

Luft/Wasser-Wärmepumpen - die Möglichkeiten eines neuartigen Verfahrens für eine deutliche Steigerung der Effizienz dieser Wärmepumpen

Das im Planungshandbuch Wärmepumpen von NIBE enthaltene Kreislaufschema kann etwas erweitert werden: Neben Heizungsanlage und Warmwasserspeicher ist zusätzlich der Grafik noch eine Verbindung zur Wärmequelle hinzugefügt worden (siehe dazu das beiliegende Schema zur Erhöhung der Quellentemperatur durch die Wärmepumpe).

Bei Anlagen gemäß dem aktuellen Stand der Technik wird von dem zum Kondensator gehörenden Wärmetauscher die erzeugte Wärme vom Heizkreisvorlauf teilweise nur zur Heizungsanlage und häufig über Dreibegeventile entweder zur Heizungsanlage oder zum Warmwasserspeicher geleitet.

Die als Anlage beigefügten Grafiken enthalten jeweils den Verlauf der Heizkreisvorlauf-temperatur VL (BT2 rot), der externen Vorlauf-temperatur VL_{ext} im Heizwasserspeicher (BT25 grün) und der Brauchwassertemperatur BW (BT6 blau) im oberen Bereich des Speichers. Die Dauer der einzelnen Vorgänge wird angegeben am oberen Rand, gekennzeichnet durch die beiden vertikalen Linien.

Es ist bei den vergleichenden Betrachtungen nicht entscheidend, ob die Wärmequelle eine Erdsonde oder ein Wärmespeicher ist, die Abläufe im Heizkreis sind sich ähnlich.

Die jeweils als Beispiele ausgesuchten Grafiken zeigen, dass für eine Erwärmung von Brauchwasser von 45°C auf 50°C stets zuerst die Heizkreisvorlauf-temperatur deutlich erhöht werden muss, da nach dem Start der Wärmepumpe deren Quellentemperatur fast immer deutlich geringer ist und dementsprechend auch die Heizkreisvorlauf-temperatur.

Ausnahmen davon kann es nur dann geben, wenn beispielsweise zuvor gerade die für die Heizungsanlage erforderliche Wärme erzeugt worden ist und danach die Wärmepumpe auf Brauchwasser umschaltet, also eine hohe Heizkreisvorlauf-temperatur vorhanden ist. In der winterlichen Heizperiode mit vielen Starts zum Heizen im Laufe des Tages kühlt die Wärmepumpe ebenfalls nicht mehr so stark ab wie sonst, es gibt dann kaum noch einen Unterschied zur Temperatur im Heizwärmespeicher, wie die Grafiken zeigen und auch deren beigefügte Übersicht für 2023.

Beschreibungen zu den Grafiken G 15, G 18 und G 21:

Grafiken G 15 vom 2.6.2023 - Außentemperaturen von 8,4°C bis 18,4°C

G 15.1 Tagesverlauf mit 8 Starts zum Heizen und 2 Erwärmungen von Brauchwasser.

Bei den Heizvorgängen musste die Heizkreisvorlauf-temperatur BT2 jeweils nur kurz ansteigen, bis die Temperatur BT25 im Speicher sich wieder erhöhen konnte. Dies ist abhängig von den Außentemperaturen.

G 15.2 Die erste Erwärmung von Brauchwasser am Morgen dauerte 46 Minuten,

G 15.3 davon wurden allein 32 Minuten benötigt, um die durch zunächst kaltes Wasser weiter abgesenkte Temperatur im Speicher wieder auf 45°C zu erhöhen, erst dann konnte die Brauchwassertemperatur auf 50°C ansteigen.

G 15.4 Die zweite Erwärmung von Brauchwasser am Abend dauerte mit 74 Minuten noch deutlich länger, weil die Abkühlung im Speicher nach dem Start zunächst sehr lange dauerte und zwischendurch die Wärmepumpe auf Heizen umschaltete.

G 15.5 Diese Steigerung der Heizungstemperatur brauchte 22 Minuten.

G 15.6 Der nach dem Start notwendige Temperatenausgleich dauerte 62 Minuten, dann konnte schließlich die Temperatur im Speicher auf 50°C ansteigen.

Grafiken G 18 vom 29.8.2023 - Außentemperaturen von 12,3°C bis 20,3°C

G 18.1 Tagesverlauf nur 1 Start zum Heizen und 1 Erwärmung von Brauchwasser.

G 18.2 Erhöhung der Temperatur BT25 im Heizwasserspeicher, Dauer 12 Minuten.

G 18.3 Dafür musste zunächst die Heizkreisvorlauftemperatur BT2 erhöht werden, Dauer 4 Minuten, danach konnte erst die Heizungstemperatur BT25 ansteigen.

G 18.4 Die erst am Abend beginnende Erwärmung der Brauchwassertemperatur BT6 von 45°C auf 50°C dauerte 22 Minuten. Nach deren Ende schaltete die Wärmepumpe wieder um auf Heizen, dadurch erhöhte sich etwas die Heizungstemperatur BT25.

G 18.5 Nach dem Start der Wärmepumpe zur Brauchwasser-Erwärmung musste erst die noch niedrige Heizkreisvorlauftemperatur BT2 bis auf 48°C ansteigen (3°C mehr), das erforderte 8 Minuten, bevor sich schließlich die Brauchwassertemperatur BT6 von 45°C in weiteren 14 Minuten auf 50°C erhöhte.

Grafiken G 21 vom 19.10.2023 - Außentemperaturen von 6,5°C bis 8,8°C

Diese Grafiken gehören zu den im Oktober durchgeführten Untersuchungen, bei denen in zahlreichen Tabellen im Minutentakt die Temperaturen aufgezeichnet und auch die Zählerstände für Strom protokolliert wurden (siehe dazu die Datei WB2-ZE7).

G 21.1 Die niedrigeren Tagestemperaturen ergaben 8 Vorgänge für Heizen im Verlauf des Tages, außerdem 2 Vorgänge zur Erwärmung von Brauchwasser.

G 21.2 Kurz vor dem Start der Wärmepumpe zum nächsten Heizvorgang wurde auf die zweite Brauchwasser-Erwärmung umgeschaltet, an deren Ende dann wieder auf den Vorgang zum Heizen, insgesamt dauerte dies 76 Minuten.

G 21.3 Davon 40 Minuten benötigte die Erwärmung von Brauchwasser, in dieser Zeit verringerte sich die Temperatur im Heizspeicher mehr als sonst, nach dem Umschalten stieg sie aufgrund der hohen Heizkreistemperatur jedoch sofort stark an.

G 21.4 Der direkt anschließende Vorgang für Heizen erforderte weitere 36 Minuten.

G 21.5 Nach dem Start der Wärmepumpe musste zunächst die niedrigere Heizkreisvorlauftemperatur ansteigen, das noch kühle Wasser führte dazu, dass die Temperatur im Speicher deutlich zurückging (mehr dazu siehe in der Tabelle zur Grafik).

G21.6 Um den deutlichen Rückgang der Temperatur im Brauchwasserspeicher bis auf 44,1°C auszugleichen musste die Heizkreisvorlauftemperatur bis auf 51°C ansteigen, um wieder wie zuvor 45°C im Speicher zu erreichen. Erst dann konnten in weiteren 14 Minuten wie beabsichtigt auch 50°C erreicht werden. Damit ist aber während der gesamten Dauer von 116 Minuten in nur 50 Minuten Strom real genutzt worden!

G21.7 Die Vorgänge für Heizen benötigen jeweils etwa 22 Minuten, aufgrund der zeitlichen Abstände von nur etwa 1½ Stunden ist die Heizkreisvorlauftemperatur in der Heizperiode deutlich höher, sodass die Temperatur im Heizkreisspeicher sofort wieder ansteigt.

Die als Anlage 6 beigefügte Tabelle zeigt die exakten Daten für die in Grafik 21 bereits dargestellte Brauchwasser-Erwärmung und die direkt folgende Umschaltung auf Heizen, enthalten sind die Temperaturen im Minutentakt wie auch die Zählerstände für Strom.

Die Wärmepumpe schaltet sich ein, wenn im Brauchwasserspeicher die Temperatur von 45°C unterschritten wird, als dann die Temperatur von 50°C erreicht wurde schaltete die Wärmepumpe in diesem Fall auf Heizen, weil die Heizungstemperatur sehr weit auf nur noch 32,6°C abgesunken war.

Die Brauchwasser-Erwärmung kann man sowohl in der Tabelle wie bei den Grafiken verfolgen, sie startete um 18.08 Uhr durch den Rückgang der Temperatur unter 45°C. Wer sich die Tabelle genau ansieht wird erkennen, dass die Temperatur nicht ansteigt, sondern sich sogar deutlich um fast ein Grad verringert, was man ebenso auch bei den Grafiken 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, verringerte 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. Dafür wurden 6 kWh Strom benötigt (Zählerstand 325.338 kWh), nur weitere 4 kWh Strom waren nötig, um die Brauchwassertemperatur wie beabsichtigt wieder auf 50,0°C zu erhöhen (Zählerstand 325.342 kWh).

Erst die detaillierten Ausschnitte der Grafiken und die Tabelle zeigen, wie sich jeweils der Verbrauch von Strom verändert, wann überhaupt mit der Zuführung von Strom auch die Temperatur von Heizung oder Brauchwasser zu steigen anfängt und der in der Tabelle exakt angegebene Stromverbrauch dann die dafür erforderliche Energie nachweist.

Für die Grafiken G 15 und G 18 konnte der jeweilige Stromverbrauch nicht erfasst werden, weil der externe Zähler im Stromnetz den Verbrauch nicht fortlaufend dokumentiert. Dies war nur möglich bei den im Oktober durchgeführten Untersuchungen, die entsprechenden Daten sind deren Tabellen in der Datei WB2-ZE7 der Website zu entnehmen.

Bei den G 15 - Grafiken werden die beiden Erwärmungen von Brauchwasser verglichen, am Morgen noch ein normaler Ablauf, am Abend mit einem zwischenzeitlichen Vorgang für Heizen. Dadurch ergaben sich große Unterschiede nach dem Start der Wärmepumpe für die allmählich ansteigende Heizkreisvorlauftemperatur BT2. Für die erste Steigerung von Warmwasser wurden 32 Minuten benötigt bis zum Beginn der Warmwassererhöhung (G 15.3), bei der zweiten Steigerung jedoch 62 Minuten (G 15.6) - diese Zeiten führten stets zu einem Stromverbrauch ohne die geringste Steigerung der Temperatur im Speicher!

Bei den G 18 - Grafiken hat sich durch die etwas höheren Tagestemperaturen nur morgens noch ein Vorgang zur Erhöhung der Temperatur im Heizwasserspeicher ergeben. Hierfür musste ebenfalls nach dem Start der Wärmepumpe zunächst Strom für die Heizkreisvorlauftemperatur aufgebracht werden, während der Gesamtdauer von 12 Minuten (G 18.2) waren dies immerhin schon 4 Minuten bis zum Anstieg der Speichertemperatur (G 18.3).

Die Erwärmung von Brauchwasser am Abend erforderte 22 Minuten (G 18.4), bis zum Anstieg der Temperatur im Speicher musste 8 Minuten lang nach dem Start zuerst wieder die Heizkreisvorlauftemperatur bis auf etwa 48°C erhöht werden (G 18.5).

