



HESSEN



HLUG

Bemessung von Erdwärmesonden

- Augen zu und durch -

Ermitteln der erforderlichen Erdwärmesondenlänge

– wenige Randbedingungen –

1. Heizbedarf des Gebäudes bzw. Kälteleistung der Wärmepumpe



2. Jahresbetriebsstunden
(1.800 h – 2.400 h)

3. Spezifische Entzugsleistung gemäß VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2

Ziel: höchstmögliches Einsparpotenzial
(JAZ \geq 4,0 im Neubau)

ICS 27.080		VDI-RICHTLINIEN		September 2001	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Thermische Nutzung des Untergrundes Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen Thermal use of the underground Ground source heat pump systems		VDI 4640 Blatt 2 / Part 2 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English	
<i>Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.</i>		<i>The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.</i>			
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkungen	3	Preliminary note	3		
1 Geltungsbereich	4	1 Scope	4		
2 Abkürzungen	5	2 Abbreviations	5		
3 Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen	6	3 Use of the groundwater with well systems	6		
3.1 Auslegung	6	3.1 Design	6		

Randbedingungen der spezifischen Entzugsleistung

Heizungsanlage

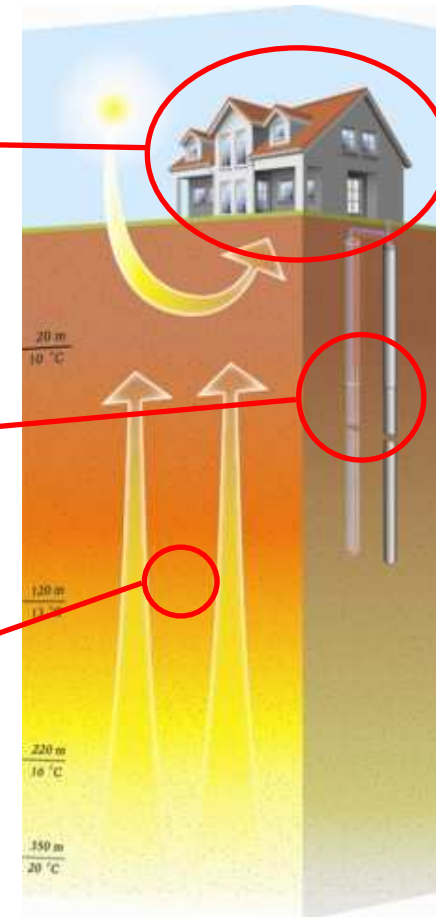
- > Wärmebedarf / Kälteleistung
- > Auslegungszeitraum
- > Jahresbetriebsstundenzahl
- > Betriebsweise (Heizen / Kühlen)

Bohrung und Erdwärmesonde

- > Bohrdurchmesser
- > Sondentyp und -material
- > Wärmeträgermittel
- > Bohrlochverfüllung

Untergrund

- > Wärmeleitfähigkeit und -kapazität
- > Untergrundtemperatur
- > Wärmetransport / Regeneration
Durch fließendes Grundwasser



Randbedingungen der spezifischen Entzugsleistung

Heizungsanlage

- > Wärmebedarf / Kälteleistung
- > Auslegungszeitraum
- > Jahresbetriebsstundenzahl
- > Betriebsweise (Heizen / Kühlen)

Bohrung und Erdwärmesonde

- > Bohrdurchmesser
- > Sondentyp und -material
- > Wärmeträgermittel
- > Bohrlochverfüllung

Untergrund

- > Wärmeleitfähigkeit und -kapazität
- > Untergrundtemperatur
- > Wärmetransport / Regeneration
Durch fließendes Grundwasser

Untergrund	spez. Entzugsleistung (W/m)	
	für 1.800 h	für 2.400 h
<i>(Auszug der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2)</i>		
<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)	60	50
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit (> 3,0 W/mK)	84	70
<u>Einzelne Gesteine:</u>		
Kies, Sand, trocken	< 25	< 20
Kies, Sand, wasserführend	65 – 80	55 – 65
Kies, Sand, starker GW-Fluss, für Einzel- anlagen	80 – 100	80 – 100
Ton, Lehm, feucht	35 – 50	30 – 40
Kalkstein (massiv)	55 – 70	45 – 60
Sandstein	65 – 80	55 – 65
saure Magmatite (z.B. Granit)	65 – 85	55 – 70
basische Magmatite (z.B. Basalt)	40 – 65	35 – 55
Gneis	70 – 85	60 – 70

