	1	22,8	34,9	43,5	50,0
	2	20,2	31,6	39,9	46,4
	3	18,5	29,3	37,5	44,0
	4	17,3	27,7	35,6	42,0
	5	16,7	26,7	34,6	41,0
2400 h/a	1	21,0	32,8	41,3	47,9
	2	18,5	29,4	37,7	44,2
	3	16,9	27,2	35,2	41,6
	4	15,8	25,5	33,3	39,6
	5	15,1	24,5	32,1	38,5

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Beispiel: effektive Wärmeleitfähigkeit aus TRT in Hessen



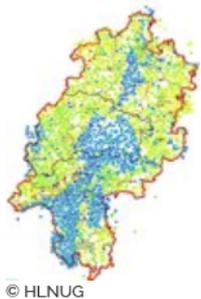
Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Geothermie-Viewer Hessen

Oberflächennahe Geothermie

Folgende Themenlayer stehen zur Oberflächennahen Geothermie zur Verfügung:



» 1. Punktueller Beschreibung der Wärmeleitfähigkeit (WLF) für den oberflächennahen Untergrund für verschiedene Tiefenbereiche [↗](#)

Sämtlichen Gesteinsbegriffen der hessischen Petrographieliste wurden aus Literatur und eigenen Messungen stammende Minimal-, Median- und Maximalwerte der Wärmeleitfähigkeiten (WLF) zugewiesen. Anschließend erfolgte für jede Bohrung der hessischen Bohrdatenbank eine Berechnung des Produkts aus WLF und Mächtigkeit der einzelnen Schichten sowie die Berechnung der mittleren WLF von der Geländeoberkante bis zu den vorgegebenen Tiefenbereichen. Dieser Wert gilt für das trockene Gestein mit luftgefüllten Hohlräumen. Mit steigender Wassersättigung von Gesteinshohlräumen (Poren, Risse, Klüfte) nimmt die Wärmeleitfähigkeit zu. Da Erdwärmesonden aufgrund ihrer Tiefe überwiegend Schichten mit wassererfüllten Poren, Rissen und Klüften erschließen, können die bereitgestellten WLF als in der Regel konservativ angesehen werden. Fälle, in denen die tatsächliche WLF noch geringer ist, können jedoch nicht ausgeschlossen werden. Die Prüfung und Festlegung der WLF, die der Planung und Errichtung einer Erdwärmesonden-Anlage zugrunde gelegt wird, liegt daher in der Verantwortung des Planers.

www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie/oberflaechennahe-geothermie

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Beispiel: Korrekte Anwendung der Tabellenwerte der VDI 4640-2: 2019

Heizen (= Wärmeentzug aus dem Untergrund)

WP-Heizleistung (gebäudeseitig, kW): 1,7 - 8,6 bei B0/W35 bzw. B___/W___

Jahresvolllaststunden (h): 1800

Wärmeabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): 15480

Bohrung(en)

Planungsgröße Wärmeleitfähigkeit

effektive Wärmeleitfähigkeit des zu nutzenden Untergrundes (W/m/K): 2,1

Auslegung

rechnerisch, z. B. mittels EED, EWS, Geo-Hand light etc.

Eingabe-/Ergebnisprotokoll beifügen

mittels Tabellenwerten VDI 4640-2 (Juni 2019)

Tabelle: B2 , B3 , B4 , B5 , B6 , B7 , B8

Randbedingungen der gewählten Tabelle werden eingehalten: ja nein

spezifische Entzugsleistung gemäß gewählter Tabelle (W/m): 45

anderes Vorgehen: Erläuterung und Ergebnis beifügen

Bohrung(en)

Anzahl: 1

Bohrtiefe (m): 160

Einbaulänge EWS ohne Gewicht (m): 160 (wenn von der Bohrtiefe abweichend)

Bohrverfahren: Spülbohrung

Bohrdurchmesser bei Endteufe (mm): 168

Bohrfirma: _____

Der Nachweis der Qualifikation gemäß DVGW Regelwerk W 120-2 ist beizufügen, z. B. Kopie des Zertifikates

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Beispiel: Korrekte Anwendung der Tabellenwerte der VDI 4640-2: 2019

Heizen (= Wärmeentzug aus dem Untergrund)

WP-Heizleistung (gebäudeseitig, kW): 1,7 - 8,6 bei B0/W35 bzw. B___/W___
 Jahresvolllaststunden (h): 1800
 Wärmeabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): 15480

