

Standard- Schaltungen

Teil I

Hans Rudolf Gabathuler
Hans Mayer

Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke

Schweiz: Holzenergie Schweiz

Baden-Württemberg: Wirtschafts-
ministerium

Bayern: C.A.R.M.E.N. e.V.

Rheinland-Pfalz: TSB – Transferstelle
für Rationelle und Regenerative Energie-
nutzung Bingen

Österreich: LandesEnergieVerein Steier-
mark

Die Schweiz, Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Österreich haben gemeinsam Qualitätsstandards für Holzheizwerke geschaffen und bieten diese unter der Bezeichnung QM Holzheizwerke® an. Im Zentrum stehen die fachgerechte Konzeption, Planung und Ausführung der Wärmeerzeugungsanlage und des Wärmenetzes. Wichtige Qualitätskriterien sind hohe Betriebssicherheit, präzise Regelung, gute lufthygienische Eigenschaften und eine wirtschaftliche Brennstofflogistik. Das Ziel ist ein energieeffizienter, umweltfreundlicher und wirtschaftlicher Betrieb der gesamten Anlage.

QM Holzheizwerke ist konzipiert für Warmwasser- und Heisswasserheizungsanlagen im Leistungsbereich ab 100 kW, welche zur Erzeugung von Wärme eingesetzt werden. Anlagen zur Stromerzeugung sind nicht berücksichtigt.

Bei den vorliegenden Standard-Schaltungen – Teil I handelt es sich um praxisbewährte Lösungen für monovalente oder bivalente Wärmeerzeugungsanlagen für einen oder zwei Holzkessel, ohne oder mit Speicher. Auch für die Wärmeabnehmer-Seite werden zahlreiche Lösungen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung beschrieben. Wenn eine Standard-Schaltung gewählt wird, ist die Auslegung und Funktionsbeschreibung der Anlage besonders einfach: Berechnungen erfolgen in vorbereiteten Tabellen und Fragen zum Anlagekonzept können durch einfaches Ankreuzen beantwortet werden. Damit wird eine effiziente Qualitätssicherung möglich und Planungsfehler werden auf ein Minimum reduziert. Weitere praxisbewährte Lösungen sind als «Standard-Schaltungen – Teil II» erschienen.

Das gesammelte Wissen wird als Schriftenreihe QM Holzheizwerke publiziert:

Band 1: Q-Leitfaden (mit Q-Plan)
ISBN 978-3-937441-91-3

Band 2: Standard-Schaltungen – Teil I *
ISBN 978-3-937441-92-1

Band 3: Muster-Ausschreibung Holzkessel *
ISBN 978-3-937441-93-X

Band 4: Planungshandbuch *
ISBN 978-3-937441-94-8

Band 5: Standard-Schaltungen – Teil II *
ISBN 978-3-937441-95-6

Band 6: Ratgeber zur Biomassekesselausschreibung
(Version Österreich) *
ISBN 978-3-937441-89-4

* Inkl. CD mit der elektronischen Version des Dokuments und weiteren Textvorlagen

Bezug über den Buchhandel oder direkt bei der Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke (siehe Internet-Adressen auf Seite 2). Auf diesen Websites sind auch weitere Dokumente und Software-Hilfsmittel zum Thema Holzenergie zu finden.

Schriftenreihe QM Holzheizwerke Band 2
erarbeitet von der Arbeitsgemeinschaft
QM Holzheizwerke

Standard- Schaltungen

Teil I

Hans Rudolf Gabathuler
Hans Mayer

Zweite, erweiterte Auflage
Druck03 (letzte farbige)

C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing 2010

Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke

Für die Schweiz:

Holzenergie Schweiz mit finanzieller Unterstützung
des Bundesamtes für Energie
www.qmholzheizwerke.ch

Für Deutschland:

Baden-Württemberg: Wirtschaftsministerium

Bayern: C.A.R.M.E.N. e.V.

Rheinland-Pfalz: TSB – Transferstelle für Rationel-
le und Regenerative Energienutzung Bingen

www.qmholzheizwerke.de

Für Österreich:

LandesEnergieVerein Steiermark

www.qmholzheizwerke.at

Auf diesen Websites sind Hinweise und Publikati-
onen zum Thema Holzenergie zu finden. Von hier
können auch weitere Dokumente und Software-
Hilfsmittel heruntergeladen werden.

© Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke 2004-
2010. Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenan-
gabe gestattet.

QM Holzheizwerke® ist ein eingetragenes Mar-
kenzeichen.

Team der Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke

Ruedi Bühler (Leitung), Umwelt und Energie, CH

Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie, CH

Helmut Böhnisch, Klimaschutz- und Energieagen-
tur Baden-Württemberg GmbH, DE

Helmut Bunk, Holzenergie-Beratung Bunk Ltd., DE

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler Beratung
GmbH, CH

Jürgen Good, Verenum, CH

Andres Jenni, ardens, CH

Gilbert Krapf, C.A.R.M.E.N. e.V., DE

Christian Leuchtweis, C.A.R.M.E.N. e.V., DE

Hans-Peter Lutz, Wirtschaftsministerium Baden-
Württemberg, DE

Bernhard Pex, C.A.R.M.E.N. e.V., DE

Franz Promitzer, LandesEnergieVerein Steier-
mark, AT

Bernd Textor, Forstliche Versuchs- und For-
schungsanstalt Baden-Württemberg, DE

Joachim Walter, Transferstelle für Rationelle und
Regenerative Energienutzung Bingen, DE

Autoren

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler Beratung GmbH

Hans Mayer, Mayer Ingenieur GmbH

Mitarbeit

Ruedi Bühler, Umwelt und Energie

Andres Jenni, ardens GmbH

Die Autoren bedanken sich beim Team der Arbeitsge-
meinschaft QM Holzheizwerke für die konstruktive Kritik
und die wertvollen Beiträge.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Da-
ten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-937441-90-5 Schriftenreihe QM Holzheizwerke

ISBN 978-3-937441-92-1 Band 2: Standard-Schaltungen – Teil I

Vorwort zur zweiten, erweiterten Auflage

In den letzten vier Jahren wurden viele Holzheizungsanlagen nach den vorliegenden Standard-Schaltungen erstellt. Dank dem Qualitätsmanagementsystem QM Holzheizwerke® konnte erfreulicherweise bestätigt werden, dass die vorgeschlagenen Lösungen tatsächlich betriebssicher, energieeffizient, umweltfreundlich und wirtschaftlich arbeiten.

Daneben konnten aber auch viele Erfahrungen gesammelt werden, die als verschiedene kleinere Ergänzungen und Verbesserungen in die vorliegende zweite Auflage aufgenommen wurden. Auch Fehler wurden selbstverständlich behoben. Hier die wichtigsten Änderungen:

■ Bereits kurz nach Erscheinen der ersten Auflage zeigte sich, dass die Erfassung des Speicherladezustandes Schwierigkeiten bereitete. Deshalb wurde ein Merkblatt mit verschiedenen Lösungen ins Internet gestellt. In der neuen Auflage wird nun die Erfassung des Speicherladezustandes detailliert beschrieben, womit das Merkblatt für Benutzer der vorliegenden Auflage überflüssig wird.

■ Bivalente Dreikesselanlagen mit 2 Holzkesseln und 1 Öl-/Gaskessel werden in jüngster Zeit relativ oft gebaut. Der Vorteil gegenüber einer monovalenten Anlage mit zwei Holzkesseln ist dabei, dass die Holzkessel kleiner ausgelegt werden können, und gegenüber einer bivalenten Anlage mit nur einem Holzkessel ergibt sich der Vorteil, dass mit dem kleinen Holzkessel ein befriedigender Sommerbetrieb realisiert werden kann. Deshalb wurden zwei neue Standard-Schaltungen aufgenommen: Bivalente Dreikesselanlage (2 Holzkessel, 1 Öl-Gaskessel) ohne Speicher (Kurzbezeichnung WE7) und mit Speicher (Kurzbezeichnung WE8).

■ Angaben zur Zeitprogrammsteuerung wurden bei allen Schaltungen weggelassen, weil die Eintragung der Zeitprogramme sehr aufwendig ist, die Zeitprogramme sich später oft ändern und zudem für die korrekte Funktion der Anlage eher von untergeordneter Bedeutung sind.

■ Die Betriebsart «manuell» ist zwar weiterhin vorgesehen, wird aber nicht mehr zwingend vorgeschrieben.

■ Bei der Messstellenliste für die automatische Datenaufzeichnung war bisher eine Rückgabe des Istwertes der Feuerungsleistung durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels vorgesehen (kein Standardwert). Dieser Istwert wurde aus der Messstellenliste gestrichen. Stattdessen wurde ein «kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung)» (ebenfalls kein Standardwert) für alle Kessel neu in die Messstellenliste aufgenommen.

■ Da inzwischen Band 5 «Standard-Schaltungen – Teil II» erschienen ist, welcher die Regelung auf die Kesselkreis-Dreiwegventile detailliert für alle gängigen Schaltungen behandelt, konnte der bisherige Anhang 2 weggelassen werden.

Die Autoren bedanken sich beim Team der Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke, welches die Überarbeitung und den Druck dieser zweiten Auflage ermöglichte. Sie hoffen, dass auch die zweite Auflage ihrer Aufgabe gerecht wird, ein zuverlässiger Helfer beim Bau von betriebssicheren, energieeffizienten, umweltfreundlichen und wirtschaftlichen Holzheizungsanlagen zu sein.

November 2010

Inhalt

| | |
|--|----|
| Einführung | 9 |
| Grundsätze | 9 |
| Übersicht10 | |
| MSR-Ebenen | 16 |
| Betriebsdatenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 17 |
| Wie wird eine Standard-Schaltung beschrieben? | 18 |
| Wie wird eine Nicht-Standard-Schaltung beschrieben? | 18 |
| 1. Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher | 19 |
| 1.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten | 19 |
| 1.1.1 Bedienungsebene | 19 |
| 1.1.2 Übergeordnetes MSR-System | 19 |
| 1.1.3 Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel | 19 |
| 1.1.4 Zulässige Minimallösung | 20 |
| 1.1.5 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen | 20 |
| 1.2 Prinzipschema und Auslegung | 21 |
| 1.2.1 Hydraulische Schaltung | 21 |
| 1.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 21 |
| 1.3 Funktionsbeschreibung | 24 |
| 1.3.1 Regelschema | 24 |
| 1.3.2 Betriebsarten | 24 |
| 1.3.3 Steuerung | 24 |
| 1.3.4 Regelung Kesselkreis | 27 |
| 1.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperatur | 27 |
| 1.3.6 Regelung Feuerungsleistung | 27 |
| 1.3.7 Gewähltes Regelkonzept | 28 |
| 1.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 29 |
| 1.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll | 31 |
| 2. Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher | 32 |
| 2.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten | 32 |
| 2.1.1 Bedienungsebene | 32 |
| 2.1.2 Übergeordnetes MSR-System | 32 |
| 2.1.3 Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel | 32 |
| 2.1.4 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen | 33 |
| 2.2 Prinzipschema und Auslegung | 34 |
| 2.2.1 Hydraulische Schaltung | 34 |
| 2.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 34 |
| 2.3 Funktionsbeschreibung | 37 |
| 2.3.1 Regelschema | 37 |
| 2.3.2 Betriebsarten | 37 |
| 2.3.3 Steuerung | 37 |
| 2.3.4 Regelung Kesselkreis | 37 |
| 2.3.5 Regelung Speicherladezustand | 39 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.3.6 | Regelung Feuerungsleistung | 40 |
| 2.3.7 | Gewähltes Regelkonzept | 41 |
| 2.4 | Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 42 |
| 2.5 | Zusatz zum Abnahmeprotokoll..... | 44 |
| 3. | Bivalente Holzheizungsanlage ohne Speicher..... | 45 |
| 3.1 | Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten..... | 45 |
| 3.1.1 | Bedienungsebene | 45 |
| 3.1.2 | Übergeordnetes MSR-System | 45 |
| 3.1.3 | Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel..... | 45 |
| 3.1.4 | Untergeordnetes MSR-System 2: Öl-/Gaskessel | 46 |
| 3.1.5 | Gewählte Struktur der MSR-Ebenen..... | 46 |
| 3.2 | Prinzipschema und Auslegung..... | 48 |
| 3.2.1 | Hydraulische Schaltung | 48 |
| 3.2.2 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 48 |
| 3.3 | Funktionsbeschreibung | 51 |
| 3.3.1 | Regelschema | 51 |
| 3.3.2 | Betriebsarten | 51 |
| 3.3.3 | Steuerung..... | 51 |
| 3.3.4 | Regelung Kesselkreis Holzkessel | 51 |
| 3.3.5 | Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel..... | 53 |
| 3.3.6 | Regelung Hauptvorlauftemperatur | 53 |
| 3.3.7 | Regelung Feuerungsleistung Holzkessel..... | 53 |
| 3.3.8 | Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | 54 |
| 3.3.9 | Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel..... | 54 |
| 3.3.10 | Gewähltes Regelkonzept | 55 |
| 3.4 | Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 56 |
| 3.5 | Zusatz zum Abnahmeprotokoll..... | 58 |
| 4. | Bivalente Holzheizungsanlage mit Speicher..... | 60 |
| 4.1 | Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten..... | 60 |
| 4.1.1 | Bedienungsebene | 60 |
| 4.1.2 | Übergeordnetes MSR-System | 60 |
| 4.1.3 | Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel..... | 60 |
| 4.1.4 | Untergeordnetes MSR-System 2: Öl-/Gaskessel | 61 |
| 4.1.5 | Gewählte Struktur der MSR-Ebenen..... | 61 |
| 4.2 | Prinzipschema und Auslegung..... | 63 |
| 4.2.1 | Hydraulische Schaltung | 63 |
| 4.2.2 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 63 |
| 4.3 | Funktionsbeschreibung | 66 |
| 4.3.1 | Regelschema | 66 |
| 4.3.2 | Betriebsarten | 66 |
| 4.3.3 | Steuerung..... | 66 |
| 4.3.4 | Regelung Kesselkreis Holzkessel | 66 |
| 4.3.5 | Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel..... | 68 |
| 4.3.6 | Regelung Speicherladezustand | 68 |
| 4.3.7 | Regelung Feuerungsleistung Holzkessel..... | 69 |
| 4.3.8 | Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | 70 |
| 4.3.9 | Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel..... | 70 |
| 4.3.10 | Gewähltes Regelkonzept | 71 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.4 | Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 72 |
| 4.5 | Zusatz zum Abnahmeprotokoll..... | 74 |
| 5. | Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage ohne Speicher | 76 |
| 5.1 | Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten | 76 |
| 5.1.1 | Bedienungsebene | 76 |
| 5.1.2 | Übergeordnetes MSR-System | 76 |
| 5.1.3 | Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel | 76 |
| 5.1.4 | Gewählte Struktur der MSR-Ebenen..... | 77 |
| 5.2 | Prinzipschema und Auslegung..... | 78 |
| 5.2.1 | Hydraulische Schaltung | 78 |
| 5.2.2 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 78 |
| 5.3 | Funktionsbeschreibung | 81 |
| 5.3.1 | Regelschema | 81 |
| 5.3.2 | Betriebsarten | 81 |
| 5.3.3 | Steuerung..... | 81 |
| 5.3.4 | Regelung Kesselkreise der Holzkessel..... | 81 |
| 5.3.5 | Regelung Hauptvorlauftemperatur | 83 |
| 5.3.6 | Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel | 83 |
| 5.3.7 | Folgeschaltung der Holzkessel | 83 |
| 5.3.8 | Gewähltes Regelkonzept | 85 |
| 5.4 | Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 85 |
| 5.5 | Zusatz zum Abnahmeprotokoll..... | 88 |
| 6. | Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage mit Speicher | 90 |
| 6.1 | Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten..... | 90 |
| 6.1.1 | Bedienungsebene | 90 |
| 6.1.2 | Übergeordnetes MSR-System | 90 |
| 6.1.3 | Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel | 90 |
| 6.1.4 | Gewählte Struktur der MSR-Ebenen..... | 91 |
| 6.2 | Prinzipschema und Auslegung..... | 92 |
| 6.2.1 | Hydraulische Schaltung | 92 |
| 6.2.2 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 92 |
| 6.3 | Funktionsbeschreibung | 95 |
| 6.3.1 | Regelschema | 95 |
| 6.3.2 | Betriebsarten | 95 |
| 6.3.3 | Steuerung..... | 95 |
| 6.3.4 | Regelung Kesselkreise der Holzkessel..... | 95 |
| 6.3.5 | Regelung Speicherladezustand | 97 |
| 6.3.6 | Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel | 98 |
| 6.3.7 | Folgeschaltung der Holzkessel | 99 |
| 6.3.8 | Gewähltes Regelkonzept | 100 |
| 6.4 | Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 101 |
| 6.5 | Zusatz zum Abnahmeprotokoll..... | 104 |
| 7. | Bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) | 106 |
| 7.1 | Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten..... | 106 |
| 7.1.1 | Bedienungsebene | 106 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 7.1.2 | Übergeordnetes MSR-System | 106 |
| 7.1.3 | Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel | 106 |
| 7.1.4 | Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels..... | 107 |
| 7.1.5 | Gewählte Struktur der MSR-Ebenen..... | 107 |
| 7.2 | Prinzipschema und Auslegung..... | 108 |
| 7.2.1 | Hydraulische Schaltung | 108 |
| 7.2.2 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 109 |
| 7.3 | Funktionsbeschreibung | 112 |
| 7.3.1 | Regelschema | 112 |
| 7.3.2 | Betriebsarten | 112 |
| 7.3.3 | Steuerung..... | 113 |
| 7.3.4 | Regelung Kesselkreise der Holzkessel..... | 113 |
| 7.3.5 | Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel..... | 113 |
| 7.3.6 | Regelung Hauptvorlauftemperatur | 113 |
| 7.3.7 | Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel | 114 |
| 7.3.8 | Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | 114 |
| 7.3.9 | Folgeschaltung der Holzkessel | 117 |
| 7.3.10 | Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel..... | 117 |
| 7.3.11 | Gewähltes Regelkonzept | 119 |
| 7.4 | Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 120 |
| 7.5 | Zusatz zum Abnahmeprotokoll..... | 123 |
| 8. | Bivalente Dreikesselanlage mit Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) | 125 |
| 8.1 | Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten..... | 125 |
| 8.1.1 | Bedienungsebene | 125 |
| 8.1.2 | Übergeordnetes MSR-System | 125 |
| 8.1.3 | Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel | 125 |
| 8.1.4 | Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels..... | 126 |
| 8.1.5 | Gewählte Struktur der MSR-Ebenen..... | 126 |
| 8.2 | Prinzipschema und Auslegung..... | 128 |
| 8.2.1 | Hydraulische Schaltung | 128 |
| 8.2.2 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 128 |
| 8.3 | Funktionsbeschreibung | 131 |
| 8.3.1 | Regelschema | 131 |
| 8.3.2 | Betriebsarten | 131 |
| 8.3.3 | Steuerung..... | 132 |
| 8.3.4 | Regelung Kesselkreise der Holzkessel..... | 132 |
| 8.3.5 | Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel..... | 132 |
| 8.3.6 | Regelung Speicherladezustand | 132 |
| 8.3.7 | Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel | 134 |
| 8.3.8 | Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | 134 |
| 8.3.9 | Folgeschaltung der Holzkessel | 137 |
| 8.3.10 | Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel..... | 137 |
| 8.3.11 | Gewähltes Regelkonzept | 139 |
| 8.4 | Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung | 140 |
| 8.5 | Zusatz zum Abnahmeprotokoll..... | 143 |
| 9. | Wärmenetz (wenn vorhanden) | 145 |
| 9.1 | Wärmeabnehmer..... | 145 |

| | | |
|---------------------------|---|-----|
| 9.2 | Fernleitung | 146 |
| 9.3 | Vorregelung, Fernleitungspumpe, Druckdifferenzregelung | 147 |
| 10. | Anlagespezifische Ergänzungen | 149 |
| 11. | Wärmeabnehmer in der Zentrale (druckdifferenzarme Anschlüsse) | 150 |
| 11.1 | Realisierungsmöglichkeiten | 150 |
| 11.2 | Hydraulische Schaltung | 150 |
| 11.3 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 150 |
| 11.4 | Funktionsbeschreibung | 151 |
| 12. | Wärmeabnehmer an der Fernleitung (druckdifferenzbehaftete Anschlüsse) | 153 |
| 12.1 | Realisierungsmöglichkeiten | 153 |
| 12.2 | Hydraulische Schaltung | 153 |
| 12.3 | Weitere Varianten..... | 157 |
| 12.4 | Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | 159 |
| 12.5 | Funktionsbeschreibung | 159 |
| Literatur..... | | 161 |
| Anhang 1: Symbole | | 162 |
| Anhang 2: Titelblatt..... | | 162 |

Einführung

Grundsätze

Die Auswahl und Beschreibung der vorliegenden Standard-Schaltungen – Teil I folgt zuvor festgelegten Grundsätzen:

1. Je eine bewährte hydraulische Schaltung pro Anwendungsfall bei der Wärmeerzeugung.
2. Wärmeerzeugung hydraulisch und regelungstechnisch beliebig erweiterbar. Eine Ausnahme wurde lediglich bei der monovalenten Holzheizungsanlage ohne Speicher gemacht, wo neben der regulären Lösung auch eine Minimallösung zugelassen ist, die jedoch nicht erweiterbar ist.
3. Führungskessel und Folgekessel hydraulisch nicht festgelegt. Das heisst, für die Wärmeerzeugung werden ausschliesslich Parallel-Schaltungen verwendet (keine Serienschaltungen).
4. Regelgrösse des Hauptreglers ist
 - für Anlagen ohne Speicher die Hauptvorlauftemperatur,
 - für Anlagen mit Speicher der Speicherladezustand.
5. Stellgrösse des Hauptreglers ist grundsätzlich der Sollwert der Feuerungsleistung des internen Holzkessel-Reglers, z. B. in der Sequenz
Kessel 1 Zweipunkt – Kessel 1 stetig – Kessel 2 Zweipunkt – Kessel 2 stetig.
6. Strikte druckdifferenzarme Kopplung hydraulischer Kreise. Das heisst, zwischen zwei hydraulischen Kreisen (je mit eigener Pumpe) befindet sich immer ein grosszügig dimensionierter Bypass («hydraulische Weiche»).
7. Alle Wärmeabnehmer-Schaltungen für möglichst tiefe Rücklauftemperatur
 - in der Zentrale mit druckdifferenzarmem Anschluss,
 - an der Fernleitung mit druckdifferenzbehaftetem Anschluss.
8. Einhaltung minimaler Ventilautoritäten (Definition siehe Planungshandbuch [4]):
 - Dreiwegeventile $\geq 0,5$
 - Durchgangsventile $\geq 0,3$

Grundsatz 5 hat zur Folge, dass nur Holzkessel, die ein externes Sollwertsignal für die Feuerungsleistung (vom übergeordneten Regelsystem) verarbeiten können, für die Verwendung in den vorliegenden «Standard-Schaltungen – Teil I» geeignet sind. Eine Ausnahme ist hier die «Minimallösung» bei der monovalenten Einkesselanlage ohne Speicher WE1, hier wird die Kesselwassertemperatur allein über die SPS des Holzkessels geregelt. Praxisbewährte Lösungen, die ohne externes Sollwertsignal für die Feuerungsleistung arbeiten, sind als Standard-Schaltungen – Teil II [5] erschienen.

Die Funktionsbeschreibungen definieren die Grundprinzipien des jeweiligen Regelkonzepts. Die detaillierte Realisierung des Regelkonzepts bleibt dem MSR-Lieferanten und dem Planer überlassen. Beispiele:

- Setzen von Anfangsbedingungen
- Dämpfung/Verzögerung von externen Signalen
- Vor- und Nachlaufzeiten von Umwälzpumpen
- Definierte Ventilstellungen
- Detaillierte Beschreibung der Freigabe- und Sperrkriterien
- Detaillierte Beschreibung der Betriebsarten
- Angaben zur Zeitprogrammsteuerung
- Angaben zur Alarmierung
- Spezifikationen zu Schaltschränken, Steckverbindungen usw.
- Anforderungen an Expansionsanlage, Füllrichtung, Heizwasserqualität usw.
- Ortsspezifische Forderungen an die Sicherheitsfunktionen

Übersicht

Es werden Standard-Schaltungen beschrieben, die in bestimmten Grenzen miteinander kombiniert werden können:

- Wärmeerzeugung (Tabelle 1 und Tabelle 2) mit einer druckdifferenzarmen Schnittstelle in der Zentrale:
 - Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher (Standard-Schaltung WE1)
 - Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher (Standard-Schaltung WE2)
 - Bivalente Holzheizungsanlage ohne Speicher (Standard-Schaltung WE3)
 - Bivalente Holzheizungsanlage mit Speicher (Standard-Schaltung WE4)
 - Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage ohne Speicher (Standard-Schaltung WE5)
 - Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage mit Speicher (Standard-Schaltung WE6)
 - Bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher, 2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel (Standard-Schaltung WE7)
 - Bivalente Dreikesselanlage mit Speicher, 2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel (Standard-Schaltung WE8)
- Wenn ein Wärmenetz vorhanden ist: Wärmenetz mit Vorregelung, Fernleitungspumpe und Druckdifferenzregelung.
- Wärmeabnehmer in der Zentrale mit druckdifferenzarmem Anschluss (Tabelle 3):
 - Heizgruppe ohne Wärmetauscher (Standard-Schaltung WA1)
 - Heizgruppe mit Wärmetauscher (Standard-Schaltung WA2)
 - Drei Varianten Warmwasserbereiter (Standard-Schaltungen WA3a, WA3b, WA3c)
- Wärmeabnehmer an der Fernleitung mit druckdifferenzbehaftetem Anschluss (Tabelle 4):
 - Heizgruppe ohne Wärmetauscher (Standard-Schaltung WA4)
 - Heizgruppe mit Wärmetauscher (Standard-Schaltung WA5)
 - Kombination Heizgruppe ohne Wärmetauscher und Warmwasserbereiter in drei Varianten (Standard-Schaltungen WA6a, WA6b, WA6c)
 - Kombination Heizgruppe mit Wärmetauscher und Warmwasserbereiter in drei Varianten (Standard-Schaltungen WA7a, WA7b, WA7c)
 - Anschluss mit Wärmetauscher und sekundärseitig mehreren Heizgruppen und Warmwasserbereiter (Standard-Schaltung WA8)
 - Wärmeübergabestation mit Speicher für mehrere Heizgruppen und Warmwasserbereiter (Standard-Schaltung WA9)

Abbildung 5 zeigt das Beispiel einer kompletten Standardschaltung bestehend aus einer Wärmeerzeugungsanlage mit druckdifferenzarmen Anschlüssen in der Zentrale und einer Fernleitung mit druckdifferenzbehafteten Anschlüssen.

Die Wahl der Standard-Schaltung für die Wärmeerzeugung (WE1 bis WE8) ist entscheidend für die Auslegung der Anlage. Die Auslegung monovalenter Anlagen muss sehr genau sein; bei bivalenten Anlagen können Unsicherheiten in den/die Öl-/Gaskessel «gesteckt» werden:

- Bei monovalenten Anlagen ohne Speicher (WE1, WE5) muss der/die Holzkessel auf 100% des Wärmeleistungsbedarfs inklusive Lastspitzen (Situationserfassung [7]: ausgezogene Lastkennlinie) ausgelegt werden.
- Bei monovalenten Anlagen mit Speicher (WE2, WE6) kann der/die Holzkessel auf 100% des Wärmeleistungsbedarfs ohne Lastspitzen (Situationserfassung [7]: gestrichelte Lastkennlinie) ausgelegt werden (gilt nur für Anlagen mit vorwiegend Raumwärme).
- Um 80...90% des Jahreswärmebedarfs mit Holzenergie abdecken zu können, kann der/die Holzkessel bivalenter Anlagen ohne Speicher (WE3, WE7) auf 60...70% des Wärmeleistungsbedarfs ausgelegt werden (Richtwert für Anlagen mit vorwiegend Raumwärme).
- Um 80...90% des Jahreswärmebedarfs mit Holzenergie abdecken zu können, kann der/die Holzkessel bivalenter Anlagen mit Speicher (WE4, WE8) noch tiefer auf 50...60% des Wärmeleistungsbedarfs ausgelegt werden (Richtwert für Anlagen mit vorwiegend Raumwärme).
- Der Öl-/Gaskessel bei bivalenten Anlagen kann dann entsprechend den Sicherheitsüberlegungen auf die Gesamtleistung oder als Ergänzung auf die Gesamtleistung ausgelegt werden. Beispiele:

- Bei einem Holzkessel: Öl/Gaskessel auf Gesamtleistung (Ausfall Holzkessel abgesichert)
- Bei zwei Holzkesseln: Ergänzung vom kleineren Holzkessel auf die Gesamtleistung (Ausfall eines der beiden Holzkessel abgesichert)

| Bez. | Beschreibung | Forderungen |
|--|---|--|
| WE1 | Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher <ul style="list-style-type: none"> ■ 100% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Auslegung des Holzkessels auf 100% Wärmeleistungsbedarf inklusive Lastspitzen ■ Schwachlastbetrieb (Sommer) nur möglich, wenn genügend grosse Sommerlast ■ Ausbaureserve wegen Schwachlastproblematik nur in Ausnahmefällen möglich | <ul style="list-style-type: none"> ■ Rücklaufhochhaltung und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel $> 1500 \text{ h/a}$ |
| WE2 | Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher <ul style="list-style-type: none"> ■ 100% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Lastspitzen durch Speicher abgedeckt, d. h. Auslegung des Holzkessels auf 100% Wärmeleistungsbedarf ohne Lastspitzen ■ Schwachlastbetrieb (Sommer) nur möglich, wenn genügend grosse Sommerlast ■ Ausbaureserve wegen Schwachlastproblematik nur in Ausnahmefällen möglich | <ul style="list-style-type: none"> ■ Speichervolumen $\geq 1 \text{ h}$ Speicherkapazität (bezogen auf Holzkessel-Nennleistung) * ■ Laderegler/Rücklaufhochhaltung und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel $> 2000 \text{ h/a}$ |
| WE3 | Bivalente Holzheizungsanlage ohne Speicher <ul style="list-style-type: none"> ■ 80...90% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Auslegung des Holzkessels auf 60...70% * des Wärmeleistungsbedarfs ■ Schwachlastbetrieb (Übergangszeit/Sommer) bei genügend Last durch Holzkessel, sonst durch Öl/Gaskessel ■ Hohe Versorgungssicherheit durch Öl-/Gaskessel ■ Ausbaureserve durch Öl-/Gaskessel möglich (mit entsprechender Reduktion des Holz-Deckungsgrades) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel $> 2500 \text{ h/a}$; Ziel 4000 h/a |
| WE4 | Bivalente Holzheizungsanlage mit Speicher <ul style="list-style-type: none"> ■ 80...90% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Lastspitzen durch Speicher abgedeckt, d. h. Auslegung des Holzkessels auf 50...60% * des Wärmeleistungsbedarfs ■ Schwachlastbetrieb (Übergangszeit/Sommer) bei genügend Last durch Holzkessel, sonst durch Öl/Gaskessel ■ Hohe Versorgungssicherheit durch Öl-/Gaskessel ■ Ausbaureserve durch Öl-/Gaskessel möglich (mit entsprechender Reduktion des Holz-Deckungsgrades) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Speichervolumen $\geq 1 \text{ h}$ Speicherkapazität (bezogen auf Holzkessel-Nennleistung) * ■ Laderegler/Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel $> 3500 \text{ h/a}$; Ziel 4000 h/a |
| * Richtwert für Anlagen mit vorwiegend Raumwärme | | |
| ** Kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung) | | |

Tabelle 1: Standard-Schaltungen Wärmeerzeugung WE1 bis WE4

| Bez. | Beschreibung | Forderungen |
|--|--|--|
| WE5 | Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage ohne Speicher <ul style="list-style-type: none"> ■ 100% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Auslegung der Holzkessel auf 100% Wärmeleistungsbedarf inklusive Lastspitzen ■ Schwachlastbetrieb (Übergangszeit/Sommer) durch den kleinen Holzkessel in der Regel möglich ■ Ausbaureserve mit entsprechend hohen Investitionskosten möglich (teure Holzkessel) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über den Kesseln $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel 1+2 $> 1500 \text{ h/a}$ |
| WE6 | Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage mit Speicher <ul style="list-style-type: none"> ■ 100% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Lastspitzen durch Speicher abgedeckt, d. h. Auslegung der Holzkessel auf 100% Wärmeleistungsbedarf ohne Lastspitzen ■ Schwachlastbetrieb (Übergangszeit/Sommer) durch den kleinen Holzkessel in der Regel möglich ■ Ausbaureserve mit entsprechend hohen Investitionskosten möglich (teure Holzkessel) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Speichervolumen $\geq 1 \text{ h}$ Speicherkapazität (bezogen auf Nennleistung des grösseren Holzkessels) * ■ Laderegler/Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über den Kesseln $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel 1+2 $> 2000 \text{ h/a}$ |
| WE7 | Bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) <ul style="list-style-type: none"> ■ 80...90% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Auslegung der Holzkessel auf 60...70% * des Wärmeleistungsbedarfs ■ Schwachlastbetrieb (Übergangszeit/Sommer) durch den kleinen Holzkessel in der Regel möglich, sonst durch Öl/Gaskessel ■ Hohe Versorgungssicherheit durch Öl-/Gaskessel ■ Ausbaureserve durch Öl-/Gaskessel möglich (mit entsprechender Reduktion des Holz-Deckungsgrades) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Rücklaufhochhaltung für alle Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über den Holzkesseln $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel 1+2 $> 2500 \text{ h/a}$; Ziel 4000 h/a |
| WE8 | Bivalente Dreikesselanlage mit Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) <ul style="list-style-type: none"> ■ 80...90% des Jahreswärmebedarfs (Heiz-, Warmwasser- und Prozess-Wärmebedarf) mit Holzenergie ■ Lastspitzen durch Speicher abgedeckt, d. h. Auslegung der Holzkessels auf 50...60% * des Wärmeleistungsbedarfs ■ Schwachlastbetrieb (Übergangszeit/Sommer) durch den kleinen Holzkessel in der Regel möglich, sonst durch Öl/Gaskessel ■ Hohe Versorgungssicherheit durch Öl-/Gaskessel ■ Ausbaureserve durch Öl-/Gaskessel möglich (mit entsprechender Reduktion des Holz-Deckungsgrades) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Speichervolumen $\geq 1 \text{ h}$ Speicherkapazität (bezogen auf Nennleistung des grösseren Holzkessels) * ■ Laderegler/Rücklaufhochhaltung für beide Holzkessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$ ■ Auslege-Temperaturdifferenz über den Holzkesseln $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Vollbetriebsstundenzahl Holzkessel 1+2 $> 3000 \text{ h/a}$; Ziel 4000 h/a |
| * Richtwert für Anlagen mit vorwiegend Raumwärme ** Kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung) | | |

Tabelle 2: Standard-Schaltungen Wärmeerzeugung WE5 bis WE8

| Bez. | Beschreibung | Forderungen |
|------|--|--|
| WA1 | Heizgruppe ohne Wärmetauscher ■ Direktanschluss mit Dreiwegeventil (Beimischschaltung) | ■ Bei mehreren Gruppen: Maximaler Druckabfall über den Strecken mit variablem Durchfluss $\leq 20\%$ der Förderhöhe der kleinsten Gruppenpumpe ■ Ventilautorität $\geq 0,5$ |
| WA2 | Heizgruppe mit Wärmetauscher ■ Indirekter Anschluss bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppe möglich) | ■ Ventilautorität $\geq 0,5$ |
| WA3 | Warmwasserbereiter ■ WA3a: Externer Wärmetauscher und Laderegelung zur Schichtladung des Warmwasserbereiters (relativ konstante hohe Heizleistung bei möglichst tiefer Rücklauftemperatur) ■ WA3b: Externer Wärmetauscher ohne Laderegelung ■ WA3c: Innenliegender Wärmetauscher | ■ Ventilautorität $\geq 0,5$ |

Tabelle 3: Druckdiffernzarme Heizgruppenanschlüsse in der Zentrale

| Bez. | Beschreibung | Forderungen |
|------|---|--|
| WA4 | Heizgruppe ohne Wärmetauscher ■ Direktanschluss (Einspritzschaltung mit Durchgangsventil) | ■ Ventilautorität für Durchgangsventile $\geq 0,3$ |
| WA5 | Heizgruppe mit Wärmetauscher ■ Indirekter Anschluss bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppe möglich) | ■ Ventilautorität für Durchgangsventile $\geq 0,3$ |
| WA6 | Kombination Heizgruppe ohne Wärmetauscher und Warmwasserbereiter ■ Direktanschluss der Heizgruppe ■ WA6a: Externer Wärmetauscher zur Warmwasserbereitung mit Lade- regelung zur Schichtladung (relativ konstante hohe Heizleistung bei möglichst tiefer Rücklauftemperatur) ■ WA6b: Externer Wärmetauscher zur Warmwasserbereitung ohne La- deregelung ■ WA6c: Warmwasserbereiter mit innenliegendem Wärmetauscher | ■ Ventilautorität für Dreiwegeventile $\geq 0,5$ ■ Ventilautorität für Durchgangsventile $\geq 0,3$ |
| WA7 | Kombination Heizgruppe mit Wärmetauscher und Warmwasserbereiter ■ Indirekter Anschluss bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppe möglich) ■ WA7a: Externer Wärmetauscher zur Warmwasserbereitung mit Lade- regelung zur Schichtladung (relativ konstante hohe Heizleistung bei möglichst tiefer Rücklauftemperatur) ■ WA7b: Externer Wärmetauscher zur Warmwasserbereitung ohne La- deregelung ■ WA7c: Warmwasserbereiter mit innenliegendem Wärmetauscher | ■ Ventilautorität für Dreiwegeventile $\geq 0,5$ ■ Ventilautorität für Durchgangsventile $\geq 0,3$ |
| WA8 | Anschluss mit Wärmetauscher und sekundärseitig mehreren Heizgruppen und Warmwasserbereiter ■ Indirekter Anschluss mehrerer Heizgruppen bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppen möglich) ■ Druckdifferenzarmer Anschluss auf der Sekundärseite analog den Standard-Schaltungen WA1 (Heizgruppen) und WA3a...WA3c (Warmwasserbereiter) | ■ Bei mehreren Gruppen auf der Sekundärseite: Maximaler Druckabfall über den Strecken mit variablem Durchfluss $\leq 20\%$ der Förderhöhe der kleinsten Gruppenpumpe ■ Ventilautorität für Dreiwegeventile $\geq 0,5$ ■ Ventilautorität für Durchgangsventile $\geq 0,3$ |
| WA9 | Wärmeübergabestation mit Speicher für mehrere Heizgruppen und Warmwasserbereiter ■ Für Wärmeabnehmer mit grossen Spitzenlasten ■ Druckdifferenzarmer Anschluss auf der Sekundärseite analog den Standard-Schaltungen WA1 (Heizgruppen) und WA3a...WA3c (Warmwasserbereiter) | ■ Bei mehreren Gruppen auf der Sekundärseite: Maximaler Druckabfall über den Strecken mit variablem Durchfluss $\leq 20\%$ der Förderhöhe der kleinsten Gruppenpumpe ■ Ventilautorität für Dreiwegeventile $\geq 0,5$ ■ Ventilautorität für Durchgangsventile $\geq 0,3$ |

Tabelle 4: Druckdifferenzbehaftete Heizgruppenanschlüsse an der Fernleitung

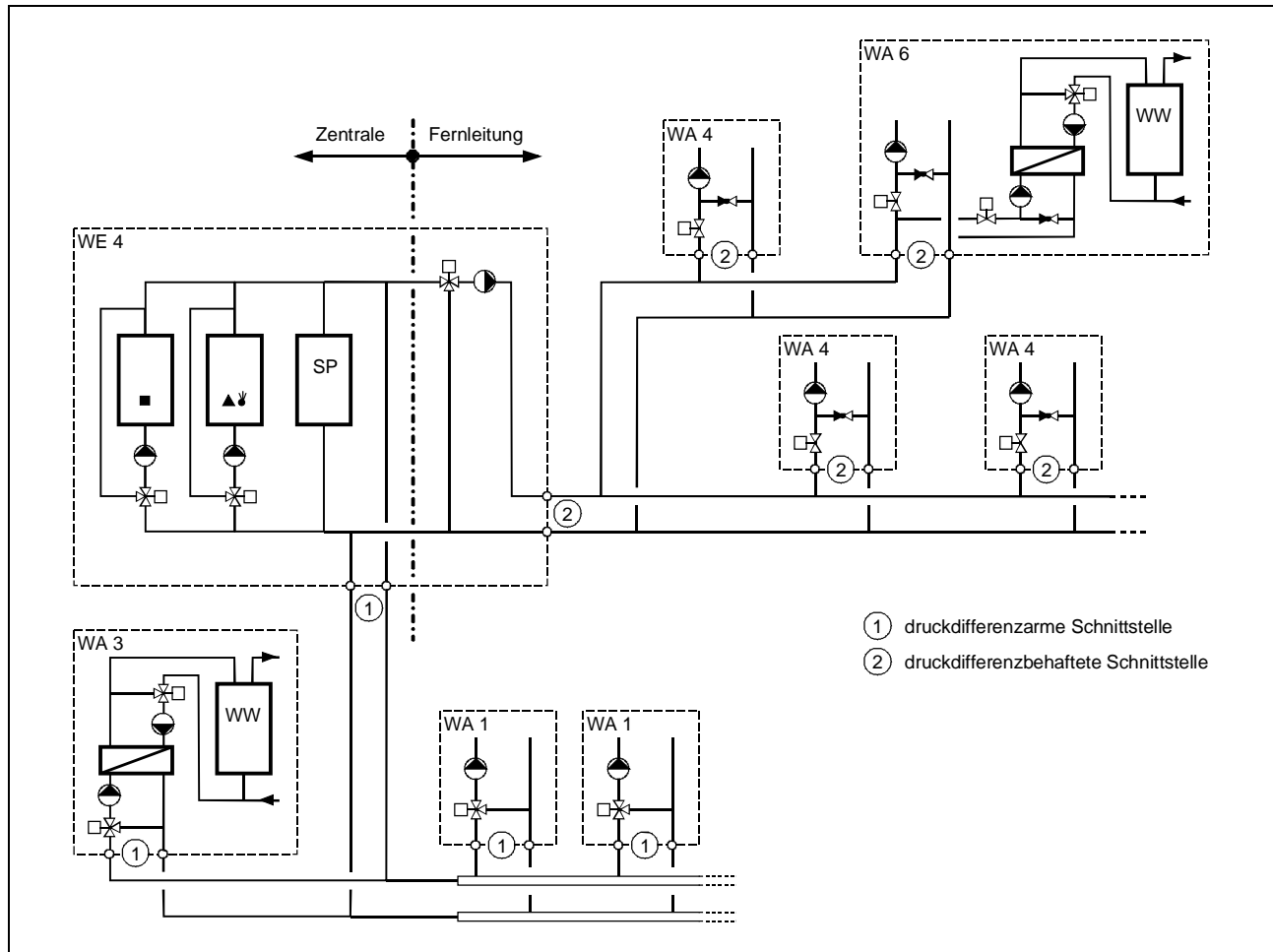


Abbildung 5: Beispiel einer kompletten Standard-Schaltung bestehend aus WE4 (bivalente Holzheizungsanlage mit Speicher) mit druckdifferenzarmen Anschlüssen in der Zentrale WA1 (Heizgruppen) und WA3 (Warmwasserbereiter) sowie druckdifferenzbehafteten Anschlüssen an der Fernleitung WA 4 (Heizgruppen) und WA6 (Heizgruppe mit Warmwasserbereiter)

MSR-Ebenen

Innerhalb der Standard-Schaltungen zur Wärmeerzeugung werden die folgenden MSR-Ebenen unterschieden (Beispiel in Abbildung 6):

- **Bedienungsebene** mit Schnittstellen zum übergeordneten und zu den untergeordneten MSR-Systemen. Hier sind weiter zu unterscheiden:
 - Service und Notbetrieb (Bedienelemente im Schaltschrank)
 - Betriebswahl (Betriebswahlschalter im Schaltschrank als einfachste Lösung, auch Eingabe über SPS oder Eingabe über Leitrechner möglich)
 - Sollwerte, Zeitprogramme ändern usw.
- **Übergeordnetes MSR-System** mit Schnittstellen zur Bedienungsebene und zu den untergeordneten MSR-Systemen. Hier sind weiter zu unterscheiden:
 - Steuer- und Regelfunktionen
 - Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung (wird als Standard-Schaltung zwingend gefordert!)
- **Untergeordnete MSR-Systeme** mit Schnittstellen zur Bedienungsebene und zum übergeordneten MSR-System. Hier sind weiter zu unterscheiden:
 - MSR-Systeme in der Zentrale (Holzkessel, Öl/Gaskessel, Gruppen in der Zentrale)
 - MSR-Systeme an der Fernleitung (in der Regel autonome Gruppen an der Fernleitung ohne Schnittstellen zur Zentrale)

Wie die MSR-Ebenen tatsächlich realisiert werden können, zeigt Tabelle 7 an drei typischen Beispielen.