Jedem, der sich ernsthaft mit diesem Thema beschäftigt, müsste doch bewusst werden können, dass sich bei Wärmepumpen vom derzeitigen Stand der Technik ein erheblicher Teil der aufzuwendenden Energie besser nutzen ließe für eine Regeneration der Wärmequelle, sei es für die Erdsonden bei Sole/Wasser-Wärmepumpen oder für den Wärmespeicher bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen (vor allem bei diesen von der Außenluft abhängigen Anlagen mit einem COP-Wert 1,5 im Winter dürfte das von besonderer Bedeutung sein).

Mit einem dafür schon entwickelten und auch bereits patentierten Verfahren mit einem multifunktionalen Regelsystem lässt sich nach jedem Start der Wärmepumpe die stets notwendige Wärme für die Steigerung der Heizkreisvorlauftemperatur zunächst einmal anderweitig nutzen.

Das als Anlage beigefügte Kreislaufschema einer Wärmepumpe zeigt das ganz einfache Prinzip. Bei deren Start zur Erwärmung von Brauchwasser oder zum Heizen ist die Heizkreisvorlauftemperatur meist noch recht niedrig, deren Wärme sollte deshalb zunächst so lange zur Erhöhung der Quelltemperatur genutzt werden, bis sie die schon vorhandene Temperatur im Warmwasserspeicher bzw. in der Heizungsanlage auch erreicht hat.

Für deren weitere Temperatur-Erhöhung würde das Dreiwegeventil nun umschalten und die Wärme aus dem Heizkreisvorlauf mit der ausreichend hohen Temperatur umleiten in den Warmwasserspeicher oder in die Heizungsanlage bis zur Abschaltung der Anlage.

Darüber hinaus gibt es weitere Möglichkeiten zur Erhöhung der Quelltemperatur. Nach dem Ende eines Vorgangs kann beispielsweise immer auch die Restwärme in der Anlage noch genutzt werden sowie im Winterhalbjahr überschüssiger Strom von Windkraftanlagen und im Sommerhalbjahr von Photovoltaikanlagen eingesetzt werden. Es kann sogar auch

nur etwas Wärme aus dem Heizkreis der Wärmepumpe in deren Primärkreis übertragen werden, um kurzzeitig einen zu starken Rückgang der Quelltemperatur und dementsprechend den höheren Stromverbrauch zu verhindern.

Um die in der Gebrauchsmusterschrift beschriebenen Möglichkeiten optimal nutzen zu können sind an die Leistung der jeweiligen Wärmepumpe angepasste Wärmeübertrager und Umschaltventile und insbesondere Sensoren mit hoher Genauigkeit erforderlich.

Maßgebend für hohe COP-Werte ist vor allem die bei jeder Wetterlage zu erreichende möglichst große Steigerung der Quelltemperatur durch eine vielfältige Nutzung der verschiedenen Möglichkeiten, entscheidend dafür ist ein multifunktionales Regelsystem mit einem Optimierungsprogramm, das abhängig von den Wetterverhältnissen sowie der Verfügbarkeit und den Kosten der Energie jeweils die beste Lösung ermitteln kann.

Eine umgehende Nutzung dieses neuartigen weiterentwickelten Verfahrens sollte den Stromverbrauch von Wärmepumpen deutlich verringern und so entscheidend dazu beitragen, dass die Stromnetze nicht wie erwartet überlastet werden und das von der Bundesnetzagentur für Wärmepumpen vorgesehene "dimmen" auf nur 4,2 kW zu verhindern ist.

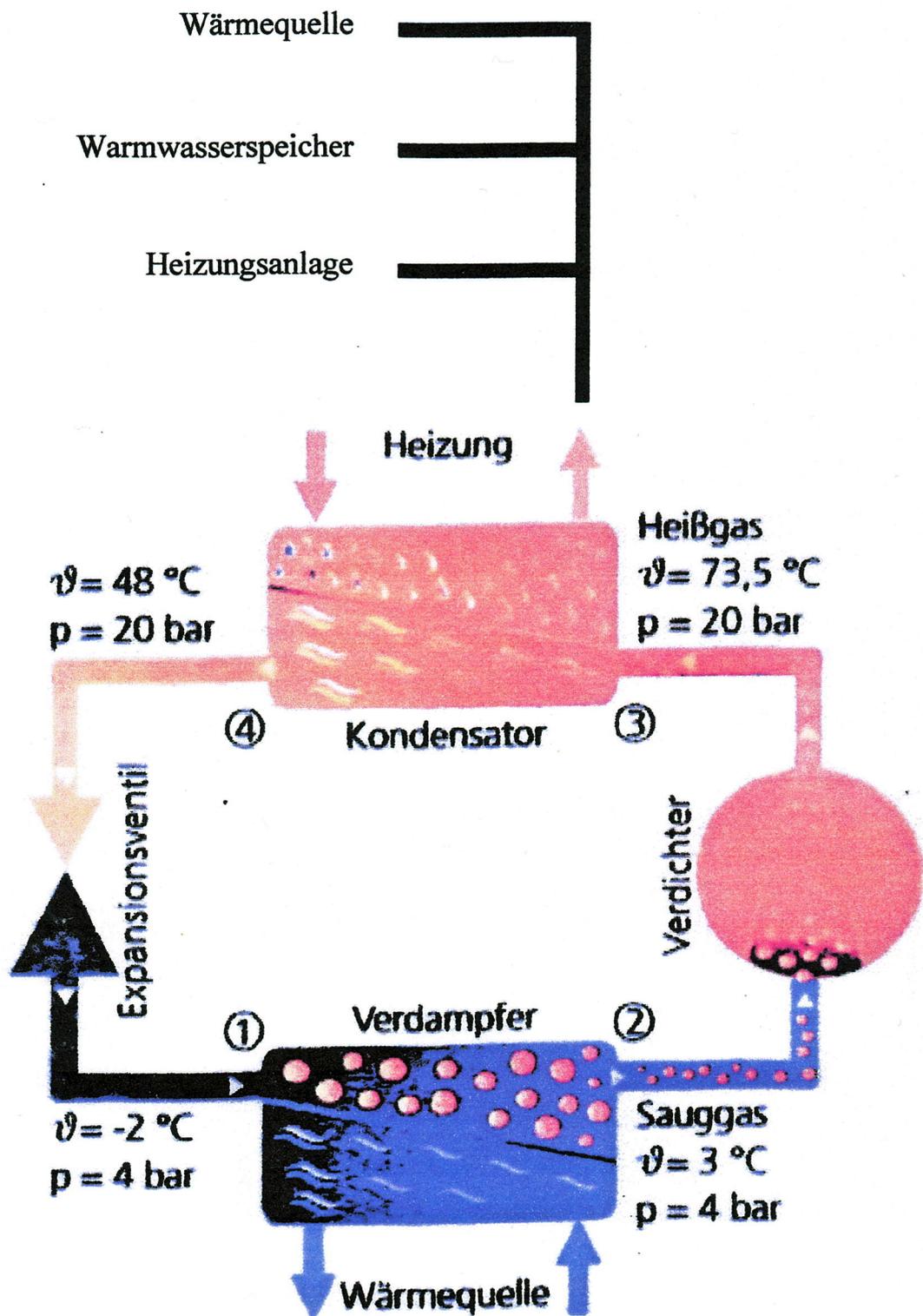
Anlagen

1. Erweitertes Kreislaufschema einer Wärmepumpe
2. Grafiken von Wärmepumpen 2023
3. Grafiken G 15 vom 2.6.2023
4. Grafiken G 18 vom 29.8.2023
5. Grafiken G 21 vom 19.10.2023
6. Tabelle der aufgezeichneten Daten von Grafik G 21

28.5.2024

Hans-Georg Jentzen

WB2-49



Kreislaufschema einer Wärmepumpe

Bei deren Start zur Erwärmung von Brauchwasser oder zum Heizen ist die Heizkreisvorlauftemperatur meist noch recht niedrig und sollte deshalb zunächst zur Erhöhung der Quellentemperatur genutzt werden, bis die Temperatur der Heizung bzw. im Warmwasserspeicher erreicht wird und das Dreiwegeventil die Leitung zur weiteren Erhöhung umschalten kann - dann steht sofort die dafür notwendige Temperatur zur Verfügung.

Grafiken einer Sole/Wasser-Wärmepumpe

Temperaturen bei Heizvorgängen und bei der Erwärmung von Brauchwasser

VL = gewählte Heizkreisvorlauftemperatur, Außentemperaturen im Tagesverlauf
 VL_{ext} = externe Heizungstemperatur vom Speicher in die Heizungsanlage

	Datum	VL °C	Temperaturen °C			
12	22.1.23	47	0,2	0,6	1,1	Heizperiode VL > VL _{ext}
13	30.3.23	47	7,6	12,3	17,1	VL < VL _{ext}
14	10.5.23	40	10,3	11,1	16,9	VL < VL _{ext}
15	2.6.23*	35	8,4	13,2	18,4	VL < VL _{ext}
16	5.7.23	35	13,3	17,5	20,8	VL < VL _{ext}
17	2.8.23	35	14,2	17,1	20,2	VL < VL _{ext}
18	29.8.23	35	12,3	15,5	20,3	VL < VL _{ext}
19	3.9.23	35	11,7	16,3	21,2	VL < VL _{ext}
20	16.10.23**	35 / 40	2,3	5,8	11,0	Heizperiode VL > VL _{ext}
21	19.10.23**	40	6,5	7,5	8,8	Heizperiode VL > VL _{ext}
22	8.12.23	48	-0,6	0,5	3,2	Heizperiode VL > VL _{ext}

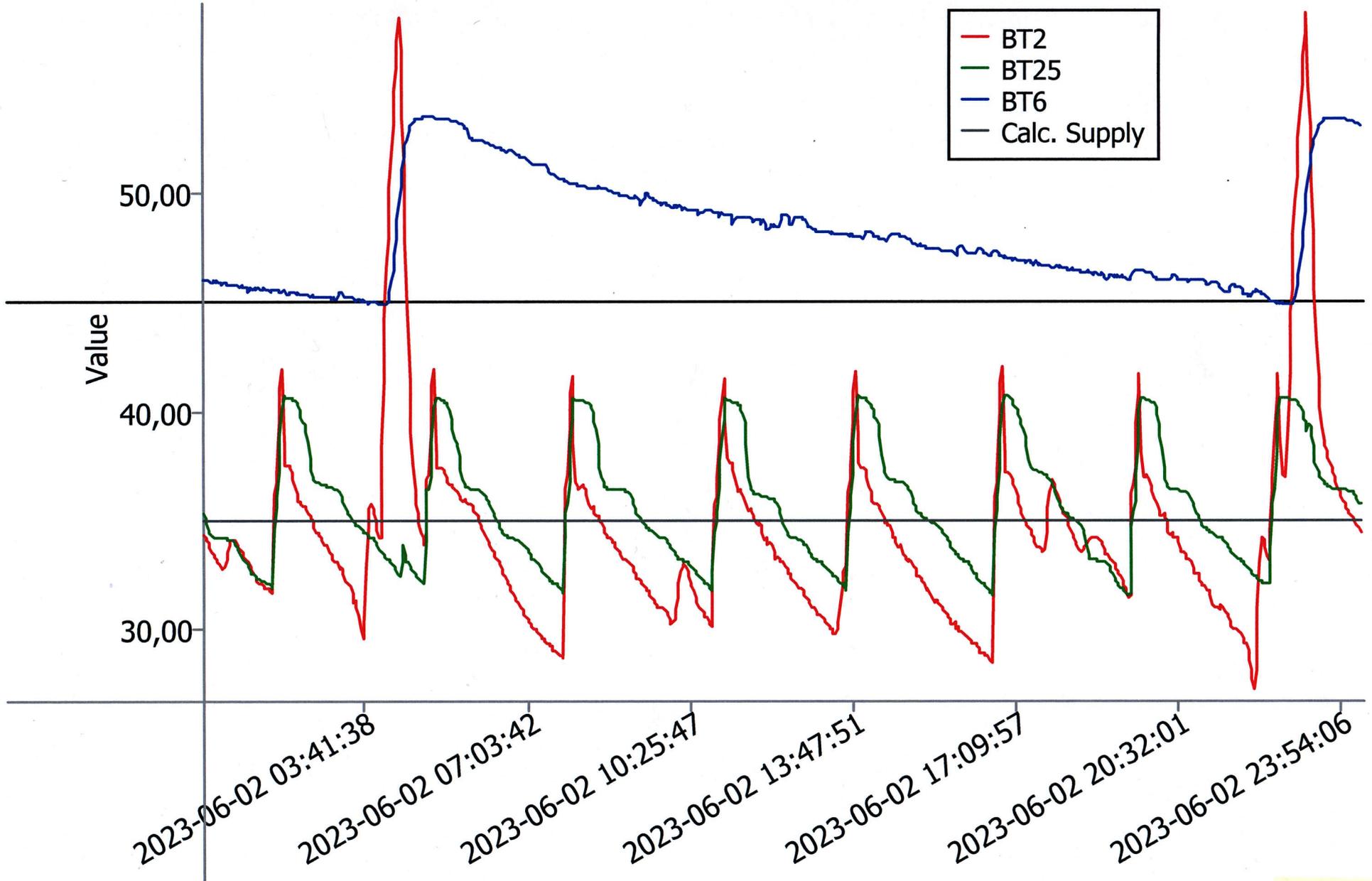
* Beschreibung siehe Datei WB2-48 ** Beschreibung siehe Datei WB2-ZE7

