



Was sind die besonderen Merkmale der Schaltung?

- **Unterschied zu WE4 bzw. WE8:** Bei WE16 sind nicht die Feuerungsleistungen die Stellgrößen der Hauptregler R670 und R655, sondern der Hub des jeweiligen Kesselkreisventils
- **Unterschied zu WE4, WE8 und WE14:** Bei WE16 sind die Kessel nicht parallel, sondern seriell in der Reihenfolge Holz-kessel 1 – Holz-kessel 2 – Öl-/Gaskessel verschaltet
- 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 Holz-kessel 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 bedingt erweiterbar (wenn ein Kessel hinzukommt, muss die ganze Hydraulik neu berechnet, abgeglichen und einreguliert werden)

Wie soll die Anlage ausgelegt werden?

Wärmeleistungsbedarf	100...500 kW	501...1000 kW	> 1000 kW
Jahreswärmeprod. mit Holz	80...90%		
Holz-kesselleistung 1	50...60%*		17...20%***
Holz-kesselleistung 2	–		33...40%***
Öl-/Gaskesselleistung	Min wie Holz-kessel, max. auf 100%		Min. 100% – kl. Holz-kessel, max. 100%
Vollbetriebsstundenzahl Holz-kessel	> 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 Holz-kessel 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 Holz-kessel kann bei Anlagen ohne Sommerbetrieb möglicherweise sinnvoll sein
- Wärmeleistungsbedarf mit der EXCEL-Tabelle «Situationserfassung» [3] auf Plausibilität überprüfen
- Auslegung Kessel-pumpen: Kesselaustrittstemperatur – Kesseleintrittstemperatur ≤ 15 K (beim Öl-/Gaskessel evtl. kleinere Temperaturdifferenz notwendig als bei den Holz-kesseln)
- Abstand Kesseleintrittstemperatur – Rücklaufhochhaltung ≥ 5 K
- Kesselkreisventile und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Speicherkapazität ≥ 1 h bezogen auf die Nennleistung des grösseren Holzkessels: Speichervolumen [m³] = 0,86 x Holzkessel-Nennleistung [kW] / Temperaturdifferenz [K] 	
Welche Forderungen müssen sonst noch beachtet werden?	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alle Wärmeabnehmer-Schaltungen mit möglichst tiefer Rücklaufemperatur ■ Speicher konsequent als Schichtspeicher konzipieren ■ Speicheranschlüsse mit Querschnittvergrößerung (Geschwindigkeitsreduktion), Prallblech (Brechung des Wasserstrahls) und, falls notwendig, siphoniert (Verhinderung von Einrohrzirkulation) ■ Speicheranschlüsse nur oben und unten (keine Anschlüsse dazwischen) ■ Keine Leitungen im Inneren des Speichers (Gefahr eines «thermischen Rührwerks») ■ 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) ■ Die Sicherheit der Kessel ist durch die internen MSR-System der Kessel zu gewährleisten; Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen 	
Wie wird die Anlage gesteuert und geregelt?	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die internen Kesselregler R623, R633 und R643 regeln die drei Kessel-Austrittstemperaturen; die Sollwerte müssen höher sein als die Temperatur mit der der Speicher geladen wird ■ Alle Kessel haben eine Rücklaufhochhaltung (R622, R632 und R642); Regelgrösse ist jeweils die Kessel-Eintrittstemperatur und Stellgrösse der Hub des Kesselkreisventils ■ Die Folgeschaltung funktioniert zuerst manuell: «Kessel 1 allein» – manuelle Umschaltung auf «Kessel 2 allein» – manuelle Umschaltung auf «automatische Folgeschaltung» ■ 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» ■ Hauptregelgrösse des Hauptreglers R670 ist der Speicherladezustand, dieser wird über die Fühler T671...T675 erfasst und als Wert 0...100% berechnet ■ Der Hauptregler R670 hat PI-Charakteristik (tendenziell lange Nachstellzeit und grosses P-Band); als Regelgrösse verwendet er den Speicherladezustand und als Stellgrössen die Hübe der Kesselkreisventile ■ Der Regler für den Öl-/Gaskessel R655 hat