

Standard-Schaltungen

Teil II

Alfred Hammerschmid
Anton Stallinger

Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke

Schweiz: Holzenergie Schweiz

Baden-Württemberg: Ministerium für
Ernährung und Ländlichen Raum

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

Rheinland-Pfalz: TSB – Transferstelle
für rationelle und regenerative Energie-
nutzung Bingen

Österreich: Bundesministerium für Land-
und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser-
wirtschaft

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 II** handelt es sich um eine Ergänzung und Erweiterung zu den in den **Standard-Schaltungen – Teil I** dargestellten Lösungen für Schaltungen und Regelungskonzepte von Holzheizwerken. Beide Bände stellen die gemeinsame Basis bei der Auswahl von Standard-Schaltungen im Sinne von QM Holzheizwerke dar. 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 gewährleistet, und Planungsfehler können vermieden werden.

Das gesammelte Wissen wird als **Schriftenreihe QM Holzheizwerke** publiziert:

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

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

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

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

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

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

Weitere Bände sind geplant. 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 sowie eine aktuelle Liste der Schriftenreihe zu finden.

Schriftenreihe QM Holzheizwerke Band 5
erarbeitet von der Arbeitsgemeinschaft
QM Holzheizwerke

Standard- Schaltungen

Teil II

Alfred Hammerschmid
Anton Stallinger

Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke

Für die Schweiz:

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

Für Deutschland:

Baden-Württemberg: Ministerium für Ernährung
und Ländlichen Raum

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:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

www.qmholzheizwerke.at

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

© Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke 2006.
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe
gestattet.

QM Holzheizwerke® ist ein eingetragenes Mar-
kenzeichen.

Team der Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke

Ruedi Bühler (Leitung), Umwelt und Energie, CH
Friedrich Biedermann, BIOS Bioenergiesysteme
GmbH, AT

Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie, CH

Helmut Bunk, Klimaschutz- und Energieagentur
(KEA), DE

Thomas Deines, Ministerium für Ernährung und
Ländlichen Raum, DE

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler AG, CH

Jürgen Good, Verenum, CH

Andres Jenni, ardens, CH

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

Andreas Laucher, Land Salzburg, AT

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

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

Franz Promitzer, LEV, AT

Christian Rakos, E.V.A., AT

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

Walter Winter, Kommunalkredit Austria, AT

Jörg Wirtz, TSB, DE

Autoren

Alfred Hammerschmid, BIOS Bioenergiesysteme GmbH

Anton Stallinger, BIOS Bioenergiesysteme GmbH

Mitarbeit

Friedrich Biedermann, BIOS Bioenergiesysteme GmbH

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler AG

Ingwald Obernberger, BIOS Bioenergiesysteme GmbH

Johann Reinalter, Reinplan Ges.m.b.H.

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

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-937441-90-5 Schriftenreihe QM Holzheizwerke

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

Inhalt

Inhalt	3
Einführung	7
Allgemeines	7
Übersicht Teil II	7
Unterschiede zwischen Teil I und Teil II	8
Zusätzliche Serienschaltungen in Teil II	8
Unterschiedliches Regelkonzept in Teil II	9
Weitere Bemerkungen zu Teil I und Teil II	10
Wie wird eine Standard-Schaltung beschrieben?	11
Wie wird eine Nicht-Standard-Schaltung beschrieben?	11
 11. Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher	 12
11.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten	12
11.1.1 Bedienungsebene	12
11.1.2 Übergeordnetes MSR-System	12
11.1.3 Untergeordnetes MSR-System des Holzkessels	13
11.1.4 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen	13
11.2 Prinzipschema und Auslegung	15
11.2.1 Hydraulische Schaltung	15
11.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	15
11.3 Funktionsbeschreibung	17
11.3.1 Betriebsarten Wärmeerzeuger	17
11.3.2 Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage	17
11.3.3 Steuerung	18
11.3.4 Regelung Kesseleintrittstemperatur	18
11.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperatur	18
11.3.6 Regelung Hauptvorlauftemperatur	19
11.3.7 Regelschema	19
11.3.8 Gewähltes Regelkonzept	20
11.4 Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung	20
11.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll	22
 12. Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher	 24
12.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten	24
12.1.1 Bedienungsebene	24
12.1.2 Übergeordnetes MSR-System	24
12.1.3 Untergeordnetes MSR-System des Holzkessels	25
12.1.4 Gewählte Struktur der MSR-Ebenen	25
12.2 Prinzipschema und Auslegung	26
12.2.1 Hydraulische Schaltung	26
12.2.2 Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	27

12.3	Funktionsbeschreibung	29
12.3.1	Betriebsarten Wärmeerzeuger	29
12.3.2	Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage	29
12.3.3	Steuerung	30
12.3.4	Regelung Kesseleintrittstemperatur	30
12.3.5	Regelung Kesselaustrittstemperatur	30
12.3.6	Regelung Speicherladezustand	31
12.3.7	Regelschema	32
12.3.8	Gewähltes Regelkonzept	33
12.4	Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung	33
12.5	Zusatz zum Abnahmeprotokoll	35
13.	Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher	37
13.1	Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten	37
13.1.1	Bedienungsebene	37
13.1.2	Übergeordnetes MSR-System	37
13.1.3	Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel	38
13.1.4	Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels	38
13.1.5	Gewählte Struktur der MSR-Ebenen	38
13.2	Prinzipschema und Auslegung	40
13.2.1	Hydraulische Schaltung	40
13.2.2	Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	40
13.3	Funktionsbeschreibung	43
13.3.1	Betriebsarten Wärmeerzeuger	43
13.3.2	Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage	43
13.3.3	Steuerung	43
13.3.4	Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur	44
13.3.5	Regelung Kesselaustrittstemperaturen	44
13.3.6	Regelung Hauptvorlauftemperatur	44
13.3.7	Folgeschaltung der Kessel	45
13.3.8	Regelschema	47
13.3.9	Gewähltes Regelkonzept	47
13.4	Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung	47
13.5	Zusatz zum Abnahmeprotokoll	50
14.	Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher	52
14.1	Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten	52
14.1.1	Bedienungsebene	52
14.1.2	Übergeordnetes MSR-System	52
14.1.3	Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel	53
14.1.4	Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels	53
14.1.5	Gewählte Struktur der MSR-Ebenen	53
14.2	Prinzipschema und Auslegung	54
14.2.1	Hydraulische Schaltung	54
14.2.2	Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	55
14.3	Funktionsbeschreibung	58
14.3.1	Betriebsarten Wärmeerzeuger	58
14.3.2	Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage	58
14.3.3	Steuerung	58
14.3.4	Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur	59

14.3.5	Regelung Kesselaustrittstemperaturen	59
14.3.6	Regelung Speicherladezustand	60
14.3.7	Folgeschaltung der Kessel	61
14.3.8	Regelschema	62
14.3.9	Gewähltes Regelkonzept	62
14.4	Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung	64
14.5	Zusatz zum Abnahmeprotokoll	67
15.	Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher	69
15.1	Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten	69
15.1.1	Bedienungsebene	69
15.1.2	Übergeordnetes MSR-System	69
15.1.3	Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel	70
15.1.4	Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels	70
15.1.5	Gewählte Struktur der MSR-Ebenen	70
15.2	Prinzipschema und Auslegung	71
15.2.1	Hydraulische Schaltung	71
15.2.2	Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	72
15.3	Funktionsbeschreibung	75
15.3.1	Betriebsarten Wärmeerzeuger	75
15.3.2	Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage	75
15.3.3	Steuerung	75
15.3.4	Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur	76
15.3.5	Regelung Kesselaustrittstemperaturen	76
15.3.6	Regelung Hauptvorlauftemperatur	76
15.3.7	Folgeschaltung der Kessel	77
15.3.8	Regelschema	79
15.3.9	Gewähltes Regelkonzept	79
15.4	Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung	79
15.5	Zusatz zum Abnahmeprotokoll	82
16.	Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher	84
16.1	Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten	84
16.1.1	Bedienungsebene	84
16.1.2	Übergeordnetes MSR-System	84
16.1.3	Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel	85
16.1.4	Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels	85
16.1.5	Gewählte Struktur der MSR-Ebenen	85
16.2	Prinzipschema und Auslegung	87
16.2.1	Hydraulische Schaltung	87
16.2.2	Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	88
16.3	Funktionsbeschreibung	91
16.3.1	Betriebsarten Wärmeerzeuger	91
16.3.2	Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage	91
16.3.3	Steuerung	91
16.3.4	Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur	92
16.3.5	Regelung Kesselaustrittstemperaturen	92
16.3.6	Regelung Speicherladezustand	92
16.3.7	Folgeschaltung der Kessel	94
16.3.8	Regelschema	94

16.3.9	Gewähltes Regelkonzept	96
16.4	Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung	96
16.5	Zusatz zum Abnahmeprotokoll.....	99
17.	Wärmenetz (wenn vorhanden)	101
17.1	Wärmeabnehmer.....	101
17.2	Fernleitung	102
17.3	Vorregelung, Fernleitungspumpe, Druckdifferenzregelung	103
Anhang 1: Literatur		105
Anhang 2: Symbole		105
Anhang 3: Glossar		106
Anhang 4: Titelblatt.....		106

Einführung

Allgemeines

Die vorliegenden «Standard-Schaltungen – Teil II» (Band 5 «Schriftenreihe QM Holzheizwerke») sind als Ergänzung und Erweiterung zu den «Standard-Schaltungen – Teil I» anzusehen (Band 2 «Schriftenreihe QM Holzheizwerke»).

Zu den Schaltungen WE1 bis WE6 der «Standard-Schaltungen – Teil I» werden hier sechs weitere praxisbewährte Lösungen WE11 bis WE16 dargestellt. Insbesondere werden zusätzlich zu den Parallelschaltungen von Mehrkesselanlagen auch Serienschaltungen als Standard-Schaltungen definiert. Darüber hinaus wird jenen Regelstrategien Rechnung getragen, die für die Regelung der Feuerungsleistung kein externes Sollwertsignal, sondern die Kesselaustrittstemperatur als Regelgrösse heranziehen.

Die in «Standard-Schaltungen – Teil I» enthaltene Einführung sowie die in den Kapiteln 8 und 9 dargestellten Inhalte (druckdifferenzarme und druckdifferenzbehaftete Wärmeabnehmer) sind bei der Umsetzung der in diesem Band beschriebenen Standard-Schaltungen sinngemäss anzuwenden.

Wichtig: Sicherheitstechnische Einrichtungen (Sicherheitstemperaturbegrenzer, Sicherheitsdruckbegrenzer, Wasserstandsbegrenzer, Sicherheitsventile, thermische Ablaufsicherungen, Druckausdehnungsgefässe usw.) werden bei der Beschreibung der Standard-Schaltungen im Text nicht explizit erwähnt und sind in den Hydraulik- bzw. Regelungsschemata nicht eingezeichnet. Diese Einrichtungen sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken bzw. den Vorgaben der Kessellieferanten auszuführen und zu installieren.

Dasselbe gilt für alle sonstigen für einen ordnungsgemässen Betrieb der Anlage erforderlichen Einrichtungen (z. B. Rostkühlung, Druckhalteanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Feststoffabscheider, Entleer- und Entlüftungsvorrichtungen, Absperrarmaturen, Vor-Ort-Anzeigeräte und sonstige Messorgane).

Übersicht Teil II

Um Verwechslungen mit Teil I zu vermeiden, beginnt die Kapitelnummerierung im vorliegenden Teil II mit Kapitel 11 (korrespondierend mit der Kurzbezeichnung WE11).

Folgende Standard-Schaltungen sind Inhalt dieses Bandes:

WE11	Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher	(Kapitel 11)
WE12	Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher	(Kapitel 12)
WE13	Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher	(Kapitel 13)
WE14	Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher	(Kapitel 14)
WE15	Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher	(Kapitel 15)
WE16	Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher	(Kapitel 16)

Kapitel 17 «Wärmenetz» wurde unverändert aus Teil I übernommen (dort Kapitel 7), nur die Beispielwerte wurden angepasst.

Eine Übersicht der verwendeten Symbole, ein Glossar sowie das Titelblatt für die Beschreibung der ausgewählten Standard-Schaltung finden sich in den Anhängen.

Unterschiede zwischen Teil I und Teil II

Zusätzliche Serienschaltungen in Teil II

Sowohl in Teil I wie in Teil II werden Parallelschaltungen beschrieben. Wenn man von Anzahl und Art der Kessel absieht, sind folgende Schaltungen hydraulisch gleich (unterschiedlich ist lediglich das Regelkonzept):

- WE1 entspricht WE11 «Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher»
- WE2 entspricht WE12 «Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher»
- WE3 und WE5 entsprechen WE13 «Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher»
- WE4 und WE6 entsprechen WE14 «Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher»

Schaltung	Allgemeine Vorteile	Allgemeine Nachteile
Parallelschaltung <u>Wichtiges Merkmal:</u> Der Rücklauf aller Wärmeerzeuger weist dieselbe Temperatur auf.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Besonders geeignet für Wärmeerzeuger, die auf gleichem Temperaturniveau arbeiten. Dies ist typischerweise bei Holz-, Öl- und nicht kondensierenden Gaskesseln der Fall. ■ Abhängig von der geforderten Rücklaufhochhaltung und der Kesselaustrittstemperatur können die Wärmeerzeuger mit entsprechend hohen Spreizungen (Differenz zwischen Kesseleintritts- und -austrittstemperatur) und damit geringeren Volumenströmen betrieben werden (unter Berücksichtigung des Mindestvolumenstroms). Dies kann geringere Pumpenergiekosten ergeben. ■ Spätere Erweiterungen sind wesentlich einfacher realisierbar als bei der Serienschaltung. → Alle drei Punkte zutreffend für WE3 bis WE6 in Teil I sowie WE13 und WE14 in Teil II 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Größere Dosierung der Leistungen der einzelnen Wärmeerzeuger als bei der Serienschaltung.
Serienschaltung <u>Wichtiges Merkmal:</u> Die Temperatur in der Ringleitung erhöht sich stufenweise entsprechend dem Wärmeeintrag der jeweiligen Wärmeerzeuger über die einzelnen Teilkreise.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die stufenweise Regelung der Hauptvorlauftemperatur erlaubt eine besser dosierte Leistungsabgabe der einzelnen Wärmeerzeuger. Dies ist der Hauptvorteil bei der Anwendung in Holzheizungsanlagen. ■ Besonders geeignet für Wärmeerzeuger, die auf stark unterschiedlichen Temperaturniveaus arbeiten. In Holzheizungsanlagen wird deshalb der Eco sinnvollerweise an den Beginn der Ringleitung geschaltet (für den Schwachlastbetrieb sollte der Eco rauchgasseitig eine Bypassregelung haben). → Beide Punkte zutreffend für WE15 und WE16 in Teil II ■ Ausserdem würden sich in Holzheizungsanlagen Vorteile in Kombination mit Gas-Kondensationskesseln ergeben, wenn der Gas-Kondensationskessel am Anfang der Ringleitung stehen würde. → Letzter Punkt bei den vorliegenden Standardschaltungen nicht berücksichtigt 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aufgrund der stufenweisen Erhöhung der Vorlauftemperatur in der Ringleitung weist der Rücklauf der am Ende der Ringleitung installierten Wärmeerzeuger relativ hohe Temperaturen auf, wodurch zur Leistungsabgabe dieser Wärmeerzeuger höhere Volumenströme und damit höhere Pumpenergiekosten erforderlich sein können. ■ Spätere Erweiterungen sind schwieriger realisierbar als bei der Parallelschaltung.

Tabelle 1: Allgemeine Vor- und Nachteile der Parallel- und Serienschaltung

Der vorliegende Teil II enthält zusätzlich zu den Parallelschaltungen noch zwei Serienschaltungen:

- WE15 «Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher»
- WE16 «Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher»

Die allgemeinen Vor- und Nachteile der Parallel- und Serienschaltungen sind in Tabelle 1 beschrieben.

Unterschiedliches Regelkonzept in Teil II

Teil I – Mehrkesselanlage ohne Speicher: Hauptregelgrösse ist die Hauptvorlauftemperatur. Diese kann an zwei Messorten erfasst werden: vor dem Bypass oder nach dem Bypass. Solange der Bypass von oben nach unten durchflossen wird, liefern beide Messorte den gleichen Messwert. Sobald jedoch der Durchfluss auf der Kesselseite kleiner wird als derjenige auf der Verbraucherseite, wird der Bypass von unten nach oben durchflossen. Dies entspricht im Prinzip dem Betrieb eines Speichers mit Wasserinhalt null. In Teil I werden unterschiedliche Varianten beschrieben; die Hauptvariante ist folgende:

- Die Hauptregelgrösse, die Hauptvorlauftemperatur, wird vor dem Bypass gemessen, weil die Anlage so ausgelegt wurde, dass der Bypass im Normalbetrieb immer von oben nach unten durchflossen wird
- Stellgrösse ist eine Sequenz der Sollwerte für die Feuerungsleistungen der beiden Kessel
- Verzicht auf die Regelung der Kesselaustrittstemperaturen (die Regelventile in den Kesselkreisen werden nur zur Rücklaufhochhaltung gebraucht; es können auch Kessel ohne Regelventil zur Rücklaufhochhaltung eingesetzt werden)
- Die Kesselwassertemperaturen der beiden Kessel werden durch die internen Regler nur nach oben begrenzt

Teil I – Mehrkesselanlage mit Speicher: Hauptregelgrösse ist der Speicherladezustand und Stellgrössen sind die Sollwerte der Feuerungsleistungen der beiden Kessel als Sequenz. Der Regler versucht den Speicherladezustand konstant zu halten (z. B. auf 50%). Wenn plötzlich mehr Leistung verlangt oder zuviel Leistung produziert wird, kann sich der Speicher entleeren bzw. füllen und so die Störung solange ausgleichen, bis der Regelkreis auf die neuen Verhältnisse reagiert hat. Die Austrittstemperatur beider Kessel wird über die Regelventile auf einen konstanten Wert geregelt (z. B. 85°C). Die Kesseleintrittstemperaturen werden auf einen Minimalwert begrenzt (Rücklaufhochhaltung).

Teil II – Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher: Im Gegensatz zu Teil I arbeitet die Schaltung ohne externes Sollwertsignal für die Feuerungsleistung. Kurze Funktionsbeschreibung:

- Hauptregelgrösse ist die Hauptvorlauftemperatur, Messort nach dem Bypass
- Stellgrössen sind die Hübe der Regelventile in den Kesselkreisen (mit Minimalbegrenzung der Kesseleintrittstemperatur zur Rücklaufhochhaltung)
- Die Kesselaustrittstemperaturen der Kessel werden durch die internen Regler geregelt; die Sollwerte werden durch das übergeordnete MSR-System vorgegeben

Teil II – Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher: Im Gegensatz zu Teil I arbeitet die Schaltung ohne externes Sollwertsignal für die Feuerungsleistung. Kurze Funktionsbeschreibung:

- Hauptregelgrösse für die Holzkessel ist der Speicherladezustand
- Hauptregelgrösse für den Öl-/Gaskessel ist die Hauptvorlauftemperatur nach dem Speicher
- Stellgrössen sind die Hübe der Regelventile in den Kesselkreisen (mit Minimalbegrenzung der Kesseleintrittstemperatur zur Rücklaufhochhaltung)
- Die Kesselaustrittstemperaturen der Kessel werden durch die internen Regler geregelt; die Sollwerte werden durch das übergeordnete MSR-System vorgegeben

Die Regelstrategie in Teil I stellt das Gleichgewicht zwischen Produktion und Verbrauch durch das direkte Verstellen der Feuerungsleistungen her, und die gewünschte Hauptvorlauftemperatur ergibt sich als Mittelwert der Kesselaustrittstemperaturen (floatend bei Anlagen ohne Speicher) bzw. durch Regelung der Kesselaustrittstemperaturen über die Kesselkreisventile (bei Anlagen mit Speicher).

Die Regelstrategie in Teil II stellt das Gleichgewicht zwischen Produktion und Verbrauch durch das Verstellen der Kesselkreisventile her, und die gewünschte Hauptvorlauftemperatur ergibt sich als Mittelwert der intern geregelten Kesselaustrittstemperaturen.

Die Struktur der Regler und Regelstrecken für Parallelschaltungen in Teil I und Teil II sind sehr ähnlich. Somit ist auch der Schwierigkeitsgrad der Regelkreise ähnlich, und es ergeben sich ähnliche Regelparameter.

Bei den Schaltungen in Teil II muss beachtet werden, dass bei den Kesselkreisventilen der Zusammenhang zwischen Hub und Durchfluss möglichst linear sein muss (abhängig von Ventilkennlinie und Ventilautorität). Wenn dies nicht gewährleistet ist, kann die Regelung leicht instabil werden und/oder die Wärmeleistungsabgabe parallel angesteuerter Kessel erfährt unzulässig grosse Abweichungen.

Weitere Bemerkungen zu Teil I und Teil II

Standardschaltungen Wärmeabnehmer: In Teil I sind Standardschaltungen für druckdifferenzarme Anschlüsse (Kapitel 8) und druckdifferenzbehaftete Anschlüsse (Kapitel 9) beschrieben. Diese gelten ohne Einschränkungen auch für Teil II. (Da sowohl in Teil I wie in Teil II für die Wärmeabnehmer keine Angaben zur Auslegung verlangt werden, wurden sie in Teil II aus Platzgründen weggelassen.)

Druckdifferenzarme Schnittstelle: In Teil I ist in jedem Prinzipschema eine druckdifferenzarme Schnittstelle definiert. Diese ist in Teil II nicht eingezeichnet. Selbstverständlich können aber auch in Teil II Abnehmer druckdifferenzarm angeschlossen werden (analog Teil I).

Bypässe in den Kesselkreisen: In Teil I sind in allen Kesselkreisen Bypässe definiert. Dabei ist es dem Hauptplaner überlassen, ob er diese ausführen will oder nicht. Selbstverständlich können diese Bypässe auch in Teil II realisiert werden (analog Teil I). Kriterien für den Einbau von Bypässen sind:

- Das Dreiwegeventil kann kleiner dimensioniert werden
- Der Regelbereich des Dreiwegeventils kann vollständig genutzt werden
- Beachtet werden muss jedoch, dass die Hauptrücklauftemperatur nie über den Auslegewert ansteigen darf, weil sonst die Leistung des Kessels nicht mehr abgegeben werden kann

Temperaturdifferenz über Holzkessel: In Teil I sind die Beispiele auf eine Temperaturdifferenz von 15 K ausgelegt, in Teil II erfolgt die Auslegung auf 30 K. Dies heisst aber nicht, dass die Schaltungen in Teil I eine kleinere Temperaturdifferenz erfordern würden als diejenigen in Teil II. Sowohl für Teil I wie für Teil II gelten die gleichen Kriterien:

- Eine kleinere Temperaturdifferenz wirkt ungewollten Temperaturschichtungen im Kessel entgegen
 - Eine kleinere Temperaturdifferenz erlaubt eine tiefere Kesselaustrittstemperatur (bei gegebener minimal zulässiger Kesseleintrittstemperatur)
 - Eine grössere Temperaturdifferenz ergibt eine kleinere Kesselkreispumpe und spart elektrischen Strom
- Entscheidend für die Auslegung ist letztendlich immer der minimal zulässige Kesseldurchfluss und die minimal zulässige Kessel-Eintrittstemperatur (beide vom Holzkesselhersteller vorgegeben)

Drehzahlgesteuerte Kesselkreispumpen: Weder in Teil I noch in Teil II sind drehzahlgesteuerte Kesselkreispumpen empfohlen oder verboten. Wenn solche eingesetzt werden, muss folgendes beachtet werden:

- Eine negative Beeinflussung anderer Regelkreise muss ausgeschlossen werden können
- Die Durchströmung des Kessels mit dem vom Kessellieferanten vorgegebenen minimalen Volumenstrom, durch Einhaltung eines durch das übergeordnete MSR-System vorgegebenen unteren Grenzwertes der Pumpendrehzahl muss gewährleistet sein
- Das gleiche gilt sinngemäss auch, wenn eine drehzahlgesteuerte Pumpe beim Eco eingesetzt wird

Fühler im «toten Wasser»: Der Fühler für die Hauptvorlauftemperatur nach dem Bypass kann sich im «toten Wasser» befinden (ohne Durchfluss liefert der Fühler keinen gültigen Wert). Wenn hier kein Minimaldurchfluss garantiert werden kann, ist ein zusätzlicher Maximalvorrang auf den Rücklauffühler nach dem Bypass vorzusehen. In Teil I ist dieser Maximalvorrang beispielsweise in Anhang 2 realisiert (siehe Teil I, Abbildung 81, Fühler T342 und T344).

