

Die neuartige Betriebsweise von Sole/Wasser-Wärmepumpen und Luft/Wasser-Wärmepumpen und deren Vorteile einer höheren Effizienz

Die für die deutschsprachige "DACH-Region" in Deutschland, Österreich und in der Schweiz erteilten Patente betreffen ein weltweit neuartiges Verfahren, das durch eine ganzjährig mögliche Regeneration der Wärmequellen die Effizienz von Wärmepumpen deutlich steigert. Die als Anlage beigefügten Grafiken erklären jeweils die unterschiedliche Betriebsweise der Sole/Wasser- und der Luft/Wasser-Wärmepumpen.

Diese Übersicht zeigt einige Details zur Gestaltung des für das Verfahren entwickelten multifunktionalen Regelsystems und ergänzt damit dessen Systembeschreibung und das Beispiel für eine Nutzung von Anergie, die bei Wärmepumpen gemäß dem Stand der Technik nach jedem Start zunächst entsteht (siehe dazu die Datei WB2-ZE4).

Die unterschiedlichen Grafiken sollen das jeweilige Prinzip zeigen, das abhängig von Sole- und Heizkreistemperatur allein durch das Umschalten von Dreiwegeventilen oder auch Vierwegeventilen beeinflusst wird.

Durch das weiterentwickelte Verfahren erreichen die Wärmepumpen deutlich höhere Vorlauftemperaturen, der Temperaturhub zwischen Quelle und Heizkreis verringert sich erheblich und somit auch der jährliche Stromverbrauch.

Durch das patentierte multifunktionale Regelsystem lässt sich

- entweder etwas Wärme aus dem Heizkreis der Wärmepumpe in deren Primärkreis übertragen oder
- zeitweise überschüssiger Strom beispielsweise aus Windkraftanlagen umwandeln in Wärme und diese speichern,
- vor allem aber auch die bei Wärmepumpen gemäß dem aktuellen Stand der Technik bei jedem Start aufgrund der noch niedrigen Heizkreistemperatur zunächst entstehende Anergie in Wärme umwandeln und damit die Quellentemperatur erhöhen.

Zunächst noch eine Vorbemerkung zu den Grafiken:

Sie zeigen die Übertragung von Wärme (Anl. 3), die Umwandlung von Strom (Anl. 4) und die Nutzung der Anergie nach jedem Start der Wärmepumpe (Anl. 5 bis 7). Dafür müssen lediglich die Vorlauftemperaturen im Primärkreis (Solekreis) und im Heizkreis möglichst genau erfasst und an das Optimierungsprogramm des multifunktionalen Regelsystems übertragen werden.

In Anlage 1 wird eine Sole/Wasser-Wärmepumpe gemäß dem Stand der Technik bei winterlichen Betriebsbedingungen mit einer Quellentemperatur von -2°C dargestellt.

Die gleichartige Wärmepumpe mit einem Wärmetauscher unterscheidet sich aufgrund von zeitweise vorgenommenen Übertragungen von Wärme nur durch die etwas höhere Quellentemperatur von $+2^{\circ}\text{C}$.

Die Energiefluss-Diagramme beweisen, dass allein durch die höhere Quellentemperatur schon beim Beginn einer weiteren Wärmeübertragung der Strombedarf noch gering ist und sich am Ende der Übertragung bei der dann höheren Quellentemperatur von $+3^{\circ}\text{C}$ der Strombedarf um 11,3% verringert hat gegenüber der Anlage ohne Wärmetauscher.

Wie sich dies auswirkt ist der als Anlage 2 beigefügten Tabelle zu entnehmen. Bei den Werten in der oberen Hälfte der Tabelle handelt es sich um den normalen Betrieb einer Wärmepumpe, bei der unteren Hälfte um die Werte, die sich während der Übertragung von etwas Wärme aus dem Heizkreis gemäß Anlage 1 bei einer jeweils nur um $0,4^{\circ}\text{C}$ höheren Temperatur ergeben.

Gegenüber den in der Tabelle angegebenen Bezugswerten P_{el} (für elektrische Leistung) und P_{EW} (für Erdwärme) bei einer sommerlichen Quellentemperatur von 10°C führt die bei Wärmepumpenanlagen gemäß dem aktuellen Stand der Technik im Jahresverlauf abnehmende Quellentemperatur zu einer deutlichen Erhöhung des Strombedarfs.

Deshalb ist es sinnvoll, schon bei einem leichten Rückgang der Quellentemperatur mit einer Übertragung von etwas Wärme aus dem Heizkreis zu beginnen. Die dabei nur geringe Erhöhung der Quellentemperatur um $0,4^{\circ}\text{C}$ von beispielsweise $8,0^{\circ}\text{C}$ auf dann $8,4^{\circ}\text{C}$ führt bereits dazu, dass sich die elektrische Leistung während der Übertragung um 20 Watt verringert und nach deren Ende bei einem Anstieg der Quellentemperatur auf 10°C auch wieder der Bezugswert von 2,077 kW erreicht wird - die Anhebung der Quellentemperatur um 2°C verringert den weiteren Strombedarf damit um 5,8%.

Deutlich höhere Quellentemperaturen lassen sich erreichen durch eine Umwandlung von Strom in Wärme, sei es durch eine Entnahme aus dem Stromnetz oder wenn der zeitweilige Überschuss von Strom aus Windkraftanlagen genutzt werden kann.

Der als Anlage 3 beigefügten Grafik ist die Übertragung von Wärme aus dem Heizkreis einer Sole/Wasser-Wärmepumpe in deren Solekreis zu entnehmen, Anlage 4 zeigt die Umwandlung von Strom in Wärme. Der in den einzelnen Grafiken jeweils dargestellte Vorgang wird detailliert beschrieben bei der Erläuterung der Unterschiede zum Stand der Technik in der Datei WB2-ZE2. Dort zeigt sich auch, dass beispielsweise lediglich vom Regelsystem jeweils über das Dreiwegeventil (31) im Heizkreis und das Dreiwegeventil (34) im Primärkreis gesteuert werden muss, ob die Wärme nur für Heizen bzw. Warmwasser oder für die Wärmequelle ganz oder teilweise genutzt werden soll.

