

```
(function($) { $(document).ready(function() { $(document).accordion({ active: false, heightStyle: 'content', header: 'div.toggler', collapsible: true, create: function(event, ui) { ui.header.addClass('active'); $('div.toggler').attr('tabindex', 0); }, activate: function(event, ui) { ui.newHeader.addClass('active'); ui.oldHeader.removeClass('active'); $('div.toggler').attr('tabindex', 0); } }); })(jQuery);
```

BK-Schaltung als Grundschtaltung

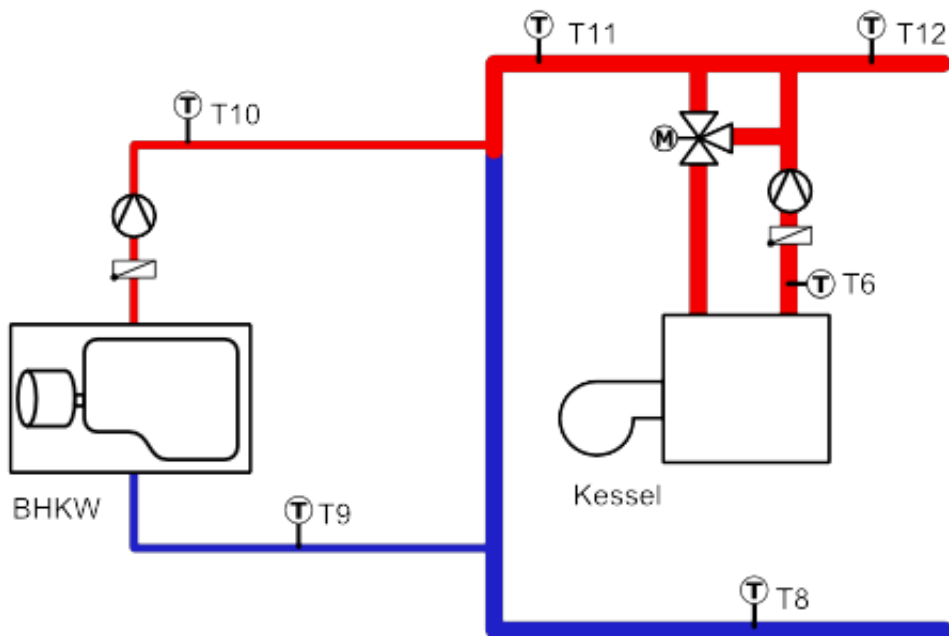
Die einfachste Form der hydraulischen Einbindung von Blockheizkraftwerken kann durch das „Einschleifen“ des BHKW-Vor- und Rücklaufs in den Gesamtrücklauf einer Heizanlage erzielt werden. Die Anschlüsse für Vor- und Rücklauf des BHKW sollten in ausreichendem Abstand voneinander angeordnet werden, damit ein ungewollter Kurzschluss verhindert wird. Die Schaltung kann um weitere parallel zueinander geschaltete BHKW-Module ergänzt werden.

### **Vor- und Nachteile der BK-Schaltung (BK = BHKW - Kessel)**

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| - Schlechte Vorlauftemperaturkonstanz; Einbrüche unter 60°C müssen toleriert werden | + Einfache Realisierung     |
| - Erfordert i.d.R. relativ zum BHKW große Verbrauchsnetze                           | + Geringe Kosten            |
| - Starke Abhängigkeit vom Verhalten des Verbrauchsnetzes                            | + Geringer Regelungsaufwand |

Die Verschaltung ist dann zweckentsprechend, wenn die Wärmeabnahme des Netzes immer größer als die BHKW-Leistung ist.

### **Funktion der hydraulischen Weiche**



Das zwischen den beiden BHKW-Anschlüssen liegende Verbindungsstück stellt eine hydraulische Weiche dar. Diese Weiche verhindert die gegenseitige hydraulische Beeinflussung der Wärmeerzeuger und Verbraucher. Die Wärmeabgabe des BHKW an das Heizungsnetz erfolgt über eine drehzahlregelte Pumpe, die in ihrer Wirkung nicht durch Mischer, Ventile, Rückschlagklappen oder andere Pumpen behindert werden darf.

### Regelung ohne übergeordnete Steuerung

Die Einbindung des BHKW im Rücklauf zur Kesselanlage ermöglicht prinzipiell den Verzicht auf eine übergeordnete Steuerung. Bei nicht ausreichender Wärmeabnahme bewirkt das Ansteigen der Rücklauftemperatur über die Temperaturüberwachung der Modulsteuerung zunächst den Teillastbetrieb und ggf. die Regelabschaltung des Moduls. Die Zuschaltung des Moduls erfolgt in Abhängigkeit von Temperatur und Wartezeit. Die Wartezeit wird von der Modulsteuerung so bemessen, dass im täglichen Mittel nicht mehr als ein Start je Betriebsstunde ermöglicht wird.