Wie wird eine Standard-Schaltung beschrieben?

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

- Titelblatt (übernommen aus Anhang 4)
- Beschreibung der Wärmeerzeugung (angepasstes Kapitel 11, 12, 13, 14, 15 oder 16)
- Wenn Wärmenetz vorhanden: Beschreibung des Wärmenetzes (angepasstes Kapitel 17)
- Anhang mit zusätzlichen Unterlagen

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

- Prinzipschema, Regelschema und der laufende Text in Kapitel 11 bis 17 dürfen nicht anlagespezifisch abgeändert werden. 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; es dürfen nur die als Beispiel eingetragenen Angaben abgeändert und angepasst werden.

Die **vorgegebene Gliederung** ist zu übernehmen, um Verwechslungen zu vermeiden und die Prüfung zu erleichtern.

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 ist die Anlage grundsätzlich als Standard-Schaltung zu beschreiben und 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.

11. Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher

11.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

Die in diesem Abschnitt beschriebene Standard-Schaltung «Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher» besteht aus einem Holzkessel ohne Ausfallsreserve.

Aufgrund der in dieser Schaltung beschriebenen Ausführung ist zu beachten, dass durch den Holzkessel die Wärmebedarfspitzen abgedeckt werden müssen und dass im Falle eines Betriebsausfalls die Wärmeversorgung nicht aufrecht erhalten werden kann.

11.1.1 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-HAND-AUTOMATIK»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile bzw. drehzahlgeregelten Pumpen muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle hardwaremässigen Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben (Sicherheitskette)

■ Die **Betriebswahl** «AUS-HAND-AUTOMATIK» und falls notwendig «Sommer–Winter» soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem **konventionellen Bedienungs-Tableau** (in der Regel im Schaltschrank); diese Lösung ist einfach und störungssicher und 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 **Kleinleitsystems oder eines grösseren Gebäudeleitsystems**

■ Die weitergehende Bedienung, wie **Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw.**, kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen.

11.1.2 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 für Standard-Schaltungen zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung). Es ergeben sich folgende **Lösungsmöglichkeiten**:

■ Realisierung des übergeordneten MSR-Systems mittels **Einzelregler**. Die automatische Datenaufzeichnung hat dann mit Hilfe eines Datenloggers zu erfolgen, mit Schnittstelle in Form von herausgeführten Normsignalen für Analogsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA) und potentialfreien Kontakten für Digitalsignale.

■ Realisierung mittels **SPS** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Die **SPS des Holzkessels** wird für Aufgaben des übergeordneten MSR-Systems eingesetzt. Auch hier muss die Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung gewährleistet sein (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Realisierung mittels **Kleinleitsystem** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogging in der Regel vom Hersteller vorgesehen).

■ **Gebäudeleitsystem** bei grösserer Anlage. Hier ist ein Datenlogging vom Hersteller immer vorgesehen.

Das übergeordnete MSR-System soll durch eine einzige der genannten Lösungsmöglichkeiten und durch einen einzigen Verantwortlichen realisiert werden. Gemischte Lösungen sind nur zulässig, wenn eine einheitliche Lösung unzumutbaren Aufwand verursachen würde.

11.1.3 Untergeordnetes MSR-System des Holzkessels

Die Steuerung und Regelung eines Holzkessels ist komplex. Deshalb haben Holzkessel im Allgemeinen eine **eigene SPS**. Diese sind im Normalfall dem übergeordneten MSR-System untergeordnet.

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.

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

- Stetige Leistungsregelung für einen Leistungsbereich von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferanten anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung
- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Verbrennungsregelung zur Gewährleistung einer hohen Ausbrandqualität sowie eines hohen Wirkungsgrades
- Regelung zur Verhinderung von Schwelgasaustritt aus dem Feuerraum in den Heizungsraum
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Holzkessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

11.1.4 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 2 zu beantworten.

MSR-Ebene	Fragen und Antworten
Bedienungsebene	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 konventionellen Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems
Übergeordnetes MSR-System	Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels bzw. der gemeinsamen SPS der Holzkessel für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Eigene SPS für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Kleinleitsystem <input type="checkbox"/> Gebäudeleitsystem
	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 – Holzkessel	Welche Stellung/Aufgaben hat die SPS? <input type="checkbox"/> Sie wird gleichzeitig für das übergeordnete und untergeordnete 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Systeme 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 2: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Systeme und zu den Verantwortlichkeiten

11.2 Prinzipschema und Auslegung

11.2.1 Hydraulische Schaltung

Die hydraulische Schaltung hat Abbildung 3 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Schaltung ist durch den Bypass (Hydraulische Entkopplung, Hydraulische Weiche) tatsächlich druckdifferenzarm zu machen, d. h. der Bypass muss möglichst kurz sein und der Rohrdurchmesser des Bypass muss mindestens dem Rohrdurchmesser des Hauptvorlaufs entsprechen.
- Der Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur ist so zu setzen, dass eine einwandfreie Durchmischung gegeben ist (bei Anlagen ohne Vorregelung der Netzvorlauftemperatur: nach der Netzpumpe).

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- die Netzpumpe in Form von zwei oder mehr parallel oder seriell geschalteten Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur nicht ausgeführt wird,
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur durch zwei parallel geschaltete Regelventile realisiert wird,
- eine separate Sommergruppe installiert wird,
- ein Eco oder zusätzliche Abgaswärmetauscher bei möglichst tiefen Temperaturen im Hauptrücklauf eingebunden werden (hydraulische und regelungstechnische Einbindung wie bei Mehrkesselanlagen, siehe dort).

Die Realisierung der Vorregelung mit zwei Motorregelklappen anstelle eines Dreiwegeventils ist als Abweichung zur Standardschaltung zu deklarieren (in Wärmenetzen über DN 200 oft als Billiglösung eingesetzt).

11.2.2 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 entsprechend den Vorgaben des Kessellieferanten
- Ventilautorität $\geq 0,5$ für die Rücklaufhochhaltung und Vorregelung
- Berücksichtigung der maximalen Kesselaustrittstemperatur (Vorgabe durch den Kessellieferanten)
- Berücksichtigung der Hauptvorlauftemperatur, sowie der erforderlichen Kesselaustrittstemperatur
- Berücksichtigung des minimalen Volumenstroms durch den Wärmeerzeuger (Vorgabe durch den Kessellieferanten) und damit der maximalen Temperaturdifferenz zwischen Austrittstemperatur und Eintrittstemperatur des Kessels

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 4 darzulegen und zu dokumentieren.

Um den Volumenstrom über die Netzpumpe(n) und damit den Pumpenstromverbrauch möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, im Zuge der Netzplanung eine **möglichst niedrige Netzzücklauftemperatur T162** als Zielwert festzulegen. Auf Basis dieses Zielwertes sind entsprechende Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorzuschreiben. Dies sollte im Wärmeliefervertrag festgelegt werden.

Für die vorliegende Schaltung sollten folgende Forderungen erfüllt sein:

- Keine allzu grossen Lastspitzen und kein überdimensionierter 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 maximalen Kesselaustrittstemperatur möglich sein, damit ein «floaten» des Kessels möglich ist

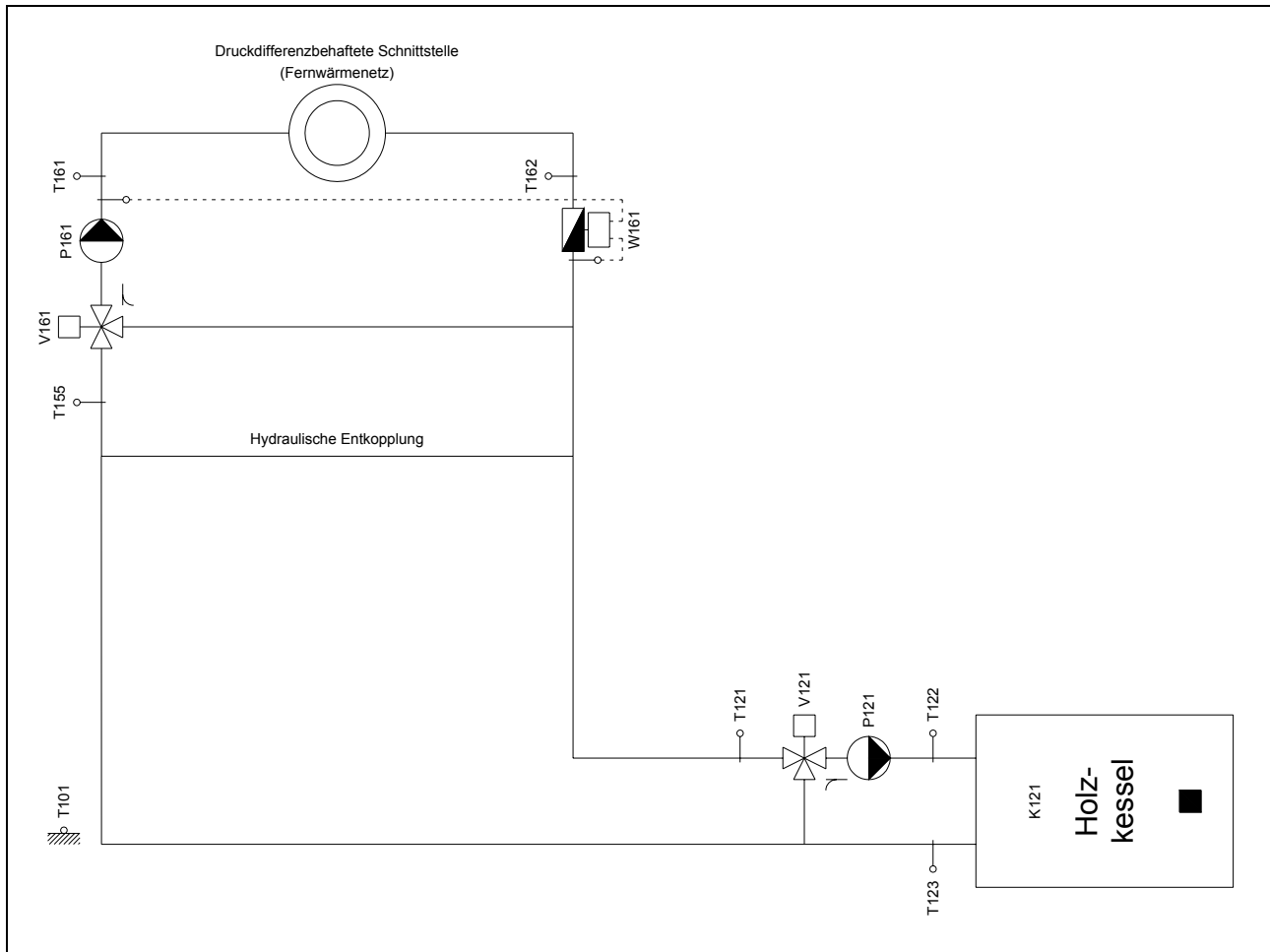


Abbildung 3: Prinzipschema für die Standard-Schaltung «Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher». Sicherheitsorgane, Expansions- und Druckhalteanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Feststoffabscheider, Entleer- und Entlüftungsvorrichtungen, Absperrarmaturen, Vor-Ort-Anzeigegeräte und sonstige Messorgane sind in der Darstellung nicht eingezeichnet. Diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken bzw. den Vorgaben der Kessellieferanten auszuführen.

Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	Einheit	Beispielwert			Bezeichnung
Garantierte Temperatur-Grenzwerte					
Maximale Hauptvorlauftemperatur	°C	95			T155
Maximale Hauptrücklauftemperatur	°C	55			T162
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel (Rücklaufhochhaltung)	°C	60			T122
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T123
Kesselkreis Holzkessel					
Maximale Kesselleistung	kW	1000			K121
Minimale Kesselleistung	kW	300			K121
Kesselaustrittstemperatur	°C	100			T123
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	28,7			P121
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P121
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70			T122
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	19,1			V121
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	9,6			V121
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V121
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V121
Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 17!					

Tabelle 4: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen). Wird ein Eco eingesetzt, so ist für diesen die Auslegung sinngemäss durchzuführen.

11.3 Funktionsbeschreibung

11.3.1 Betriebsarten Wärmeerzeuger

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Der Wärmeerzeuger ist ausser Betrieb.
- **Hand:** Die Betriebsart und Stellgrösse einzelner Komponenten der Feuerungsanlage werden von Hand eingestellt, d.h. es erfolgt keine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur. Die Sicherheitskette muss jedoch voll funktionsfähig sein.
- **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur.

11.3.2 Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die übrige Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb (Kesselkreispumpe ausgeschaltet, Dreiwegeventil geschlossen) mit Ausnahme der permanent betriebenen Anlagenteile (Expansions- und Druckhalteanlage usw.). Es ist darauf zu achten, dass die Kesselkreispumpe nur bei ausgeschalteter Wärmeerzeugungsanlage ausser Betrieb genommen werden darf.
- **Hand:** Die Stellung des Dreiwegeventils wird von Hand eingestellt (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein). Bei dieser Betriebsart ist zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet und auch die Regelung der Hauptvorlauftemperatur nicht gegeben ist (Notbetrieb).

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesseleintrittstemperatur bzw. der Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie der Hauptvorlauftemperatur (wenn Rücklaufhochhaltung sichergestellt ist).

Sommer/Winter: Falls es einen eindeutigen Sommerbetrieb gibt, sorgt die zusätzliche Betriebsart «Sommer» dafür, dass im Sommer nur die tatsächlich notwendigen Anlageteile in Betrieb sind (hier können gegebenenfalls auch noch weitere spezielle Betriebsarten definiert werden).

11.3.3 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.

Bei 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.

Mit einer **Zeitprogrammsteuerung** können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden. Beispielsweise kann durch eine entsprechende Steuerung die Auswirkung morgendlicher Wärmebedarfsspitzen entschärft und ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmezeugungsanlage ermöglicht werden.

11.3.4 Regelung Kesseleintrittstemperatur

Die Regelung der Kesseleintrittstemperatur des Holzkessels ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Einhaltung des unteren Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur T122 (= Rücklaufhochhaltung) erfolgt über das Dreiwegeventil des Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»).

Die Einhaltung der minimalen Kesseleintrittstemperatur hat gegenüber der Regelung der Hauptvorlauftemperatur Priorität, d.h. die Rücklaufhochhaltung muss stets gewährleistet sein.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub des Dreiwegeventils von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet ist (Notbetrieb).

11.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperatur

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

Die Kesselaustrittstemperatur T123 stellt die Regelgrösse für die Feuerungsleistung des Kessels dar.

Der Sollwert der Kesselaustrittstemperatur wird entweder vom übergeordneten oder vom untergeordneten MSR-System vorgegeben.

Für den Leistungsbereich der Holzfeuerung von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden (Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung). Die Umschaltung zwischen stetiger Regelung und Zweipunktbetrieb soll über das untergeordnete MSR-System erfolgen. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer bei möglichst geringer Leistung betrieben werden, so dass die Kesselleistung gerade dem momentanen Wärmeleistungsbedarf entspricht.

Wichtig: Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur usw., ist stets zu gewährleisten (Sicherheitskette).

11.3.6 Regelung Hauptvorlauftemperatur

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

Die Regelung der Hauptvorlauftemperatur T155 erfolgt über das Dreiwegeventil des Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»). Die Hauptvorlauftemperatur wird derart geregelt, dass das Dreiwegeventil dem Kessel unterschiedliche Wassermengen aus dem Netzzrücklauf zuführt, wodurch sich die Kesseleintrittstemperatur ändert und sich somit die Kesselleistung entsprechend anpassen muss, um den Sollwert der Kesselaustrittstemperatur zu erreichen. Die Rücklaufhochhaltung hat gegenüber der Regelung der Hauptvorlauftemperatur Priorität.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub des Dreiwegeventils von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Regelung der Hauptvorlauftemperatur ausser Betrieb ist (Notbetrieb).

11.3.7 Regelschema

In Abbildung 5 ist das Prinzipschema der Anlagensteuerung und -regelung dargestellt. Es wird das tiefste Ausgangssignal der beiden Regler auf das Kesselkreis-Dreiwegeventil aufgeschaltet.

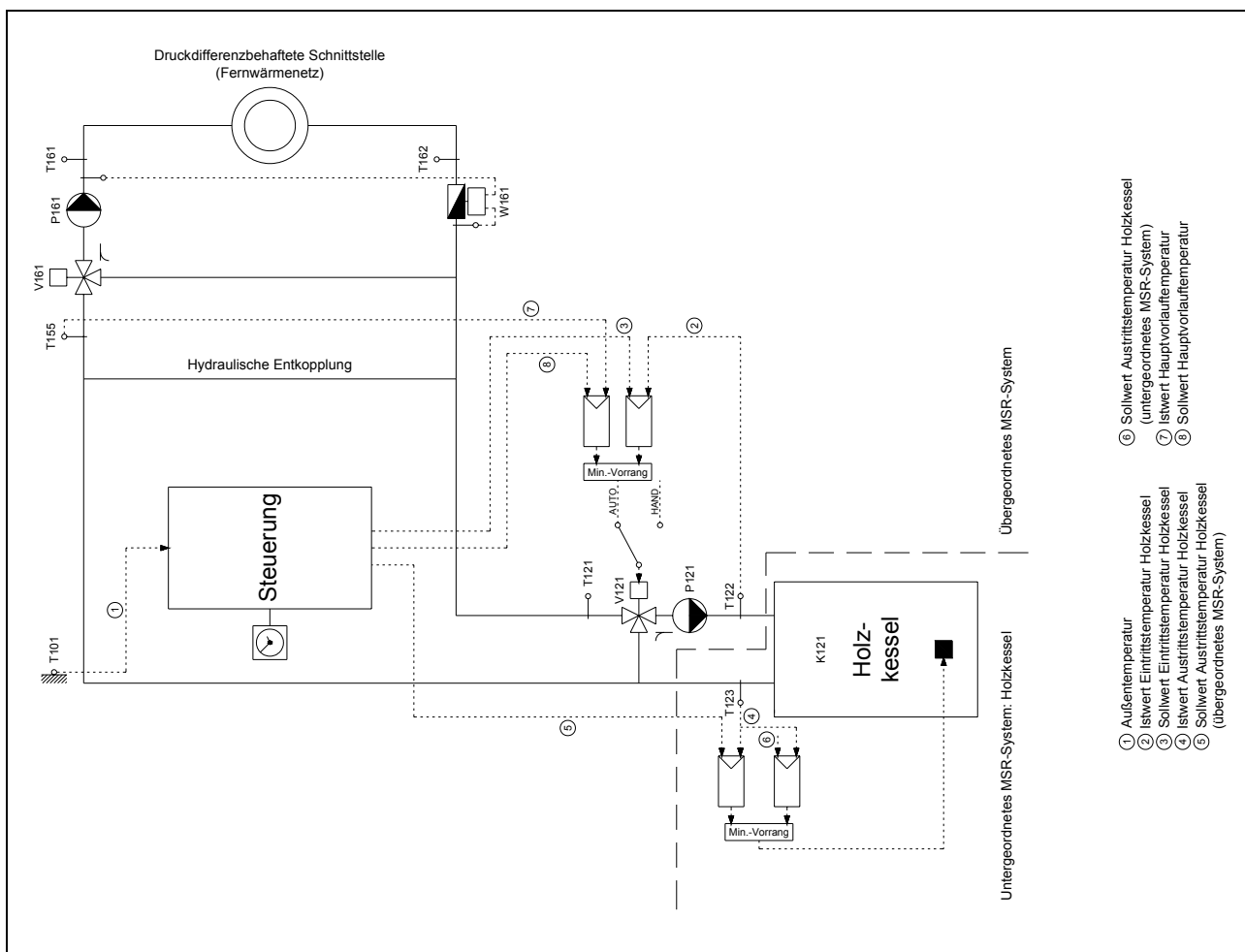


Abbildung 5: Regelschema für die Standard-Schaltung «Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher»

11.3.8 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesseleintrittstemperatur, der Kesselaustrittstemperatur und der Hauptvorlauftemperatur zu erfolgen hat, ist in Tabelle 6 zu definieren.

Betriebsart	Regelung Kesseleintrittstemperatur	Regelung Kesselaustrittstemperatur	Regelung Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse)
Aus	Ausser Betrieb		
Hand	<input type="checkbox"/> Regelung Kesseleintrittstemperatur T122 (Rücklaufhochhaltung) ausser Betrieb; Ventilhub von V121 manuell eingestellt	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T123 ausser Betrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T155 ausser Betrieb; Ventilhub von V121 manuell eingestellt
Automatik – Sommer	<input type="checkbox"/> Regelung Kesseleintrittstemperatur T122 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V121 <input type="checkbox"/> Kein Sommerbetrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T123 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T155 durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V121
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Automatik – Winter	<input type="checkbox"/> Regelung Kesseleintrittstemperatur T122 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V121	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T123 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T155 durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V121
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	

Tabelle 6: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

11.4 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 8 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 für die Betriebsoptimierung relevanten Sollwerte sind ebenfalls aufzuzeichnen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 7 sind zu beantworten.

Bereich	Fragen und Antworten
Hardware	<p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung?</p> <p><input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger</p> <p><input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels</p> <p><input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System</p> <p>Wie wird das Datenaufzeichnungssystem bedient?</p> <p><input type="checkbox"/> Über Tastatur/Anzeigen des MSR-Systems bzw. Datenloggers</p> <p><input type="checkbox"/> PC erforderlich</p> <p>Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort, d. h. kein Telefonanschluss/Modem notwendig</p> <p><input type="checkbox"/> Analog-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Standleitung (Internet)</p> <p>Falls separater Datenlogger: Wie wird die Schnittstelle realisiert?</p> <p><input type="checkbox"/> Analogsignale: Normsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA), Digitalsignale: potentialfreie Kontakte</p> <p><input type="checkbox"/> Bus</p>
Datenaufzeichnung	<p>Wie gross ist der Messintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden</p> <p>Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Minuten (Empfehlung) Minuten</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als Momentanwert</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie gross ist der Messwertspeicher?</p> <p><input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität</p>
Datenauswertung	<p>Wie ist das Ausgabeformat?</p> <p><input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die Datenauswertung?</p> <p><input type="checkbox"/> Auswertung in EXCEL (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die graphische Darstellung?</p> <p><input type="checkbox"/> Je eine Tagesauswertung pro Betriebszustand (Standard)</p> <p><input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Betriebsstundenzähler als Leistung</p> <p><input type="checkbox"/> Wochenübersicht <input type="checkbox"/> Andere:</p>
Verantwortlichkeiten	<p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber</p>

Tabelle 7: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Messgrösse	Messort	Standard	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bez.
<input type="checkbox"/> Temperatur	Fassade Nord (Aussentemperatur)	Standard	-20...50°	0,1 K	+/-0,3 K	T101
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzkessel: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T122
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzkessel: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T123
<input type="checkbox"/> Temperatur	Hauptvorlauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T155
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzvorlauf *	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T161
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzurücklauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T162
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzkessel	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V121
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzkessel: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W161
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzkessel: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W161
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzkessel: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzkessel: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzkessel: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
* Nicht Standard, wenn Hauptvorlauftemperatur T155 nach Netzpumpe gemessen wird (Schaltung ohne Vorregelung).						
** 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. Beim Einbau des Wärmezählers sind die einschlägigen Bestimmungen und Einbauvorschriften unbedingt zu beachten. Messbereich, Auflösung und Genauigkeit für die Volumenstrommessung sind projektspezifisch festzulegen.						
*** In der Regel der Sollwert (Stellsignal); optional kann auch der Istwert (Rückmeldung) aufgezeichnet werden.						