Nach dem gleichen System der Umwandlung können auch bestehende Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen nachgerüstet werden, bei einer nur geringen Leistung sollte allerdings auf die Übertragung verzichtet werden, da der Nutzen zu gering wäre.

Die weiteren Anlagen 5 bis 8 zeigen derartige Luft/Wasser-Wärmepumpen, die deshalb auch nur ein einfacheres multifunktionales Regelsystem benötigen, was zu einem recht günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis führt.

Die Grafiken dieser Wärmepumpen sollen deutlich machen, wie auch die jeweils beim Start entstehende Anergie genutzt werden kann. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen kann so die Temperatur im Wärmespeicher erhöht werden, bei Sole/Wasser-Wärmepumpen die Quelltemperatur in der Erdsondenanlage.

Das System der multifunktionalen Baugruppe wird ausführlich in der Gebrauchsmusterschrift beschrieben (siehe dazu die Datei WB2-15). Dazu gehören auch die Regelungsfunktionen, die vom Optimierungsprogramm des Regelsystems gesteuert werden.

Ergänzend dazu sollen die in dieser Datei WB2-ZE5 enthaltenen Grafiken vor allem detailliert zeigen, mit welchem geringem Aufwand erhebliche Steigerungen der Effizienz erreicht werden können, weil für jede Wärmepumpe jeweils nur ein zusätzliches multifunktionales Regelsystem erforderlich ist.

Das innovative Regelsystem einschließlich Optimierungsprogramm kann in großer Stückzahl hergestellt werden. Es wird entweder von den Herstellern der Wärmepumpen in die neuen Geräte eingebaut oder auch für Nachrüstungen bestehender Anlagen als fertiges Modul an Installateure geliefert werden, die zusätzlich nur noch jeweils anzupassende Dreiwegeventile für die Solevorlauf- und die Heizkreisvorlauf-Leitungen benötigen.

Die Gesamtkosten für das multifunktionale Regelsystem dürften je nach Ausführung voraussichtlich bei nicht mehr als etwa 2.000 € bis 4.000 € liegen - ein geringer Betrag im Vergleich zu den hohen Kosten einer Photovoltaikanlage von mehreren 10.000 €.

Anders als bei Solaranlagen, die gerade bei dem höchsten Wärmebedarf im Winter kaum noch Strom liefern können, lässt sich der in dieser Zeit besonders hohe Strombedarf insbesondere von Luft/Wasser-Wärmepumpen erheblich verringern durch das innovative Verfahren und die erst dadurch mögliche Regeneration der Wärmequellen, das sind die Wärmespeicher bei Luft/Wasser-Wärmepumpen bzw. die Erdsonden bei Sole/Wasser-Wärmepumpen.

Die wesentlich niedrigeren Kosten von Luft/Wasser-Wärmepumpen gegenüber den Sole/Wasser-Wärmepumpen, die durch das Erdsondensystem etwa doppelt so hohe Kosten verursachen, werden dazu führen, dass für Anlagen in Häusern mit Heizlasten bis etwa 25 kW zukünftig wohl nur noch Luft/Wasser-Anlagen installiert werden.

Auch Großwärmepumpen mit höheren Leistungen bis 500 kW und mehr könnten häufig in neuen Fernwärmenetzen beispielsweise von Neubaugebieten installiert werden.

Bei den bisher vernachlässigten Projekten im Bereich der Oberflächennahen Geothermie dürften hervorragende Effizienzwerte erreicht werden, weil sich die Erdreichtemperatur

im Winter nicht mehr wie bisher verringern wird, wie man an den Wirkungen des multifunktionalen Regelsystems auf die Temperaturen in der Erdsonde sowie im Nahbereich der Sonde und auf den Wärmefluss sehen kann (siehe dazu die Datei WB2-ZE3).

Bei diesen Anlagen gibt es anders als bei Großanlagen im Bereich der Tiefengeothermie keinerlei Risiken wie bei den Bohrungen mit mehreren tausend Metern Bohrtiefe, die in mehreren Fällen große Schäden und auch Erdbeben verursacht haben und teilweise auch wegen unzureichender Ergiebigkeit abgebrochen wurden.

Die Ergebnisse der weiterentwickelten Technologie werden sich trotz der zunehmenden Zahl von neuen Wärmepumpen auch auf die bestehende Energiekrise günstig auswirken.

Anlagen:

1. Schematische Darstellung von Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen
2. Einfluss der Quelltemperatur auf elektrische Leistung und Erdwärme
3. Multifunktionales Regelsystem für Sole/Wasser-Wärmepumpen bei der Übertragung von Wärme aus dem Heizkreis
4. desgleichen bei der Umwandlung von Strom in Wärme und deren Speicherung
5. Multifunktionales Regelsystem für Luft/Wasser-Wärmepumpen bei der Nutzung von Anergie nach dem Start der Wärmepumpe (Phase 1)
6. desgleichen bei Normalbetrieb für Heizen oder Warmwasser (Phase 2)
7. desgleichen bei der Nutzung der Restwärme nach deren Abschaltung (Phase 3)
8. desgleichen bei der Umwandlung von Strom in Wärme und deren Speicherung