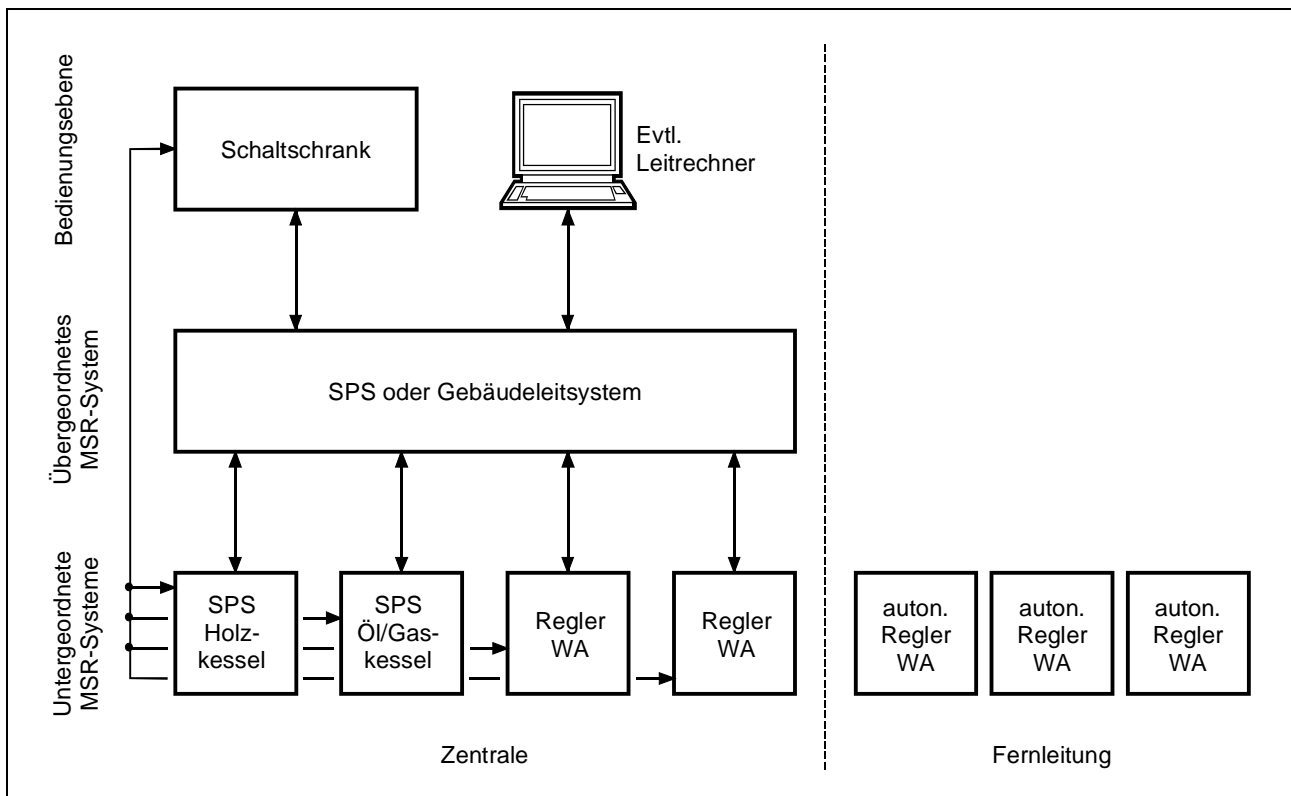


Abbildung 6: Bedienungsebene, übergeordnetes MSR-System und untergeordnete MSR-Systeme (Beispiel)

| MSR-Ebenen | | Wie werden die MSR-Ebenen realisiert? | | | |
|---|--------------------------------------|--|---|--|---|
| | | Beispiel 1: Realisierung des grau hinterlegten Teils mit einzelnen Steuer- und Regelgeräten; Betriebsdatenaufzeichnung mit separatem Datenlogger | Beispiel 2: Realisierung des grau hinterlegten Teils mit einer SPS oder einem Kleinleitsystem (z. B. abgespeckte Version eines Gebäudeleitsystems mit nur einem Controller und minimal notwendiger Leitebene) | Beispiel 3: Realisierung des grau hinterlegten Teils mit der erweiterten SPS des Holzkessels | Beispiel 4: Realisierung des grau hinterlegten Teils mit einem Gebäudeleitsystem (die SPS des Holzkessels kann dabei nicht durch das Gebäudeleitsystem ersetzt werden!) |
| Bedienungsebene | Service u. Notbetrieb | Schalter «Aus–Ein–Auto» im Schaltschrank | Schalter «Aus–Ein–Auto» im Schaltschrank | Schalter «Aus–Ein–Auto» im Schaltschrank | Schalter «Aus–Ein–Auto» im Schaltschrank |
| | Betriebswahl, Sommer/Winter | Betriebswahl- und Sommer/Winter-Schalter im Schaltschrank | Betriebswahl- und Sommer/Winter-Schalter im Schaltschrank | Erweiterte SPS des Holzkessels | Gebäudeleitsystem |
| | Sollwerte, Zeitprogramme ändern usw. | Einzelne Steuer- und Regelgeräte | SPS oder Kleinleitsystem | | |
| Übergeordnetes MSR-System | Steuern u. regeln | | | | |
| | Datenaufzeichnung | Datenlogger | | | |
| Untergeordnete MSR-Systeme in der Zentrale | | SPS des Holzkessels | SPS des Holzkessels | Erweiterte SPS des Holzkessels | SPS des Holzkessels |
| | | Regler Öl/Gaskessel | Regler Öl/Gaskessel | | Gebäudeleitsystem |
| | | Gruppenregler | Gruppenregler | | |
| Untergeordnete MSR-Systeme an der Fernleitung | | Autonome Gruppenregler | Autonome Gruppenregler | Autonome Gruppenregler | |

Tabelle 7: Drei typische Realisierungsbeispiele (Achtung: automatische Datenaufzeichnung muss immer möglich sein!)

Betriebsdatenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Bei jeder Standard-Schaltung wird zwingend eine Betriebsdatenaufzeichnung gefordert (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung). Diese wird dem übergeordneten MSR-System zugeordnet. Es gibt folgende Möglichkeiten:

- Einsatz eines Datenloggers (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung) mit Schnittstelle in Form von herausgeführten Normsignalen für Analogsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA) und potentialfreien Kontakten für Digitalsignale.
- Realisierung der Datenaufzeichnung innerhalb einer SPS. Ob dies möglich ist, ist von der Hardware und Software des gewählten Systems abhängig. Ein PC zur Datenspeicherung (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung) ist meist erforderlich.
- Bei Kleinleitsystemen (z. B. abgespeckte Version eines Gebäudeleitsystems mit nur einem Controller und minimal notwendiger Leitebene) ist heute in der Regel eine Datenaufzeichnung vom Hersteller vorgesehen, allerdings ist dazu meist ein Leitreechner erforderlich (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).
- Falls ein grösseres Gebäudeleitsystem vorgesehen ist, sollte die Realisierung der Datenaufzeichnung problemlos möglich sein.

Wie wird eine Standard-Schaltung beschrieben?

Die Standard-Schaltung für das konkret vorliegende Projekt besteht aus folgenden Teilen:

- Titelblatt (übernommen aus Anhang 2)
- Beschreibung der Wärmeerzeugung (Kapitel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 oder 8; ausgefüllt, angekreuzt und an die tatsächlich geplante Schaltung angepasst)
- Wenn Wärmenetz vorhanden: Beschreibung des Wärmenetzes (Kapitel 9; ausgefüllt, angekreuzt und an die tatsächlich geplante Schaltung angepasst)
- Anlagespezifische Ergänzungen (Kapitel 10)

Damit die Anlage als Standard-Schaltung gilt, müssen folgende Forderungen erfüllt sein:

- Prinzipschema, Regelschema und der laufende Text in Kapitel 1 bis 9 dürfen nicht abgeändert werden (Ausnahme: Ergänzungen zum besseren Verständnis der Anlage). Der laufende Text enthält «Muss»- bzw. «Soll»-Formulierungen, die als unabdingbare Forderungen zu verstehen sind, damit die Anlage als Standard-Schaltung gilt. «Kann»-Formulierungen im laufenden Text sind als Empfehlungen zu verstehen.
- Alle Fragen über die zu realisierende Anlage sind durch Ankreuzen in den entsprechenden Tabellen zu beantworten.
- Alle anlagespezifischen Angaben sind in die vorbereiteten Tabellen einzutragen.

Die vorgegebene Gliederung ist zu übernehmen, um Verwechslungen zu vermeiden und die Prüfung zu erleichtern. Innerhalb von Kapitel 10 «Anlagespezifische Ergänzungen» ist die Kapiteleinteilung dem Anwender überlassen.

Wie wird eine Nicht-Standard-Schaltung beschrieben?

Hier sind zwei Fälle zu unterscheiden:

■ **Standard-Schaltung mit geringfügigen Abweichungen:** Die vorgesehene Lösung entspricht weitgehend einer Standard-Schaltung, aber die aufgeführten Forderungen können nicht vollständig erfüllt werden. Für diesen Fall kann die entsprechende Standard-Schaltung korrigiert und ergänzt werden. Die Abweichungen sind speziell hervorzuheben und zu begründen.

■ **Nicht-Standard-Schaltung:** Es gibt keine Standard-Schaltung für die vorgesehene Lösung. Die Nicht-Standard-Schaltung ist analog einer Standardschaltung zu beschreiben.

Hinweis: Hydraulik und Regelkonzept der einen Standard-Schaltung ergeben sich logisch aus der anderen. Grössere Schaltungen, die nicht als Standardschaltung definiert sind, können dank des systematischen Aufbaus der bereits vorhandenen Standard-Schaltungen problemlos aus diesen hergeleitet werden.

1. Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher

1.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

1.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

■ Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:

- Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
- Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben

■ Die Wahl der Betriebsart soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank)
- Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
- Über den Leitreechner eines Leitsystems

■ Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

1.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

1.1.3 Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel

Das untergeordnete MSR-System des Holzkessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn ein Partikelabscheider notwendig ist, ist dieser durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu steuern.

Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu gewährleisten.

Wenn die SPS des Holzkessels auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen kann (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

1.1.4 Zulässige Minimallösung

Wenn die Funktionen des übergeordneten MSR-Systems über Einzelregler und/oder die SPS im Holzkessel gelöst werden können, kann anstelle der Kesselaustrittstemperatur allein die Kesselwassertemperatur (gleiche Temperatur, aber unterschiedliche Messorte) über die SPS des Holzkessels geregelt werden. Die automatische Datenaufzeichnung muss dann über die SPS des Holzkessels oder über einen Datenlogger realisiert werden.

1.1.5 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 8 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|---|---|
| Zulässige Minimallösung Abschnitt 1.1.4 | Wird die zulässige Minimallösung gewählt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein |
| Bedienungsebene Abschnitt 1.1.1 | Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 1.1.2 | Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : Regelung der Feuerungsleistung über die SPS des Holzkessels; Rücklaufhochhaltung mit Einzelregler oder über die SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System Verbindung übergeordnetes/untergeordnetes MSR-System mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? (Muss auch bei der Minimallösung beantwortet werden!) <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System |
| Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel Abschnitt 1.1.3 | Welche Stellung/Aufgaben hat die SPS des Holzkessels? <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : Regelung der Kesselwassertemperatur allein über die SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Sie wird gleichzeitig als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System eingesetzt <input type="checkbox"/> Sie ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird) |

Tabelle 8: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

1.2 Prinzipschema und Auslegung

1.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 9 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Schaltung ist durch den Bypass tatsächlich druckdifferenzarm zu machen, d. h. möglichst kurzer Bypass und Rohrdurchmesser Bypass = Rohrdurchmesser Hauptvorlauf
- Die Zusammenschaltung von Holzkessel, Bypass, druckdifferenzarme Schnittstelle und Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

1.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Rücklaufhochhaltung und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 10 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T_{143} festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T_{143} , wird empfohlen, einen Bypass im Kesselkreis D111 vorzusehen.

Wichtig: Damit der Kessel die Leistung immer abgeben kann, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T_{143} in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

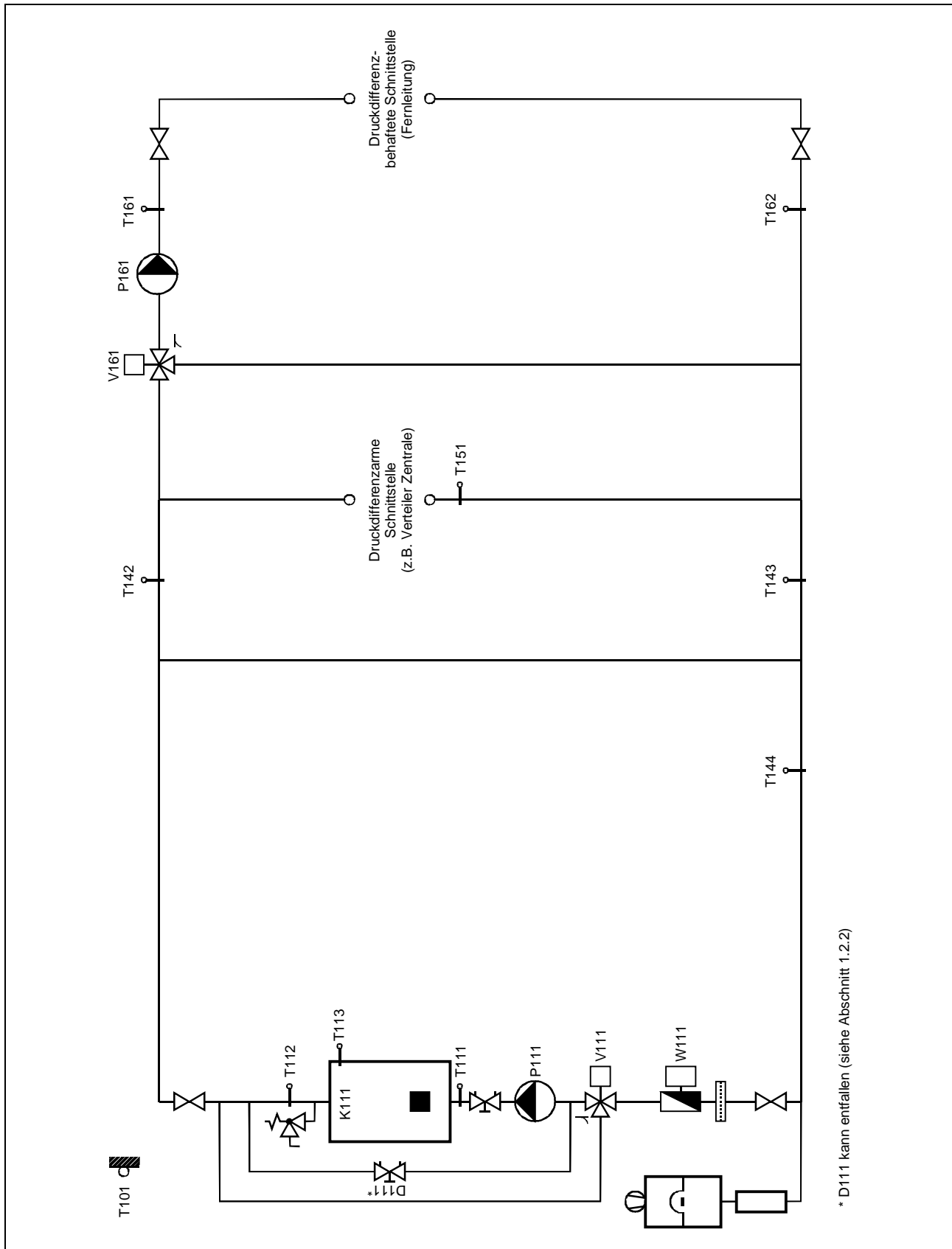


Abbildung 9: Prinzipschema Standard-Schaltung monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|--|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 50 | | | |
| Druckdifferenzbehäftete Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 250 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 300 | | | |
| | | | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T142 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T143 |
| Minimal zulässige Kessel-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T111 |
| Maximale Kesselwassertemperatur (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T113 |
| Maximal zulässige Kesselwassertemperatur (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T113 |
| | | | | | |
| Kesselkreis | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 300 | | | K111 |
| Min. Kesselleistung | kW | 90 | | | K111 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T112/T113 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 17,2 | | | P111 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P111 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T111 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 8,6 | | | V111 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 8,6 | | | D111 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V111 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V111 |
| | | | | | |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 10: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielszahlen sind zu löschen).

1.3 Funktionsbeschreibung

1.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage kann auf zweierlei Art erfolgen:

- Standard-Schaltung mit Regelung der Kesselaustrittstemperatur über das übergeordnete MSR-System (Abbildung 11): Der Vorteil dieser Lösung liegt in der Kompatibilität zu den übrigen Standard-Schaltungen; eine spätere Erweiterung ist mit dem gleichen Regelkonzept möglich.
- Zulässige Minimallösung gemäss Abschnitt 1.1.4 (Abbildung 12): Anstelle der Kesselaustrittstemperatur wird allein die Kesselwassertemperatur (gleiche Temperatur, aber unterschiedliche Messorte) über die SPS des Holzkessels geregelt. Diese Lösung ist preisgünstiger, aber bei einer späteren Erweiterung muss das Regelkonzept geändert werden und die Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung muss separat gelöst werden.

1.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- Aus: Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- Manuell: Sollwert Feuerungsleistung «manuell» als Festwert 30...100% am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- Lokal: Die interne Leistungsregelung des untergeordneten MSR-Systems des Holzkessels ist aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- Automatisch: Der Sollwert der Feuerungsleistung wird durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit der Kesselaustrittstemperatur (= Hauptregelgrösse) vorgegeben
- Weitere Betriebsarten: Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter»).

Zulässige Minimallösung gemäss Abschnitt 1.1.4 (Abbildung 12): Es entfallen die Betriebsarten «manuell» und «lokal», und die Hauptregelgrösse in der Betriebsart «automatisch» ist nicht die Kesselaustrittstemperatur sondern die Kesselwassertemperatur.

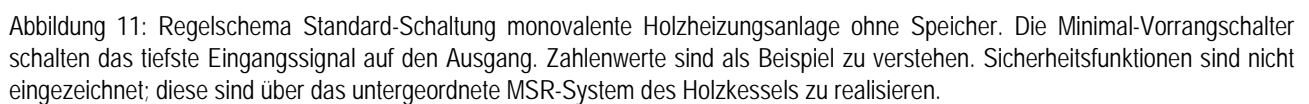
1.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

Zulässige Minimallösung gemäss Abschnitt 1.1.4 (Abbildung 12): Die Steuerung entfällt.



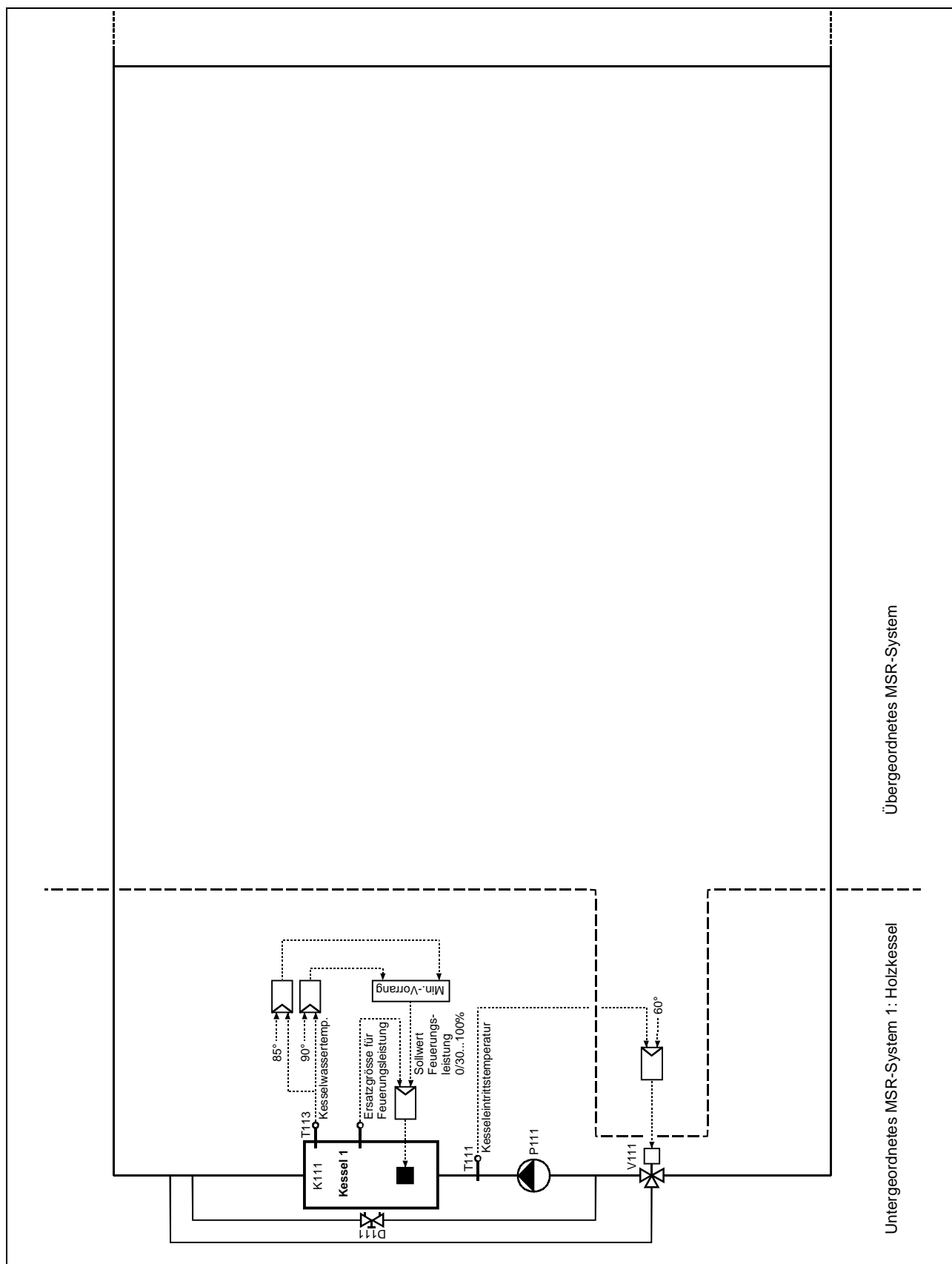


Abbildung 12: Regelschema der zulässigen Minimallösung für eine monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher. Der Minimal-Vorrangsschalter schaltet das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über das untergeordnete MSR-System des Holzessels zu realisieren.

1.3.4 Regelung Kesselkreis

Die Regelung des Kesselkreises ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Bei Betriebsart «automatisch» hat bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur die Regelung auf diesen Grenzwert zu erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Bei Betriebsart «manuell» soll ebenfalls eine Rücklaufhochhaltung erfolgen.

Bei der Betriebsart «lokal» soll die Rücklaufhochhaltung weiter in Betrieb sein, falls das übergeordnete MSR-System noch funktioniert (was bei einem Notbetrieb möglicherweise nicht mehr der Fall ist).

Zulässige Minimallösung gemäss Abschnitt 1.1.4 (Abbildung 12): Die Rücklaufhochhaltung erfolgt über Einzelregler oder über die SPS des Holzkessels.

1.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperatur

Die Regelung der Kesselaustrittstemperatur ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Kesselaustrittstemperatur ist durch Verstellen des Sollwertes der Feuerungsleistung (= Stellgrösse) auf einen Festwert zu regeln.

Zulässige Minimallösung gemäss Abschnitt 1.1.4 (Abbildung 12): Anstelle der Kesselaustrittstemperatur wird allein die Kesselwassertemperatur (gleiche Temperatur, aber unterschiedliche Messorte) über die SPS des Holzkessels geregelt.

1.3.6 Regelung Feuerungsleistung

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Holzkessels.

Die Holzfeuerung soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden muss.

Zulässige Minimallösung gemäss Abschnitt 1.1.4 (Abbildung 12): Die folgenden 4 Absätze sind nicht relevant!

Der Regler für die Kesselaustrittstemperatur T113 des übergeordneten MSR-Systems gibt der Holzfeuerung den Sollwert der Feuerungsleistung vor. Mit Hilfe der Steuerung kann dann der Sollwert für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur T113 des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Kesselaustrittstemperatur T112, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T113 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T113 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T113 auf einen höheren Festwert (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T113 (z. B. auf 90°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

1.3.7 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung des Kesselkreises, der Kesselaustrittstemperatur und der Feuerungsleistung zu erfolgen hat, ist in Tabelle 13 zu definieren.

| Betriebsart | Regelung Kesselkreis | Regelung Kesselaustrittstemperatur (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistung |
|--|---|---|--|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : «manuell» entfällt | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltung T111 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperatur T113 durch untergeordnetes MSR-System | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T112 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwert als Festwert am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : «lokal» entfällt | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperatur T113 durch untergeordnetes MSR-System | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T112 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interner Leistungsregler des untergeordneten MSR-Systems aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : Rücklaufhochhaltung T111 durch Einzelregler <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : Rücklaufhochhaltung T 111 durch SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltung T111 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperatur T113 durch untergeordnetes MSR-System | <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : Regelung Kesselwassertemperatur T113 durch internen Regler des Holzkessels <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T 112 durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Sollwert der Feuerungsleistung | <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : Regelung Feuerungsleistung durch internen Regler des Holzkessels <input type="checkbox"/> Regelung Feuerungsleistung durch untergeordnetes MSR-System; Sollwert vom übergeordneten MSR-System |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell <input type="checkbox"/> Lokal <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb <input type="checkbox"/> Automatischer Sommerbetrieb <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 13: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

1.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrößen sind in Tabelle 14 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrößen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrößen wird empfohlen. Die Mess-Genauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 15 sind zu beantworten.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|-------------------------------------|------------|---|------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T101 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Eintrittstemperatur | T111 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Austrittstemperatur | T112 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur (anderer Messort) | T113 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Bypass | T142 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Bypass | T143 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Bypass | T144 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T151 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T161 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T162 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzessel ** | W111 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzessel ** | W111 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzessel *** | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzessel | |
| | | Messstellen Partikelabscheider; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |

* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.

** 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.

*** Entfällt bei der Minimallösung.

Tabelle 14: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort <input type="checkbox"/> Auslesen über ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über AB-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über das Internet |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in EXCEL? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |
| | |
| | |

Tabelle 15: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

1.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 17 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 16 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 17 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

| |
|---|
| Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll? <input type="checkbox"/> Hauptplaner <input type="checkbox"/> Holzkessel-Lieferant <input type="checkbox"/> Lieferant des übergeordneten MSR-Systems |
|---|

Tabelle 16: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | Einheit | Beispiel | | | |
|---|---|----------|-----|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnetes MSR-System mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur | °C | 60 | | | |
| ■ Regelung Kesselaustrittstemperatur | | | | | |
| <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : entfällt | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? | | | | | |
| <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | |
| Sollwert Kesselaustrittstemperatur | °C | 85 | | | |
| Stetige Regelung | P-Band | % | 200 | | |
| | Nachstellzeit | Min. | 20 | | |
| Zweipunkt-Regler | Stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsregelung | % | ≥35 | | |
| | AUS (bzw. Glutbettunterhalt) bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≤25 | | |
| Holzkessel | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 90 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 300 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> <u>Minimallösung</u> : Kesselwassertemperatur ist Hauptregelgrösse | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur (bei Minimallösung) | °C | – | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | °C | 110 | | | |

Tabelle 17: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

2. Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher

2.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

2.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

■ Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:

- Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben

■ Die Betriebswahl soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank)
- Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
- Über den Leitrechner eines Leitsystems

■ Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

2.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

2.1.3 Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel

Das untergeordnete MSR-System des Holzkessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn ein Partikelabscheider notwendig ist, ist dieser durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu steuern.

Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu gewährleisten.

Wenn die SPS des Holzkessels auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen kann (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

2.1.4 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 18 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|---|--|
| Bedienungsebene Abschnitt 2.1.1 | Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein |
| | Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitreehner des Leitsystems |
| | Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 2.1.2 | Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System |
| | Verbindung übergeordnetes/untergeordnetes MSR-System mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein |
| | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System |
| Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel Abschnitt 2.1.3 | Welche Stellung/Aufgaben hat die SPS des Holzkessels? <input type="checkbox"/> Sie wird gleichzeitig als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System eingesetzt <input type="checkbox"/> Sie ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird) |

Tabelle 18: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

2.2 Prinzipschema und Auslegung

2.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 19 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Zusammenschaltung von Holzkessel, Speicher, druckdifferenzarme Schnittstelle und Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)
- Der Speicher ist konsequent als Schichtspeicher zu konzipieren
- Speicheranschlüsse mit Querschnittvergrößerung (Geschwindigkeitsreduktion), Prallblech (Brechung des Wasserstrahls) und, falls notwendig, siphoniert (Verhinderung von Einrohrzirkulation)
- Speicheranschlüsse nur oben und unten (keine Anschlüsse dazwischen)
- Es dürfen keine Leitungen im Inneren des Speichers geführt werden (Gefahr eines «thermischen Rührwerks»)
- Der Speicher soll, wenn immer möglich, nicht auf mehrere Behälter aufgeteilt werden. Wenn diese Forderung nicht erfüllt werden kann, ist folgendes zu beachten:
 - Keine Anschlüsse zwischen den Speichern
 - Bei der Regelung des Speicherladezustandes ist jeder Speicher als regeltechnische Einheit zu betrachten (Problem: Wegen der individuellen Schichtung in jedem Speicher kann der wärmere Speicher unten kälter sein als der kältere Speicher oben)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

2.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Speichervolumen ≥ 1 h Speicherkapazität bezogen auf Holzkessel-Nennleistung
- Laderegler/Rücklaufhochhaltung und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 20 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T243 festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T243, wird empfohlen, einen Bypass im Kesselkreis D211 vorzusehen.

Wichtig: Damit der Kessel die Leistung immer abgeben kann, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T243 in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

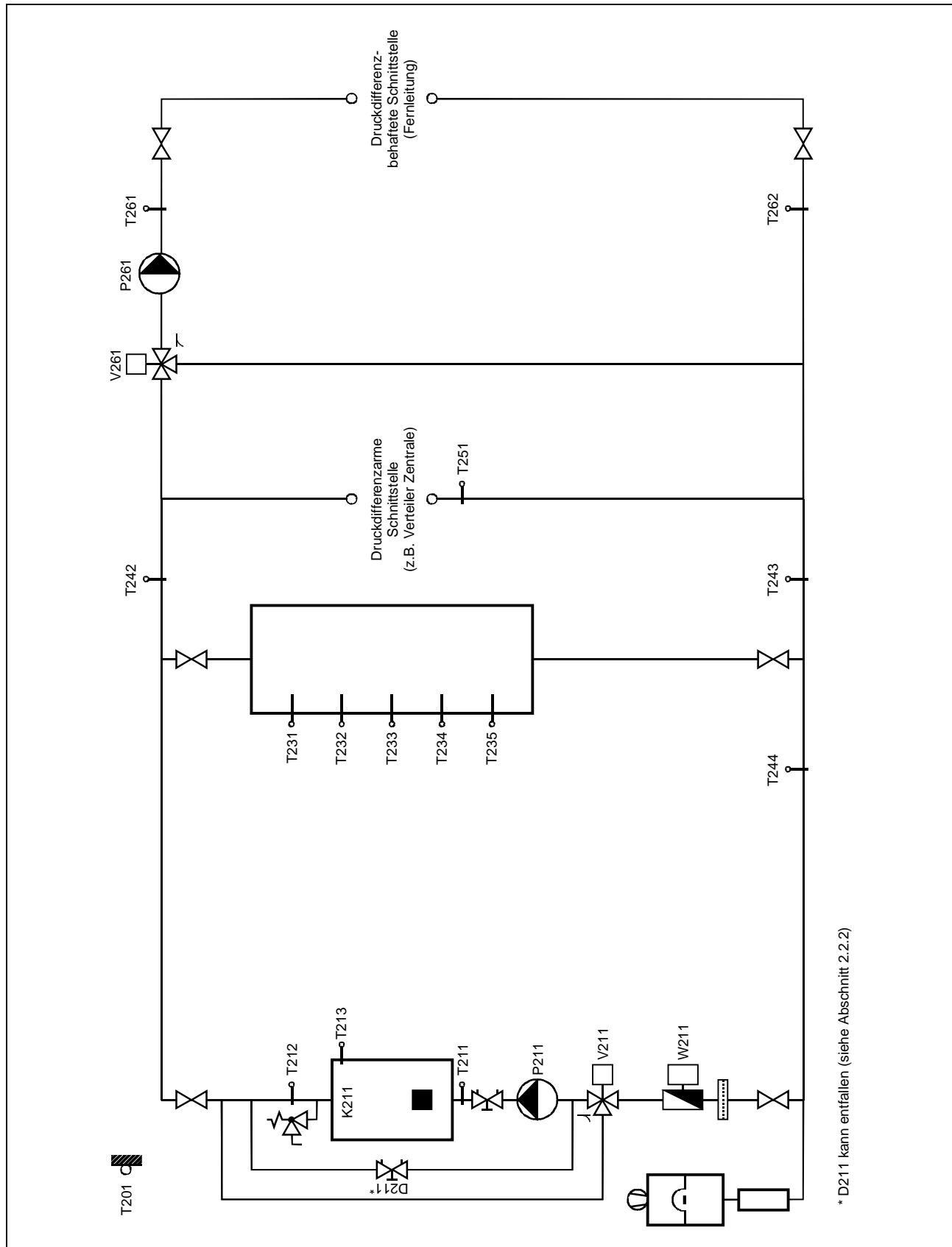


Abbildung 19: Prinzipschema monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|--|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 50 | | | |
| Druckdifferenzbehäftete Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 250 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 300 | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T242 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T243 |
| Minimal zulässige Kessel-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T211 |
| Maximale Kesselwassertemperatur (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T213 |
| Maximal zulässige Kesselwassertemperatur (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T213 |
| Kesselkreis | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 300 | | | K211 |
| Min. Kesselleistung | kW | 90 | | | K211 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T212/T213 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 17,2 | | | P211 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P211 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T211 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 8,6 | | | V211 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 8,6 | | | D211 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V211 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V211 |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 20: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen).

2.3 Funktionsbeschreibung

2.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage soll entsprechend Abbildung 21 erfolgen.

2.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- **Manuell:** Sollwert Feuerungsleistung «manuell» als Festwert 30...100% am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- **Lokal:** Die interne Leistungsregelung des untergeordneten MSR-Systems des Holzkessels ist aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- **Automatisch:** Der Sollwert der Feuerungsleistung wird durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit des Speicherladezustandes (= Hauptregelgrösse) vorgegeben
- **Weitere Betriebsarten:** Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter», Schwachlastbetrieb mit «Speicher füllen und entleeren» usw.).