Tabelle 8: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrössen aufgezeichnet werden können. Die Angaben zu Messbereich, Auflösung und Genauigkeit sind als Richtgrössen für ein Messsystem zu verstehen.

11.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 10 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 9 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 10 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabelle 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 9: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Einstellwerte bei der Abnahme		Allg.	Zeitprogrammsteuerung (wenn vorhanden)			
			Sommer	Red.	Normal	Spitzen
Übergeordnetes MSR-System						
■ Rücklaufhochhaltung						
Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
■ Regler Hauptvorlauftemperatur						
Stetige Regelung (Stellgrösse = Ventilhub)	Sollwert Hauptvorlauftemperatur	100°C				
	P-Band	100%				
	Nachstellzeit	20 min				
	Vorhaltezeit	2 min				
Holzkessel						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		1000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		300 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				

Tabelle 10: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

12. Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher

12.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

Die in diesem Abschnitt beschriebene Standard-Schaltung «Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher» besteht aus einem Holzkessel ohne Ausfallsreserve.

Aufgrund der in dieser Schaltung beschriebenen Ausführung der Holzheizungsanlage mit Speicher können die Wärmebedarfsspitzen entschärft werden. Dadurch ist ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage und die Installation eines Kessels mit geringerer Nennleistung möglich. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass im Falle eines Betriebsausfalls der Holzheizungsanlage die Wärmeversorgung nicht aufrecht erhalten werden kann.

12.1.1 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-HAND-AUTOMATIK»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile bzw. drehzahlgeregelten Pumpen muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle hardwaremässigen Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben (Sicherheitskette)

■ Die **Betriebswahl** «AUS-HAND-AUTOMATIK» und falls notwendig «Sommer–Winter» soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem **konventionellen Bedienungs-Tableau** (in der Regel im Schaltschrank); diese Lösung ist einfach und störungssicher und 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 **Kleinleitsystems oder eines grösseren Gebäudeleitsystems**

■ Die weitergehende Bedienung, wie **Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw.**, kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen.

12.1.2 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 für Standard-Schaltungen zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung). Es ergeben sich folgende **Lösungsmöglichkeiten**:

■ Realisierung des übergeordneten MSR-Systems mittels **Einzelregler**. Die automatische Datenaufzeichnung hat dann mit Hilfe eines Datenloggers zu erfolgen, mit Schnittstelle in Form von herausgeführten Normsignalen für Analogsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA) und potentialfreien Kontakten für Digitalsignale.

■ Realisierung mittels **SPS** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Die **SPS des Holzkessels** wird für Aufgaben des übergeordneten MSR-Systems eingesetzt. Auch hier muss die Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung gewährleistet sein (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Realisierung mittels **Kleinleitsystem** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogging in der Regel vom Hersteller vorgesehen).

■ **Gebäudeleitsystem** bei grösserer Anlage. Hier ist ein Datenlogging vom Hersteller immer vorgesehen.

Das übergeordnete MSR-System soll durch eine einzige der genannten Lösungsmöglichkeiten und durch einen einzigen Verantwortlichen realisiert werden. Gemischte Lösungen sind nur zulässig, wenn eine einheitliche Lösung unzumutbaren Aufwand verursachen würde.

12.1.3 Untergeordnetes MSR-System des Holzkessels

Die Steuerung und Regelung eines Holzkessels ist komplex. Deshalb haben Holzkessel im Allgemeinen eine **eigene SPS**. Diese sind im Normalfall dem übergeordneten MSR-System untergeordnet.

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.

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

- Stetige Leistungsregelung für einen Leistungsbereich von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferanten anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung
- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Verbrennungsregelung zur Gewährleistung einer hohen Ausbrandqualität sowie eines hohen Wirkungsgrades
- Regelung zur Verhinderung von Schwelgasaustritt aus dem Feuerraum in den Heizungsraum
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Holzkessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

12.1.4 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 11 zu beantworten.

MSR-Ebene	Fragen und Antworten
Bedienungsebene	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 konventionellen Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems
Übergeordnetes MSR-System	Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels bzw. der gemeinsamen SPS der Holzkessel für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Eigene SPS für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Kleinleitsystem <input type="checkbox"/> Gebäudeleitsystem
	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 – Holzkessel	Welche Stellung/Aufgaben hat die SPS? <input type="checkbox"/> Sie wird gleichzeitig für das übergeordnete und untergeordnete 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Systeme 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 11: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Systeme und zu den Verantwortlichkeiten

12.2 Prinzipschema und Auslegung

12.2.1 Hydraulische Schaltung

Die hydraulische Schaltung hat Abbildung 12 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Der Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur ist so zu setzen, dass eine einwandfreie Durchmischung gegeben ist (bei Anlagen ohne Vorregelung der Netzvorlauftemperatur: nach der Netzpumpe).
- 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

- die Netzpumpe in Form von zwei oder mehr parallel oder seriell geschalteten Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur nicht ausgeführt wird (Nachteil: geringeres Wärmespeichervermögen des Speichers, da der Speicher nicht auf eine höhere Temperatur als die Netzvorlauftemperatur geladen werden kann),
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur durch zwei parallel geschaltete Regelventile realisiert wird,
- eine separate Sommergruppe installiert wird,
- ein Eco oder zusätzliche Abgaswärmetauscher bei möglichst tiefen Temperaturen im Hauptrücklauf eingebunden werden (hydraulische und regelungstechnische Einbindung wie bei Mehrkesselanlagen, siehe dort).

Die Realisierung der Vorregelung mit zwei Motorregelklappen anstelle eines Dreiwegeventils ist als Abweichung zur Standardschaltung zu deklarieren (in Wärmenetzen über DN 200 oft als Billiglösung eingesetzt).

12.2.2 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 entsprechend den Vorgaben des Kessellieferanten
- Ventilautorität $\geq 0,5$ für die Rücklaufhochhaltung, Vorregelung und Laderegulierung
- Berücksichtigung der maximalen Kesselaustrittstemperatur (Vorgabe durch den Kessellieferanten)
- Berücksichtigung der Hauptvorlauftemperatur, sowie der erforderlichen Kesselaustrittstemperatur
- Berücksichtigung des minimalen Volumenstroms durch den Wärmeerzeuger (Vorgabe durch den Kessellieferanten) und damit der maximalen Temperaturdifferenz zwischen Austrittstemperatur und Eintrittstemperatur des Kessels

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 13 darzulegen und zu dokumentieren.

Um den Volumenstrom über die Netzpumpe(n) und damit den Pumpenstromverbrauch möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, im Zuge der Netzplanung eine **möglichst niedrige Netzurücklauftemperatur T262** als Zielwert festzulegen. Auf Basis dieses Zielwertes sind entsprechende Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorzuschreiben. Dies sollte im Wärmeliefervertrag festgelegt werden.

Für die vorliegende Schaltung sollten folgende Forderungen erfüllt sein:

- Kein überdimensionierter Kessel
- Es muss ein genügend grosser Abstand zwischen dem Sollwert der Hauptvorlauftemperatur und der maximalen Kesselaustrittstemperatur möglich sein, damit ein «floaten» des Kessels möglich ist

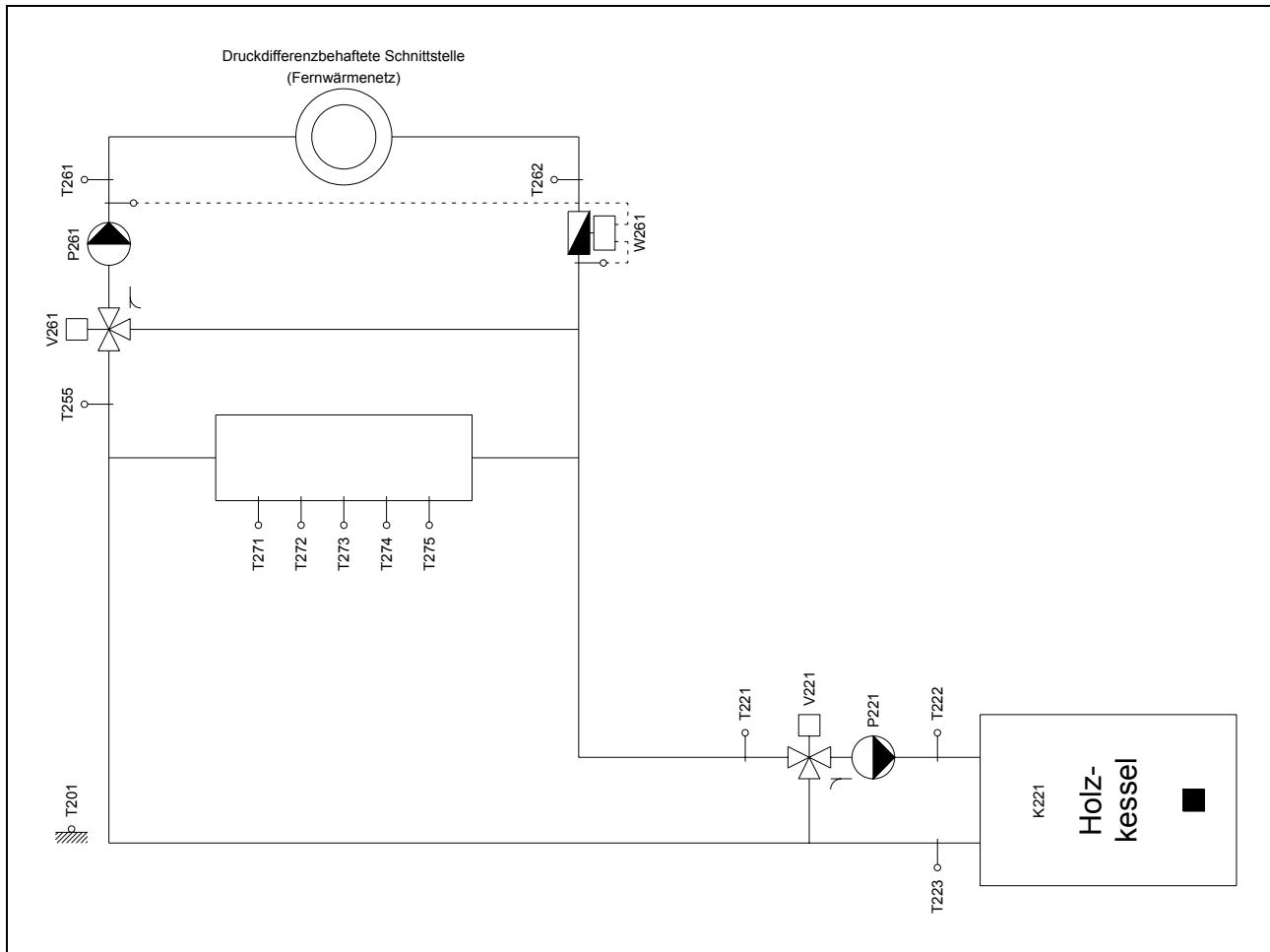


Abbildung 12: Prinzipschema für die Standard-Schaltung «Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher». Sicherheitsorgane, Expansions- und Druckhalteanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Feststoffabscheider, Entleer- und Entlüftungsvorrichtungen, Absperrarmaturen, Vor-Ort-Anzeigegeräte und sonstige Messorgane sind in der Darstellung nicht eingezeichnet. Diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken bzw. den Vorgaben der Kessellieferanten auszuführen.

Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	Einheit	Beispielwert			Bezeichnung
Garantierte Temperatur-Grenzwerte					
Maximale Hauptvorlauftemperatur	°C	95			T255
Maximale Hauptrücklauftemperatur	°C	55			T262
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel (Rücklaufhochhaltung)	°C	60			T222
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T223
Kesselkreis Holzkessel					
Maximale Kesselleistung	kW	1000			K221
Minimale Kesselleistung	kW	300			K221
Kesselaustrittstemperatur	°C	100			T223
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	28,7			P221
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P221
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70			T222
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	19,1			V221
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	9,6			V221
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V221
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V221
Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 17!					

Tabelle 13: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen). Wird ein Eco eingesetzt, so ist für diesen die Auslegung sinngemäss durchzuführen.

12.3 Funktionsbeschreibung

12.3.1 Betriebsarten Wärmeerzeuger

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Der Wärmeerzeuger ist ausser Betrieb.
- **Hand:** Die Betriebsart und Stellgrösse einzelner Komponenten der Feuerungsanlage werden von Hand eingestellt, d.h. es erfolgt keine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur. Die Sicherheitskette muss jedoch voll funktionsfähig sein.
- **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur.

12.3.2 Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage

Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

- **Aus:** Die übrige Wärmeerzeugungsanlage ist ausser Betrieb (Kesselkreispumpe ausgeschaltet, Dreiwegeventil geschlossen) mit Ausnahme der permanent betriebenen Anlagenteile (Expansions- und Druckhalteanlage usw.). Es ist darauf zu achten, dass die Kesselkreispumpe nur bei ausgeschalteter Wärmeerzeugungsanlage ausser Betrieb genommen werden darf.
- **Hand:** Die Stellung des Dreiwegeventils wird von Hand eingestellt (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein). Bei dieser Betriebsart ist zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet und auch die Regelung des Speicherladezustandes nicht gegeben ist (Notbetrieb).

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesseleintrittstemperatur bzw. der Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie des Speicherladezustandes (wenn Rücklaufhochhaltung sichergestellt ist).

Sommer/Winter: Falls es einen eindeutigen Sommerbetrieb gibt, sorgt die zusätzliche Betriebsart «Sommer» dafür, dass im Sommer nur die tatsächlich notwendigen Anlageteile in Betrieb sind (hier können gegebenenfalls auch noch weitere spezielle Betriebsarten definiert werden).

12.3.3 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.

Bei 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.

Mit einer **Zeitprogrammsteuerung** können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden. Beispielsweise kann durch eine entsprechende Steuerung die Auswirkung morgendlicher Wärmebedarfsspitzen entschärft und ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmezeugungsanlage ermöglicht werden.

12.3.4 Regelung Kesseleintrittstemperatur

Die Regelung der Kesseleintrittstemperatur des Holzkessels ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Einhaltung des unteren Grenzwertes der Kesseleintrittstemperatur T222 (= Rücklaufhochhaltung) erfolgt über das Dreiwegeventil des Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»).

Die Einhaltung der minimalen Kesseleintrittstemperatur hat gegenüber der Regelung des Speicherladezustandes Priorität, d.h. die Rücklaufhochhaltung muss stets gewährleistet sein.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub des Dreiwegeventils von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet ist (Notbetrieb).

12.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperatur

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

Die Kesselaustrittstemperatur T223 stellt die Regelgrösse für die Feuerungsleistung des Kessels dar.

Der Sollwert der Kesselaustrittstemperatur wird entweder vom übergeordneten oder vom untergeordneten MSR-System vorgegeben.

Für den Leistungsbereich der Holzfeuerung von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden (Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung). Die Umschaltung zwischen stetiger Regelung und Zweipunktbetrieb soll über das untergeordnete MSR-System erfolgen. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer bei möglichst geringer Leistung betrieben werden, so dass die Kesselleistung gerade dem momentanen Wärmeleistungsbedarf entspricht.

Wichtig: Die Sicherheit des Holzkessels, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur usw., ist stets zu gewährleisten (Sicherheitskette).

12.3.6 Regelung Speicherladezustand

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

Die Regelung des Speicherladezustandes erfolgt über das Dreiwegeventil des Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»). Der Speicherladezustand wird derart geregelt, dass das Dreiwegeventil dem Kessel unterschiedliche Wassermengen aus dem Netzzücklauf zuführt, wodurch sich die Kesseleintrittstemperatur ändert und sich somit die Kesselleistung entsprechend anpassen muss, um den Sollwert der Kesselaustrittstemperatur zu erreichen. Die Rücklaufhochhaltung hat gegenüber der Regelung des Speicherladezustandes Priorität.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub des Dreiwegeventils von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Regelung des Speicherladezustandes ausser Betrieb ist (Notbetrieb).

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%. Der Ladezustand «warm»/«kalt» ist dabei bei jedem Speicherfühler wie folgt gegeben:

- Definition: Soll-Temperatur = Ladetemperatur-Sollwert – Sicherheitsabstand z. B. $100 - 15 = 85^\circ$
- «warm» bedeutet: Ist-Temperatur \geq Soll-Temperatur z. B. $\geq 85^\circ$
- «kalt» bedeutet: Ist-Temperatur $<$ Soll-Temperatur – Hysterese z. B. $< 85 - 15 = 70^\circ$

Für die Erfassung des Speicherladezustandes sind unterschiedliche Varianten möglich. Zwei werden nachfolgend beschrieben. Dabei bedeutet:

w = Fühler meldet «warm» (Definition siehe oben)

k = Fühler meldet «kalt» (Definition siehe oben)

Variante 1 (Tabelle 14): 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 14: Variante 1 (5 Stufen)

Variante 2 (Tabelle 15): Eine mehr oder weniger stufenlose Kennlinie kann erreicht werden, wenn die Werte dazwischen über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers interpoliert werden. Damit ergibt sich zwar auch keine ideale Kennlinie – die programmierten Temperaturen stimmen nie exakt mit den tatsächlichen überein –, aber das mehr oder weniger stetige Istwertsignal erlaubt einen üblichen P-Anteil beim Regler.

Fühler (von oben nach unten)					Wertigkeit
1	2	3	4	5	
$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	0
60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	0...20
$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	20...40
$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	40...60
$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	60...80
$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	80...100

Tabelle 15: Variante 2 (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 15 grau hinterlegt. Es gilt folgende Regel:

- Fühler 1 aktiv, wenn alle anderen Fühlertemperaturen $< 90^\circ\text{C}$
- Fühler 2 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_1 > 90^\circ\text{C}$
- Fühler 3 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_2 > 90^\circ\text{C}$
- Fühler 4 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_3 > 90^\circ\text{C}$
- Fühler 5 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_4 > 90^\circ\text{C}$

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 (Tabelle 14)
- 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

12.3.7 Regelschema

In Abbildung 16 ist das Prinzipschema der Anlagensteuerung und -regelung dargestellt. Es wird das tiefste Ausgangssignal der beiden Regler auf das Kesselkreis-Dreiwegeventil aufgeschaltet.

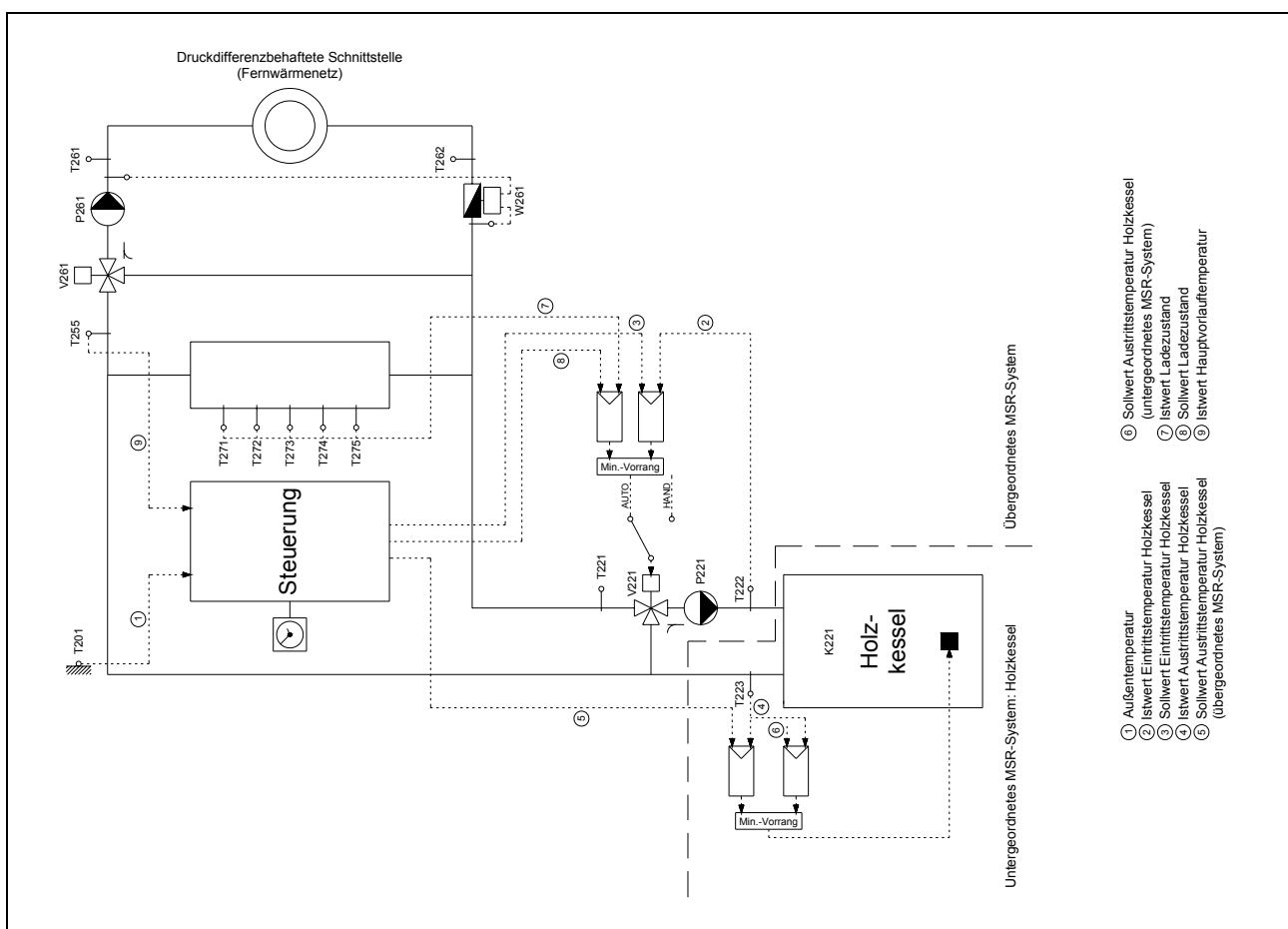


Abbildung 16: Regelschema für die Standard-Schaltung «Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher»

12.3.8 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesseleintrittstemperatur, der Kesselaustrittstemperatur und des Speicherladezustandes zu erfolgen hat, ist in Tabelle 17 zu definieren.