5.9.2023

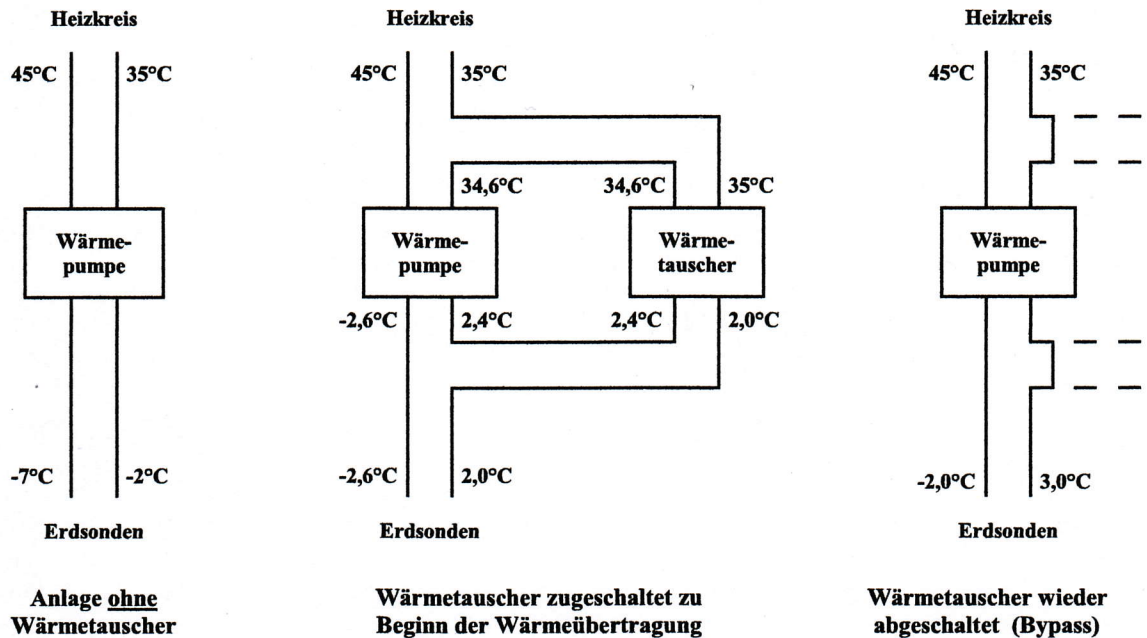


WB2-ZE5

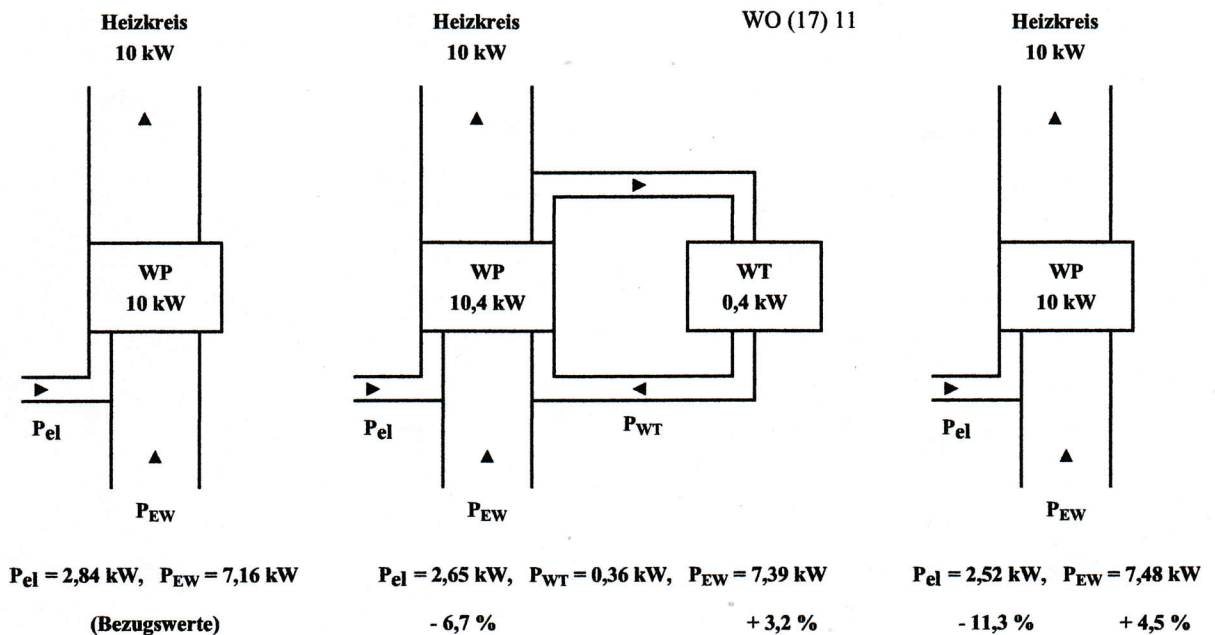
Diese kurze Übersicht soll das Prinzip der Wärmeübertragung aus dem Heizkreis der Wärmepumpe auf deren Solekreis veranschaulichen.

Die Abbildung auf der linken Seite stellt eine herkömmliche Anlage gemäß dem Stand der Technik dar, die Solevorlauftemperatur ist im Verlauf der Heizperiode bis auf -2°C gefallen.

Die beiden anderen Abbildungen zeigen die Anordnung nach Einfügung eines Wärmetauschers und die möglichen Betriebstemperaturen unter der Annahme, dass sich die Solevorlauftemperatur durch zeitweilige Wärmeübertragungen nur auf etwa $+2^{\circ}\text{C}$ verringert hat.



Die Energiefluss-Diagramme geben die Ergebnisse der entsprechenden Berechnungen wieder.