2.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

2.3.4 Regelung Kesselkreis

Die Regelung des Kesselkreises ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Regelung der Kesselaustrittstemperatur soll bei Betriebsart «automatisch» stetig über das Regelventil im Kesselkreis auf einen Festwert erfolgen. Bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur soll die Regelung auf diesen Grenzwert erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

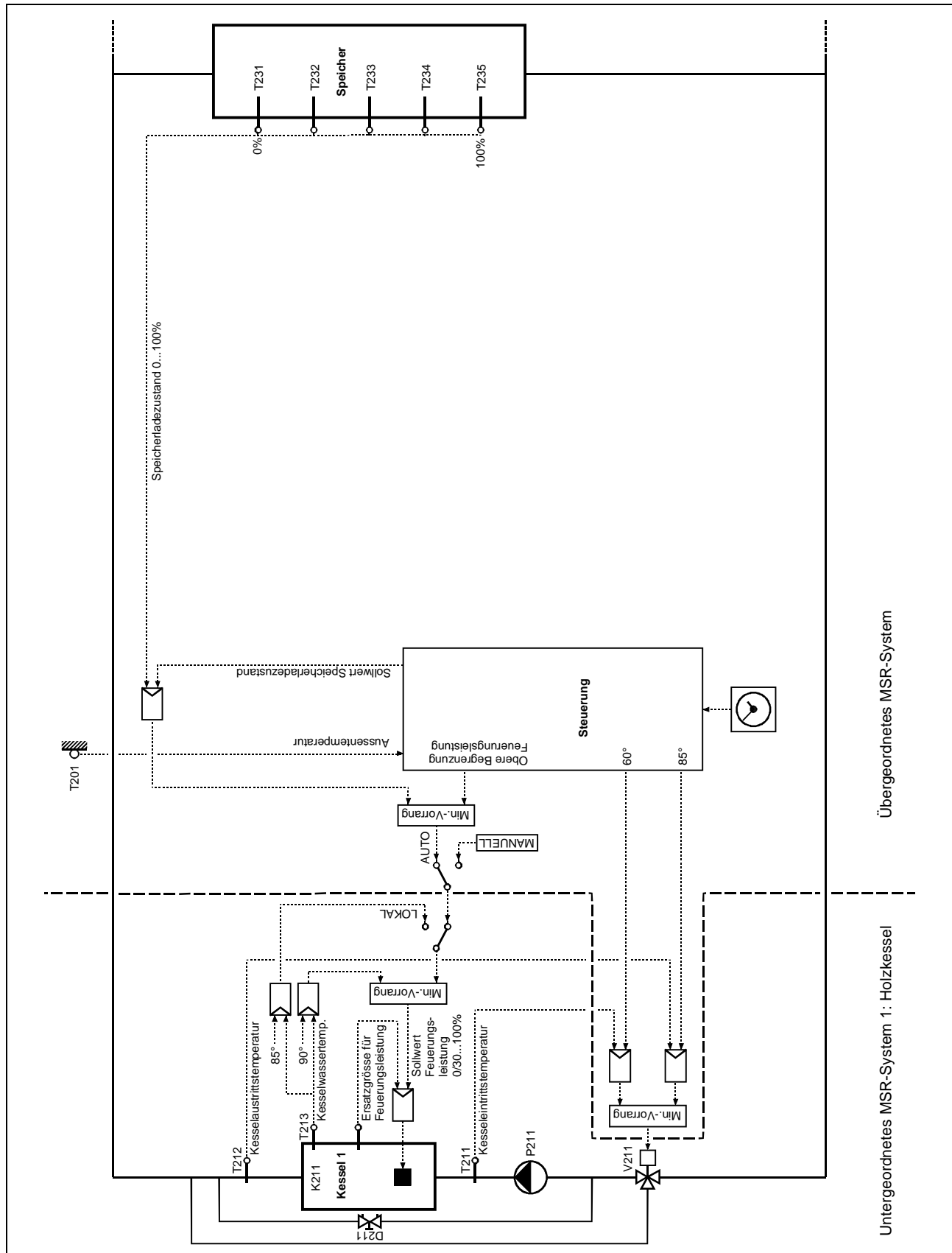


Abbildung 21: Regelschema Standard-Schaltung monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher. Die Minimal-Vorrangschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu realisieren.

2.3.5 Regelung Speicherladezustand

Die Regelung des Speicherladezustandes ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Ladezustand des Speichers soll über mindestens 5 Temperaturfühler erfasst werden, die gleichmässig über die Höhe des Speichers verteilt sind. Dies ergibt den Ladezustand des Speichers von 0% bis 100%.

Für die Erfassung des Speicherladezustandes sind unterschiedliche Varianten möglich. Für die Varianten 1 und 2 gilt:

w = Fühler meldet «warm», wenn z. B. $T \geq 75^\circ\text{C}$

k = Fühler meldet «kalt», wenn z. B. $T \leq 65^\circ\text{C}$

Variante 1 (Tabelle 22): Mit Fühlerwertigkeit 20 – 40 – 60 – 80 – 100. Für «alle Fühler kalt» ergibt sich die Wertigkeit 0. Diese Variante ergibt ein stufiges Istwertsignal. Deshalb darf der (schnelle) P-Anteil des Reglers nicht zu gross sein, und Störungen müssen hauptsächlich über den (langsamen) I-Anteil ausgeregelt werden.

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|---|---|---|---|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| k | k | k | k | k | 0 |
| w | k | k | k | k | 20 |
| w | w | k | k | k | 40 |
| w | w | w | k | k | 60 |
| w | w | w | w | k | 80 |
| w | w | w | w | w | 100 |

Tabelle 22: Variante 1 (in Stufen)

Variante 2: Das stufige Signal gemäss Variante 1 kann durch ein regelungstechnisches Verzögerungsglied erster Ordnung (PT1-Glied) geglättet werden. Dabei darf die Zeitkonstante des PT1-Gliedes aber nicht zu gross gewählt werden, weil sonst die Gefahr besteht, dass die zwangsläufig resultierende Zeitverzögerung des Istwertsignals zu Störungen führt. Das «stetigere» Istwertsignal erlaubt aber gegenüber Variante 1 einen etwas grösseren P-Anteil beim Regler.

Variante 3 (Tabelle 23): Eine Glättung der Kennlinie kann auch erreicht werden, wenn über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers interpoliert wird.

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0 |
| 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0...20 |
| > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 20...40 |
| > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | 40...60 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | 60...80 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | 80...100 |

Tabelle 23: Variante 3 (stufenlos)

Bei einer guten Anlage kann davon ausgegangen werden, dass für die Fühlertemperaturen $T_1 \dots T_5$ gilt:

$$T_1 \geq T_2 \geq T_3 \geq T_4 \geq T_5 \quad (T_1 \dots T_5 \text{ von oben nach unten})$$

Der jeweils aktive Fühler ist in Tabelle 23 grau hinterlegt. Es gilt folgende Regel:

- Fühler 1 aktiv, wenn alle anderen Fühlertemperaturen $< 80^\circ\text{C}$
- Fühler 2 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_1 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 3 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_2 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 4 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_3 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 5 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_4 > 80^\circ\text{C}$

Die Güte der Interpolation (Glättung des Signals) ist von der Dicke der Mischzone im Speicher abhängig, und diese Dicke ist keine feste Grösse. Beim gleichen Speicher kann sie – je nach Durchflussgeschwindigkeit, Auskühlung usw. – sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich gilt:

- Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1
- Dicke der Mischzone zwischen null und einem Fühlerabstand ergibt eine immer besser werdende Glättung des Signals
- Dicke der Mischzone ganz wenig grösser als ein Fühlerabstand ergibt die beste Glättung
- Dicke der Mischzone deutlich grösser als ein Fühlerabstand ergibt wieder eine schlechtere Glättung

Variante 4: Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand. Nachteilig ist hier, dass der tatsächlichen Speicherladezustand je nach Dicke der Mischzone, Rücklaufemperatur, Auskühlung usw. unterschiedlich wiedergegeben wird: Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1; bei Auslegung auf 85/55°C beträgt der Regelbereich 30 K, wenn am Morgen der Rücklauf mit 25°C zurückkommt beträgt dieser plötzlich 60 K.

Mehr als 5 Speicherfühler: Nur damit kann (in Kombination mit den Varianten 1 bis 4) das Signal wirklich verbessert werden.

Der Speicher soll durch eine stetige Regelung geladen werden. Dieser Regler soll PI-Charakteristik haben. Infolge des I-Anteils kann damit der Speicher ohne bleibende Regelabweichung (wie es beim P-Regler der Fall wäre) auf einen Sollwert von 60...80% geladen werden (bei stufigem Signal einen Stufenwert wählen, z. B. 60%). Wenn die Wärmeabnehmer plötzlich mehr Leistung verlangen, sinkt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird erhöht, und wenn plötzlich weniger Leistung gebraucht wird, steigt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird zurückgeregelt. Im ersten Fall steht die obere Hälfte des Speichers als Leistungsreserve zur Verfügung bis der Holzkessel reagiert hat, und im zweiten Fall kann der Holzkessel den vorübergehenden Leistungsüberschuss an die untere Speicherhälfte abgeben.

Bei Anlagen mit automatischer Zündung soll bei Schwachlastbetrieb (notwendige Holzkesselleistung unter der Minimalleistung) der Speicher mit reduzierter Leistung vollständig gefüllt und entleert werden. Für die Umschaltung von «füllen/entleeren» auf stetige Regelung und zurück ist ein geeignetes Umschaltkriterium zu definieren (z. B. manuelle Umschaltung oder Umschaltung nach Zeitprogramm und Aussentemperatur).

2.3.6 Regelung Feuerungsleistung

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Holzkessels.

Die Holzfeuerung soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden muss.

Der Regler für den Speicherladezustand des übergeordneten MSR-Systems gibt der Holzfeuerung den Sollwert der Feuerungsleistung vor. Mit Hilfe der Steuerung soll dann der Sollwert für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden können.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur T213 des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung des Speicherladezustandes, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T213 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T213 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T213 auf einen höheren Festwert (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T213 (z. B. auf 90°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

2.3.7 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung des Kesselkreises, des Speicherladezustandes und der Feuerungsleistung zu erfolgen hat, ist in Tabelle 24 zu definieren.

| Betriebsart | Regelung Kesselkreis | Regelung Speicherladezustand (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistung |
|---|--|--|--|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltung T211 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustritts-temperatur T212 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperatur T213 durch untergeordnetes MSR-System | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwert als Festwert am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperatur T213 durch untergeordnetes MSR-System | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interner Leistungsregler des untergeordneten MSR-Systems aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltung T211 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustritts-temperatur T212 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperatur T213 durch untergeordnetes MSR-System | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Sollwert der Feuerungsleistung <input type="checkbox"/> Speicher füllen/entleeren (Schwachlastbetrieb) | <input type="checkbox"/> Regelung Feuerungsleistung durch untergeordnetes MSR-System; Sollwert vom übergeordneten MSR-System |
| Erfassung Speicherladezustand | Anzahl Speicherfühler: (mindestens 5) <input type="checkbox"/> Stufiges Signal (Variante 1) <input type="checkbox"/> Glättung mit PT1-Glied (Variante 2) <input type="checkbox"/> Glättung durch Interpolation über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers (Variante 3) <input type="checkbox"/> Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand (Variante 4) | | |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell <input type="checkbox"/> Lokal <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb mittels stetiger Speicherregelung <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mittels Speicher füllen und entleeren <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 24: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

2.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrößen sind in Tabelle 25 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrößen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrößen wird empfohlen. Die Mess-Genauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 26 sind zu beantworten.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|--|------------|---|------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T201 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Eintrittstemperatur | T211 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Austrittstemperatur | T212 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur (anderer Messort) | T213 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Speicher | T242 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Speicher | T243 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Speicher | T244 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (oben) | T231 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T232 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (Mitte) | T233 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T234 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (unten) | T235 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T251 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T261 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T262 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzessel ** | W211 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzessel ** | W211 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Istwert des Speicherladezustandes | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzessel | |
| | | Messstellen Partikelabscheider; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <p>* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.</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> | | | |

Tabelle 25: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort <input type="checkbox"/> Auslesen über ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über AB-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über das Internet |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in Excel? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |

Tabelle 26: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

2.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 28 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 27 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 28 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll?

- ☐ Hauptplaner
☐ Holzkessel-Lieferant
☐ Lieferant des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 27: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | | Einheit | Beispiel | | | |
|--|---|---------|----------|--|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnetes MSR-System mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | | |
| ■ Laderegler | | | | | | |
| Sollwert Kesselaustrittstemperatur | | °C | 85 | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur | | °C | 60 | | | |
| ■ Speicherladeregelung | | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | | |
| Wie erfolgt die Umschaltung «stetige Regelung» auf «Speicher füllen und entleeren»? <input type="checkbox"/> Umschaltung von Hand <input type="checkbox"/> Andere: | | | | | | |
| Sollwert Speicherladezustand | | % | 60 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «warm» | | °C | ≥75 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «kalt» | | °C | ≤65 | | | |
| Stetige Regelung | P-Band | % | 200 | | | |
| | Nachstellzeit | Min. | 20 | | | |
| Zweipunkt-Regler | Stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsregelung | % | ≥35 | | | |
| | AUS (bzw. Glutbettunterhalt) bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≤25 | | | |
| Speicher-füllen und entleeren | Holzkessel EIN bei Istwert Speicherladezustand | % | 0 | | | |
| | Holzkessel AUS bei Istwert Speicherladezustand | % | 100 | | | |
| | Sollwert Feuerungsleistung (Festwert) | % | 40 | | | |
| Holzkessel | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 90 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 300 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |

Tabelle 28: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

3. Bivalente Holzheizungsanlage ohne Speicher

3.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

3.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

■ Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:

- Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben

■ Die Betriebswahl soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank)
- Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
- Über den Leitrechner eines Leitsystems

■ Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

3.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

3.1.3 Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel

Das untergeordnete MSR-System des Holzkessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn ein Partikelabscheider notwendig ist, ist dieser durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu steuern.

Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu gewährleisten.

Wenn die SPS des Holzkessels auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen kann (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

3.1.4 Untergeordnetes MSR-System 2: Öl-/Gaskessel

Das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Vorpülung, Zündung und Flammüberwachung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems (stetig bei modulierendem Betrieb, in Stufen bei mehrstufigem Betrieb)
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels zu gewährleisten.

3.1.5 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 29 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Bedienungsebene Abschnitt 3.1.1 | <p>Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems</p> <p>Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet</p> |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 3.1.2 | <p>Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System</p> <p>Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System</p> |
| Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel Abschnitt 3.1.3 | <p>Welche Stellung/Aufgaben hat die SPS des Holzkessels? <input type="checkbox"/> Sie wird gleichzeitig als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System eingesetzt <input type="checkbox"/> Sie ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet</p> |
| Untergeordnetes MSR-System 2: Öl-/Gaskessel Abschnitt 3.1.4 | <p>Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <input type="checkbox"/> Es ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet</p> |
| Verantwortlichkeiten | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird)</p> |

Tabelle 29: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

3.2 Prinzipschema und Auslegung

3.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 30 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Schaltung ist durch den Bypass tatsächlich druckdifferenzarm zu machen, d. h. möglichst kurzer Bypass und Rohrdurchmesser Bypass = Rohrdurchmesser Hauptvorlauf
- Die Zusammenschaltung von Holzkessel, Öl/Gaskessel, Bypass, druckdifferenzarme Schnittstelle und Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)
- Beim Fühler für die Hauptvorlauftemperatur ist für einwandfreie Durchmischung zu sorgen (evtl. statischen Mischer einbauen)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

3.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, kann das Dreiwegeventil durch eine dichtschiessende Motorklappe ersetzt werden.

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 31 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T_{343} festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T_{343} , kann ein Bypass im Kesselkreis D311/D321 vorgesehen werden (zur Tiefhaltung der Kesselwassertemperaturen möglicherweise nicht erwünscht).

Wichtig: Damit die Kessel die Leistung immer abgeben können, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T_{343} in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

Hydraulisch und regelungstechnisch ist diese Schaltung anspruchsvoll. Letztendlich muss der Hauptplaner entscheiden, ob die vorliegende Schaltung WE3 ohne Speicher realisierbar ist, oder ob die nächste Schaltung WE4 mit Speicher notwendig ist. Für die Schaltung WE3 sollten folgende Forderungen erfüllt sein:

- Keine allzu grossen Lastspitzen und keine überdimensionierten Kessel
- Relativ stabile Hauptregelgrösse (Hauptvorlauftemperatur), d. h. keine abrupt mit grosser Leistung auftretenden Störgrössen und eine stabil eingestellte Vorregelung
- Es muss ein genügend grosser Abstand zwischen dem Sollwert der Hauptvorlauftemperatur und der Begrenzung der Kesselwassertemperatur des Holzkessels möglich sein, damit ein «floaten» der Kessel ohne Begrenzung der Holzkesselleistung möglich ist (siehe Abschnitt 3.3.9)
- Brauchbare Freigabe- und Sperrkriterien für die Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel, um ein häufiges Zu- und Wegschalten erfolgreich verhindern zu können

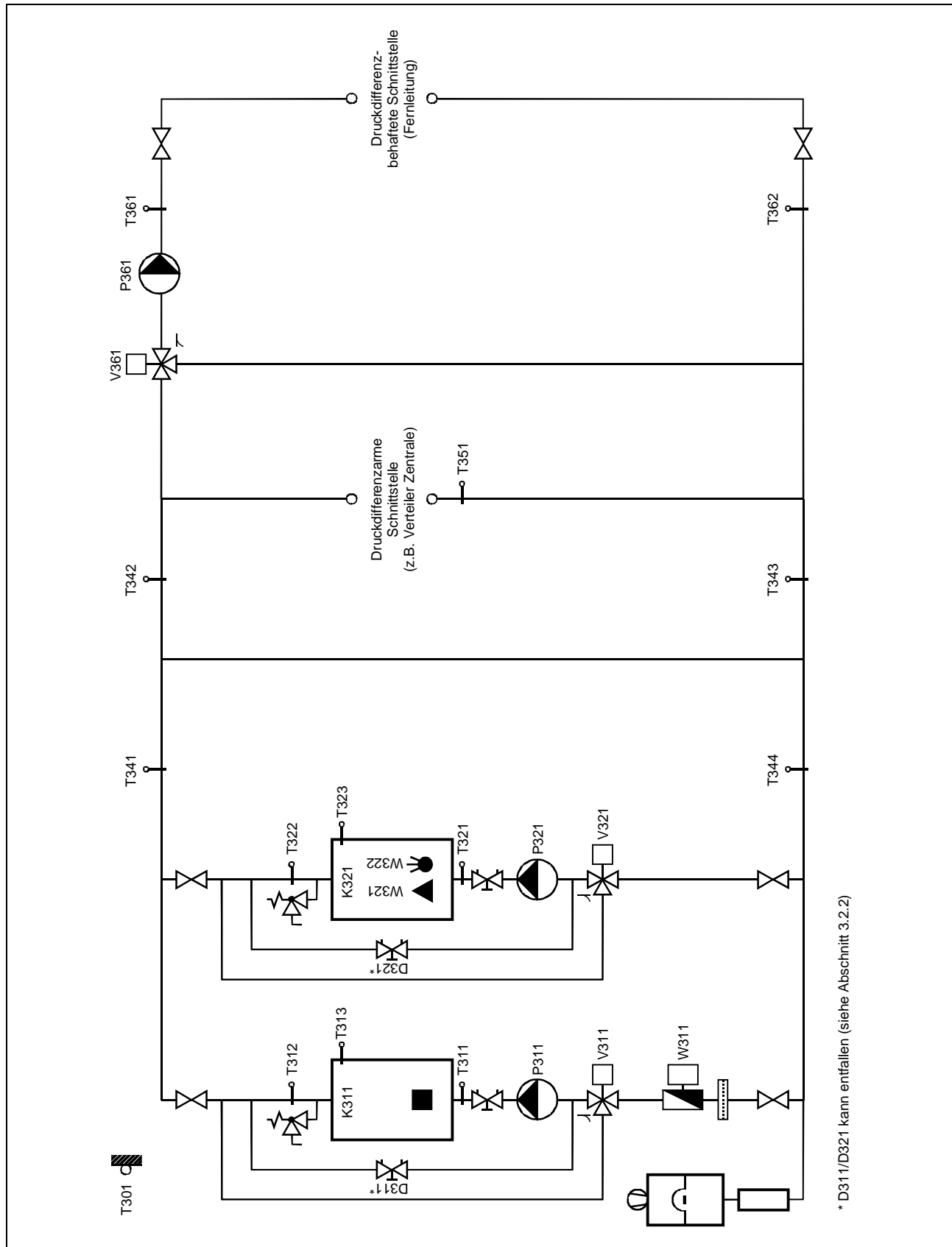


Abbildung 30: Prinzipschema bivalente Holzheizungsanlage ohne Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|--|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 80 | | | |
| Druckdifferenzbehäftete Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 620 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 700 | | | |
| | | | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T342 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T343 |
| Minimal zulässige Holzkessel-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T311 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T313 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T313 |
| Minimal zulässige Öl-/Gaskessel-Eintrittstemp. (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T321 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Öl-/Gaskessel (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T323 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Öl-/Gaskessel (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T323 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzessel | | | | | |
| Max. Kesselleistung) | kW | 500 | | | K311 |
| Min. Kesselleistung | kW | 150 | | | K311 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T312/T313 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 28,7 | | | P311 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P311 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T311 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 28,7 | | | V311 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 0 | | | D311 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V311 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V311 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Öl-/Gaskessel | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 700 | | | K321 |
| Min. Kesselleistung | kW | 280 | | | K321 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T322/T323 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 40,1 | | | P321 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P321 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T321 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 40,1 | | | V321 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 0 | | | D321 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V321 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V321 |
| | | | | | |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 31: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Zur Tiefhaltung der Kesselwassertemperaturen ist es sinnvoll, die Temperaturdifferenz über den Kesseln tief zu halten; deshalb wurde im Beispiel auf die Bypässe D311/D321 verzichtet. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielszahlen sind zu löschen).

3.3 Funktionsbeschreibung

3.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage soll entsprechend Abbildung 32 erfolgen.

3.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- **Manuell:** Sollwert Feuerungsleistung sowohl für den Holzkessel wie für den Öl-/Gaskessel «manuell» als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- **Lokal:** Die internen Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme des Holzkessels bzw. des Öl-/Gaskessels sind aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- **Automatisch:** Der Sollwert der Feuerungsleistung wird sowohl für den Holzkessel wie für den Öl-/Gaskessel durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit der Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse) als Sequenz vorgegeben
- **Weitere Betriebsarten:** Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter», Schwachlastbetrieb mit «Öl-/Gaskessel allein» usw.).

3.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

3.3.4 Regelung Kesselkreis Holzkessel

Die Regelung des Kesselkreises für den Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Bei Betriebsart «automatisch» hat bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur die Regelung auf diesen Grenzwert zu erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Bei Betriebsart «manuell» soll ebenfalls eine Rücklaufhochhaltung erfolgen.

Bei der Betriebsart «lokal» soll die Rücklaufhochhaltung weiter in Betrieb sein, falls das übergeordnete MSR-System noch funktioniert (was bei einem Notbetrieb möglicherweise nicht mehr der Fall ist).

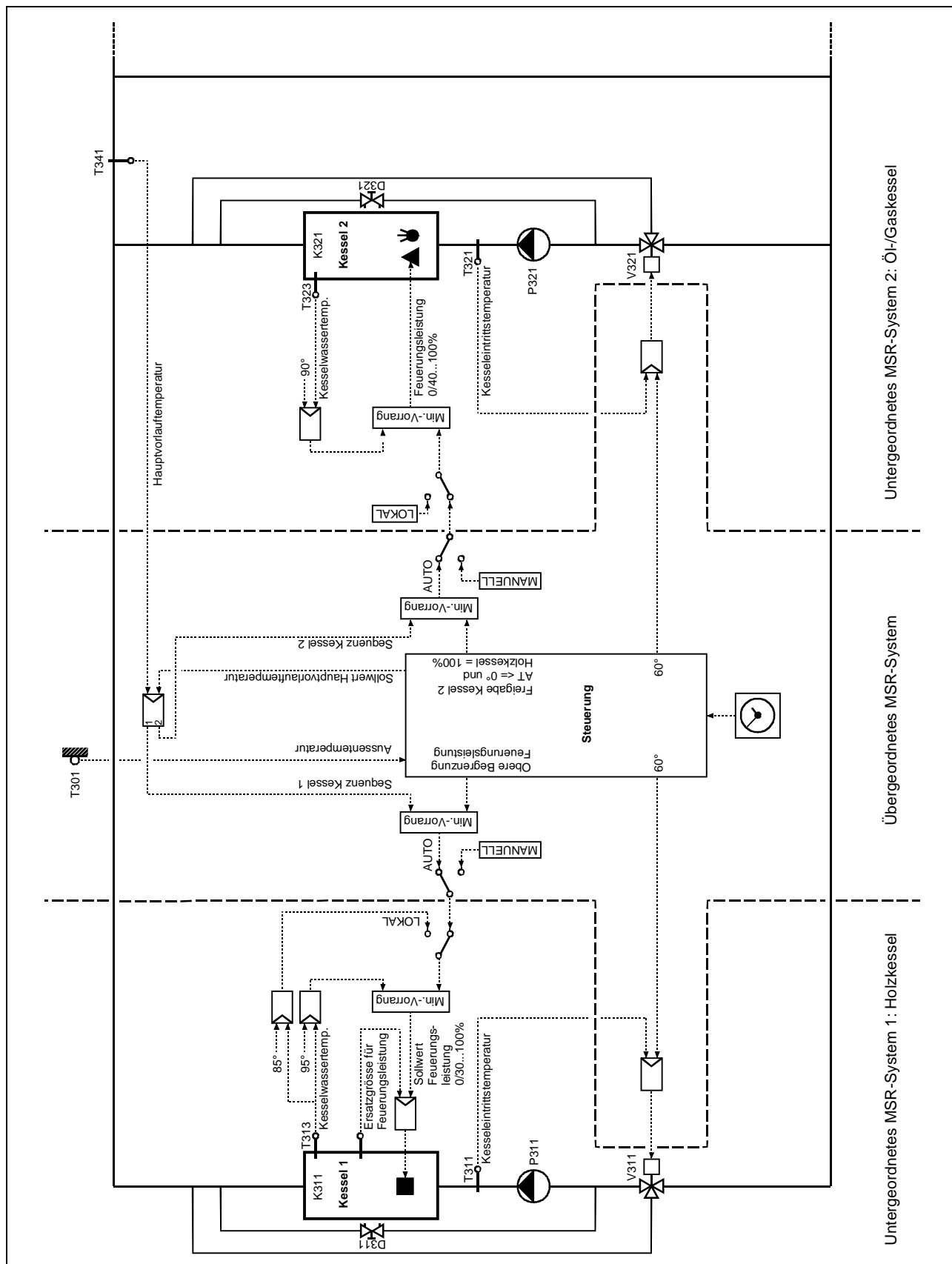


Abbildung 32: Regelschema Standard-Schaltung bivalente Holzheizungsanlage ohne Speicher. Die Minimal-Vorrangsschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

3.3.5 Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel

Die Regelung des Kesselkreises für den Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Bei Betriebsart «automatisch» hat bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur die Regelung auf diesen Grenzwert zu erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Bei Betriebsart «manuell» soll ebenfalls eine Rücklaufhochhaltung erfolgen.

Bei der Betriebsart «lokal» soll die Rücklaufhochhaltung weiter in Betrieb sein, falls das übergeordnete MSR-System noch funktioniert (was bei einem Notbetrieb möglicherweise nicht mehr der Fall ist).

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, entfällt diese Funktion.

3.3.6 Regelung Hauptvorlauftemperatur

Die Regelung der Hauptvorlauftemperatur ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Hauptvorlauftemperatur ist durch Verstellen der Sollwerte der Feuerungsleistung (= Stellgrößen) für den Holzkessel und den Öl-/Gaskessel in Sequenz auf einen Festwert zu regeln.

Wichtig: Die Feuerungsleistungen der Kessel werden über die Hauptvorlauftemperatur, also die Mischtemperatur der beiden Kesselaustrittstemperaturen, geregelt. Es ist ein sorgfältiger hydraulischer Abgleich notwendig, und die Regler zur Begrenzung der Kesselwassertemperaturen sind 5...15 K über den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur einzustellen.

3.3.7 Regelung Feuerungsleistung Holzkessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Holzkessels.

Die Holzfeuerung soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden muss.

Der Regler für die Hauptvorlauftemperatur des übergeordneten MSR-Systems gibt der Holzfeuerung den Sollwert der Feuerungsleistung vor. Mit Hilfe der Steuerung kann dann der Sollwert für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur T313 des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T341, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T313 (z. B. auf 95°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T313 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T313 auf einen höheren Festwert (z. B. auf 95°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T313 (z. B. auf 95°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

3.3.8 Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels.

Die Regelung der Feuerungsleistung soll stetig (bei modulierendem Betrieb) oder in Stufen (bei mehrstufigem Betrieb) erfolgen. Grundsätzlich soll der Öl-/Gaskessel immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, und er soll erst freigegeben werden, wenn der Holzkessel bei Volllast die Leistung bereits seit längerer Zeit nicht mehr bringen kann.

Der Regler für die Hauptvorlauftemperatur des übergeordneten MSR-Systems gibt dem Öl-/Gaskessel den Sollwert der Feuerungsleistung in Sequenz zum Holzkessel vor.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur T323 des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T341, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T323 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T323 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T323 (z. B. auf 90°C)

Wichtig: Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

3.3.9 Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel

Die Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Sequenzregler für die Feuerungsleistung der beiden Kessel ist so auszulegen und durch geeignete Freigabe- und Sperrkriterien zu ergänzen, dass ein zu häufiges Zuschalten des Öl-/Gaskessels sicher verhindert wird.

Beispiele für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel sind:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel eine bestimmte Zeit auf 100%
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel eine bestimmte Zeit wieder auf 90%

Wenn der Holzkessel auf Störung geht, muss der Öl-/Gaskessel automatisch freigegeben werden.

Der jeweils nicht in Betrieb stehende Kessel muss gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.)

Bemerkung: Beim Zuschalten hat Kessel 2 den vollen Volumenstrom bei Minimalleistung und damit eine kleinere Temperaturdifferenz zwischen Eintritt und Austritt als bei Volllast. Diese Abweichung bewirkt ein «Floaten» der Kesselwassertemperaturen: Die Temperatur von Kessel 1 (Volllast) ist höher und diejenige von Kessel 2 (Teillast) tiefer als die Hauptvorlauftemperatur. Dies ist bei der Auslegung zu berücksichtigen, damit die Begrenzung der Kesselwassertemperatur von Kessel 1 genügend hoch eingestellt werden kann.

Es ist zulässig beim Öl-/Gaskessel auf das Dreiwegeventil zu regeln, wenn dadurch die Regelgüte verbessert werden kann:

- Stellgröße Öl-/Gaskessel = Sollwert der Feuerungsleistung (wie gehabt), aber zusätzliche Austrittstemperaturregelung beim Öl-/Gaskessel

- Stellgrösse Öl-/Gaskessel = Hub des Dreiwegeventils im Kesselkreis (anstelle des Sollwertes der Feuerungsleistung); Kesselwassertemperatur durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels geregelt
- Es ist anzugeben, wo der Messort der Hauptregelgrösse ist (T341 oder T342? Maximalvorrang bei T344?)

3.3.10 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesselkreise, der Hauptvorlauftemperatur und der Feuerungsleistungen zu erfolgen hat, ist in Tabelle 33 zu definieren.

| Betriebsart | Regelung Kesselkreise: - Holzkessel - Öl-/Gaskessel | Regelung Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistungen - Holzkessel - Öl-/Gaskessel |
|--|--|--|---|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T311/T321 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T313/T323 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T341 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperaturen T313/T323 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T341 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interne Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja mit Holzkessel <input type="checkbox"/> Ja mit Öl/Gaskessel <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T311/T321 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T313/T323 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T341 durch übergeordnetes MSR-System in Sequenz Holzkessel – Öl-/Gaskessel; Stellgrösse sind die Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen <u>Weitere zulässige Lösungen:</u> <input type="checkbox"/> Zusätzliche Austrittstemperaturregelung beim Öl-/Gaskessel <input type="checkbox"/> Stellgrösse Öl-/Gaskessel = Hub Dreiwegeventil im Kesselkreis Messort Hauptvorlauftemperatur <input type="checkbox"/> bei T341 <input type="checkbox"/> bei T342 <input type="checkbox"/> Maximalvorrang bei T344 | <input type="checkbox"/> Regelung der beiden Feuerungsleistungen durch die untergeordneten MSR-Systeme; Sollwerte vom übergeordneten MSR-System in Sequenz Holzkessel – Öl-/Gaskessel |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Lokal (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb mit Holzkessel und Öl-/Gaskessel <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mit Holzkessel <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mit Öl-Gaskessel <input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein (z. B. Revisions Holzkessel, Notbetrieb) <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 33: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

3.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrößen sind in Tabelle 34 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrößen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrößen wird empfohlen. Die Mess-Genauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 35 sind zu beantworten.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|--|------------|---|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T301 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Eintrittstemperatur | T311 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Austrittstemperatur | T312 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzessel (anderer Messort) | T313 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaskessel-Eintrittstemperatur | T321 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaskessel-Austrittstemperatur | T322 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Öl-Gaskessel (anderer Messort) | T323 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptvorlauftemperatur vor Bypass | T341 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Bypass | T342 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Bypass | T343 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Bypass | T344 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T351 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T361 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T362 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzessel ** | W311 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzessel ** | W311 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaszähler, falls modulierender Öl-/Gaskessel *** | W321/W322 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Betriebsstunden Stufe 1/2, falls zweistufiger Öl-/Gaskessel | W321/W322 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Öl-/Gaskessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzessel | |
| | | Messstellen Partikelabscheider; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <p>* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.</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> | | | |

Tabelle 34: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort <input type="checkbox"/> Auslesen über ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über AB-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über das Internet |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in EXCEL? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |

Tabelle 35: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

3.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 37 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 36 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 37 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll?

- ☐ Hauptplaner
- ☐ Holzkessel-Lieferant
- ☐ Lieferant des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 36: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | | Einheit | Beispiel | | | |
|--|--|---------|----------|--|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel | | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Öl-/Gaskessel | | °C | 60 | | | |
| ■ Regelung Hauptvorlauftemperatur | | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | | |
| Sollwert Hauptvorlauftemperatur | | °C | 85 | | | |
| Stetige Regelung in Sequenz | P-Band für Sequenz 1 (Holzkessel) | % | 200 | | | |
| | Nachstellzeit für Sequenz 1 (Holzkessel) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band für Sequenz 2 (Öl-/Gaskessel) | % | 200 | | | |
| | Nachstellzeit für Sequenz 2 (Öl-/Gaskessel) | Min. | 20 | | | |
| Zweipunkt-Regler in der Sequenz | Holzkessel stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥45 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤35 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥75 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤65 | | | |
| ■ Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel (ggf. abändern) | | | | | | |
| Freigabekriterium: Aussentemperatur | | °C | ≤0 | | | |
| UND (Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel | | % | 100 | | | |
| UND Verzögerungszeit) | | Min. | 30 | | | |
| Sperrkriterium: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel | | % | 90 | | | |
| UND Verzögerungszeit | | Min. | 10 | | | |
| Holzkessel | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 150 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 500 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 95 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |
| Öl-/Gaskessel | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung | | kW | 280 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung <input type="checkbox"/> Stufe 1+2 <input type="checkbox"/> modulierend | | kW | 700 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 2 | | | | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |

Tabelle 37: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

4. Bivalente Holzheizungsanlage mit Speicher

4.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

4.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

- Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:
 - Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
 - Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
 - Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
 - Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben
- Die Betriebswahl soll in einer der folgenden Arten erfolgen:
 - Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank), diese Lösung hat sich in der Praxis bewährt
 - Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
 - Über den Leitrechner eines Leitsystems
- Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

4.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

4.1.3 Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel

Das untergeordnete MSR-System des Holzkessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn ein Partikelabscheider notwendig ist, ist dieser durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu steuern.

Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels zu gewährleisten.

Wenn die SPS des Holzkessels auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen kann (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

4.1.4 Untergeordnetes MSR-System 2: Öl-/Gaskessel

Das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Vorpülung, Zündung und Flammüberwachung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems (stetig bei modulierendem Betrieb, in Stufen bei mehrstufigem Betrieb)
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels zu gewährleisten.

4.1.5 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 38 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Bedienungsebene Abschnitt 4.1.1 | <p>Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems</p> <p>Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet</p> |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 4.1.2 | <p>Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System</p> <p>Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System</p> |
| Untergeordnetes MSR-System 1: Holzkessel Abschnitt 4.1.3 | <p>Welche Stellung/Aufgaben hat die SPS des Holzkessels? <input type="checkbox"/> Sie wird gleichzeitig als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System eingesetzt <input type="checkbox"/> Sie ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet</p> |
| Untergeordnetes MSR-System 2: Öl-/Gaskessel Abschnitt 4.1.4 | <p>Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <input type="checkbox"/> Es ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet</p> |
| Verantwortlichkeiten | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird)</p> |

Tabelle 38: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

4.2 Prinzipschema und Auslegung

4.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 39 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Zusammenschaltung von Holzkessel, Öl/Gaskessel, Speicher, druckdifferenzarme Schnittstelle und Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)
- Der Speicher ist konsequent als Schichtspeicher zu konzipieren
- Speicheranschlüsse mit Querschnittvergrößerung (Geschwindigkeitsreduktion), Prallblech (Brechung des Wasserstrahls) und, falls notwendig, siphoniert (Verhinderung von Einrohrzirkulation)
- Speicheranschlüsse nur oben und unten (keine Anschlüsse dazwischen)
- Es dürfen keine Leitungen im Inneren des Speichers geführt werden (Gefahr eines «thermischen Rührwerks»)
- Der Speicher soll, wenn immer möglich, nicht auf mehrere Behälter aufgeteilt werden. Wenn diese Forderung nicht erfüllt werden kann, ist folgendes zu beachten:
 - Keine Anschlüsse zwischen den Speichern
 - Bei der Regelung des Speicherladezustandes ist jeder Speicher als regeltechnische Einheit zu betrachten (Problem: Wegen der individuellen Schichtung in jedem Speicher kann der wärmere Speicher unten kälter sein als der kältere Speicher oben)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

4.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Speichervolumen ≥ 1 h Speicherkapazität bezogen auf Holzkessel-Nennleistung
- Laderegler/Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über dem Holzkessel ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 40 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T_{443} festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T_{443} , wird empfohlen, einen Bypass im Kesselkreis D411/D421 vorzusehen.

