

Nutzung von Anergie beim Start der Wärmepumpe für deren Quelltemperatur - neue Möglichkeiten durch das multifunktionale Regelsystem des Verfahrens -

Die bei jedem Start einer Wärmepumpe zunächst noch niedrige Heizkreistemperatur kann durch ein multifunktionales Regelsystem genutzt werden für eine Erhöhung der Quelltemperatur.

Dies lässt sich zeigen am Beispiel einer Sole/Wasser-Wärmepumpe gemäß dem Stand der Technik, deren Temperaturänderungen und deren Strombedarf mehrfach sowohl bei der Erwärmung von Brauchwasser als auch bei den Heizvorgängen aufgezeichnet wurden.

Die als Anlage 1 beigegefügte Tabelle zeigt eine Brauchwasser-Erwärmung. Die Wärmepumpe schaltet sich stets ein, wenn im Brauchwasserspeicher die Temperatur von 45°C unterschritten wird, sobald eine Temperatur von 50°C erreicht wird schaltet sich sofort die Wärmepumpe wieder ab oder schaltet sich um auf Heizen. Die Temperaturen kann man sowohl in der Tabelle als auch in den Grafiken verfolgen.

Wichtig in der Tabelle sind die Heizkreisvorlauftemperatur VL und die Temperatur BW im Brauchwasserspeicher. Die Grafik zeigt die Heizkreisvorlauftemperatur BT2 (rote Linie) und die Brauchwassertemperatur BT6 (blaue Linie).

Wer sich die Tabelle genau ansieht wird erkennen, dass die Temperatur im Speicher nicht ansteigt, sondern sich sogar deutlich um fast ein Grad verringert, was man auch in der Grafik 5.5 in Anlage 2 sehr gut sehen kann.

Die Brauchwasser-Erwärmung dauerte 40 Minuten und benötigte dafür 10 kWh (der Zählerstand erhöhte sich von 325.332 kWh auf 325.342 kWh). Da nach dem Start der Wärmepumpe zunächst nur Wärme mit einer noch geringen Temperatur erzeugt wird und diese in den Speicher geleitet wird, verringert sich dessen Temperatur deutlich von 45°C bis auf 44,1°C. Es dauerte 26 Minuten bis 18.34 Uhr, erst dann konnte durch die allmählich weiter ansteigende Heizkreistemperatur der Wärmepumpe die Temperatur im Wasserspeicher wieder auf 45,0°C ansteigen, also den Wert, den es bereits beim Start der Wärmepumpe gab. Allein dafür wurden 6 kWh Strom benötigt (Zählerstand 325.338 kWh), weitere 4 kWh Strom waren nötig, um die Brauchwassertemperatur wie beabsichtigt wieder auf 50,0°C zu erhöhen (Zählerstand 325.342 kWh).

Wenn man sich die tabellarische Aufzeichnung der Daten genau ansieht wird man feststellen, dass bei Wärmepumpenanlagen gemäß dem Stand der Technik nach dem Start erst sehr viel Energie für den Anlauf sowie auch durch den Rückgang der Temperatur im Wasserspeicher erforderlich ist - dieser Anteil ist als Anergie zu bezeichnen.

Im Gegensatz zu diesem bestehenden System der Wärmepumpen könnte also viel Strom

eingespart werden, wenn durch das entwickelte neue Verfahren nach dem Start zunächst die Wärme mit der noch sehr niedrigen Temperatur genutzt wird für eine Erhöhung der Quellentemperaturen, sodass aufgrund der geringeren Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Heizkreis dann weniger Strom benötigt wird.

Allein durch den in Tabelle und Grafik ermittelten Energieverlust von 6 kWh bei der Brauchwassererwärmung lässt sich schon zeigen, wie viel Energie man zusätzlich für die Umleitung auf die Wärmequellen nutzen könnte. Wie sich dies auswirkt auf deren Temperatur kann man am besten abschätzen am Beispiel der Erdreichtemperaturen im Nahbereich einer Erdsonde.