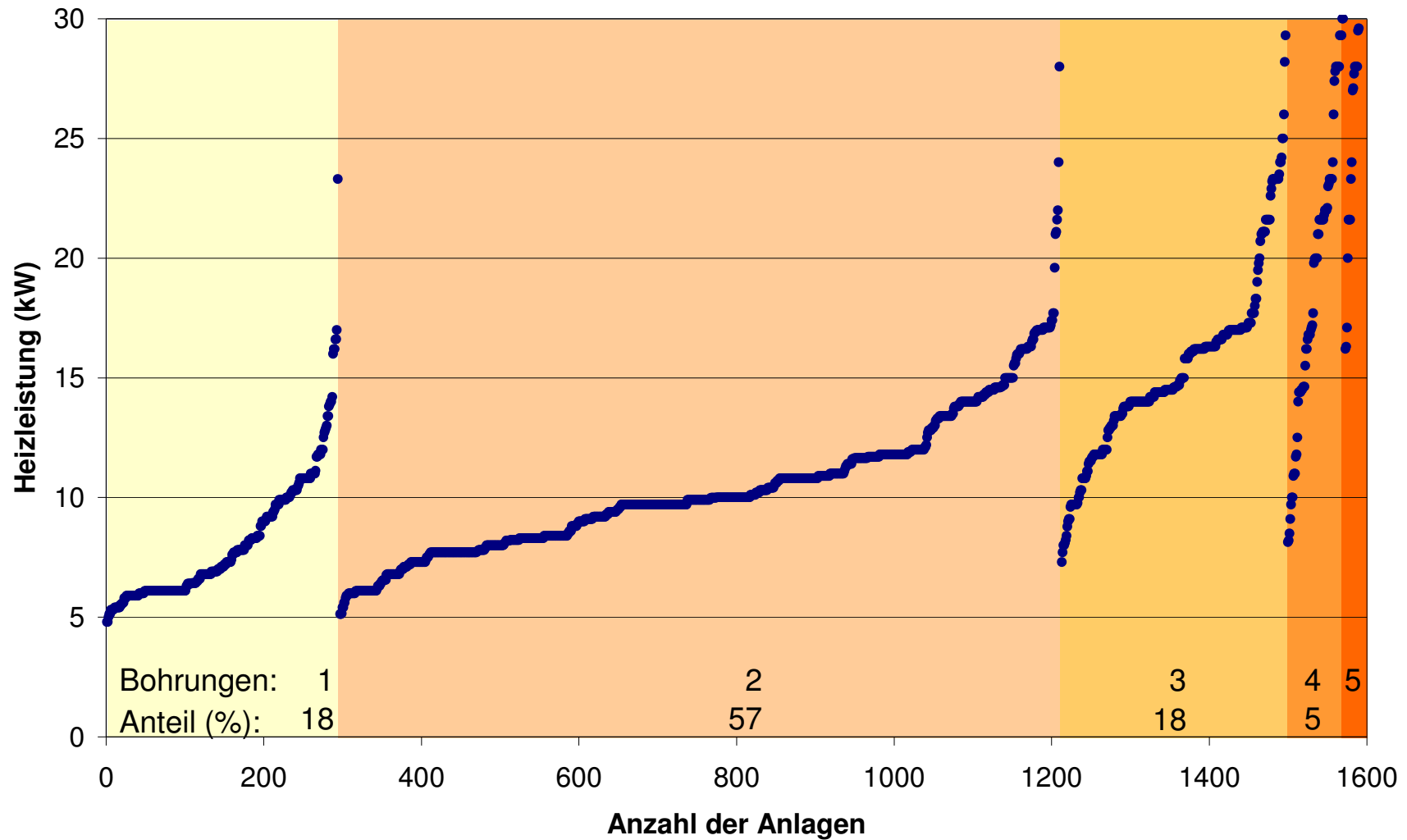
Randbedingungen der spezifischen Entzugsleistung

– Hinweise der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2 –

- **Mögliche** spezifische Entzugsleistungen für Erdwärmesonden
- Die Werte können durch die Gesteinsausbildung wie Klüftung, Schieferung und Verwitterung erheblich schwanken!
- Sollte sich während der Bohrarbeiten zeigen, dass die geologischen Verhältnisse deutlich anders sind als für die Auslegung angenommen, so ist die Sondenauslegung zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.
- Es ist zwischen Erdwärmesonde und Gestein ein möglichst **guter Wärmeübergang durch Verfüllung** zu gewährleisten.
- Länge der einzelnen Erdwärmesonden zwischen **40 und 100 m**
- Die spezifischen Entzugsleistungen sind nicht anwendbar bei einer größeren Anzahl kleiner Anlagen auf einem begrenzten Areal
- Es ist ein laminarer Fluss in der Erdwärmesonde zu vermeiden.

Hessische „EWS-Standardanlage“

– Auswertung des Hessischen Erdwärmeverzeichnis –



Hessische „EWS-Standardanlage“

– Auswertung des Hessischen Erdwärmeverzeichnis –

Heizleistung: 10,5 kW
Kälteleistung: 8,1 kW

Ø Bohrtiefe: 81 m
Ø spez. Entzugsl.: 50 W/m

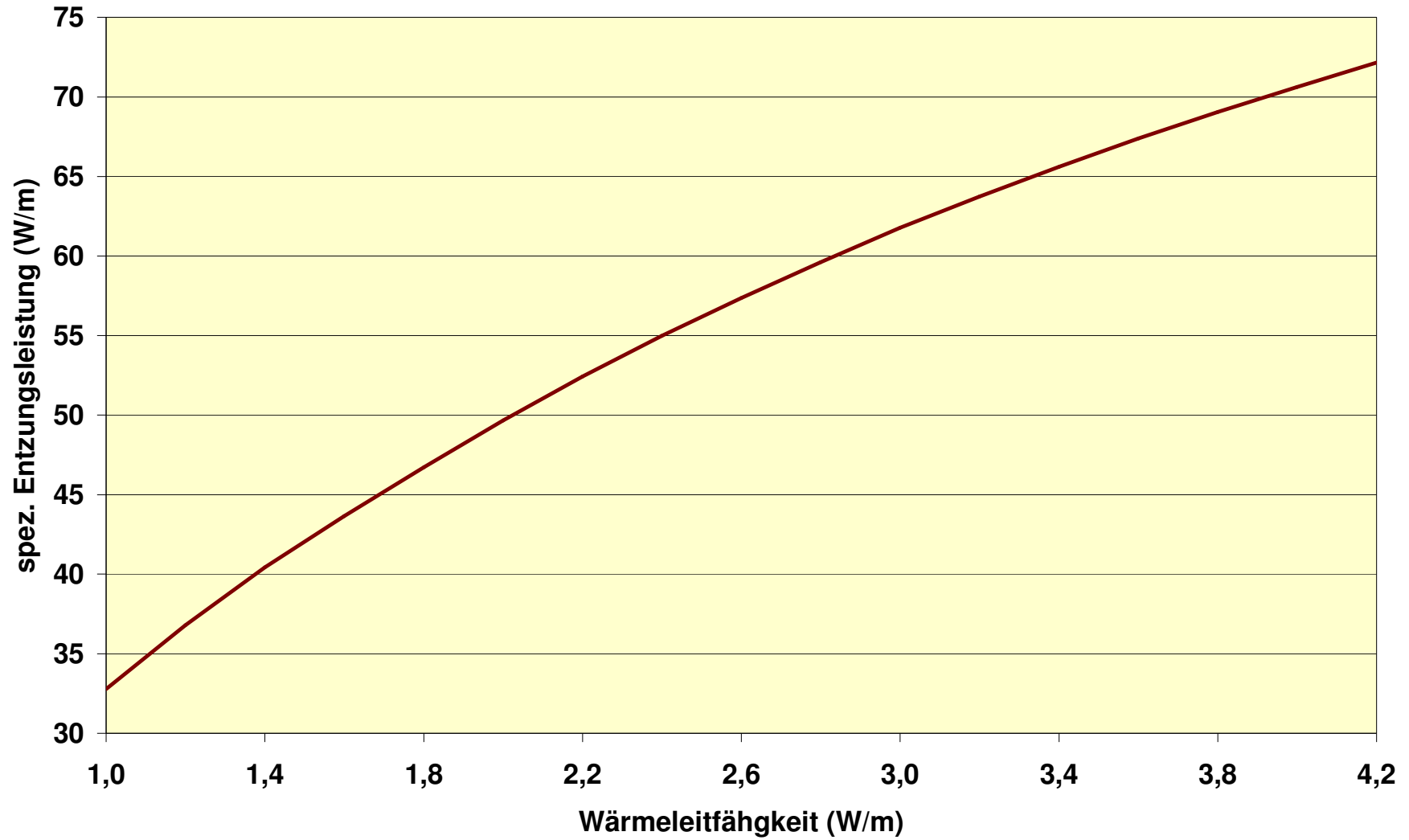
Anzahl Bohrungen: 2
Abstand: 6 m
Bohrdurchmesser: 150 mm
Verfüllung: Zement-Bentonit-Suspension ($\lambda = 0,9 \text{ W/m,K}$)