Anlage 1 Schematische Darstellung von Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen ohne und mit Wärmetauscher bei winterlichen Betriebsbedingungen

Anlage gemäß dem Stand der Technik bzw. Anlage mit abgeschaltetem Wärmetauscher (Normalbetrieb) *

- 2 / -7 °C	Quelle 0 / -5 °C	2 / -3 °C	4 / -1 °C	6 / 1 °C	8 / 3 °C	10 / 5 °C	Quelle 10 / 5 °C
313 K	$T_o = 40 \text{ °C} = 313 \text{ K}$	313 K	313 K	313 K	313 K	313 K	<u>$P_{el} = 2,077 \text{ kW}$</u>
- 4,5 °C	$T_u = - 2,5 \text{ °C} = 270,5 \text{ K}$	- 0,5 °C	1,5 °C	3,5 °C	5,5 °C	7,5 °C	<u>$P_{EW} = 7,923 \text{ kW}$</u>
44,5 K	$\Delta T = 42,5 \text{ K}$	40,5 K	38,5 K	36,5 K	34,5 K	32,5 K	<u>Bezugswerte</u>
3,517	$\epsilon = 3,682$	3,864	4,065	4,288	4,536	4,815	
2,843 kW	$P_{el} = 2,716 \text{ kW}$	2,588 kW	2,460 kW	2,332 kW	2,204 kW	2,077 kW	für die Veränderungen zur elektrischen Leistung und zum Anteil der Erdwärme
+ 36,9 %	+ 30,8 % gg. Bezugswert	+ 24,6 %	+ 18,4 %	+ 11,2 %	+ 6,1 %		
7,157 kW	$P_{EW} = 7,284 \text{ kW}$	7,412 kW	7,540 kW	7,668 kW	7,796 kW	7,923 kW	
- 9,7 %	- 8,0 % gg. Bezugswert	- 6,4 %	- 4,8 %	- 3,2 %	- 1,6 %		

Anlage mit zugeschaltetem Wärmetauscher (Übertragung) bei einer Erhöhung um 0,4 °C *

- 1,6 / - 6,6 °C	Quelle 0,4 / -4,6 °C	2,4 / -2,6 °C	4,4 / -0,6 °C	6,4 / 1,4 °C	8,4 / 3,4 °C	10,4 / 5,4 °C	Quelle 10,4 / 5,4 °C
312,8 K	$T_o = 39,8 \text{ °C} = 312,8 \text{ K}$	312,8 K	312,8 K	312,8 K	312,8 K	312,8 K	<u>$P_{el} = 2,054 \text{ kW}$</u>
- 4,1 °C	$T_u = - 2,1 \text{ °C} = 270,9 \text{ K}$	- 0,1 °C	1,9 °C	3,9 °C	5,9 °C	7,9 °C	<u>$P_{EW} = 7,986 \text{ kW}$</u>
43,9 K	$\Delta T = 41,9 \text{ K}$	39,9 K	37,9 K	35,9 K	33,9 K	31,9 K	* Alle Berechnungen für eine <u>Radiatorenheizung</u> einer Anlage mit einer Heizlast von 10 kW und Heizkreistemperaturen von 45/35 °C
3,563	$\epsilon = 3,733$	3,920	4,127	4,356	4,613	4,903	
2,827 kW	$P_{el} = 2,689 \text{ kW}$	2,561 kW	2,440 kW	2,312 kW	2,183 kW	2,054 kW	
+ 37,6 %	+ 30,9 % gg. Bezugswert	+ 25,1 %	+ 18,8 %	+ 12,6 %	+ 6,3 %		
7,213 kW	$P_{EW} = 7,351 \text{ kW}$	7,471 kW	7,600 kW	7,728 kW	7,857 kW	7,986 kW	
- 9,6 %	- 7,9 % gg. Bezugswert	- 6,4 %	- 4,8 %	- 3,2 %	- 1,6 %		

Anlage 2 Einfluss der Quelltemperatur bei einer Radiatorenheizungsanlage ohne bzw. mit zugeschaltetem Wärmetauscher auf die Anteile der elektrischen Leistung und der Erdwärme