Die Zu- und Abschaltung des Kessels übernimmt die Temperaturregelung der Kesselanlage.

Eine ungewollte Begleiterscheinung bei BHKW-Anlagen ohne übergeordnete Steuerung ist der sogenannte „Kesselfehlbetrieb“. Dieser entsteht, wenn wegen geringer Wärmeabnahme das Modul zu häufig abschalten muss. Die Temperatureinbrüche, die in den Betriebspausen entstehen, bewirken dann Kesselstarts, die eine zusätzliche Reduzierung der BHKW-Laufzeiten bewirken.

### Regelung mit übergeordneter Steuerung

Unsere übergeordneten Steuerungen übernehmen je nach Anforderung unterschiedliche Aufgaben:

- Sperrung der Kesselanlage gegen Betrieb bei geringer Wärmeabnahme
- Anforderung auch von mehreren BHKW-Modulen nach feineren Kriterien
- Komplette Ansteuerung der Kesselanlage (optional)
- Fernüberwachung von BHKW und Gesamtanlage
- Beliebige Steuer- und Regelaufgaben im Zusammenhang mit der Energiezentrale

Die Zu- und Abschaltung des BHKW und die Freigabe der Kesselanlage wird in Abhängigkeit von der Messstelle T11 (Rücklauf Kessel) unter Berücksichtigung der Messstellen T8 und T9 vorgenommen. Die Schaltvorgänge können nach variablen Sollwerten erfolgen.

## BKSM-Schaltung

Die abgebildete Schaltung ist für BHKW-Anlagen mit Pufferspeicher und NT-Kessel konzipiert. Die Wärmeabgabe des BHKW wirkt hierbei als Rücklaufvorwärmung für die NT- Kessel. Die Schaltung kann durch weitere parallel zueinander geschaltete NT-Kessel oder BHKW-Module ergänzt werden. Der Mischer zwischen T14 und der Speicherentladepumpe dient nur der besseren Regelbarkeit und ist ebenso wie die Motorklappe am Pufferspeicher optional.

Die hydraulische Einbindung des NT-Kessels mit Mischventil, Kesselkreispumpe und Mischstrecke vor T12 ist immer empfehlenswert, jedoch unverzichtbar, wenn eine besondere Variante der Kesselkreisregelung zur Anwendung gelangen soll.

## **Vor- und Nachteile der BKSM-Schaltung (BKSM = BHKW - Kessel - Speicher - Mischer)**

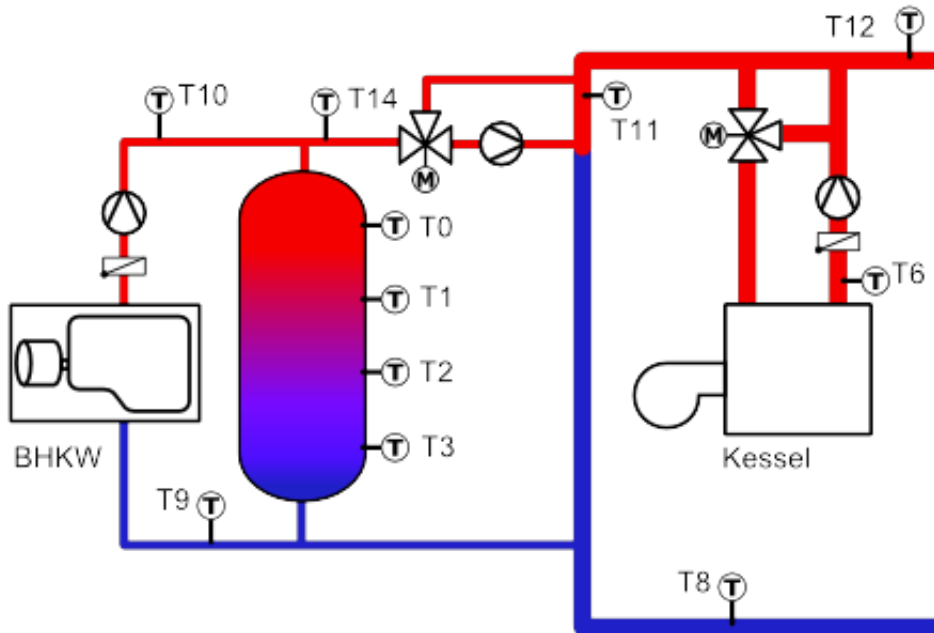
- |   |   |
|---|---|
| - Erhöhter Regelungsaufwand                   | + Vorlauftemperatur kann insbesondere bei BHKW-Betrieb konstant gehalten werden |
| - Kosten für Pufferspeicher und Entladesystem | + Starthäufigkeit gering  |
|   | + Leichte Anbindung auch an große bestehende Anlagen                            |
|   | + Pufferspeicher in Grenzen für stromgeführte Betriebsweise benutzbar           |
|   | + BHKW-Brennwerttaucher leicht integrierbar                                     |
|   | + Einfaches und erprobtes Notbetriebsverhalten bei Regelungsstörungen           |

