



**Was sind die besonderen Merkmale der Schaltung?**

- **Unterschied zu WE4 bzw. WE8:** Bei WE14 sind nicht die Feuerungsleistungen die Stellgrößen der Hauptregler R355a und R355b, sondern der Hub des jeweiligen Kesselkreisventils
- 80...90% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie
- Lastspitzen durch Speicher abgedeckt, d. h. die Kessel können kleiner ausgelegt werden
- Schwachlastbetrieb (Sommer) durch den kleinen Holzkessel in der Regel möglich, sonst durch den Öl-/Gaskessel
- Hohe Versorgungssicherheit durch Öl-/Gaskessel
- Ausbaureserve durch Öl-/Gaskessel möglich (mit entsprechender Reduktion des Holz-Deckungsgrades)
- Wärmeerzeugung hydraulisch und regelungstechnisch beliebig erweiterbar

**Wie soll die Anlage ausgelegt werden?**

Wärmeleistungsbedarf	100...500 kW	501...1000 kW	> 1000 kW
Jahreswärmeprod. mit Holz	80...90%		
Holzkesselleistung 1	50...60%*		17...20%***
Holzkesselleistung 2	–		33...40%***
Öl-/Gaskesselleistung	70...100%		Min. 100% – kl. Holzkessel, max. 100%
Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel	> 3500 h/a, Ziel 4000 h/a		> 3000 h/a, Ziel 4000 h/a
Schwachlastbetrieb	Wenn FAQ 12 [4] nicht erfüllt, durch Öl-/Gaskessel		Einhaltung von FAQ 12 [4] mit dem kleinen Holzkessel oder Öl-/Gaskessel
Brennstoff	Max. P45; bei autom. Zündung $W \leq 45\%$	Keine Einschränkung; bei autom. Zündung $W \leq 45\%$	

\* Richtwert für Anlagen mit vorwiegend Raumwärme

\*\* Nur 1 Holzkessel kann bei Anlagen ohne Sommerbetrieb möglicherweise sinnvoll sein

- Wärmeleistungsbedarf mit der EXCEL-Tabelle «Situationserfassung» [3] auf Plausibilität überprüfen
- Auslegung Kesselpumpen: Kesselaustrittstemperatur – Kesseleintrittstemperatur  $\leq 15$  K
- Abstand Kesseleintrittstemperatur – Rücklaufhochhaltung  $\geq 5$  K
- Kesselkreisventile und Vorregelung: Ventilautorität  $\geq 0,5$
- Speicherkapazität  $\geq 1$  h bezogen auf die Nennleistung des größeren Holzkessels:  
Speichervolumen [m<sup>3</sup>] = 0,86 x Holzkessel-Nennleistung [kW] / Temperaturdifferenz [K]