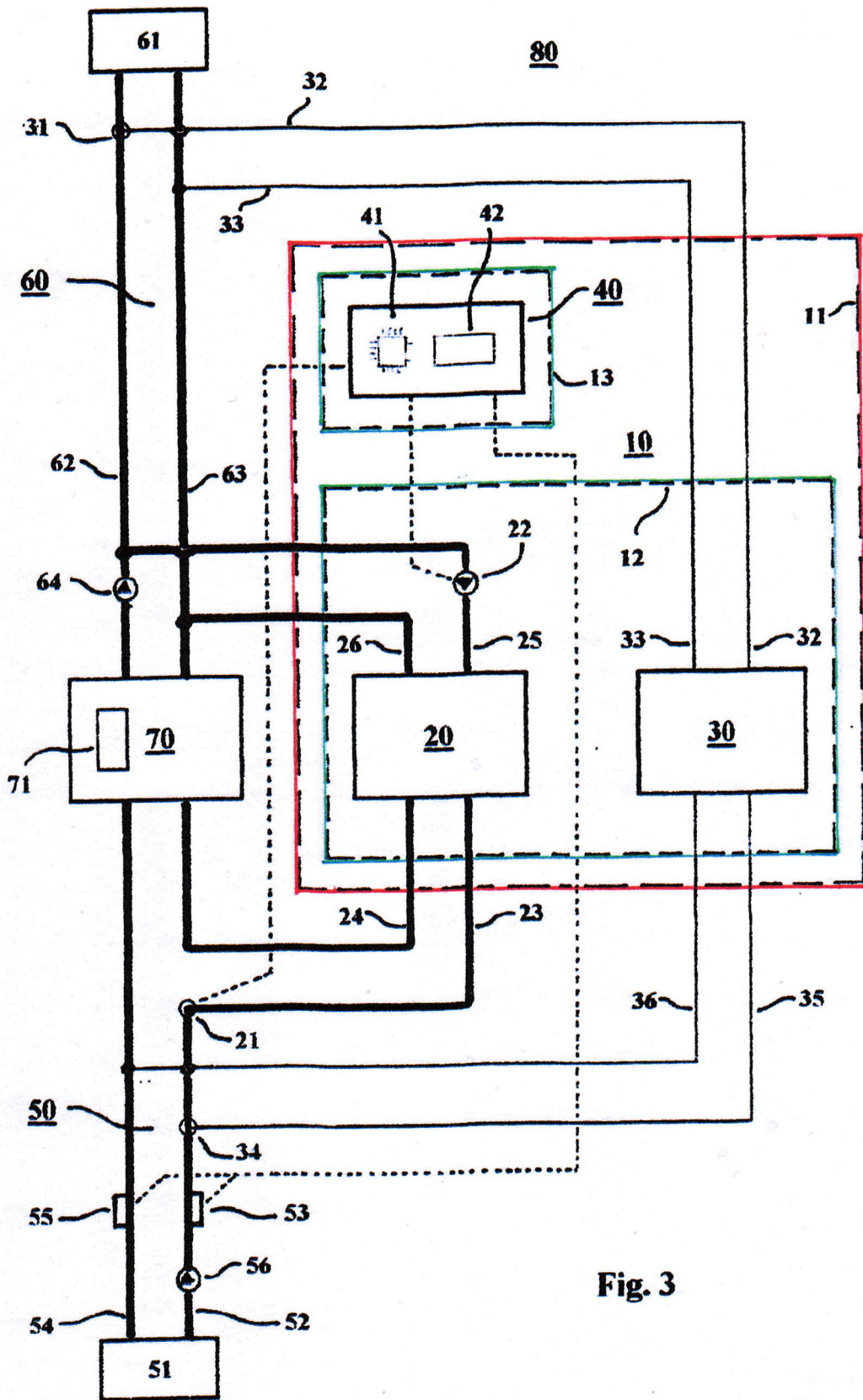


Fig. 3

Anlage 3 Multifunktionales Regelsystem für Sole/Wasser-Wärmepumpen bei der Übertragung von Wärme aus dem Heizkreis

Bezugszeichenliste

- 10 Einrichtung zur Erhöhung der Quellentemperatur
- 11 Gehäuse der Einrichtung
- 12 Modul 1 / Wärmetauschersystem
- 13 Modul 2 / Regelsystem
- 20 Wärmetauscher 1
- 21 Dreiwegeventil 1 / Quellenvorlauf
- 22 Umwälzpumpe für Wärmetauscher 1
- 23 Zuleitung vom Quellenvorlauf zum Wärmetauscher 1
- 24 Zuleitung von Wärmetauscher 1 zur Wärmepumpe
- 25 Zuleitung vom Heizkreisvorlauf zum Wärmetauscher 1
- 26 Rückleitung vom Wärmetauscher 1 zum Heizungsrücklauf
- 30 Wärmetauscher 2
- 31 Dreiwegeventil 2 / Heizkreisvorlauf
- 32 Zuleitung vom Heizkreisvorlauf zum Wärmetauscher 2
- 33 Rückleitung vom Wärmetauscher 2 zum Heizkreisrücklauf
- 34 Dreiwegeventil 3 / Quellenvorlauf
- 35 Zuleitung vom Quellenvorlauf zum Wärmetauscher 2
- 36 Rückleitung vom Wärmetauscher 2 zum Quellenrücklauf
- 40 Regelsystem mit Optimierungsprogramm
- 41 Prozessor
- 42 Speicher
- 50 Quellenkreis (Primärkreis der Wärmepumpe)
- 51 Quelle (Erdsonden oder Speicher)
- 52 Quellenvorlauf
- 53 Temperatursensor im Quellenvorlauf
- 54 Quellenrücklauf
- 55 Temperatursensor im Quellenrücklauf
- 56 Quellenpumpe
- 60 Heizkreis
- 61 Heizungsanlage
- 62 Heizkreisvorlauf
- 63 Heizkreisrücklauf
- 64 Heizkreispumpe
- 70 Wärmepumpe
- 71 Elektrische Zusatzheizung
- 80 Wärmepumpenanlage (Gesamtdarstellung)

