

## **Der Ablauf von Heizen und Brauchwasser bei Wärmepumpen - die Probleme bei Anlagen gemäß dem Stand der Technik**

### **- Auszug 1 von WB2-48 und WB2-49 -**

An einer Sole/Wasser-Wärmepumpe lässt sich bei noch kühlen Außentemperaturen der unterschiedliche Ablauf bei Vorgängen für Heizen und Erwärmung von Brauchwasser an einigen detailreichen Grafiken sehr gut zeigen und bewerten. Maßgebend ist das als Anlage 1 beigefügte Kreislaufschema einer Wärmepumpe.

Die Grafiken zeigen, dass bei jedem Start der Wärmepumpe zunächst einmal viel Energie aufgewendet werden muss, um die Heizkreistemperatur (rote Linie) zu erhöhen bis auf die Temperatur im Brauchwasserspeicher (blaue Linie) bzw. auf die Temperatur im Speicher der Heizungsanlage (grüne Linie), um schließlich deren Temperatur erhöhen zu können.

In der Grafik 3 sieht man, dass sich sofort nach diesem Start der Wärmepumpe die Heizkreistemperatur erhöht, jedoch aufgrund von deren anfangs sehr geringer Temperatur die Brauchwassertemperatur sich nicht erhöht, sondern sogar etwas verringert. Durch kleine Temperaturschwankungen im Speicher schaltet sich die Wärmepumpe wieder ab, die Heizkreistemperatur nimmt ab, desgleichen auch die Brauchwassertemperatur, sodass dann die Wärmepumpe erneut startet. Erst nach 32 Minuten hat sich das Brauchwasser wieder auf 45°C erhöht, also auf die Temperatur wie beim ersten Start der Wärmepumpe. Bisher ist zwar Strom verbraucht worden, das Brauchwasser aber noch gar nicht erwärmt worden! Erst nach weiteren 14 Minuten erreicht das Brauchwasser die Temperatur von 50°C, wie der Grafik 2 zu entnehmen ist, die Wärmepumpe schaltet ab.

Ein kaum beachteter Nachteil bei Wärmepumpen gemäß dem Stand der Technik besteht darin, dass wegen der bei fast jedem Start zunächst niedrigen Heizkreistemperatur kühles Wasser in den Brauchwasserspeicher geleitet wird und dessen Temperatur sich dadurch noch weiter verringert. Die weiteren Grafiken in den Dateien WB2-48 und -49 zeigen, dass auf diese Weise viel Energie verloren gehen kann. Diese muss aber aufgewendet werden, weil zunächst im Heizkreisvorlauf die notwendige Temperatur erreicht werden muss, um überhaupt von Zeit zu Zeit die allmählich abnehmende Temperatur des Brauchwassers und auch der Heizungsanlage wieder steigern zu können.

Sollte aber die Wärmepumpe während der Erwärmung von Brauchwasser sich frühzeitig beispielsweise durch eine Überlastung im Stromnetz abschalten, dann wäre die bereits aufgewendete Energie vollständig nutzlos und als Anergie zu betrachten, die Temperatur im Brauchwasserspeicher hätte sich durch die Zuführung des zunächst kühlen Wassers sogar noch weiter verringert.

Sowohl an diesem Beispiel wie auch an der Datei WB2-ZE7 mit einer Zusammenfassung aller Daten vom 16. bis 19. Oktober 2023 kann man sehen, dass dies keine zufälligen



Ergebnisse sind, sondern es sich dabei eindeutig um ein durchaus grundsätzliches Problem der Wärmepumpen gemäß dem Stand der Technik handelt.

In der übrigen Zeit des Jahres, wenn nur weniger oder zeitweilig sogar kaum Heizwärme benötigt wird, muss jedoch genau so wie auch immer bei der Brauchwassererwärmung zunächst die Heizkreistemperatur deutlich erhöht werden - die rote Linie der Grafiken muss stets bis über die blaue oder grüne Linie steigen, was dann zeigt, wie viel Anergie entsteht, bis die Brauchwasser- oder Heizungstemperatur wieder ansteigen kann, sofern sie nicht zugleich sinnvoll für eine Erhöhung der Quelltemperatur genutzt werden kann.

Durch ein weiterentwickeltes und bereits patentiertes Verfahren lässt sich die Effizienz von Wärmepumpen jedoch deutlich steigern durch eine Regeneration der Wärmequellen, was ganzjährig möglich ist bei den Erdsonden der Sole/Wasser-Wärmepumpen, aber auch bei den Wärmespeichern der Luft/Wasser-Wärmepumpen, wie das als Anlage 1 beigefügte Kreislaufschema einer Wärmepumpe zeigt.