Betriebsart	Regelung Kesseleintrittstemperatur	Regelung Kesselaustrittstemperatur	Regelung Speicherladezustand (= Hauptregelgrösse)
Aus	Ausser Betrieb		
Hand	<input type="checkbox"/> Regelung Kesseleintrittstemperatur T222 (Rücklaufhochhaltung) ausser Betrieb; Ventilhub von V221 manuell eingestellt	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T223 ausser Betrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb; Ventilhub von V221 manuell eingestellt
Automatik – Sommer	<input type="checkbox"/> Regelung Kesseleintrittstemperatur T222 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V221 <input type="checkbox"/> Kein Sommerbetrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T223 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V221 <input type="checkbox"/> Zweipunktregelung des Speichers; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Automatik – Winter	<input type="checkbox"/> Regelung Kesseleintrittstemperatur T222 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V221	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T223 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V221 <input type="checkbox"/> Zweipunktregelung des Speichers; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	

Tabelle 17: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

12.4 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 19 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 für die Betriebsoptimierung relevanten Sollwerte sind ebenfalls aufzuzeichnen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 18 sind zu beantworten.

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 wird das Datenaufzeichnungssystem bedient? <input type="checkbox"/> Über Tastatur/Anzeigen des MSR-Systems bzw. Datenloggers <input type="checkbox"/> PC erforderlich
	Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten? <input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort, d. h. kein Telefonanschluss/Modem notwendig <input type="checkbox"/> Analog-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Standleitung (Internet)
	Falls separater Datenlogger: Wie wird die Schnittstelle realisiert? <input type="checkbox"/> Analogsignale: Normsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA), Digitalsignale: potentialfreie Kontakte <input type="checkbox"/> Bus
Datenaufzeichnung	Wie gross ist der Messintervall? <input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden
	Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall? <input type="checkbox"/> 10 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
Datenauswertung	Wie ist das Ausgabeformat? <input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere:
	Wie erfolgt die Datenauswertung? <input type="checkbox"/> Auswertung in EXCEL (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere:
	Wie erfolgt die graphische Darstellung? <input type="checkbox"/> Je eine Tagesauswertung pro Betriebszustand (Standard) <input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Betriebsstundenzähler als Leistung <input type="checkbox"/> Wochenübersicht <input type="checkbox"/> Andere:
Verantwortlichkeiten	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
	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 18: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Messgrösse	Messort	Standard	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bez.
<input type="checkbox"/> Temperatur	Fassade Nord (Aussentemperatur)	Standard	-20...50°	0,1 K	+/-0,3 K	T201
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T222
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T223
<input type="checkbox"/> Temperatur	Hauptvorlauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T255
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzvorlauf *	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T261
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzurücklauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T262
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 0% (oben)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T271
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 25%	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T272
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 50% (Mitte)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T273
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 75%	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T274
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 100% (unten)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T275
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V221
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W261
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W261
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
* Nicht Standard, wenn Hauptvorlauftemperatur T255 nach Netzpumpe gemessen wird (Schaltung ohne Vorregelung).						
** 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. Beim Einbau des Wärmezählers sind die einschlägigen Bestimmungen und Einbauvorschriften unbedingt zu beachten. Messbereich, Auflösung und Genauigkeit für die Volumenstrommessung sind projektspezifisch festzulegen.						
*** In der Regel der Sollwert (Stellsignal); optional kann auch der Istwert (Rückmeldung) aufgezeichnet werden.						

Tabelle 19: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrössen aufgezeichnet werden können. Die Angaben zu Messbereich, Auflösung und Genauigkeit sind als Richtgrössen für ein Messsystem zu verstehen.

12.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 21 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 20 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 21 muss erst am Ende der Ausführungsphase ausgefüllt werden. Es wird jedoch empfohlen, diese Tabelle 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"/> Holzessel-Lieferant <input type="checkbox"/> Lieferant des übergeordneten MSR-Systems
--

Tabelle 20: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Einstellwerte bei der Abnahme		Allg.	Zeitprogrammsteuerung (wenn vorhanden)			
			Sommer	Red.	Normal	Spitzen
Übergeordnetes MSR-System						
■ Rücklaufhochhaltung						
Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
■ Speicherladeregelung						
Sollwert Speicherfühler «warm»		≥85°C				
Sollwert Speicherfühler «kalt»		≤70°C				
Umschaltkriterium Zweipunktregelung auf stetige Regelung: AT			–	≤ 5°C	≤ 10°C	–
Zweipunkt- regelung	Holzessel EIN bei Istwert Speicherladezustand		0%	0%	0%	–
	Holzessel AUS bei Istwert Speicherladezustand		100%	100%	100%	–
	Sollwert Feuerungsleistung (Festwert)		<input checked="" type="checkbox"/> Minimale Heizleistung <input type="checkbox"/> Maximale Heizleistung			–
Stetige Regelung	Sollwert Speicherladezustand		–	50%	50%	100%
	P-Band	100%				
(Stellgrösse = Ventilhub)	Nachstellzeit	20 min				
	Vorhaltezeit	2 min				
Holzessel						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		1000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		300 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				

Tabelle 21: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

13. Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher

13.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

Die in diesem Abschnitt beschriebene Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher» besteht aus mehreren hydraulisch parallel geschalteten Kesselanlagen. Bei dieser Art Schaltung wird der Hauptrücklauf den einzelnen Kesseln über einen gemeinsamen Verteiler zugeführt, und der Vorlauf der Kessel mündet in einen gemeinsamen Sammler.

Aufgrund der in dieser Schaltung beschriebenen Ausführung der Holzheizungsanlage ohne Speicher ist zu beachten, dass auftretende Wärmebedarfspitzen durch die Kessel bzw. das Netz abgefangen werden müssen.

Vor- und Nachteile der Parallel- und Serienschaltung werden in der Einleitung in Tabelle 1 beschrieben.

13.1.1 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-HAND-AUTOMATIK»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile bzw. drehzahlgeregelten Pumpen muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle hardwaremässigen Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben (Sicherheitskette)

■ Die **Betriebswahl** «AUS-HAND-AUTOMATIK», «Kessel 1 allein – Kessel 2 allein – Folgeschaltung» und falls notwendig «Sommer–Winter» soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem **konventionellen Bedienungs-Tableau** (in der Regel im Schaltschrank); diese Lösung ist einfach und störungssicher und 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 **Kleinleitsystems oder eines grösseren Gebäudeleitsystems**

■ Die weitergehende Bedienung, wie **Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw.**, kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen.

13.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Die Hauptaufgabe des übergeordneten MSR-Systems besteht in der Regelung der Hauptvorlauftemperatur, der Regelung der Kessel- bzw. Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie der Kesselfolgeschaltung. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die für Standard-Schaltungen zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung). Es ergeben sich folgende **Lösungsmöglichkeiten**:

■ Realisierung des übergeordneten MSR-Systems mittels **Einzelregler**. Die automatische Datenaufzeichnung hat dann mit Hilfe eines Datenloggers zu erfolgen, mit Schnittstelle in Form von herausgeführten Normsignalen für Analogsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA) und potentialfreien Kontakten für Digitalsignale.

■ Realisierung mittels **SPS** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Die **SPS des Holzkessels** wird für Aufgaben des übergeordneten MSR-Systems eingesetzt. Auch hier muss die Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung gewährleistet sein (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Realisierung mittels **Kleinleitsystem** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogging in der Regel vom Hersteller vorgesehen).

■ **Gebäudeleitsystem** bei grösserer Anlage. Hier ist ein Datenlogging vom Hersteller immer vorgesehen.

Das übergeordnete MSR-System soll durch eine einzige der genannten Lösungsmöglichkeiten und durch einen einzigen Verantwortlichen realisiert werden. Gemischte Lösungen sind nur zulässig, wenn eine einheitliche Lösung unzumutbaren Aufwand verursachen würde.

13.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die Steuerung und Regelung eines Holzkessels ist komplex. Deshalb haben Holzkessel im Allgemeinen eine **eigene SPS**. Diese sind im Normalfall dem übergeordneten MSR-System untergeordnet.

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.

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

- Stetige Leistungsregelung für einen Leistungsbereich von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung
- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Verbrennungsregelung zur Gewährleistung einer hohen Ausbrandqualität sowie eines hohen Wirkungsgrades
- Regelung zur Verhinderung von Schwelgasaustritt aus dem Feuerraum in den Heizungsraum
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Holzkessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

13.1.4 Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels

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

- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Öl-/Gaskessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

13.1.5 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 22 zu beantworten.

MSR-Ebene	Fragen und Antworten
Bedienungsebene	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 konventionellen Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems
Übergeordnetes MSR-System	Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels bzw. der gemeinsamen SPS der Holzkessel für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Eigene SPS für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Kleinleitsystem <input type="checkbox"/> Gebäudeleitsystem
	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 – Holzkessel	Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig für das übergeordnete und das untergeordnete MSR-System 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
Untergeordnetes MSR-System – Öl-/Gaskessel	Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Systeme 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 22: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Systeme und zu den Verantwortlichkeiten

13.2 Prinzipschema und Auslegung

13.2.1 Hydraulische Schaltung

Die hydraulische Schaltung hat Abbildung 23 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Schaltung ist durch den Bypass (Hydraulische Entkopplung, Hydraulische Weiche) tatsächlich druckdifferenzarm zu machen, d. h. der Bypass muss möglichst kurz sein und der Rohrdurchmesser des Bypass muss mindestens dem Rohrdurchmesser des Hauptvorlaufs entsprechen.
- Der Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur ist so zu setzen, dass eine einwandfreie Durchmischung gegeben ist (bei Anlagen ohne Vorregelung der Netzhauptvorlauftemperatur: nach der Netzpumpe).

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- nur ein Holzkessel installiert wird,
- die Netzpumpe in Form von zwei oder mehr parallel oder seriell geschalteten Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Netzhauptvorlauftemperatur nicht ausgeführt wird,
- die Vorregelung der Netzhauptvorlauftemperatur durch zwei parallel geschaltete Regelventile realisiert wird,
- eine separate Sommergruppe installiert wird,
- zusätzliche Abgaswärmetauscher bei möglichst tiefen Temperaturen im Hauptrücklauf eingebunden werden,
- die Rücklaufhochhaltung des Eco bzw. zusätzlicher Abgaswärmetauscher durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgt (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil, insbesondere in der Anfahrphase der Gesamtanlage).
- der Eco nach der hydraulischen Entkopplung im Hauptrücklauf eingebunden wird.

Die Realisierung der Vorregelung mit zwei Motorregelklappen anstelle eines Dreiwegeventils ist als Abweichung zur Standardschaltung zu deklarieren (in Wärmenetzen über DN 200 oft als Billiglösung eingesetzt).

13.2.2 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 sämtliche Wärmeerzeuger entsprechend den Vorgaben der Wärmeerzeuger-Lieferanten
- Ventilautorität $\geq 0,5$ für die Rücklaufhochhaltung und Vorregelung
- Berücksichtigung der maximalen Kesselaustrittstemperaturen (Vorgabe durch die Kessellieferanten)
- Berücksichtigung der Hauptvorlauftemperatur, sowie der erforderlichen Kesselaustrittstemperaturen
- Berücksichtigung des minimalen Volumenstroms durch die Wärmeerzeuger (Vorgabe durch die Lieferanten der Wärmeerzeuger) und damit der maximalen Temperaturdifferenz zwischen Austrittstemperatur und Eintrittstemperatur der Wärmeerzeuger

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 24 darzulegen und zu dokumentieren.

Um den Volumenstrom über die Netzpumpe(n) und damit den Pumpenstromverbrauch möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, im Zuge der Netzplanung eine **möglichst niedrige Netzhauptvorlauftemperatur T362** als Zielwert festzulegen. Auf Basis dieses Zielwertes sind entsprechende Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorzuschreiben. Dies sollte im Wärmeliefervertrag festgelegt werden.

Für die vorliegende Schaltung 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 den maximalen Kesselaustrittstemperaturen möglich sein, damit ein «floaten» der Kessel ohne Begrenzung der Kesselleistung möglich ist
- Brauchbare Freigabe- und Sperrkriterien für die Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel, um ein häufiges Zu- und Wegschalten erfolgreich verhindern zu können

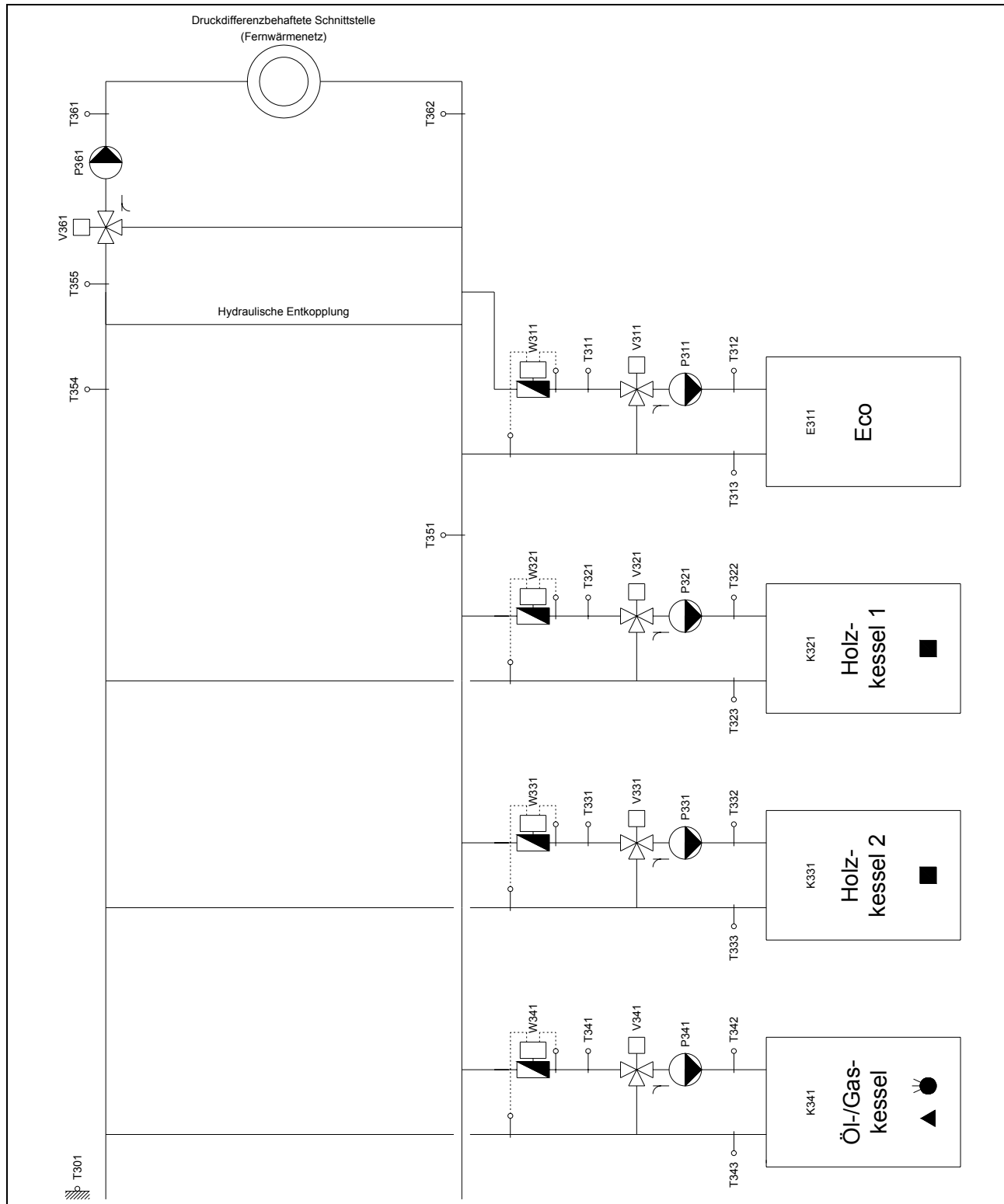


Abbildung 23: Prinzipschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher». Sicherheitsorgane, Expansions- und Druckhalteanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Feststoffabscheider, Entleer- und Entlüftungsvorrichtungen, Absperrarmaturen, Vor-Ort-Anzeigegeräte und sonstige Messorgane sind in der Darstellung nicht eingezeichnet. Diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken bzw. den Vorgaben der Kessellieferanten auszuführen.

Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	Einheit	Beispielwert			Bezeichnung
Garantierte Temperatur-Grenzwerte					
Maximale Hauptvorlauftemperatur	°C	95			T355
Maximale Hauptrücklauftemperatur	°C	55			T362
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 1 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60			T322
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 2 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60			T332
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Ölkessel (Rücklaufhochhaltung)	°C	60			T342
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel 1 (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T323
Max. zulässige Austrittstemp. Holzkessel 2 (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T333
Max. zulässige Austrittstemperatur Ölkessel (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T343
Kesselkreis Holzkessel 1					
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 22%)	kW	1000			K321
Minimale Kesselleistung	kW	300			K321
Kesselaustrittstemperatur	°C	100			T323
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	28,7			P321
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P321
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70			T322
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	19,1			V321
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	9,6			V321
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V321
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V321
Kesselkreis Holzkessel 2					
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 45%)	kW	2000			K331
Minimale Kesselleistung	kW	600			K331
Kesselaustrittstemperatur	°C	100			T333
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	57,4			P331
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P331
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70			T332
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	38,2			V331
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	19,1			V331
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V331
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V331
Kesselkreis Öl-/Gaskessel					
Maximale Kesselleistung (Beispiel Spitzenabdeckung = 33%)	kW	1500			K341
Minimale Kesselleistung	kW	500			K341
Kessel-Austrittstemperatur	°C	100			T343
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	43,0			P341
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P341
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70			T342
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	28,7			V341
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	14,3			V341
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V341
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V341
Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 17!					

Tabelle 24: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen). Für den Eco ist die Auslegung sinngemäss durchzuführen.

13.3 Funktionsbeschreibung

13.3.1 Betriebsarten Wärmeerzeuger

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für sämtliche Kessel der geplanten Anlage (der Eco wird entsprechend der Betriebsart des zugeordneten Kessels betrieben). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der Wärmeerzeuger ist ausser Betrieb.

■ **Hand:** Die Betriebsart und Stellgrösse einzelner Komponenten des Wärmeerzeugers werden von Hand eingestellt, d.h. es erfolgt keine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur. Die Sicherheitskette muss jedoch voll funktionsfähig sein.

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur.

13.3.2 Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für die hydraulischen Teilkreise sämtlicher Wärmeerzeuger der geplanten Anlage (inklusive Eco). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der gesamte Kesselkreis ist ausser Betrieb (Kesselkreispumpe ausgeschaltet, Dreiwegeventil geschlossen) mit Ausnahme der permanent betriebenen Anlagenteile (Expansions- und Druckhalteanlage usw.). Es ist darauf zu achten, dass die Kesselkreispumpe nur bei ausgeschalteter Wärmeerzeugungsanlage ausser Betrieb genommen werden darf.

■ **Hand:** Die Stellung des Dreiwegeventils wird von Hand eingestellt (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein). Bei dieser Betriebsart ist zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet und auch die Regelung der Hauptvorlauftemperatur nicht gegeben ist (Notbetrieb).

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesseleintrittstemperatur bzw. der Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie der Hauptvorlauftemperatur (wenn Rücklaufhochhaltung sichergestellt ist).

Sommer/Winter: Falls es einen eindeutigen Sommerbetrieb gibt, sorgt die zusätzliche Betriebsart «Sommer» dafür, dass im Sommer nur die tatsächlich notwendigen Anlagenteile in Betrieb sind (hier können gegebenenfalls auch noch weitere spezielle Betriebsarten definiert werden).

Holzessel 1 allein – Holzessel 2 allein – Automatische Folgeschaltung: Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück.

13.3.3 Steuerung

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

Bei 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.

Mit einer **Zeitprogrammsteuerung** können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden. Beispielsweise kann durch eine entsprechende Steuerung die Auswirkung morgendlicher Wärmebedarfsspitzen entschärft und ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage ermöglicht werden.

13.3.4 Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur

Die Regelung der Eintrittstemperaturen der Holzkessel, des Ölkessels sowie des Eco ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Einhaltung des unteren Grenzwertes der Kesseleintrittstemperaturen T322/T332/T342, sowie der Eco-Eintrittstemperatur T312 (= Rücklaufhochhaltung) erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Wärmezeugerkreises (Betriebsart «Automatik»).

Die Einhaltung der minimalen Kesseleintrittstemperaturen hat gegenüber der Regelung der Hauptvorlauftemperatur Priorität, d.h. die Rücklaufhochhaltung muss stets gewährleistet sein.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub der Dreiwegeventile von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet ist (Notbetrieb).

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, entfällt diese Funktion. Auf die Einhaltung der erforderlichen Mindestdurchströmung ist jedoch zu achten.

Für das Anfahren aus kaltem Zustand kann die Rücklaufhochhaltung des Eco optional auch durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgen, welche durch eine entsprechende hydraulische Schaltung zu realisieren ist (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil). Eine Alternative hierfür besteht in der rauchgasseitigen Umgehung des Eco (Eco-Bypass) während des Anfahrens.

13.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperaturen

Die Regelung der Kesselaustrittstemperaturen der Holzkessel und des Öl-/Gaskessels erfolgt über das untergeordnete MSR-System.

Die Kesselaustrittstemperaturen T323/T333/T343 stellen die Regelgrösse für die Feuerungsleistung des jeweiligen Kessels dar.

Der Sollwert der Kesselaustrittstemperaturen wird entweder vom übergeordneten oder vom untergeordneten MSR-System vorgegeben.

Für den Leistungsbereich der Holzfeuerung von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden (Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung). Die Umschaltung zwischen stetiger Regelung und Zweipunktbetrieb soll über das untergeordnete MSR-System erfolgen. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer bei möglichst geringer Leistung betrieben werden, so dass die Kesselleistung gerade dem momentanen Wärmeleistungsbedarf entspricht.

Die Regelung der Feuerungsleistung des Öl-/Gaskessels 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 Vollast die Leistung über einen zu definierenden Zeitraum nicht mehr bringen können.

Wichtig: Die Sicherheit der Kessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur usw., ist stets zu gewährleisten (Sicherheitskette). Dasselbe gilt für den Eco.

13.3.6 Regelung Hauptvorlauftemperatur

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

Die Regelung der Hauptvorlauftemperatur T355 erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»). Die Hauptvorlauftemperatur wird derart geregelt, dass das Dreiwegeventil dem jeweiligen Kessel unterschiedliche Wassermengen aus dem Netzurücklauf zuführt, wodurch sich die Kesseleintrittstemperatur ändert und sich somit die Kesselleistung entsprechend anpassen muss, um den Sollwert der Kesselaustrittstemperatur zu erreichen. Die Rücklaufhochhaltung hat gegenüber der Regelung der Hauptvorlauftemperatur Priorität.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub der Dreiwegeventile von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Regelung der Hauptvorlauftemperatur ausser Betrieb ist (Notbetrieb).

13.3.7 Folgeschaltung der Kessel

Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell:

■ **Fall 1:** Nennleistung Holzkessel 1 = Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein gedeckt werden kann

■ **Fall 2:** Nennleistung Holzkessel 1 < Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein, wenn Kessel 1 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung der Kessel (Holzkessel und Öl-/Gaskessel) ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Sollwertvorgabe durch das übergeordnete MSR-System an die Kessel hat dabei derart zu erfolgen, dass die Holzkessel die Grundlast tragen. Wenn die Holzkessel eine bestimmte Zeit die Hauptvorlauftemperatur nicht erreichen, wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Sobald die Holzkessel alleine für eine vorzuziehende Zeit die Soll-Hauptvorlauftemperatur erreichen können, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt. Bei Parallelbetrieb der Holzkessel ist regelungstechnisch sicherzustellen, dass beide Kessel – bezogen auf ihre Nennleistung – möglichst gleichmässig betrieben werden.