<p><b>Welche Forderungen müssen sonst noch beachtet werden?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alle Wärmeabnehmer-Schaltungen mit möglichst tiefer Rücklaufemperatur</li> <li>■ Zusammenschaltung Holzkessel, Öl/Gaskessel, Speicher und Vorregelung tatsächlich druckdifferenzarm (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)</li> <li>■ Speicher konsequent als Schichtspeicher konzipieren</li> <li>■ Speicheranschlüsse mit Querschnittvergrößerung (Geschwindigkeitsreduktion), Prallblech (Brechung des Wasserstrahls) und, falls notwendig, siphoniert (Verhinderung von Einrohrzirkulation)</li> <li>■ Speicheranschlüsse nur oben und unten (keine Anschlüsse dazwischen)</li> <li>■ Keine Leitungen im Inneren des Speichers (Gefahr eines «thermischen Rührwerks»)</li> <li>■ Keine Aufteilung auf mehrere Behälter; wenn diese Forderung nicht erfüllt werden kann: keine Anschlüsse zwischen den Speichern, jeder Speicher als regeltechnische Einheit betrachten (der wärmere Speicher kann unten kälter sein als der kältere Speicher oben)</li> <li>■ Die Sicherheit der Kessel ist durch die internen MSR-System der Kessel zu gewährleisten; Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen</li> </ul>	
<p><b>Wie wird die Anlage gesteuert und geregelt?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die internen Kesselregler R423, R433 und R443 regeln die drei Kessel-Austrittstemperaturen auf den gleichen Wert; mit dieser Temperatur wird der Speicher geladen</li> <li>■ Alle Kessel haben eine Rücklaufhochhaltung (R422, R432 und R442); Regelgrösse ist jeweils die Kessel-Eintrittstemperatur und Stellgrösse der Hub des Kesselkreisventils</li> <li>■ Die Folgeschaltung funktioniert zuerst manuell: «Kessel 1 allein» – manuelle Umschaltung auf «Kessel 2 allein» – manuelle Umschaltung auf «automatische Folgeschaltung»</li> <li>■ Die automatische Folgeschaltung funktioniert dann wie folgt: «Parallelbetrieb Kessel 1 und 2» (beide Kessel erhalten den gleichen Sollwert für die Feuerungsleistung) – «Parallelbetrieb Kessel 1 und 2 + Öl-/Gaskessel»</li> <li>■ Hauptregelgrösse des Hauptreglers R470 ist der Speicherladezustand, dieser wird über die Fühler T471...T475 erfasst und als Wert 0...100% berechnet</li> <li>■ Der Hauptregler R470 hat PI-Charakteristik (tendenziell lange Nachstellzeit und grosses P-Band); als Regelgrösse verwendet er den Speicherladezustand und als Stellgrössen die Hübe der Kesselkreisventile</li> <li>■ Der Regler für den Öl-/Gaskessel R455 hat PI-Charakteristik (tendenziell lange Nachstellzeit und grosses P-Band); als Regelgrösse verwendet er die Hauptvorlaufemperatur nach dem Speicher und als Stellgrösse den Hub des Kesselkreisventils</li> <li>■ In der automatischen Folgeschaltung wird der Regler des Öl-/Gaskessels R455 durch geeignete Freigabe- und Sperrkriterien freigegeben bzw. gesperrt; zusätzlich wird der Sollwert für R455 um etwa 3 K tiefer eingestellt als die Sollwerte der internen Kesselregler R423, R433 und R443</li> <li>■ Ein Minimalvorrang schaltet jeweils das tiefere Stellsignal auf das Kesselkreisventil (d. h. die Rücklaufhochhaltung hat höhere Priorität als der Hauptregler bzw. der Regler des Öl-/Gaskessels)</li> <li>■ Der Sollwert des Speicherladezustandes ist 60...80% (Stufenwert wählen!)</li> <li>■ Der obere Speicherbereich (bei 60% Sollwert des Speicherladezustandes etwa 60% des Speichers) dient als Puffer, solange die Last grösser als die Feuerungsleistung ist</li> <li>■ Der untere Speicherbereich (bei 60% Sollwert des Speicherladezustandes etwa 40% des Speichers) dient als Puffer, solange die Last kleiner als die Feuerungsleistung ist</li> <li>■ Ziel ist eine möglichst kontinuierlich geregelte Feuerungsleistung entsprechend der Last</li> </ul>	
<p><b>Welche Standard-Messgrössen müssen für die Betriebsoptimierung erfasst werden?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aussentemperatur T401</li> <li>■ Eintrittstemperatur Holzkessel 1, T422</li> <li>■ Austrittstemperatur Holzkessel 1, T423</li> <li>■ Eintrittstemperatur Holzkessel 2, T432</li> <li>■ Austrittstemperatur Holzkessel 2, T433</li> <li>■ Eintrittstemperatur Öl-/Gaskessel, T442</li> <li>■ Austrittstemperatur Öl-/Gaskessel, T443</li> <li>■ Hauptvorlaufemperatur vor Speicher, T454</li> <li>■ Hauptvorlaufemperatur nach Speicher, T455</li> <li>■ Hauptrücklaufemperatur nach Eco, T451</li> <li>■ Speichertemperatur (oben), T471</li> <li>■ Speichertemperatur, T472</li> <li>■ Speichertemperatur (Mitte), T473</li> <li>■ Speichertemperatur, T474</li> <li>■ Speichertemperatur (unten), T475</li> <li>■ Vorlaufemperatur der druckdifferenzbehäfteten Schnittstelle (Fernwärmenetz), T461</li> <li>■ Rücklaufemperatur der druckdifferenzbehäfteten Schnittstelle (Fernwärmenetz), T462</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hub Kesselkreisventil Holzkessel 1 V421</li> <li>■ Hub Kesselkreisventil Holzkessel 2 V431</li> <li>■ Hub Kesselkreisventil Öl-/Gaskessel V441</li> <li>■ Wärmehähler Eco, W411 *</li> <li>■ Wärmehähler Holzkessel 1, W421 *</li> <li>■ Wärmehähler Holzkessel 2, W431 *</li> <li>■ Wärmehähler Öl-/Gaskessel, W441 *</li> <li>■ Öl-/Gaszähler, falls modulierender Öl-/Gaskessel **</li> <li>■ Betriebsstunden Stufe 1/2, falls zweistufiger Öl-/Gaskessel</li> <li>■ Istwert des Speicherladezustandes</li> <li>■ Abgastemperatur Holzkessel 1</li> <li>■ Restsauerstoff Holzkessel 1</li> <li>■ Abgastemperatur Holzkessel 2</li> <li>■ Restsauerstoff Holzkessel 2</li> <li>■ Abgastemperatur Öl-/Gaskessel</li> </ul> <p><u>Die Messstellen für den/die Partikelabscheider sind entsprechend der Bauart zu erfassen</u></p>
	<p>* Der Wärmehähler muss mit einer Schnittstelle zur Erfassung der Wärmemenge [kWh] bzw. Wassermenge [m<sup>3</sup>] ausgerüstet sein; die graphische Darstellung muss hingegen als Leistung [kW] bzw. Volumenstrom [m<sup>3</sup>/h] erfolgen</p> <p>** Der Öl-/Gaszähler muss mit einer Schnittstelle zur Erfassung der Öl- bzw. Gasmenge [dm<sup>3</sup> bzw. m<sup>3</sup>] ausgerüstet sein; die graphische Darstellung muss hingegen als Volumenstrom [dm<sup>3</sup>/h bzw. m<sup>3</sup>/h] erfolgen</p>	
<p><b>Literatur</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>[1] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer: Standard-Schaltungen – Teil I. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., zweite, erweiterte Auflage 2010. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 2)</li> <li>[2] Alfred Hammerschmid, Anton Stallinger: Standard-Schaltungen – Teil II. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2006. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 5)</li> <li>[3] Situationserfassung mit EXCEL-Tabelle. Sowohl die EXCEL-Tabelle wie das Manual stehen als kostenloser Download zur Verfügung.</li> <li>[4] Häufig gestellte Fragen (FAQ's). Kostenloser Download.</li> </ol> <p>Bestellung/Download: <a href="http://www.qmholzheizwerke.ch">www.qmholzheizwerke.ch</a> – <a href="http://www.qmholzheizwerke.de">www.qmholzheizwerke.de</a> – <a href="http://www.qmholzheizwerke.at">www.qmholzheizwerke.at</a></p>	