Sondentyp: Doppel-U-Sonde, HDPE, 32 * 2,9 mm
Abstand Rohrmitten: 50 mm („shank spacing“)
Wärmeträgermittel: Monoethylenglykol

Jahresbetriebsstd.: 1.800 h
Jahresarbeitszahl: 4

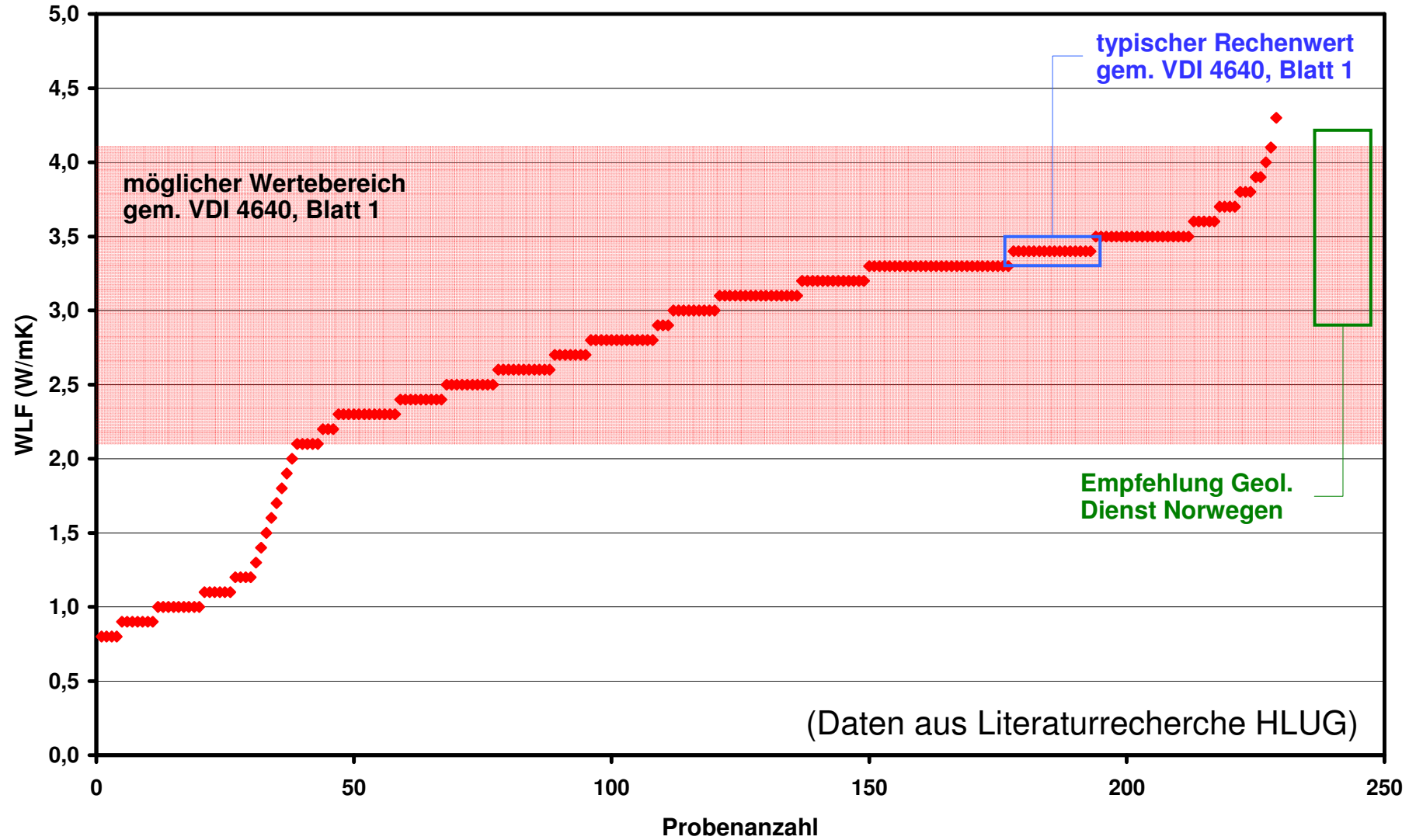
Spezifische Entzugsleistung

– Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit des Gesteins –