Wenn auf diese Weise die nach dem Start einer Wärmepumpe meist noch recht niedrige Temperatur im Heizkreisvorlauf zunächst zur Steigerung der Quelltemperatur genutzt wird, bis die Heizkreistemperatur die gleiche Temperatur wie im Brauchwasserspeicher oder im Heizwasserspeicher erreicht hat, dann kann deren Temperaturerhöhung ohne einen weiteren Energieverlust beginnen, weil nur Dreiwegeventile umzuschalten sind und sofort die erforderliche Temperatur verfügbar ist.

Die dadurch immer deutlich höheren Quelltemperaturen sowohl bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen als auch vor allem bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen führen dazu, dass sich durch den ganzjährig geringeren Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Heizkreis der Stromverbrauch von Wärmepumpen ganz erheblich verringert.

Die als Anlage 4 beigefügte Tabelle zeigt den Einfluss der Temperatur im Wärmespeicher auf den Strombedarf einer Luft/Wasser-Wärmepumpe. Gerade diese Anlagen haben bisher extrem schlechte COP-Werte durch den hohen Wärmebedarf in den Wintermonaten bei zugleich niedrigsten Außenlufttemperaturen, aber gerade der Wärmespeicher dieser Anlagen kann Wärme mit sehr hoher Temperatur viel besser speichern als Erdsondenanlagen (deren Temperatur sollte nicht höher als die Erdreichtemperatur von maximal 15°C sein).

Die Kosten für das erforderliche Effizienz-Modul, bestehend aus einem multifunktionalen Regelsystem mit einem Optimierungsprogramm und einem einfachen Wärmetauscher, sind gering gegenüber den einzusparenden jährlichen Stromkosten.

Neben dieser Nutzung der Anergie zur Steigerung der Wärmequellentemperaturen gibt es durch das Effizienz-Modul auch noch weitere Möglichkeiten durch die Umwandlung von Strom von Windkraftanlagen sowie Photovoltaikanlagen und bei einem zeitweise auch sehr hohen Wärmebedarf durch eine Übertragung von nur etwas Wärme aus dem Heizkreis der Wärmepumpe in deren Quellenkreis - ein geringfügig höherer Stromverbrauch ist durchaus günstiger als ein länger anhaltender Rückgang der Quelltemperatur.



Die Grafiken in Anlage 5 zeigen verschiedene Möglichkeiten für die optimale Nutzung von Energie und Anergie durch die Übertragung von Wärme nach dem Start der Wärmepumpe.

Dafür ist entscheidend, dass anders als bei Wärmepumpen gemäß dem aktuellen Stand der Technik nach dem Start der Wärmepumpe die Wärme im Heizkreisvorlauf nicht mehr in den Speicher der Heizungsanlage oder den Warmwasserspeicher geleitet wird, weil deren Temperatur fast immer bereits deutlich höher ist - wird das nicht beachtet, sinkt die schon erreichte Temperatur in der Heizungsanlage bzw. im Warmwasserspeicher wieder ab, ein erheblicher Verlust an Energie !

Stattdessen muss die steigende Temperatur im Heizkreisvorlauf - wie bereits im Kreislaufschema der Wärmepumpe in Anlage 1 dargestellt - so lange zur Erhöhung der Temperatur der Wärmequelle genutzt werden, bis sich die Temperaturen angeglichen haben.