Bohrung(en)

Planungsgröße Wärmeleitfähigkeit

effektive Wärmeleitfähigkeit des zu nutzenden Untergrundes (W/m/K): 2,1

Auslegung

rechnerisch, z. B. mittels EED, EWS, Geo-Hand light etc.
 Eingabe-/Ergebnisprotokoll beifügen

mittels Tabellenwerten VDI 4640-2 (Juni 2019)
 Tabelle: B2 , B3 , B4 , B5 , B6 , B7 , B8
 Randbedingungen der gewählten Tabelle werden eingehalten: ja nein
 spezifische Entzugsleistung gemäß gewählter Tabelle (W/m): 45

anderes Vorgehen: Erläuterung und Ergebnis beifügen

Bohrung(en)

Anzahl: 1
 Bohrtiefe (m): 160
 Einbaulänge EWS ohne Gewicht (m): 160 (wenn von der Bohrtiefe ab)
 Bohrverfahren: Spülbohrung
 Bohrdurchmesser bei Endteufe (mm): 168

Bohrfirma: _____

Der Nachweis der Qualifikation gemäß DVGW Regelwerk W 120-2 ist beizufügen, z. B. Kopie des Zertifikates

Tabelle B6. Entzugsleistung bei Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“, mit $T_{WP-Austritt} \geq -3 \text{ °C}$ malleistung (Spitzenlast), in W/m

Jahresvolllaststunden	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)
1500 h/a	1	28,6	41,2	49,7	
	2	25,8	37,9	46,4	
	3	23,9	35,6	44,1	
	4	22,6	33,9	42,3	
	5	21,8	33,0	41,4	
1800 h/a	1	25,3	37,7	46,3	
	2	22,6	34,3	42,8	
	3	21,2	32,1	40,5	
	4	19,6	30,4	38,6	
	5	18,8	29,5	37,6	

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Beispiel: Falsche Berechnung des Wärmeeintrags

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Beispiel: Falsche Berechnung des Wärmeeintrags

Betrieb der Wärmepumpe (WP)

Hersteller und Typ Vailant Flexotherm VWF 157/4

Heizen (= Wärmeentzug aus dem Untergrund)

WP-Heizleistung (gebäudeseitig, kW): 14,5 bei B0/W35 bzw. B___/W___

Jahresvolllaststunden (h): 2100

Wärmeabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): 24905

Leistungszahl COP: 5

EWS-Entzugsleistung (erdseitig, kW): 11,6

EWS-Entzugsarbeit (erdseitig, kWh): 19.924 ✓

Minimale Wärmeträgertemperatur bei Spitzenlast (Ausgang WP): $\geq -5^\circ\text{C}$ $\geq -3^\circ\text{C}$ $\geq 0^\circ\text{C}$ ✓

Hinweis: Mit einer minimalen Wärmeträgertemperatur von $\geq -3^\circ\text{C}$ (Ausgang WP) wird ein *in Bezug auf den Bohrloch-Ringraum* frostfreier Betrieb der Erdwärmesonde (EWS) sichergestellt.

Kühlen (= Wärmeeintrag in den Untergrund)

WP-Kühlleistung (gebäudeseitig, kW): 10

Jahresvolllaststunden (h): 500

Kälteabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): 5000

Leistungszahl COP: 5

EWS-Eintragsleistung (erdseitig, kW): 8

EWS-Eintragsarbeit (erdseitig, kWh): 4000

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Betrieb der Wärmepumpe (WP)

Hersteller und Typ Wael 8W5 1-10

Heizen (= Wärmeentzug aus dem Untergrund)
WP-Heizleistung (gebäudeseitig, kW): 10,8 bei B0/W35 bzw. B___/W___
Jahresvolllaststunden (h): 1.800
Wärmeabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): _____
Leistungszahl COP: 4,7
EWS-Entzugsleistung (erdseitig, kW): 8,3
EWS-Entzugsarbeit (erdseitig, kWh): _____

Minimale Wärmeträgertemperatur bei Spitzenlast (Ausgang WP): $\geq -5\text{ °C}$ $\geq -3\text{ °C}$ $\geq 0\text{ °C}$

Hinweis: Mit einer minimalen Wärmeträgertemperatur von $\geq -3\text{ °C}$ (Ausgang WP) wird ein in Bezug auf den Bohrloch-Ringraum frostfreier Betrieb der Erdwärmesonde (EWS) sichergestellt.