Bei der Erwärmung von Brauchwasser geht bei fast jedem Start der Wärmepumpe viel Energie verloren, weil zunächst die Temperatur im Heizkreis noch gering ist und deutlich erhöht werden muss, bevor die Temperatur im Brauchwasserspeicher überhaupt weiter ansteigen kann.

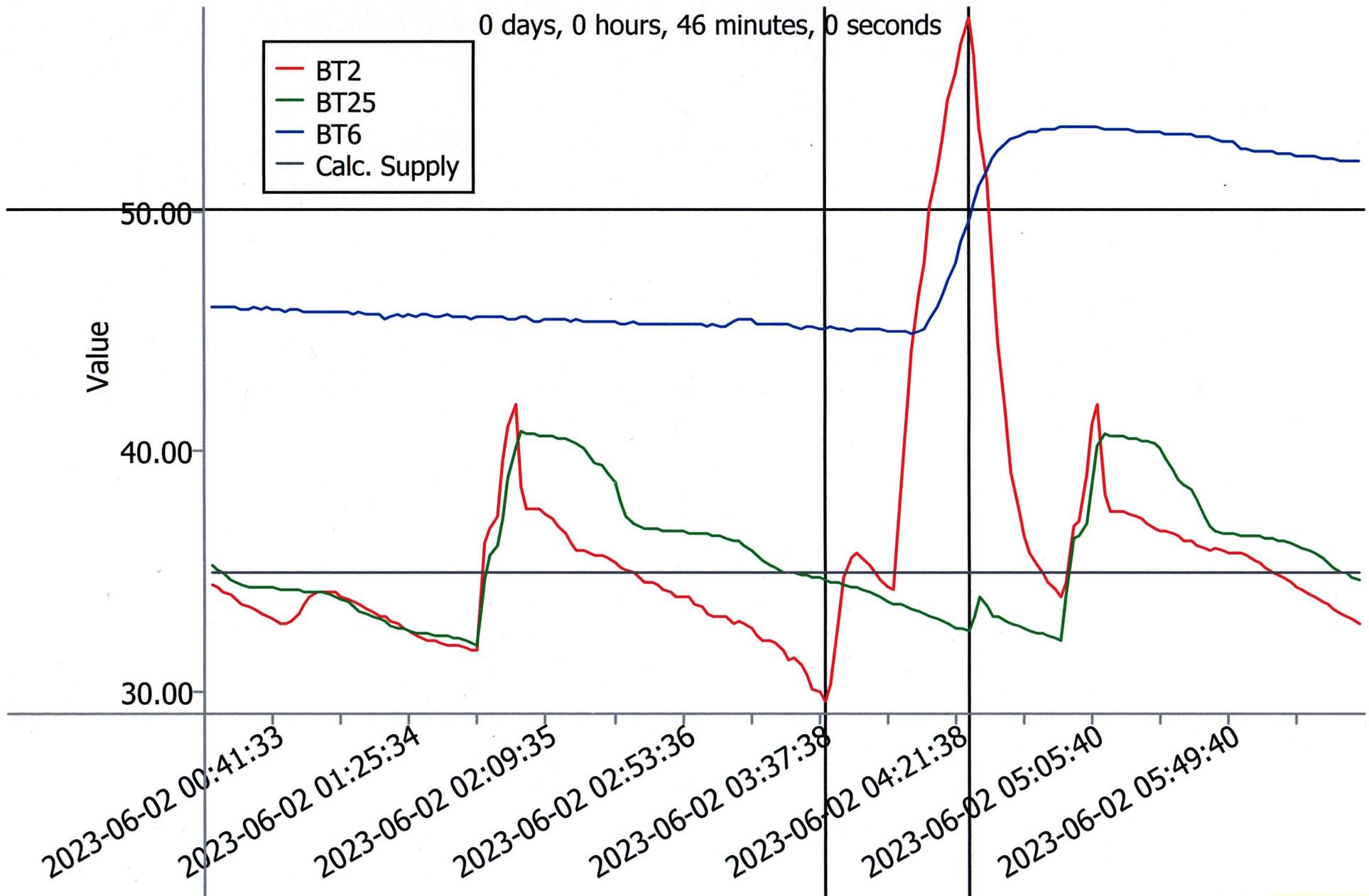
Bei der Erhöhung der Heizungstemperatur ist dafür weniger Energie erforderlich, weil die Temperaturdifferenzen kleiner sind, in der Heizperiode ergibt sich durch den hohen Wärmebedarf in jeweils kurzer Zeit schon der nächste Heizvorgang, die Heizkreistemperatur kühlt dadurch nur geringfügig ab.

In der übrigen Zeit des Jahres, wenn nur weniger oder zeitweilig gar keine Heizwärme benötigt wird, muss jedoch wie bei der Brauchwassererwärmung zunächst auch die Heizkreistemperatur erhöht werden, wie die Grafiken zeigen.