Die Wirkungen des multifunktionalen Regelsystems auf die Temperatur der Erdsonde werden ausführlich behandelt in der Datei WB2-ZE3 der Website mit den nochmals auch hier beigefügten weiteren zwei Anlagen.

Den Berechnungen für die Regeneration der Wärmequelle in Anlage 3 und der Grafik in Anlage 4 ist eine Erdsonde mit einem Durchmesser von 6 cm und einer Bohrtiefe von 200 m zugrundegelegt worden, dies entspricht einem Wasserinhalt von $1,285 \text{ m}^3$. Da um 1 m^3 Wasser um 1°C zu erwärmen $1,16 \text{ kWh}$ Strom benötigt wird ergibt sich für diese Erdsonde dafür ein Bedarf von $1,5 \text{ kWh}$.

In Anlage 1 wird nachgewiesen, dass gleich nach dem Start der Wärmepumpe für die Erhöhung der Heizkreistemperatur zunächst bereits 6 kWh Strom aufzuwenden sind, bevor die Warmwassertemperatur überhaupt wieder ansteigen kann. Daraus folgt, dass bei einer Umleitung dieser anfangs erzeugten Wärme in die Erdsonde der Anlage deren Temperatur sich um etwa 4°C erhöhen dürfte - das entspricht auch dem Beispiel der Übertragung von Wärme in der Tabelle von Anlage 3 und der Grafik in Anlage 4.

Um diese komplexen Zusammenhänge verstehen zu können sollten unbedingt auch die Informationen genutzt werden über Wirkungen des multifunktionalen Regelsystems auf die Temperaturen in der Erdsonde sowie im Nahbereich der Sonde. Die Datei WB2-ZE3 befasst sich auch mit den Luft/Wasser-Wärmepumpen und deren Wärmespeicher.

Anlagen

1. Erwärmung von Brauchwasser durch eine Sole/Wasser-Wärmepumpe
2. Rückgang der Brauchwassertemperatur durch Zuführung von noch kaltem Wasser
3. Temperaturverteilung im Erdreich im Umkreis der Erdsonde (Tabelle)
4. Regeneration der Erdsonde beispielsweise durch Nutzung von Anergie

28.2.2024



WB2-ZA2

Datum 19.10.2023

Außentemperatur 8,9°C (6,5 / 7,5 / 8,8 °C)

Brauchwasser-ErwärmungEIN bei 45°C, AUS bei 50°C

Zeit	GM	VL	RL	VL _{ext}	Wärme-Z.	BW
17.55	25	40,9	42,0	37,5	325.332	45,1
18.05	5	40,1	41,9	36,8		<u>45,0</u>
<u>BW Start</u>						
18.08	-8	39,8	30,3	36,3		44,9
.09	-12	36,3	27,5	36,2	<u>325.333</u>	44,9
.10	-16	34,0	27,5	36,1		44,8
.11	-20	33,5	27,6	36,1		44,8
.12	-24	33,3	28,6	36,0		44,7
.13	-28	34,8	33,4	35,9	<u>325.334</u>	44,7
.14	-32	37,4	33,8	35,8		44,7
.15	-36	38,6	34,1	35,8		44,6
.16	-41	39,2	34,5	35,7		44,5
.17	-45	39,5	35,6	35,6	<u>325.335</u>	44,4
.18	-50	40,7	37,8	35,5		44,4
.19	-54	42,9	38,9	35,3		44,3
.20	-59	43,3	39,1	35,2		44,3
.21	-64	43,7	39,6	35,1		44,2
.22	-69	44,1	40,2	35,0	<u>325.336</u>	44,2
.23	-74	44,8	41,7	34,9		44,1
.24	-79	45,7	42,3	34,8		44,1
.25	-84	46,1	42,6	34,8		44,1
.26	-90	46,9	43,2	34,7		44,2
.27	-95	47,4	43,6	34,6	<u>325.337</u>	44,2
.28	-101	47,9	44,3	34,5		44,2
.29	-106	48,3	44,9	34,4		44,3
.30	-112	49,5	45,5	34,3		44,3
18.31	-118	49,6	46,0	34,2		44,4