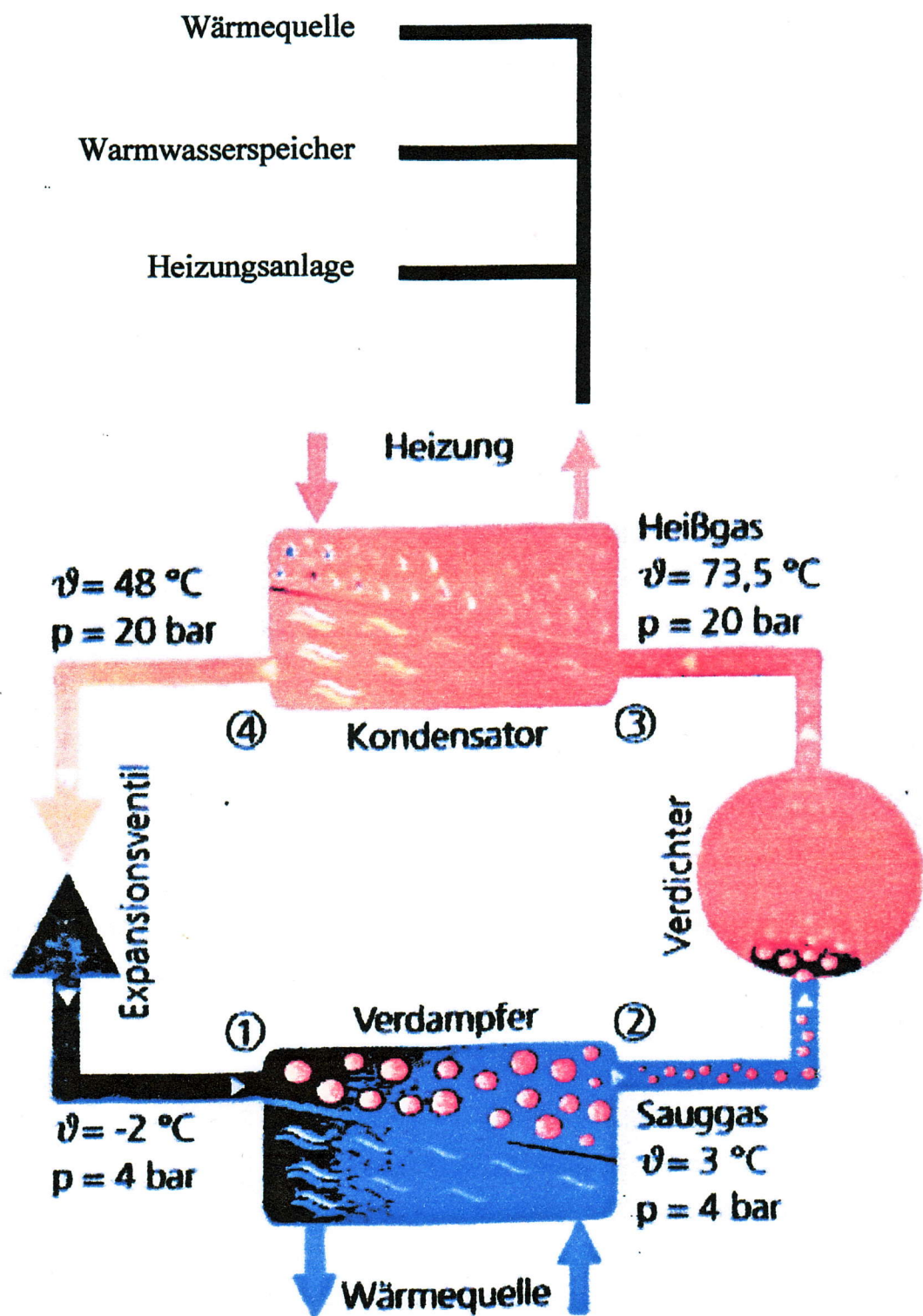
## Anlagen

1. Erweitertes Kreislaufschema einer Wärmepumpe (WB2-49)
2. Erwärmung von Brauchwasser von 45°C auf 50°C, Dauer 46 Minuten (WB2-48)
3. Erwärmung von Brauchwasser, sofort nach dem Start der Wärmepumpe keine Erhöhung über 45°C, Dauer 32 Minuten (WB2-48)
4. Einfluss der Temperatur im Wärmespeicher auf den Strombedarf einer Luft/Wasser-Wärmepumpe (WB2-45)
5. Möglichkeiten zur Nutzung von Anergie und Energie für die Wärmequellen von Wärmepumpen (WB2-48)

