

Probleme bei Strombegrenzung von Wärmepumpen auf 4,2 kW

Um die Stromnetze nicht durch die erheblich steigende Zahl von Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen zu überlasten hat die Bundesnetzagentur Regelungen mit den Stromnetzbetreibern vereinbart, wie die steuerbaren Verbrauchseinrichtungen sicher und zügig integriert werden können. Damit immer eine Mindestleistung zur Verfügung steht können die Netzbetreiber bei einer konkreten Überlastung den Strombezug auf 4,2 kW begrenzen.

Bei den Ladeeinrichtungen für E-Autos werden dadurch nur die Ladezeiten verlängert, dies ist beispielsweise bei den privaten Wandladestationen durchaus zu vertreten. Bei den Wärmepumpen gemäß dem aktuellen Stand der Technik können sich jedoch katastrophale Auswirkungen ergeben, wie die folgenden Beispiele zeigen.

Sowohl Luft/Wasser-Wärmepumpen als auch Sole/Wasser-Wärmepumpen nutzen seit langer Zeit ein gleichartiges System. Am Beispiel der eigenen Erdsondenanlage wird der Ablauf einer Erwärmung des Brauchwasserspeichers und eines sofort nachfolgenden Heizvorgangs exakt beschrieben anhand der Aufzeichnung der Temperaturen im Minutentakt und der Zählerstände sowie Grafiken, um den genauen Verlauf verfolgen zu können.

Als Beispiel von an mehreren Tagen vorgenommenen Aufzeichnungen werden die Daten vom 19.10.2023 als Auszug von der umfangreichen Datei WB2-ZE7 beigefügt, der auch viele weitere Details zu entnehmen sind.

Die beigefügte Tabelle zeigt eine Brauchwasser-Erwärmung. Die Wärmepumpe schaltet sich ein, wenn im Brauchwasserspeicher die Temperatur von 45°C unterschritten wird, sobald die Temperatur von 50°C wieder erreicht wird schaltet sich die Wärmepumpe ab oder schaltet sich um wie in diesem Fall auf Heizen, weil die Heizungstemperatur auf nur noch 32,6°C abgesunken ist.

VL entspricht der Heizkreisvorlauftemperatur, VL_{ext} der externen Vorlauftemperatur der vom Speicher in die Heizungsanlage fließenden Wärme, die Brauchwassertemperatur BW wird im Speicher erfasst und dem Wärme-Zähler ist der jeweilige Stromverbrauch zu entnehmen. Die zugehörigen Grafiken zeigen die Heizkreisvorlauftemperatur BT2 und die Brauchwassertemperatur BT6.

Die Brauchwasser-Erwärmung kann man sowohl in der Tabelle wie auch bei den Grafiken verfolgen. Wer sich die Tabelle genau ansieht wird erkennen, dass die Temperatur zunächst nicht ansteigt, sondern sich sogar deutlich um fast ein Grad verringert, was genauso auch bei den Grafiken zu sehen ist.

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 einer Wärmepumpe zunächst immer nur Wärme mit einer noch geringen Temperatur erzeugt

wird und diese dann in den Brauchwasserspeicher geleitet wird, verringerte sich dessen Temperatur deutlich von 45°C bis auf $44,1^{\circ}\text{C}$. Es dauerte 26 Minuten, erst dann konnte auch durch die allmählich weiter ansteigende Heizkreistemperatur der Wärmepumpe die Temperatur im Wasserspeicher wieder auf $45,0^{\circ}\text{C}$ ansteigen, also den Wert, den es schon beim Start der Wärmepumpe gab. Allein dafür waren 6 kWh Strom nötig (Zählerstand 325.338 kWh), weitere 4 kWh Strom waren erforderlich, um die Brauchwassertemperatur wie beabsichtigt wieder auf $50,0^{\circ}\text{C}$ zu erhöhen (Zählerstand 325.342 kWh).

Die beigegefügt Grafiken bestätigen den Ablauf der Erwärmung von Brauchwasser und der notwendigen Erhöhung der Heizkreistemperatur. Die Grafik **5.1** zeigt den gesamten Tagesverlauf über 24 Stunden, den häufigen Start der Wärmepumpe für die Erhöhung der Heizwärme und in der Nacht und ein zweites Mal am Abend die Brauchwassererwärmung.