Kühlen (= Wärmeeintrag in den Untergrund)
WP-Kühlleistung (gebäudeseitig, kW): _____
Jahresvolllaststunden (h): _____
Kälteabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): _____
Leistungszahl COP: _____
EWS-Eintragsleistung (erdseitig, kW): _____
EWS-Eintragsarbeit (erdseitig, kWh): _____

Bohrung(en)

Planungsgröße Wärmeleitfähigkeit
effektive Wärmeleitfähigkeit des zu nutzenden Untergrundes (W/m/K): 2,8

Auslegung

rechnerisch, z. B. mittels EED, EWS, Geo-Hand light etc.
Eingabe-/Ergebnisprotokoll beifügen

mittels Tabellenwerten VDI 4640-2 (Juni 2019)
Tabelle: B2 [], B3 [], B4 [], B5 [], B6 [], B7 [], B8
Randbedingungen der gewählten Tabelle werden eingehalten: ja nein
spezifische Entzugsleistung gemäß gewählter Tabelle (W/m): 50

anderes Vorgehen: Erläuterung und Ergebnis beifügen

Bohrung(en)
Anzahl: 2
Bohrtiefe (m): 2,83m (170m)
Einbaulänge EWS ohne Gewicht (m): _____ (wenn von der Bohrtiefe abweichend)
Bohrverfahren: Spülbohren
Bohrdurchmesser bei Endteufe (mm): 112mm

Bohrfirma: _____
Der Nachweis der Qualifikation gemäß DVGW Regelwerk W 120-2 ist beizufügen, z. B. Kopie des Zertifikates

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Betrieb der Wärmepumpe (WP)

Hersteller und Typ Wolff RW5 7-10

Heizen (= Wärmeentzug aus dem Untergrund)
WP-Heizleistung (gebäudeseitig, kW): 10,8 bei B0/W35 bzw. B ___/W ___
Jahresvolllaststunden (h): 2.860
Wärmeabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): _____

Bohrung(en)

Planungsgröße Wärmeleitfähigkeit
effektive Wärmeleitfähigkeit des zu nutzenden Untergrundes (W/m/K): 2,8

Auslegung

rechnerisch, z. B. mittels EED, EWS, Geo-Hand light etc.
Eingabe-/Ergebnisprotokoll beifügen

mittels Tabellenwerten VDI 4640-2 (Juni 2019)
Tabelle: B2 [], B3 [], B4 [], B5 [], B6 [], B7 [] **B8**
Randbedingungen der gewählten Tabelle werden eingehalten: ja [] nein
spezifische Entzugsleistung gemäß gewählter Tabelle (W/m): 50

anderes Vorgehen: Erläuterung und Ergebnis beifügen

Bohrung(en)

Anzahl: 2

Bohrtiefe (m): 2 x 8,5 m (17,0 m)
(wenn von der Bohrtiefe abweichend)

Einbaulänge EWS ohne Gewicht (m): _____

Bohrverfahren: Spülbohren

Bohrdurchmesser bei Endteufe (mm): 152 mm

Bohrfirma: _____

Der Nachweis der Qualifikation gemäß DVGW Regelwerk W 120-2 ist beizufügen, z. B. Kopie des Zertifikates

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?



Kleinstanlagen

Der Anlagentyp „Kleinstanlagen“ wurde erst mit dem Weißdruck Bl. 2 im Juni 2019 eingeführt. Im Gründruck von Mai 2015 findet er sich noch nicht. Seine Einführung ist somit auf das Einspruchsverfahren zurückzuführen.

Für Kleinstanlagen kann eine überschlägige Auslegung der Erdwärmesonden-Anlage mittels Tabellenwerte erfolgen. (Anhang B, S. 116)

Definition Kleinstanlage

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

Heizleistung?

Mitteltemperatur?

Dimensionierung geothermischer Anlagen

Muss die Behörde prüfen?

Tabelle B8. Erdwärmesondenlänge und -anzahl für Kleinanlagen

Für (1,5...2,5) W/(m·K)				
Wärmepumpen- heizleistung in 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		
Für (2,5...3,5) W/(m·K)				
Wärmepumpen- heizleistung in 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		



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Das HLNUG auf Twitter:
https://twitter.com/hlnug_hessen



Für eine lebenswerte Zukunft