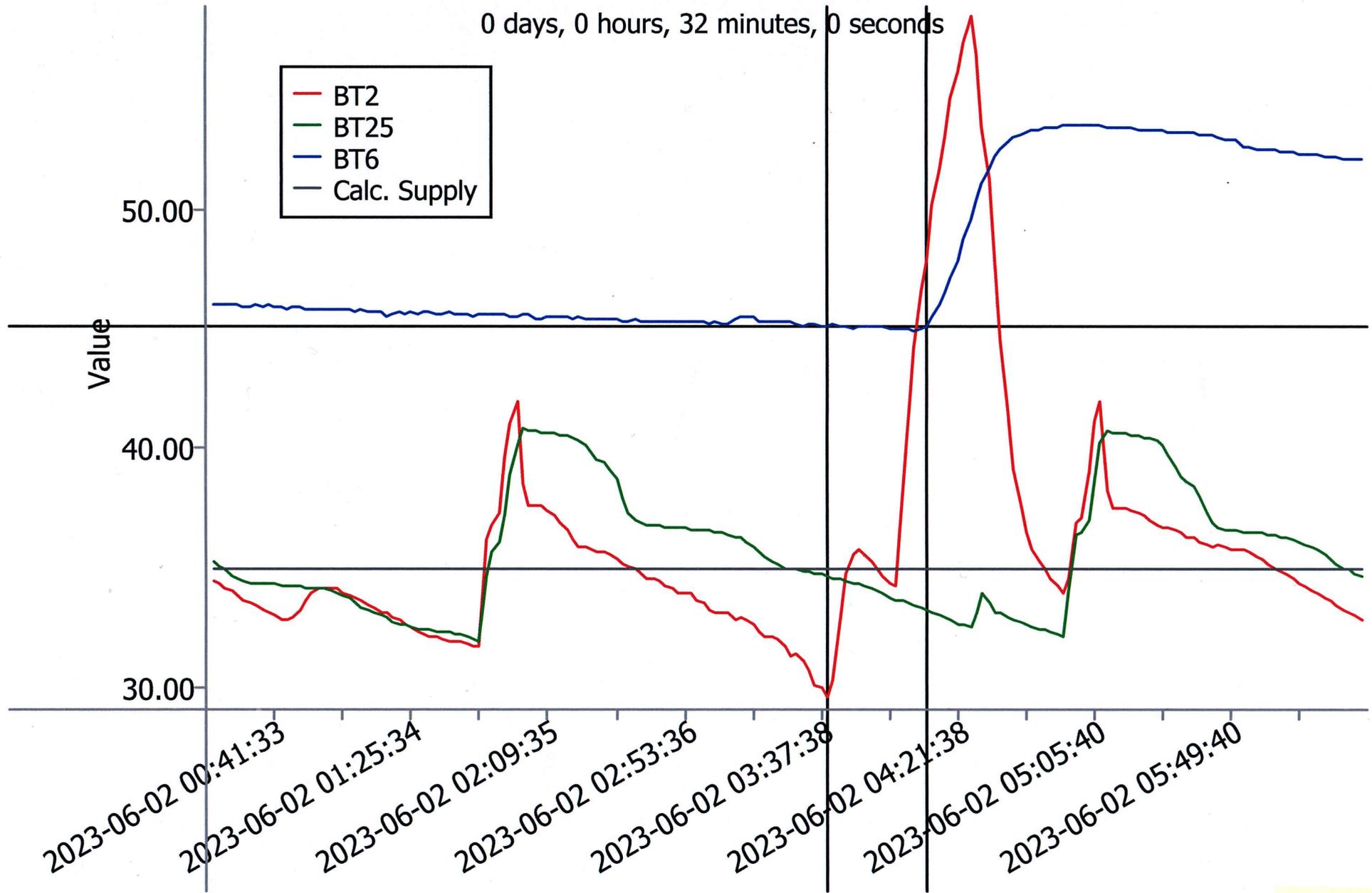
Grafiken von Wärmepumpen 2023



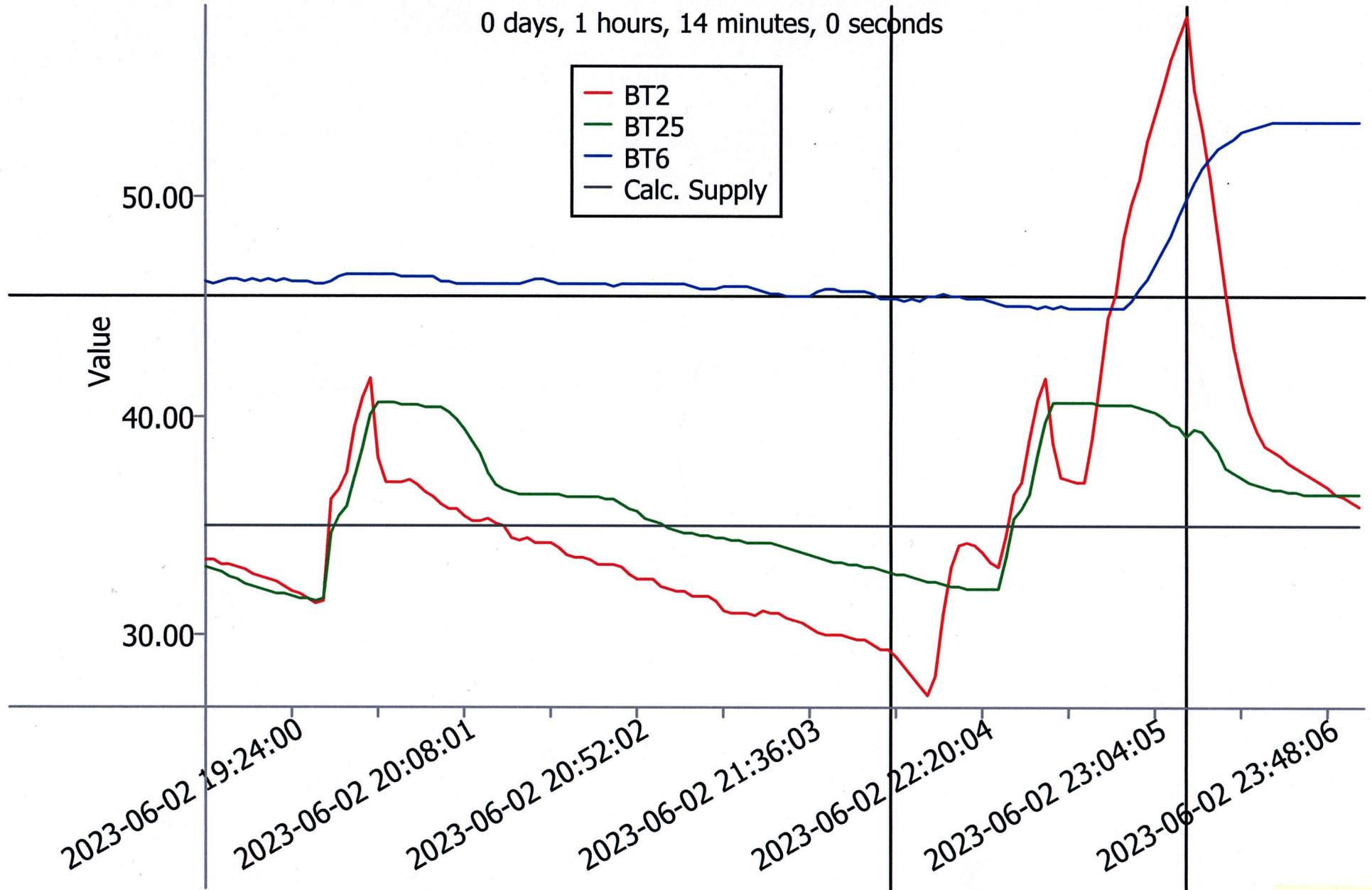
G 15.1



0 days, 0 hours, 32 minutes, 0 seconds

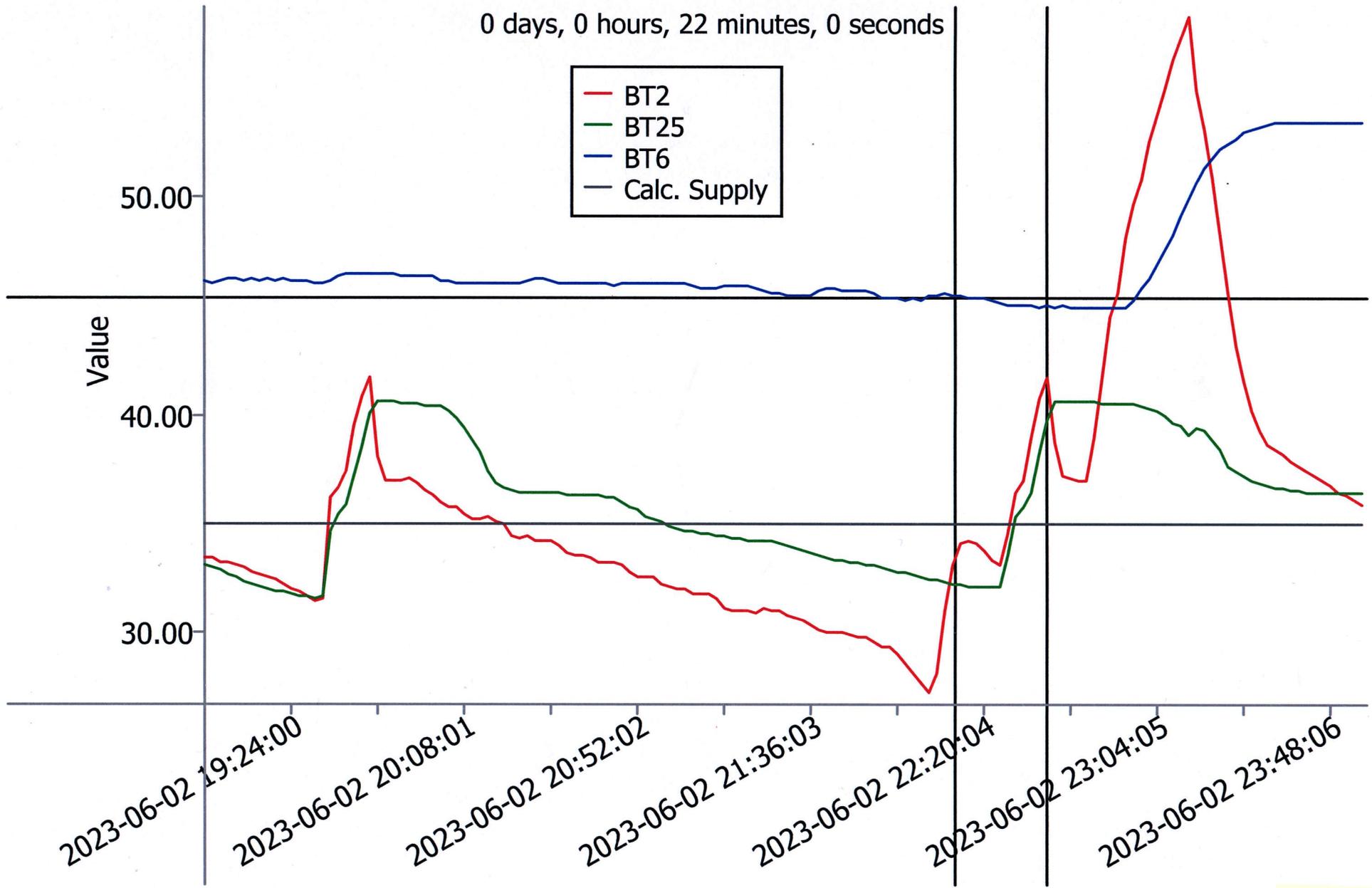


0 days, 1 hours, 14 minutes, 0 seconds