Wichtig: Damit die Kessel die Leistung immer abgeben können, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T_{443} in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

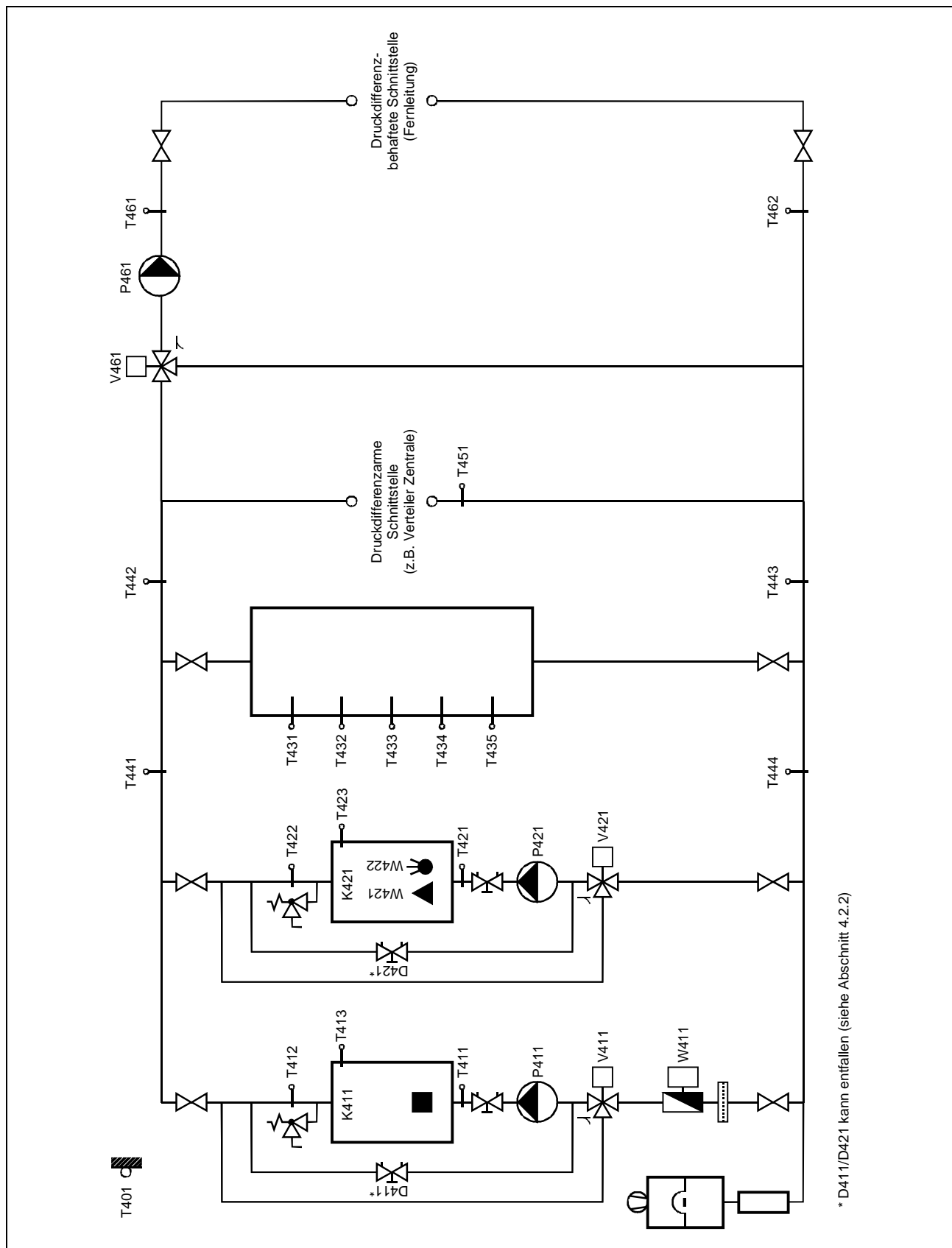


Abbildung 39: Prinzipschema bivalente Holzheizungsanlage mit Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|--|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 80 | | | |
| Druckdifferenzbehäftete Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 620 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 700 | | | |
| | | | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T442 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T443 |
| Minimal zulässige Holzkessel-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T411 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T413 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T413 |
| Minimal zulässige Öl-/Gaskessel-Eintrittstemp. (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T421 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Öl-/Gaskessel (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T423 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Öl-/Gaskessel (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T423 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzessel | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 350 | | | K411 |
| Min. Kesselleistung | kW | 105 | | | K411 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T412/T413 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 20,1 | | | P411 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P411 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T411 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 10,0 | | | V411 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 10,0 | | | D411 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V411 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | – |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V411 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Öl-/Gaskessel | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 700 | | | K421 |
| Min. Kesselleistung | kW | 280 | | | K421 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T422/T423 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 40,1 | | | P421 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P421 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T421 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 20,1 | | | V421 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 20,1 | | | D421 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V421 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | – |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V421 |
| | | | | | |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 40: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen).

4.3 Funktionsbeschreibung

4.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage soll entsprechend Abbildung 41 erfolgen.

4.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- **Manuell:** Sollwert Feuerungsleistung sowohl für den Holzkessel wie für den Öl-/Gaskessel «manuell» als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- **Lokal:** Die internen Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme des Holzkessels bzw. des Öl-/Gaskessels sind aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- **Automatisch:** Der Sollwert der Feuerungsleistung wird sowohl für den Holzkessel wie für den Öl-/Gaskessel durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit des Speicherladezustandes (= Regelgrösse) als Sequenz vorgegeben
- **Weitere Betriebsarten:** Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter», Schwachlastbetrieb mit «Speicher füllen und entleeren», Schwachlastbetrieb mit «Öl-/Gaskessel allein» usw.).

4.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

4.3.4 Regelung Kesselkreis Holzkessel

Die Regelung des Kesselkreises für den Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Regelung der Kesselaustrittstemperatur soll bei Betriebsart «automatisch» stetig über das Regelventil im Kesselkreis auf einen Festwert erfolgen. Bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur soll die Regelung auf diesen Grenzwert erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

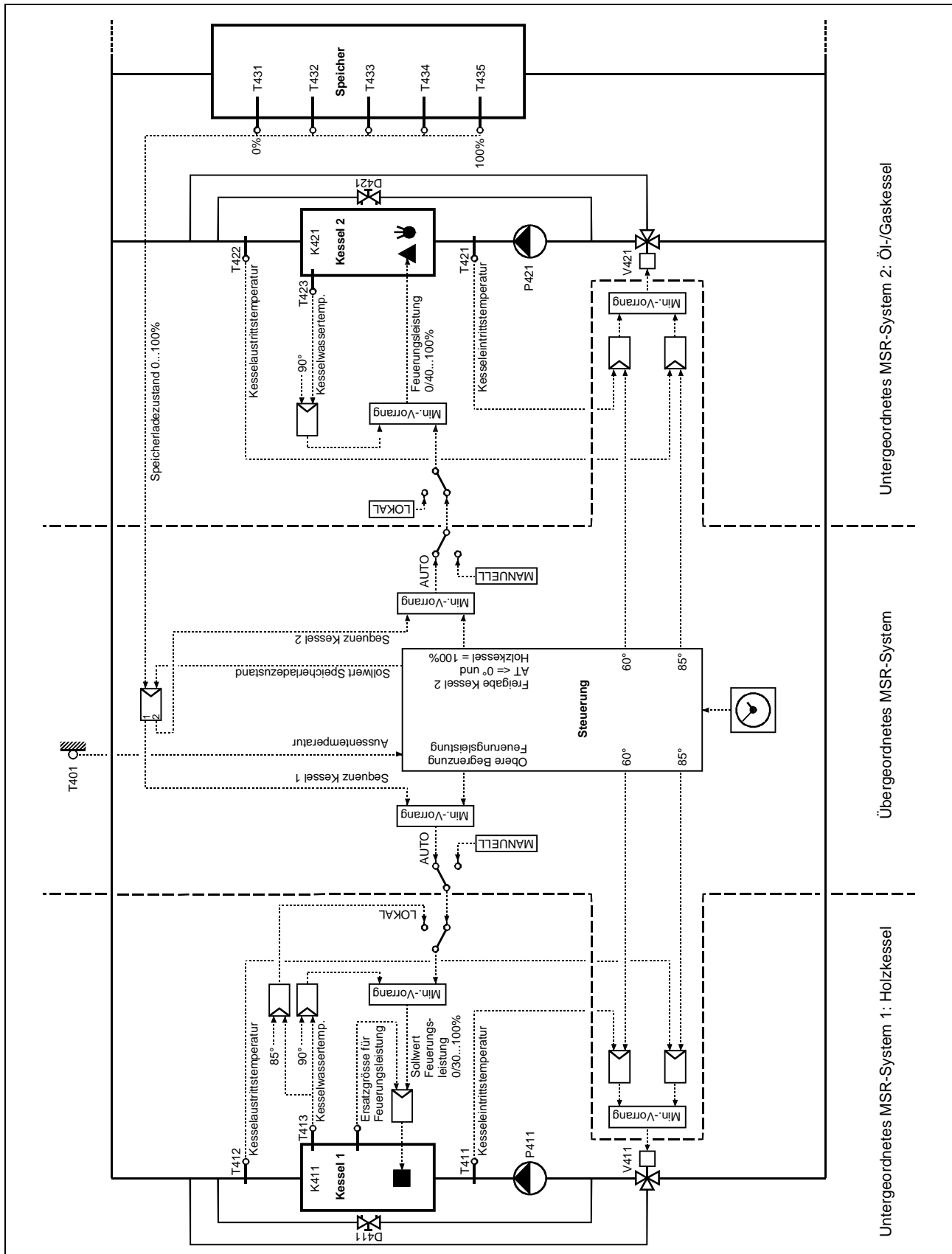


Abbildung 41: Regelschema Standard-Schaltung bivalente Holzheizungsanlage mit Speicher. Die Minimal-Vorrangsschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

4.3.5 Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel

Die Regelung des Kesselkreises für den Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Regelung der Kesselaustrittstemperatur soll bei Betriebsart «automatisch» stetig über das Regelventil im Kesselkreis auf einen Festwert erfolgen. Bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur soll die Regelung auf diesen Grenzwert erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Damit der Speicher bei Betriebsart «manuell», «lokal» oder «Öl-/Gaskessel allein» nicht unkontrolliert durchgeladen wird, sollte der Öl-/Gaskessel ausgeschaltet werden, wenn der Speicher auf einen einstellbaren Wert geladen ist (z. B. aus bei 20% und wieder ein bei 0%).

4.3.6 Regelung Speicherladezustand

Die Regelung des Speicherladezustandes ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Ladezustand des Speichers soll über mindestens 5 Temperaturfühler erfasst werden, die gleichmässig über die Höhe des Speichers verteilt sind. Dies ergibt den Ladezustand des Speichers von 0% bis 100%.

Für die Erfassung des Speicherladezustandes sind unterschiedliche Varianten möglich. Für die Varianten 1 und 2 gilt:

w = Fühler meldet «warm», wenn z. B. $T \geq 75^\circ\text{C}$

k = Fühler meldet «kalt», wenn z. B. $T \leq 65^\circ\text{C}$

Variante 1 (Tabelle 42): Mit Fühlerwertigkeit 20 – 40 – 60 – 80 – 100. Für «alle Fühler kalt» ergibt sich die Wertigkeit 0. Diese Variante ergibt ein stufiges Istwertsignal. Deshalb darf der (schnelle) P-Anteil des Reglers nicht zu gross sein, und Störungen müssen hauptsächlich über den (langsamen) I-Anteil ausgeregelt werden.

Variante 2: Das stufige Signal gemäss Variante 1 kann durch ein regelungstechnisches Verzögerungsglied erster Ordnung (PT1-Glied) geglättet werden. Dabei darf die Zeitkonstante des PT1-Gliedes aber nicht zu gross gewählt werden, weil sonst die Gefahr besteht, dass die zwangsläufig resultierende Zeitverzögerung des Istwertsignals zu Störungen führt. Das «stetigere» Istwertsignal erlaubt aber gegenüber Variante 1 einen etwas grösseren P-Anteil beim Regler.

Variante 3 (Tabelle 43): Eine Glättung der Kennlinie kann auch erreicht werden, wenn über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers interpoliert wird.

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|---|---|---|---|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| k | k | k | k | k | 0 |
| w | k | k | k | k | 20 |
| w | w | k | k | k | 40 |
| w | w | w | k | k | 60 |
| w | w | w | w | k | 80 |
| w | w | w | w | w | 100 |

Tabelle 42: Variante 1 (in Stufen)

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0 |
| 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0...20 |
| > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 20...40 |
| > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | 40...60 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | 60...80 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | 80...100 |

Tabelle 43: Variante 3 (stufenlos)

Bei einer guten Anlage kann davon ausgegangen werden, dass für die Fühlertemperaturen $T_1 \dots T_5$ gilt:

$$T_1 \geq T_2 \geq T_3 \geq T_4 \geq T_5 \quad (T_1 \dots T_5 \text{ von oben nach unten})$$

Der jeweils aktive Fühler ist in Tabelle 43 grau hinterlegt. Es gilt folgende Regel:

- Fühler 1 aktiv, wenn alle anderen Fühlertemperaturen $< 80^\circ\text{C}$
- Fühler 2 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_1 > 80^\circ\text{C}$

- Fühler 3 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_2 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 4 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_3 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 5 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_4 > 80^\circ\text{C}$

Die Güte der Interpolation (Glättung des Signals) ist von der Dicke der Mischzone im Speicher abhängig, und diese Dicke ist keine feste Grösse. Beim gleichen Speicher kann sie – je nach Durchflussgeschwindigkeit, Auskühlung usw. – sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich gilt:

- Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1
- Dicke der Mischzone zwischen null und einem Fühlerabstand ergibt eine immer besser werdende Glättung des Signals
- Dicke der Mischzone ganz wenig grösser als ein Fühlerabstand ergibt die beste Glättung
- Dicke der Mischzone deutlich grösser als ein Fühlerabstand ergibt wieder eine schlechtere Glättung

Variante 4: Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand. Nachteilig ist hier, dass der tatsächlichen Speicherladezustand je nach Dicke der Mischzone, Rücklaufumtemperatur, Auskühlung usw. unterschiedlich wiedergegeben wird: Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1; bei Auslegung auf $85/55^\circ\text{C}$ beträgt der Regelbereich 30 K, wenn am Morgen der Rücklauf mit 25°C zurückkommt beträgt dieser plötzlich 60 K.

Mehr als 5 Speicherfühler: Nur damit kann (in Kombination mit den Varianten 1 bis 4) das Signal wirklich verbessert werden.

Der Speicher soll durch eine stetige Regelung geladen werden. Dieser Regler soll PI-Charakteristik haben. Infolge des I-Anteils kann damit der Speicher ohne bleibende Regelabweichung (wie es beim P-Regler der Fall wäre) auf einen Sollwert von 60...80% geladen werden (bei stufigem Signal einen Stufenwert wählen, z. B. 60%). Wenn die Wärmeabnehmer plötzlich mehr Leistung verlangen, sinkt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird erhöht, und wenn plötzlich weniger Leistung gebraucht wird, steigt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird zurückgeregelt. Im ersten Fall steht die obere Hälfte des Speichers als Leistungsreserve zur Verfügung bis der Holzkessel reagiert hat, und im zweiten Fall kann der Holzkessel den vorübergehenden Leistungsüberschuss an die untere Speicherhälfte abgeben.

Bei Anlagen mit automatischer Zündung soll bei Schwachlastbetrieb (notwendige Holzkesselleistung unter der Minimalleistung) der Speicher mit reduzierter Leistung vollständig gefüllt und entleert werden. Für die Umschaltung von «füllen/entleeren» auf stetige Regelung und zurück ist ein geeignetes Umschaltkriterium zu definieren (z. B. manuelle Umschaltung oder Umschaltung nach Zeitprogramm und Aussentemperatur).

4.3.7 Regelung Feuerungsleistung Holzkessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Holzkessels.

Die Holzfeuerung soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden muss.

Der Regler für den Speicherladezustand des übergeordneten MSR-Systems gibt der Holzfeuerung den Sollwert der Feuerungsleistung vor. Mit Hilfe der Steuerung kann dann der Sollwert für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur T_{413} des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung des Speicherladezustandes, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T_{413} (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T_{413} auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T_{413} auf einen höheren Festwert (z. B. auf 90°C);
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T_{413} (z. B. auf 90°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Holzkessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

4.3.8 Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels.

Die Regelung der Feuerungsleistung soll stetig (bei modulierendem Betrieb) oder in Stufen (bei mehrstufigem Betrieb) erfolgen. Grundsätzlich soll der Öl-/Gaskessel immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, und er soll erst freigegeben werden, wenn der Holzkessel bei Volllast die Leistung bereits seit längerer Zeit nicht mehr bringen kann.

Der Regler für den Speicherladezustand des übergeordneten MSR-Systems gibt dem Öl-/Gaskessel den Sollwert der Feuerungsleistung in Sequenz zum Holzkessel vor.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur T423 des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T441, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T423 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T423 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T423 (z. B. auf 90°C)

Wichtig: Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

4.3.9 Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel

Die Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Sequenzregler für die Feuerungsleistung der beiden Kessel ist so auszulegen und durch geeignete Freigabe- und Sperrkriterien zu ergänzen, dass ein zu häufiges Zuschalten des Öl-/Gaskessels sicher verhindert wird.

Beispiele für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel sind:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel eine bestimmte Zeit auf 100%
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel eine bestimmte Zeit wieder auf 90%

Wenn der Holzkessel auf Störung geht, muss der Öl-/Gaskessel automatisch freigegeben werden.

Der jeweils nicht in Betrieb stehende Kessel muss gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.)

4.3.10 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesselkreise, des Speicherladezustandes und der Feuerungsleistungen zu erfolgen hat, ist in Tabelle 44 zu definieren.

| Betriebsart | Regelung Kesselkreise: - Holzkessel - Öl-/Gaskessel | Regelung Speicherladezustand (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistungen - Holzkessel - Öl-/Gaskessel |
|--|---|---|---|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T411/T421 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperaturen T412/T422 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T413/T423 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperaturen T413/T423 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interne Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja mit Holzkessel <input type="checkbox"/> Ja mit Öl/Gaskessel <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T411/T421 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperaturen T412/T422 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T413/T423 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System in Sequenz Holzkessel – Öl-/Gaskessel; Stellgrösse sind die Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen <input type="checkbox"/> Speicher füllen/entleeren (Schwachlastbetrieb) | <input type="checkbox"/> Regelung der beiden Feuerungsleistungen durch die untergeordneten MSR-Systeme; Sollwerte vom übergeordneten MSR-System in Sequenz Holzkessel – Öl-/Gaskessel |
| Erfassung Speicherladezustand | Anzahl Speicherfühler: (mindestens 5) <input type="checkbox"/> Stufiges Signal (Variante 1) <input type="checkbox"/> Glättung mit PT1-Glied (Variante 2) <input type="checkbox"/> Glättung durch Interpolation über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers (Variante 3) <input type="checkbox"/> Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand (Variante 4) | | |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Lokal (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb mittels stetiger Speicherregelung <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mittels Speicher füllen und entleeren <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mit Öl-/Gaskessel <input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein (z. B. Revison Holzkessel, Notbetrieb) <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 44: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

4.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrößen sind in Tabelle 45 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrößen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrößen wird empfohlen. Die Mess-Genauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 46 sind zu beantworten.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|-------------------------------------|------------|---|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T401 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Eintrittstemperatur | T411 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Holzessel-Austrittstemperatur | T412 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzessel (anderer Messort) | T413 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaskessel-Eintrittstemperatur | T421 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaskessel-Austrittstemperatur | T422 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Öl-Gaskessel (anderer Messort) | T423 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur vor Speicher | T441 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Speicher | T442 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Speicher | T443 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Speicher | T444 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (oben) | T431 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T432 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (Mitte) | T433 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T434 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (unten) | T435 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T451 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T461 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T462 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzessel ** | W411 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzessel ** | W411 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaszähler, falls modulierender Öl-/Gaskessel *** | W421/W422 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Betriebsstunden Stufe 1/2, falls zweistufiger Öl-/Gaskessel | W421/W422 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Öl-/Gaskessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Istwert des Speicherladezustandes | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzessel | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzessel | |
| | | Messstellen Partikelabscheider; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |

* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.

** 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.

*** 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.

Tabelle 45: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort <input type="checkbox"/> Auslesen über ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über AB-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über das Internet |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in EXCEL? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |
| | |
| | |

Tabelle 46: Fragen und Antworten zur Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

4.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 48 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 47 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 48 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll?

- ☐ Hauptplaner
- ☐ Holzkessel-Lieferant
- ☐ Lieferant des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 47: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | | Einheit | Beispiel | | | |
|--|--|---------|----------|--|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel | | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Öl-/Gaskessel | | °C | 60 | | | |
| ■ Speicherladeregelung | | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | | |
| Wie erfolgt die Umschaltung «stetige Regelung» auf «Speicher füllen und entleeren»? <input type="checkbox"/> Umschaltung von Hand <input type="checkbox"/> Andere: | | | | | | |
| Sollwert Speicherladezustand | | % | 60 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «warm» | | °C | ≥75 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «kalt» | | °C | ≤65 | | | |
| Stetige Regelung in Sequenz | P-Band für Sequenz 1 (Holzkessel) | % | 200 | | | |
| | Nachstellzeit für Sequenz 1 (Holzkessel) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band für Sequenz 2 (Öl-/Gaskessel) | % | 200 | | | |
| | Nachstellzeit für Sequenz 2 (Öl-/Gaskessel) | Min. | 20 | | | |
| Zweipunkt-Regler in der Sequenz | Holzkessel stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥45 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤35 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥75 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤65 | | | |
| Speicherfüllen und entleeren | Holzkessel EIN bei Istwert Speicherladezustand | % | 0% | | | |
| | Holzkessel AUS bei Istwert Speicherladezustand | % | 100% | | | |
| | Sollwert Feuerungsleistung (Festwert) | % | 40% | | | |
| ■ Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel (ggf. abändern) | | | | | | |
| Freigabekriterium: Aussentemperatur | | °C | ≤ 0 | | | |
| UND (Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel | | % | 100 | | | |
| UND Verzögerungszeit) | | Min. | 30 | | | |
| Sperrkriterium: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel | | % | 90 | | | |
| UND Verzögerungszeit | | Min. | 10 | | | |
| Holzkessel | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 105 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 350 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 95 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |
| Öl-/Gaskessel | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung | | kW | 280 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung <input type="checkbox"/> Stufe 1+2 <input type="checkbox"/> modulierend | | kW | 700 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 2 | | | | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |

Tabelle 48: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

5. Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage ohne Speicher

5.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

5.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

- Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:
 - Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
 - Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
 - Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
 - Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben
- Die Betriebswahl soll in einer der folgenden Arten erfolgen:
 - Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank)
 - Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
 - Über den Leitrechner eines Leitsystems
- Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

5.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

5.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel haben folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn Partikelabscheider notwendig sind, sind diese durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu steuern.

Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu gewährleisten.

Wenn die SPS der Holzkessel auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen können (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

5.1.4 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 49 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Bedienungsebene Abschnitt 5.1.1 | <p>Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems</p> <p>Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet</p> |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 5.1.2 | <p>Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der gemeinsamen SPS der Holzkessel als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System</p> <p>Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System</p> |
| Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel Abschnitt 5.1.3 | <p>Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig als übergeordnetes und als untergeordnete MSR-Systeme eingesetzt wird <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet ist <input type="checkbox"/> Getrennte SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet sind</p> |
| Verantwortlichkeiten | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird)</p> |

Tabelle 49: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

5.2 Prinzipschema und Auslegung

5.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 50 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Schaltung ist durch den Bypass tatsächlich druckdifferenzarm zu machen, d. h. möglichst kurzer Bypass und Rohrdurchmesser Bypass = Rohrdurchmesser Hauptvorlauf
- Die Zusammenschaltung der Holzkessel, des Bypasses, der druckdifferenzarmen Schnittstelle und der Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)
- Beim Fühler für die Hauptvorlauftemperatur ist für einwandfreie Durchmischung zu sorgen (evtl. statischen Mischer einbauen)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- nur ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Kessel im Hauptrücklauf installiert wird (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!),
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

5.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über den Holzkesseln ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 51 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T_{543} festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T_{543} , wird empfohlen, einen Bypass im Kesselkreis D511/D521 vorzusehen.

Wichtig: Damit die Kessel die Leistung immer abgeben können, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T_{543} in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

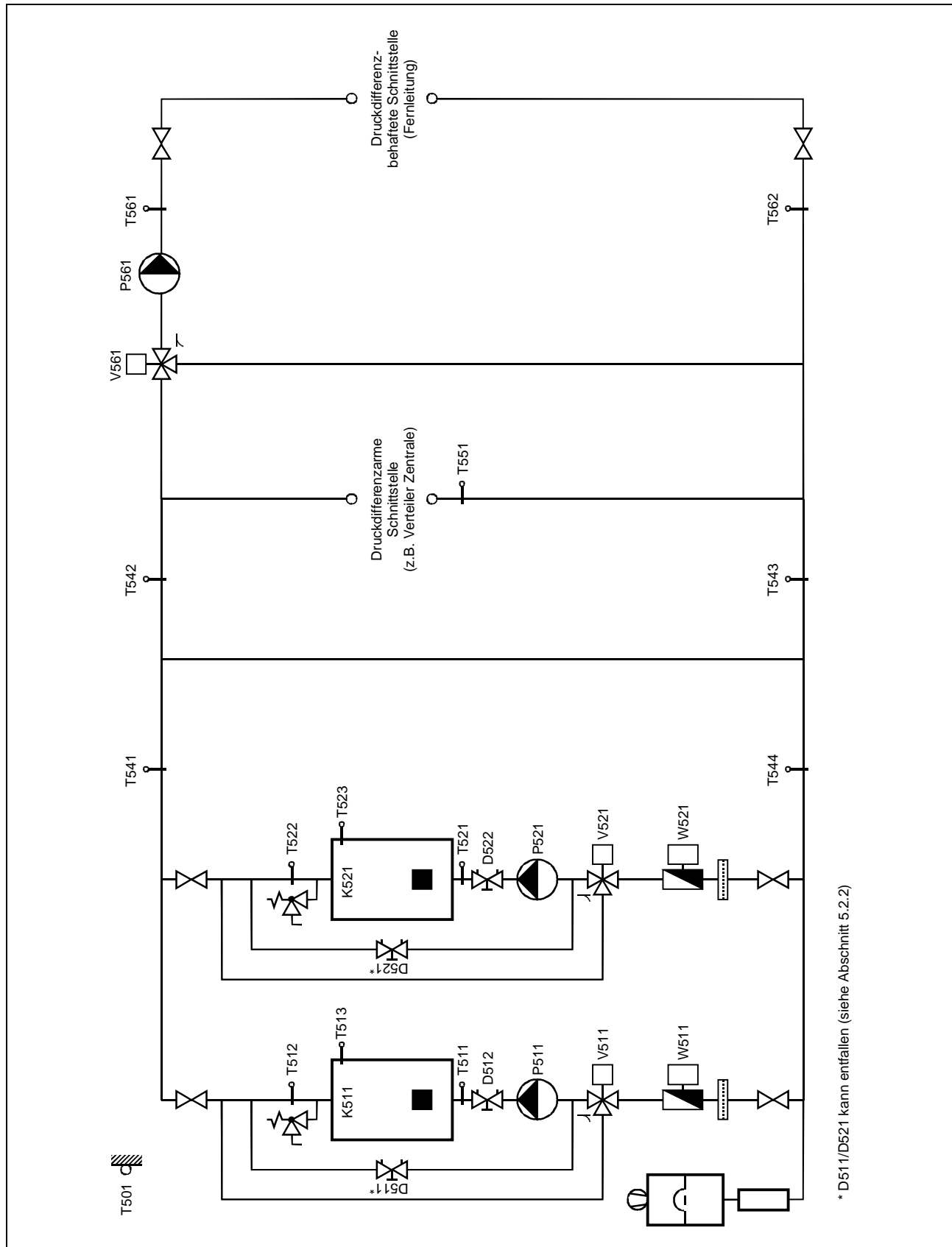


Abbildung 50: Prinzipschema monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage ohne Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|---|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 80 | | | |
| Druckdifferenzbehäftete Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 620 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 700 | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T542 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T543 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 1 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T511 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T513 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T513 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 2 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T521 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T523 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T523 |
| Kesselkreis Holzkessel 1 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 230 | | | K511 |
| Min. Kesselleistung | kW | 70 | | | K511 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T512/T513 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 13,2 | | | P511 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P511 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | 70° | 70 | | | T511 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 6,6 | | | V511 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 6,6 | | | D511 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V511 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V511 |
| Kesselkreis Holzkessel 2 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 470 | | | K521 |
| Min. Kesselleistung | kW | 140 | | | K521 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T522/T523 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 27,0 | | | P521 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P521 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T521 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 13,5 | | | V521 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 13,5 | | | D521 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V521 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V521 |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 51: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen).

5.3 Funktionsbeschreibung

5.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage soll entsprechend Abbildung 52 erfolgen.

5.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- **Manuell:** Sollwert Feuerungsleistung für jeden der beiden Holzkessel «manuell» als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- **Lokal:** Die internen Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel sind aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- **Automatisch:** Der Sollwert der Feuerungsleistung wird für beide Holzkessel durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit der Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse) als Folgeschaltung vorgegeben
- **Kessel 1 allein – Kessel 2 allein – Folgeschaltung:** Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück
- **Weitere Betriebsarten:** Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter» usw.).

5.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

5.3.4 Regelung Kesselkreise der Holzkessel

Die Regelung der Kesselkreise der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Bei Betriebsart «automatisch» hat bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur die Regelung auf diesen Grenzwert zu erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Bei Betriebsart «manuell» soll ebenfalls eine Rücklaufhochhaltung erfolgen.

Bei der Betriebsart «lokal» soll die Rücklaufhochhaltung weiter in Betrieb sein, falls das übergeordnete MSR-System noch funktioniert (was bei einem Notbetrieb möglicherweise nicht mehr der Fall ist).

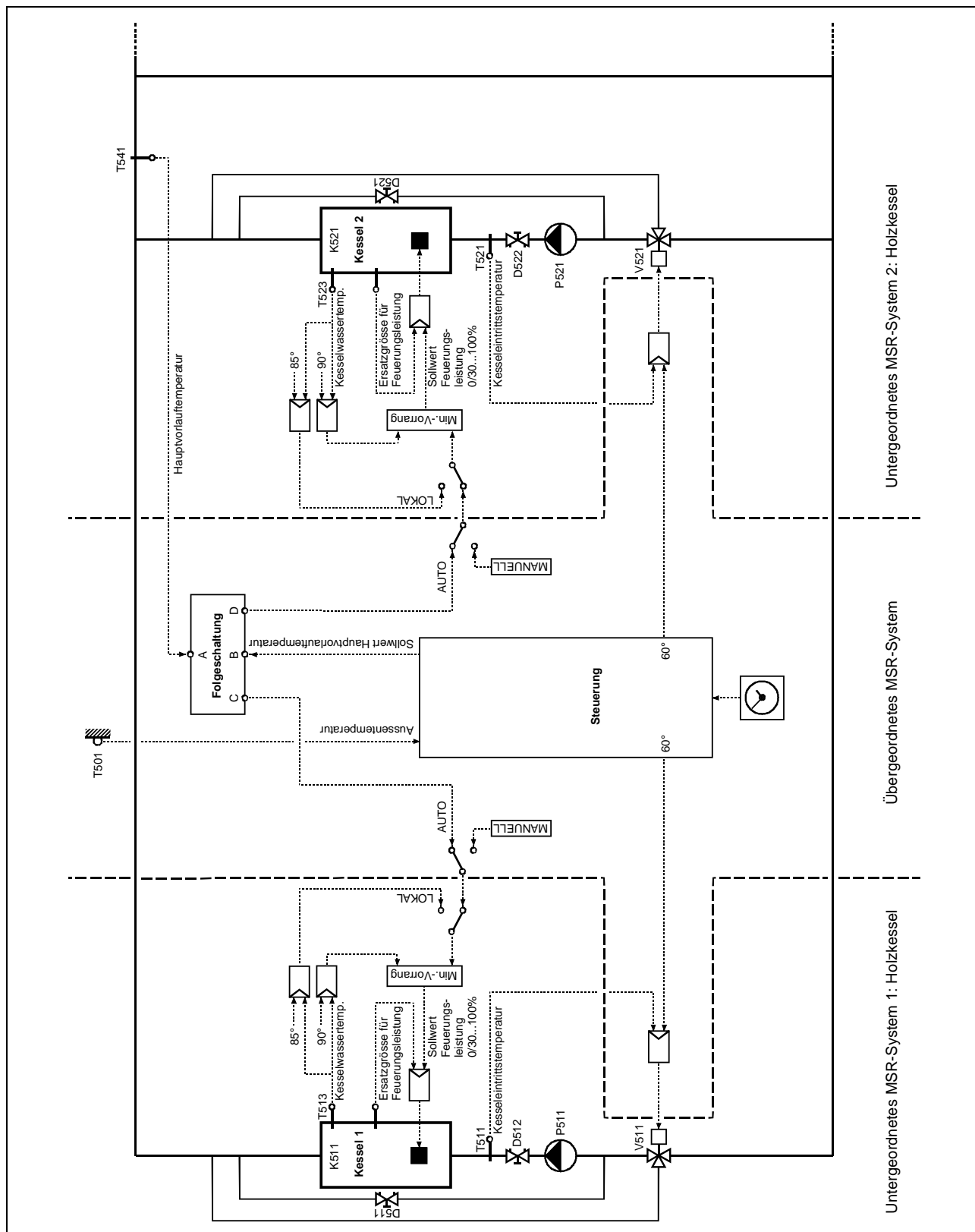


Abbildung 52: Regelschema Standard-Schaltung monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage ohne Speicher. Folgeschaltung siehe Abbildung 53. Die Minimal-Vorrangsschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

5.3.5 Regelung Hauptvorlauftemperatur

Die Regelung der Hauptvorlauftemperatur ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Hauptvorlauftemperatur ist durch Verstellen der Sollwerte der Feuerungsleistung (= Stellgrößen) für die Holzkessel als Folgeschaltung auf einen Festwert zu regeln.

Wichtig: Die Feuerungsleistungen der beiden Holzkessel werden über die Hauptvorlauftemperatur, also die Mischtemperatur der beiden Kesselaustrittstemperaturen, parallel geregelt. Damit beide Holzkessel möglichst parallel arbeiten, ist ein sorgfältiger hydraulischer Abgleich notwendig, und die Regler zur Begrenzung der Kesselwassertemperaturen T513 und T523 sind 5...10 K über den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur einzustellen.

5.3.6 Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel.

Mindestens Holzkessel 1 soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich sollen die Holzfeuerungen immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden müssen.

Der Regler für die Hauptvorlauftemperatur des übergeordneten MSR-Systems gibt den Holzfeuerungen die Sollwerte der Feuerungsleistung als Folgeschaltung vor. Mit Hilfe der Steuerung können dann die Sollwerte für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden.

Die internen Regler für die Kesselwassertemperaturen T513/T523 der beiden untergeordneten MSR-Systeme haben folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T541, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T513/T523 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T513/T523 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T513/T523 auf einen um etwa 5...10 K höheren Festwert (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T513/T523 (z. B. auf 90°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-System der Holzkessel noch zusätzlich zu gewährleisten.

5.3.7 Folgeschaltung der Holzkessel

Die Folgeschaltung der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Das nachfolgende Beispiel geht von einer Leistungsaufteilung der beiden Holzkessel von 33% für Kessel 1 und 67% für Kessel 2 aus. Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb bis auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung):

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn Kessel 1 allein (10...33%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein (20...67%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann

- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein (10...33%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung hat wie folgt zu erfolgen (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung):

- Kessel 2 allein (20...67%)
- Automatische Zuschaltung von Kessel 1 (10...33%) mittels automatischer Zündung (oder Glutbettunterhaltsbetrieb bei grossen Anlagen), wenn Kessel 2 (20...67%) den stündlichen Wärmebedarf nicht mehr decken kann
- Parallelbetrieb Kessel 1 und Kessel 2 (zusammen 30...100%)
- Automatische Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der stündliche Wärmebedarf unter die Summe der beiden Minimalleistungen von 30% fällt

Ein Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung zeigt Abbildung 53.

Der jeweils nicht in Betrieb stehende Kessel muss gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.).

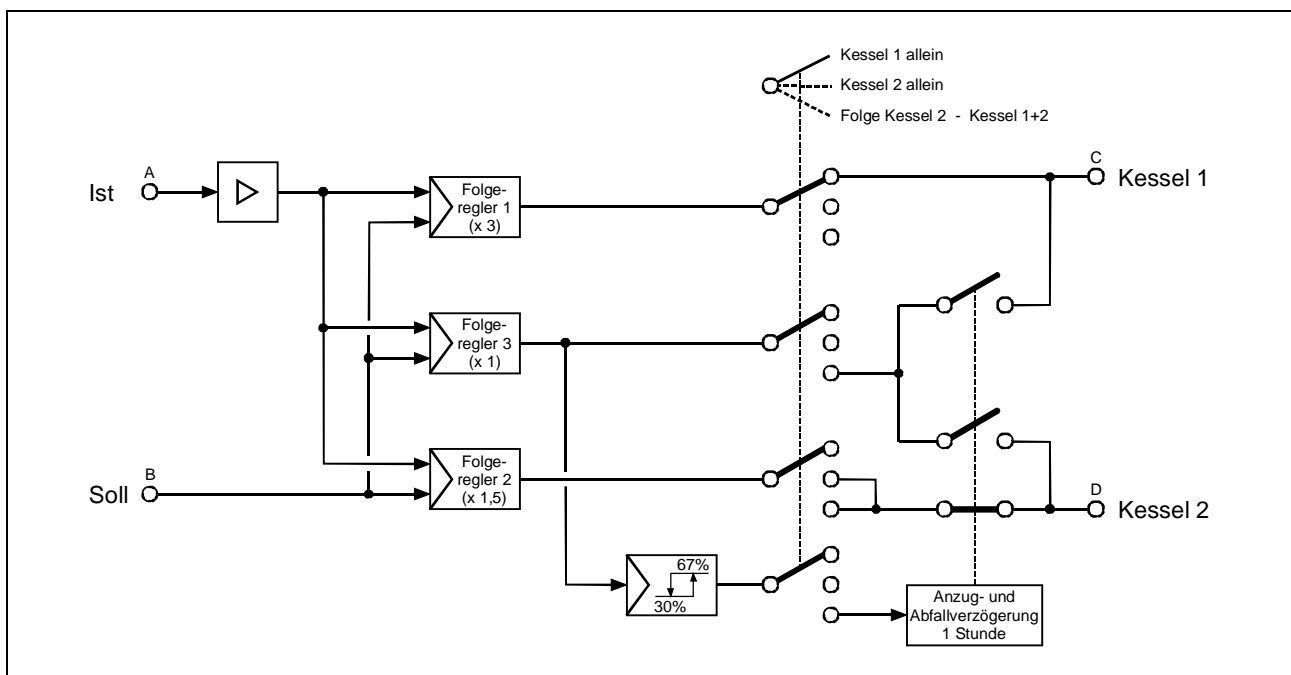


Abbildung 53: Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung. Die Schnittstellen A–D beziehen sich auf Abbildung 52. Damit die Kreisverstärkung für alle drei Regelkreise gleich ist, sind die Übertragungsbeiwerte der drei Regler im Verhältnis 3 : 1,5 : 1 zu wählen (P-Band reziproke Werte 0,33 : 0,67 : 1).

5.3.8 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesselkreise, der Hauptvorlauftemperatur und der Feuerungsleistungen zu erfolgen hat, ist in Tabelle 54 zu definieren.

| Betriebsart | Regelung Kesselkreise: - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 | Regelung Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistungen - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 |
|---|--|---|--|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T511/T521 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T513/T523 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T541 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperaturen T513/T523 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T541 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interne Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T511/T521 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T513/T523 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T541 durch übergeordnetes MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung; Stellgrösse sind die Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen | <input type="checkbox"/> Regelung der beiden Feuerungsleistungen durch die untergeordneten MSR-Systeme; Sollwerte vom übergeordneten MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Lokal (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 allein (kleiner Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 2 allein (grosser Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 + 2 parallel (ohne automatische Folgeschaltung) <input type="checkbox"/> Automatische Folgeschaltung Holzkessel 2 allein – Holzkessel 1 + 2 parallel <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mit Holzkessel 1 <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 54: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept.

5.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrössen sind in Tabelle 55 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrössen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrössen wird empfohlen. Die Mess-Genauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 56 sind zu beantworten.

| | | | |
|---|------------|--|------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T501 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 1 | T511 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 1 | T512 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (anderer Messort) | T513 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 2 | T521 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 2 | T522 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (anderer Messort) | T523 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptvorlauftemperatur vor Bypass | T541 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Bypass | T542 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Bypass | T543 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Bypass | T544 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T551 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T561 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T562 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W511 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W511 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W521 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W521 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 1) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 2 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 2) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 1; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 2; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <p>* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.</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. Ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Kessel im Hauptrücklauf ist zulässig (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!).</p> | | | |

Tabelle 55: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort <input type="checkbox"/> Auslesen über ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über AB-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über das Internet |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in EXCEL? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |
| | |
| | |

Tabelle 56: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

5.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 58 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 57 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 58 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll?