28.6.2024

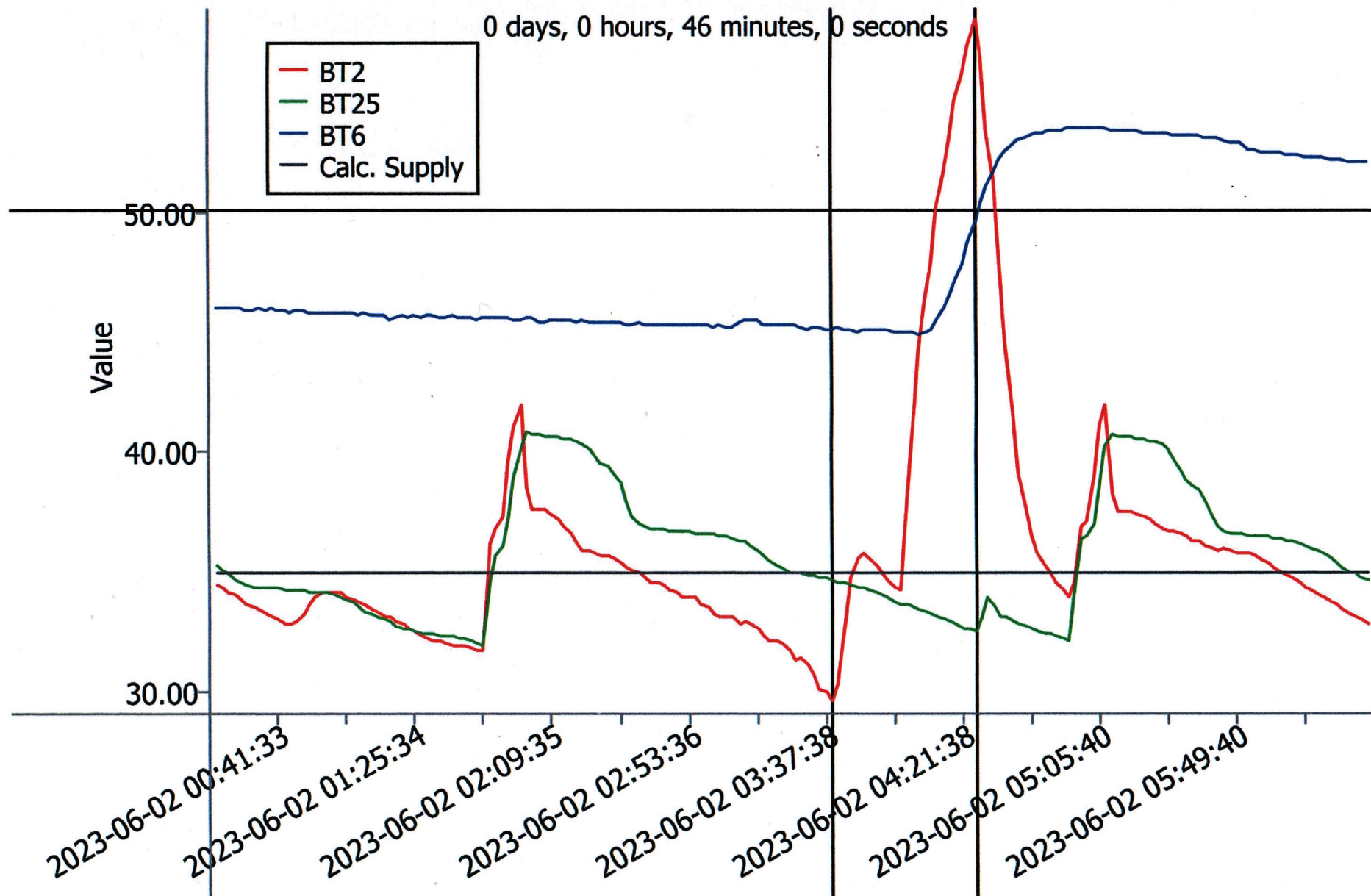
Hans-Georg Jandura

WB2-48a  
Auszug 1

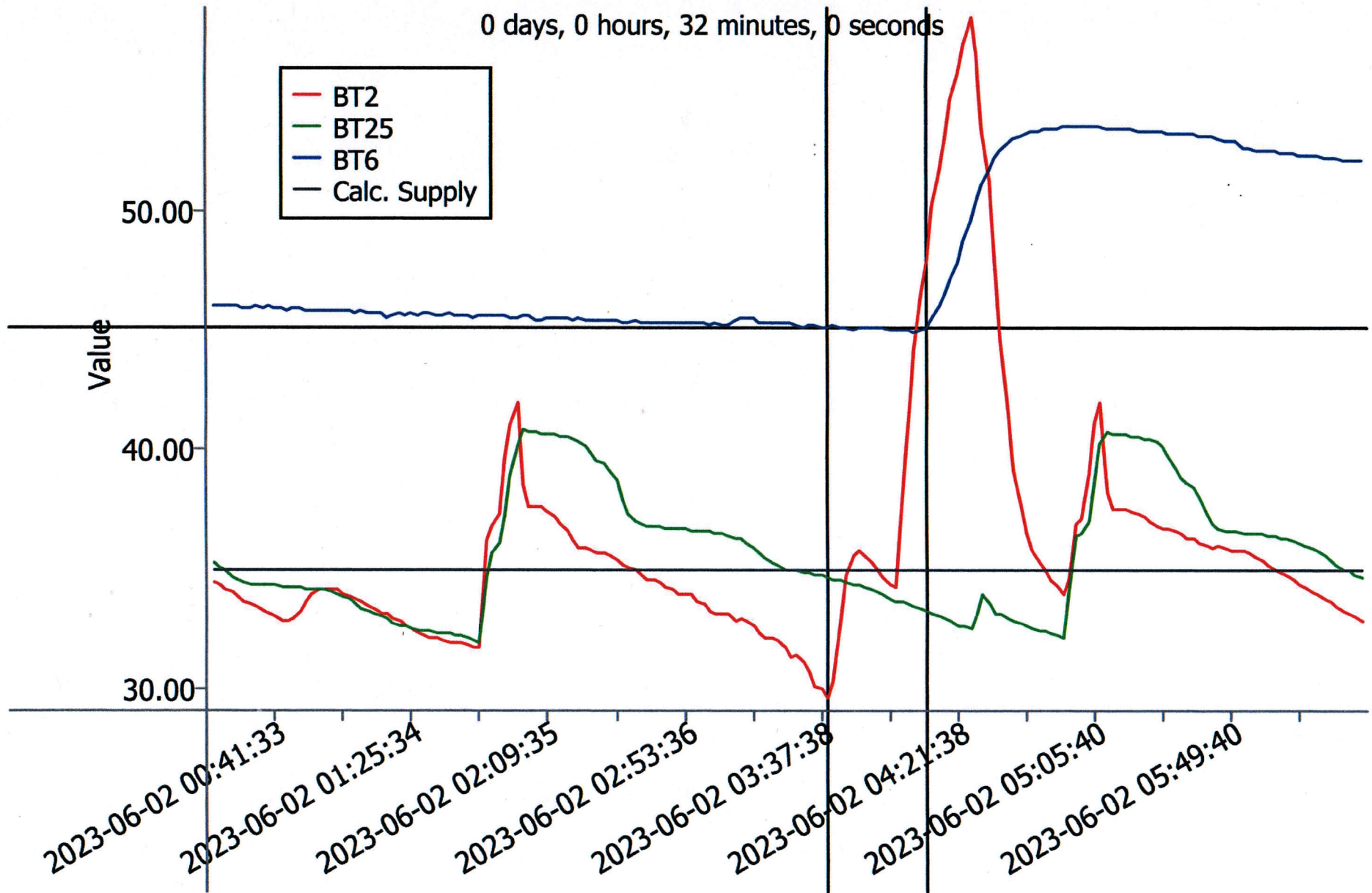


### Kreislaufschema einer Wärmepumpe

Bei deren Start zur Erwärmung von Brauchwasser oder zum Heizen ist die Heizkreisvorlauftemperatur meist noch recht niedrig und sollte deshalb zunächst zur Erhöhung der Quelltemperatur 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.