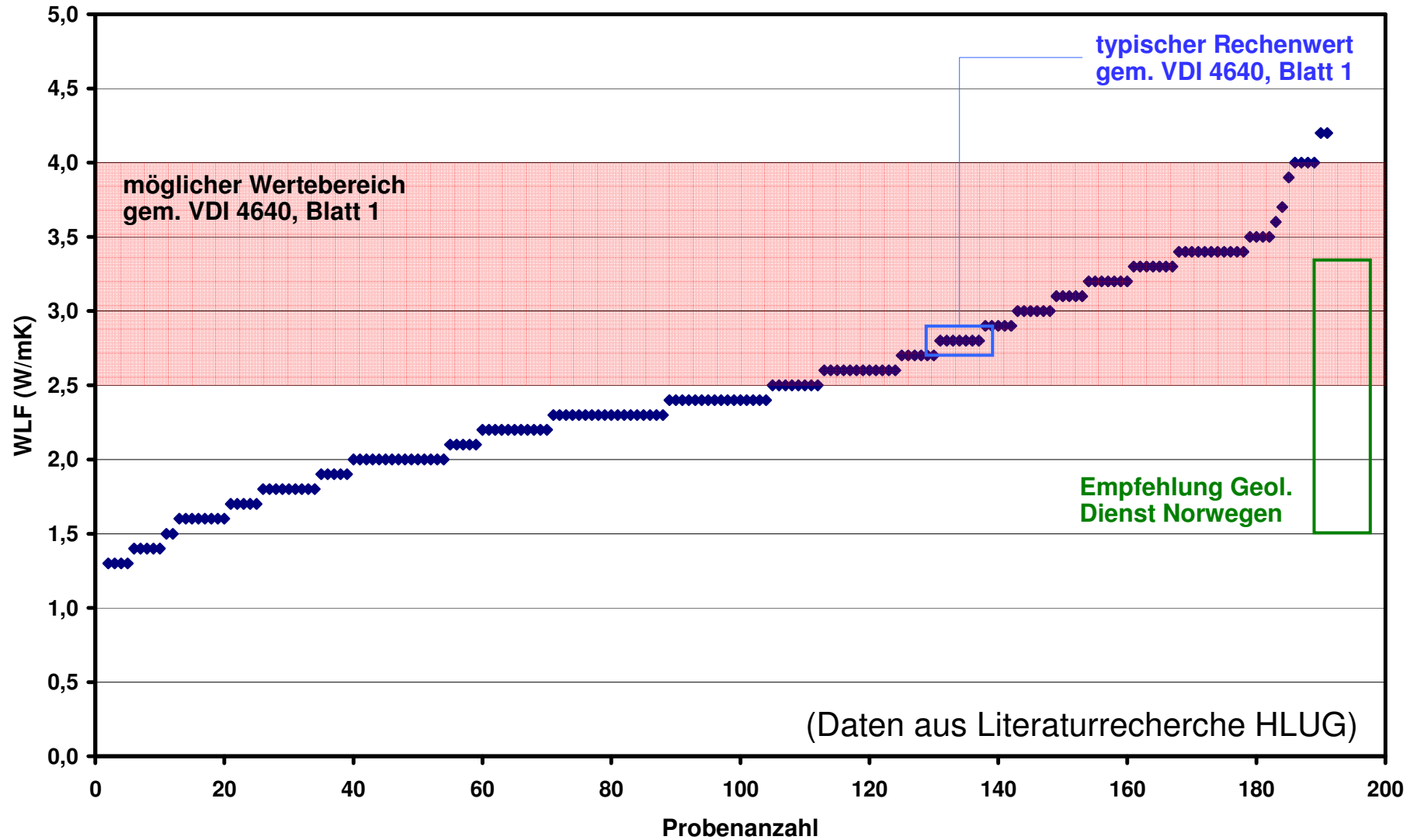
Wärmeleitfähigkeit des Gesteins

– Granit –



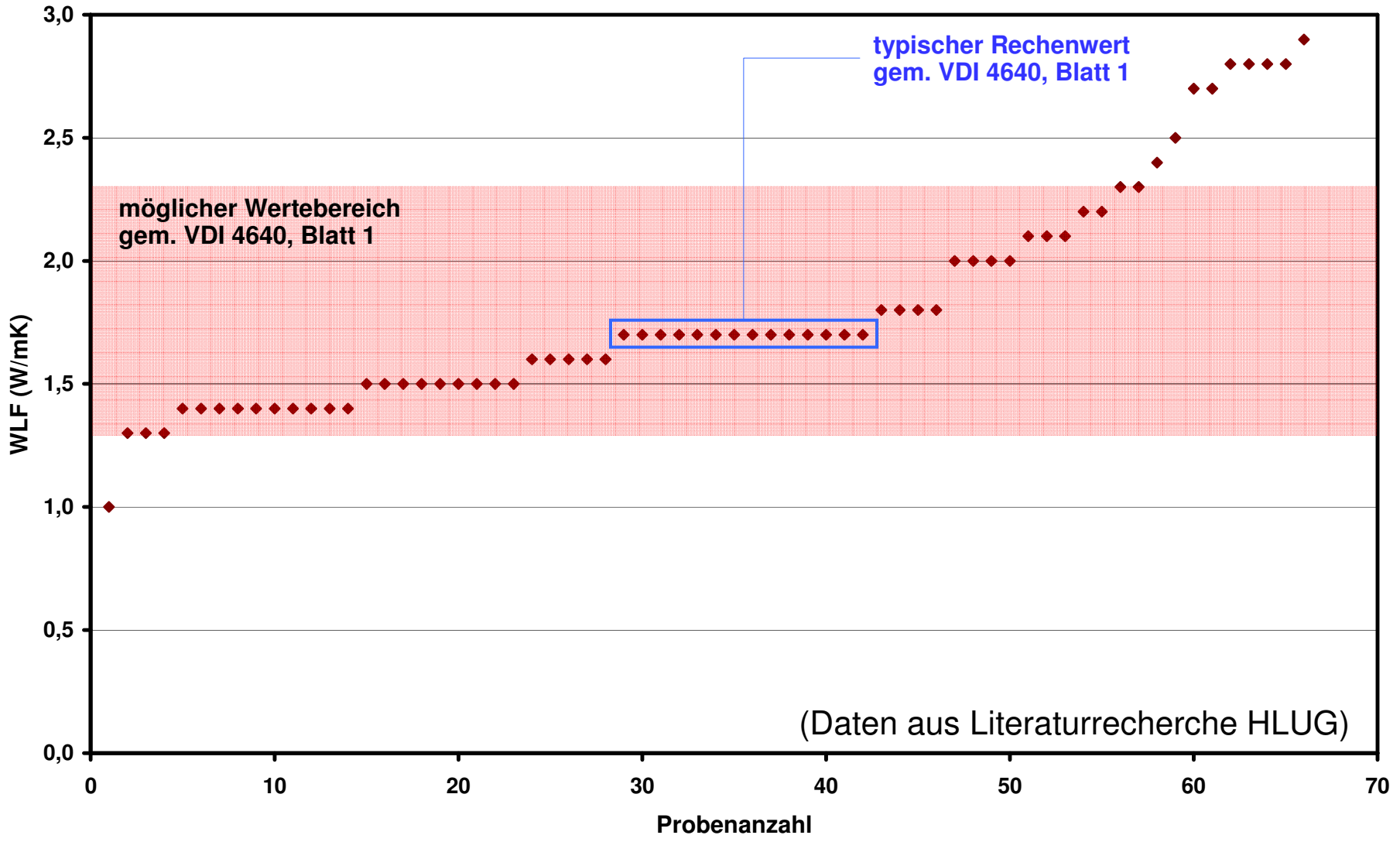
Wärmeleitfähigkeit des Gesteins

– Kalkstein –



Wärmeleitfähigkeit des Gesteins

– Basalt –

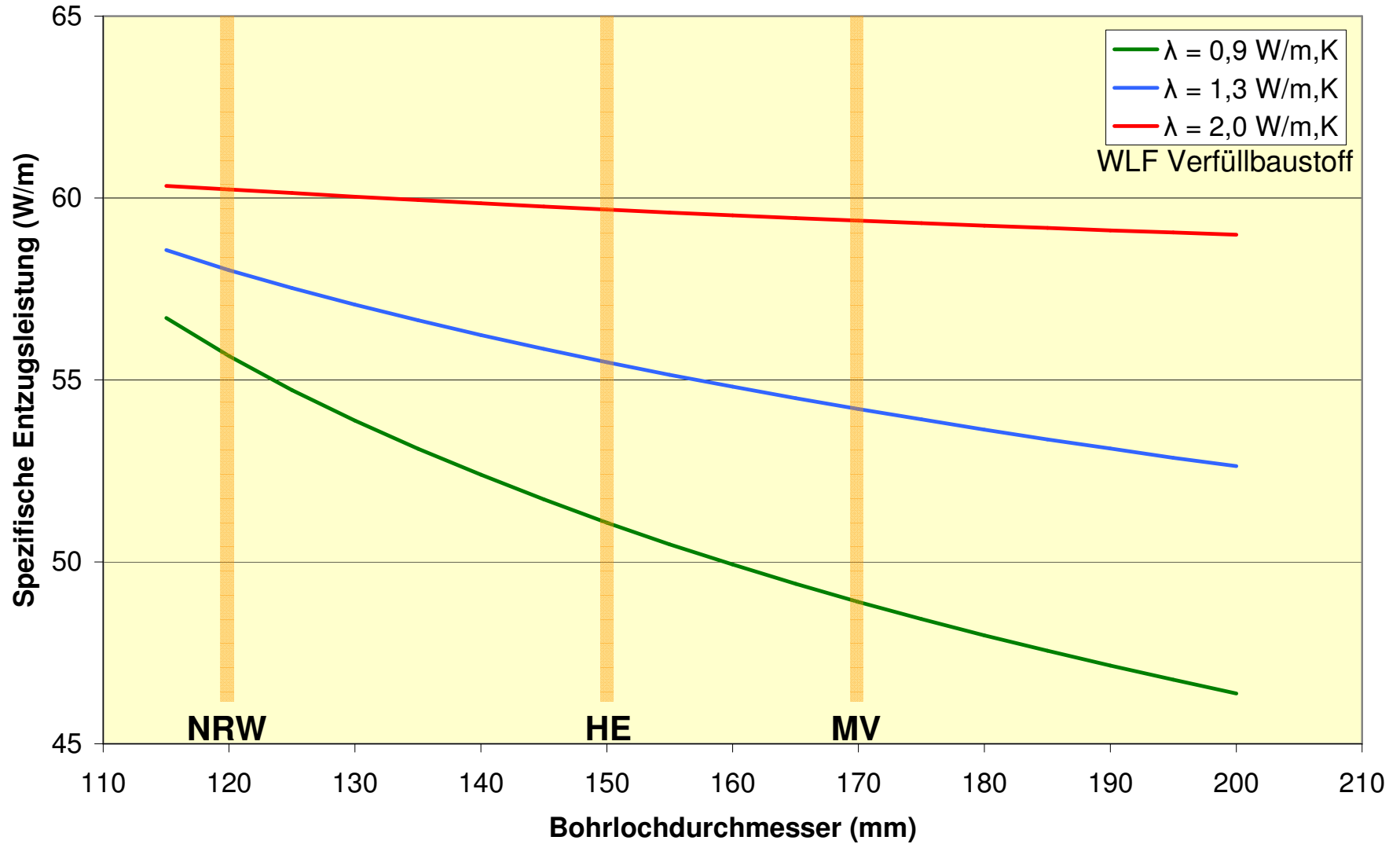


Spezifische Entzugsleistung