PI-Charakteristik (tendenziell lange Nachstellzeit und grosses P-Band); als Regelgrösse verwendet er die Hauptvorlauftemp. aller Kessel T655 und als Stellgrösse den Hub des Kesselkreisventils ■ In der automatischen Folgeschaltung wird der Regler des Öl-/Gaskessels R655 durch geeignete Freigabe- und Sperrkriterien freigegeben bzw. gesperrt; der Sollwert für R655 muss tiefer sein als die Sollwerte der internen Kesselregler R623, R633 und R643 ■ 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) ■ Der Sollwert des Speicherladezustandes ist 60...80% (Stufenwert wählen!) ■ Der obere Speicherbereich (bei 60% Sollwert des Speicherladezustandes etwa 60% des Speichers) dient als Puffer, solange die Last grösser als die Feuerungsleistung ist ■ Der untere Speicherbereich (bei 60% Sollwert des Speicherladezustandes etwa 40% des Speichers) dient als Puffer, solange die Last kleiner als die Feuerungsleistung ist ■ Ziel ist eine möglichst kontinuierlich geregelte Feuerungsleistung entsprechend der Last 	
Welche Standard-Messgrössen müssen für die Betriebsoptimierung erfasst werden?	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aussentemperatur T601 ■ Eintrittstemperatur Holzkessel 1, T622 ■ Austrittstemperatur Holzkessel 1, T623 ■ Eintrittstemperatur Holzkessel 2, T632 ■ Austrittstemperatur Holzkessel 2, T633 ■ Eintrittstemperatur Öl-/Gaskessel, T642 ■ Austrittstemperatur Öl-/Gaskessel, T643 ■ Hauptrücklaufemperatur nach Eco, T651 ■ Vorlaufemperatur nach Holzkessel 1, T652 ■ Vorlaufemperatur nach Holzkessel 2, T653 ■ Hauptvorlaufemperatur aller Kessel, T655 ■ Speichertemperatur (oben), T671 ■ Speichertemperatur, T672 ■ Speichertemperatur (Mitte), T673 ■ Speichertemperatur, T674 ■ Speichertemperatur (unten), T675 ■ Vorlaufemperatur der druckdifferenzbehäfteten Schnittstelle (Fernwärmenetz), T661 ■ Rücklaufemperatur der druckdifferenzbehäfteten Schnittstelle (Fernwärmenetz), T662 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hub Kesselkreisventil Holzkessel 1 V621 ■ Hub Kesselkreisventil Holzkessel 2 V631 ■ Hub Kesselkreisventil Öl-/Gaskessel V641 ■ Wärmezähler Eco, W611 * ■ Wärmezähler Holzkessel 1, W621 * ■ Wärmezähler Holzkessel 2, W631 * ■ Wärmezähler Öl-/Gaskessel, W641 * ■ Öl-/Gaszähler, falls modulierender Öl-/Gaskessel ** ■ Betriebsstunden Stufe 1/2, falls zweistufiger Öl-/Gaskessel ■ Istwert des Speicherladezustandes ■ Abgastemperatur Holzkessel 1 ■ Restsauerstoff Holzkessel 1 ■ Abgastemperatur Holzkessel 2 ■ Restsauerstoff Holzkessel 2 ■ Abgastemperatur Öl-/Gaskessel <p><u>Die Messstellen für den/die Partikelabscheider sind entsprechend der Bauart zu erfassen</u></p>
	<p>* Der Wärmezähler muss mit einer Schnittstelle zur Erfassung der Wärmemenge [kWh] bzw. Wassermenge [m³] ausgerüstet sein; die graphische Darstellung muss hingegen als Leistung [kW] bzw. Volumenstrom [m³/h] erfolgen</p> <p>** Der Öl-/Gaszähler muss mit einer Schnittstelle zur Erfassung der Öl- bzw. Gasmenge [dm³ bzw. m³] ausgerüstet sein; die graphische Darstellung muss hingegen als Volumenstrom [dm³/h bzw. m³/h] erfolgen</p>	
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> [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) [2] Alfred Hammerschmid, Anton Stallinger: Standard-Schaltungen – Teil II. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2006. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 5) [3] Situationserfassung mit EXCEL-Tabelle. Sowohl die EXCEL-Tabelle wie das Manual stehen als kostenloser Download zur Verfügung. [4] Häufig gestellte Fragen (FAQ's). Kostenloser Download. Bestellung/Download: www.qmholzheizwerke.ch – www.qmholzheizwerke.de – www.qmholzheizwerke.at 	