- ☐ Hauptplaner
- ☐ Holzkessel-Lieferant
- ☐ Lieferant des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 57: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | | Einheit | Beispiel | | | |
|--|--|---------|----------|--|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 1 | | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 2 | | °C | 60 | | | |
| ■ Regelung Hauptvorlauftemperatur | | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | | |
| Sollwert Hauptvorlauftemperatur | | °C | 85 | | | |
| Stetige Regelung Folge- regler | P-Band Folgeregler 1 (Holzkessel 1 allein) | % | 75 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 1 (Holzkessel 1 allein) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band Folgeregler 2 (Holzkessel 2 allein) | % | 150 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 2 (Holzkessel 2 allein) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band Folgeregler 3 (Holzkessel 1+2) | % | 225 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 3 (Holzkessel 1+2) | Min. | 20 | | | |
| Zweipunkt- Regler | Holzkessel 1 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel 1 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| | Holzkessel 2 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel 2 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| ■ Folgeschaltung Holzkessel 2 – Holzkessel 1+2 (ggf. abändern) | | | | | | |
| Freigabekriterium Holzkessel 1: | | | | | | |
| Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 2 (in % der Gesamtleistung) | | % | 100 (67) | | | |
| UND Verzögerungszeit | | Min. | 60 | | | |
| Sperrkriterium Holzkessel 1: | | | | | | |
| Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 | | % | 30 | | | |
| UND Verzögerungszeit | | Min. | 60 | | | |
| Holzkessel 1 | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 70 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 230 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |
| Holzkessel 2 | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 140 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 470 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 2 | | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |

Tabelle 58: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

6. Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage mit Speicher

6.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

6.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

- Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:
 - Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
 - Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
 - Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
 - Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben
- Die Betriebswahl soll in einer der folgenden Arten erfolgen:
 - Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank)
 - Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
 - Über den Leitrechner eines Leitsystems
- Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

6.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

6.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel haben folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn Partikelabscheider notwendig sind, sind diese durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu steuern.

Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu gewährleisten.

Wenn die SPS der Holzkessel auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen können (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

6.1.4 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 59 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Bedienungsebene Abschnitt 6.1.1 | <p>Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems</p> <p>Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet</p> |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 6.1.2 | <p>Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der gemeinsamen SPS der Holzkessel als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System</p> <p>Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System</p> |
| Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel Abschnitt 6.1.3 | <p>Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig als übergeordnetes und als untergeordnete MSR-Systeme eingesetzt wird <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet ist <input type="checkbox"/> Getrennte SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet sind</p> |
| Verantwortlichkeiten | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird)</p> |

Tabelle 59: Fragen zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

6.2 Prinzipschema und Auslegung

6.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 60 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Zusammenschaltung der Holzkessel, des Speichers, der druckdifferenzarmen Schnittstelle und der Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)
- Der Speicher ist konsequent als Schichtspeicher zu konzipieren
- Speicheranschlüsse mit Querschnittvergrößerung (Geschwindigkeitsreduktion), Prallblech (Brechung des Wasserstrahls) und, falls notwendig, siphoniert (Verhinderung von Einrohrzirkulation)
- Speicheranschlüsse nur oben und unten (keine Anschlüsse dazwischen)
- Es dürfen keine Leitungen im Inneren des Speichers geführt werden (Gefahr eines «thermischen Rührwerks»)
- Der Speicher soll, wenn immer möglich, nicht auf mehrere Behälter aufgeteilt werden. Wenn diese Forderung nicht erfüllt werden kann, ist folgendes zu beachten:
 - Keine Anschlüsse zwischen den Speichern
 - Bei der Regelung des Speicherladezustandes ist jeder Speicher als regeltechnische Einheit zu betrachten (Problem: Wegen der individuellen Schichtung in jedem Speicher kann der wärmere Speicher unten kälter sein als der kältere Speicher oben)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- nur ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Kessel im Hauptrücklauf installiert wird (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!),
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

6.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Speichervolumen ≥ 1 h Speicherkapazität bezogen auf die Nennleistung des grösseren Holzkessels
- Laderegler/Rücklaufhochhaltung für beide Kessel und Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über den Holzkesseln ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 61 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T643 festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T643, wird empfohlen, einen Bypass im Kesselkreis D611/D621 vorzusehen.

Wichtig: Damit die Kessel die Leistung immer abgeben können, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T643 in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

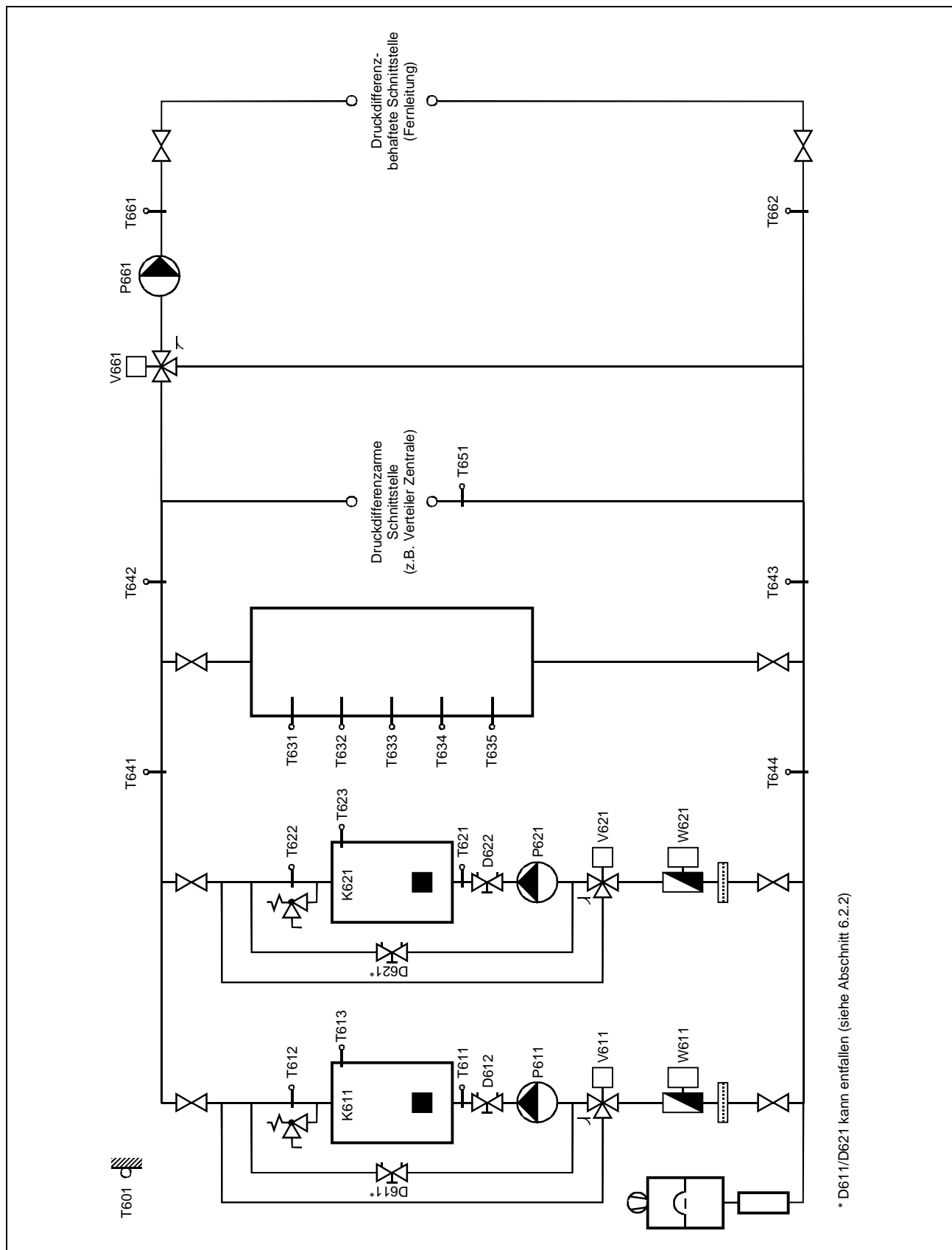


Abbildung 60: Prinzipschema monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage mit Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|---|---------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 80 | | | |
| Druckdifferenzbehäftete Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 620 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 700 | | | |
| | | | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T642 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T643 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 1 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T611 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T613 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T613 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 2 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T621 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T623 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T623 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzkessel 1 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 230 | | | K611 |
| Min. Kesselleistung | kW | 70 | | | K611 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T612/T613 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m³/h | 13,2 | | | P611 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P611 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T611 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m³/h | 6,6 | | | V611 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m³/h | 6,6 | | | D611 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V611 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V611 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzkessel 2 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 470 | | | K621 |
| Min. Kesselleistung | kW | 140 | | | K621 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T622/T623 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m³/h | 27,0 | | | P621 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P621 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T621 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m³/h | 13,5 | | | V621 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m³/h | 13,5 | | | D621 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V621 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V621 |
| | | | | | |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 61: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen).

6.3 Funktionsbeschreibung

6.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage soll entsprechend Abbildung 62 erfolgen.

6.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- **Manuell:** Sollwert Feuerungsleistung für jeden der beiden Holzkessel «manuell» als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- **Lokal:** Die internen Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel sind aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- **Automatisch:** Der Sollwert der Feuerungsleistung wird für beide Holzkessel durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit des Speicherladezustandes (= Hauptregelgrösse) als Folgeschaltung vorgegeben
- **Kessel 1 allein – Kessel 2 allein – Folgeschaltung:** Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück
- **Weitere Betriebsarten:** Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter», Schwachlastbetrieb mit «Speicher füllen und entleeren» usw.).

6.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

6.3.4 Regelung Kesselkreise der Holzkessel

Die Regelung der Kesselkreise der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Regelung der Kesselaustrittstemperatur soll bei Betriebsart «automatisch» stetig über das Regelventil im Kesselkreis auf einen Festwert erfolgen. Bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur soll die Regelung auf diesen Grenzwert erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

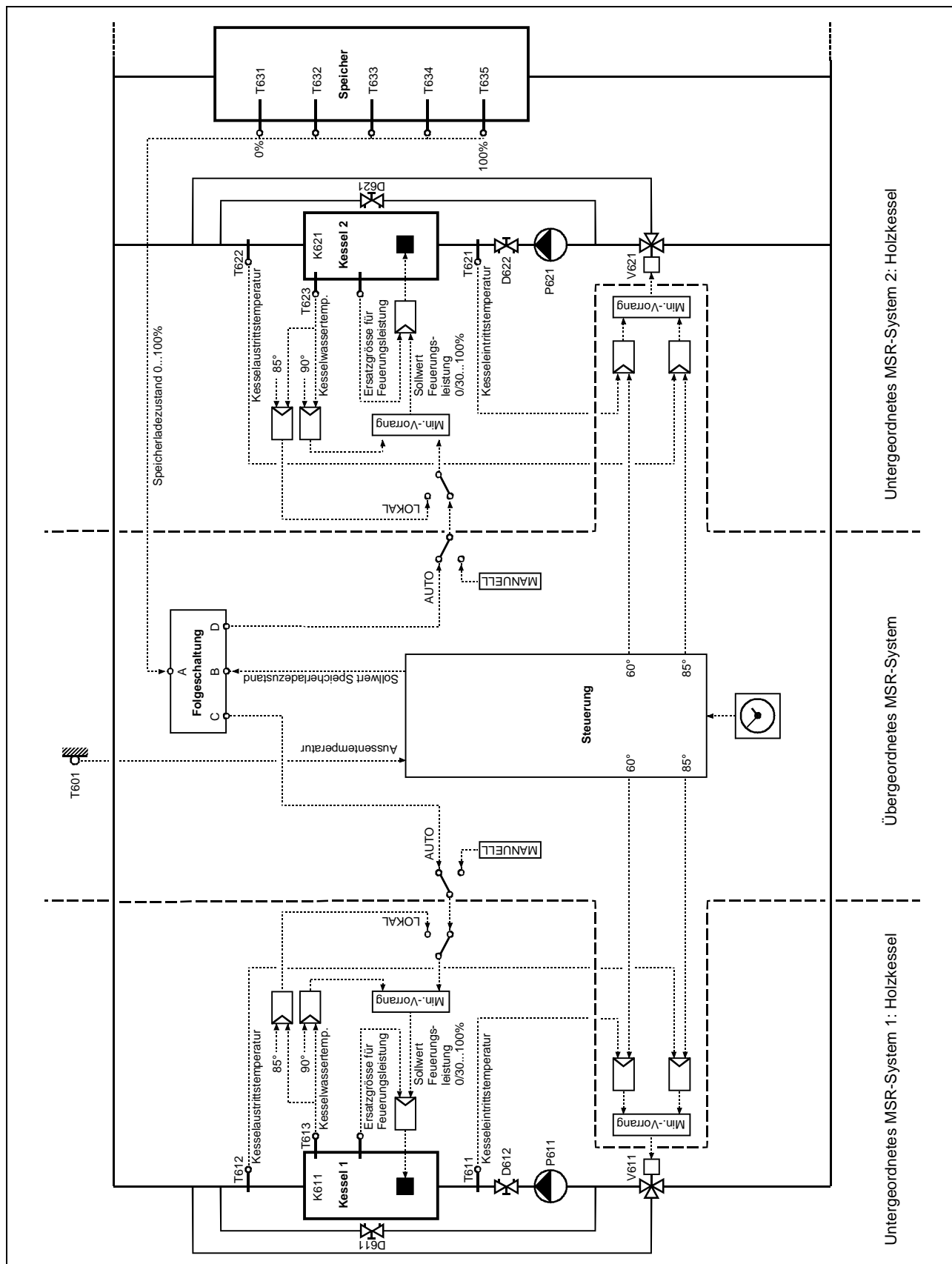


Abbildung 62: Regelschema Standard-Schaltung monovalente Zweikesselanlage mit Speicher. Folgeschaltung siehe Abbildung 65. Die Minimal-Vorrangsschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

6.3.5 Regelung Speicherladezustand

Die Regelung des Speicherladezustandes ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Ladezustand des Speichers soll über mindestens 5 Temperaturfühler erfasst werden, die gleichmässig über die Höhe des Speichers verteilt sind. Dies ergibt den Ladezustand des Speichers von 0% bis 100%.

Für die Erfassung des Speicherladezustandes sind unterschiedliche Varianten möglich. Für die Varianten 1 und 2 gilt:

w = Fühler meldet «warm», wenn z. B. $T \geq 75^\circ\text{C}$

k = Fühler meldet «kalt», wenn z. B. $T \leq 65^\circ\text{C}$

Variante 1 (Tabelle 63): Mit Fühlerwertigkeit 20 – 40 – 60 – 80 – 100. Für «alle Fühler kalt» ergibt sich die Wertigkeit 0. Diese Variante ergibt ein stufiges Istwertsignal. Deshalb darf der (schnelle) P-Anteil des Reglers nicht zu gross sein, und Störungen müssen hauptsächlich über den (langsamen) I-Anteil ausgeregelt werden.

Variante 2: Das stufige Signal gemäss Variante 1 kann durch ein regelungstechnisches Verzögerungsglied erster Ordnung (PT1-Glied) geglättet werden. Dabei darf die Zeitkonstante des PT1-Gliedes aber nicht zu gross gewählt werden, weil sonst die Gefahr besteht, dass die zwangsläufig resultierende Zeitverzögerung des Istwertsignals zu Störungen führt. Das «stetigere» Istwertsignal erlaubt aber gegenüber Variante 1 einen etwas grösseren P-Anteil beim Regler.

Variante 3 (Tabelle 64): Eine Glättung der Kennlinie kann auch erreicht werden, wenn über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers interpoliert wird.

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|---|---|---|---|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| k | k | k | k | k | 0 |
| w | k | k | k | k | 20 |
| w | w | k | k | k | 40 |
| w | w | w | k | k | 60 |
| w | w | w | w | k | 80 |
| w | w | w | w | w | 100 |

Tabelle 63: Variante 1 (in Stufen)

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0 |
| 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0...20 |
| > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 20...40 |
| > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | 40...60 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | 60...80 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | 80...100 |

Tabelle 64: Variante 3 (stufenlos)

Bei einer guten Anlage kann davon ausgegangen werden, dass für die Fühlertemperaturen $T_1 \dots T_5$ gilt:

$$T_1 \geq T_2 \geq T_3 \geq T_4 \geq T_5 \quad (T_1 \dots T_5 \text{ von oben nach unten})$$

Der jeweils aktive Fühler ist in Tabelle 64 grau hinterlegt. Es gilt folgende Regel:

- Fühler 1 aktiv, wenn alle anderen Fühlertemperaturen $< 80^\circ\text{C}$
- Fühler 2 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_1 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 3 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_2 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 4 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_3 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 5 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_4 > 80^\circ\text{C}$

Die Güte der Interpolation (Glättung des Signals) ist von der Dicke der Mischzone im Speicher abhängig, und diese Dicke ist keine feste Grösse. Beim gleichen Speicher kann sie – je nach Durchflussgeschwindigkeit, Auskühlung usw. – sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich gilt:

- Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1
- Dicke der Mischzone zwischen null und einem Fühlerabstand ergibt eine immer besser werdende Glättung des Signals
- Dicke der Mischzone ganz wenig grösser als ein Fühlerabstand ergibt die beste Glättung
- Dicke der Mischzone deutlich grösser als ein Fühlerabstand ergibt wieder eine schlechtere Glättung

Variante 4: Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand. Nachteilig ist hier, dass der tatsächlichen Speicherladezustand je nach Dicke der Mischzone, Rücklauftemperatur, Auskühlung usw. unterschiedlich wiedergegeben wird: Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1; bei Auslegung auf 85/55°C beträgt der Regelbereich 30 K, wenn am Morgen der Rücklauf mit 25°C zurückkommt beträgt dieser plötzlich 60 K.

Mehr als 5 Speicherfühler: Nur damit kann (in Kombination mit den Varianten 1 bis 4) das Signal wirklich verbessert werden.

Der Speicher soll durch eine stetige Regelung geladen werden. Dieser Regler soll PI-Charakteristik haben. Infolge des I-Anteils kann damit der Speicher ohne bleibende Regelabweichung (wie es beim P-Regler der Fall wäre) auf einen Sollwert von 60...80% geladen werden (bei stufigem Signal einen Stufenwert wählen, z. B. 60%). Wenn die Wärmeabnehmer plötzlich mehr Leistung verlangen, sinkt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird erhöht, und wenn plötzlich weniger Leistung gebraucht wird, steigt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird zurückgeregelt. Im ersten Fall steht die obere Hälfte des Speichers als Leistungsreserve zur Verfügung bis der Holzkessel reagiert hat, und im zweiten Fall kann der Holzkessel den vorübergehenden Leistungsüberschuss an die untere Speicherhälfte abgeben.

Bei Anlagen mit automatischer Zündung soll bei Schwachlastbetrieb (notwendige Holzkesselleistung unter der Minimalleistung) der Speicher mit reduzierter Leistung vollständig gefüllt und entleert werden. Für die Umschaltung von «füllen/entleeren» auf stetige Regelung und zurück ist ein geeignetes Umschaltkriterium zu definieren (z. B. manuelle Umschaltung oder Umschaltung nach Zeitprogramm und Aussentemperatur).

6.3.6 Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel.

Mindestens Holzkessel 1 soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich sollen die Holzfeuerungen immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden müssen.

Der Regler für den Speicherladezustand des übergeordneten MSR-Systems gibt den Holzfeuerungen die Sollwerte der Feuerungsleistung als Folgeschaltung vor. Mit Hilfe der Steuerung können dann die Sollwerte für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden.

Die internen Regler für die Kesselwassertemperaturen T613/T623 der beiden untergeordneten MSR-Systeme haben folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T641, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T613/T623 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T613/T623 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T613/T623 auf einen höheren Festwert (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T613/T623 (z. B. auf 90°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-System der Holzkessel noch zusätzlich zu gewährleisten.

6.3.7 Folgeschaltung der Holzkessel

Die Folgeschaltung der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Das nachfolgende Beispiel geht von einer Leistungsaufteilung der beiden Holzkessel von 33% für Kessel 1 und 67% für Kessel 2 aus. Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb bis auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung):

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn Kessel 1 allein (10...33%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein (20...67%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein (10...33%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung hat wie folgt zu erfolgen (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung):

- Kessel 2 allein (20...67%)
- Automatische Zuschaltung von Kessel 1 (10...33%) mittels automatischer Zündung (oder Glutbettunterhaltsbetrieb bei grossen Anlagen), wenn Kessel 2 (20...67%) den stündlichen Wärmebedarf nicht mehr decken kann
- Parallelbetrieb Kessel 1 und Kessel 2 (zusammen 30...100%)
- Automatische Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der stündliche Wärmebedarf unter die Summe der beiden Minimalleistungen von 30% fällt

Ein Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung zeigt Abbildung 65.

Der jeweils nicht in Betrieb stehende Kessel muss gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.).

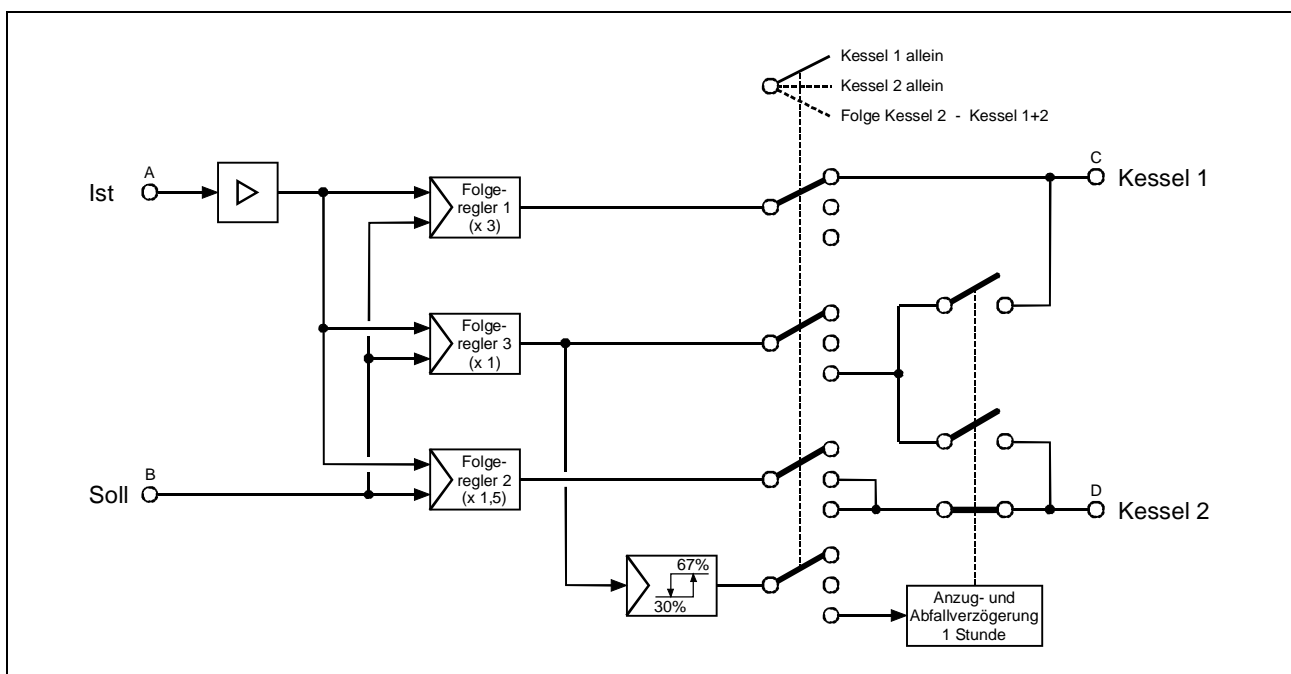


Abbildung 65: Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung. Die Schnittstellen A–D beziehen sich auf Abbildung 62. Damit die Kreisverstärkung für alle drei Regelkreise gleich ist, sind die Übertragungsbeiwerte der drei Regler im Verhältnis 3 : 1,5 : 1 zu wählen (P-Band reziproke Werte 0,33 : 0,67 : 1).

6.3.8 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesselkreise, des Speicherladezustandes und der Feuerungsleistungen zu erfolgen hat, ist in Tabelle 66 zu definieren (ein Beispiel ist eingetragen).

| Betriebsart | Regelung Kesselkreise: - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 | Regelung Speicherladezustand (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistungen - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 |
|---|--|--|--|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T611/T621 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperaturen T612/T622 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T613/T623 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperaturen T613/T623 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interne Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen T611/T621 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperaturen T612/T622 durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen T613/T623 durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung; Stellgrösse sind die Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen <input type="checkbox"/> Speicher füllen/entleeren (Schwachlastbetrieb) | <input type="checkbox"/> Regelung der beiden Feuerungsleistungen durch die untergeordneten MSR-Systeme; Sollwerte vom übergeordneten MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung |
| Erfassung Speicherladezustand | Anzahl Speicherfühler: (mindestens 5) <input type="checkbox"/> Stufiges Signal (Variante 1) <input type="checkbox"/> Glättung mit PT1-Glied (Variante 2) <input type="checkbox"/> Glättung durch Interpolation über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers (Variante 3) <input type="checkbox"/> Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand (Variante 4) | | |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Lokal (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 allein (kleiner Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 2 allein (grosser Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 + 2 parallel (ohne automatische Folgeschaltung) <input type="checkbox"/> Automatische Folgeschaltung Holzkessel 2 allein – Holzkessel 1 + 2 parallel <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mittels Speicher füllen/entleeren mit Holzkessel 1 <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 66: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

6.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrößen sind in Tabelle 67 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrößen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrößen wird empfohlen. Die Mess-Genauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 68 sind zu beantworten.

| | | | |
|-------------------------------------|------------|--|------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T601 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 1 | T611 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 1 | T612 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (anderer Messort) | T613 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 2 | T621 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 2 | T622 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (anderer Messort) | T623 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur vor Speicher | T641 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Speicher | T642 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Speicher | T643 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Speicher | T644 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (oben) | T631 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T632 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (Mitte) | T633 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T634 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (unten) | T635 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T651 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T661 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T662 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W611 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W611 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W621 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W621 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 1) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 2 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 2) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Istwert des Speicherladezustandes | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 1; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 2; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |

* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.

** 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. Ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Kessel im Hauptrücklauf ist zulässig (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!).

Tabelle 67: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort, d. h. kein Telefonanschluss/Modem notwendig <input type="checkbox"/> AB-Telefonanschluss mit Analog-Modem <input type="checkbox"/> ISDN-Telefonanschluss mit Terminal-Adapter |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in EXCEL? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Bezug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |

Tabelle 68: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

6.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 70 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 69 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 70 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll?

- ☐ Hauptplaner
- ☐ Holzkessel-Lieferant
- ☐ Lieferant des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 69: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | | Einheit | Beispiel | | | |
|--|--|---------|----------|--|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | | |
| ■ Laderegler | | | | | | |
| Sollwert Kesselaustrittstemperatur Holzkessel 1 | | °C | 85 | | | |
| Sollwert Kesselaustrittstemperatur Holzkessel 2 | | °C | 85 | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 1 | | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 2 | | °C | 60 | | | |
| ■ Speicherladeregelung | | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | | |
| Wie erfolgt die Umschaltung «stetige Regelung» auf «Speicher füllen und entleeren»? <input type="checkbox"/> Umschaltung von Hand <input type="checkbox"/> Andere: | | | | | | |
| Sollwert Speicherladezustand | | % | 60 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «warm» | | °C | ≥75 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «kalt» | | °C | ≤65 | | | |
| Stetige Regelung in Sequenz | P-Band Folgeregler 1 (Holzkessel 1 allein) | % | 75 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 1 (Holzkessel 1 allein) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band Folgeregler 2 (Holzkessel 2 allein) | % | 150 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 2 (Holzkessel 2 allein) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band Folgeregler 3 (Holzkessel 1+2) | % | 225 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 3 (Holzkessel 1+2) | Min. | 20 | | | |
| Zweipunkt-Regler in der Sequenz | Holzkessel 1 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel 1 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| | Holzkessel 2 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel 2 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| ■ Folgeschaltung Holzkessel 2 – Holzkessel 1+2 (ggf. abändern) | | | | | | |
| Freigabekriterium Holzkessel 1: | | | | | | |
| Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 2 (in % der Gesamtleistung) | | % | 100 (67) | | | |
| UND Verzögerungszeit | | Min. | 60 | | | |
| Sperrkriterium Holzkessel 1: | | | | | | |
| Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 | | % | 30 | | | |
| UND Verzögerungszeit | | Min. | 60 | | | |
| Holzkessel 1 | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 70 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 230 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |
| Holzkessel 2 | | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 140 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | | kW | 470 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 2 | | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | | °C | 110 | | | |

Tabelle 70: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

7. Bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel)

7.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

7.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

- Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:
 - Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
 - Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
 - Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
 - Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben
- Die Betriebswahl soll in einer der folgenden Arten erfolgen:
 - Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank)
 - Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
 - Über den Leitrechner eines Leitsystems
- Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

7.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

7.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel haben folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn Partikelabscheider notwendig sind, sind diese durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu steuern.

Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu gewährleisten.

Wenn die SPS der Holzkessel auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen können (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

7.1.4 Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels

Das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Vorpülung, Zündung und Flammüberwachung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems (stetig bei modulierendem Betrieb, in Stufen bei mehrstufigem Betrieb)
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels zu gewährleisten.

7.1.5 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 71 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Bedienungsebene Abschnitt 7.1.1 | <p>Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems</p> <p>Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet</p> |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 7.1.2 | <p>Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der gemeinsamen SPS der Holzkessel als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System</p> <p>Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System</p> |
| Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel Abschnitt 7.1.3 | <p>Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig als übergeordnetes und als untergeordnete MSR-Systeme eingesetzt wird <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet ist <input type="checkbox"/> Getrennte SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet sind</p> |
| Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels Abschnitt 7.1.4 | <p>Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <input type="checkbox"/> Es ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet</p> |
| Verantwortlichkeiten | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird)</p> |

Tabelle 71: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

7.2 Prinzipschema und Auslegung

7.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 72 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Schaltung ist durch den Bypass tatsächlich druckdifferenzarm zu machen, d. h. möglichst kurzer Bypass und Rohrdurchmesser Bypass = Rohrdurchmesser Hauptvorlauf
- Die Zusammenschaltung der Holzkessel, des Öl-/Gaskessels, des Bypasses, der druckdifferenzarmen Schnittstelle und der Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)

- Beim Fühler für die Hauptvorlauftemperatur ist für einwandfreie Durchmischung zu sorgen (evtl. statischen Mischer einbauen)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- nur ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Holzkessel im Hauptrücklauf installiert wird (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!),
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

7.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Rücklaufhochhaltung für die Kessel und die Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über den Holzkesseln ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, kann das Dreiwegeventil durch eine dichtschiessende Motorklappe ersetzt werden.

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 73 und Tabelle 74 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T_{743} festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T_{743} , kann ein Bypass im Kesselkreis D711/D721/D731 vorgesehen werden (zur Tiefhaltung der Kesselwassertemperaturen möglicherweise nicht erwünscht).

Wichtig: Damit die Kessel die Leistung immer abgeben können, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T_{743} in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

Hydraulisch und regelungstechnisch ist diese Schaltung anspruchsvoll. Letztendlich muss der Hauptplaner entscheiden, ob die vorliegende Schaltung WE7 ohne Speicher realisierbar ist, oder ob die nächste Schaltung WE8 mit Speicher notwendig ist. Für die Schaltung WE7 sollten folgende Forderungen erfüllt sein:

- Keine allzu grossen Lastspitzen und keine überdimensionierten Kessel
- Relativ stabile Hauptregelgrösse (Hauptvorlauftemperatur), d. h. keine abrupt mit grosser Leistung auftretenden Störgrössen und eine stabil eingestellte Vorregelung
- Es muss ein genügend grosser Abstand zwischen dem Sollwert der Hauptvorlauftemperatur und der Begrenzung der Kesselwassertemperaturen der Holzkessel möglich sein, damit ein «floaten» der Kessel ohne Begrenzung der Holzkesselleistungen möglich ist
- Brauchbare Freigabe- und Sperrkriterien für die Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel, um ein häufiges Zu- und Wegschalten erfolgreich verhindern zu können

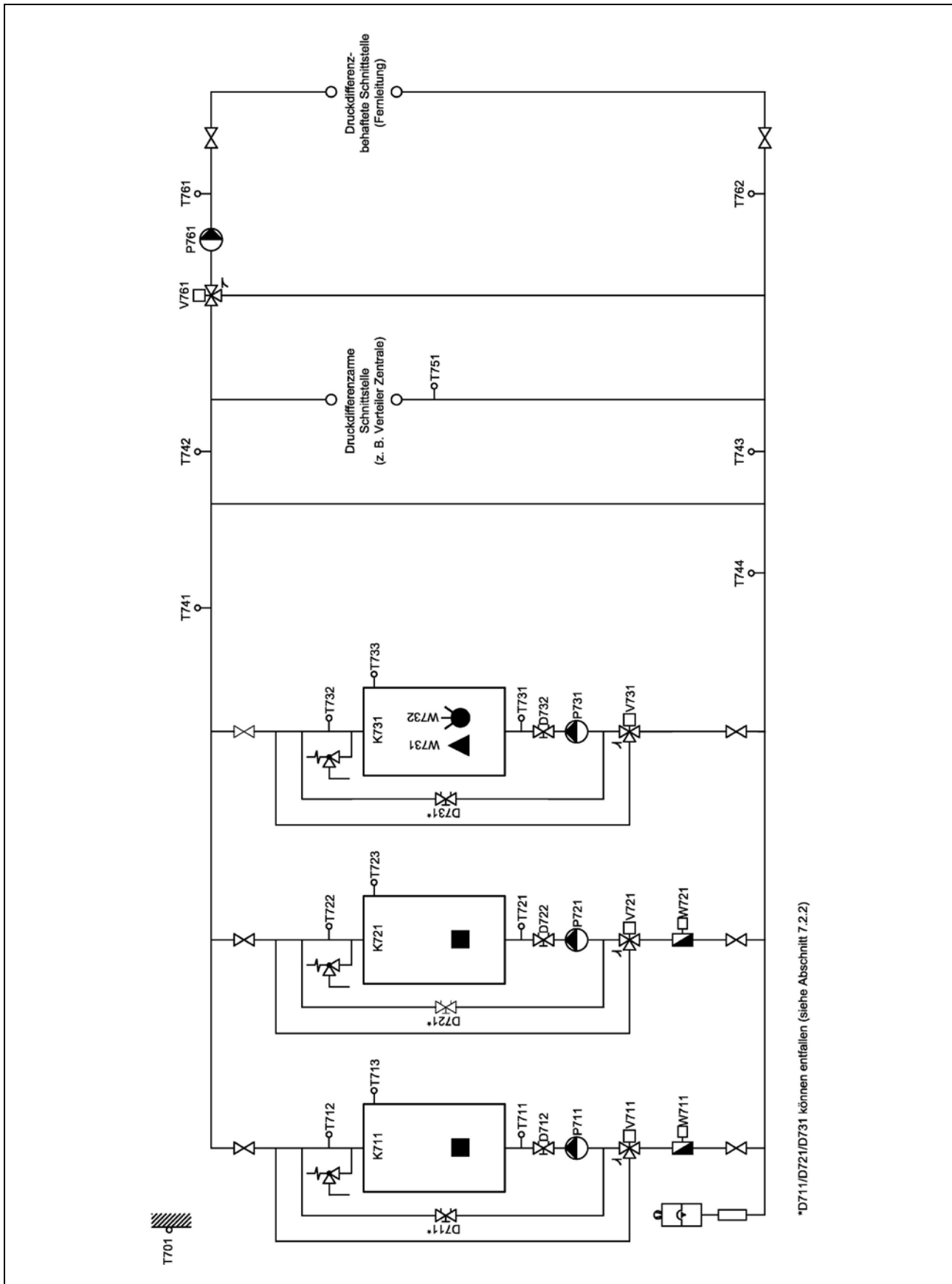


Abbildung 72: Prinzipschema bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|---|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 200 | | | |
| Druckdifferenzbehafte Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 1800 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 2000 | | | |
| | | | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T742 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T743 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 1 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T711 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T713 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T713 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 2 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T721 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T723 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T723 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Öl-Gaskessel (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T731 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Öl-Gaskessel (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T733 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Öl-Gaskessel (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T733 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzkessel 1 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 450 | | | K711 |
| Min. Kesselleistung | kW | 135 | | | K711 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T712/T713 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 25,8 | | | P711 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P711 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T711 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 25,8 | | | V711 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 0 | | | D711 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V711 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V711 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzkessel 2 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 900 | | | K721 |
| Min. Kesselleistung | kW | 270 | | | K721 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T722/T723 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 51,6 | | | P721 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P721 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T721 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 51,6 | | | V721 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 0 | | | D721 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V721 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V721 |

Tabelle 73: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung (Teil 1). Zur Tiefhaltung der Kesselwassertemperaturen ist es sinnvoll, die Temperaturdifferenz über den Kesseln tief zu halten; deshalb wurde im Beispiel auf die Bypässe D711/7321/D731 verzichtet. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen).

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|---|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Kesselkreis Öl-/Gaskessel | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 1550 | | | K731 |
| Min. Kesselleistung | kW | 620 | | | K731 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T732/T733 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 88,9 | | | P731 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P731 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T731 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 88,9 | | | V731 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 0 | | | D731 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V731 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | – |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V731 |
| | | | | | |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 74: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung (Teil 2). Zur Tiefhaltung der Kesselwassertemperaturen ist es sinnvoll, die Temperaturdifferenz über den Kesseln tief zu halten; deshalb wurde im Beispiel auf die Bypässe D711/7321/D731 verzichtet. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielszahlen sind zu löschen).

7.3 Funktionsbeschreibung

7.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage soll entsprechend Abbildung 75 und Abbildung 76 erfolgen.

7.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- **Manuell:** Sollwert Feuerungsleistung für jeden der beiden Holzkessel «manuell» als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- **Lokal:** Die internen Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme der Kessel sind aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- **Automatisch:** Der Sollwert der Feuerungsleistung wird für alle Kessel durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit der Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse) als Folgeschaltung vorgegeben
- **Holzkessel 1 allein – Holzkessel 2 allein – Folgeschaltung:** Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück
- **Weitere Betriebsarten:** Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter», Schwachlastbetrieb mit «Öl-/Gaskessel allein» usw.).

7.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

7.3.4 Regelung Kesselkreise der Holzkessel

Die Regelung der Kesselkreise der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Bei Betriebsart «automatisch» hat bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur die Regelung auf diesen Grenzwert zu erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Bei Betriebsart «manuell» soll ebenfalls eine Rücklaufhochhaltung erfolgen.

Bei der Betriebsart «lokal» soll die Rücklaufhochhaltung weiter in Betrieb sein, falls das übergeordnete MSR-System noch funktioniert (was bei einem Notbetrieb möglicherweise nicht mehr der Fall ist).

7.3.5 Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel

Die Regelung des Kesselkreises für den Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Bei Betriebsart «automatisch» hat bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur die Regelung auf diesen Grenzwert zu erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Bei Betriebsart «manuell» soll ebenfalls eine Rücklaufhochhaltung erfolgen.

Bei der Betriebsart «lokal» soll die Rücklaufhochhaltung weiter in Betrieb sein, falls das übergeordnete MSR-System noch funktioniert (was bei einem Notbetrieb möglicherweise nicht mehr der Fall ist).

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, entfällt diese Funktion.

7.3.6 Regelung Hauptvorlauftemperatur

Die Regelung der Hauptvorlauftemperatur ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Hauptvorlauftemperatur ist durch Verstellen der Sollwerte der Feuerungsleistung (= Stellgrößen) für die drei Kessel auf einen Festwert zu regeln.

Wichtig: Die Feuerungsleistungen der drei Kessel werden über die Hauptvorlauftemperatur, also die Mischtemperatur der drei Kesselaustrittstemperaturen, geregelt. Es ist ein sorgfältiger hydraulischer Abgleich notwendig, und die Regler zur Begrenzung der Kesselwassertemperaturen sind 5...10 K über den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur einzustellen.

7.3.7 Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel.

Mindestens Holzkessel 1 soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich sollen die Holzfeuerungen immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden müssen.

Der Regler für die Hauptvorlauftemperatur des übergeordneten MSR-Systems gibt den Holzfeuerungen die Sollwerte der Feuerungsleistung als Folgeschaltung vor. Mit Hilfe der Steuerung können dann die Sollwerte für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden.