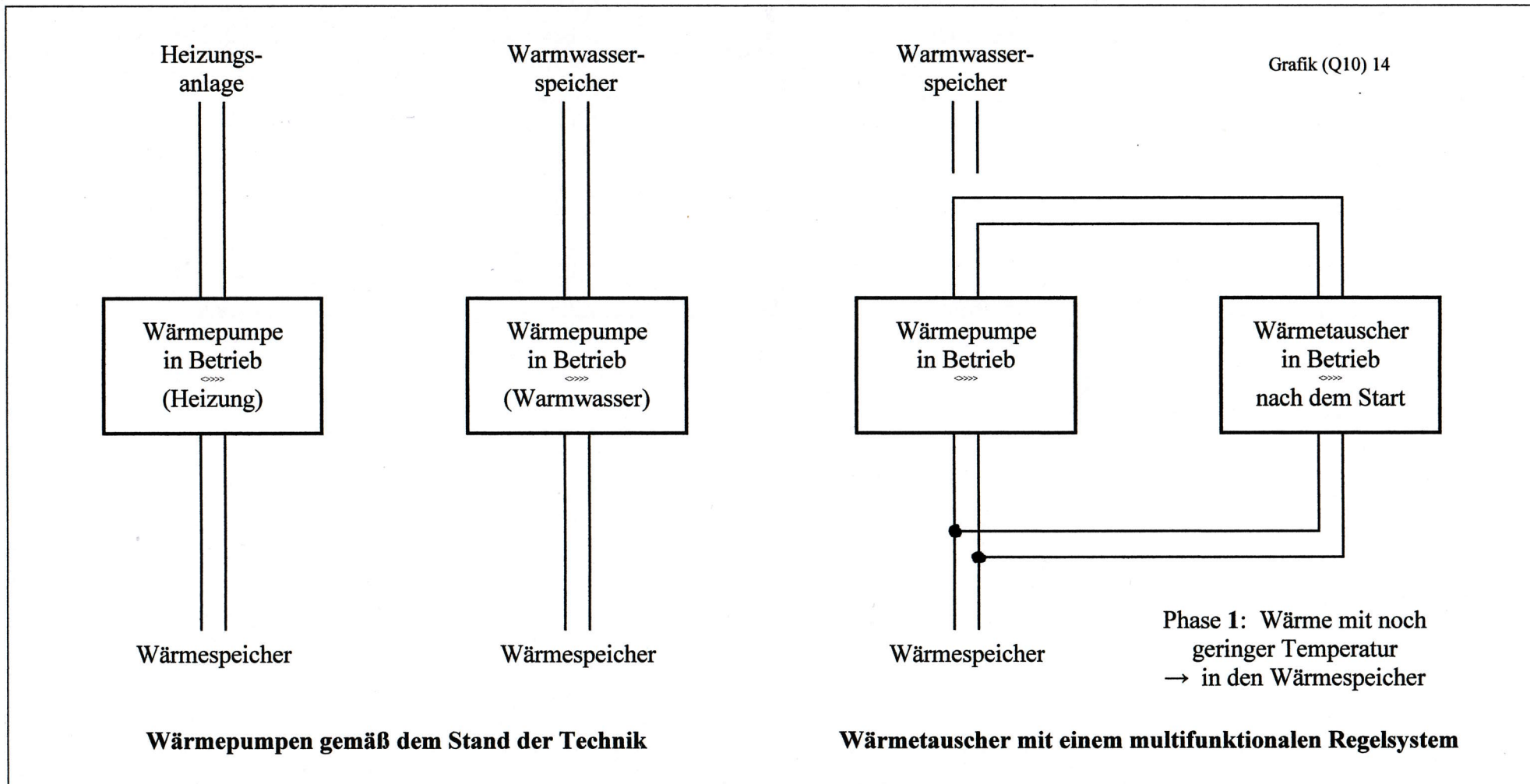






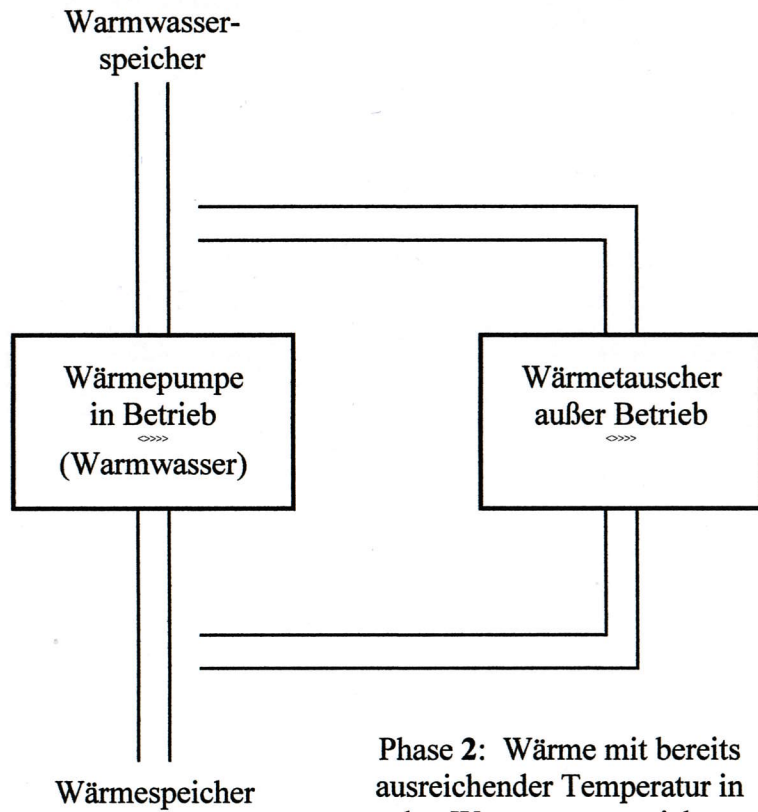
Speicher 0 °C		2 °C	4 °C	6 °C	8 °C	10 °C	Speicher 10 °C
$T_o = 30 \text{ °C} = 303 \text{ K}$		303 K	303 K	303 K	303 K	303 K	<b><math>P_{el} = 1,485 \text{ kW}</math></b> <u>Bezugswert *</u> für Veränderungen des Strombedarfs je nach der Temperatur im Wärmespeicher
$T_u = -2,5 \text{ °C} = 270,5 \text{ K}$		-0,5 °C	1,5 °C	3,5 °C	5,5 °C	7,5 °C	
$\Delta T = 32,5 \text{ K}$		30,5 K	28,5 K	26,5 K	24,5 K	22,5 K	
$\varepsilon = 4,661$		4,967	5,316	5,717	6,184	6,733	
$P_{el} = 2,145 \text{ kW}$		2,013 kW	1,881 kW	1,749 kW	1,617 kW	1,485 kW	
+ 44,4 % gg. Bezugswert		+ 35,5 %	+ 26,7 %	+ 17,8 %	+ 8,9 %	Bezugswert	
12 °C	14 °C	16 °C	18 °C	20 °C	22 °C	24 °C	* Berechnungen für eine Anlage mit einer Fußbodenheizung mit <b>Heizkreistemperaturen</b> <b>von 35/25 °C</b> und einer Heizlast von 10 kW
303 K	303 K	303 K	303 K	303 K	303 K	303 K	
9,5 °C	11,5 °C	13,5 °C	15,5 °C	17,5 °C	19,5 °C	21,5 °C	
20,5 K	18,5 K	16,5 K	14,5 K	12,5 K	10,5 K	8,5 K	
7,390	8,189	9,182	10,448	12,120	14,428	17,823	
1,353 kW	1,221 kW	1,089 kW	0,957 kW	0,825 kW	0,693 kW	0,561 kW	
- 8,9 %	- 17,8 %	- 26,7 %	- 35,5 %	- 44,4 %	- 53,3 %	- 62,2 %	