Der Einsatz der Speicherentladepumpe ermöglicht den Anschluss von BHKW-Anlagen an beliebig große Heizungsnetze mit vergleichsweise kleinen Rohrquerschnitten. Ebenso sind längere Leitungsverbindungen zwischen BHKW und Heizzentrale (z.B. 50 m) unproblematisch. Diese Schaltung eignet sich daher in besonderer Weise für den nachträglichen Anschluss von BHKW-Anlagen an vorhandene Heizanlagen.

Anstelle der Speicherentladepumpe kann auch ein Mischventil eingesetzt werden. Die Dimensionierung

dieses Mischventils und der Verrohrung muss hierbei entsprechend der Durchflussmenge des Gesamtnetzes vorgenommen werden.

## Funktion der Schaltung



Kernstück der Schaltung ist der Pufferspeicher. Er wird als Schichtenspeicher benutzt. Beim Laden wird die Schichtgrenze zwischen heißem und kaltem Wasser von oben nach unten, beim Entladen von unten nach oben verschoben. Hierbei bewirkt das parallel geschaltete BHKW die Beladung und die Speicherentladungspumpe die Entladung des Pufferspeichers. Sind Wärmebedarf und Erzeugung ausgeglichen, bleibt der Ladezustand des Speichers erhalten.

Ebenso kann der Speicherstand durch Schließen der optionalen Motorklappe „konserviert“ werden. Die geschlossene Klappe ermöglicht auch den weiteren Betrieb des BHKW bei gestörter Speicherentladungspumpe.

Die Energie, die im Pufferspeicher gespeichert werden kann, hängt vom Speichervolumen, von der BHKW-Vorlauftemperatur und von der Rücklauftemperatur des Heizungsnetzes ab.

## Netztemperatur

Die Temperatur an T11 wird mithilfe der Speicherentladungspumpe aus dem heißen Wasser von BHKW und Pufferspeicher (T14) und dem kälteren Rücklaufwasser (T8) gemischt. Die Regelgenauigkeit hängt hierbei in hohem Maße von der Gestaltung der Mischstrecke ab. Bei steigender Netzlast bewirkt die Entladung des Pufferspeichers die Freigabe der Kesselanlage. Diese übernimmt dann die Regelung der Netztemperatur an der Temperaturmessstelle T12. Gleichzeitig wird der Sollwert für T11 abgesenkt.

Damit die Regelung auch bei Anlagen mit sehr schwacher Last präzise arbeitet, wird hier optional ein Mischer eingesetzt, durch den das Gemisch teilweise zur Pumpe zurück geführt wird.

## **Kesselkreisregelung**

Bei der von uns entwickelten Kesselkreisregelung wird die Kesselwassertemperatur mithilfe eines Brenners mit hohem Modulationsgrad (10:1) auf einen Temperatursollwert geregelt, der in Abhängigkeit zur Abgastemperatur gebildet wird. Hierbei bewirkt eine fallende Abgastemperatur einen steigenden Sollwert. Auf diese Weise wird die Kondensation des Abgases im NT-Kessel sicher verhindert. Durch den hohen Modulationsgrad werden die Startvorgänge des Kessels auf ein Minimum begrenzt. Die Vorlauftemperatur des Heizungsnetzes an T12 wird aus dem Rücklauf und dem Kesselvorlauf mit Hilfe des Mischventils geregelt.

## **Regelung**

Aus der Funktionsbeschreibung wird klar, dass die Vorgänge derart verzahnt sind, dass sie nur mit flexibel anpassbarer Software optimal bedient werden können. Unsere übergeordneten Steuerungen (Zentralsteuerungen) benutzen eine frei programmierbare SPS, um die nötige Flexibilität zu erreichen. Je nach Projekt und Kundenwunsch übernimmt die SPS bzw. die zugehörige Schaltanlage folgende Regelungsaufgaben:

- Anforderung auch von mehreren BHKW-Modulen nach Wärme- und Strombedarf
- Ansteuerung von Speicherentladepumpe, Mischer und Absperrklappe
- Sperrung der Kesselanlage
- Komplette Ansteuerung der Kesselanlage (optional)
- Fernüberwachung von BHKW und Gesamtanlage
- Beliebige Steuer- und Regelaufgaben im Zusammenhang mit der Energiezentrale.