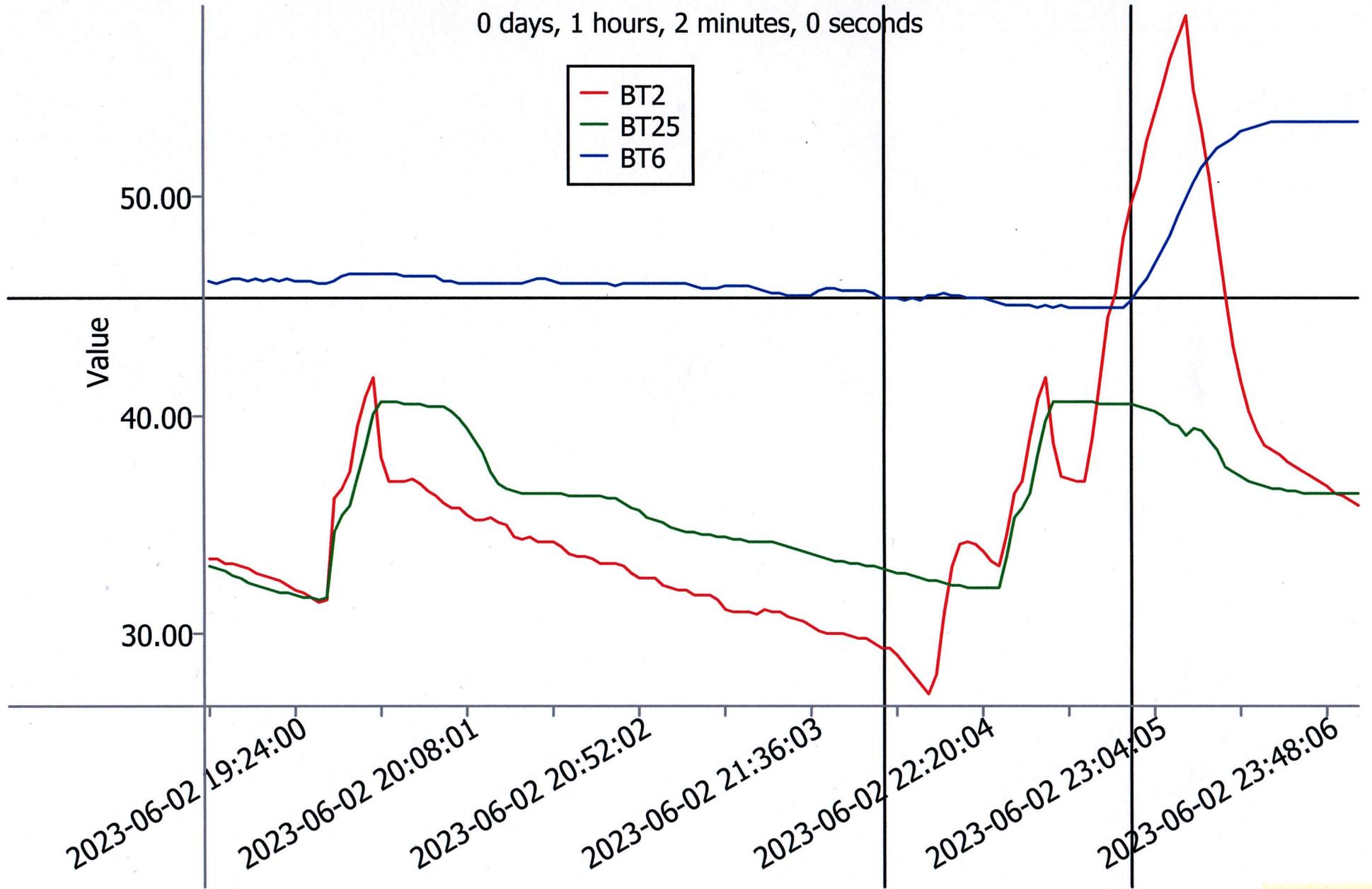
G 15.4

0 days, 0 hours, 22 minutes, 0 seconds

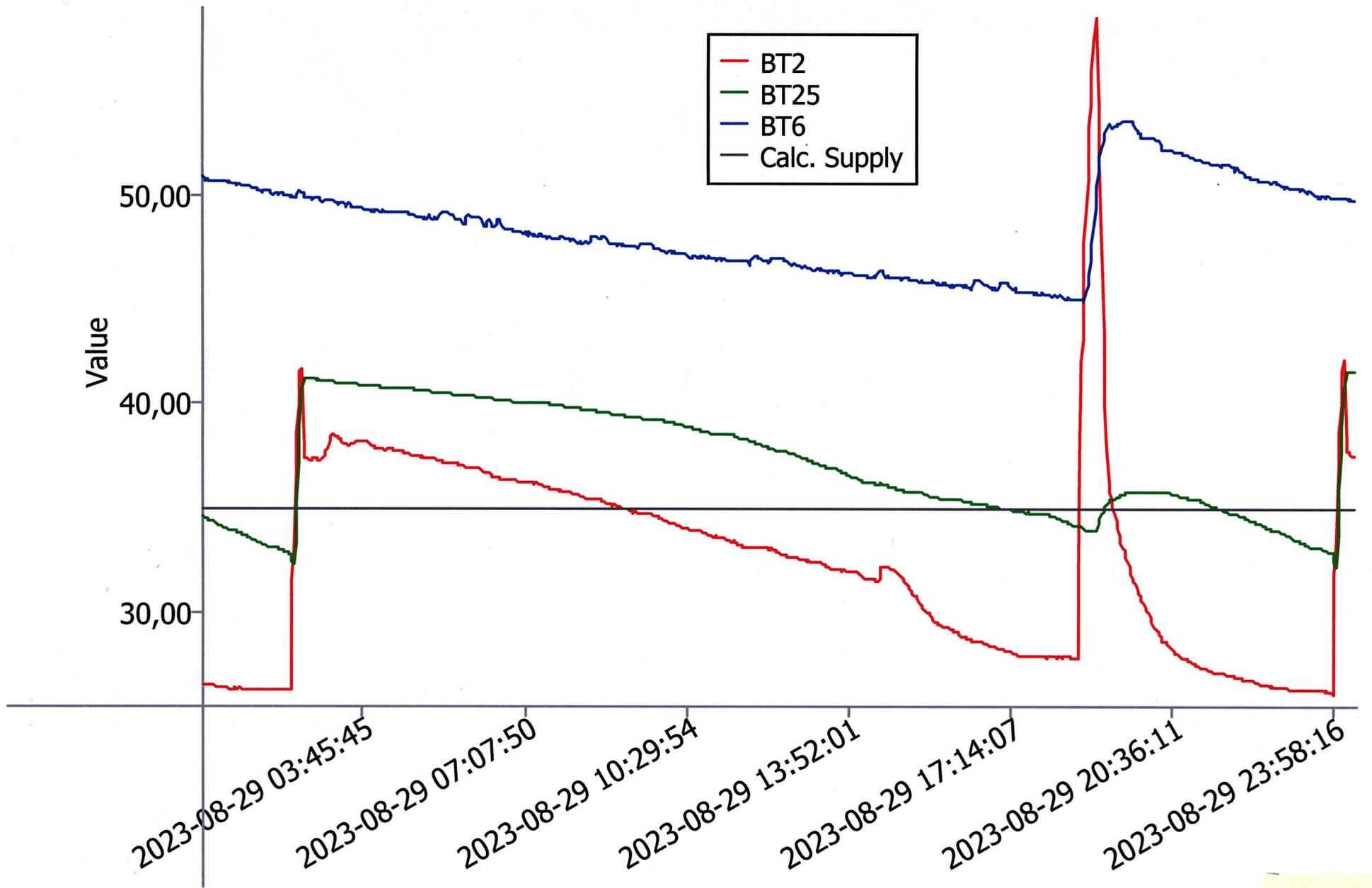


G 15.5

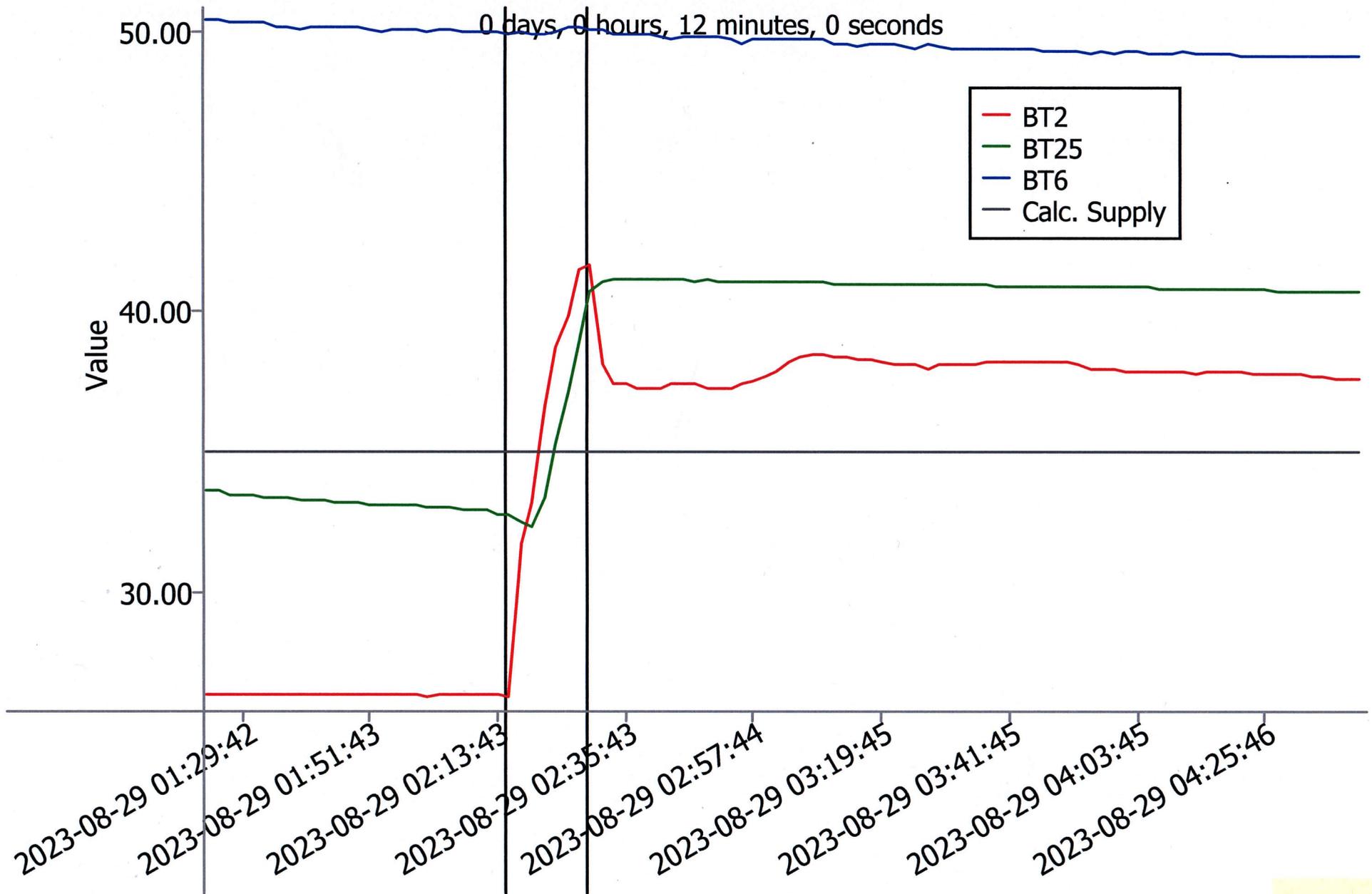
0 days, 1 hours, 2 minutes, 0 seconds