– Vergleich VDI 4640 und EED-Werten für hess. Anlage –

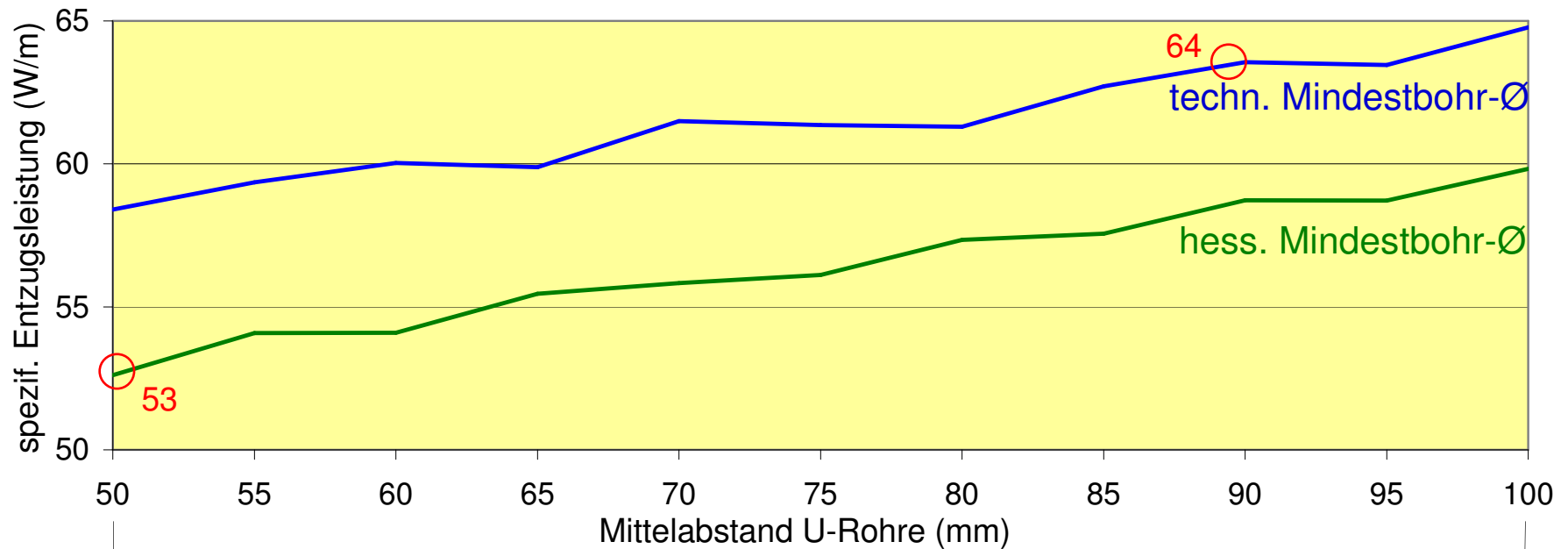
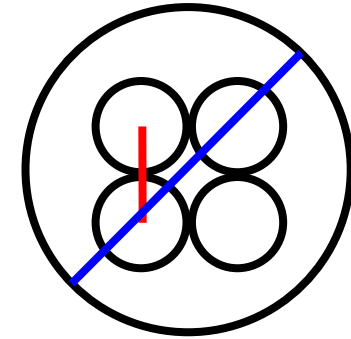
Gestein	λ (W/mK) <i>VDI 4640-1</i>	spezif. Entzugsleistung (W/m)	
		<i>VDI 4640-2</i>	<i>Hessen-Ø</i>
Granit	2,1 - 4,1	65 - 85	49 - 69
Kalkstein	2,5 - 4,0	55 - 70	51 - 71
Basalt	1,4 - 2,3	40 - 65	40 - 52