Die internen Regler für die Kesselwassertemperaturen T713/T723 der beiden untergeordneten MSR-Systeme haben folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T741, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T713/T723 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T713/T723 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T713/T723 auf einen um etwa 5...10 K höheren Festwert (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T713/T723 (z. B. auf 90°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel noch zusätzlich zu gewährleisten.

7.3.8 Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels.

Die Regelung der Feuerungsleistung soll stetig (bei modulierendem Betrieb) oder in Stufen (bei mehrstufigem Betrieb) erfolgen. Grundsätzlich soll der Öl-/Gaskessel immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, und er soll erst freigegeben werden, wenn die Holzkessel bei Volllast die Leistung bereits seit längerer Zeit nicht mehr bringen können.

Der Regler für die Hauptvorlauftemperatur des übergeordneten MSR-Systems gibt dem Öl-/Gaskessel den Sollwert der Feuerungsleistung in Sequenz zu den Holzkesseln vor.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T741, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur (z. B. auf 90°C)

Wichtig: Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

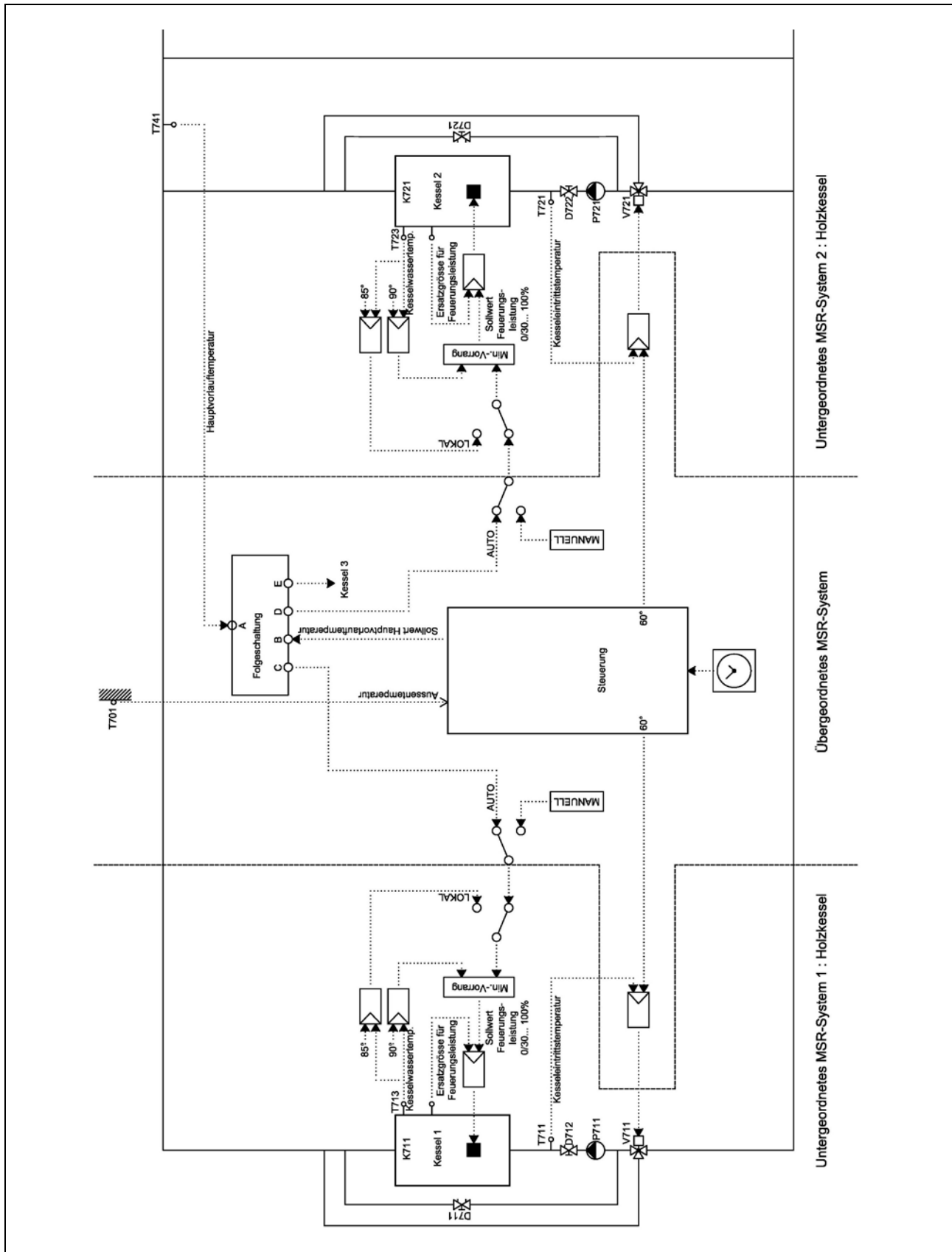


Abbildung 75: Regelschema für die beiden Holzkessel. Folgeschaltung siehe Abbildung 77. Die Minimal-Vorrangsschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

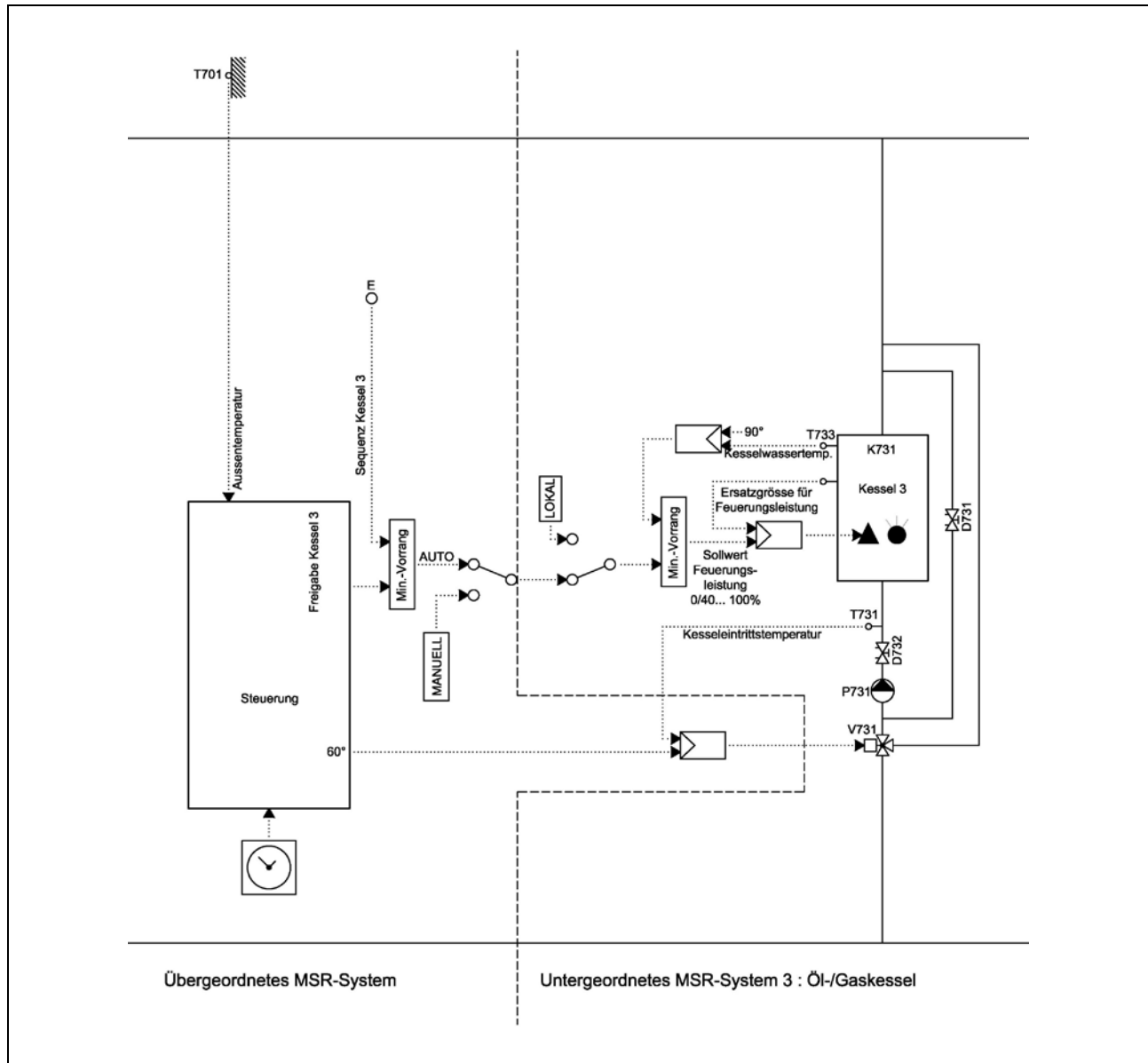


Abbildung 76: Regelschema für den Öl-/Gaskessel. Sequenz Kessel 3 (Eingang E) siehe Abbildung 75. Die Minimal-Vorrangsschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

7.3.9 Folgeschaltung der Holzkessel

Die Folgeschaltung der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Das nachfolgende Beispiel geht von einer Leistungsaufteilung der beiden Holzkessel von 33% für Kessel 1 und 67% für Kessel 2 aus. Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb bis auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung der beiden Holzkessel):

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn Kessel 1 allein (10...33%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein (20...67%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein (10...33%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung hat wie folgt zu erfolgen (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung der beiden Holzkessel):

- Kessel 2 allein (20...67%)
- Automatische Zuschaltung von Kessel 1 (10...33%) mittels automatischer Zündung (oder Glutbettunterhaltsbetrieb bei grossen Anlagen), wenn Kessel 2 (20...67%) den stündlichen Wärmebedarf nicht mehr decken kann
- Parallelbetrieb Kessel 1 und Kessel 2 (zusammen 30...100%)
- Automatische Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der stündliche Wärmebedarf unter die Summe der beiden Minimalleistungen von 30% fällt

Ein Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung zeigt Abbildung 77.

Der jeweils nicht in Betrieb stehende Kessel muss gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.).

7.3.10 Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel

Die Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Sequenzregler des Öl-/Gaskessels ist so auszulegen und durch geeignete Freigabe- und Sperrkriterien zu ergänzen, dass ein zu häufiges Zuschalten des Öl-/Gaskessels sicher verhindert wird.

Beispiele für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel sind:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Sollwert der Feuerungsleistung der beiden Holzkessel eine bestimmte Zeit auf 100%
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Sollwert der Feuerungsleistung der beiden Holzkessel eine bestimmte Zeit wieder auf 90%

Wenn ein Holzkessel auf Störung geht, muss der Öl-/Gaskessel automatisch freigegeben werden.

Wenn der Öl-/Gaskessel nicht in Betrieb ist, muss dieser gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.).

Es ist zulässig beim Öl-/Gaskessel auf das Dreiwegeventil zu regeln, wenn dadurch die Regelgüte verbessert werden kann:

- Stellgrösse Öl-/Gaskessel = Sollwert der Feuerungsleistung (wie gehabt), aber zusätzliche Austrittstemperaturregelung beim Öl-/Gaskessel
- Stellgrösse Öl-/Gaskessel = Hub des Dreiwegeventils im Kesselkreis (anstelle des Sollwertes der Feuerungsleistung); Kesselwassertemperatur durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels geregelt

- Es ist anzugeben, wo der Messort der Hauptregelgrösse ist (T741 oder T742? Maximalvorrang bei T744?)

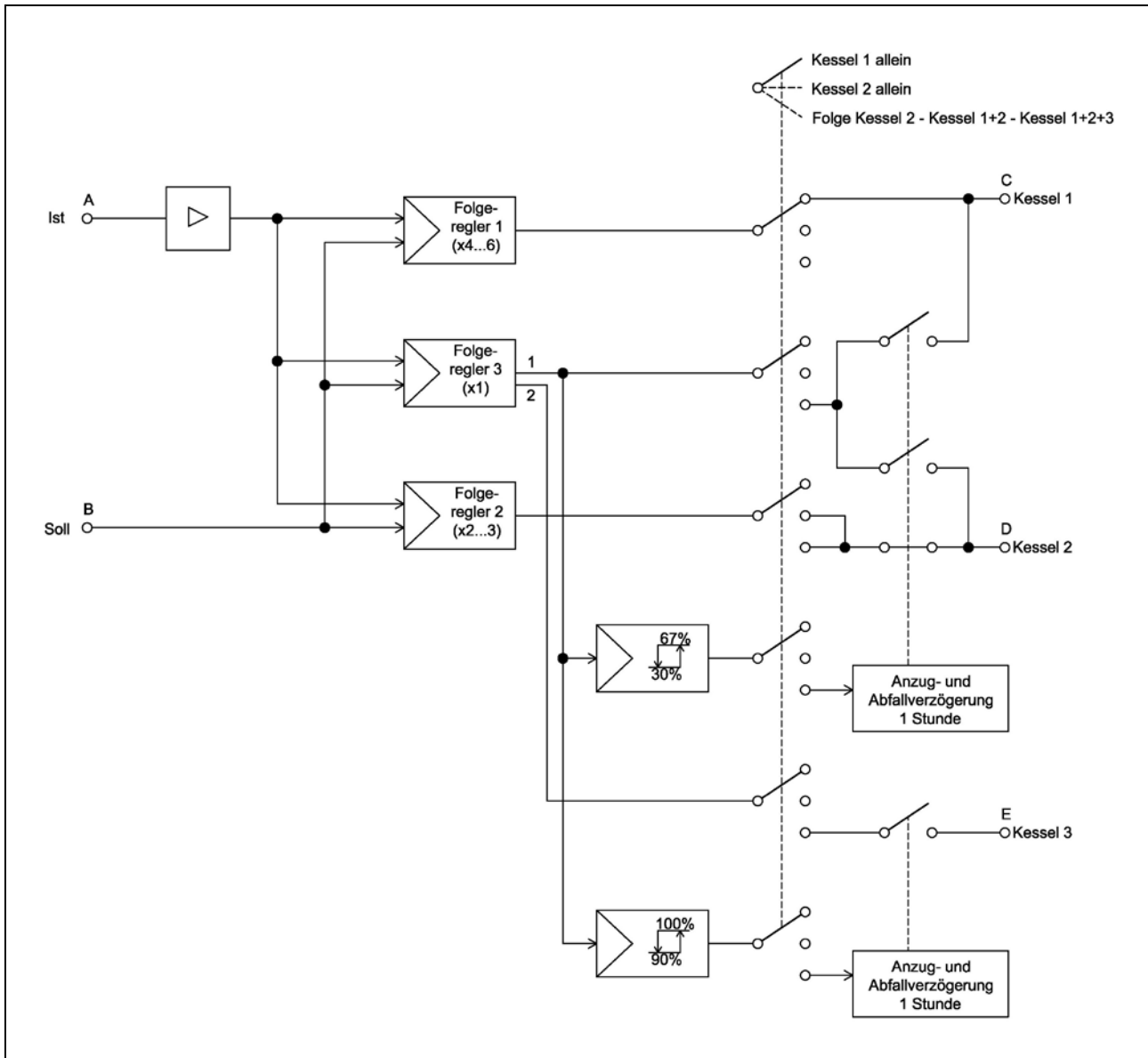


Abbildung 77: Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung. Folgeregler 3 ist ein Sequenzregler mit zwei Ausgängen. Die Schnittstellen A–E beziehen sich auf Abbildung 75 und Abbildung 76. Damit die Kreisverstärkung für alle drei Regelkreise gleich ist, sind die Übertragungsbeiwerte der drei Regler (je nach Auslegung) im Verhältnis 4...6 : 2...3 : 1 zu wählen (P-Band reziproke Werte 0,25...0,17 : 0,5...0,33 : 1).

7.3.11 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesselkreise, der Hauptvorlauftemperatur und der Feuerungsleistungen zu erfolgen hat, ist in Tabelle 78 zu definieren.

| Betriebsart | Regelung Kesselkreise: - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 - Öl-/Gaskessel | Regelung Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistungen - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 - Öl-/Gaskessel |
|--|--|--|---|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T741 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwerte der beiden Feuerungsleistungen als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperaturen durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T741 ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interne Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja mit Holzkessel <input type="checkbox"/> Ja mit Öl/Gaskessel <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T741 durch übergeordnetes MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung; Stellgrösse sind die Sollwerte der Feuerungsleistungen <u>Weitere zulässige Lösungen:</u> <input type="checkbox"/> Zusätzliche Austrittstemperaturregelung beim Öl-/Gaskessel <input type="checkbox"/> Stellgrösse Öl-/Gaskessel = Hub Dreiwegeventil im Kesselkreis Messort Hauptvorlauftemperatur <input type="checkbox"/> bei T741 <input type="checkbox"/> bei T742 <input type="checkbox"/> Maximalvorrang bei T744 | <input type="checkbox"/> Regelung der Feuerungsleistungen durch die untergeordneten MSR-Systeme; Sollwerte vom übergeordneten MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Lokal (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 allein (kleiner Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 2 allein (grosser Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 + 2 parallel (ohne automatische Folgeschaltung) <input type="checkbox"/> Automatische Folgeschaltung Holzkessel 2 allein – Holzkessel 1 + 2 parallel – Öl-/Gaskessel <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mit Holzkessel 1 <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mit Öl-Gaskessel <input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein (z. B. Revisions Holzkessel, Notbetrieb) <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 78: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept.

7.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrößen sind in Tabelle 79 und Tabelle 80 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrößen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrößen wird empfohlen. Die Messgenauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 81 sind zu beantworten.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|---|------------|---|------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T701 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 1 | T711 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 1 | T712 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (anderer Messort) | T713 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 2 | T721 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 2 | T722 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (anderer Messort) | T723 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Öl-/Gaskessel | T731 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Öl-/Gaskessel | T732 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Öl-/Gaskessel (anderer Messort) | T733 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptvorlauftemperatur vor Bypass | T741 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Bypass | T742 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Bypass | T743 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Bypass | T744 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T751 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T761 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T762 |
| * Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert. | | | |

Tabelle 79: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung (Teil 1). Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|-------------------------------------|------------|---|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W711 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W711 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W721 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W721 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaszähler, falls modulierender Öl-/Gaskessel *** | W731/W732 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Betriebsstunden Stufe 1/2, falls zweistufiger Öl-/Gaskessel | W731/W732 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 1) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 2 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 2) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Öl-/Gaskessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 1; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 2; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |

* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.
** 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. Ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Kessel im Hauptrücklauf ist zulässig (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!).
*** 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.

Tabelle 80: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung (Teil 2). Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

7. Bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) Standard-Schaltungen – Teil I

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort <input type="checkbox"/> Auslesen über ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über AB-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über das Internet |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in EXCEL? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |
| | |
| | |

Tabelle 81: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

7.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 82 bis Tabelle 84 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 82 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 83 und Tabelle 84 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll?

- ☐ Hauptplaner
☐ Holzkessel-Lieferant
☐ Lieferant des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 82: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | | Einheit | Beispiel | | | |
|--|--|---------|----------|--|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 1 | | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 2 | | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Öl-/Gaskessel | | °C | 60 | | | |
| ■ Regelung Hauptvorlauftemperatur | | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | | |
| Sollwert Hauptvorlauftemperatur | | °C | 85 | | | |
| Stetige Regelung Folge- regler | P-Band Folgeregler 1 (Holzkessel 1 allein) | % | 75 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 1 (Holzkessel 1 allein) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band Folgeregler 2 (Holzkessel 2 allein) | % | 150 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 2 (Holzkessel 2 allein) | Min. | 20 | | | |
| | P-Band Folgeregler 3 (Holzkessel 1+2) | % | 225 | | | |
| | Nachstellzeit Folgeregler 3 (Holzkessel 1+2) | Min. | 20 | | | |
| Zweipunkt- Regler (Öl-/Gas- kessel in Sequenz) | Holzkessel 1 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel 1 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| | Holzkessel 2 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | | |
| | Holzkessel 2 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥45 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤35 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥75 | | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤65 | | | |

Tabelle 83: Zusatz zum Abnahmeprotokoll (Teil 1) – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

7. Bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) Standard-Schaltungen – Teil I

| Beschreibung | Einheit | Beispiel | | | |
|---|-----------------|------------------|--|--|--|
| ■ Folgeschaltung Holzkessel 2 – Holzkessel 1+2 (ggf. abändern) | | | | | |
| Freigabekriterium Holzkessel 1: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 2 (in % der Gesamtleistung) UND Verzögerungszeit | % Min. | 100 (67) 60 | | | |
| Sperrkriterium Holzkessel 1: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 UND Verzögerungszeit | % Min. | 30 60 | | | |
| ■ Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel (ggf. abändern) | | | | | |
| Freigabekriterium: Aussentemperatur UND (Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 UND Verzögerungszeit) | °C % Min. | ≤ 0 100 30 | | | |
| Sperrkriterium: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 UND Verzögerungszeit | % Min. | 90 10 | | | |
| Holzkessel 1 | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 135 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 450 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | °C | 95 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | °C | 110 | | | |
| Holzkessel 2 | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 270 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 900 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 2 | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | °C | 95 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | °C | 110 | | | |
| Öl-/Gaskessel | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung | kW | 620 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung | kW | 1550 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 3 | | | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | °C | 110 | | | |

Tabelle 84: Zusatz zum Abnahmeprotokoll (Teil 2) – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

8. Bivalente Dreikesselanlage mit Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel)

8.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

8.1.1 Bedienungsebene

Es wird eine möglichst einfache Bedienung und eine übersichtliche Anzeige der Hauptfunktionen gefordert, damit auch nicht professionelles Personal die Anlage betreiben kann:

- Für Service und Notbetrieb sind folgende Forderungen einzuhalten:
 - Die automatische Steuerung/Regelung muss für Servicearbeiten und bei Notbetrieb partiell oder als Ganzes ausser Funktion gesetzt werden können (z. B. über Schalter «aus/ein/automatisch»)
 - Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
 - Ein Handbetrieb der Regelventile muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
 - Alle Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben
- Die Betriebswahl soll in einer der folgenden Arten erfolgen:
 - Über Schalter in einem konventionellen Bedienungs-Tableau (in der Regel im Schaltschrank)
 - Über eine SPS; dies kommt jedoch nur in Frage, wenn Hardware- und Softwarevoraussetzungen für eine komfortable Bedienung stimmen
 - Über den Leitrechner eines Leitsystems
- Die weitergehende Bedienung, wie Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw., kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen (ggf. auch über das Internet).

8.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die als Standard-Schaltung zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung).

8.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel haben folgende Funktionen zu erfüllen:

- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Wenn Partikelabscheider notwendig sind, sind diese durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu steuern.

Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel zu gewährleisten.

Wenn die SPS der Holzkessel auch die Forderungen an das übergeordnete MSR-System erfüllen können (insbesondere auch die automatische Datenaufzeichnung), kann der gleichzeitige Einsatz als übergeordnetes und untergeordnetes MSR-System geprüft werden.

8.1.4 Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels

Das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- Vorpülung, Zündung und Flammüberwachung
- Regelung der Feuerungsleistung bei manuellem und automatischem Betrieb aufgrund der Sollwertvorgabe des übergeordneten MSR-Systems (stetig bei modulierendem Betrieb, in Stufen bei mehrstufigem Betrieb)
- Regelung der Kesselwassertemperatur bei lokalem Betrieb
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselwassertemperatur bei allen Betriebsarten

Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels zu gewährleisten.

8.1.5 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen

Für die MSR-Planung (insbesondere auch zur Schnittstellendefinition) ist ein Hauptverantwortlicher zu bezeichnen.

Die für das zu beschreibende Projekt gewählte Struktur der MSR-Ebenen mit Verantwortlichkeiten ist mit Tabelle 85 zu beantworten.

| MSR-Ebene | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Bedienungsebene Abschnitt 8.1.1 | <p>Werden die Forderungen für Service und Notbetrieb eingehalten? <input type="checkbox"/> Ja (zwingend für Standard-Schaltung) <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die Betriebswahl? <input type="checkbox"/> Schalter in einem konventionellem Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems</p> <p>Von wo aus kann die Anlage kontrolliert und bedient werden? <input type="checkbox"/> Nur in der Heizzentrale <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und via Modem <input type="checkbox"/> In der Heizzentrale und über das Internet</p> |
| Übergeordnetes MSR-System Abschnitt 8.1.2 | <p>Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der gemeinsamen SPS der Holzkessel als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Eigenes übergeordnetes MSR-System</p> <p>Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung? <input type="checkbox"/> Datenlogger während der Betriebsoptimierung, eine Schnittstelle ist vorgesehen <input type="checkbox"/> Interne Datenaufzeichnung im übergeordneten MSR-System</p> |
| Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel Abschnitt 8.1.3 | <p>Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig als übergeordnetes und als untergeordnete MSR-Systeme eingesetzt wird <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet ist <input type="checkbox"/> Getrennte SPS für beide Holzkessel, die dem übergeordneten MSR-System untergeordnet sind</p> |
| Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels Abschnitt 8.1.4 | <p>Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <input type="checkbox"/> Es ist dem übergeordneten MSR-System untergeordnet</p> |
| Verantwortlichkeiten | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner unter Beizug von MSR-Spezialisten</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten (insbesondere auch Schnittstellendefinitionen) auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Ebenen durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems <input type="checkbox"/> Planung jeder MSR-Ebene durch den jeweiligen Lieferanten (bei Standard-Schaltung nicht zulässig, da ausdrücklich ein Hauptverantwortlicher für die MSR-Planung verlangt wird)</p> |

Tabelle 85: Fragen zur gewählten Struktur der MSR-Ebenen und zu den Verantwortlichkeiten

8.2 Prinzipschema und Auslegung

8.2.1 Hydraulische Schaltung

Die Hydraulische Schaltung hat Abbildung 86 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Zusammenschaltung der Holzkessel, des Öl-/Gaskessels, des Speichers, der druckdifferenzarmen Schnittstelle und der Vorregelung muss tatsächlich druckdifferenzarm sein (kurze Leitungen, grosse Rohrdurchmesser)
- Der Speicher ist konsequent als Schichtspeicher zu konzipieren
- Speicheranschlüsse mit Querschnittvergrößerung (Geschwindigkeitsreduktion), Prallblech (Brechung des Wasserstrahls) und, falls notwendig, siphoniert (Verhinderung von Einrohrzirkulation)
- Speicheranschlüsse nur oben und unten (keine Anschlüsse dazwischen)
- Es dürfen keine Leitungen im Inneren des Speichers geführt werden (Gefahr eines «thermischen Rührwerks»)
- Der Speicher soll, wenn immer möglich, nicht auf mehrere Behälter aufgeteilt werden. Wenn diese Forderung nicht erfüllt werden kann, ist folgendes zu beachten:
 - Keine Anschlüsse zwischen den Speichern
 - Bei der Regelung des Speicherladezustandes ist jeder Speicher als regeltechnische Einheit zu betrachten (Problem: Wegen der individuellen Schichtung in jedem Speicher kann der wärmere Speicher unten kälter sein als der kältere Speicher oben)

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- eine Pumpe durch zwei oder mehr parallel oder seriell geschaltete Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Fernleitung durch zwei parallel geschaltete Regelventile oder mit einer separaten Sommer-Gruppe realisiert wird,
- nur ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Holzkessel im Hauptrücklauf installiert wird (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!),
- Abgaswärmetauscher eingebunden werden.

8.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Speichervolumen ≥ 1 h Speicherkapazität bezogen auf die Nennleistung des grösseren Holzkessels
- Laderegler/Rücklaufhochhaltung für die Kessel und die Vorregelung: Ventilautorität $\geq 0,5$
- Auslege-Temperaturdifferenz über den Holzkesseln ≤ 15 K; kleinere Temperaturdifferenz notwendig, wenn minimal zulässige Rücklauftemperatur hoch (z. B. bei Rinde, Landschaftspflegeholz); kann zur Reduktion des Pumpenstromverbrauchs erhöht werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch keine regelungstechnischen Probleme auftreten (z. B. Schwingen der Kesselleistung infolge Temperaturschichtung)
- Die Kesseleintrittstemperatur soll mindestens 5 K höher sein als die minimal zulässige Rücklauftemperatur (Rücklaufhochhaltung)

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 87 und Tabelle 88 darzulegen und zu dokumentieren.

Es ist eine maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur T843 festzulegen.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und Kessel-Eintrittstemperatur um mehr als 10 K kleiner ist als die Temperaturdifferenz zwischen Kessel-Austrittstemperatur und maximal zulässiger Hauptrücklauftemperatur T843, wird empfohlen, einen Bypass im Kesselkreis D811/D821/D831 vorzusehen.

Wichtig: Damit die Kessel die Leistung immer abgeben können, muss sichergestellt sein, dass die Hauptrücklauftemperatur T843 in keinem Betriebsfall über den Auslegewert ansteigen kann (Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorschreiben!).

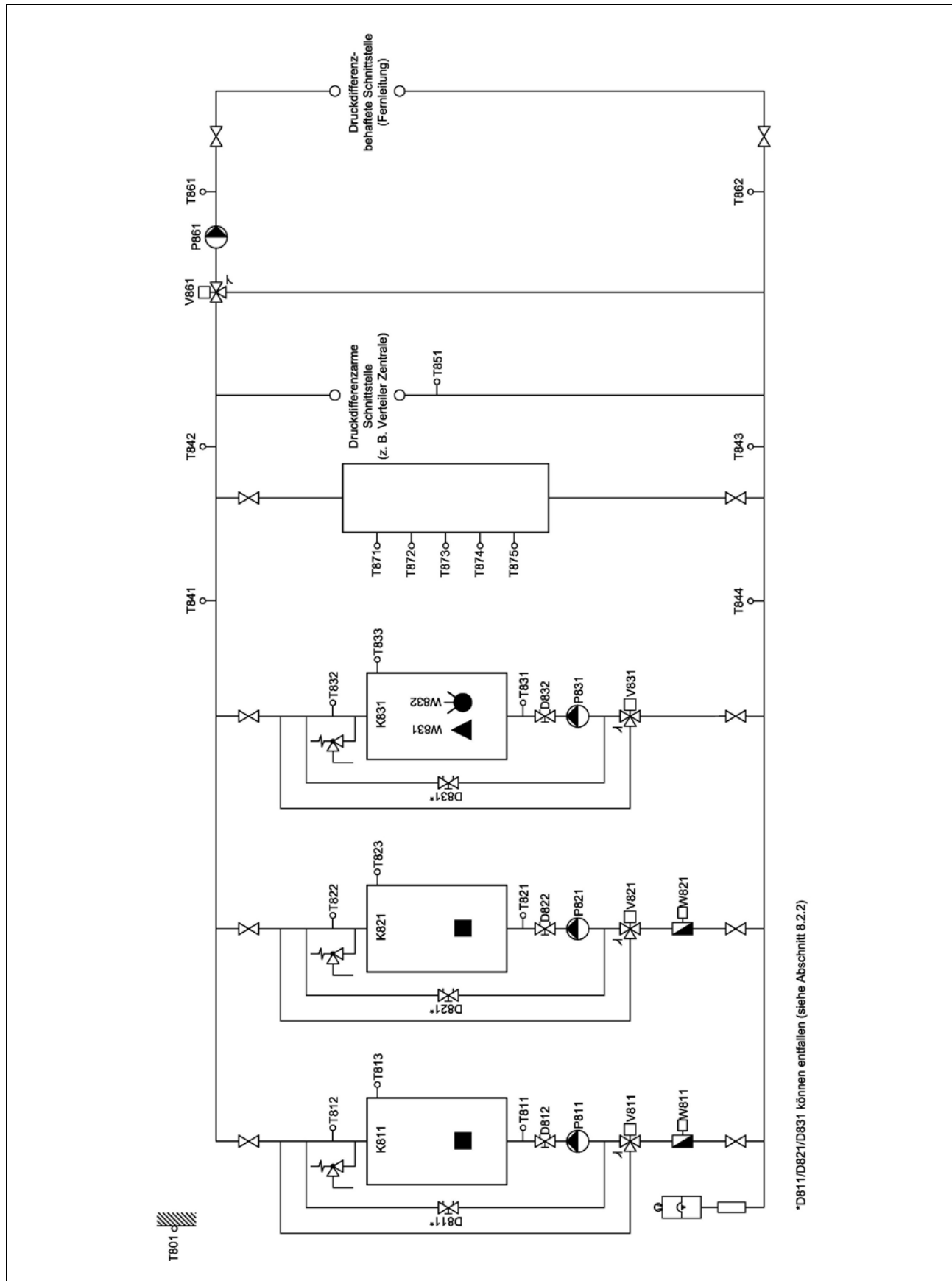


Abbildung 86: Prinzipschema bivalente Dreikesselanlage mit Speicher. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|---|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Wärmeleistungsbedarf der Gesamtanlage | | | | | |
| Druckdifferenzarme Schnittstelle | kW | 200 | | | |
| Druckdifferenzbehafte Schnittstelle (Fernleitung inkl. Verluste) | kW | 1800 | | | |
| Gesamtanlage | kW | 2000 | | | |
| | | | | | |
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Hauptvorlauftemperatur | °C | 85 | | | T542 |
| Maximal zulässige Hauptrücklauftemperatur | °C | 55 | | | T543 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 1 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T511 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T513 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T513 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Holzkessel 2 (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T521 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T523 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T523 |
| Minimal zulässige Eintrittstemp. Öl-Gaskessel (Rücklaufhochhaltung) | °C | 60 | | | T521 |
| Maximale Kesselwassertemperatur Öl-Gaskessel (Begrenzungsregler) | °C | 90 | | | T523 |
| Max. zul. Kesselwassertemperatur Öl-Gaskessel (Sicherheitswächter) | °C | 110 | | | T523 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzkessel 1 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 330 | | | K811 |
| Min. Kesselleistung | kW | 100 | | | K811 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T812/T813 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 18,9 | | | P811 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P811 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T811 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 9,5 | | | V811 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 9,5 | | | D811 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V811 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | – |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V811 |
| | | | | | |
| Kesselkreis Holzkessel 2 | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 670 | | | K821 |
| Min. Kesselleistung | kW | 200 | | | K821 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T822/T823 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 38,4 | | | P821 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P821 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T821 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 19,2 | | | V821 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 19,2 | | | D821 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V821 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | 0,56 | 0,56 | | | V821 |

Tabelle 87: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung (Teil 1). Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen).

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|---|-------------------|----------|--|--|-----------|
| Kesselkreis Öl-/Gaskessel | | | | | |
| Max. Kesselleistung | kW | 1670 | | | K831 |
| Min. Kesselleistung | kW | 670 | | | K831 |
| Kessel-Austrittstemperatur | °C | 85 | | | T832/T833 |
| Förderstrom Kesselpumpe | m ³ /h | 95,8 | | | P831 |
| Förderhöhe Kesselpumpe | m | 3 | | | P831 |
| Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur | °C | 70 | | | T831 |
| Resultierender Durchfluss Regelventil Kesselkreis | m ³ /h | 47,9 | | | V831 |
| Resultierender Durchfluss Bypass | m ³ /h | 47,9 | | | D831 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V831 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | – |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V831 |
| | | | | | |
| Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 9! | | | | | |

Tabelle 88: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung (Teil 2). Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielszahlen sind zu löschen).

8.3 Funktionsbeschreibung

8.3.1 Regelschema

Die Steuerung und Regelung der Anlage soll entsprechend Abbildung 91 und Abbildung 92 erfolgen.

8.3.2 Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- Aus: Die gesamte Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb, mit Ausnahme der durchgehenden Betriebe (Expansionsautomat usw.)
- Manuell: Sollwert Feuerungsleistung für jeden der beiden Holzkessel «manuell» als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar; diese Betriebsart ist nicht zwingend vorgeschrieben
- Lokal: Die internen Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme der Kessel sind aktiviert (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein)
- Automatisch: Der Sollwert der Feuerungsleistung wird für alle Kessel durch das übergeordnete MSR-System in Abhängigkeit des Speicherladezustandes (= Hauptregelgrösse) als Folgeschaltung vorgegeben
- Holzkessel 1 allein – Holzkessel 2 allein – Folgeschaltung: Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück
- Weitere Betriebsarten: Speziell für den Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) können noch weitere Betriebsarten notwendig sein (z. B. konventionelle Umschaltung «Sommer/Winter», Schwachlastbetrieb mit «Speicher füllen und entleeren», Schwachlastbetrieb mit «Öl-/Gaskessel allein» usw.).

8.3.3 Steuerung

Die Steuerung zur Vorgabe, Begrenzung, Witterungsführung und Zeitprogrammsteuerung der Sollwerte sowie zur Freigabe und Sperrung von Kessel, Pumpen usw. ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Mit einer Witterungsführung kann die Aussentemperatur über einen Witterungsfühler auf der Nordseite des Gebäudes erfasst werden, und die Aussentemperatur kann dann einerseits als Momentanwert und andererseits als 24-h-Mittelwert zur Führung der Sollwerte und Freigabekriterien verwendet werden. Berechnung des 24-Stunden-Mittelwertes beispielsweise laufend über ein Fenster der letzten 24 Stunden und Neuberechnung alle 15 Minuten.

Mit einer Zeitprogrammsteuerung können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden.

8.3.4 Regelung Kesselkreise der Holzkessel

Die Regelung der Kesselkreise der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Regelung der Kesselaustrittstemperatur soll bei Betriebsart «automatisch» stetig über das Regelventil im Kesselkreis auf einen Festwert erfolgen. Bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur soll die Regelung auf diesen Grenzwert erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

8.3.5 Regelung Kesselkreis Öl-/Gaskessel

Die Regelung des Kesselkreises für den Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Regelung der Kesselaustrittstemperatur soll bei Betriebsart «automatisch» stetig über das Regelventil im Kesselkreis auf einen Festwert erfolgen. Bei Unterschreitung des Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur soll die Regelung auf diesen Grenzwert erfolgen (= Rücklaufhochhaltung).

Damit der Speicher bei Betriebsart «manuell», «lokal» oder «Öl-/Gaskessel allein» nicht unkontrolliert durchgeladen wird, sollte der Öl-/Gaskessel ausgeschaltet werden, wenn der Speicher auf einen einstellbaren Wert geladen ist (z. B. aus bei 20% und wieder ein bei 0%).

8.3.6 Regelung Speicherladezustand

Die Regelung des Speicherladezustandes ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Ladezustand des Speichers soll über mindestens 5 Temperaturfühler erfasst werden, die gleichmässig über die Höhe des Speichers verteilt sind. Dies ergibt den Ladezustand des Speichers von 0% bis 100%.

Für die Erfassung des Speicherladezustandes sind unterschiedliche Varianten möglich. Für die Varianten 1 und 2 gilt:

w = Fühler meldet «warm», wenn z. B. $T \geq 75^\circ\text{C}$

k = Fühler meldet «kalt», wenn z. B. $T \leq 65^\circ\text{C}$

Variante 1 (Tabelle 22): Mit Fühlerwertigkeit 20 – 40 – 60 – 80 – 100. Für «alle Fühler kalt» ergibt sich die Wertigkeit 0. Diese Variante ergibt ein stufiges Istwertsignal. Deshalb darf der (schnelle) P-Anteil des Reglers nicht zu gross sein, und Störungen müssen hauptsächlich über den (langsamen) I-Anteil ausgeglichen werden.

Variante 2: Das stufige Signal gemäss Variante 1 kann durch ein regelungstechnisches Verzögerungsglied erster Ordnung (PT1-Glied) geglättet werden. Dabei darf die Zeitkonstante des PT1-Gliedes aber nicht zu gross gewählt werden, weil sonst die Gefahr besteht, dass die zwangsläufig resultierende Zeitverzögerung des Istwertsignals zu Stö-

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|---|---|---|---|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| k | k | k | k | k | 0 |
| w | k | k | k | k | 20 |
| w | w | k | k | k | 40 |
| w | w | w | k | k | 60 |
| w | w | w | w | k | 80 |
| w | w | w | w | w | 100 |

Tabelle 89: Variante 1 (in Stufen)

rungen führt. Das «stetigere» Istwertsignal erlaubt aber gegenüber Variante 1 einen etwas grösseren P-Anteil beim Regler.