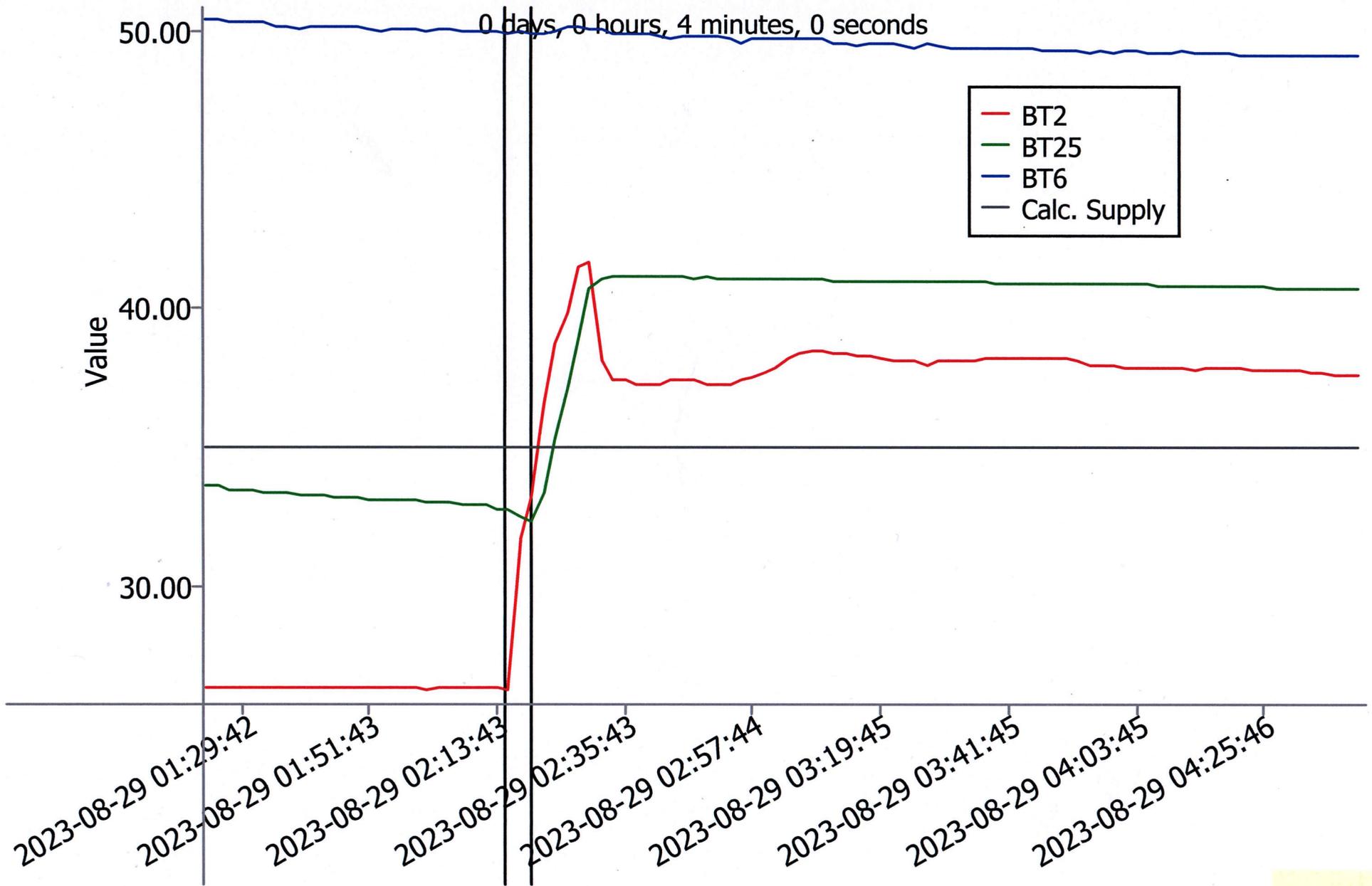
G 15.6

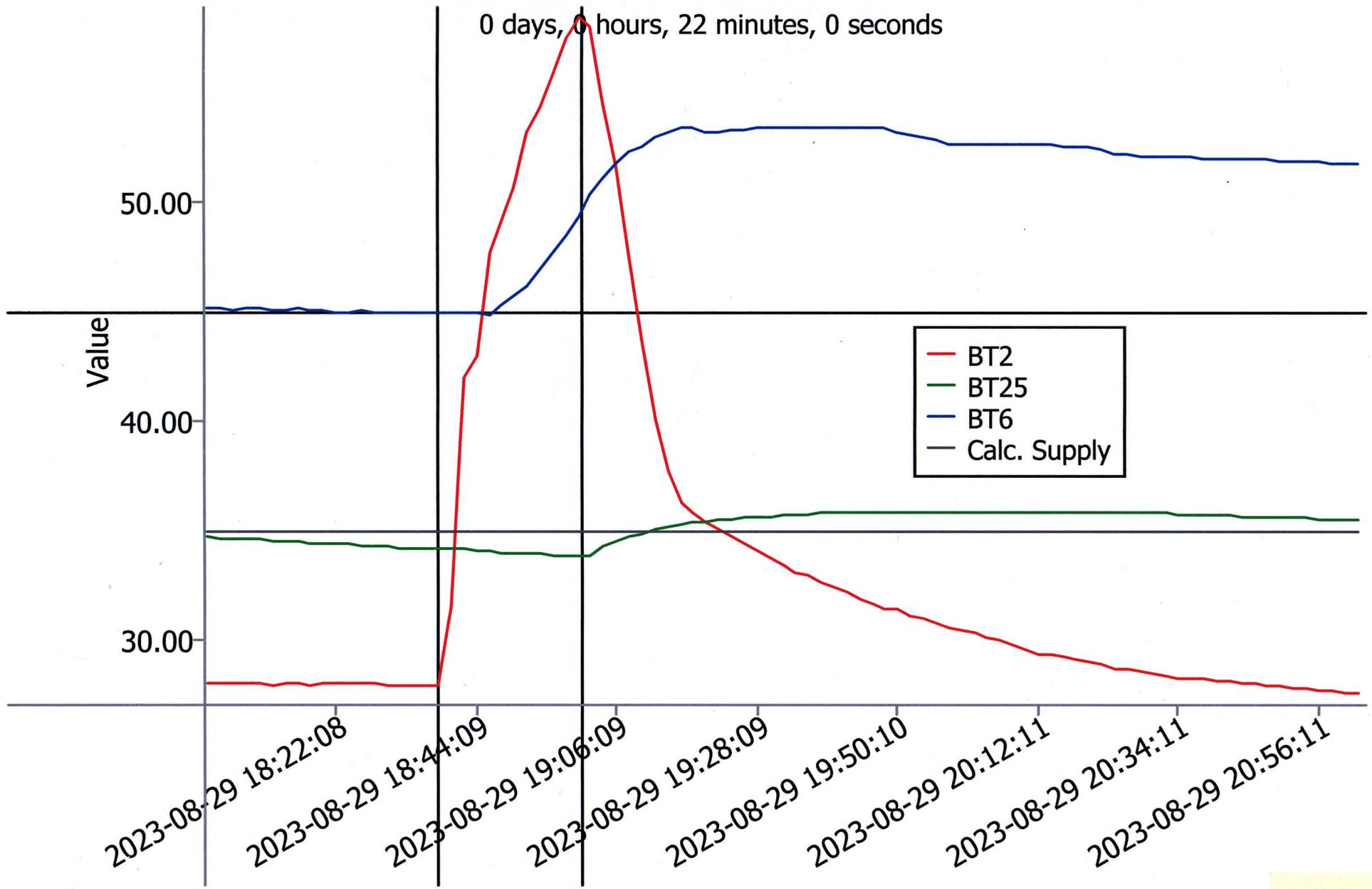


G 18.1

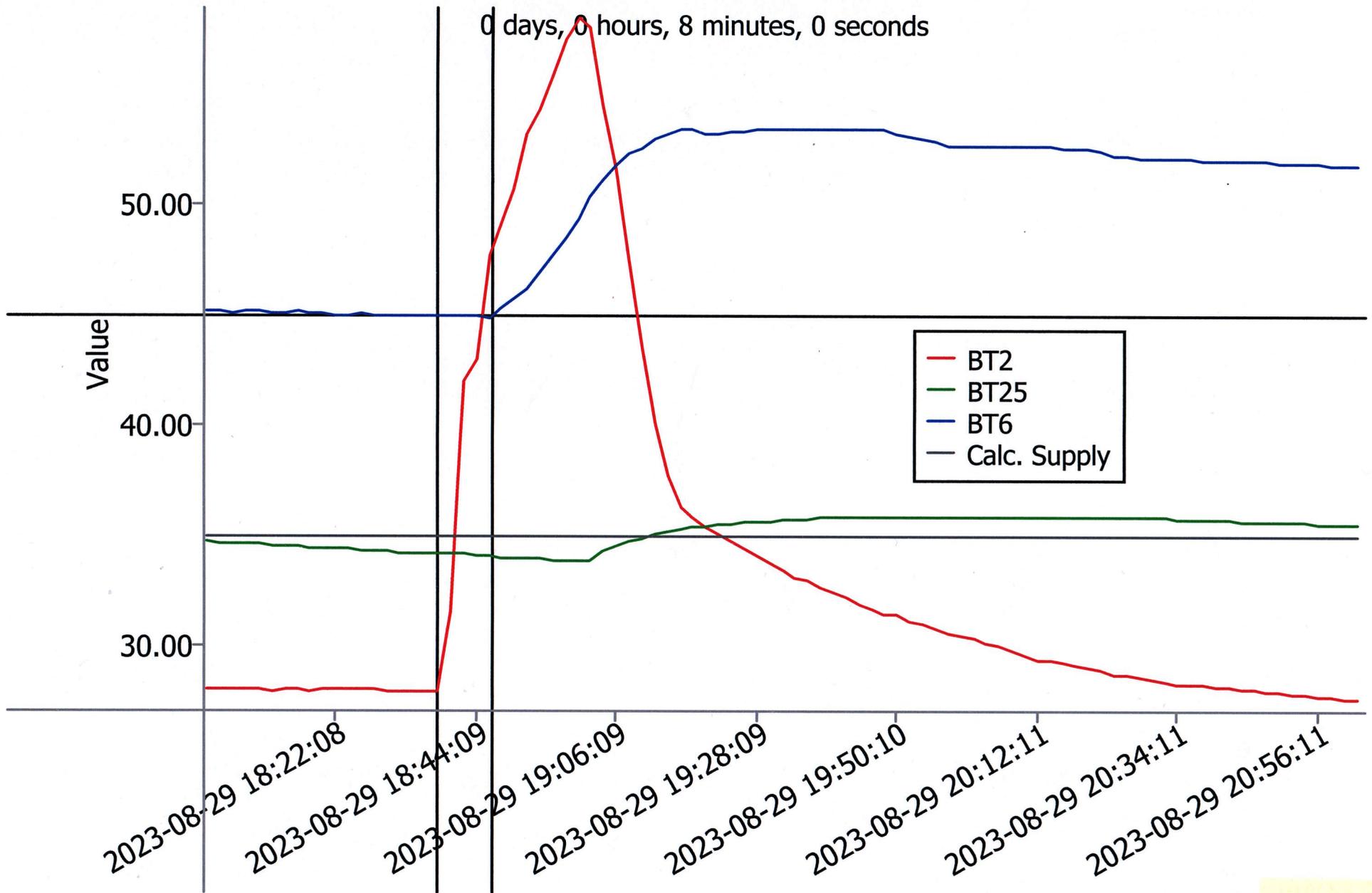


G 18.2

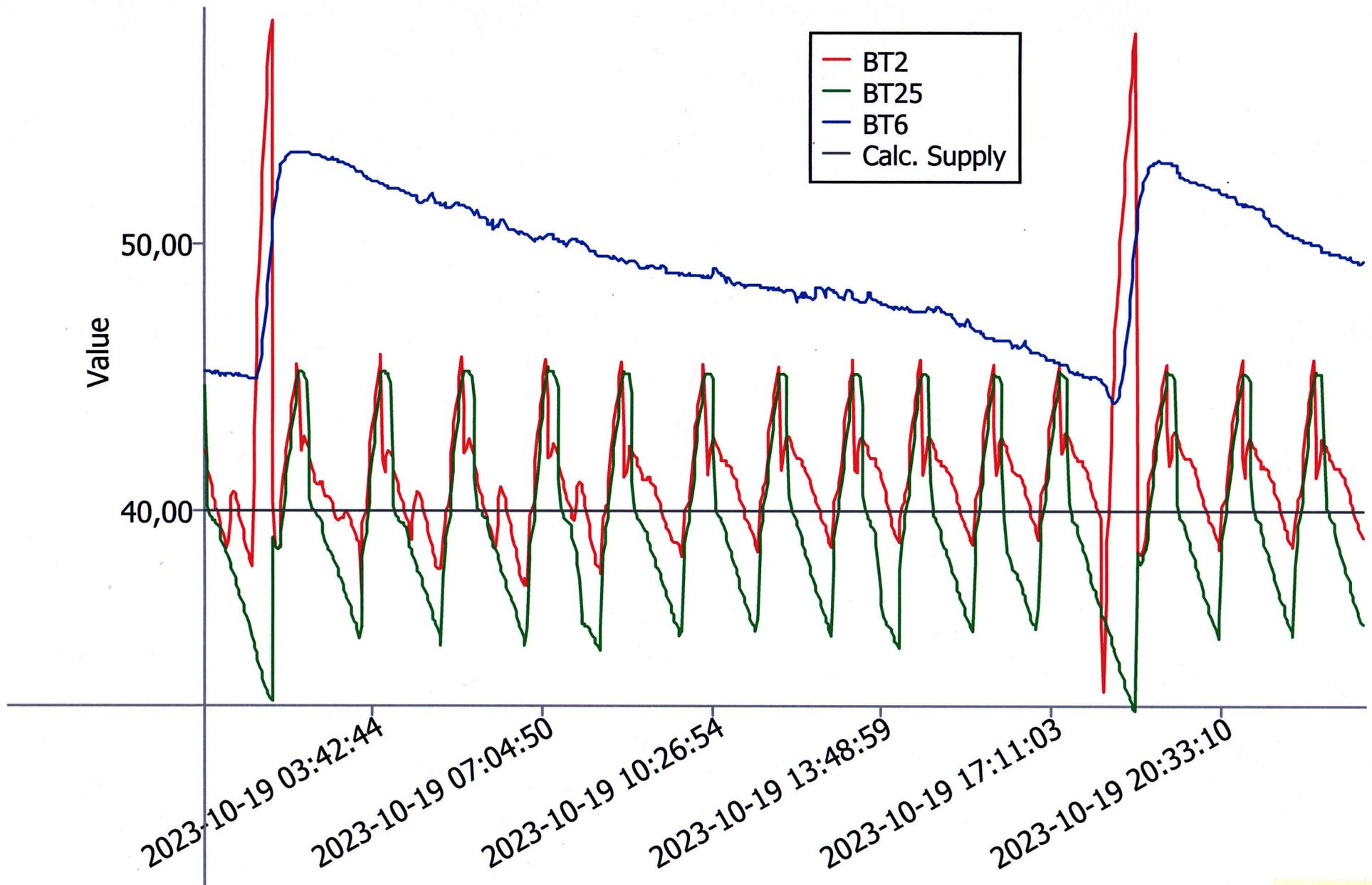


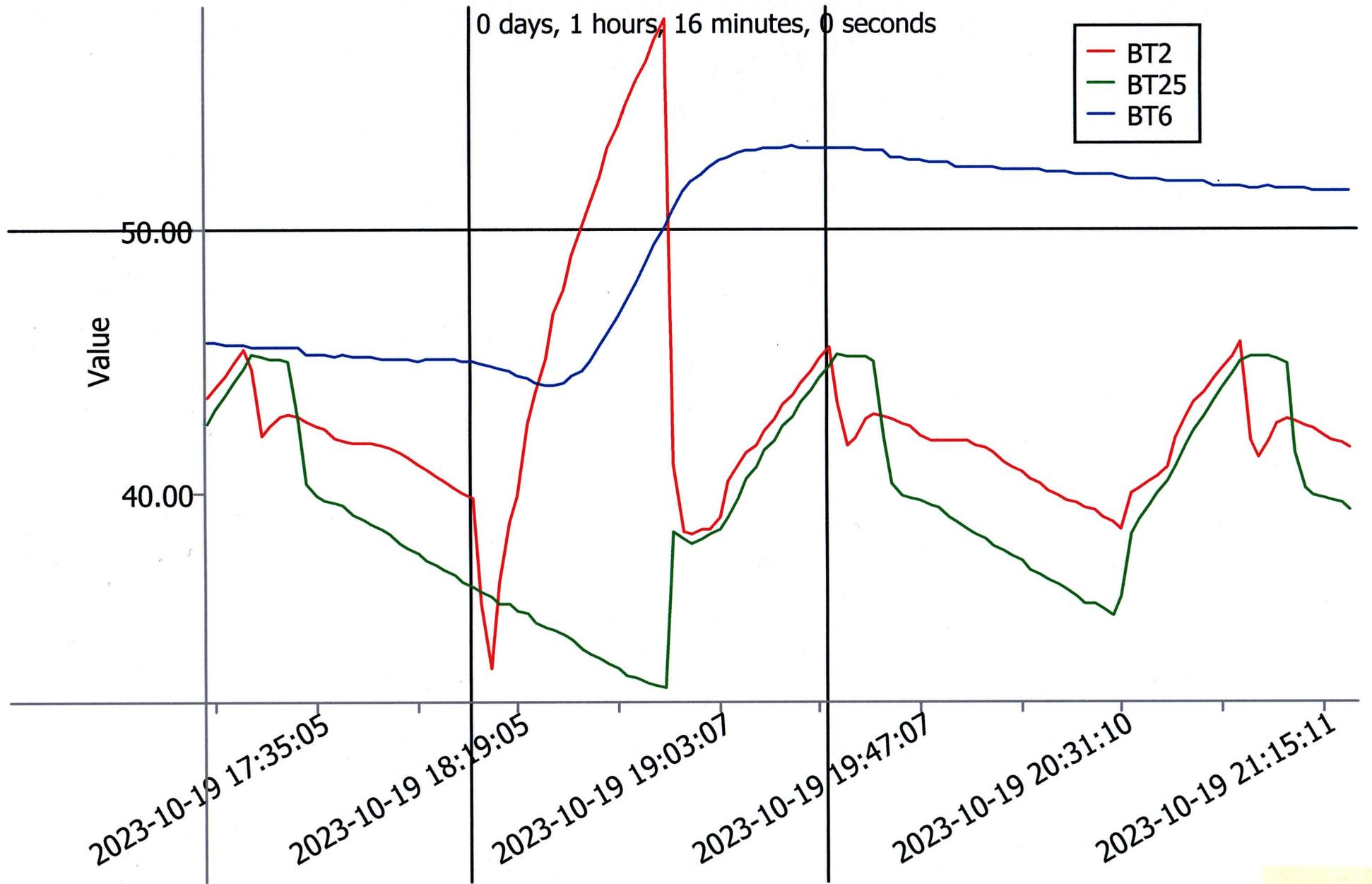


G 18.4