Bohrdurchmesser und Verfüllbaustoff



Mittelabstand der U-Rohre

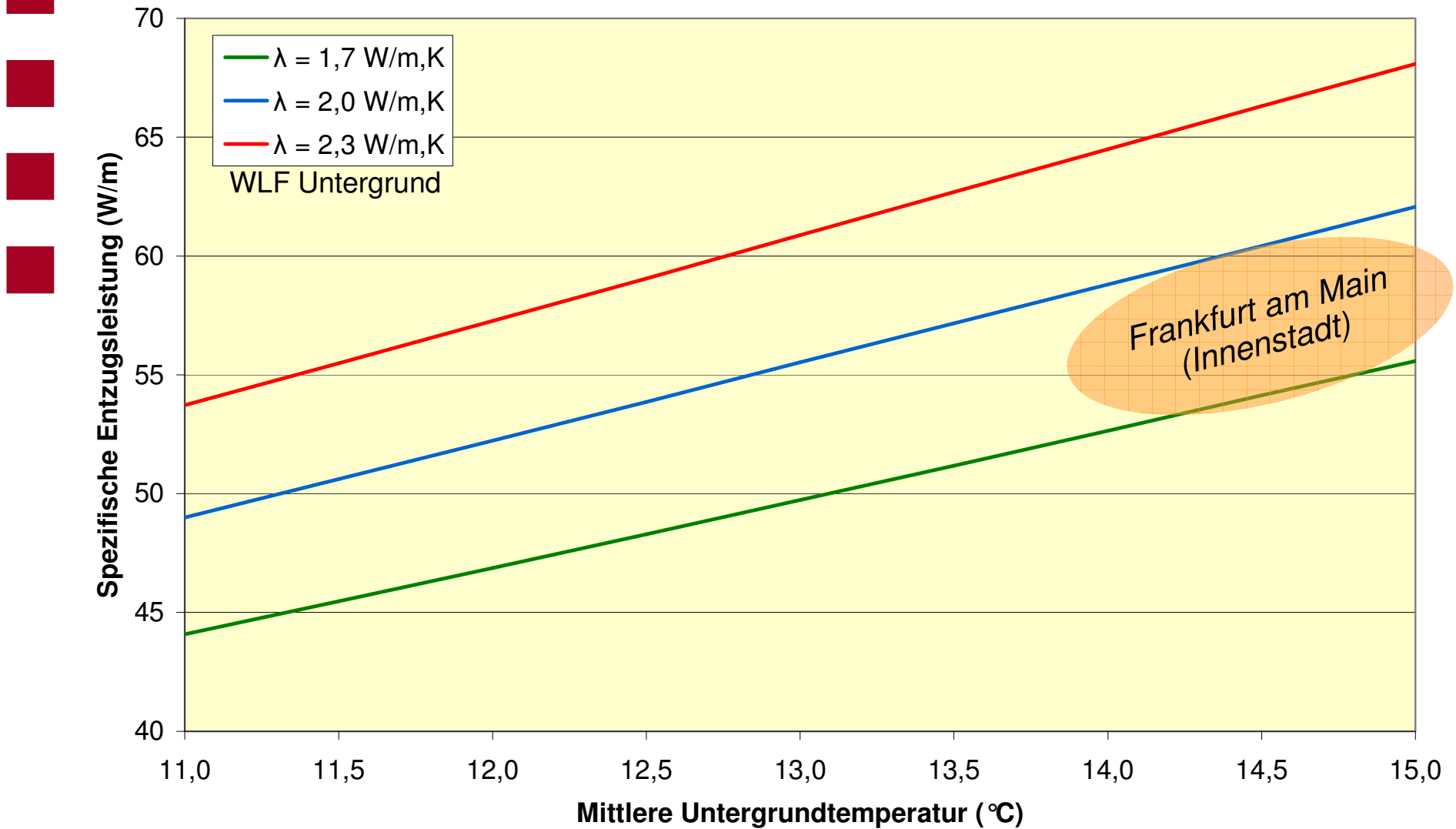
– „shank spacing“ –



technischer Mindestbohr-Ø (mm)										
114	127	127	140	140	152	152	165	165	178	178
165	170	178	184	191	198	205	212	219	226	233
hessischer Mindestbohr-Ø (mm)										