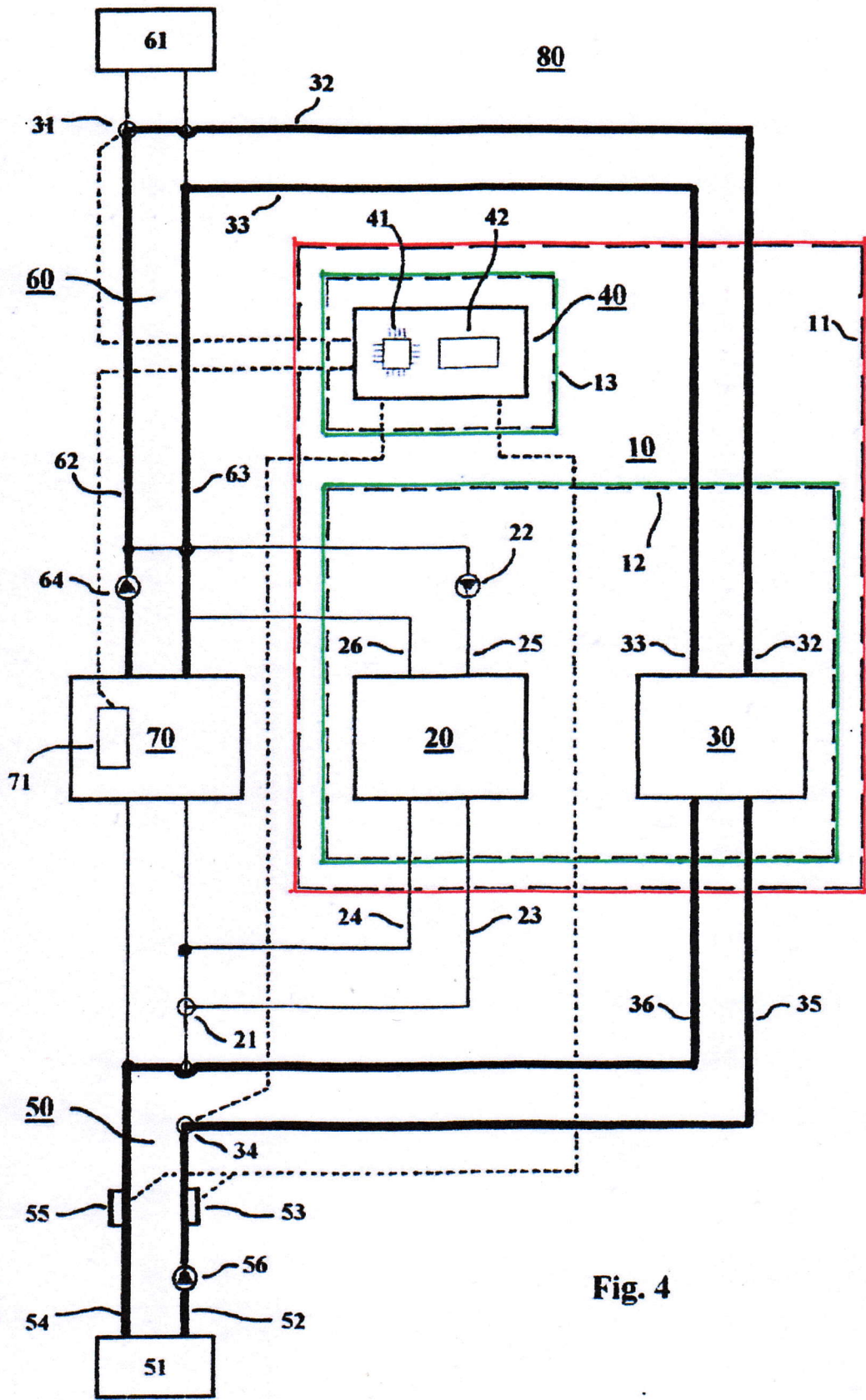
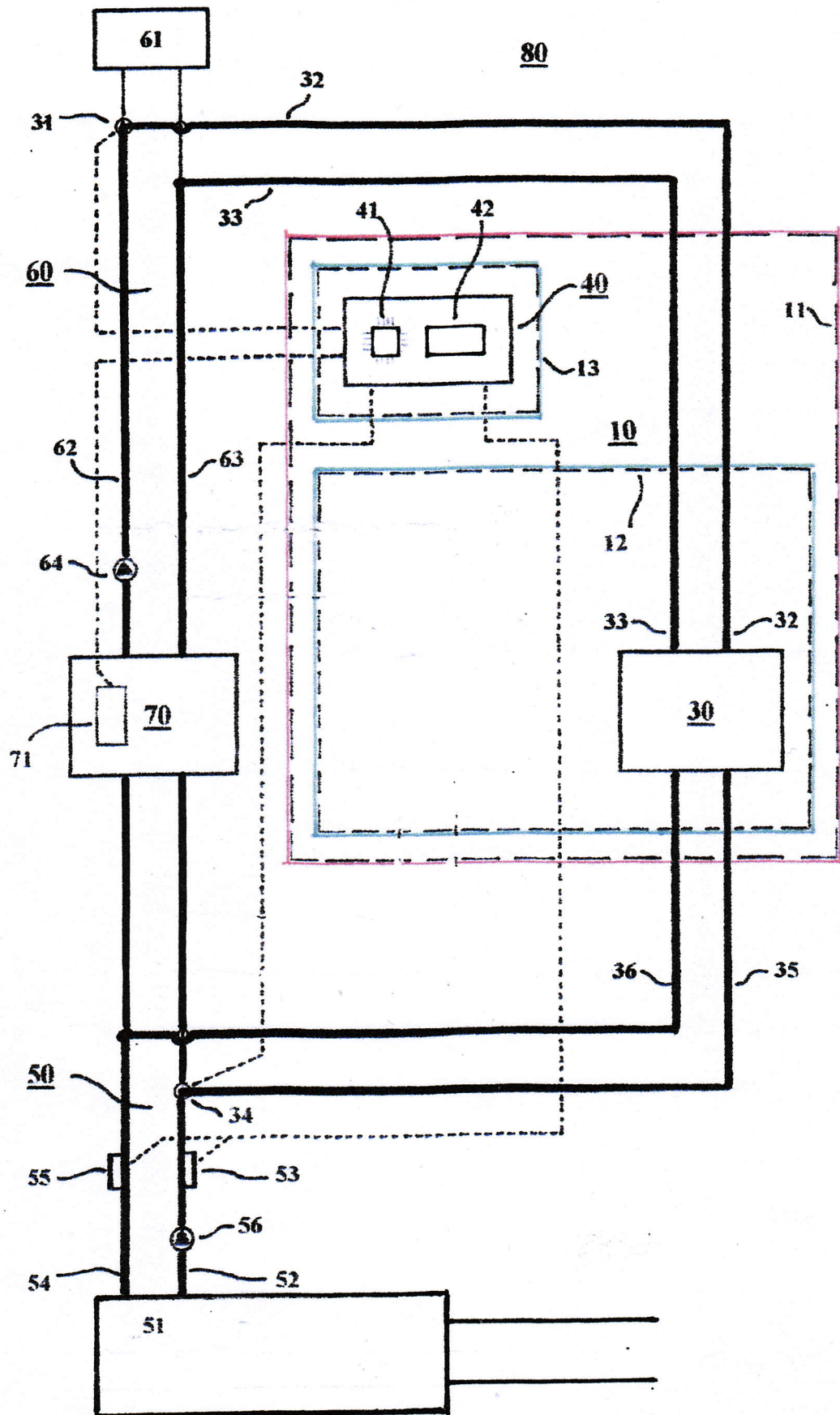
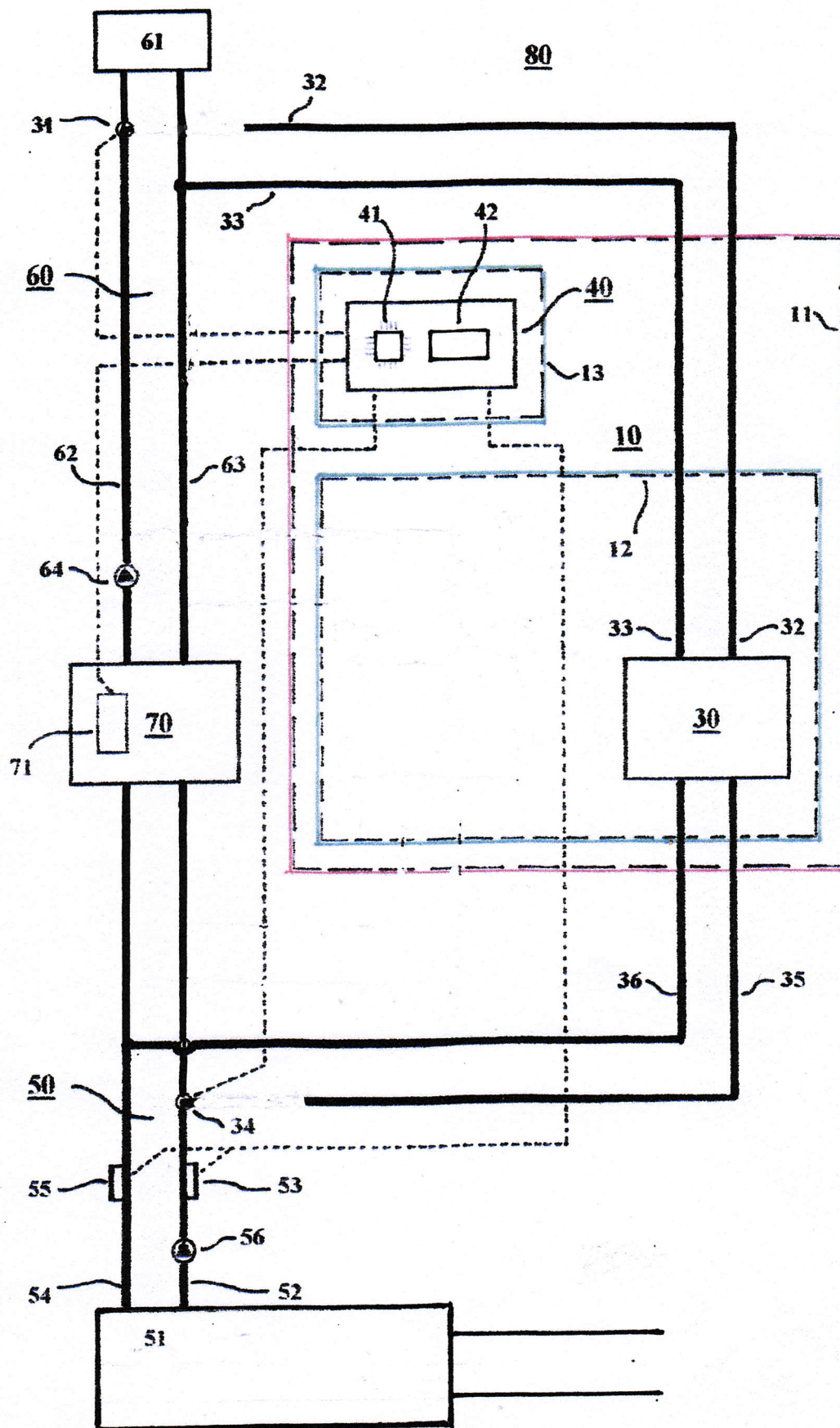