Variante 3 (Tabelle 23): Eine Glättung der Kennlinie kann auch erreicht werden, wenn über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers interpoliert wird.

| Fühler (von oben nach unten) | | | | | Wertigkeit |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0 |
| 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 0...20 |
| > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | < 60°C | 20...40 |
| > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | < 60°C | 40...60 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | < 60°C | 60...80 |
| > 80°C | > 80°C | > 80°C | > 80°C | 60...80°C | 80...100 |

Tabelle 90: Variante 3 (stufenlos)

Bei einer guten Anlage kann davon ausgegangen werden, dass für die Fühlertemperaturen $T_1...T_5$ gilt:

$$T_1 \geq T_2 \geq T_3 \geq T_4 \geq T_5 \quad (T_1...T_5 \text{ von oben nach unten})$$

Der jeweils aktive Fühler ist in Tabelle 90 grau hinterlegt. Es gilt folgende Regel:

- Fühler 1 aktiv, wenn alle anderen Fühlertemperaturen < 80°C
- Fühler 2 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_1 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 3 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_2 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 4 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_3 > 80^\circ\text{C}$
- Fühler 5 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_4 > 80^\circ\text{C}$

Die Güte der Interpolation (Glättung des Signals) ist von der Dicke der Mischzone im Speicher abhängig, und diese Dicke ist keine feste Grösse. Beim gleichen Speicher kann sie – je nach Durchflussgeschwindigkeit, Auskühlung usw. – sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich gilt:

- Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1
- Dicke der Mischzone zwischen null und einem Fühlerabstand ergibt eine immer besser werdende Glättung des Signals
- Dicke der Mischzone ganz wenig grösser als ein Fühlerabstand ergibt die beste Glättung
- Dicke der Mischzone deutlich grösser als ein Fühlerabstand ergibt wieder eine schlechtere Glättung

Variante 4: Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand. Nachteilig ist hier, dass der tatsächlichen Speicherladezustand je nach Dicke der Mischzone, Rücklauftemperatur, Auskühlung usw. unterschiedlich wiedergegeben wird: Dicke der Mischzone null (idealer Schichtspeicher) ergibt überhaupt kein Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1; bei Auslegung auf 85/55°C beträgt der Regelbereich 30 K, wenn am Morgen der Rücklauf mit 25°C zurückkommt beträgt dieser plötzlich 60 K.

Mehr als 5 Speicherfühler: Nur damit kann (in Kombination mit den Varianten 1 bis 4) das Signal wirklich verbessert werden.

Der Speicher soll durch eine stetige Regelung geladen werden. Dieser Regler soll PI-Charakteristik haben. Infolge des I-Anteils kann damit der Speicher ohne bleibende Regelabweichung (wie es beim P-Regler der Fall wäre) auf einen Sollwert von 60...80% geladen werden (bei stufigem Signal einen Stufenwert wählen, z. B. 60%). Wenn die Wärmeabnehmer plötzlich mehr Leistung verlangen, sinkt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird erhöht, und wenn plötzlich weniger Leistung gebraucht wird, steigt der Speicherladezustand und die Feuerungsleistung wird zurückgeregelt. Im ersten Fall steht die obere Hälfte des Speichers als Leistungsreserve zur Verfügung bis der Holzkessel reagiert hat, und im zweiten Fall kann der Holzkessel den vorübergehenden Leistungsüberschuss an die untere Speicherhälfte abgeben.

Bei Anlagen mit automatischer Zündung soll bei Schwachlastbetrieb (notwendige Holzkesselleistung unter der Minimalleistung) der Speicher mit reduzierter Leistung vollständig gefüllt und entleert werden. Für die Umschaltung von «füllen/entleeren» auf stetige Regelung und zurück ist ein geeignetes Umschaltkriterium zu definieren (z. B. manuelle Umschaltung oder Umschaltung nach Zeitprogramm und Aussentemperatur).

8.3.7 Regelung Feuerungsleistung der Holzkessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über die untergeordneten MSR-Systeme der Holzkessel.

Mindestens Holzkessel 1 soll mit einer automatischen Zündung ausgerüstet sein. Ist dies nach dem Stand der Technik nicht möglich oder nicht sinnvoll, kann mit Glutbettunterhaltsbetrieb gefahren werden. Grundsätzlich sollen die Holzfeuerungen immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, damit sie möglichst wenig ein- und ausgeschaltet werden müssen.

Der Regler für den Speicherladezustand des übergeordneten MSR-Systems gibt den Holzfeuerungen die Sollwerte der Feuerungsleistung als Folgeschaltung vor. Mit Hilfe der Steuerung können dann die Sollwerte für die Feuerungsleistung noch zusätzlich geführt und begrenzt werden.

Die internen Regler für die Kesselwassertemperaturen T813/T823 der beiden untergeordneten MSR-Systeme haben folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T841, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur T813/T823 (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur T813/T823 auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 85°C), Begrenzung der Kesselwassertemperatur T813/T823 auf einen um etwa 5 K höheren Festwert (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur T813/T823 (z. B. auf 90°C)

Im Leistungs-Regelbereich der Holzfeuerung von 30...100% soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden. Die Umschaltung zwischen AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetiger Regelung erfolgt über das jeweils aktive MSR-System. Falls der Holzkesselhersteller dies so wünscht, kann die Umschaltung auch immer über den Holzkessel erfolgen.

Eine Empfehlung für Standard-Schnittstellen zwischen dem übergeordneten MSR-System und dem Holzkessel sowie eine Liste der Regelgeräte- und Holzkesselhersteller, die diese Schnittstellen anbieten, sind vom Internet herunterladbar [9].

Wichtig: Die Sicherheit der Holzkessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch die untergeordneten MSR-System der Holzkessel noch zusätzlich zu gewährleisten.

8.3.8 Regelung Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel

Die Regelung der Feuerungsleistung erfolgt über das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels.

Die Regelung der Feuerungsleistung soll stetig (bei modulierendem Betrieb) oder in Stufen (bei mehrstufigem Betrieb) erfolgen. Grundsätzlich soll der Öl-/Gaskessel immer auf der niedrigst möglichen Leistung betrieben werden, und er soll erst freigegeben werden, wenn die Holzkessel bei Volllast die Leistung bereits seit längerer Zeit nicht mehr bringen können.

Der Regler für den Speicherladezustand des übergeordneten MSR-Systems gibt dem Öl-/Gaskessel den Sollwert der Feuerungsleistung in Sequenz zu den Holzkesseln vor.

Der interne Regler für die Kesselwassertemperatur des untergeordneten MSR-Systems hat folgende Funktionen:

- Betriebsart «manuell» (nicht zwingend vorgeschrieben): Regelung der Feuerungsleistung auf einen am übergeordneten MSR-System eingestellten Festwert, d. h. keine Regelung der Hauptvorlauftemperatur T841, aber Begrenzung der Kesselwassertemperatur (z. B. auf 90°C)
- Betriebsart «lokal»: Regelung der Kesselwassertemperatur auf einen am untergeordneten MSR-System eingestellten Festwert (z. B. 90°C)
- Betriebsart «automatisch»: Begrenzung der Kesselwassertemperatur (z. B. auf 90°C)

Wichtig: Die Sicherheit des Öl-/Gaskessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselwassertemperatur, ist durch das untergeordnete MSR-System des Öl-/Gaskessels noch zusätzlich zu gewährleisten.

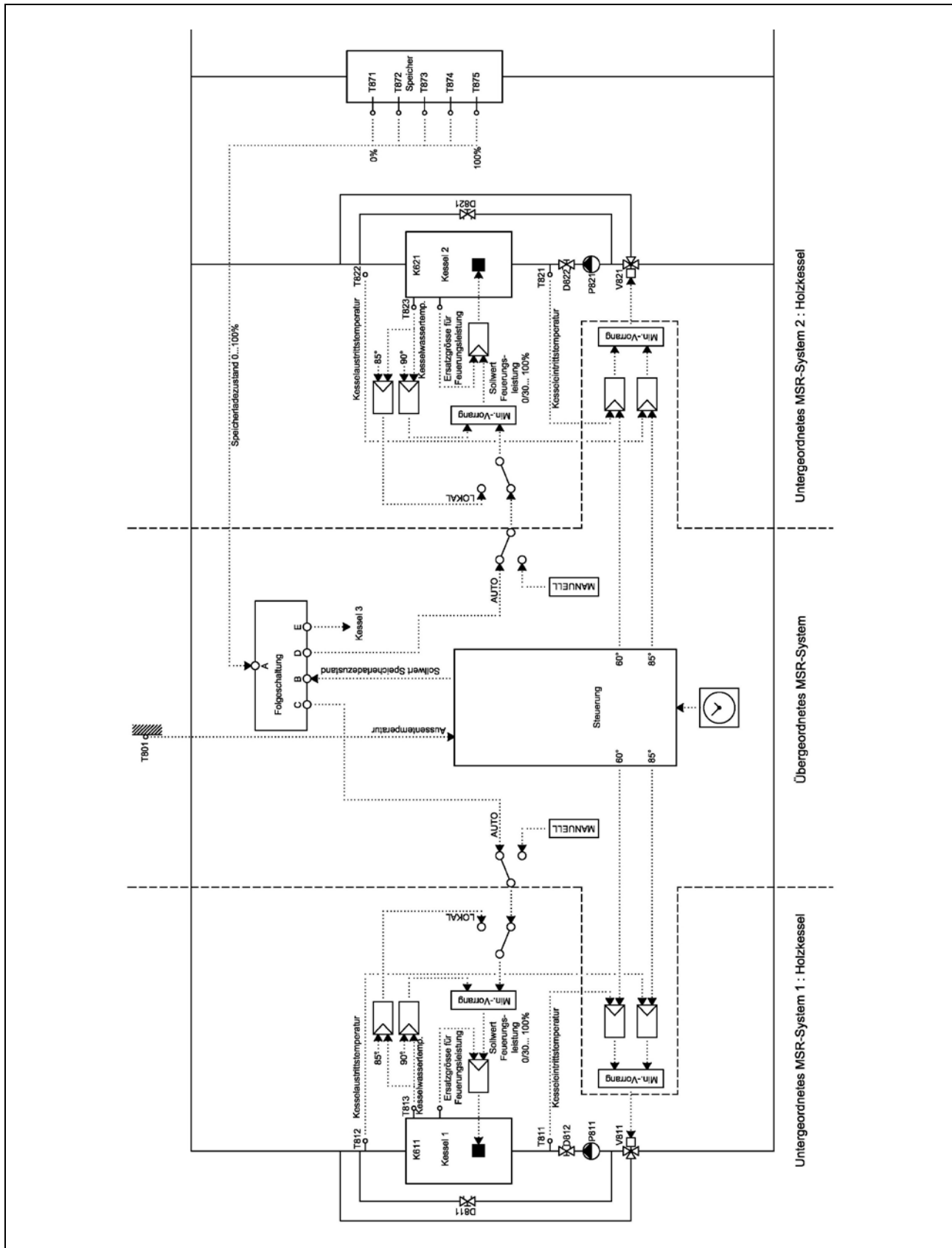


Abbildung 91: Regelschema für die beiden Holzkessel. Folgeschaltung siehe Abbildung 93. Die Minimal-Vorrangschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

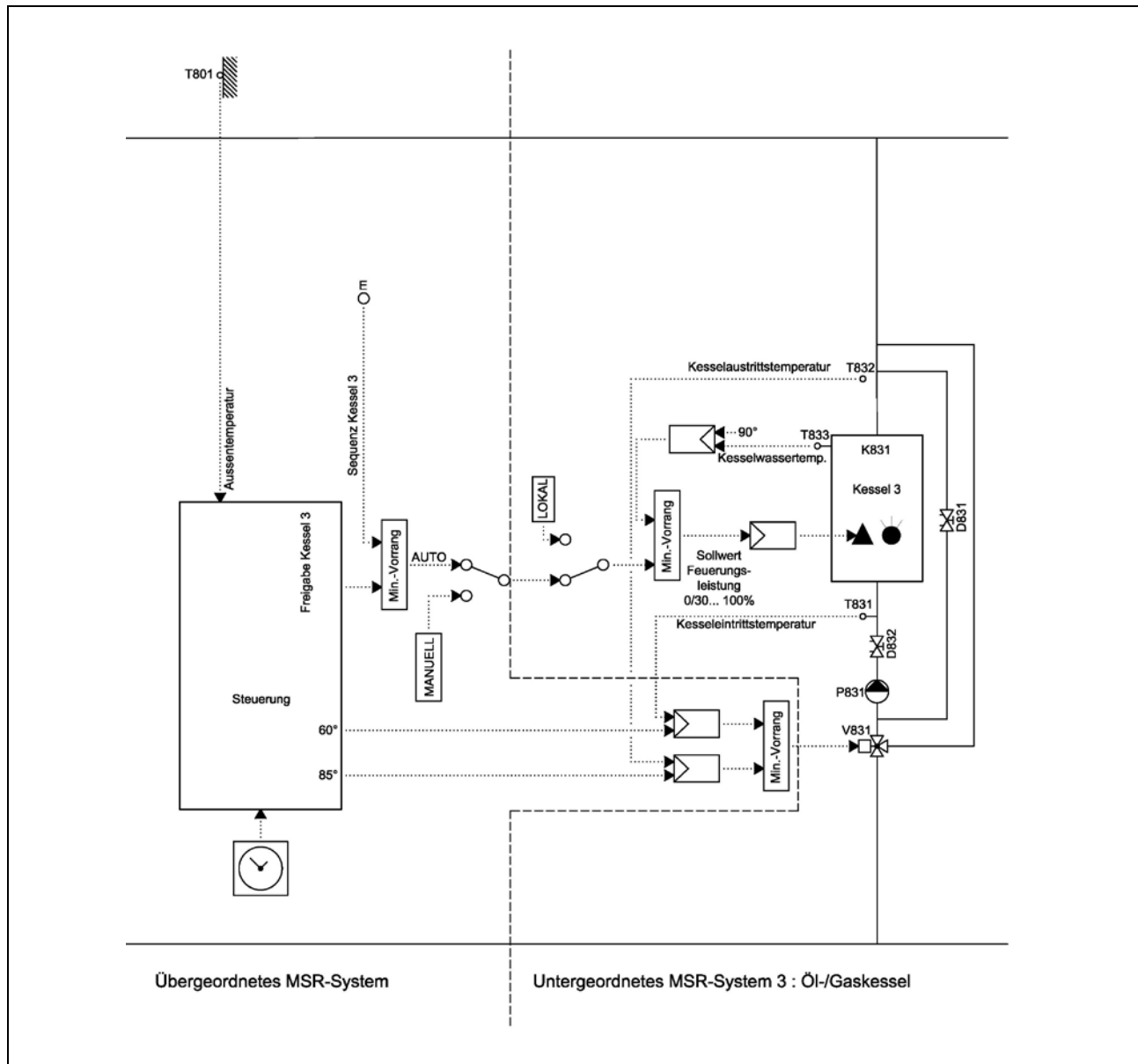


Abbildung 92: Regelschema für den Öl-/Gaskessel. Sequenz Kessel 3 (Eingang E) siehe Abbildung 93. Die Minimal-Vorrangschalter schalten das tiefste Eingangssignal auf den Ausgang. Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen. Sicherheitsfunktionen sind nicht eingezeichnet; diese sind über die untergeordneten MSR-Systeme der Kessel zu realisieren.

8.3.9 Folgeschaltung der Holzkessel

Die Folgeschaltung der Holzkessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Das nachfolgende Beispiel geht von einer Leistungsaufteilung der beiden Holzkessel von 33% für Kessel 1 und 67% für Kessel 2 aus. Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb bis auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung der beiden Holzkessel):

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn Kessel 1 allein (10...33%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein (20...67%) den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein (10...33%), wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung hat wie folgt zu erfolgen (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtleistung der beiden Holzkessel):

- Kessel 2 allein (20...67%)
- Automatische Zuschaltung von Kessel 1 (10...33%) mittels automatischer Zündung (oder Glutbettunterhaltsbetrieb bei grossen Anlagen), wenn Kessel 2 (20...67%) den stündlichen Wärmebedarf nicht mehr decken kann
- Parallelbetrieb Kessel 1 und Kessel 2 (zusammen 30...100%)
- Automatische Rückschaltung auf Kessel 2 allein (20...67%), wenn der stündliche Wärmebedarf unter die Summe der beiden Minimalleistungen von 30% fällt

Ein Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung zeigt Abbildung 93.

Der jeweils nicht in Betrieb stehende Kessel muss gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.).

8.3.10 Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel

Die Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Der Sequenzregler des Öl-/Gaskessels ist so auszulegen und durch geeignete Freigabe- und Sperrkriterien zu ergänzen, dass ein zu häufiges Zuschalten des Öl-/Gaskessels sicher verhindert wird.

Beispiele für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel sind:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Sollwert der Feuerungsleistung der beiden Holzkessel eine bestimmte Zeit auf 100%
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Sollwert der Feuerungsleistung der beiden Holzkessel eine bestimmte Zeit wieder auf 90%

Wenn ein Holzkessel auf Störung geht, muss der Öl-/Gaskessel automatisch freigegeben werden.

Wenn der Öl-/Gaskessel nicht in Betrieb ist, muss dieser gegen die übrige Anlage hydraulisch vollständig abgetrennt sein (keine Fehlzirkulationen durch Nachlaufzeiten, falsch gestellte Dreiwegeventile, Kurzschlüsse über Sicherheitsleitungen usw.).

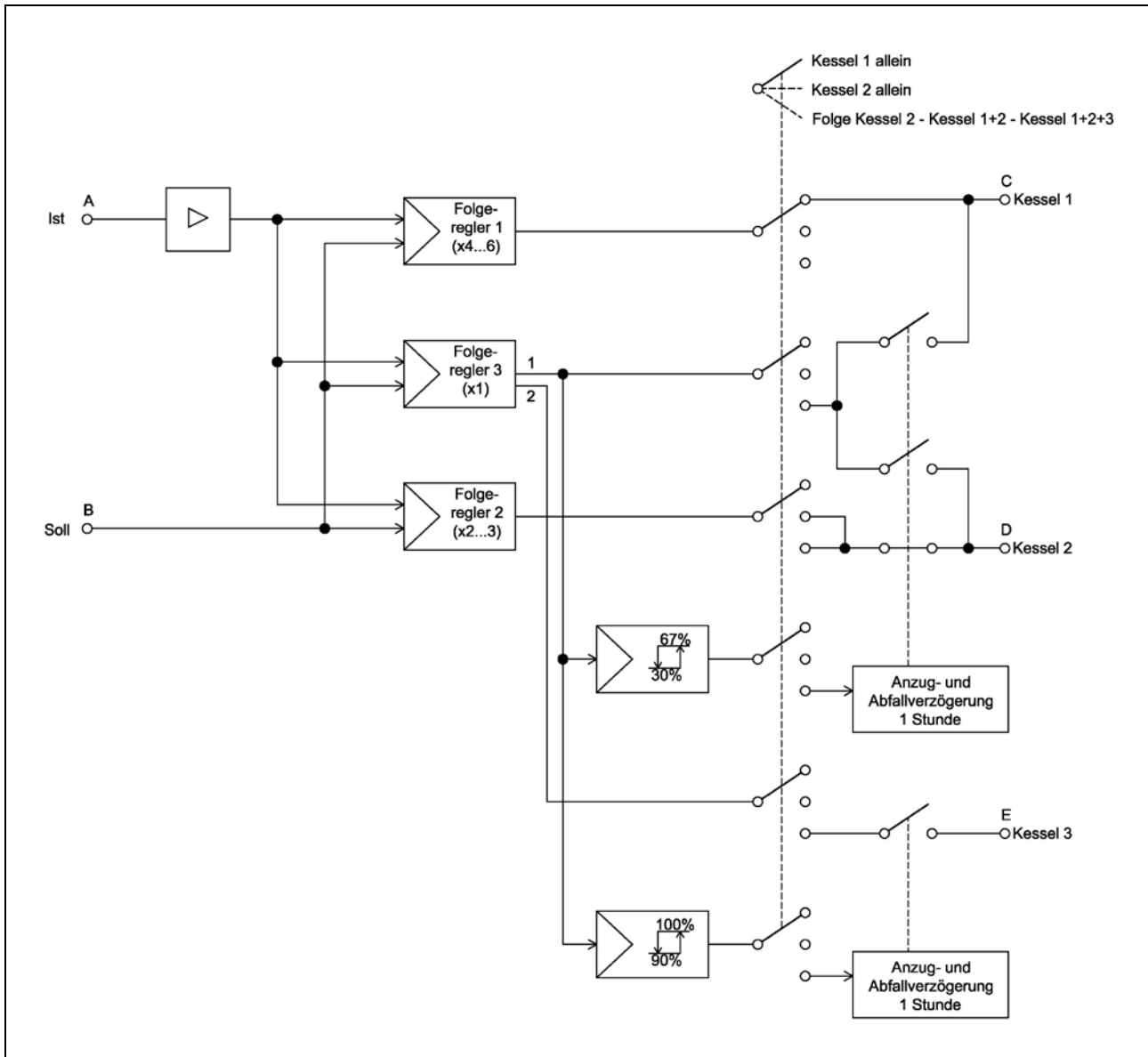


Abbildung 93: Beispiel für die Realisierung der Folgeschaltung. Folgeregler 3 ist ein Sequenzregler mit zwei Ausgängen. Die Schnittstellen A–E beziehen sich auf Abbildung 91 und Abbildung 92. Damit die Kreisverstärkung für alle drei Regelkreise gleich ist, sind die Übertragungsbeiwerte der drei Regler (je nach Auslegung) im Verhältnis 4...6 : 2...3 : 1 zu wählen (P-Band reziproke Werte 0,25...0,17 : 0,5...0,33 : 1).

8.3.11 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesselkreise, des Speicherladezustandes und der Feuerungsleistungen zu erfolgen hat, ist in Tabelle 94 zu definieren (ein Beispiel ist eingetragen).

| Betriebsart | Regelung Kesselkreise: - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 - Öl-/Gaskessel | Regelung Speicherladezustand (= Hauptregelgrösse) | Regelung Feuerungsleistungen - Holzkessel 1 - Holzkessel 2 - Öl-/Gaskessel |
|--|--|---|---|
| Aus | Ausser Betrieb | | |
| Manuell <input type="checkbox"/> Nicht vorgesehen | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustritts-temperaturen durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Sollwerte der Feuerungsleistungen als Festwerte am übergeordneten MSR-System einstellbar |
| Lokal | <input type="checkbox"/> Regelung Kesselwassertemperaturen durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb | <input type="checkbox"/> Interne Leistungsregler der untergeordneten MSR-Systeme aktiviert |
| Automatisch Sommerbetrieb? <input type="checkbox"/> Ja mit Holzkessel <input type="checkbox"/> Ja mit Öl/Gaskessel <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Rücklaufhochhaltungen durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustritts-temperaturen durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Begrenzung Kesselwassertemperaturen durch untergeordnete MSR-Systeme | <input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung; Stellgrösse sind die Sollwerte der Feuerungsleistungen <input type="checkbox"/> Speicher füllen/entleeren (Schwachlastbetrieb) | <input type="checkbox"/> Regelung der Feuerungsleistungen durch die untergeordneten MSR-Systeme; Sollwerte vom übergeordneten MSR-System gemäss spezieller Folgeschaltung |
| Erfassung Speicherladezustand | Anzahl Speicherfühler: (mindestens 5) <input type="checkbox"/> Stufiges Signal (Variante 1) <input type="checkbox"/> Glättung mit PT1-Glied (Variante 2) <input type="checkbox"/> Glättung durch Interpolation über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers (Variante 3) <input type="checkbox"/> Mittlere Speichertemperatur als Mass für den Speicherladezustand (Variante 4) | | |
| Zusammenfassung | Welche Betriebsarten sind insgesamt vorgesehen? <input type="checkbox"/> Aus <input type="checkbox"/> Manuell (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Lokal (für jeden Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 allein (kleiner Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 2 allein (grosser Kessel) <input type="checkbox"/> Automatischer Winterbetrieb Holzkessel 1 + 2 parallel (ohne automatische Folgeschaltung) <input type="checkbox"/> Automatische Folgeschaltung Holzkessel 2 allein – Holzkessel 1 + 2 parallel – Öl-/Gaskessel <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mittels Speicher füllen/entleeren mit Holzkessel 1 <input type="checkbox"/> Automatischer Schwachlastbetrieb (Übergangszeit, Sommer) mit Öl-Gaskessel <input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein (z. B. Revison Holzkessel, Notbetrieb) <input type="checkbox"/> Andere: | | |

Tabelle 94: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

8.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, damit eine einwandfreie Betriebsoptimierung durchgeführt und der spätere reguläre Betrieb effizient überwacht werden kann. Die aufzuzeichnenden Messgrößen sind in Tabelle 95 und Tabelle 96 anzukreuzen. Die mit «Standard» bezeichneten Messgrößen müssen in jedem Fall aufgezeichnet werden können; die Aufschaltung der restlichen Messgrößen wird empfohlen. Die Messgenauigkeit hat den erhöhten Anforderungen eines Messsystems zu entsprechen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 97 sind zu beantworten.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|---|------------|---|------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Aussentemperatur | T801 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 1 | T811 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 1 | T812 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 1 (anderer Messort) | T813 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Holzkessel 2 | T821 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Holzkessel 2 | T822 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Holzkessel 2 (anderer Messort) | T823 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Eintrittstemperatur Öl-/Gaskessel | T831 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Austrittstemperatur Öl-/Gaskessel | T832 |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselwassertemperatur Öl-/Gaskessel (anderer Messort) | T833 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur vor Speicher | T841 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptvorlauftemperatur nach Speicher | T842 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Hauptrücklauftemperatur vor Speicher | T843 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Hauptrücklauftemperatur nach Speicher | T844 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (oben) | T831 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T832 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (Mitte) | T833 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur | T834 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Speichertemperatur (unten) | T835 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzarmen Schnittstelle | T851 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Vorlauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T861 |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Rücklauftemperatur der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle | T862 |
| * Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert. | | | |

Tabelle 95: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung (Teil 1). Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| <input checked="" type="checkbox"/> | Standard | Messstellen | Bez. |
|-------------------------------------|------------|---|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W811 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 1 ** | W811 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Wärmemenge/Leistung Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W821 |
| <input type="checkbox"/> | | Wassermenge/Volumenstrom Wärmezähler Holzkessel 2 ** | W821 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Öl-/Gaszähler, falls modulierender Öl-/Gaskessel *** | W831/W832 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Betriebsstunden Stufe 1/2, falls zweistufiger Öl-/Gaskessel | W831/W832 |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 1) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Holzkessel 2 | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Holzkessel 2) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Sollwert der Feuerungsleistung Öl-/Gaskessel | |
| <input type="checkbox"/> | | Kesselinterner Sollwert der Feuerungsleistung (Rückmeldung Öl-/Gaskessel) | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Istwert des Speicherladezustandes | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard | Abgastemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | | Feuerraumtemperatur Holzkessel 1 | |
| <input type="checkbox"/> | Standard * | Restsauerstoff Holzkessel 1 | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 1; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| | | Messstellen Partikelabscheider 2; Bauart: | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |

* Um den Aufwand für die Datenaufzeichnung zu reduzieren, wird für die Betriebsoptimierung eine Reduktion um diese Messstellen als zulässige Abweichung akzeptiert.
** 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. Ein gemeinsamer Wärmezähler für beide Kessel im Hauptrücklauf ist zulässig (zur Überprüfung der Kesselleistung muss der jeweils andere Kessel ausser Betrieb sein!).
*** 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.

Tabelle 96: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung (Teil 2). Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrößen aufgezeichnet werden können.

| Bereich | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Hardware | Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung? <input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger <input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System |
| | Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort <input type="checkbox"/> Auslesen über ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über AB-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Auslesen über das Internet |
| Datenaufzeichnung | Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden |
| | Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 5 Minuten (Empfehlung) Minuten |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte? <input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als Momentanwert |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern? <input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten? <input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt) |
| | Wie gross ist der Messwertspeicher? <input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität |
| | Wie ist das Ausgabeformat zur Auswertung in EXCEL? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| Datenauswertung | Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Wochenübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Zusammengehörende Daten als Tagesübersicht (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas-, Betriebsstundenzähler als Leistung bzw. Volumenstrom (Forderung) <input type="checkbox"/> Andere: |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt? <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist |
| Verantwortlichkeiten | Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt? <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems |
| | Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt? <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner <input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber |
| | |
| | |

Tabelle 97: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

8.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 98 bis Tabelle 100 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 98 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 99 und Tabelle 100 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabellen bereits während der Ausschreibungs- und Ausführungsphase zur provisorischen Festlegung der Planungswerte zu verwenden; nur so wird die Funktionsweise der Anlage klar erkennbar.

Wer erstellt den Zusatz zum Abnahmeprotokoll?

- ☐ Hauptplaner
☐ Holzkessel-Lieferant
☐ Lieferant des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 98: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

| Beschreibung | Einheit | Beispiel | | | |
|--|--|----------|-----|--|--|
| Übergeordnetes MSR-System | | | | | |
| Verbindung übergeordnetes/untergeordnete MSR-Systeme mittels Standardschnittstelle [9]? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein | | | | | |
| ■ Laderegler | | | | | |
| Sollwert Kesselaustrittstemperatur Holzkessel 1 | °C | 85 | | | |
| Sollwert Kesselaustrittstemperatur Holzkessel 2 | °C | 85 | | | |
| Sollwert Kesselaustrittstemperatur Öl-/Gaskessel | °C | 85 | | | |
| ■ Rücklaufhochhaltung | | | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 1 | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Holzkessel 2 | °C | 60 | | | |
| Grenzwert Kesseleintrittstemperatur Öl-/Gaskessel | °C | 60 | | | |
| ■ Speicherladeregelung | | | | | |
| Wer gibt AUS (bzw. Glutbettunterhalt) und stetige Regelung vor? <input type="checkbox"/> das jeweils aktive Regelsystem <input type="checkbox"/> immer der Holzkessel | | | | | |
| Wie erfolgt die Umschaltung «stetige Regelung» auf «Speicher füllen und entleeren»? <input type="checkbox"/> Umschaltung von Hand <input type="checkbox"/> Andere: | | | | | |
| Sollwert Speicherladezustand | % | 60 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «warm» | °C | ≥75 | | | |
| Sollwert Speicherfühler «kalt» | °C | ≤65 | | | |
| Stetige Regelung Folgerregler | P-Band Folgerregler 1 (Holzkessel 1 allein) | % | 75 | | |
| | Nachstellzeit Folgerregler 1 (Holzkessel 1 allein) | Min. | 20 | | |
| | P-Band Folgerregler 2 (Holzkessel 2 allein) | % | 150 | | |
| | Nachstellzeit Folgerregler 2 (Holzkessel 2 allein) | Min. | 20 | | |
| | P-Band Folgerregler 3 (Holzkessel 1+2) | % | 225 | | |
| | Nachstellzeit Folgerregler 3 (Holzkessel 1+2) | Min. | 20 | | |
| Zweipunkt-Regler (Öl-/Gaskessel in Sequenz) | Holzkessel 1 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | |
| | Holzkessel 1 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | |
| | Holzkessel 2 stetige Regelung bei Sollwert Feuerungsleist. | % | ≥35 | | |
| | Holzkessel 2 AUS/Glutbett bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤25 | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥45 | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 1 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤35 | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 EIN bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≥75 | | |
| | Öl-/Gaskessel Stufe 2 AUS bei Sollwert Feuerungsleistung | % | ≤65 | | |

Tabelle 99: Zusatz zum Abnahmeprotokoll (Teil 1) – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

| Beschreibung | Einheit | Beispiel | | | |
|---|-----------------|------------------|--|--|--|
| ■ Folgeschaltung Holzkessel 2 – Holzkessel 1+2 (ggf. abändern) | | | | | |
| Freigabekriterium Holzkessel 1: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 2 (in % der Gesamtleistung) UND Verzögerungszeit | % Min. | 100 (67) 60 | | | |
| Sperrkriterium Holzkessel 1: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 UND Verzögerungszeit | % Min. | 30 60 | | | |
| ■ Folgeschaltung Holzkessel 1+2 – Öl-/Gaskessel (ggf. abändern) | | | | | |
| Freigabekriterium: Aussentemperatur UND (Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 UND Verzögerungszeit) | °C % Min. | ≤ 0 100 30 | | | |
| Sperrkriterium: Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel 1+2 UND Verzögerungszeit | % Min. | 90 10 | | | |
| Holzkessel 1 | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 100 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 330 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 1 | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | °C | 95 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | °C | 110 | | | |
| Holzkessel 2 | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 200 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff | kW | 670 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 2 | | | | | |
| Sollwert Kesselwassertemperatur bei Betriebsart «lokal» | °C | 85 | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | °C | 95 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | °C | 110 | | | |
| Öl-/Gaskessel | | | | | |
| ■ Einstellung Heizleistung | | | | | |
| Eingestellte minimale Heizleistung | kW | 670 | | | |
| Eingestellte maximale Heizleistung | kW | 1670 | | | |
| ■ Untergeordnetes MSR-System 3 | | | | | |
| Begrenzung Kesselwassertemperatur | °C | 90 | | | |
| Sicherheitsabschaltung bei Kesselwassertemperatur | °C | 110 | | | |

Tabelle 100: Zusatz zum Abnahmeprotokoll (Teil 2) – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

9. Wärmenetz (wenn vorhanden)

9.1 Wärmeabnehmer

Zu den Wärmeabnehmern sind die Fragen in Tabelle 101 zu beantworten.

| Beschreibung | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Druckdifferenz-behaftete Anschlüsse an der Fernleitung Kapitel 12 | <p>Wie werden die druckdifferenzbehafteten Anschlüsse an der Fernleitung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Einzelregler</p> <p><input type="checkbox"/> SPS des übergeordneten MSR-Systems der Wärmeerzeugung</p> <p><input type="checkbox"/> SPS des/der Holzkessel(s), die als übergeordnetes MSR-System der Wärmeerzeugung genutzt wird</p> <p><input type="checkbox"/> Kleinleitsystem</p> <p><input type="checkbox"/> Gebäudeleitsystem</p> <p>Werden Druckdifferenzregler eingebaut?</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, Druckdifferenzregler zwischen Vor- und Rücklauf</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, Kombiventile</p> |
| Verantwortlichkeiten nach Phasen und Abnehmer | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation aller Abnehmer durch den Hauptplaner</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller Abnehmer durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller Abnehmer durch den Hauptlieferanten der MSR-Systeme</p> <p><input type="checkbox"/> Planung jedes Abnehmers durch den jeweiligen Lieferanten</p> |

Tabelle 101: Fragen und Antworten zu den Wärmeabnehmern

9.2 Fernleitung

Zur Fernleitung sind die Fragen in Tabelle 102 zu beantworten.

| Beschreibung | Fragen und Antworten |
|----------------------|--|
| Fernleitungssystem | <p>Welches Rohrsystem?</p> <p><input type="checkbox"/> Starre Kunststoffmantelrohre, Innenrohr Stahl</p> <p><input type="checkbox"/> Flexible Kunststoffmantelrohre, Innenrohr Stahl</p> <p><input type="checkbox"/> Flexible Kunststoffmantelrohre, Innenrohr Kunststoff</p> <p><input type="checkbox"/> Flexible Kunststoffmantelrohre, Doppel-Innenrohr Stahl</p> <p><input type="checkbox"/> Flexible Kunststoffmantelrohre, Doppel-Innenrohr Kunststoff</p> <p><input type="checkbox"/> Flexible Stahlmantelrohre, Innenrohr Stahl</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Welches Überwachungs- und Fehlerortungssystem?</p> <p><input type="checkbox"/> Widerstandsverfahren</p> <p><input type="checkbox"/> Impulslaufzeitverfahren</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie werden die Leitungsanschlüsse ausgeführt?</p> <p><input type="checkbox"/> Formstücke</p> <p><input type="checkbox"/> Anbohren</p> <p>Wie werden die Rohre verlegt?</p> <p><input type="checkbox"/> Thermisch nicht vorgespannt</p> <p><input type="checkbox"/> Thermisch vorgespannt</p> |
| Ausmass | <p>Trassenlänge total Trm</p> <p>Länge der für die Rohrnetzberechnung massgebenden ungünstigsten Stammleitung Trm</p> <p>Länge der für die Rohrnetzberechnung massgebenden ungünstigsten Zweigleitung Trm</p> <p>Länge des für die Rohrnetzberechnung massgebenden ungünstigsten Hausanschlusses Trm</p> <p>Massgebende Rohrlänge = 2 x (Stammleitung + Zweigleitung + Hausanschluss) m</p> |
| Rohrnetzberechnung | <p>Wie erfolgte die Rohrnetzberechnung?</p> <p>Methode (z. B. Software)</p> <p>– zugrunde gelegte Heizwassertemperatur °C</p> <p>– zugrunde gelegte Rohrrauigkeit mm</p> <p>Maximale Strömungsgeschwindigkeit bei DN m/s</p> <p>Druckabfall massgebende Stammleitung + Zweigleitung + Hausanschluss kPa</p> <p>Spezifischer Druckabfall Fernleitung = Druckabfall / massgebende Rohrlänge Pa/m</p> <p>Druckabfall ungünstigster Wärmeabnehmer kPa</p> <p>Druckabfall Rest (Vorregelung usw.) kPa</p> <p>Notwendige Förderhöhe der Fernleitungspumpe m</p> <p>Nennndruck des Wärmenetzes bar</p> |
| Verantwortlichkeiten | <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der Fernleitung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Gesamtplanung der Fernleitung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> |

Tabelle 102: Fragen und Antworten zur Fernleitung

9.3 Vorregelung, Fernleitungspumpe, Druckdifferenzregelung

Die Vorregelung der Fernleitung soll witterungsgeführt und zeitprogrammgesteuert durch das übergeordnete MSR-System erfolgen. Die Vorregelung kann mit einem oder mit zwei Regelventilen realisiert werden (siehe Planungshandbuch [4]).

Eine Vorregelung ist nicht erforderlich, wenn das Wärmenetz immer auf dem Temperaturniveau der Wärme-erzeugung gefahren werden muss.

Bei ausgedehnten Wärmenetzen können auch mehrere Fernleitungspumpen eingesetzt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Parallelschaltung zweier Pumpen, wenn jeweils nur eine Pumpe in Betrieb ist (d. h. zweite Pumpe wird als Reserve-Pumpe gebraucht)
- Parallelschaltung mehrerer Pumpen, wenn mehrere Pumpen zur Erreichung des geforderten Förderstromes günstiger sind (Wirkungsgrad, Kosten)
- Serienschaltung mehrerer Pumpen, wenn mehrere Pumpen zur Erreichung der geforderten Förderhöhe günstiger sind (Wirkungsgrad, Kosten)

Auslegung der Fernleitungspumpe entsprechend Tabelle 103.

Die Fernleitungspumpe ist mit einer Druckdifferenzregelung auszurüsten. Der/die Messort(e) der Druckdifferenzregelung sind so zu wählen, dass die Druckdifferenzschwankung im Netz nur so gross ist, dass in jedem Betriebspunkt ein einwandfreier Betrieb gewährleistet ist (siehe Planungshandbuch [4]).