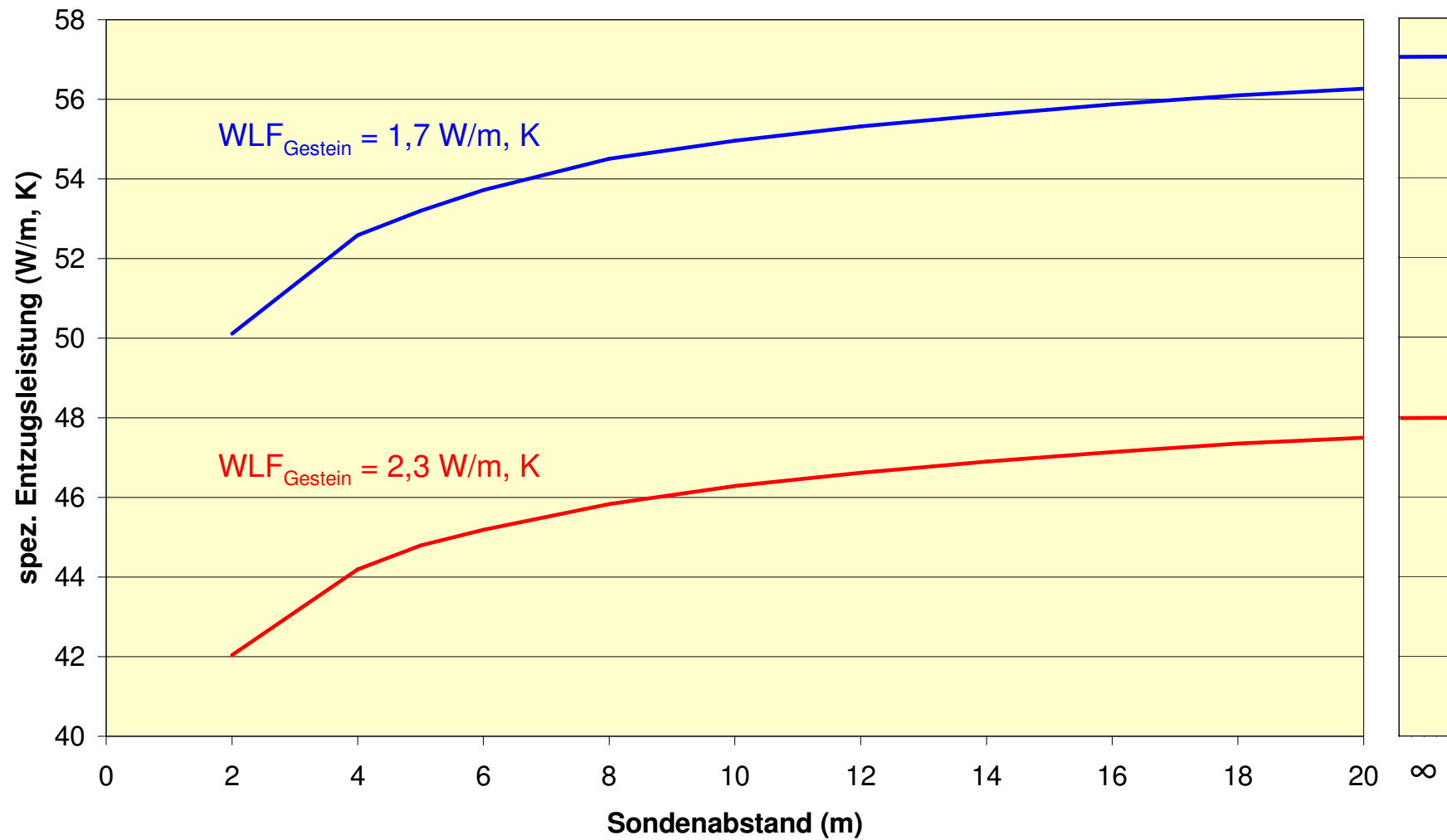
■ Untergrundtemperatur

■ – geogene Temperaturen –



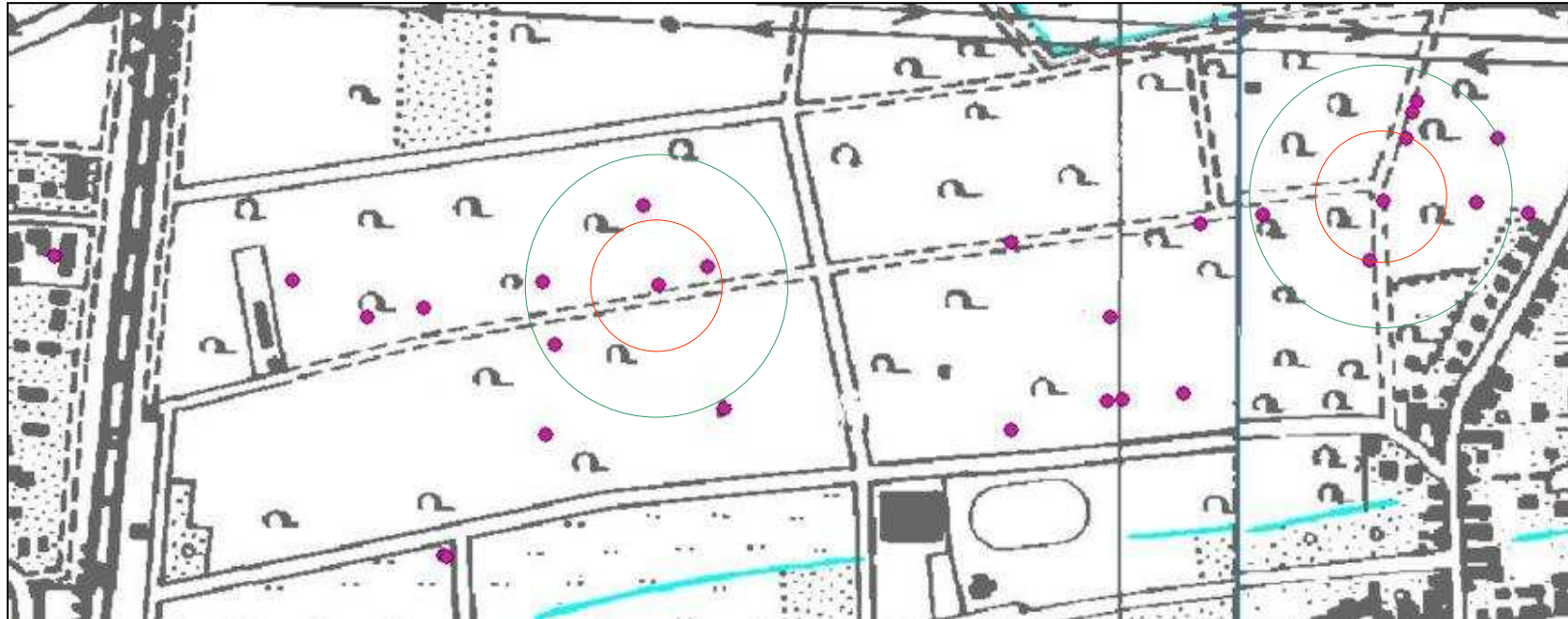
Untergrundtemperatur

– gegenseitige Beeinflussung zweier Sonden –



Untergrundtemperatur

– gegenseitige Beeinflussung bei enger Bebauung –



○ 50 m - Umkreis

○ 100 m - Umkreis

■ Untersuchung des Amts der Landesregierung Vorarlberg

■ – Zwischenbericht September 2007 –

■ **4 von 16 EWS-Anlagen erreichten eine JAZ von 4 nicht!**

■ Grund für nicht befriedigende Jahresarbeitszahlen sind vor allem:

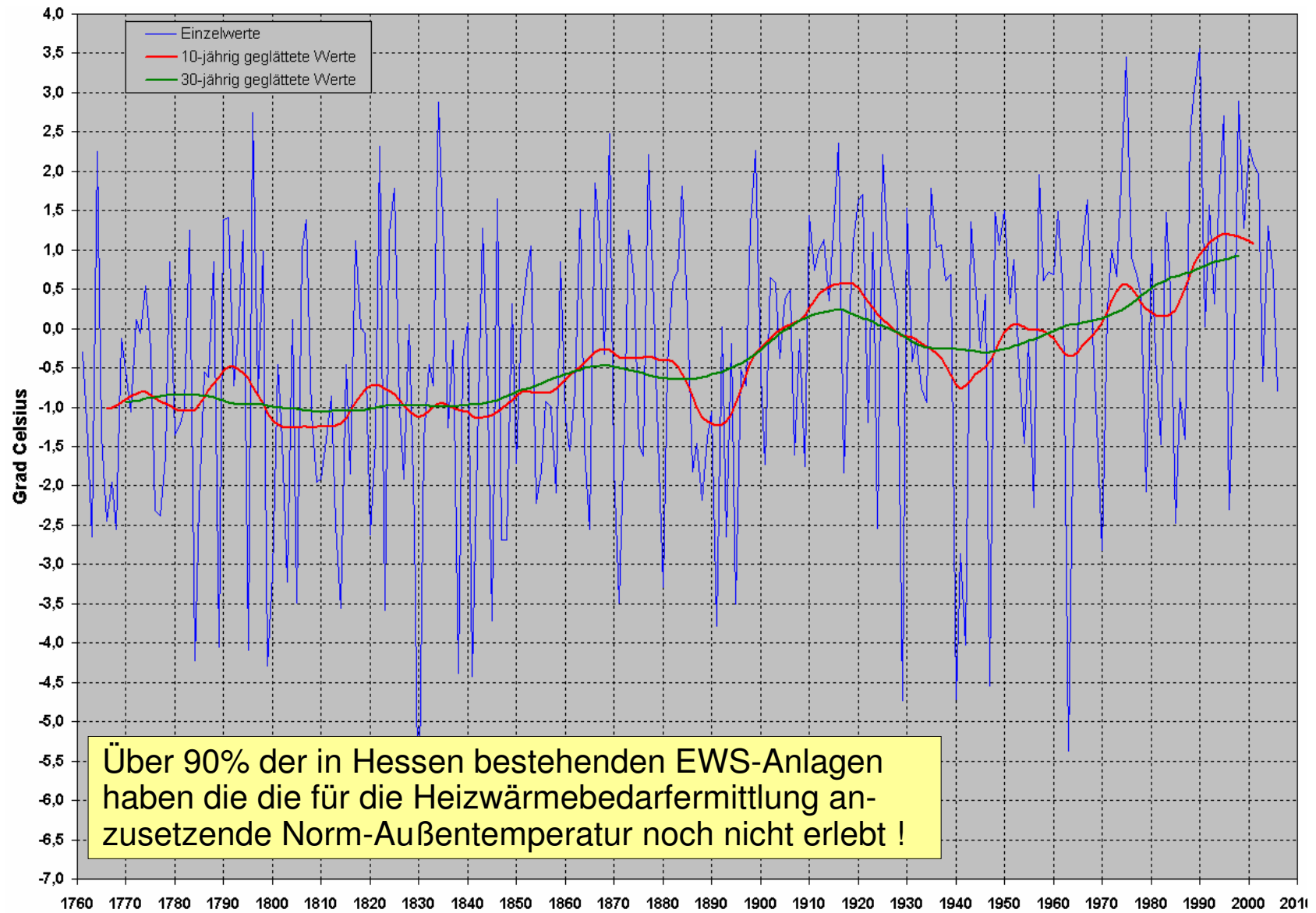
- • zu hohe Vorlauftemperaturen,
- zu geringe Wärmequellentemperaturen,
- überdimensionierte Hilfsantriebe,
- nicht optimale Regelung der Anlagen.



„Der Einfluss der Soleumwärmepumpe auf die Gesamteffizienz einer EWS-Anlage ist erheblich“

Quelle: Messung von Wärmepumpen in neu errichteten Wohngebäuden – Land Vorarlberg. Zwischenbericht 9/2007; Amt der Vorarlberger Landesregierung

„Gibt es überhaupt ein Problem?“



Fazit

- Die im Einzelfall **realisierbare** spezifische Entzugsleistung kann aufgrund verschiedener Randbedingungen von der „**möglichen**“ spezifischen Entzugsleistung der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2 deutlich abweichen.
- Planer sollten daher prüfen,
 - wie gut sie die thermischen Untergrundeigenschaften eines Standortes beurteilen können,
 - ob sie die Randbedingungen der VDI-Werte kennen und ob diese dem konkreten Planungsfall entsprechen, und
 - wie Unsicherheiten in der Planung berücksichtigt werden sollten.
- Die seit 1.1.2008 mögliche Förderung von erdgekoppelten Wärmepumpen wird vermutlich nicht ohne Kenntnis der Bedeutung der genannten Randbedingungen regelmäßig zu erzielen sein.

Vielen Dank!