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

Beispiel für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Hauptvorlauftemperatur für längere Zeit wenig zu tief ODER für kürzere Zeit viel zu tief unter Sollwert liegt
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Hauptvorlauftemperatur eine bestimmte Zeit wieder innerhalb Sollwert minus Regelbereich liegt

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.).

Regelung der Hauptvorlauftemperatur T355: Die Kesselkreise beider Holzkessel regeln – im selben Verhältnis bezogen auf die Kesselnennleistung (d.h. jeweils z.B. mit 60% Hub der Dreiwegeventile) – auf den vom übergeordneten MSR-System vorgegebenen Sollwert der Hauptvorlauftemperatur (Priorität: Sicherstellung der Rücklaufhochhaltung). Damit soll ein möglichst paralleler Betrieb der Holzkessel erreicht werden (regelungstechnisch von Vorteil). Wenn die Holzkessel eine gewisse Zeit den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur nicht erreichen, wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Der Kesselkreis des Öl-/Gaskessels regelt auf einen vom übergeordneten MSR-System vorgegebenen Sollwert der Hauptvorlauftemperatur, der unter dem für die Holzkessel vorgegebenen Sollwert der Hauptvorlauftemperatur liegt. Wenn der Istwert der Hauptvorlauftemperatur eine bestimmte Zeit wieder dem für die Holzkessel vorgegebenen Sollwert der Hauptvorlauftemperatur der Holzkessel entspricht, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt.

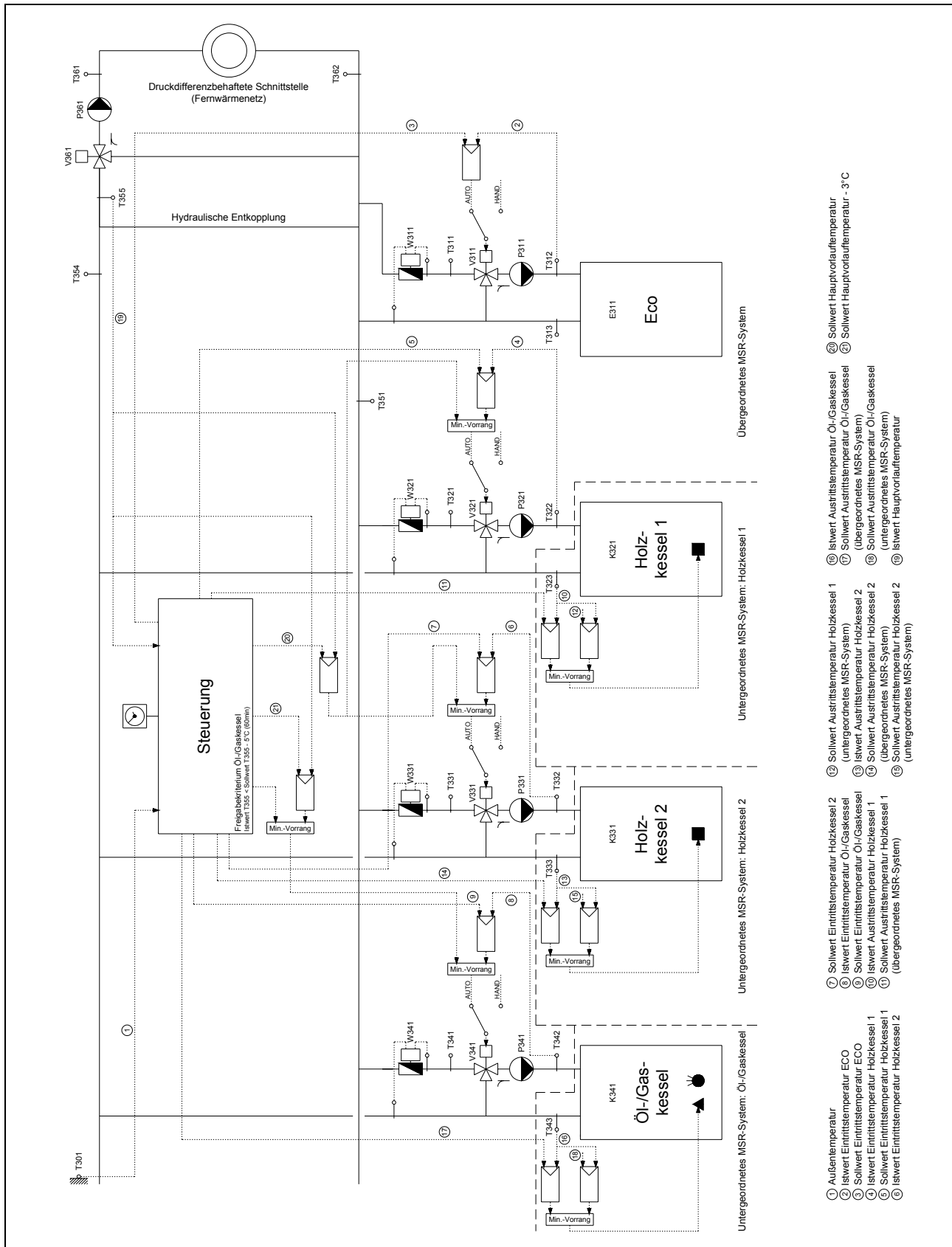


Abbildung 25: Regelschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher»

13.3.8 Regelschema

In Abbildung 25 ist das Prinzipschema der Anlagensteuerung und -regelung dargestellt. Es wird das tiefste Ausgangssignal der beiden Regler auf das jeweilige Kesselkreis-Dreiwegeventil aufgeschaltet. Die im Prinzipschema angeführten Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen.

13.3.9 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kessel- und Eco-Eintrittstemperatur, der Kesselaustrittstemperatur und der Hauptvorlauftemperatur zu erfolgen hat, sowie die automatische Folgeschaltung ist in Tabelle 26 zu definieren.

Betriebsart	Regelung Kesseleintrittstemperatur und Ecoeintrittstemperatur	Regelung Kesselaustrittstemperatur	Regelung Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse)
Aus	Ausser Betrieb		
Hand	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T312/T322/T332/T342 (Rücklaufhochhaltung) ausser Betrieb; Ventilhub von V311/V321/V331/V341 manuell eingestellt	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T323/T333/T343 ausser Betrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T355 ausser Betrieb; Ventilhub von V321/V331/V341 manuell eingestellt
Automatik – Sommer	<input type="checkbox"/> Holzkessel allein (Öl-/Gaskessel nur Notbetrieb) <input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein		
<input type="checkbox"/> Kein Sommerbetrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T312/T322/T332 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V311/V321/V331	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T323/T333 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T355 durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V321/V331
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Automatik – Winter	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T312/T322/T332/T342 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V311/V321/V331/V341	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T323/T333/T343 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Hauptvorlauftemperatur T355 durch übergeordnetes MSR-System Holzkessel – Öl-/Gaskessel; Stellgrösse ist der Ventilhub von V321/V331/V341
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Autom. Folgeschaltung	<input type="checkbox"/> Die automatische Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»		

Tabelle 26: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

13.4 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 28 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 für die Betriebsoptimierung relevanten Sollwerte sind ebenfalls aufzuzeichnen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 27 sind zu beantworten.

Bereich	Fragen und Antworten
Hardware	<p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung?</p> <p><input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger</p> <p><input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels</p> <p><input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System</p> <p>Wie wird das Datenaufzeichnungssystem bedient?</p> <p><input type="checkbox"/> Über Tastatur/Anzeigen des MSR-Systems bzw. Datenloggers</p> <p><input type="checkbox"/> PC erforderlich</p> <p>Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort, d. h. kein Telefonanschluss/Modem notwendig</p> <p><input type="checkbox"/> Analog-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Standleitung (Internet)</p> <p>Falls separater Datenlogger: Wie wird die Schnittstelle realisiert?</p> <p><input type="checkbox"/> Analogsignale: Normsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA), Digitalsignale: potentialfreie Kontakte</p> <p><input type="checkbox"/> Bus</p>
Datenaufzeichnung	<p>Wie gross ist der Messintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden</p> <p>Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Minuten (Empfehlung) Minuten</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als Momentanwert</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie gross ist der Messwertspeicher?</p> <p><input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität</p>
Datenauswertung	<p>Wie ist das Ausgabeformat?</p> <p><input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die Datenauswertung?</p> <p><input type="checkbox"/> Auswertung in EXCEL (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die graphische Darstellung?</p> <p><input type="checkbox"/> Je eine Tagesauswertung pro Betriebszustand (Standard)</p> <p><input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas- Betriebsstundenzähler als Leistung</p> <p><input type="checkbox"/> Wochenübersicht <input type="checkbox"/> Andere:</p>
Verantwortlichkeiten	<p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber</p>

Tabelle 27: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Messgrösse	Messort	Standard	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bez.
<input type="checkbox"/> Temperatur	Fassade Nord (Aussentemperatur)	Standard	-20...50°	0,1 K	+/-0,3 K	T301
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Eintritt (Eco-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T312
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Austritt (Eco-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T313
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T322
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T323
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T332
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T333
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T342
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T343
<input type="checkbox"/> Temperatur	Hauptvorlauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T355
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzvorlauf *	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T361
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzurücklauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T362
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 1	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V321
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 2	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V331
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Öl-/Gaskessel	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V341
<input type="checkbox"/> Wärme	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	
<input type="checkbox"/> Wärme	Eco: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	W311
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Eco: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	W311
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W321
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W321
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W331
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W331
<input type="checkbox"/> Wärme	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W341
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W341
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Ölzähler falls modulierend	Standard	–	1 l	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Gaszähler falls modulierend	Standard	–	1 m³	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl-/Gas falls modulierend	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl-/Gas Stufe 1 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl-/Gas Stufe 2 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
* Nicht Standard, wenn Hauptvorlauftemperatur T355 nach Netzpumpe gemessen wird (Schaltung ohne Vorregelung).						
** 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. Beim Einbau der Wärmezähler sind die einschlägigen Bestimmungen und Einbauvorschriften unbedingt zu beachten. Messbereich, Auflösung und Genauigkeit für die Volumenstrommessung sind projektspezifisch festzulegen.						
*** In der Regel der Sollwert (Stellsignal); optional kann auch der Istwert (Rückmeldung) aufgezeichnet werden.						

Tabelle 28: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrössen aufgezeichnet werden können. Die Angaben zu Messbereich, Auflösung und Genauigkeit sind als Richtgrössen für ein Messsystem zu verstehen.

13.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 30 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 29 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 30 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 29: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Einstellwerte bei der Abnahme		Allg.	Zeitprogrammsteuerung (wenn vorhanden)			
			Sommer	Red.	Normal	Spitzen
Übergeordnetes MSR-System						
■ Rücklaufhochhaltung						
Holzkessel 1: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Holzkessel 2: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Öl-/Gaskessel: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
■ Regelung Hauptvorlauftemperatur						
Stetige Regelung (Stellgrößen = Ventilhübe)	Sollwert Hauptvorlauftemperatur Holzkessel	100°C				
	P-Band für Regler Holzkessel 1+2	100%				
	Nachstellzeit für Regler Holzkessel 1+2	20 min				
	Vorhaltezeit für Regler Holzkessel 1+2	2 min				
	Sollwert Hauptvorlauftemperatur Öl-/Gaskessel	97°C				
	P-Band für Regler Öl-/Gaskessel	100%				
	Nachstellzeit für Regler Öl-/Gaskessel	10 min				
Vorhaltezeit für Regler Öl-/Gaskessel		1 min				
■ Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel (Freigabe-/Sperrkriterien als Beispiel zu verstehen; falls notwendig ergänzen)						
Freigabekriterium: Aussentemperatur UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert UND Dauer) ODER Aussentemperatur UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert UND Dauer)		≤ 0°C > 5 K > 60 min ≤ 0°C > 10 K > 10 min				
Sperrkriterium: Haupt-VL-Temperatur Abweichung vom Sollwert UND Dauer		< 5 K > 10 min				
Holzkessel 1						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		1000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		300 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Holzkessel 2						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		2000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		600 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Öl-/Gaskessel						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung <input type="checkbox"/> Stufe 1+2 <input type="checkbox"/> modulierend		1500 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung		500 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 2						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				

Tabelle 30: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

14. Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher

14.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

Die in diesem Abschnitt beschriebene Standard-Schaltung «Monovalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher» besteht aus mehreren hydraulisch parallel geschalteten Kesselanlagen. Bei dieser Art Schaltung wird der Hauptrücklauf den einzelnen Kesseln über einen gemeinsamen Verteiler zugeführt, und der Vorlauf der Kessel mündet in einen gemeinsamen Sammler.

Aufgrund der in dieser Schaltung beschriebenen Ausführung der Holzheizungsanlage mit Speicher können die Wärmebedarfsspitzen entschärft werden. Dadurch ist ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage und die Installation von Kesseln mit geringerer Nennleistung möglich.

Vor- und Nachteile der Parallel- und Serienschaltung werden in der Einleitung in Tabelle 1 beschrieben.

14.1.1 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-HAND-AUTOMATIK»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile bzw. drehzahlgeregelten Pumpen muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle hardwaremässigen Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben (Sicherheitskette)

■ Die **Betriebswahl** «AUS-HAND-AUTOMATIK», «Kessel 1 allein – Kessel 2 allein – Folgeschaltung» und falls notwendig «Sommer–Winter» soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem **konventionellen Bedienungs-Tableau** (in der Regel im Schaltschrank); diese Lösung ist einfach und störungssicher und 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 **Kleinleitsystems oder eines grösseren Gebäudeleitsystems**

■ Die weitergehende Bedienung, wie **Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw.**, kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen.

14.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Die Hauptaufgabe des übergeordneten MSR-Systems besteht in der Regelung des Speicherladezustandes, der Regelung der Kessel- bzw. Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie der Kesselfolgeschaltung. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die für Standard-Schaltungen zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung). Es ergeben sich folgende **Lösungsmöglichkeiten**:

■ Realisierung des übergeordneten MSR-Systems mittels **Einzelregler**. Die automatische Datenaufzeichnung hat dann mit Hilfe eines Datenloggers zu erfolgen, mit Schnittstelle in Form von herausgeführten Normsignalen für Analogsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA) und potentialfreien Kontakten für Digitalsignale.

■ Realisierung mittels **SPS** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Die **SPS des Holzkessels** wird für Aufgaben des übergeordneten MSR-Systems eingesetzt. Auch hier muss die Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung gewährleistet sein (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Realisierung mittels **Kleinleitsystem** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogging in der Regel vom Hersteller vorgesehen).

■ **Gebäudeleitsystem** bei grösserer Anlage. Hier ist ein Datenlogging vom Hersteller immer vorgesehen.

Das übergeordnete MSR-System soll durch eine einzige der genannten Lösungsmöglichkeiten und durch einen einzigen Verantwortlichen realisiert werden. Gemischte Lösungen sind nur zulässig, wenn eine einheitliche Lösung unzumutbaren Aufwand verursachen würde.

14.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die Steuerung und Regelung eines Holzkessels ist komplex. Deshalb haben Holzkessel im Allgemeinen eine **eigene SPS**. Diese sind im Normalfall dem übergeordneten MSR-System untergeordnet.

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.

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

- Stetige Leistungsregelung für einen Leistungsbereich von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung
- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Verbrennungsregelung zur Gewährleistung einer hohen Ausbrandqualität sowie eines hohen Wirkungsgrades
- Regelung zur Verhinderung von Schwelgasaustritt aus dem Feuerraum in den Heizungsraum
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Holzkessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

14.1.4 Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels

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

- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Öl-/Gaskessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

14.1.5 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 31 zu beantworten.

MSR-Ebene	Fragen und Antworten
Bedienungsebene	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 konventionellen Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems
Übergeordnetes MSR-System	Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels bzw. der gemeinsamen SPS der Holzkessel für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Eigene SPS für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Kleinleitsystem <input type="checkbox"/> Gebäudeleitsystem
	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 – Holzkessel	Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig für das übergeordnete und das untergeordnete MSR-System 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
Untergeordnetes MSR-System – Öl-/Gaskessel	Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Systeme 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 31: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Systeme und zu den Verantwortlichkeiten

14.2 Prinzipschema und Auslegung

14.2.1 Hydraulische Schaltung

Die hydraulische Schaltung hat Abbildung 32 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Der Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur ist so zu setzen, dass eine einwandfreie Durchmischung gegeben ist (bei Anlagen ohne Vorregelung der Netzhauptvorlauftemperatur: nach der Netzpumpe).
- 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

- nur ein Holzkessel installiert wird,
- die Netzpumpe in Form von zwei oder mehr parallel oder seriell geschalteten Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Netzhauptvorlauftemperatur nicht ausgeführt wird (Nachteil: geringeres Wärmespeichervermögen des Speichers, da der Speicher nicht auf eine höhere Temperatur als die Netzhauptvorlauftemperatur geladen werden kann),
- die Vorregelung der Netzhauptvorlauftemperatur durch zwei parallel geschaltete Regelventile realisiert wird,
- eine separate Sommergruppe installiert wird,
- zusätzliche Abgaswärmetauscher bei möglichst tiefen Temperaturen im Hauptrücklauf eingebunden werden,
- die Rücklaufhochhaltung des Eco bzw. zusätzlicher Abgaswärmetauscher durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgt (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil, insbesondere in der Anfahrphase der Gesamtanlage).
- der Eco nach dem Speicher im Hauptrücklauf eingebunden wird.

Die Realisierung der Vorregelung mit zwei Motorregelklappen anstelle eines Dreiwegeventils ist als Abweichung zur Standardschaltung zu deklarieren (in Wärmenetzen über DN 200 oft als Billiglösung eingesetzt).

Die Einbindung des Öl-/Gaskessel seriell nach dem Speicher ist keine Standardschaltung, weil damit ein anderes Regelkonzept notwendig ist (Beschreibung als Nicht-Standardschaltung ist möglich).

14.2.2 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 sämtliche Wärmeerzeuger entsprechend den Vorgaben der Wärmeerzeuger-Lieferanten
- Ventilautorität $\geq 0,5$ für die Rücklaufhochhaltung, Vorregelung und Laderegelung
- Berücksichtigung der maximalen Kesselaustrittstemperaturen (Vorgabe durch die Kessellieferanten)
- Berücksichtigung der Hauptvorlauftemperatur, sowie der erforderlichen Kesselaustrittstemperaturen
- Berücksichtigung des minimalen Volumenstroms durch die Wärmeerzeuger (Vorgabe durch die Lieferanten der Wärmeerzeuger) und damit der maximalen Temperaturdifferenz zwischen Austrittstemperatur und Eintrittstemperatur der Wärmeerzeuger

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 33 darzulegen und zu dokumentieren.

Um den Volumenstrom über die Netzpumpe(n) und damit den Pumpenstromverbrauch möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, im Zuge der Netzplanung eine **möglichst niedrige Netzhauptvorlauftemperatur T462** als Zielwert festzulegen. Auf Basis dieses Zielwertes sind entsprechende Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorzuschreiben. Dies sollte im Wärmeliefervertrag festgelegt werden.

Für die vorliegende Schaltung sollten folgende Forderungen erfüllt sein:

- Keine überdimensionierten Kessel
- Es muss ein genügend grosser Abstand zwischen dem Sollwert der Hauptvorlauftemperatur und den maximalen Kesselaustrittstemperaturen möglich sein, damit ein «floaten» der Kessel ohne Begrenzung der Kesselleistung möglich ist
- Brauchbare Freigabe- und Sperrkriterien für die Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel, um ein häufiges Zu- und Wegschalten erfolgreich verhindern zu können

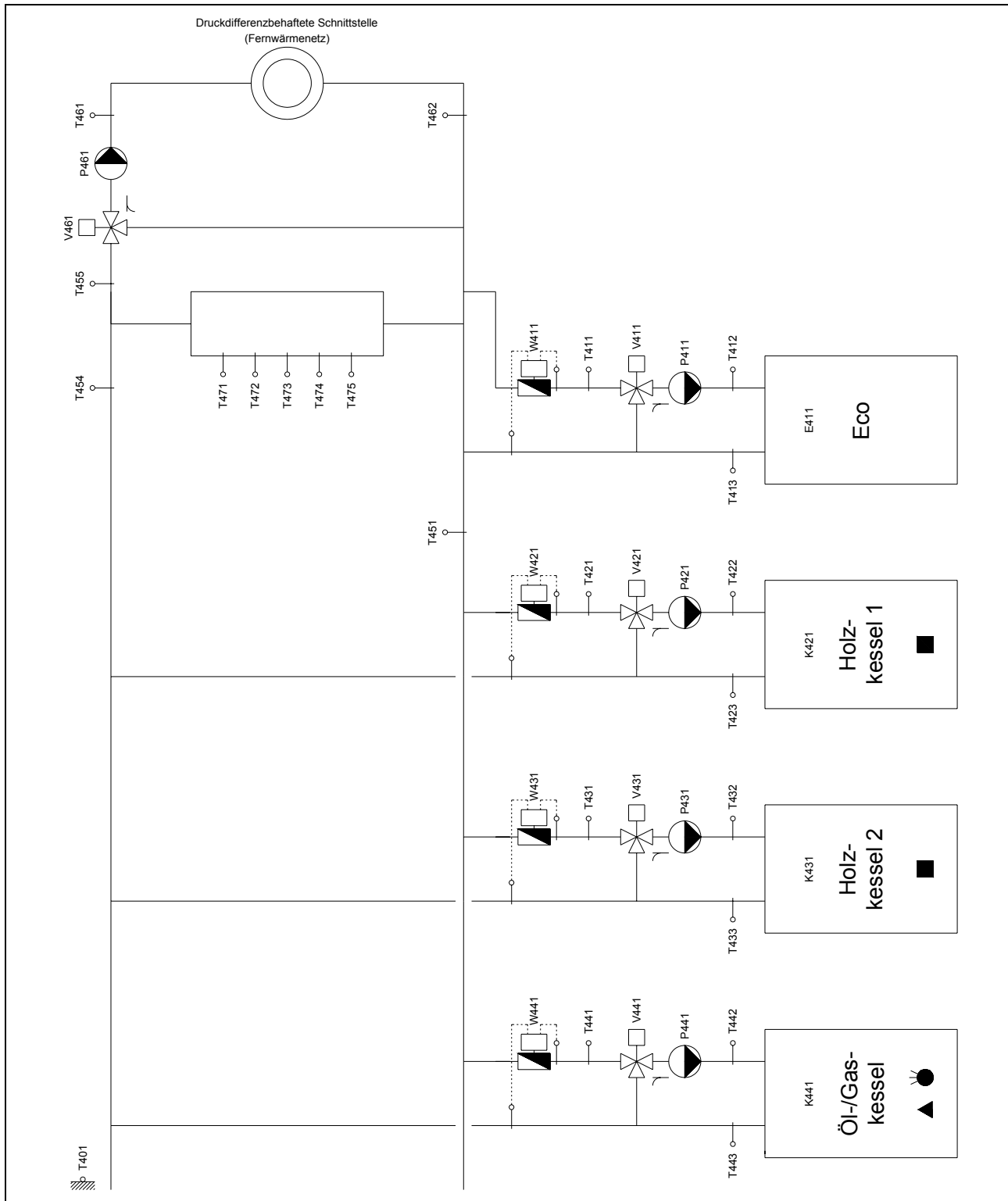


Abbildung 32: Prinzipschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher». Sicherheitsorgane, Expansions- und Druckhalteanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Feststoffabscheider, Entleer- und Entlüftungsvorrichtungen, Absperrarmaturen, Vor-Ort-Anzeigergeräte und sonstige Messorgane sind in der Darstellung nicht eingezeichnet. Diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken bzw. den Vorgaben der Kessellieferanten auszuführen.

Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	Einheit	Beispielwert		Bezeichnung
Garantierte Temperatur-Grenzwerte				
Maximale Hauptvorlauftemperatur	°C	95		T455
Maximale Hauptrücklauftemperatur	°C	55		T462
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 1 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60		T422
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 2 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60		T432
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Ölkessel (Rücklaufhochhaltung)	°C	60		T442
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel 1 (Temperaturbegrenzer)	°C	110		T423
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel 2 (Temperaturbegrenzer)	°C	110		T433
Max. zulässige Austrittstemperatur Ölkessel (Temperaturbegrenzer)	°C	110		T443
Kesselkreis Holzkessel 1				
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 17%)	kW	1000		K421
Minimale Kesselleistung	kW	300		K421
Kesselaustrittstemperatur	°C	100		T423
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	28,7		P421
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30		P421
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70		T422
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	19,1		V421
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	9,6		V421
Druckabfall Regelventil	kPa	10		V421
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8		–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56		V421
Kesselkreis Holzkessel 2				
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 33%)	kW	2000		K431
Minimale Kesselleistung	kW	600		K431
Kesselaustrittstemperatur	°C	100		T433
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	57,4		P431
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30		P431
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70		T432
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	38,2		V431
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	19,1		V431
Druckabfall Regelventil	kPa	10		V431
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8		–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56		V431
Kesselkreis Öl-/Gaskessel				
Maximale Kesselleistung (Beispiel Spitzenabdeckung = 50%)	kW	3000		K441
Minimale Kesselleistung	kW	1000		K441
Kessel-Austrittstemperatur	°C	100		T443
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	86,0		P441
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30		P441
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70		T442
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	57,4		V441
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	28,6		V441
Druckabfall Regelventil	kPa	10		V441
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8		–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56		V441
Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 17!				

Tabelle 33: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen). Für den Eco ist die Auslegung sinngemäss durchzuführen.

14.3 Funktionsbeschreibung

14.3.1 Betriebsarten Wärmeerzeuger

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für sämtliche Kessel der geplanten Anlage (der Eco wird entsprechend der Betriebsart des zugeordneten Kessels betrieben). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der Wärmeerzeuger ist ausser Betrieb.

■ **Hand:** Die Betriebsart und Stellgrösse einzelner Komponenten des Wärmeerzeugers werden von Hand eingestellt, d.h. es erfolgt keine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur. Die Sicherheitskette muss jedoch voll funktionsfähig sein.

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur.

14.3.2 Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für die hydraulischen Teilkreise sämtlicher Wärmeerzeuger der geplanten Anlage (inklusive Eco). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der gesamte Kesselkreis ist ausser Betrieb (Kesselkreispumpe ausgeschaltet, Dreiwegeventil geschlossen) mit Ausnahme der permanent betriebenen Anlagenteile (Expansions- und Druckhalteanlage usw.). Es ist darauf zu achten, dass die Kesselkreispumpe nur bei ausgeschalteter Wärmeerzeugungsanlage ausser Betrieb genommen werden darf.

■ **Hand:** Die Stellung des Dreiwegeventils wird von Hand eingestellt (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein). Bei dieser Betriebsart ist zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet und auch die Regelung des Speicherladezustandes nicht gegeben ist (Notbetrieb).

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesseleintrittstemperatur bzw. der Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie des Speicherladezustandes (wenn Rücklaufhochhaltung sichergestellt ist).

Sommer/Winter: Falls es einen eindeutigen Sommerbetrieb gibt, sorgt die zusätzliche Betriebsart «Sommer» dafür, dass im Sommer nur die tatsächlich notwendigen Anlagenteile in Betrieb sind (hier können gegebenenfalls auch noch weitere spezielle Betriebsarten definiert werden).

Holzessel 1 allein – Holzessel 2 allein – Automatische Folgeschaltung: Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück.

14.3.3 Steuerung

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

Bei 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.

Mit einer **Zeitprogrammsteuerung** können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden. Beispielsweise kann durch eine entsprechende Steuerung die Auswirkung morgendlicher Wärmebedarfsspitzen entschärft und ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage ermöglicht werden.

14.3.4 Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur

Die Regelung der Eintrittstemperaturen der Holzkessel, des Ölkessels sowie des Eco ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Einhaltung des unteren Grenzwertes der Kesseleintrittstemperaturen T422/T432/T442, sowie der Eco-Eintrittstemperatur T412 (= Rücklaufhochhaltung) erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Wärmezeugerkreises (Betriebsart «Automatik»).

Die Einhaltung der minimalen Kesseleintrittstemperaturen hat gegenüber der Regelung des Speicherladezustandes Priorität, d.h. die Rücklaufhochhaltung muss stets gewährleistet sein.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub der Dreiwegeventile von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet ist (Notbetrieb).

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, entfällt diese Funktion. Auf die Einhaltung der erforderlichen Mindestdurchströmung ist jedoch zu achten.

Für das Anfahren aus kaltem Zustand kann die Rücklaufhochhaltung des Eco optional auch durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgen, welche durch eine entsprechende hydraulische Schaltung zu realisieren ist (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil). Eine Alternative hierfür besteht in der rauchgasseitigen Umgehung des Eco (Eco-Bypass) während des Anfahrens.

14.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperaturen

Die Regelung der Kesselaustrittstemperaturen der Holzkessel und des Öl-/Gaskessels erfolgt über das untergeordnete MSR-System.

Die Kesselaustrittstemperaturen T423/T433/T443 stellen die Regelgrösse für die Feuerungsleistung des jeweiligen Kessels dar.

Der Sollwert der Kesselaustrittstemperaturen wird entweder vom übergeordneten oder vom untergeordneten MSR-System vorgegeben.

Für den Leistungsbereich der Holzfeuerung von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden (Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung). Die Umschaltung zwischen stetiger Regelung und Zweipunktbetrieb soll über das untergeordnete MSR-System erfolgen. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer bei möglichst geringer Leistung betrieben werden, so dass die Kesselleistung gerade dem momentanen Wärmeleistungsbedarf entspricht.

Die Regelung der Feuerungsleistung des Öl-/Gaskessels 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 über einen zu definierenden Zeitraum nicht mehr bringen können.

Wichtig: Die Sicherheit der Kessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur usw., ist stets zu gewährleisten (Sicherheitskette). Dasselbe gilt für den Eco.

14.3.6 Regelung Speicherladezustand

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

Die Regelung des Speicherladezustandes erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»). Der Speicherladezustand wird derart geregelt, dass das Dreiwegeventil dem jeweiligen Kessel unterschiedliche Wassermengen aus dem Netzurücklauf zuführt, wodurch sich die Kesseleintrittstemperatur ändert und sich somit die Kesselleistung entsprechend anpassen muss, um den Sollwert der Kesselaustrittstemperatur zu erreichen. Die Rücklaufhochhaltung hat gegenüber der Regelung des Speicherladezustandes Priorität.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub des Dreiwegeventils von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Regelung des Speicherladezustandes ausser Betrieb ist (Notbetrieb).

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%. Der Ladezustand «warm»/«kalt» ist dabei bei jedem Speicherfühler wie folgt gegeben:

- Definition: Soll-Temperatur = Ladetemperatur-Sollwert – Sicherheitsabstand z. B. $100 - 15 = 85^\circ$
- «warm» bedeutet: Ist-Temperatur \geq Soll-Temperatur z. B. $\geq 85^\circ$
- «kalt» bedeutet: Ist-Temperatur $<$ Soll-Temperatur – Hysterese z. B. $< 85 - 15 = 70^\circ$

Für die Erfassung des Speicherladezustandes sind unterschiedliche Varianten möglich. Zwei werden nachfolgend beschrieben. Dabei bedeutet:

w = Fühler meldet «warm» (Definition siehe oben)

k = Fühler meldet «kalt» (Definition siehe oben)

Variante 1 (Tabelle 34): 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 34: Variante 1 (5 Stufen)

Variante 2 (Tabelle 35): Eine mehr oder weniger stufenlose Kennlinie kann erreicht werden, wenn die Werte dazwischen über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers interpoliert werden. Damit ergibt sich zwar auch keine ideale Kennlinie – die programmierten Temperaturen stimmen nie exakt mit den tatsächlichen überein –, aber das mehr oder weniger stetige Istwertsignal erlaubt einen üblichen P-Anteil beim Regler.

Fühler (von oben nach unten)					Wertigkeit
1	2	3	4	5	
$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	0
60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	0...20
$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	20...40
$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	$< 60^\circ\text{C}$	40...60
$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	$< 60^\circ\text{C}$	60...80
$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	$> 90^\circ\text{C}$	60...90°C	80...100

Tabelle 35: Variante 2 (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 35 grau hinterlegt. Es gilt folgende Regel:

- Fühler 1 aktiv, wenn alle anderen Fühlertemperaturen $< 90^\circ\text{C}$
- Fühler 2 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_1 > 90^\circ\text{C}$
- Fühler 3 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_2 > 90^\circ\text{C}$
- Fühler 4 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_3 > 90^\circ\text{C}$
- Fühler 5 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_4 > 90^\circ\text{C}$

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 keine Glättung, das Signal ist ebenso stufig wie in Variante 1 (Tabelle 34)
- 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

14.3.7 Folgeschaltung der Kessel

Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell:

■ **Fall 1:** Nennleistung Holzkessel 1 = Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein gedeckt werden kann

■ **Fall 2:** Nennleistung Holzkessel 1 < Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein, wenn Kessel 1 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung der Kessel (Holzkessel und Öl-/Gaskessel) ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Sollwertvorgabe durch das übergeordnete MSR-System an die Kessel hat dabei derart zu erfolgen, dass die Holzkessel die Grundlast tragen. Wenn die Holzkessel eine bestimmte Zeit die Hauptvorlauftemperatur nicht erreichen, wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Sobald die Holzkessel alleine für eine vorzuziehende Zeit die Soll-Hauptvorlauftemperatur erreichen können, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt. Bei Parallelbetrieb der Holzkessel ist regelungstechnisch sicherzustellen, dass beide Kessel – bezogen auf ihre Nennleistung – möglichst gleichmässig betrieben werden.

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

Beispiel für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Hauptvorlauftemperatur für längere Zeit wenig zu tief ODER für kürzere Zeit viel zu tief unter Sollwert liegt
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Hauptvorlauftemperatur eine bestimmte Zeit wieder oberhalb Sollwert minus Regelbereich liegt

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.).

Überwachung der Hauptvorlauftemperatur T455: Die Kesselkreise beider Holzkessel regeln – im selben Verhältnis bezogen auf die Kesselnennleistung (d.h. jeweils z.B. mit 60% Hub der Dreiwegeventile) – auf den vom übergeordneten MSR-System vorgegebenen Sollwert des Speicherladezustandes (Priorität: Sicherstellung der Rücklaufhochhaltung). Damit soll ein möglichst paralleler Betrieb der Holzkessel erreicht werden (regelungstechnisch von Vorteil). Für die Hauptvorlauftemperatur T455 wird ein Sollwert vorgegeben, der unterhalb der maximalen Sollwerttemperatur des Speichers liegt. Wird der Sollwert der Hauptvorlauftemperatur T455 bei Betrieb der beiden Holzkessel eine gewisse Zeit nicht erreicht (nach Entladen des

Speichers), wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Der Kesselkreis des Öl-/Gaskessels regelt auf den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur T455. Wenn der Istwert der Hauptvorlauftemperatur eine bestimmte Zeit den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur übersteigt, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt.

14.3.8 Regelschema

In Abbildung 36 ist das Prinzipschema der Anlagensteuerung und -regelung dargestellt. Es wird das tiefste Ausgangssignal der beiden Regler auf das jeweilige Kesselkreis-Dreiwegeventil aufgeschaltet. Die im Prinzipschema angeführten Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen.

14.3.9 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kessel- und Eco-Eintrittstemperatur, der Kesselaustrittstemperatur und des Speicherladezustandes zu erfolgen hat, sowie die automatische Folgeschaltung ist in Tabelle 37 zu definieren.

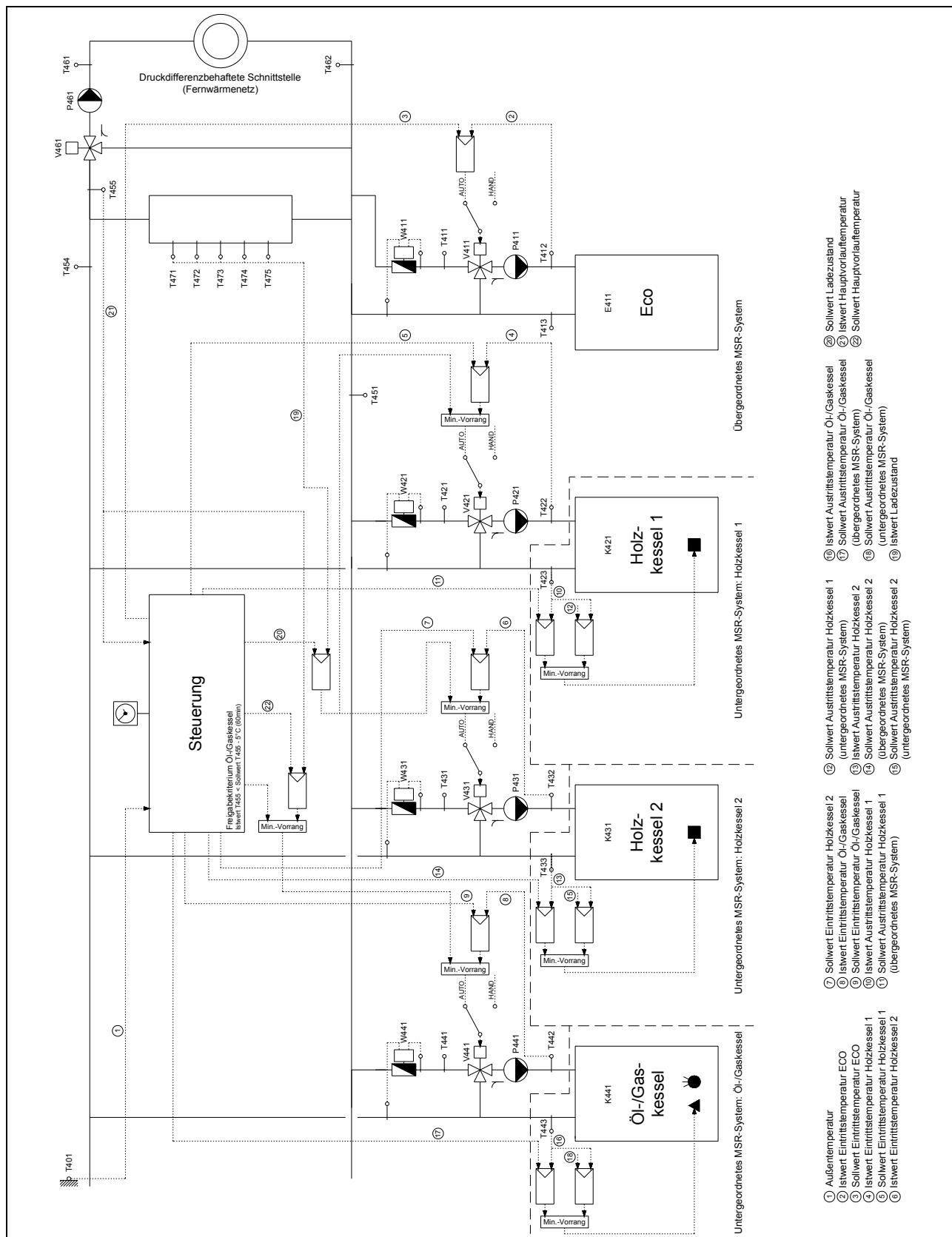


Abbildung 36: Regelschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher»

Betriebsart	Regelung Kesseleintrittstemperatur und Ecoeintrittstemperatur	Regelung Kesselaustrittstemperatur	Regelung Speicherladezustand (= Hauptregelgrösse); Überwachung Hauptvorlauftemperatur
Aus	Ausser Betrieb		
Hand	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T412/T422/T432/T442 (Rücklaufhochhaltung) ausser Betrieb; Ventilhub von V411/V421/V431/V441 manuell eingestellt	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T423/T433/T443 ausser Betrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb; Ventilhub von V421/V431 manuell eingestellt
Automatik – Sommer	<input type="checkbox"/> Holzkessel allein (Öl-/Gaskessel nur Notbetrieb)	<input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein	
<input type="checkbox"/> Kein Sommerbetrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T412/T422/T432 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V411/V421/V431	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T423/T433 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V421/V431 <input type="checkbox"/> Zweipunktregelung des Speichers; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Automatik – Winter	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T412/T422/T432/T442 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V411/V421/V431/V441	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T423/T433/T443 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V421/V431 <input type="checkbox"/> Zweipunktregelung des Speichers; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll» <input type="checkbox"/> Überwachung/Regelung Hauptvorlauftemperatur T455 durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V441
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Autom. Folgeschaltung	<input type="checkbox"/> Die automatische Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»		

Tabelle 37: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

14.4 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 39 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 für die Betriebsoptimierung relevanten Sollwerte sind ebenfalls aufzuzeichnen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 38 sind zu beantworten.

Bereich	Fragen und Antworten
Hardware	<p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung?</p> <p><input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger</p> <p><input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels</p> <p><input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System</p> <p>Wie wird das Datenaufzeichnungssystem bedient?</p> <p><input type="checkbox"/> Über Tastatur/Anzeigen des MSR-Systems bzw. Datenloggers</p> <p><input type="checkbox"/> PC erforderlich</p> <p>Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort, d. h. kein Telefonanschluss/Modem notwendig</p> <p><input type="checkbox"/> Analog-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Standleitung (Internet)</p> <p>Falls separater Datenlogger: Wie wird die Schnittstelle realisiert?</p> <p><input type="checkbox"/> Analogsignale: Normsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA), Digitalsignale: potentialfreie Kontakte</p> <p><input type="checkbox"/> Bus</p>
Datenaufzeichnung	<p>Wie gross ist der Messintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden</p> <p>Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Minuten (Empfehlung) Minuten</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als Momentanwert</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie gross ist der Messwertspeicher?</p> <p><input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität</p>
Datenauswertung	<p>Wie ist das Ausgabeformat?</p> <p><input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die Datenauswertung?</p> <p><input type="checkbox"/> Auswertung in EXCEL (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die graphische Darstellung?</p> <p><input type="checkbox"/> Je eine Tagesauswertung pro Betriebszustand (Standard)</p> <p><input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas- Betriebsstundenzähler als Leistung</p> <p><input type="checkbox"/> Wochenübersicht <input type="checkbox"/> Andere:</p>
Verantwortlichkeiten	<p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber</p>

Tabelle 38: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Messgrösse	Messort	Standard	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bez.
<input type="checkbox"/> Temperatur	Fassade Nord (Aussentemperatur)	Standard	-20...50°	0,1 K	+/-0,3 K	T401
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Eintritt (Eco-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T412
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Austritt (Eco-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T413
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T422
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T423
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T432
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T433
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T442
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T443
<input type="checkbox"/> Temperatur	Hauptvorlauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T455
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzvorlauf *	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T461
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzurücklauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T462
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 0% (oben)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T471
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 25%	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T472
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 50% (Mitte)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T473
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 75%	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T474
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 100% (unten)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T475
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 1	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V421
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 2	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V431
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Öl-/Gaskessel	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V441
<input type="checkbox"/> Wärme	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	
<input type="checkbox"/> Wärme	Eco: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	W411
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Eco: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	W411
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W421
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W421
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W431
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W431
<input type="checkbox"/> Wärme	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W441
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W441
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Ölzähler falls modulierend	Standard	–	1 l	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Gaszähler falls modulierend	Standard	–	1 m³	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl/Gas falls modulierend	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl/Gas Stufe 1 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl/Gas Stufe 2 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
* Nicht Standard, wenn Hauptvorlauftemperatur T455 nach Netzpumpe gemessen wird (Schaltung ohne Vorregelung).						
** 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. Beim Einbau der Wärmezähler sind die einschlägigen Bestimmungen und Einbauvorschriften unbedingt zu beachten. Messbereich, Auflösung und Genauigkeit für die Volumenstrommessung sind projektspezifisch festzulegen.						
*** In der Regel der Sollwert (Stellsignal); optional kann auch der Istwert (Rückmeldung) aufgezeichnet werden.						

Tabelle 39: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrössen aufgezeichnet werden können. Die Angaben zu Messbereich, Auflösung und Genauigkeit sind als Richtgrössen für ein Messsystem zu verstehen.

14.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 41 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 40 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 41 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 40: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Einstellwerte bei der Abnahme		Allg.	Zeitprogrammsteuerung (wenn vorh.)			
			Sommer	Red.	Normal	Spitzen
Übergeordnetes MSR-System						
■ Rücklaufhochhaltung						
Holzkessel 1: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Holzkessel 2: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Öl-/Gaskessel: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
■ Speicherladeregelung						
Sollwert Speicherfühler «warm»		≥85°C				
Sollwert Speicherfühler «kalt»		≤70°C				
Umschaltkriterium Zweipunktregelung auf stetige Regelung: AT			–	≤ 5°C	≤ 10°C	–
Zweipunktregelung	Holzkessel EIN bei Istwert Speicherladezustand		0%	0%	0%	–
	Holzkessel AUS bei Istwert Speicherladezustand		100%	100%	100%	–
	Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel (Festwert)		<input checked="" type="checkbox"/> Minimale Heizleistung <input type="checkbox"/> Maximale Heizleistung			–
Stetige Regelung (Stellgrößen = Ventilhübe)	Sollwert Speicherladezustand		–	50%	50%	100%
	P-Band für Regler Holzkessel 1+2	100%				
	Nachstellzeit für Regler Holzkessel 1+2	20 min				
	Vorhaltezeit für Regler Holzkessel 1+2	2 min				
	Sollwert Hauptvorlauftemperatur Öl-/Gaskessel	97°C				
	P-Band für Regler Öl-/Gaskessel	100%				
	Nachstellzeit für Regler Öl-/Gaskessel	10 min				
	Vorhaltezeit für Regler Öl-/Gaskessel	1 min				
■ Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel (Freigabe-/Sperrkriterien als Beispiel zu verstehen; falls notwendig ergänzen)						
Freigabekriterium: Aussentemperatur		≤ 0°C				
UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert		> 5 K				
UND Dauer)		> 60 min				
ODER Aussentemperatur		≤ 0°C				
UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert		> 10 K				
UND Dauer)		> 10 min				
Sperrkriterium: Haupt-VL-Temperatur Abweichung vom Sollwert		< 5 K				
UND Dauer		> 10 min				
Holzkessel 1						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		1000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		300 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Holzkessel 2						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		2000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		600 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Öl-/Gaskessel						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung <input type="checkbox"/> Stufe 1+2 <input type="checkbox"/> modulierend		1500 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung		500 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 2						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				

Tabelle 41: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

15. Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher

15.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

Die in diesem Abschnitt beschriebene Standard-Schaltung «Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher» besteht aus mehreren hydraulisch in Serie geschalteten Wärmeerzeugern. Durch diese Art Schaltung erhöht sich die Vorlauftemperatur in der Ringleitung stufenweise entsprechend dem Wärmeeintrag der jeweiligen Wärmeerzeuger über die einzelnen Teilkreise.