Die Speicherentladepumpe und ggf. der Mischer werden von uns geliefert, damit die Ansteuerung immer identisch und zugleich eine reibungslose Ersatzteilversorgung sichergestellt ist.

### **BWKM-Schaltung für Brennwertkesselanlagen**

Die abgebildete Schaltung ist für Brennwertkessel konzipiert, die nicht über einen separaten Tauscher im Abgas verfügen. Ein besonderes Merkmal dieser Hydraulik ist die Einbindung des Brennwertkessels im Bypass zum Speicher. Die Schaltung kann um weitere BHKW-Module, Brennwertkessel oder auch durch in Reihe geschaltete NT-Kessel erweitert werden.

## **Vor- und Nachteile der BWKM-Schaltung (BWKM = BHKW - Brennwertkessel - Mischer)**

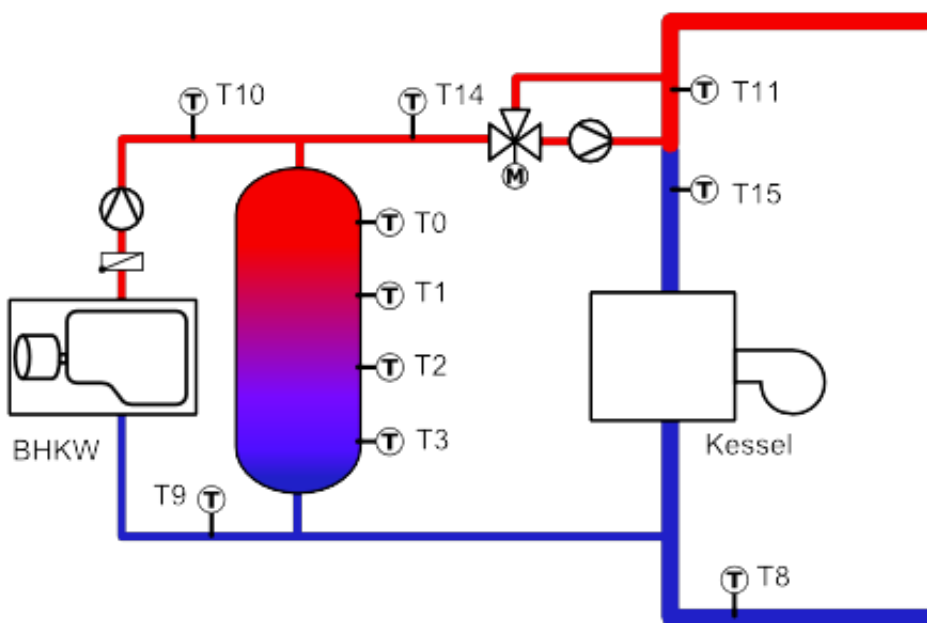
- Erhöhter Regelungsaufwand

+ Niedrige Betriebstemperatur der Brennwertkessel  
+ Vorlauftemperatur kann konstant gehalten werden  
+ Geringe Starthäufigkeit von BHKW und Brennwertkessel  
+ BHKW-Brennwerttaucher leicht integrierbar

Für die Realisierung einer hocheffizienten Heizanlage auf Basis dieser Hydraulik sind verschiedene Voraussetzungen zu erfüllen. Hierzu gehören niedrige Rücklauftemperaturen des Heizungsnetzes, ein hoher Modulationsgrad der Brenner und ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher.

Aufgrund der hohen Komplexität der Steuerungsaufgaben sollte die Auswahl der Komponenten in enger Abstimmung mit uns erfolgen.

## Funktion der Schaltung



Die gewünschte Netztemperatur wird mithilfe der Speicherentladepumpe aus dem hohen Temperaturniveau von BHKW und Pufferspeicher (T14) und dem niedrigeren des Brennwertkessels (T15) geregelt. Die Solltemperatur des Brennwertkessels wird in Abhängigkeit vom Füllstand des Pufferspeichers gebildet. Hierbei bewirkt die Entladung des Speichers eine Anhebung und die Beladung des Speichers eine Absenkung der Solltemperatur des Brennwertkessels. Bei vollständig entladem Pufferspeicher entspricht die Solltemperatur des Brennwertkessels der Solltemperatur des Netzes.