Nach jedem Start einer Wärmepumpe zur Brauchwassererwärmung fällt die Heizkreisvorlaufstemperatur BT2 zunächst stark ab, wie man auch bei der Grafik **5.5** sehen kann. Dies führt zu einem großen Unterschied zur höheren Temperatur im Brauchwasserspeicher mit der Folge, dass zunächst zusätzliche Energie zum Ausgleich erforderlich ist.

Innerhalb einer Stunde, beispielsweise von 18.08 Uhr bis 19.09 Uhr, hat sich bei dieser Anlage der Zählerstand um genau 15 kWh erhöht, wie man der Tabelle entnehmen kann, das entspricht der Nennleistung der Wärmepumpe von 15 kW.

Wenn aber der Netzbetreiber wegen einer Netzüberlastung die Leistung auf nur 4,2 kW pro Stunde begrenzt, so wird sich die Heizkreisvorlaufstemperatur noch viel langsamer als bisher erhöhen. Für die 6 kWh werden dann nicht 26 Minuten (wie in Grafik **5.5** zu sehen), sondern bereits deutlich mehr als 92 Minuten benötigt werden, weil auch die Temperatur im Brauchwasserspeicher in dieser Zeit noch weiter absinkt; erst dann kann die Temperatur überhaupt wieder ansteigen.

Während der Brauchwassererwärmung, die insgesamt 40 Minuten dauerte, verringerte sich die Temperatur der Heizungsanlage von $36,3^{\circ}\text{C}$ auf nur noch $32,6^{\circ}\text{C}$. Wenn die Leistung von 15 kW auf nur noch 4,2 kW reduziert wird verlängert sich nicht nur die Erwärmung von Brauchwasser und damit die Dauer bis zur nächsten Erhöhung der Heizungstemperatur, die dadurch zwischenzeitlich niedrigere Temperaturen erreicht, auch die erforderliche Zeit für den Heizvorgang wird sich dann gleichfalls deutlich um den Faktor 3,57 erhöhen - die Begrenzung auf 4,2 kW erhöht also insgesamt sogar den Stromverbrauch.

Es stellt sich die Frage, ob ausreichend Strom durch die Netzbetreiber zur Verfügung steht für die allein im Zeitraum eines Jahres sich etwa verdoppelnde Zahl von Wärmepumpen, weil es sich dabei fast ausschließlich um die von der Außenluft besonders stark abhängigen Luft/Wasser-Wärmepumpen handelt. Diese können nahezu allein durch Netzstrom noch die erforderliche Wärme erzeugen, wenn im Winterhalbjahr in zeitlich kurzen Abständen wieder Heiztemperatur und teils auch Warmwassertemperatur erhöht werden müssen.

Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Photovoltaikanlagen in den drei kältesten Monaten

des Jahres nicht mehr genug Strom für die Haushalte liefern können, keine 94 kWh im Monat mehr für Warmwasser, erst recht keinen Strom für Wärmepumpen und E-Autos.

Im Gegensatz zu dem bestehenden System der Wärmepumpen könnte sehr viel Strom eingespart werden, wenn durch ein entwickeltes und bereits patentiertes neues Verfahren nach dem Start der Wärmepumpe 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 deutlich weniger Strom benötigt wird.

Mehr Informationen zu den Nachteilen für die Wärmepumpen vom aktuellen Stand der Technik durch die demnächst durch die Begrenzung von Strom zu erwartenden Probleme sind enthalten in der Beschreibung WB2-45

"Bundesnetzagentur: Strombegrenzung auf 4,2 kW bei Netzüberlastung".

An deren Ende werden auf Text-Seite 5 und in dem zugehörigen Anhang kurz die Vorteile beschrieben, die sich durch das neuartige multifunktionale Regelsystem ergeben werden. Am Beispiel einer Luft/Wasser-Wärmepumpe wird gezeigt, dass sich der Strombedarf auch im Winter erheblich verringern lässt, wenn nach deren Start die Wärme im Heizkreis mit der zunächst noch geringen Temperatur umgeleitet wird zum Wärmespeicher, bis die für Brauchwasser bzw. für Heizen notwendige Temperatur erreicht wird und dann auch die Umleitung wieder beendet wird.