Fig. 4

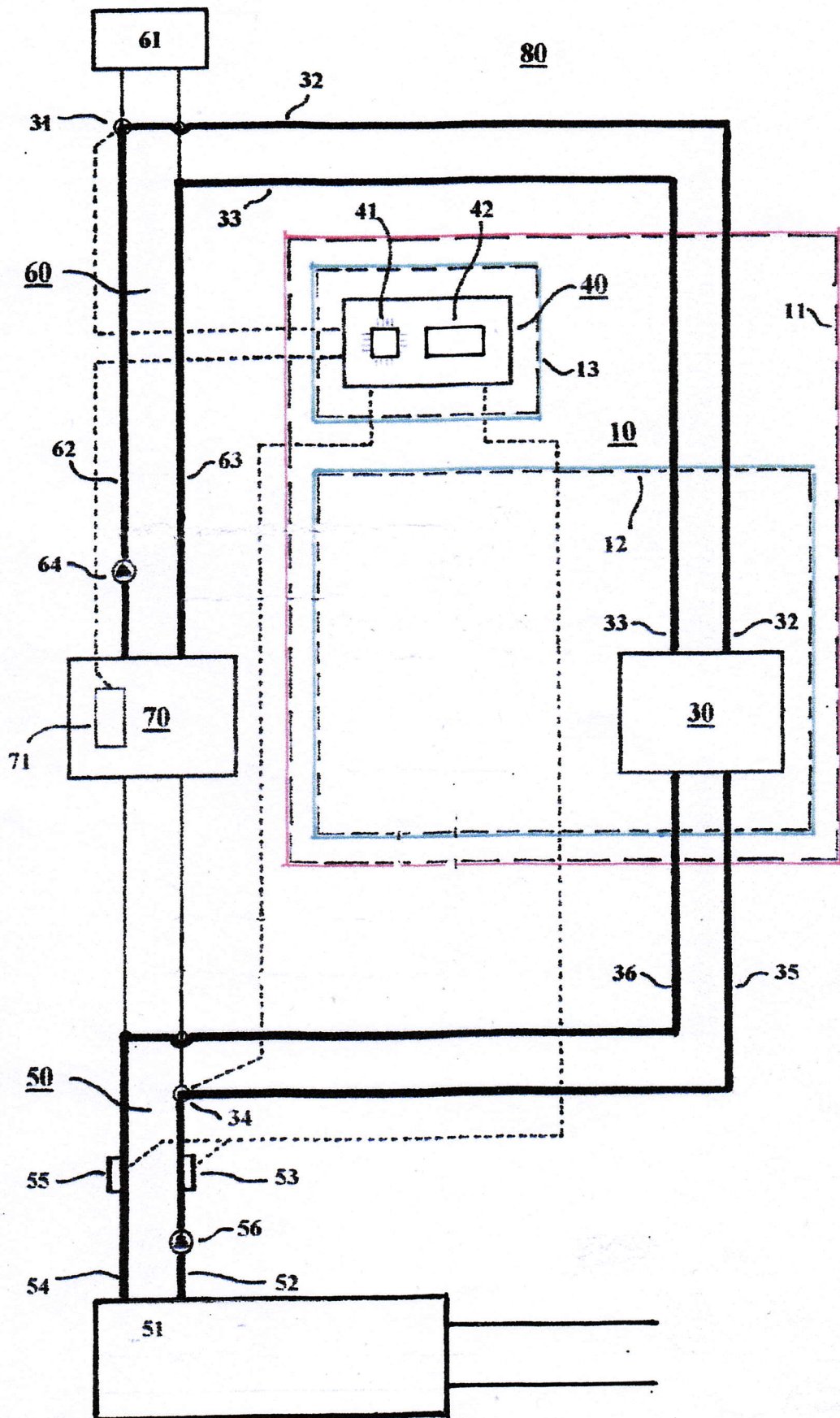
Anlage 4 Multifunktionales Regelsystem für Sole/Wasser-Wärmepumpen bei der Umwandlung von Strom in Wärme