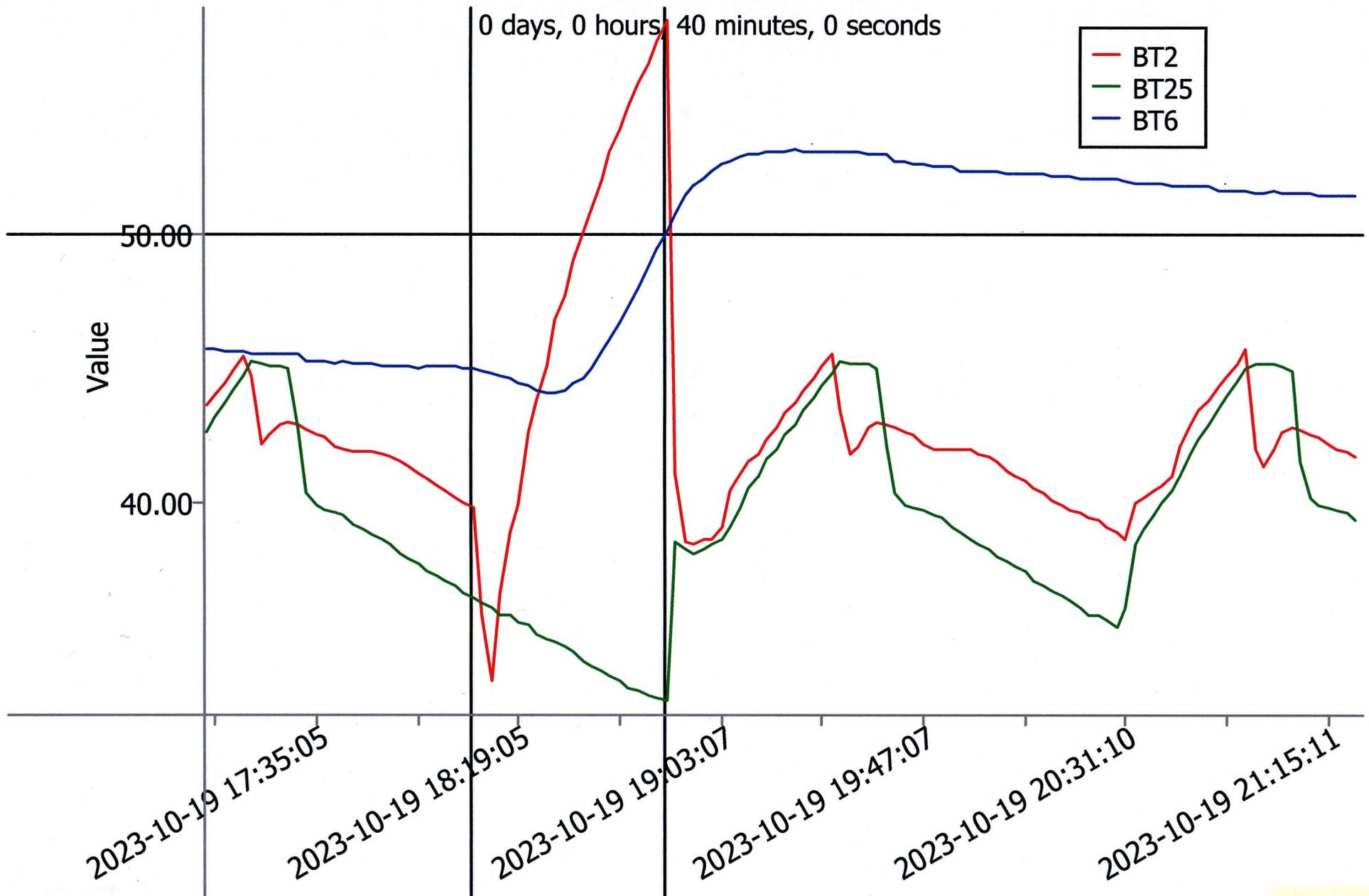


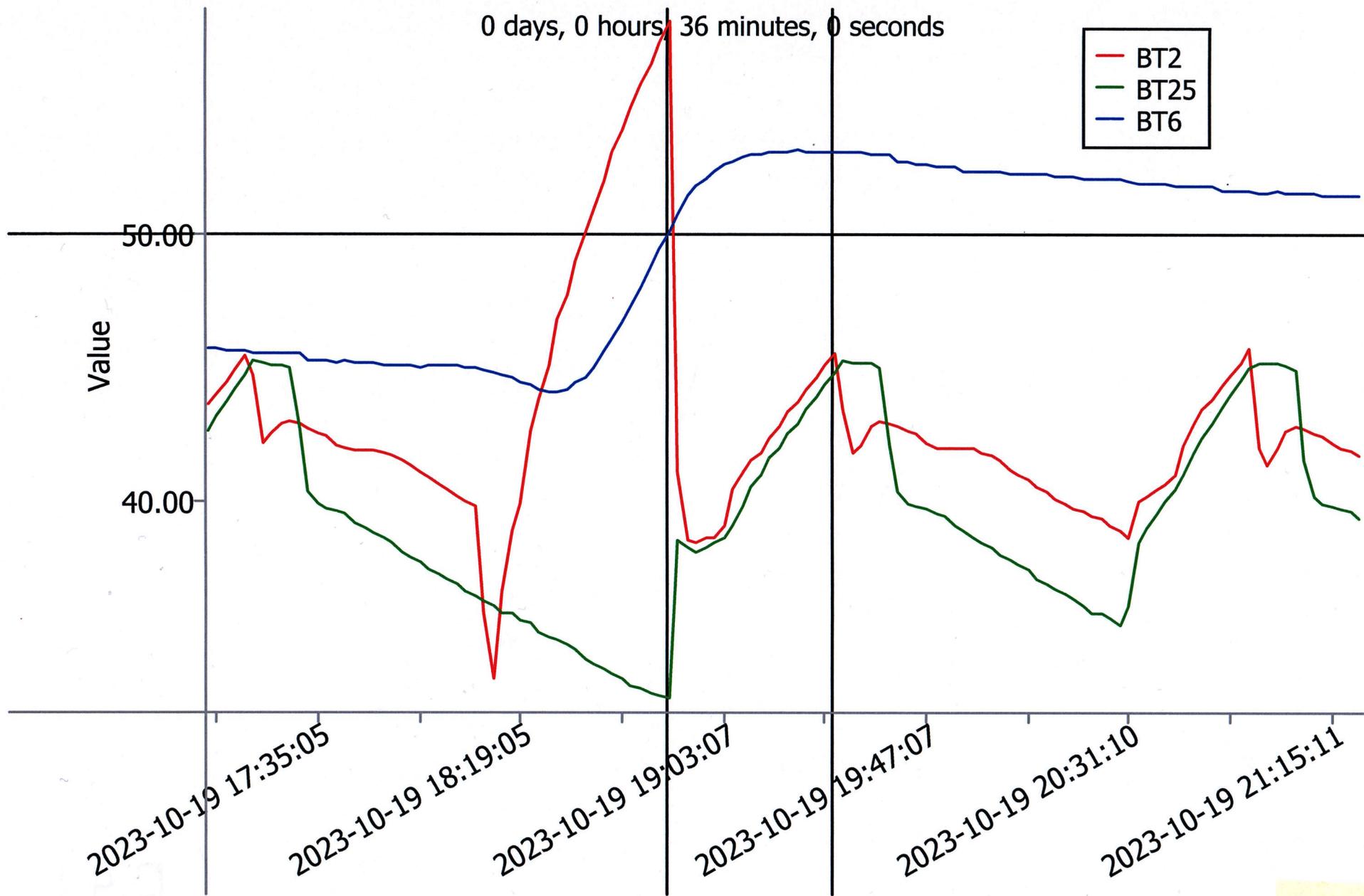
G 18.5



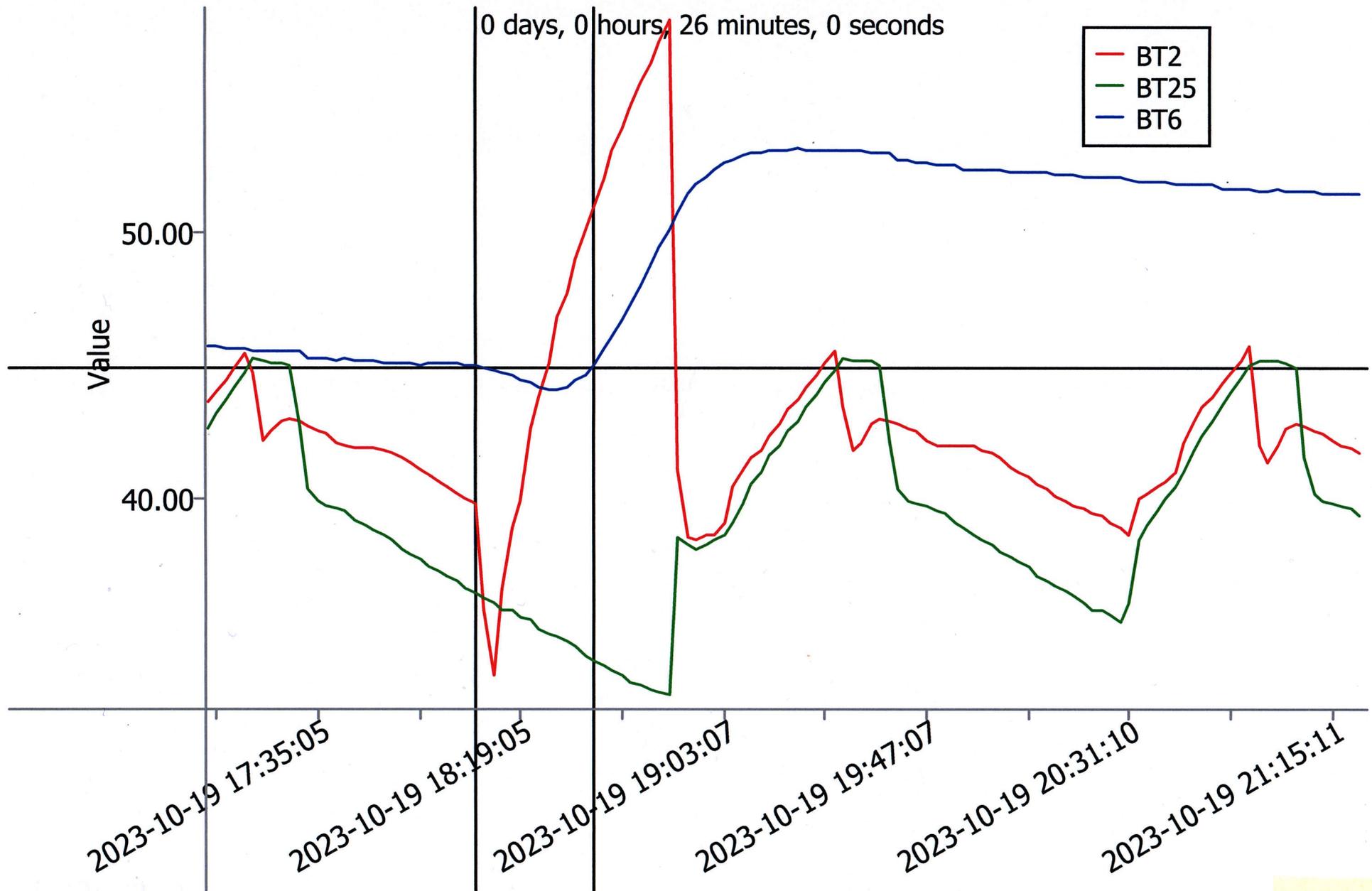


G 21.2

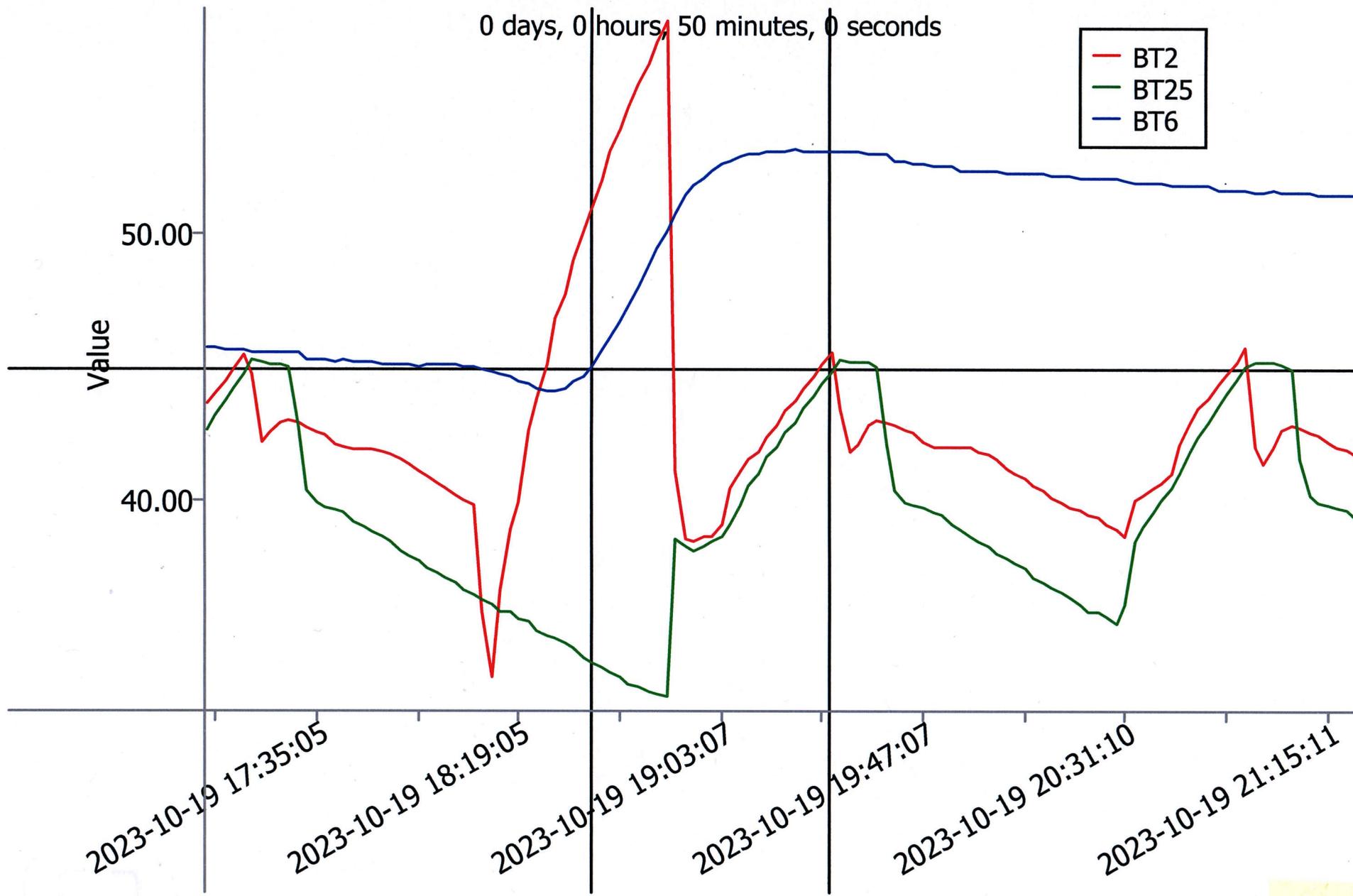




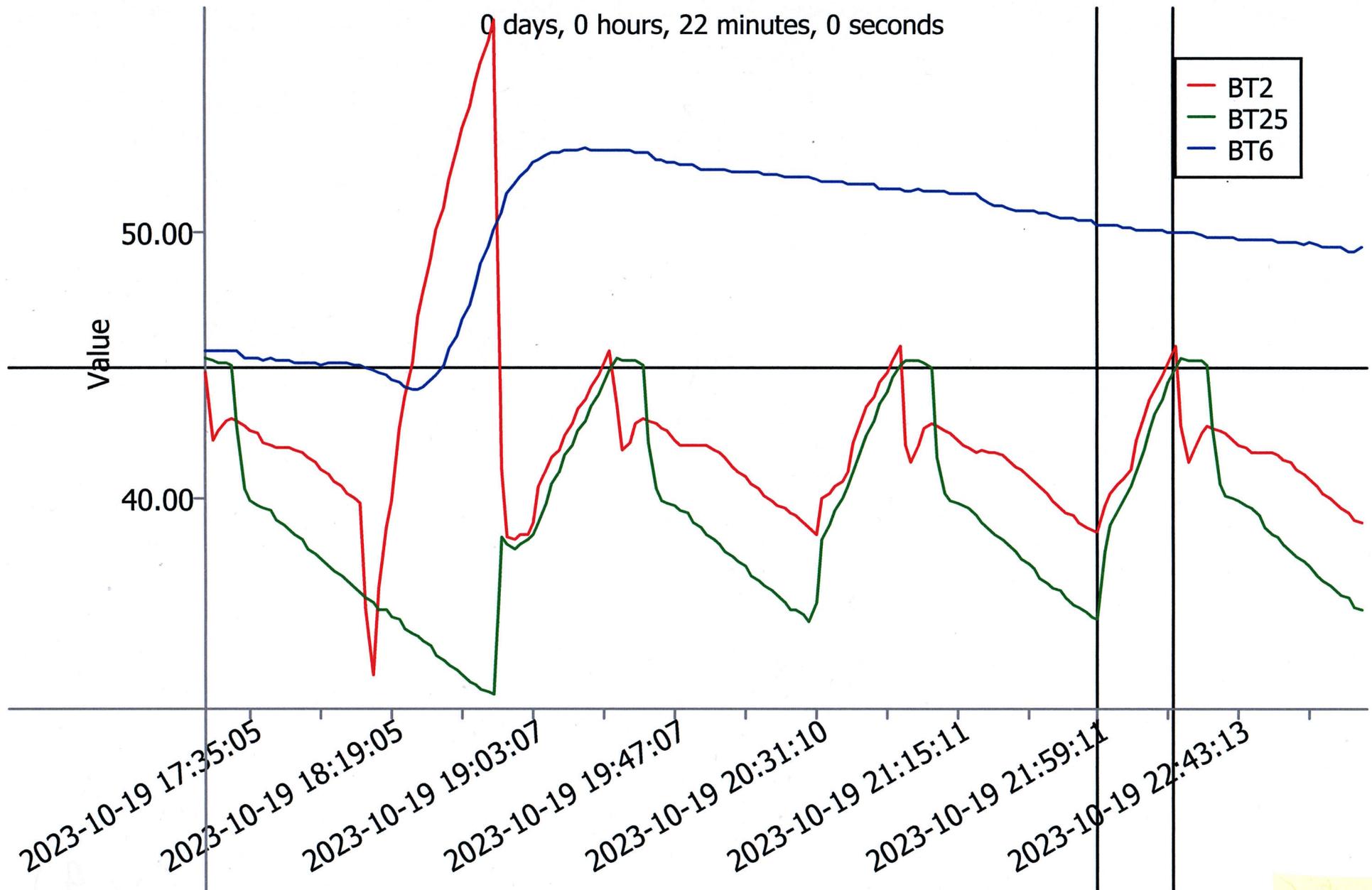
G 21.4



G 21.5



G 21.6



G 21.7

Datum 19.10.2023

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

Brauchwasser-Erwärmung

EIN 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>

BW Start

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