**Anlage 4 Einfluss der Temperatur im Wärmespeicher auf den Strombedarf einer Luft/Wasser-Wärmepumpe**

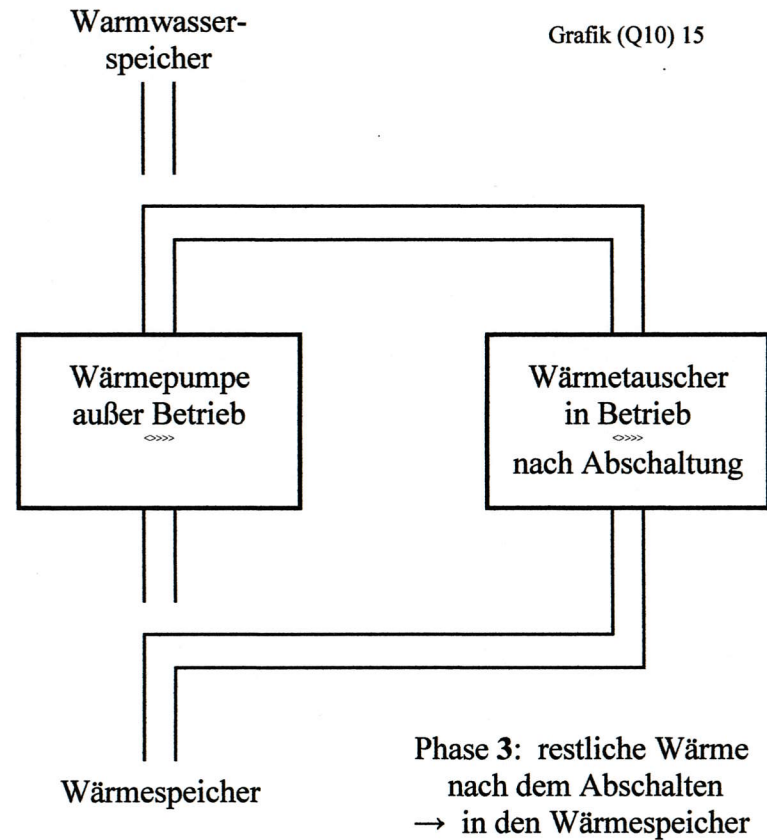


**Anlage 5.1 Wärmepumpen mit Möglichkeiten zur Nutzung der Energie sowie von Anergie (Phase 1)**



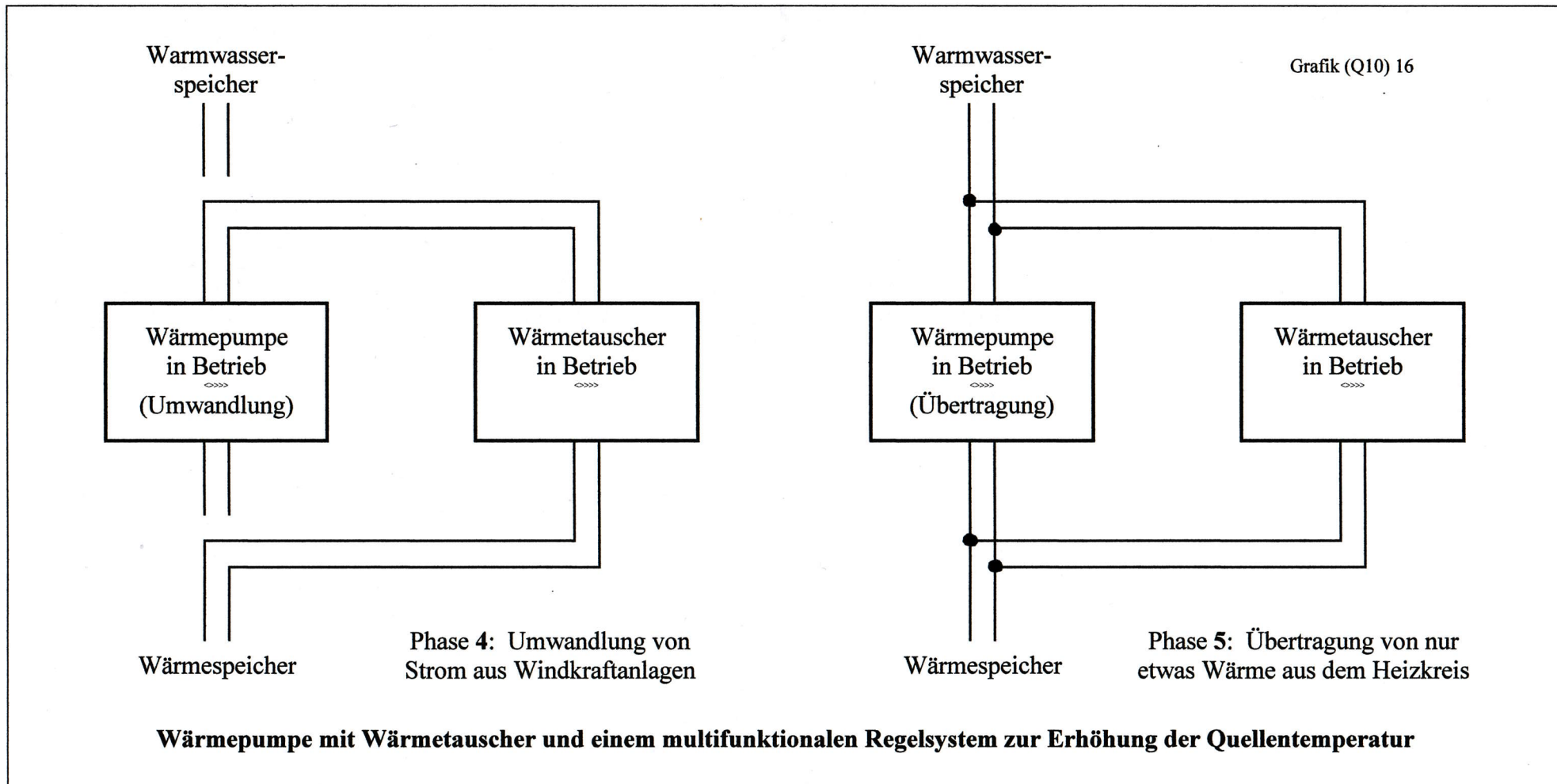


**Wärmepumpe gemäß dem Stand der Technik**



**Wärmetauscher mit einem multifunktionalen Regelsystem**

**Anlage 5.2 Wärmepumpen mit Möglichkeiten zur Nutzung der Energie sowie von Anergie (Phase 2 und 3)**



**Anlage 5.3 Wärmepumpen mit weiteren Möglichkeiten zur Nutzung von Energie (Phase 4 und 5)**