Anlagen

1. Tabelle: Exakte Aufzeichnungen der Temperaturen einer Brauchwasser-Erwärmung
2. Grafik 5.1 Tagesverlauf der Heizkreisvorlauftemperatur BT2 und der Brauchwassertemperatur BT6
3. Grafik 5.5 Temperaturen nach dem Start der Wärmepumpe

10.4.2024

Hans-Georg Jankun

WB2-46

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

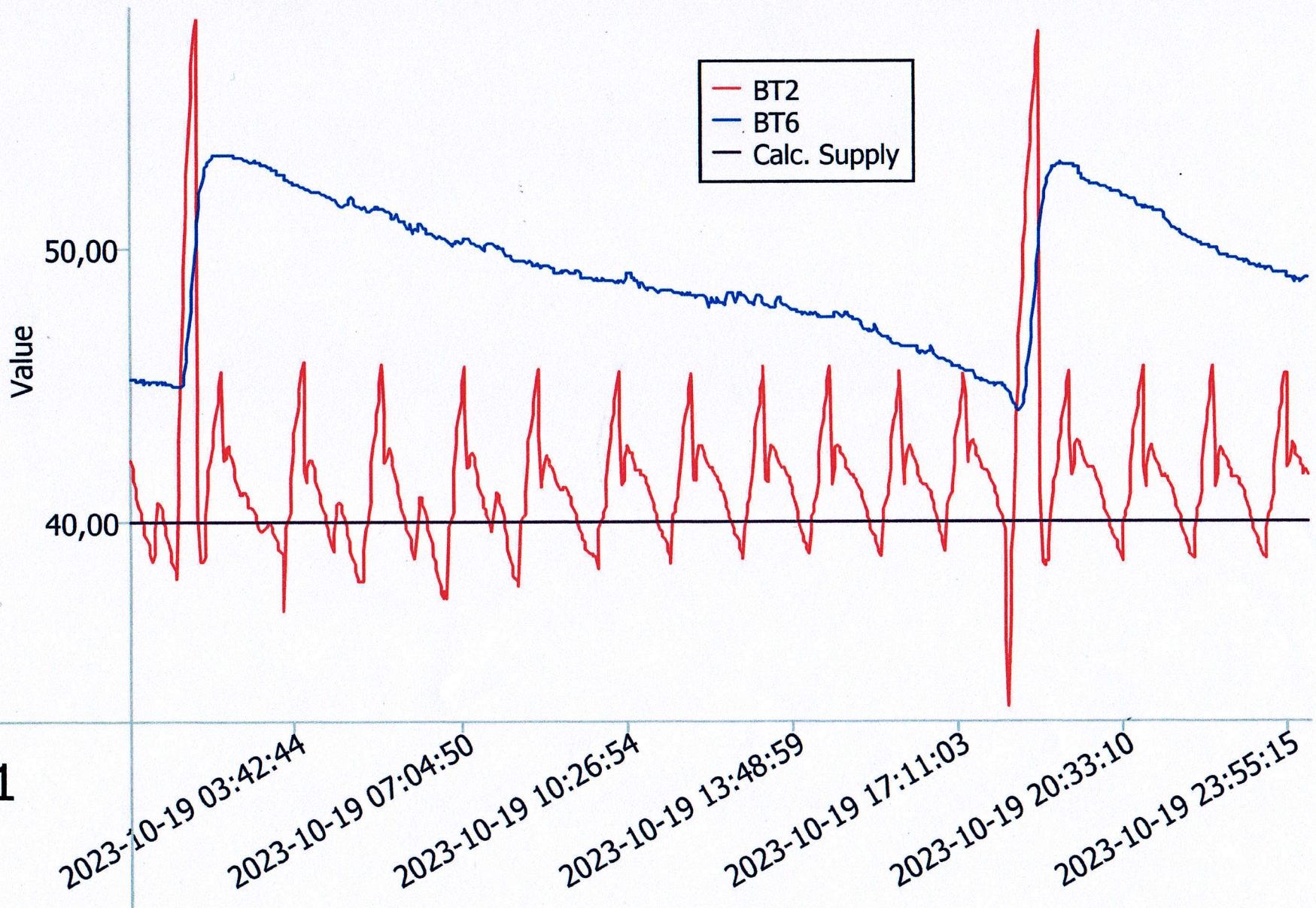
Außentemperatur 8,9°C

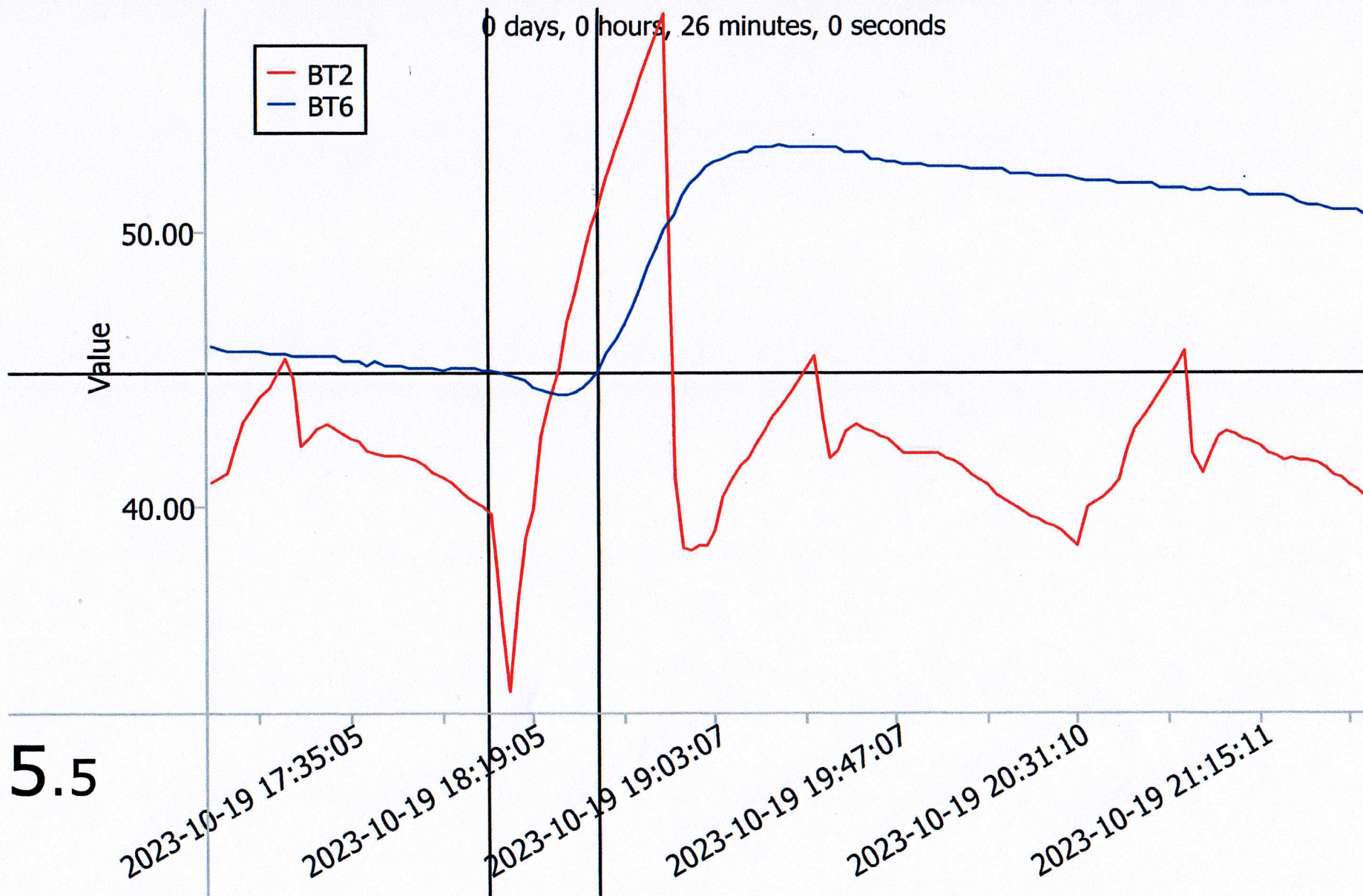
(6,5 / 7,5 / 8,8 °C)

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

5.1





5.5