→ Fortsetzung der Aufzeichnung

Anlage 5 vom 19.10.2023**Teil 1: Exakte Aufzeichnungen der Temperaturwerte**

Datum 19.10.2023

Außentemperatur 8,9°C

(6,5 / 7,5 / 8,8 °C)

Brauchwasser-Erwärmung

(Fortsetzung der Aufzeichnung)

Zeit	GM	VL	RL	<u>VL_{ext}</u>	<u>Wärme-Z.</u>	<u>BW</u>
18.32	-124	50,0	46,4	34,1		44,5
.33	-130	50,6	47,0	34,0	<u>325.338</u>	44,7
.34	-136	50,9	47,5	33,9		<u>45,0</u>
.35	-143	51,6	48,2	33,7		45,2
.36	-149	52,2	48,8	33,6		45,4
.37	-155	52,6	49,3	33,5		45,7
.38	-162	53,1	49,5	33,4	<u>325.339</u>	46,3
.39	-169	53,4	50,0	33,3		46,6
.40	-169	53,8	50,4	33,3		46,8
.41	-169	54,5	51,0	33,2		47,2
.42	-169	54,8	51,5	33,2		47,5
.43	-169	55,0	51,8	33,1	<u>325.340</u>	47,8
.44	-169	55,6	52,2	33,0		48,2
.45	-169	56,0	52,6	32,9		48,5
.46	-169	56,3	53,0	32,8		48,8
.47	-169	56,7	53,4	32,8	<u>325.341</u>	49,1
.48	-169	57,3	53,9	32,7		49,4
.49	-169	57,6	54,3	32,7		49,8
18.50	-169	57,9	54,5	<u>32,6</u>	<u>325.342</u>	<u>50,1</u>

Umschaltung von Brauchwasser auf Heizen

18.51	-169	43,5	32,3	<u>38,2</u>		50,5
.52	-169	40,4	32,5	38,6	325.343	50,9
.53	-169	38,7	32,8	38,4		51,3
.54	-169	38,5	32,9	38,1		51,5
.55	-169	38,5	33,9	38,0		51,6
.56	-169	38,5	33,1	38,1	325.344	51,8
.57	-169	38,5	33,1	38,1		52,0
.58	-169	38,6	33,2	38,2		52,2
18.59	-169	38,6	33,4	38,4		52,3