Aufgrund der in dieser Schaltung beschriebenen Ausführung der Holzheizungsanlage ohne Speicher ist zu beachten, dass auftretende Wärmebedarfspitzen durch die Kessel bzw. das Netz abgefangen werden müssen.

Vor- und Nachteile der Parallel- und Serienschaltung werden in der Einleitung in Tabelle 1 beschrieben.

15.1.1 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-HAND-AUTOMATIK»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile bzw. drehzahlgeregelten Pumpen muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle hardwaremässigen Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben (Sicherheitskette)

■ Die **Betriebswahl** «AUS-HAND-AUTOMATIK», «Kessel 1 allein – Kessel 2 allein – Folgeschaltung» und falls notwendig «Sommer–Winter» soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem **konventionellen Bedienungs-Tableau** (in der Regel im Schaltschrank); diese Lösung ist einfach und störungssicher und 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 **Kleinleitsystems oder eines grösseren Gebäudeleitsystems**

■ Die weitergehende Bedienung, wie **Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw.**, kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen.

15.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Die Hauptaufgabe des übergeordneten MSR-Systems besteht in der Regelung der Hauptvorlauftemperatur, der Regelung der Kessel- bzw. Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie der Kesselfolgeschaltung. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die für Standard-Schaltungen zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung). Es ergeben sich folgende **Lösungsmöglichkeiten**:

■ Realisierung des übergeordneten MSR-Systems mittels **Einzelregler**. Die automatische Datenaufzeichnung hat dann mit Hilfe eines Datenloggers zu erfolgen, mit Schnittstelle in Form von herausgeführten Normsignalen für Analogsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA) und potentialfreien Kontakten für Digitalsignale.

■ Realisierung mittels **SPS** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Die **SPS des Holzkessels** wird für Aufgaben des übergeordneten MSR-Systems eingesetzt. Auch hier muss die Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung gewährleistet sein (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Realisierung mittels **Kleinleitsystem** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogging in der Regel vom Hersteller vorgesehen).

■ **Gebäudeleitsystem** bei grösserer Anlage. Hier ist ein Datenlogging vom Hersteller immer vorzusehen.

Das übergeordnete MSR-System soll durch eine einzige der genannten Lösungsmöglichkeiten und durch einen einzigen Verantwortlichen realisiert werden. Gemischte Lösungen sind nur zulässig, wenn eine einheitliche Lösung unzumutbaren Aufwand verursachen würde.

15.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die Steuerung und Regelung eines Holzkessels ist komplex. Deshalb haben Holzkessel im Allgemeinen eine **eigene SPS**. Diese sind im Normalfall dem übergeordneten MSR-System untergeordnet.

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.

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

- Stetige Leistungsregelung für einen Leistungsbereich von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant angeben) bis 100% der Kesselnennleistung
- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Verbrennungsregelung zur Gewährleistung einer hohen Ausbrandqualität sowie eines hohen Wirkungsgrades
- Regelung zur Verhinderung von Schwelgasaustritt aus dem Feuerraum in den Heizungsraum
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Holzkessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

15.1.4 Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels

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

- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Öl-/Gaskessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

15.1.5 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 42 zu beantworten.

MSR-Ebene	Fragen und Antworten
Bedienungsebene	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 konventionellen Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems
Übergeordnetes MSR-System	Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels bzw. der gemeinsamen SPS der Holzkessel für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Eigene SPS für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Kleinleitsystem <input type="checkbox"/> Gebäudeleitsystem
	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 – Holzkessel	Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig für das übergeordnete und das untergeordnete MSR-System 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
Untergeordnetes MSR-System – Öl-/Gaskessel	Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Systeme 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 42: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Systeme und zu den Verantwortlichkeiten

15.2 Prinzipschema und Auslegung

15.2.1 Hydraulische Schaltung

Die hydraulische Schaltung hat Abbildung 43 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Die Schaltung ist tatsächlich druckdifferenzarm zu machen, d. h. in die Ringleitung sind keine Rückfluss-verhinderer einzubauen (Entkopplung der Wärmeerzeugerkreise und der Ringleitung).
- Die Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur bzw. für die Temperatur in der Ringleitung nach den einzelnen Wärmeerzeugern sind so zu setzen, dass eine einwandfreie Durchmischung gegeben ist (bei Anlagen ohne Vorregelung der Netzvorlauftemperatur: Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur nach der Netzpumpe).

Die Anlage gilt auch als Standard-Schaltung, wenn

- nur ein Holzkessel installiert wird,
- die Netzpumpe in Form von zwei oder mehr parallel oder seriell geschalteten Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur nicht ausgeführt wird,
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur durch zwei parallel geschaltete Regelventile realisiert wird,

- eine separate Sommergruppe installiert wird,
- zusätzliche Abgaswärmetauscher bei möglichst tiefen Temperaturen im Hauptrücklauf eingebunden werden,
- die Rücklaufhochhaltung des Eco bzw. zusätzlicher Abgaswärmetauscher durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgt (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil, insbesondere in der Anfahrphase der Gesamtanlage).

Die Realisierung der Vorregelung mit zwei Motorregelklappen anstelle eines Dreiwegeventils ist als Abweichung zur Standardschaltung zu deklarieren (in Wärmenetzen über DN 200 oft als Billiglösung eingesetzt).

15.2.2 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 sämtliche Wärmeerzeuger entsprechend den Vorgaben der Wärmeerzeuger-Lieferanten
- Ventilautorität $\geq 0,5$ für die Rücklaufhochhaltung und Vorregelung
- Berücksichtigung der maximalen Kesselaustrittstemperaturen (Vorgabe durch die Kessellieferanten)
- Berücksichtigung der Hauptvorlauftemperatur, der erforderlichen Kesselaustrittstemperaturen sowie der Temperaturen in der Ringleitung nach den einzelnen Wärmeerzeugerkreisen
- Berücksichtigung des minimalen Volumenstroms durch die Wärmeerzeuger (Vorgabe durch die Lieferanten der Wärmeerzeuger) und damit der maximalen Temperaturdifferenz zwischen Austrittstemperatur und Eintrittstemperatur der Wärmeerzeuger

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 44 darzulegen und zu dokumentieren.

Um den Volumenstrom über die Netzpumpe(n) und damit den Pumpenstromverbrauch möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, im Zuge der Netzplanung eine **möglichst niedrige Netzurücklauftemperatur T562** als Zielwert festzulegen. Auf Basis dieses Zielwertes sind entsprechende Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorzuschreiben. Dies sollte im Wärmeliefervertrag festgelegt werden.

Für die vorliegende Schaltung 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 den maximalen Kesselaustrittstemperaturen möglich sein, damit ein «floaten» der Kessel ohne Begrenzung der Kesselleistung möglich ist
- Brauchbare Freigabe- und Sperrkriterien für die Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel, um ein häufiges Zu- und Wegschalten erfolgreich verhindern zu können

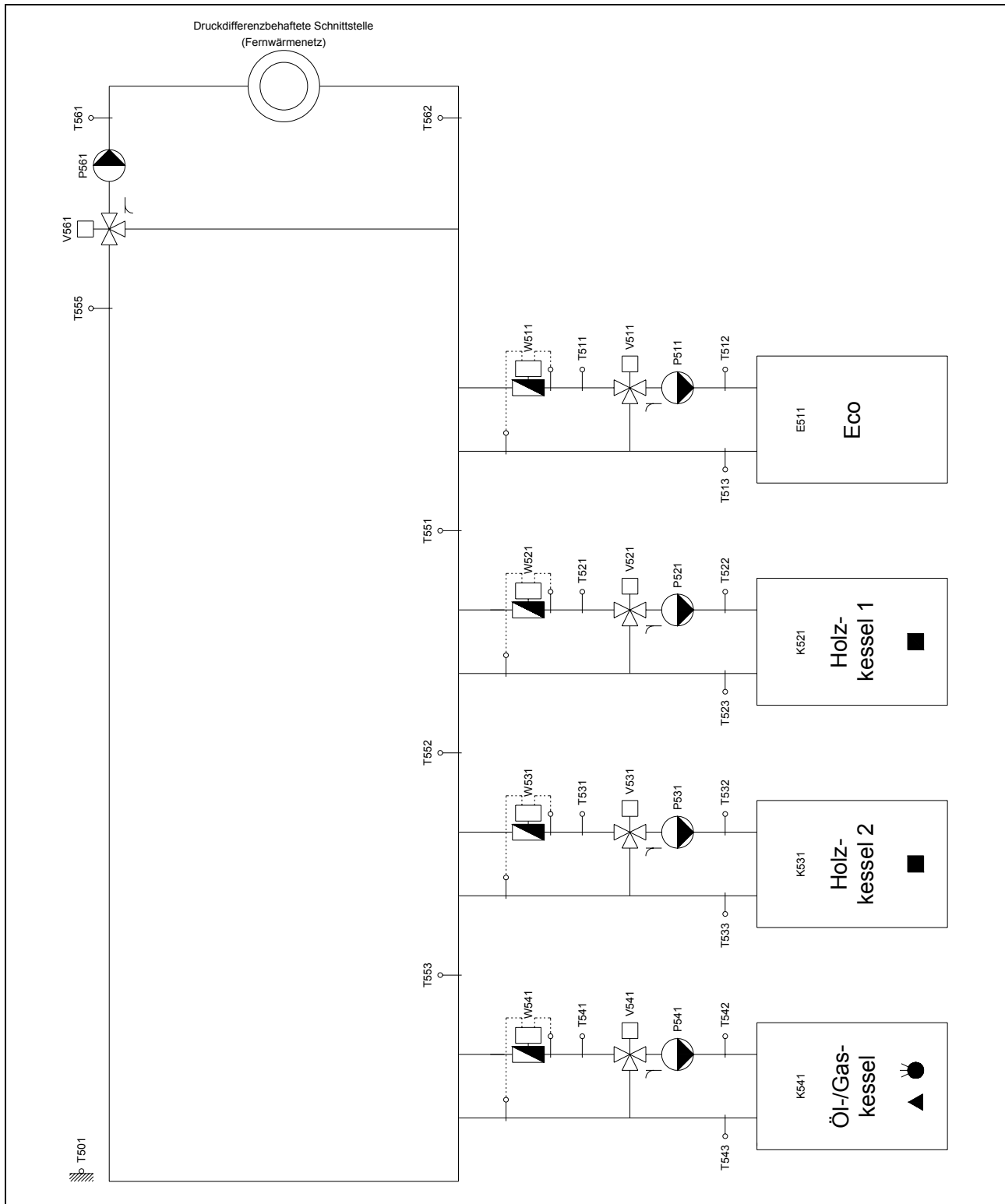


Abbildung 43: Prinzipschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher». Sicherheitsorgane, Expansions- und Druckhalteanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Feststoffabscheider, Entleer- und Entlüftungsvorrichtungen, Absperrarmaturen, Vor-Ort-Anzeigegeräte und sonstige Messorgane sind in der Darstellung nicht eingezeichnet: Diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken bzw. den Vorgaben der Kessellieferanten auszuführen.

Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	Einheit	Beispielwert		Bezeichnung
Garantierte Temperatur-Grenzwerte				
Maximale Hauptvorlauftemperatur	°C	95		T555
Maximale Hauptrücklauftemperatur	°C	55		T562
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 1 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60		T522
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 2 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60		T532
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Ölkessel (Rücklaufhochhaltung)	°C	60		T542
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel 1 (Temperaturbegrenzer)	°C	110		T523
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel 2 (Temperaturbegrenzer)	°C	110		T533
Max. zulässige Austrittstemperatur Ölkessel (Temperaturbegrenzer)	°C	110		T543
Kesselkreis Holzkessel 1				
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 22%)	kW	1000		K521
Minimale Kesselleistung	kW	300		K521
Kesselaustrittstemperatur	°C	100		T523
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	28,7		P521
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30		P521
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70		T522
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	19,1		V521
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	9,6		V521
Druckabfall Regelventil	kPa	10		V521
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8		–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56		V521
Kesselkreis Holzkessel 2				
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 45%)	kW	2000		K531
Minimale Kesselleistung	kW	600		K531
Kesselaustrittstemperatur	°C	100		T533
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	57,4		P531
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30		P531
Temperatur in der Ringleitung vor Kesselkreis Holzkessel 2	°C	64		T532
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70		T532
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	47,7		V531
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	9,7		V531
Druckabfall Regelventil	kPa	10		V531
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8		–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56		V531
Kesselkreis Öl-/Gaskessel				
Maximale Kesselleistung (Beispiel Spitzenabdeckung = 33%)	kW	1500		K541
Minimale Kesselleistung	kW	500		K541
Kessel-Austrittstemperatur	°C	100		T543
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	70,4		P541
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30		P541
Temperatur in der Ringleitung vor Kesselkreis Öl-/Gaskessel	°C	82		T542
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	82		T542
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	70,4		V541
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	0		V541
Druckabfall Regelventil	kPa	10		V541
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8		–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56		V541
Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 17!				

Tabelle 44: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen). Für den Eco ist die Auslegung sinngemäss durchzuführen.

15.3 Funktionsbeschreibung

15.3.1 Betriebsarten Wärmeerzeuger

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für sämtliche Kessel der geplanten Anlage (der Eco wird entsprechend der Betriebsart des zugeordneten Kessels betrieben). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der Wärmeerzeuger ist ausser Betrieb.

■ **Hand:** Die Betriebsart und Stellgrösse einzelner Komponenten des Wärmeerzeugers werden von Hand eingestellt, d.h. es erfolgt keine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur. Die Sicherheitskette muss jedoch voll funktionsfähig sein.

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur.

15.3.2 Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für die hydraulischen Teilkreise sämtlicher Wärmeerzeuger der geplanten Anlage (inklusive Eco). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der gesamte Kesselkreis ist ausser Betrieb (Kesselkreispumpe ausgeschaltet, Dreiwegeventil geschlossen) mit Ausnahme der permanent betriebenen Anlagenteile (Expansions- und Druckhalteanlage usw.). Es ist darauf zu achten, dass die Kesselkreispumpe nur bei ausgeschalteter Wärmeerzeugungsanlage ausser Betrieb genommen werden darf.

■ **Hand:** Die Stellung des Dreiwegeventils wird von Hand eingestellt (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein). Bei dieser Betriebsart ist zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet und auch die Regelung der Hauptvorlauftemperatur nicht gegeben ist (Notbetrieb).

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesseleintrittstemperatur bzw. der Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie der Hauptvorlauftemperatur (wenn Rücklaufhochhaltung sichergestellt ist).

Sommer/Winter: Falls es einen eindeutigen Sommerbetrieb gibt, sorgt die zusätzliche Betriebsart «Sommer» dafür, dass im Sommer nur die tatsächlich notwendigen Anlagenteile in Betrieb sind (hier können gegebenenfalls auch noch weitere spezielle Betriebsarten definiert werden).

Holzessel 1 allein – Holzessel 2 allein – Automatische Folgeschaltung: Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück.

15.3.3 Steuerung

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

Bei 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.

Mit einer **Zeitprogrammsteuerung** können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden. Beispielsweise kann durch eine entsprechende Steuerung die Auswirkung morgendlicher Wärmebedarfsspitzen entschärft und ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage ermöglicht werden.

15.3.4 Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur

Die Regelung der Eintrittstemperaturen der Holzkessel, des Ölkessels sowie des Eco ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Einhaltung des unteren Grenzwertes der Kesseleintrittstemperaturen T522/T532/T542, sowie der Eco-Eintrittstemperatur T512 (= Rücklaufhochhaltung) erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Wärmezeugerkreises (Betriebsart «Automatik»).

Die Einhaltung der minimalen Kesseleintrittstemperaturen hat gegenüber der Regelung der Hauptvorlauftemperatur Priorität, d.h. die Rücklaufhochhaltung muss stets gewährleistet sein.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub der Dreiwegeventile von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet ist (Notbetrieb).

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, entfällt diese Funktion. Auf die Einhaltung der erforderlichen Mindestdurchströmung ist jedoch zu achten.

Für das Anfahren aus kaltem Zustand kann die Rücklaufhochhaltung des Eco optional auch durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgen, welche durch eine entsprechende hydraulische Schaltung zu realisieren ist (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil). Eine Alternative hierfür besteht in der rauchgasseitigen Umgehung des Eco (Eco-Bypass) während des Anfahrens.

15.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperaturen

Die Regelung der Kesselaustrittstemperaturen der Holzkessel und des Öl-/Gaskessels erfolgt über das untergeordnete MSR-System.

Die Kesselaustrittstemperaturen T523/T533/T543 stellen die Regelgrösse für die Feuerungsleistung des jeweiligen Kessels dar.

Der Sollwert der Kesselaustrittstemperaturen wird entweder vom übergeordneten oder vom untergeordneten MSR-System vorgegeben.

Für den Leistungsbereich der Holzfeuerung von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden (Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung). Die Umschaltung zwischen stetiger Regelung und Zweipunktbetrieb soll über das untergeordnete MSR-System erfolgen. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer bei möglichst geringer Leistung betrieben werden, so dass die Kesselleistung gerade dem momentanen Wärmeleistungsbedarf entspricht.

Die Regelung der Feuerungsleistung des Öl-/Gaskessels 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 Vollast die Leistung über einen zu definierenden Zeitraum nicht mehr bringen können.

Wichtig: Die Sicherheit der Kessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur usw., ist stets zu gewährleisten (Sicherheitskette). Dasselbe gilt für den Eco.

15.3.6 Regelung Hauptvorlauftemperatur

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

Die Regelung der Hauptvorlauftemperatur T555 (bzw. der Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach den Holzkesselkreisen T553) erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»). Die Hauptvorlauftemperatur wird derart geregelt, dass das Dreiwegeventil dem jeweiligen Kessel unterschiedliche Wassermengen aus dem Netzurücklauf (Ringleitung vor dem jeweiligen Kesselkreis) zuführt, wodurch sich die Kesseleintrittstemperatur ändert und sich somit die Kesselleistung entsprechend anpassen muss, um den Sollwert der Kesselaustrittstemperatur zu erreichen. Die Rücklaufhochhaltung hat gegenüber der Regelung der Hauptvorlauftemperatur Priorität.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub der Dreiwegeventile von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Regelung der Hauptvorlauftemperatur ausser Betrieb ist (Notbetrieb).

15.3.7 Folgeschaltung der Kessel

Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell:

■ **Fall 1:** Nennleistung Holzkessel 1 = Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein gedeckt werden kann

■ **Fall 2:** Nennleistung Holzkessel 1 < Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein, wenn Kessel 1 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung der Kessel (Holzkessel und Öl-/Gaskessel) ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Sollwertvorgabe durch das übergeordnete MSR-System an die Kessel hat dabei derart zu erfolgen, dass die Holzkessel die Grundlast tragen. Wenn die Holzkessel eine bestimmte Zeit die Hauptvorlauftemperatur nicht erreichen, wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Sobald die Holzkessel alleine für eine vorzuziehende Zeit die Soll-Hauptvorlauftemperatur erreichen können, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt. Bei Parallelbetrieb der Holzkessel ist regelungstechnisch sicherzustellen, dass beide Kessel – bezogen auf ihre Nennleistung – möglichst gleichmässig betrieben werden.

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

Beispiel für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach den Holzkesselkreisen für längere Zeit wenig zu tief ODER für kürzere Zeit viel zu tief unter Sollwert liegt
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach den Holzkesselkreisen eine bestimmte Zeit wieder innerhalb Sollwert minus Regelbereich liegt

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.).

Regelung der Vorlauftemperaturen in der Ringleitung nach den Holzkesselkreisen T553 und dem Öl-/Gaskesselkreis T555: Die Kesselkreise beider Holzkessel regeln auf den vom übergeordneten MSR-System vorgegebenen Sollwert der Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach den Holzkesselkreisen (Priorität: Sicherstellung der Rücklaufhochhaltung). Wenn die Holzkessel eine gewisse Zeit diesen Sollwert nicht erreichen, wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Der Kesselkreis des Öl-/Gaskessels regelt auf den vom übergeordneten MSR-System vorgegebenen Sollwert der Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach dem Öl-/Gaskesselkreis, der dem für die Holzkessel vorgegebenen Sollwert der Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach den Holzkesselkreisen entspricht. Wenn der Istwert der Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach den Holzkesselkreisen eine bestimmte Zeit wieder dem Sollwert entspricht, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt. Zur Sicherstellung einer hohen Regelgenauigkeit ist bei dieser Variante besonders darauf zu achten, dass der Temperaturfühler zur Messung der Vorlauftemperatur in der Ringleitung nach den Holzkesseln in einem Bereich gesetzt wird, in dem eine ausreichend gute Durchmischung des Wasserstroms gewährleistet ist.

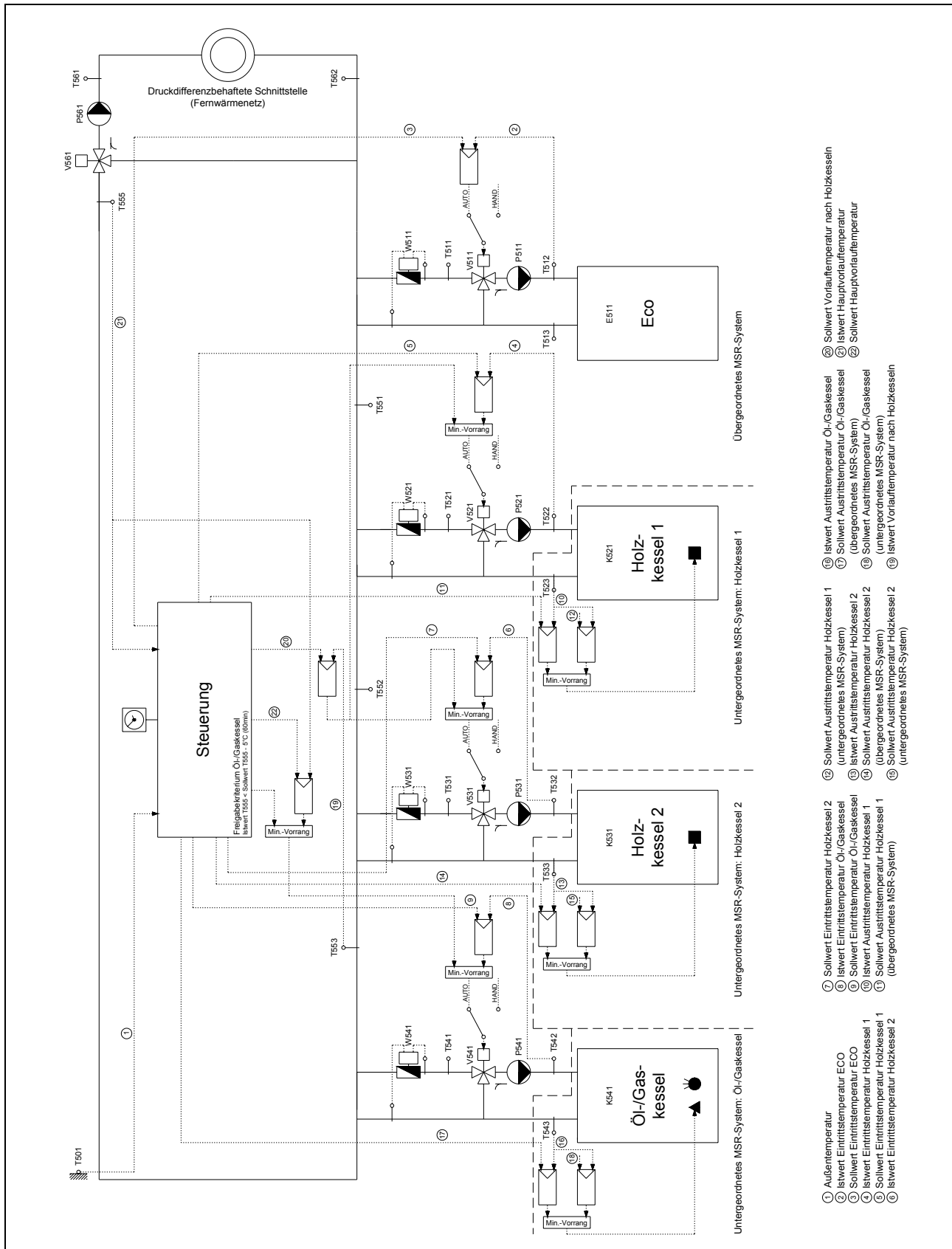


Abbildung 45: Regelschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher»

15.3.8 Regelschema

In Abbildung 45 ist das Prinzipschema der Anlagensteuerung und -regelung dargestellt. Es wird das tiefste Ausgangssignal der beiden Regler auf das jeweilige Kesselkreis-Dreiwegeventil aufgeschaltet. Die im Prinzipschema angeführten Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen.