Zum gewählten Konzept von Vorregelung und Druckdifferenzregelung der Fernleitung sind die Fragen in Tabelle 104 zu beantworten.

| Hydraulische und regelungstechnische Auslegung | Einheit | Beispiel | | | Bez. |
|--|-------------------|----------|--|--|------|
| Garantierte Temperatur-Grenzwerte | | | | | |
| Maximale Fernleitungs-Vorlauftemperatur | °C | 85 | | | T*61 |
| Maximal zulässige Fernleitungs-Rücklauftemperatur | °C | 55 | | | T*62 |
| | | | | | |
| Vorregelung und Fernleitungspumpe | | | | | |
| Wärmeleistung Fernleitung | kW | 1000 | | | |
| Förderstrom Fernleitungspumpe | m ³ /h | 28,7 | | | P*61 |
| Förderhöhe Fernleitungspumpe | m | 25 | | | P*61 |
| Durchfluss Regelventil Vorregelung Fernleitung | m ³ /h | 28,7 | | | V*61 |
| Druckabfall Regelventil | kPa | 10 | | | V*61 |
| Druckabfall mengenvariable Strecke | kPa | 8 | | | |
| Resultierende Ventilautorität | – | 0,56 | | | V*61 |
| | | | | | |
| * Nummer entsprechend der verwendeten Standard-Schaltung | | | | | |

Tabelle 103: Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe; Beispielzahlen sind zu löschen

| Baugruppe | Fragen und Antworten |
|--|--|
| Witterungsgeführte Vorregelung Fernleitung | <p>Wie wird die Vorregelung realisiert?</p> <p><input type="checkbox"/> Durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Durch SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Separater Einzelregler</p> <p>Anzahl Regelventile?</p> <p><input type="checkbox"/> 1 Regelventil <input type="checkbox"/> 2 Regelventile parallel</p> |
| Fernleitungs-pumpe(n) | <p>Anzahl und Betriebsart?</p> <p><input type="checkbox"/> Eine Pumpe <input type="checkbox"/> Zwei Pumpen in Serie; Begründung:</p> <p><input type="checkbox"/> Zwei Pumpen im Alternativbetrieb <input type="checkbox"/> Zwei Pumpen im Parallelbetrieb (nicht empfohlen!)</p> <p>Bauart?</p> <p><input type="checkbox"/> Spaltpumppe(n) <input type="checkbox"/> In-Line-Pumpe(n) <input type="checkbox"/> Sockelpumpe(n)</p> |
| Druckdifferenz-regelung | <p>Wie wird die Druckdifferenzregelung realisiert?</p> <p><input type="checkbox"/> Konstantdruckregelung in Pumpe(n) eingebaut</p> <p><input type="checkbox"/> Proportionaldruckregelung in Pumpe(n) eingebaut (sogenannte «negative» Pumpenkennlinie)</p> <p><input type="checkbox"/> Durch übergeordnetes MSR-System</p> <p><input type="checkbox"/> Durch SPS des Holzkessels</p> <p><input type="checkbox"/> Separate(r) Einzelregler</p> <p>Welches ist die Methode für die Druckdifferenzregelung?</p> <p><input type="checkbox"/> Konstantdruck über der/den Pumpe(n)</p> <p><input type="checkbox"/> Proportionaldruck über der/den Pumpe(n)</p> <p><input type="checkbox"/> Konstantdruck zwischen Vorlauf und Rücklauf bei der/den Pumpe(n)</p> <p><input type="checkbox"/> Konstantdruck an einem Messort im Netz; Messort:</p> <p><input type="checkbox"/> Schlechtpunktregelung an Messorten im Netz</p> <p><input type="checkbox"/> Regelung auf Regelventilstellung des jeweils ungünstigsten Wärmeabnehmers</p> <p>Art der Drehzahlverstellung?</p> <p><input type="checkbox"/> In Pumpe(n) eingebaut <input type="checkbox"/> Separate(r) Frequenzumformer</p> |

Tabelle 104: Beantwortung der Fragen zu Vorregelung Fernleitungspumpe und Druckdifferenzregelung

10. Anlagespezifische Ergänzungen

Anlagespezifische Ergänzungen sollten wenn möglich in die vorliegende Beschreibung integriert werden; dies können beispielsweise sein:

- Spezielle Betriebsarten
- Angaben zur Zeitprogrammsteuerung
- Angaben zur Alarmierung
- Spezifikationen zu Schaltschränken, Steckverbindungen usw.
- Anforderungen an Expansionsanlage, Fülleinrichtung, Heizwasserqualität usw.
- Ortsspezifische Forderungen an die Sicherheitsfunktionen

Dazu steht Kapitel 10 zur Verfügung. Die Hierarchie der Kapiteleinteilung bleibt dem Anwender überlassen.

11. Wärmeabnehmer in der Zentrale (druckdifferenzarme Anschlüsse)

11.1 Realisierungsmöglichkeiten

- Die Steuerung/Regelung der Heizgruppen in der Zentrale durch Einzelregler ist für kleinere Anlagen die einfachste Lösung
- Möglich ist auch eine Lösung über die SPS des übergeordneten MSR-Systems der Wärmeerzeugung oder die SPS des/der Holzkessel(s) (wenn diese bereits als übergeordnetes MSR-System der Wärmeerzeugung genutzt wird)
- Bei mittleren und grösseren Anlagen kann es auch eine Lösung über ein Kleinleitsystem oder ein grösseres Gebäudeleitsystem sein

11.2 Hydraulische Schaltung

Als Standard-Schaltungen gelten die Schaltungen entsprechend Abbildung 105:

- WA1: Direktanschluss einer Heizgruppe ohne Wärmetauscher mit Dreiwegeventil (Beimischschaltung)
- WA2: Indirekter Anschluss einer Heizgruppe mit Wärmetauscher bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppe möglich)
- WA3a: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit externem Wärmetauscher und Laderegelung: Ergibt eine konstante hohe Heizleistung bei konstant hoher Warmwassertemperatur und definiert tiefer Rücklauftemperatur
- WA3b: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit externem Wärmetauscher ohne Laderegelung: Auf die Laderegelung des Warmwasserbereiters gemäss WA3a kann verzichtet werden, wenn die maximal zulässige Rücklauftemperatur trotzdem durch geeignete hydraulische und regelungstechnische Massnahmen garantiert werden kann (für eine Anlage ohne Speicher muss diese Forderung nicht eingehalten werden)
- WA3c: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit innenliegendem Wärmetauscher: Die maximal zulässige Rücklauftemperatur muss durch geeignete hydraulische und regelungstechnische Massnahmen garantiert werden (für eine Anlage ohne Speicher muss diese Forderung nicht eingehalten werden)

11.3 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] sind zu erfüllen, insbesondere:

- Ventilautorität $\geq 0,5$, d. h. Druckabfall über Regelventil \geq Druckabfall über Strecke mit variablem Durchfluss
- Bei mehreren Heizgruppen mit Dreiwegeventilen: Verhinderung gegenseitiger Beeinflussung durch Fehlzirkulationen, d. h. maximaler Druckabfall über den Strecken mit variablem Durchfluss $\leq 20\%$ der Förderhöhe der kleinsten Gruppenpumpe (erste UND zweite Forderung muss erfüllt sein!)
- Wenn die maximale Vorlauftemperatur der Heizgruppe tiefer ist als die maximale Vorlauftemperatur auf der Primärseite, ist ein Bypass vor der Gruppenpumpe einzubauen

- Die Schaltungen sind so auszulegen, dass die maximal zulässige Rücklauftemperatur in jedem Betriebsfall eingehalten werden kann

Abnehmer auf der Sekundärseite von Wärmetauschern (hier insbesondere WA2) sind grundsätzlich als druckdifferenzbehafte Anschlüsse entsprechend Abschnitt 12.2 anzuschliessen. Druckdifferenzarme Anschlüsse sind nur in Ausnahmefällen möglich, wenn der sekundärseitige Druckabfall des Wärmetauschers bei Auslegedurchfluss den obgenannten Forderungen entspricht.

11.4 Funktionsbeschreibung

■ WA1: Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung. Bei Anlage mit Speicher Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

■ WA2: Witterungsgeführte Regelung der sekundärseitigen Vorlauftemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil. Bei Anlage mit Speicher primärseitige Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

■ WA3a: Ladegegelung des Warmwasserspeichers auf einen Festwert über das sekundärseitige Dreiwegeventil. Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Bei Anlage mit Speicher primärseitige Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

■ WA3b: Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Bei Anlage mit Speicher primärseitige Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

■ WA3c: Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Bei Anlage mit Speicher primärseitige Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

Die Drosselorgane mit der Fussnote «entfällt, falls kein Temperaturwechsel» in Abbildung 105 sind beispielsweise in folgenden Fällen erforderlich:

- Wärmeabnehmer ist eine Fussbodenheizung mit viel tieferer Vorlauftemperatur als das Wärmenetz
- Wärmeabnehmer ist eine Warmwasserbereitung mit hartem Wasser (Verhinderung Wärmetauscher-Verkalkung)

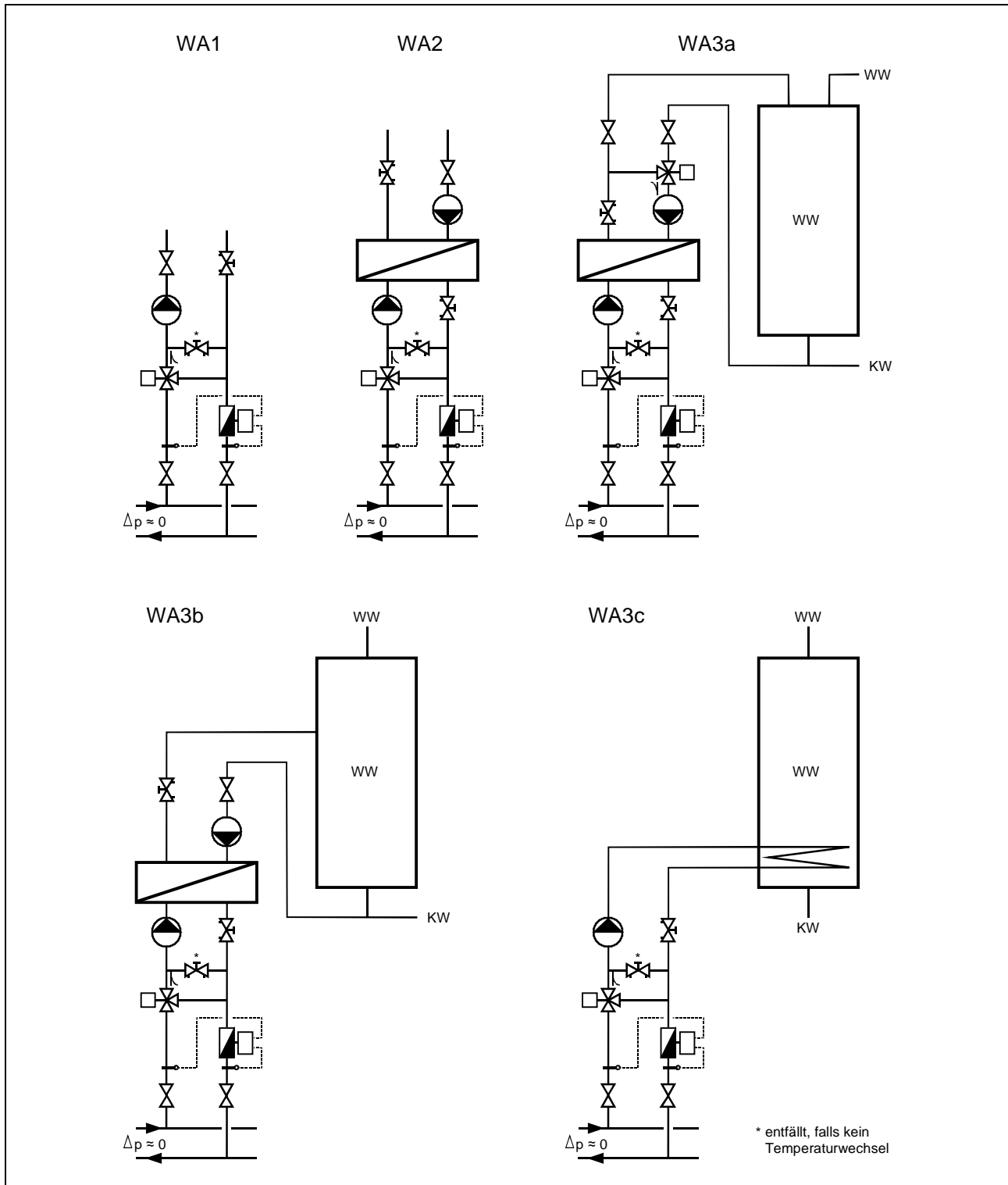


Abbildung 105: Prinzipschemata druckdifferenzarme Anschlüsse in der Zentrale. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind nicht eingezeichnet; diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

12. Wärmeabnehmer an der Fernleitung (druckdifferenzbehaftete Anschlüsse)

12.1 Realisierungsmöglichkeiten

■ Die Steuerung/Regelung der Fernleitungsanschlüsse durch Einzelregler ist für kleinere Anlagen die einfachste Lösung

■ Bei mittleren und grösseren Anlagen kann es auch eine Lösung über ein Kleinleitsystem oder ein grösseres Gebäudeleitsystem sein

12.2 Hydraulische Schaltung

Als Standard-Schaltungen gelten die Schaltungen entsprechend Abbildung 106 und Abbildung 107:

■ WA4a: Direktanschluss einer Heizgruppe ohne Wärmetauscher mittels Drosselschaltung (variabler Durchfluss in der Heizgruppe, z. B. Anschluss eines Luftheritzers)

■ WA4b: Direktanschluss einer Heizgruppe ohne Wärmetauscher mittels Einspritzschaltung mit Durchgangsventil (konstanter Durchfluss in der Heizgruppe, z. B. Anschluss einer Heizkörper- oder Fussbodenheizung)

■ WA5: Indirekter Anschluss einer Heizgruppe mit Wärmetauscher bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppe möglich)

■ WA6: Kombination Heizgruppe ohne Wärmetauscher und Warmwasserbereiter:

- Direktanschluss der Heizgruppe
- WA6a: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit externem Wärmetauscher und Laderegelung: Ergibt eine konstante hohe Heizleistung bei konstant hoher Warmwassertemperatur und definiert tiefer Rücklauf-temperatur
- WA6b: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit externem Wärmetauscher ohne Laderegelung: Auf die Laderegelung des Warmwasserbereiters gemäss WA3a kann verzichtet werden, wenn die maximal zulässige Rücklauf-temperatur trotzdem durch geeignete hydraulische und regelungstechnische Massnahmen garantiert werden kann
- WA6c: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit innenliegendem Wärmetauscher: Die maximal zulässige Rücklauf-temperatur muss durch geeignete hydraulische und regelungstechnische Massnahmen garantiert werden

■ WA7: Kombination Heizgruppe mit Wärmetauscher und Warmwasserbereiter:

- Indirekter Anschluss der Heizgruppe bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppe möglich)
- WA7a: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit externem Wärmetauscher und Laderegelung: Ergibt eine konstante hohe Heizleistung bei konstant hoher Warmwassertemperatur und definiert tiefer Rücklauf-temperatur
- WA7b: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit externem Wärmetauscher ohne Laderegelung: Auf die Laderegelung des Warmwasserbereiters gemäss WA3a kann verzichtet werden, wenn die maximal zulässige Rücklauf-temperatur trotzdem durch geeignete hydraulische und regelungstechnische Massnahmen garantiert werden kann
- WA7c: Anschluss eines Warmwasserbereiters mit innenliegendem Wärmetauscher: Die maximal zulässige Rücklauf-temperatur muss durch geeignete hydraulische und regelungstechnische Massnahmen garantiert werden

■ **WA8:** Anschluss mit Wärmetauscher und sekundärseitig mehreren Heizgruppen und Warmwasserbereiter:

- Indirekter Anschluss bei grossem geodätischen Höhenunterschied der Anlage und/oder hohem Pumpendruck bei ausgedehnten Anlagen (kleinerer Betriebsdruck der Heizgruppe möglich)
- Druckdifferenzarmer Anschluss auf der Sekundärseite analog den Standard-Schaltungen WA1 (Heizgruppen) und WA3a...WA3c (Warmwasserbereiter)

Achtung: Diese Schaltung ist nur möglich, wenn der sekundärseitige Anschluss des Wärmetauschers so druckdifferenzarm erfolgen kann, dass folgende Forderungen erfüllt sind:

- Ventilautorität $\geq 0,5$, d. h. Druckabfall über Regelventil \geq Druckabfall über Strecke mit variablem Durchfluss (= Wärmetauscher + Anschlussleitungen)
- Maximaler Druckabfall über den Strecken mit variablem Durchfluss $\leq 20\%$ der Förderhöhe der kleinsten Gruppenpumpe (Verhinderung gegenseitiger Beeinflussung durch Fehlzirkulation bei mehreren Dreiwegeventilen)

■ **WA9:** Wärmeübergabestation mit Speicher für mehrere Heizgruppen und Warmwasserbereiter:

- Für Wärmeabnehmer mit grossen Spitzenlasten
- Druckdifferenzarmer Anschluss auf der Sekundärseite analog den Standard-Schaltungen WA1 (Heizgruppen) und WA3a...WA3c (Warmwasserbereiter)

Achtung: Nenndruck des Heizwasserspeichers beachten.

Die Wärmetauscher zur Warmwasserbereitung in den Standard-Schaltungen WA6 und WA7 sind grundsätzlich analog Schaltung WA4a angeschlossen, damit auch eine Warmwasserbereitung mit hartem Wasser möglich ist (Verhinderung Wärmetauscher-Verkalkung). Falls dies nicht erforderlich ist (weiches Wasser oder Fernleitungstemperatur immer unter 70°C), kann auch analog Schaltung WA4b bzw. WA5 angeschlossen werden (d. h. Pumpe und Rückschlagventil entfallen).

Die Rückschlagventile in den Bypässen zur Verhinderung des Rücklauftemperaturanstiegs infolge Fehlzirkulation (Durchfluss primär $>$ Durchfluss sekundär) können weggelassen werden, wenn die Nachteile den genannten Vorteil überwiegen. Nachteile sind:

- Einseitige hydraulische Entkoppelung
- Pumpendrucke werden bei Fehlzirkulation addiert
- Gruppe wird trotz abgestellter Pumpe warm, wenn das Ventil ungewollt geöffnet wird

Bypässe oder Überströmventile zur Sicherstellung eines Minimaldurchflusses am Ende der Stränge (z. B. Verhinderung von «kalten Zapfen») sind nur zulässig, wenn keine andere Lösung möglich ist und garantiert werden kann, dass der Durchfluss so gering ist, dass keine Störungen auftreten (bei Anlage mit Speicher kaum möglich!).

Die Schaltungen gelten auch als Standard-Schaltung, wenn

- die Durchgangsventile im Rücklauf montiert werden,
- die Druckdifferenzregler im Vorlauf montiert werden,
- die Druckdifferenzregelung direkt über jedem Durchgangsventil erfolgt (Kombiventile).

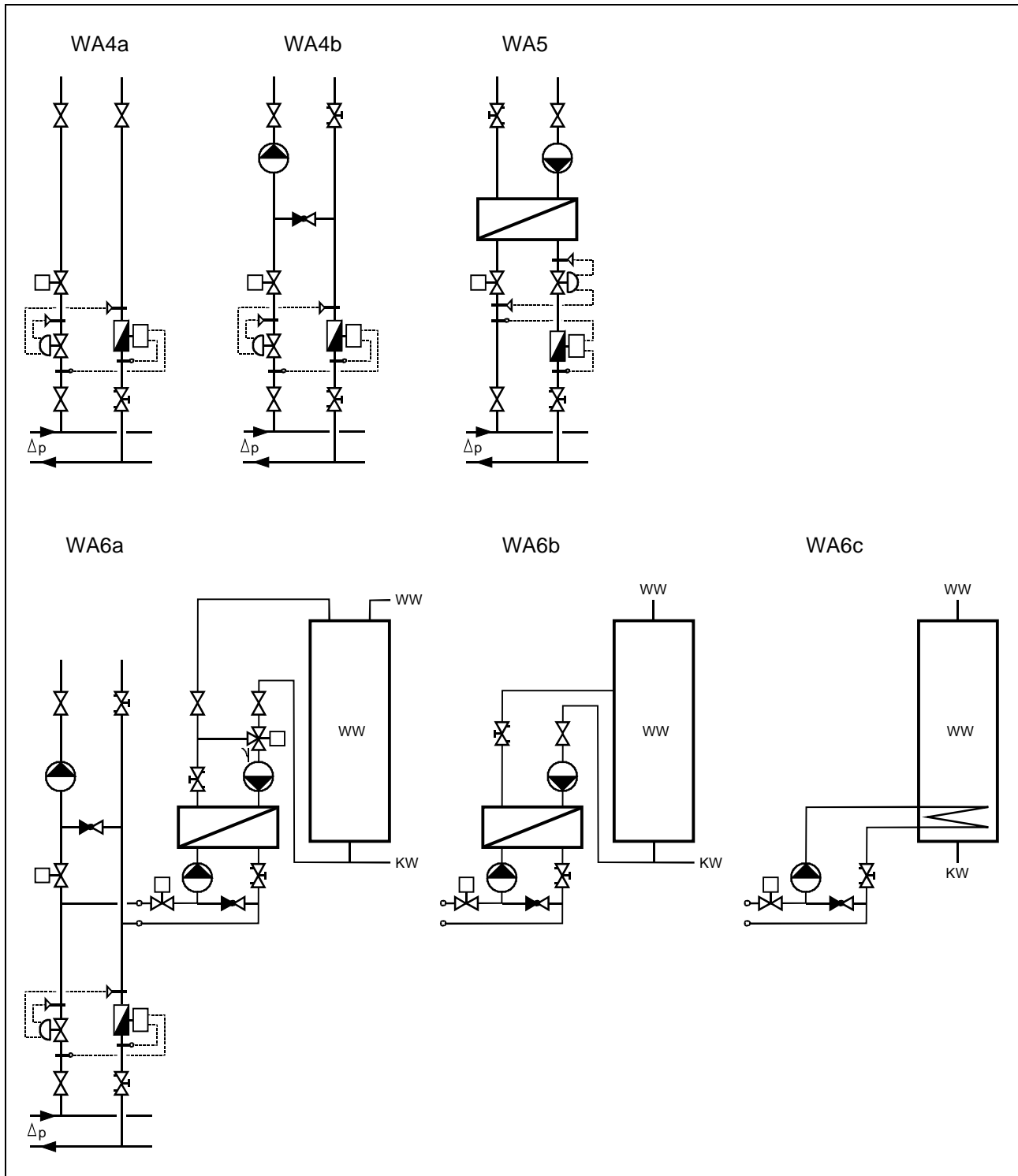


Abbildung 106: Prinzipschemata druckdifferenzbehaftete Anschlüsse an der Fernleitung WA4 bis WA6. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind nicht eingezeichnet; diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

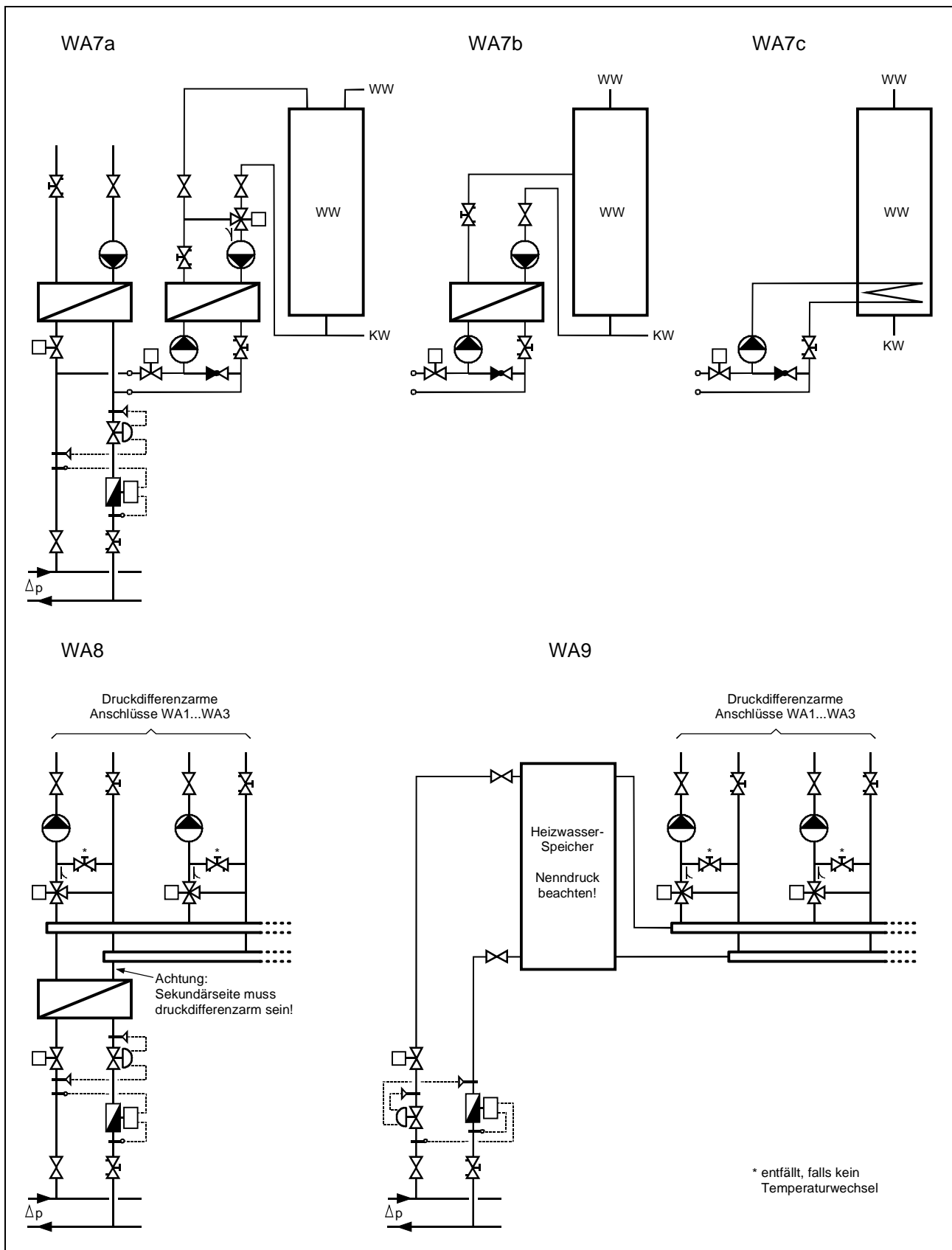


Abbildung 107: Prinzipschemata druckdifferenzbehaftete Anschlüsse an der Fernleitung WA7 bis WA9. Sicherheitsorgane und Expansionsanlage sind nicht eingezeichnet; diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

12.3 Weitere Varianten

Für alle Schaltungen mit Warmwasserbereitung gibt es noch folgende Möglichkeiten (Abbildung 108):

■ **Restwärmenutzung:** Ausrüstung mit einem zusätzlichen Wärmetauscher in der Kaltwasserleitung, um so den Rücklauf noch weitmöglichst abzukühlen. Diese Schaltung lässt sich mit allen Standard-Schaltungen WA6 bis WA9 kombinieren. Vorsicht bei hohen Rücklauftemperaturen und hartem Trinkwasser!

■ **Warmwasserbereitung mittels Durchlauferhitzer:** Diese Schaltung lässt sich mit den Standard-Schaltungen WA6 bis WA9 kombinieren (Anschluss analog den Varianten a, b und c). Nachteilig ist bei dieser Schaltung:

- Oft ungenügende Warmwasser-Spitzenleistung
- Die häufig auftretenden Leistungsspitzen können nicht durch eine «Boilervorrangschaltung» eliminiert werden
- Nur für weiches Trinkwasser geeignet

■ **Anschlüsse mit Strahlpumpe:** Diese Schaltung lässt sich analog den Standard-Schaltungen WA4 bis WA9 anwenden. Die Strahlpumpe ergibt eine Temperaturregelung mit variablem Durchfluss. Zum Vergleich: WA4a ergibt eine Mengenregelung mit variablem Durchfluss, WA4b eine Temperaturregelung mit konstantem Durchfluss. Vorsicht ist wegen des variablen Durchflusses in schlecht abgeglichenen Wärmeabnehmernetzen geboten (Gefahr des «Absterbens» von schlecht durchflossenen Anlageteilen bei kleiner Last).

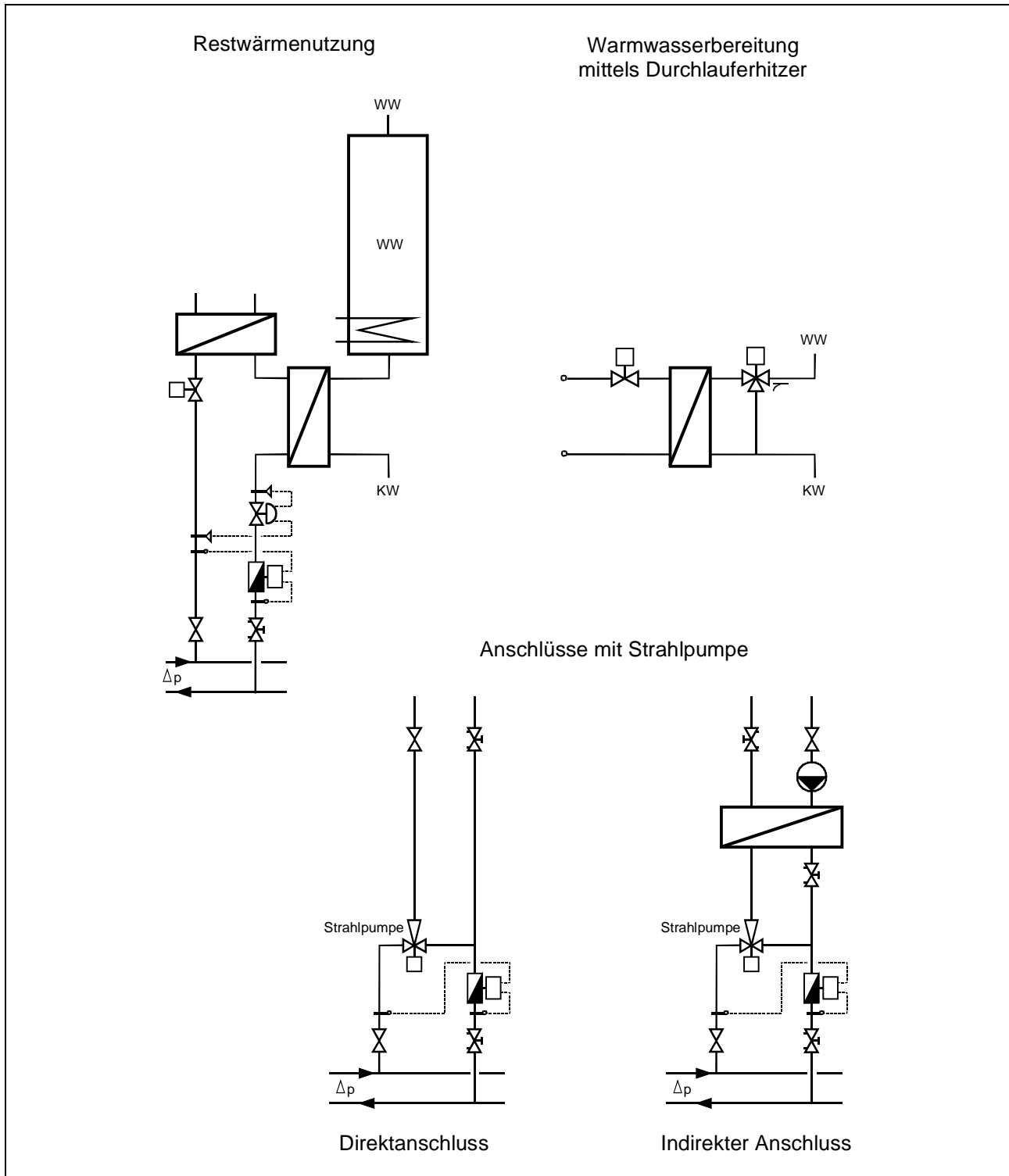


Abbildung 108: Restwärmenutzung zur weitmöglichsten Abkühlung des Rücklaufs und Warmwasserbereitung mittels Durchlauferhitzer (Einbindung und mögliche Probleme siehe Text!)

12.4 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Es sind die Forderungen gemäss Q-Leitfaden [1] bzw. Planungshandbuch [4] zu erfüllen, insbesondere:

- Ventilautorität Dreiwegeventile $\geq 0,5$
- Ventilautorität Durchgangsventile $\geq 0,3$
- Die Schaltungen sind so auszulegen, dass die maximal zulässige Rücklauftemperatur in jedem Betriebsfall eingehalten werden kann

Abnehmer auf der Sekundärseite von Wärmetauschern (hier insbesondere WA5 und WA7 bis WA9) sollten – wenn möglich – als druckdifferenzbehaftete Anschlüsse entsprechend den obgenannten Forderungen angeschlossen werden. Druckdifferenzarme Anschlüsse sind nur möglich, wenn der sekundärseitige Druckabfall des Wärmetauschers bei Auslegedurchfluss den Forderungen von Abschnitt 12.2 entspricht.

12.5 Funktionsbeschreibung

■ WA4a und WA4b: Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung. Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

■ WA5: Witterungsgeführte Regelung der sekundärseitigen Vorlauftemperatur über das primärseitige Durchgangsventil. Primärseitige Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

■ WA6 Heizkreis: Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung. Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht. Wassererwärmung:

- WA6a: Ladegegelung des Warmwasserspeichers auf einen Festwert über das sekundärseitige Dreiwegeventil. Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.
- WA6b: Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.
- WA6c: Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.

■ WA7 Heizkreis: Witterungsgeführte Regelung der sekundärseitigen Vorlauftemperatur über das primärseitige Durchgangsventil. Primärseitige Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht. Wassererwärmung:

- WA7a: Ladegegelung des Warmwasserspeichers auf einen Festwert über das sekundärseitige Dreiwegeventil. Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.
- WA7b: Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.
- WA7c: Einschaltfühler oben (z. B. auf 2/3 Höhe) und Ausschaltfühler unten im Speicher. Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das primärseitige Dreiwegeventil (Schutz gegen Verkalkung). Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht.











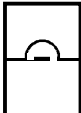


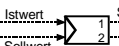

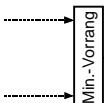









- WA8: Primärseitige Regelung der Wärmetauscher-Eintrittstemperatur über das Durchgangsventil. Rücklauftemperaturbegrenzung, wenn die Gefahr einer Überschreitung der maximal zulässigen Rücklauftemperatur besteht. Sekundärseitige Regelung entsprechend den Funktionsbeschreibungen WA1 (Heizgruppen) und WA3a...WA3c (Warmwasserbereiter).
- WA9: Ladung des Heizspeichers über das primärseitige Durchgangsventil. Einschaltfühler oben und Ausschaltfühler unten im Heizspeicher. Sekundärseitige Regelung entsprechend den Funktionsbeschreibungen WA1 (Heizgruppen) und WA3a...WA3c (Warmwasserbereiter).

Literatur

- [1] Ruedi Bühler, Hans Rudolf Gabathuler, Andres Jenni: Q-Leitfaden. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., die 3., erweiterte Auflage erscheint 2011. ISBN 978-3-937441-91-3. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 1)
- [2] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer: Standard-Schaltungen – Teil I. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2., erweiterte Auflage 2010. ISBN 978-3-937441-92-1. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 2)
- [3] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Muster-Ausschreibung Holzkessel. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2004. ISBN 978-3-937441-93-X. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 3)
- [4] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Planungshandbuch. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2., leicht überarbeitete Auflage 2008. ISBN 978-3-937441-94-8 (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 4)
- [5] Alfred Hammerschmid, Anton Stallinger: Standard-Schaltungen – Teil II. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2006. ISBN 978-3-937441-95-6. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 5)
- [6] Bernhard Enzesberger, Johann Reinalter: Ratgeber zur Biomassekesselausschreibung (Version Österreich). Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2009. ISBN 978-3-937441-89-4. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 6)
- [7] Situationserfassung mit EXCEL-Tabelle. Sowohl die EXCEL-Tabelle wie das Manual stehen als kostenlose Downloads zur Verfügung (siehe Hinweis).
- [8] Häufig gestellte Fragen (FAQ). Probleme, die öfters auftreten, werden jeweils möglichst schnell als FAQ erfasst und ins Internet gestellt. Diese können dann als Einzel-FAQ oder als komplette FAQ-Sammlung kostenlos heruntergeladen werden (siehe Hinweis).
- [9] Empfehlung Standard-Schnittstellen. Sowohl die Empfehlung wie eine Liste der Holzkessel- und Regelgerätehersteller, die diese Standard-Schnittstellen anbieten, stehen als kostenlose Downloads zur Verfügung (siehe Hinweis).

Hinweis: Die Titel [1] bis [6] können im Buchhandel oder direkt auf der Website von QM Holzheizwerke (siehe Internet-Adressen auf Seite 2) bestellt werden. [7] bis [9] und zahlreiche weitere Dokumente und Software-Hilfsmittel zum Thema Holzenergie sind ebenfalls auf dieser Website zu finden.

Anhang 1: Symbole

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Holzfeuerung |  | Absperrarmatur |
|  | Ölfeuerung |  | Drosselarmatur (Druckmessstutzen empfohlen) |
|  | Gasfeuerung |  | Rückschlagventil |
|  | Innenliegender Wärmetauscher |  | Schmutzfänger |
|  | Wärmetauscher |  | Sicherheitsventil |
|  | Expansionsgefäß |  | Regler allgemein |
|  | Umwälzpumpe |  | Regler mit 2 Stellgrößen als Sequenz |
|  | Verdichter |  | Minimal-Vorrangschalter (tiefstes Eingangssignal wird auf Ausgang geschaltet) |
|  | Durchgangsventil mit Stellgerät |  | Zeitprogrammsteuerung |
|  | Dreiwegventil mit Stellgerät |  | Temperaturfühler |
|  | Druckdifferenzregler mit Stellgerät ohne Hilfsenergie |  | Druckfühler |
|  | Strahlpumpe mit Stellgerät |  | Aussentemperaturfühler |
|  | Wärmezähler | | |

Anhang 2: Titelblatt





Hydraulische und regelungstechnische Lösung

Kurzbezeichnung

Projekt-Nummer

| | | | |
|---|---|------|------------------------------------|
| Projekt | Anlage-Bezeichnung: | | |
| | Anlage-Adresse: | | |
| | Bauherrschaft: | | |
| | Adresse: | | |
| | Kontaktperson: Telefon: Fax: E-Mail: | | |
| Verantwortliche für «QM- Holzheizwerke» | Delegierter des Bauherrn: Telefon: Fax: E-Mail: | | |
| | Q-Beauftragter: Telefon: Fax: E-Mail: | | |
| | | | |
| Hauptplaner | Firma: Adresse: Sachbearbeiter: Telefon: Fax: E-Mail: | | |
| Darlegung des Hauptplaners | Dies ist eine Standard-Schaltung gemäss Dokumentation «Standard-Schaltungen, 2. Auflage» | | |
| | <input type="checkbox"/> WE1 Monovalent ohne Speicher → Kapitel 1 | | |
| | <input type="checkbox"/> WE2 Monovalent mit Speicher → Kapitel 2 | | |
| | <input type="checkbox"/> WE3 Bivalent ohne Speicher → Kapitel 3 | | |
| | <input type="checkbox"/> WE4 Bivalent mit Speicher → Kapitel 4 | | |
| | <input type="checkbox"/> WE5 Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage ohne Speicher → Kapitel 5 | | |
| | <input type="checkbox"/> WE6 Monovalente Zweikessel-Holzheizungsanlage mit Speicher → Kapitel 6 | | |
| | <input type="checkbox"/> WE7 Bivalente Dreikesselanlage ohne Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) → Kapitel 7 | | |
| | <input type="checkbox"/> WE8 Bivalente Dreikesselanlage mit Speicher (2 Holzkessel, 1 Öl-/Gaskessel) → Kapitel 8 | | |
| | <input type="checkbox"/> Nicht-Standard-Schaltung → eigene Beschreibung | | |
| Die angekreuzte Standard-Schaltung | | | |
| <input type="checkbox"/> entspricht exakt der Vorgabe | | | |
| <input type="checkbox"/> enthält folgende Abweichungen: | | | |
| Ist ein Wärmenetz vorhanden? | | | |
| <input type="checkbox"/> nein | | | |
| <input type="checkbox"/> ja → Kapitel 9 | | | |
| Wärmeabnehmer | | | |
| Anz. | Druckdifferenzlose Anschlüsse | Anz. | Druckdifferenzbehaftete Anschlüsse |
| | | | |
| | Nicht-Standard-Schaltungen | | Nicht-Standard-Schaltungen |
| | Total | | Total |
| Anlagespezifische Ergänzungen → Kapitel 10 | | | |
| 10.1 | | | |
| 10.2 | | | |
| 10.3 | | | |
| 10.4 | | | |
| 10.5 | | | |
| 10.6 | | | |

| | | |
|---------------------------------|--|--------------------|
| Bestätigung des Hauptplaners | Für die Richtigkeit der obigen Darlegung und der beigefügten Unterlagen: | |
| | Datum | Unterschrift |