→ Fortsetzung der Aufzeichnung

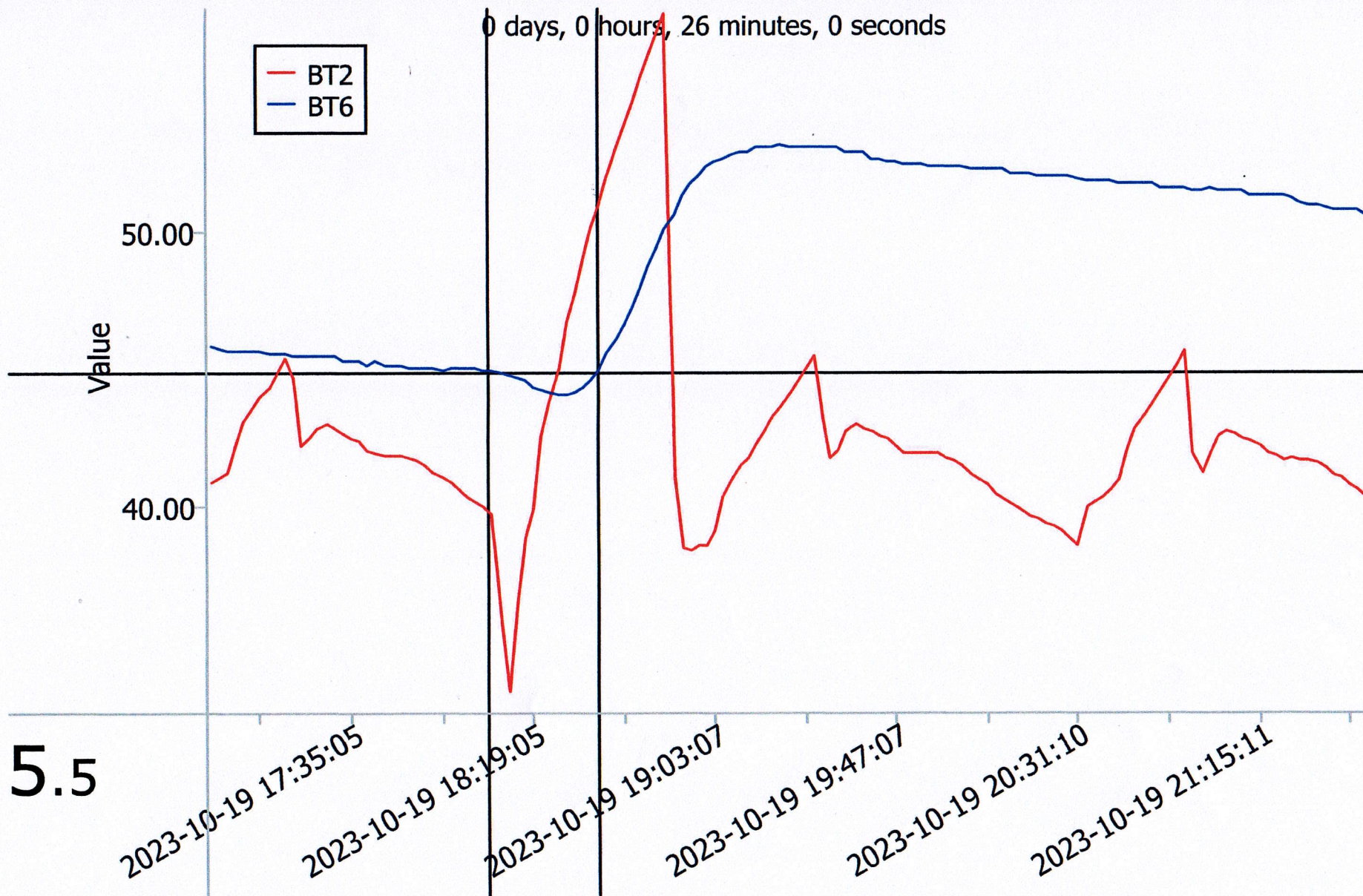
Datum 19.10.2023

Außentemperatur 8,9°C

(6,5 / 7,5 / 8,8 °C)

Heizen (Fortsetzung der Aufzeichnung)

Zeit	GM	VL	RL	VL _{ext}	Wärme-Z.	BW
19.00	-169	38,7	33,6	38,5	325.445	52,4
.01	-169	39,3	35,0	38,6		52,6
.02	-169	39,8	35,5	38,9		52,7
.03	-169	40,5	35,8	39,2		52,8
.04	-169	40,8	36,0	39,6		52,9
.05	-169	41,1	36,2	39,9	325.346	52,9
.06	-168	41,4	36,5	40,3		53,0
.07	-168	41,6	36,7	40,6		53,0
.08	-167	41,7	36,8	40,8		53,0
.09	-166	41,9	37,2	41,1	325.347	53,1
.10	-165	42,1	37,9	41,4		53,1
.11	-164	42,3	37,8	41,7		53,1
.12	-162	42,6	38,1	41,9		53,1
.13	-160	42,8	38,3	42,1	325.348	53,1
.14	-158	43,1	38,5	42,3		53,1
.15	-155	43,3	38,7	42,5		53,1
.16	-153	43,6	38,9	42,8		53,1
.17	-150	43,8	39,2	43,0	325.349	53,1
.18	-147	44,0	39,5	43,3		53,1
.19	-143	44,3	39,7	43,5		53,1
.20	-140	44,5	44,0	43,7		53,1
.21	-136	44,7	40,2	44,0	325.350	53,1
.22	-132	44,9	40,4	44,2		53,1
.23	-128	45,1	40,6	44,4		53,1
.24	-123	45,3	40,9	44,7		53,1
19.25	-118	45,5	41,4	44,9	325.351	53,1
Heizen Ende						
19.26	+ 6	45,7	41,2	45,1		53,1