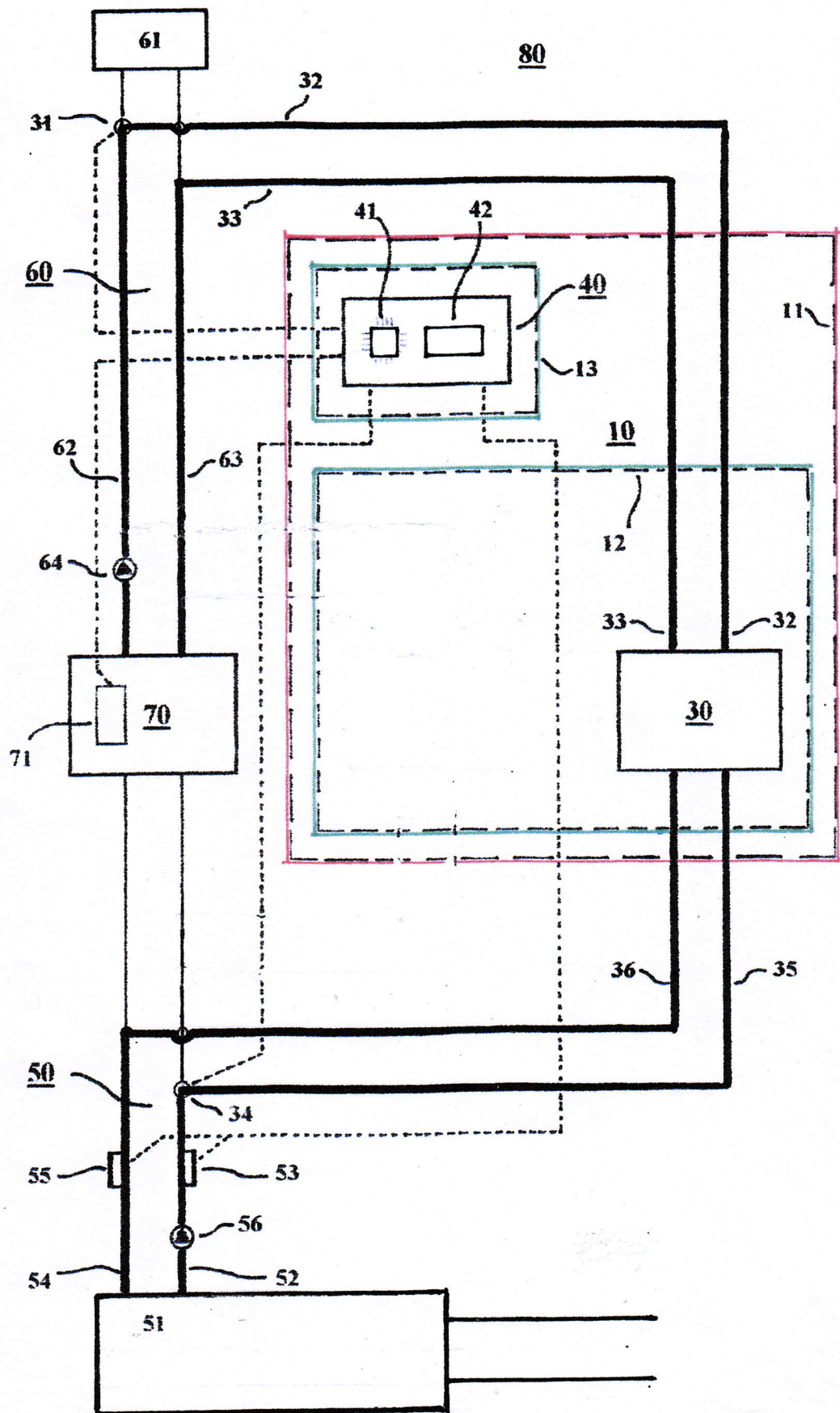
Anlage 5 Multifunktionales Regelsystem für Luft/Wasser-Wärmepumpen zur Nutzung von Anergie nach dem Start der Wärmepumpe (Phase 1)



Anlage 6 Multifunktionales Regelsystem für Luft/Wasser-Wärmepumpen bei Normalbetrieb für Heizen oder Warmwasser (Phase 2)



Anlage 7 Multifunktionales Regelsystem für Luft/Wasser-Wärmepumpen bei Nutzung der Restwärme nach deren Abschaltung (Phase 3)



Anlage 8 Multifunktionales Regelsystem für Luft/Wasser-Wärmepumpen bei der Umwandlung von Strom in Wärme und deren Speicherung