Temperaturdifferenzen gegenüber dem ungestörten Erdreich mit einer Temperatur von 10°C

bei der oberen Temperatur ΔT_o und bei der unteren Temperatur ΔT_u

r = Abstand zur Erdsonde mit r = 1 an der Außenwand der Erdsonde

Abstand zur Sonde r je 3 cm	Wärmepumpe im Vergleich ohne Wärmetauscher		Temperaturen im Erdreich im Abstand zur Sonde		Temperaturen nach Übertragung von Wärme		Temperaturen nach Regeneration der Wärmequelle	
	ΔT_o °C	ΔT_u °C	Diff. °C	Abstand cm	ΔT_o °C	ΔT_u °C	ΔT_o °C	ΔT_u °C
1	10,0	17,0	7,00	Sonde	6,0	13,0	1,0	8,0
2	5,0	8,5	3,5	3	3,0	6,5	0,5	4,0
3	3,3	5,67	2,4	6	2,0	4,33	0,33	2,67
4	2,5	4,25	1,75	9	1,5	3,25	0,25	2,00
5	2,00	3,40	1,40	12	1,20	2,60	0,20	1,60
6	1,67	2,83		15	1,00	2,17	0,17	1,33
7	1,43	2,43			0,86	1,86	0,14	1,14
8	1,25	2,12			0,75	1,62	0,12	1,00
9	1,11	1,89			0,67	1,44	0,11	0,89
10	1,00	1,70	0,70	27	0,60	1,30	0,10	0,80
11	0,91	1,545			0,545	1,182	0,091	0,727
12	0,83	1,417		33	0,500	1,083	0,083	<u>0,667</u>
13	0,77	1,307			0,461	1,000	0,077	0,615
14	0,71	1,214			0,428	0,928	0,071	0,571
15	0,67	1,133	0,463	42	0,400	0,867	0,067	0,533
16	0,625	1,062			0,379	0,812		
17	0,59	1,000			0,353	0,765		
18	0,555	0,944			0,333	0,722		
19	0,526	0,895		54	0,316	<u>0,684</u>		
20	0,500	0,850	0,350	57	0,300	0,650		
21	0,476	0,809						
22	0,454	0,773						
23	0,435	0,739					G-Web	H-47
24	0,417	0,708						
25	0,400	0,680	0,280	72				
	Beispiel B		einheitliche Werte		Beispiel W		Beispiel R	

Beispiel B Temperaturen ohne Wärmetauscherbetrieb Sole = VL -2°C / RL -7°C

Beispiel W Temperaturen nach einer Übertragung von Wärme VL +2°C / RL -3°C

Beispiel R Temperaturen nach einer Regeneration der Quelle VL +7°C / RL +2°C

Anlage 3 Temperaturverteilung im Erdreich im Umkreis der Erdsonde

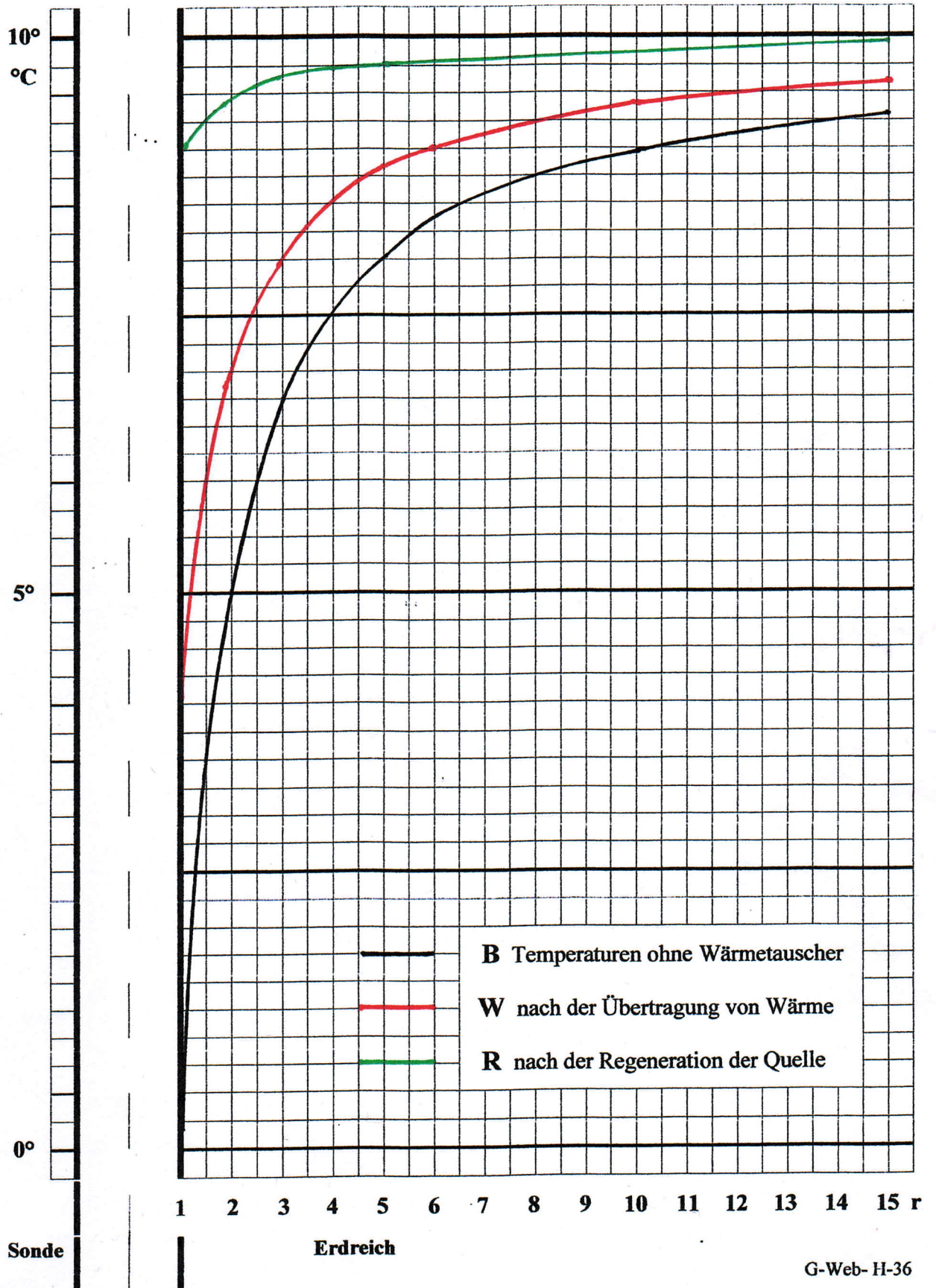
Ergänzung zur Website "Verfahren und Regeneration" (Teil 4),

die Erdreichtemperaturen gehören zur Grafik in Anlage 3 von Anhang 1

B = Bezugswerte einer Anlage gemäß dem Stand der Technik

W = Übertragung von Wärme vom Heizkreis in den Quellenkreis

R = Umwandlung von Strom in Wärme zur Regeneration der Quelle



Anlage 4 Temperaturverteilung im Erdreich im Nahbereich der Erdsonde
Hinweise zur Ermittlung der Daten und Vorlauftemperaturen siehe Anlage 3