15.3.9 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kesseleintrittstemperatur, der Kesselaustrittstemperatur und der Hauptvorlauftemperatur zu erfolgen hat, sowie die automatische Folgeschaltung ist in Tabelle 46 zu definieren.

Betriebsart	Regelung Kesseleintrittstemperatur und Ecoeintrittstemperatur	Regelung Kesselaustrittstemperatur	Regelung Hauptvorlauftemperatur (= Hauptregelgrösse)
Aus	Ausser Betrieb		
Hand	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T512/T522/T532/T542 (Rücklaufhochhaltung) ausser Betrieb; Ventilhub von T511/T521/T531/T541 manuell eingestellt	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T523/T533/T543 ausser Betrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Vorlauftemperatur T553/T555 ausser Betrieb; Ventilhub von T521/T531/T541 manuell eingestellt
Automatik – Sommer	<input type="checkbox"/> Holzkessel allein (Öl-/Gaskessel nur Notbetrieb) <input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein		
<input type="checkbox"/> Kein Sommerbetrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T512/T522/T532 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von T511/T521/T531	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T523/T533 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Vorlauftemperatur T553 durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von T521/T531
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Automatik – Winter	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T512/T522/T532/T542 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von T511/T521/T531/T541	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T523/T533/T543 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Vorlauftemperatur T553/T555 durch übergeordnetes MSR-System Holzessel – Öl-/Gaskessel; Stellgrösse ist der Ventilhub von T521/T531/T541
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Autom. Folgeschaltung	<input type="checkbox"/> Die automatische Folgeschaltung Holzessel – Öl-/Gaskessel wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»		

Tabelle 46: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

15.4 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 48 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 für die Betriebsoptimierung relevanten Sollwerte sind ebenfalls aufzuzeichnen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 47 sind zu beantworten.

Bereich	Fragen und Antworten
Hardware	<p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung?</p> <p><input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger</p> <p><input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels</p> <p><input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System</p> <p>Wie wird das Datenaufzeichnungssystem bedient?</p> <p><input type="checkbox"/> Über Tastatur/Anzeigen des MSR-Systems bzw. Datenloggers</p> <p><input type="checkbox"/> PC erforderlich</p> <p>Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort, d. h. kein Telefonanschluss/Modem notwendig</p> <p><input type="checkbox"/> Analog-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Standleitung (Internet)</p> <p>Falls separater Datenlogger: Wie wird die Schnittstelle realisiert?</p> <p><input type="checkbox"/> Analogsignale: Normsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA), Digitalsignale: potentialfreie Kontakte</p> <p><input type="checkbox"/> Bus</p>
Datenaufzeichnung	<p>Wie gross ist der Messintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden</p> <p>Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Minuten (Empfehlung) Minuten</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als Momentanwert</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie gross ist der Messwertspeicher?</p> <p><input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität</p>
Datenauswertung	<p>Wie ist das Ausgabeformat?</p> <p><input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die Datenauswertung?</p> <p><input type="checkbox"/> Auswertung in EXCEL (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die graphische Darstellung?</p> <p><input type="checkbox"/> Je eine Tagesauswertung pro Betriebszustand (Standard)</p> <p><input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas- Betriebsstundenzähler als Leistung</p> <p><input type="checkbox"/> Wochenübersicht <input type="checkbox"/> Andere:</p>
Verantwortlichkeiten	<p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber</p>

Tabelle 47: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Messgrösse	Messort	Standard	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bez.
<input type="checkbox"/> Temperatur	Fassade Nord (Aussentemperatur)	Standard	-20...50°	0,1 K	+/-0,3 K	T501
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Eintritt (Eco-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T512
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Austritt (Eco-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T513
<input type="checkbox"/> Temperatur	Ringleitung: nach Eco	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T551
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T522
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T523
<input type="checkbox"/> Temperatur	Ringleitung: nach Holzessel 1	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T552
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T532
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T533
<input type="checkbox"/> Temperatur	Ringleitung: nach Holzessel 2	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T553
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T542
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T543
<input type="checkbox"/> Temperatur	Hauptvorlauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T555
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzvorlauf *	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T561
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzurücklauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T562
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 1	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V521
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 2	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V531
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Öl-/Gaskessel	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V541
<input type="checkbox"/> Wärme	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	
<input type="checkbox"/> Wärme	Eco: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	W511
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Eco: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	W511
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W521
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W521
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W531
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W531
<input type="checkbox"/> Wärme	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W541
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W541
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Ölähler falls modulierend	Standard	–	1 l	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Gasähler falls modulierend	Standard	–	1 m³	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl-/Gas falls modulierend	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl-/Gas Stufe 1 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl-/Gas Stufe 2 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
* Nicht Standard, wenn Hauptvorlauftemperatur T555 nach Netzpumpe gemessen wird (Schaltung ohne Vorregelung).						
** 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. Beim Einbau der Wärmezähler sind die einschlägigen Bestimmungen und Einbauvorschriften unbedingt zu beachten. Messbereich, Auflösung und Genauigkeit für die Volumenstrommessung sind projektspezifisch festzulegen.						
*** In der Regel der Sollwert (Stellsignal); optional kann auch der Istwert (Rückmeldung) aufgezeichnet werden.						

Tabelle 48: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrössen aufgezeichnet werden können. Die Angaben zu Messbereich, Auflösung und Genauigkeit sind als Richtgrössen für ein Messsystem zu verstehen.

15.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 50 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 49 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 50 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 49: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Einstellwerte bei der Abnahme		Allg.	Zeitprogrammsteuerung (wenn vorhanden)			
			Sommer	Red.	Normal	Spitzen
Übergeordnetes MSR-System						
■ Rücklaufhochhaltung						
Holzkessel 1: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Holzkessel 2: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Öl-/Gaskessel: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
■ Regelung Hauptvorlauftemperatur						
Stetige Regelung (Stellgrößen = Ventilhübe)	Sollwert Vorlauftemperatur nach den Holzkesseln	82°C				
	P-Band für Regler Holzkessel 1+2	100%				
	Nachstellzeit für Regler Holzkessel 1+2	20 min				
	Vorhaltezeit für Regler Holzkessel 1+2	2 min				
	Sollwert Hauptvorlauftemperatur	95°C				
	P-Band für Regler Öl-/Gaskessel	100%				
	Nachstellzeit für Regler Öl-/Gaskessel	10 min				
Vorhaltezeit für Regler Öl-/Gaskessel		1 min				
■ Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel (Freigabe-/Sperrkriterien als Beispiel zu verstehen; falls notwendig ergänzen)						
Freigabekriterium: Aussentemperatur UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert UND Dauer) ODER Aussentemperatur UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert UND Dauer)		≤ 0°C > 5 K > 60 min ≤ 0°C > 10 K > 10 min				
Sperrkriterium: Haupt-VL-Temperatur Abweichung vom Sollwert UND Dauer		< 5 K > 10 min				
Holzkessel 1						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		1000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		300 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Holzkessel 2						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		2000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		600 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Öl-/Gaskessel						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung <input type="checkbox"/> Stufe 1+2 <input type="checkbox"/> modulierend		1500 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung		500 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 2						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				

Tabelle 50: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

16. Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher

16.1 Kurzbeschreibung und Verantwortlichkeiten

Die in diesem Abschnitt beschriebene Standard-Schaltung «Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher» besteht aus mehreren hydraulisch in Serie geschalteten Wärmeerzeugern. Durch diese Art Schaltung erhöht sich die Vorlauftemperatur in der Ringleitung stufenweise entsprechend dem Wärmeeintrag der jeweiligen Wärmeerzeuger über die einzelnen Teilkreise.

Aufgrund der in dieser Schaltung beschriebenen Ausführung der Holzheizungsanlage mit Speicher können die Wärmebedarfsspitzen entschärft werden. Dadurch ist ein gleichmässiger Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage und die Installation von Kesseln mit geringerer Nennleistung möglich.

Vor- und Nachteile der Parallel- und Serienschaltung werden in der Einleitung in Tabelle 1 beschrieben.

16.1.1 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-HAND-AUTOMATIK»)
- Untergeordnete MSR-Systeme müssen unabhängig vom übergeordneten MSR-System betrieben werden können (z. B. bei Ausfall des übergeordneten MSR-Systems)
- Ein Handbetrieb der Regelventile bzw. drehzahlgeregelten Pumpen muss gewährleistet sein (z. B. Handverstellung am Regelventil, diese darf jedoch nicht durch ein falsches Stellsignal gestört werden)
- Alle hardwaremässigen Sicherheitsfunktionen müssen erhalten bleiben (Sicherheitskette)

■ Die **Betriebswahl** «AUS-HAND-AUTOMATIK», «Kessel 1 allein – Kessel 2 allein – Folgeschaltung» und falls notwendig «Sommer–Winter» soll in einer der folgenden Arten erfolgen:

- Über Schalter in einem **konventionellen Bedienungs-Tableau** (in der Regel im Schaltschrank); diese Lösung ist einfach und störungssicher und 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 **Kleinleitsystems oder eines grösseren Gebäudeleitsystems**

■ Die weitergehende Bedienung, wie **Sollwerte verstellen, Zeitprogramme ändern usw.**, kann direkt am übergeordneten und an den untergeordneten MSR-Systemen erfolgen.

16.1.2 Übergeordnetes MSR-System

Das übergeordnete MSR-System besorgt alle übergeordneten Steuer- und Regelfunktionen und verknüpft die untergeordneten MSR-Systeme miteinander. Die Hauptaufgabe des übergeordneten MSR-Systems besteht in der Regelung des Speicherladezustandes, der Regelung der Kessel- bzw. Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie der Kesselfolgeschaltung. Daneben ist dem übergeordneten MSR-System auch eine automatische Datenaufzeichnung zugeordnet, die für Standard-Schaltungen zwingend gefordert wird (mindestens temporär während der Dauer der Betriebsoptimierung). Es ergeben sich folgende **Lösungsmöglichkeiten**:

■ Realisierung des übergeordneten MSR-Systems mittels **Einzelregler**. Die automatische Datenaufzeichnung hat dann mit Hilfe eines Datenloggers zu erfolgen, mit Schnittstelle in Form von herausgeführten Normsignalen für Analogsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA) und potentialfreien Kontakten für Digitalsignale.

■ Realisierung mittels **SPS** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Die **SPS des Holzkessels** wird für Aufgaben des übergeordneten MSR-Systems eingesetzt. Auch hier muss die Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung gewährleistet sein (Datenlogger wie oben oder interne Datenaufzeichnung).

■ Realisierung mittels **Kleinleitsystem** mit Möglichkeit zur automatischen Datenaufzeichnung (Datenlogging in der Regel vom Hersteller vorgesehen).

■ **Gebäudeleitsystem** bei grösserer Anlage. Hier ist ein Datenlogging vom Hersteller immer vorgesehen.

Das übergeordnete MSR-System soll durch eine einzige der genannten Lösungsmöglichkeiten und durch einen einzigen Verantwortlichen realisiert werden. Gemischte Lösungen sind nur zulässig, wenn eine einheitliche Lösung unzumutbaren Aufwand verursachen würde.

16.1.3 Untergeordnete MSR-Systeme der Holzkessel

Die Steuerung und Regelung eines Holzkessels ist komplex. Deshalb haben Holzkessel im Allgemeinen eine **eigene SPS**. Diese sind im Normalfall dem übergeordneten MSR-System untergeordnet.

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.

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

- Stetige Leistungsregelung für einen Leistungsbereich von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung
- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung
- Verbrennungsregelung zur Gewährleistung einer hohen Ausbrandqualität sowie eines hohen Wirkungsgrades
- Regelung zur Verhinderung von Schwelgasaustritt aus dem Feuerraum in den Heizungsraum
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Holzkessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

16.1.4 Untergeordnetes MSR-System des Öl-/Gaskessels

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

- Regelung der Kesselaustrittstemperatur
- Begrenzung der Feuerungsleistung aufgrund der Kesselaustrittstemperatur bei allen Betriebsarten

Die **Sicherheit** des Öl-/Gaskessels (Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur, des maximal zulässigen Betriebsdruckes usw.) ist stets zu gewährleisten.

16.1.5 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 51 zu beantworten.

MSR-Ebene	Fragen und Antworten
Bedienungsebene	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 konventionellen Bedienungstableau <input type="checkbox"/> Eingabe über eine SPS, eine genügend komfortable Bedienung ist gewährleistet <input type="checkbox"/> Eingabe über den Leitrechner des Leitsystems
Übergeordnetes MSR-System	Wie wird das übergeordnete MSR-System realisiert? <input type="checkbox"/> Einzelregler als übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Nutzung der SPS des Holzkessels bzw. der gemeinsamen SPS der Holzkessel für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Eigene SPS für das übergeordnete MSR-System <input type="checkbox"/> Kleinleitsystem <input type="checkbox"/> Gebäudeleitsystem
	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 – Holzkessel	Welche Stellung/Aufgaben haben die SPS der Holzkessel? <input type="checkbox"/> Eine einzige SPS für beide Holzkessel, die gleichzeitig für das übergeordnete und das untergeordnete MSR-System 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
Untergeordnetes MSR-System – Öl-/Gaskessel	Welche Stellung/Aufgaben hat das MSR-System des Öl-/Gaskessels? <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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Spezifikation aller MSR-Systeme 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-Systeme durch den Hauptplaner <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch Holzkessel-Lieferanten <input type="checkbox"/> Gesamtplanung aller MSR-Systeme durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems

Tabelle 51: Fragen und Antworten zur gewählten Struktur der MSR-Systeme und zu den Verantwortlichkeiten

16.2 Prinzipschema und Auslegung

16.2.1 Hydraulische Schaltung

Die hydraulische Schaltung hat Abbildung 52 zu entsprechen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

- Um ein gesichertes Laden des Speichers zu ermöglichen, sind in der Ringleitung (Hauptleitung zwischen Rücklauf-Austritt aus dem Speicher und Vorlauf-Eintritt in den Speicher) in den Bypässen der einzelnen hydraulischen Wärmeerzeugerkreise Rückflussverhinderer einzubauen.
- Um ein gesichertes Entladen des Speichers zu ermöglichen, muss der Speicher einen wesentlich geringeren Druckverlust als die Ringleitung (Hauptleitung zwischen Rücklauf-Austritt aus dem Speicher und Vorlauf-Eintritt in den Speicher) aufweisen.
- Die Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur bzw. für die Temperatur in der Ringleitung nach den einzelnen Wärmeerzeugern sind so zu setzen, dass eine einwandfreie Durchmischung gegeben ist (bei Anlagen ohne Vorregelung der Netzvorlauftemperatur: Temperaturfühler für die Hauptvorlauftemperatur nach der Netzpumpe).
- 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

- nur ein Holzkessel installiert wird,
- die Netzpumpe in Form von zwei oder mehr parallel oder seriell geschalteten Pumpen realisiert wird,
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur nicht ausgeführt wird (Nachteil: geringeres Wärmespeichervermögen des Speichers, da der Speicher nicht auf eine höhere Temperatur als die Netzvorlauftemperatur geladen werden kann),
- die Vorregelung der Netzvorlauftemperatur durch zwei parallel geschaltete Regelventile realisiert wird,
- eine separate Sommergruppe installiert wird,
- zusätzliche Abgaswärmetauscher bei möglichst tiefen Temperaturen im Hauptrücklauf eingebunden werden,
- die Rücklaufhochhaltung des Eco bzw. zusätzlicher Abgaswärmetauscher durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgt (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil, insbesondere in der Anfahrphase der Gesamtanlage).
- der Eco nach dem Speicher im Hauptrücklauf eingebunden wird.

Die Realisierung der Vorregelung mit zwei Motorregelklappen anstelle eines Dreiwegeventils ist als Abweichung zur Standardschaltung zu deklarieren (in Wärmenetzen über DN 200 oft als Billiglösung eingesetzt).

Die Einbindung des Öl-/Gaskessel seriell nach dem Speicher ist keine Standardschaltung, weil damit ein anderes Regelkonzept notwendig ist (Beschreibung als Nicht-Standardschaltung ist möglich).

16.2.2 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 sämtliche Wärmeerzeuger entsprechend den Vorgaben der Wärmeerzeuger-Lieferanten
- Ventilautorität $\geq 0,5$ für die Rücklaufhochhaltung, Vorregelung und Laderegelung
- Berücksichtigung der maximalen Kesselaustrittstemperaturen (Vorgabe durch die Kessellieferanten)
- Berücksichtigung der Hauptvorlauftemperatur, der erforderlichen Kesselaustrittstemperaturen sowie der Temperaturen in der Ringleitung nach den einzelnen Wärmeerzeugerkreisen
- Berücksichtigung des minimalen Volumenstroms durch die Wärmeerzeuger (Vorgabe durch die Lieferanten der Wärmeerzeuger) und damit der maximalen Temperaturdifferenz zwischen Austrittstemperatur und Eintrittstemperatur der Wärmeerzeuger

Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung ist entsprechend Tabelle 53 darzulegen und zu dokumentieren.

Um den Volumenstrom über die Netzpumpe(n) und damit den Pumpenstromverbrauch möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, im Zuge der Netzplanung eine **möglichst niedrige Netzurücklauftemperatur T662** als Zielwert festzulegen. Auf Basis dieses Zielwertes sind entsprechende Rücklauftemperaturbegrenzungen bei allen Verbrauchern vorzuschreiben. Dies sollte im Wärmeliefervertrag festgelegt werden.

Für die vorliegende Schaltung sollten folgende Forderungen erfüllt sein:

- Keine überdimensionierten Kessel
- Es muss ein genügend grosser Abstand zwischen dem Sollwert der Hauptvorlauftemperatur und den maximalen Kesselaustrittstemperaturen möglich sein, damit ein «floaten» der Kessel ohne Begrenzung der Kesselleistung möglich ist
- Brauchbare Freigabe- und Sperrkriterien für die Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel, um ein häufiges Zu- und Wegschalten erfolgreich verhindern zu können

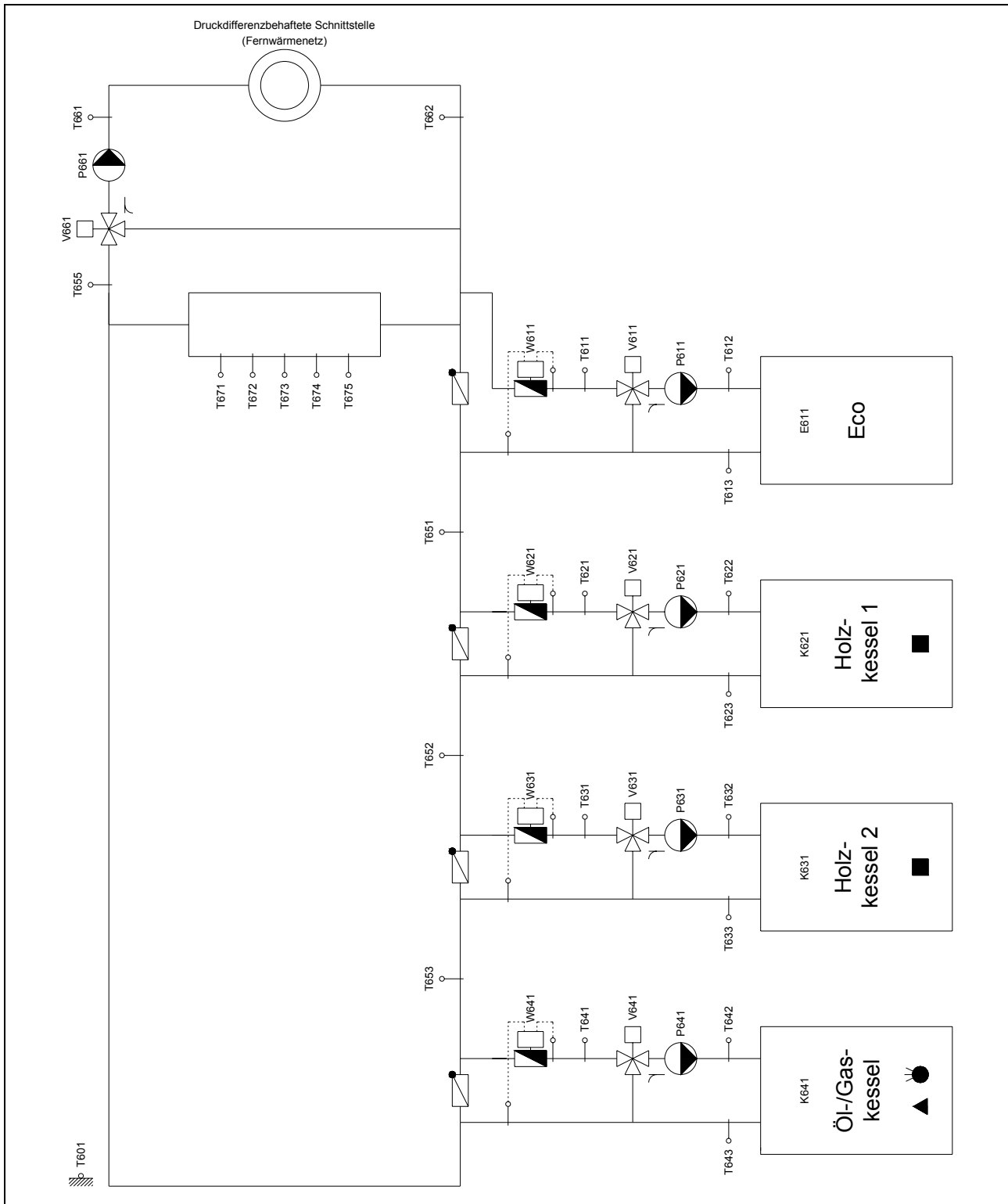


Abbildung 52: Prinzipschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher». Sicherheitsorgane, Expansions- und Druckhalteanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Feststoffabscheider, Entleer- und Entlüftungsvorrichtungen, Absperrarmaturen, Vor-Ort-Anzeigergeräte und sonstige Messorgane sind in der Darstellung nicht eingezeichnet. Diese sind entsprechend den länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken bzw. den Vorgaben der Kessellieferanten auszuführen.

Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	Einheit	Beispielwert			Bezeichnung
Garantierte Temperatur-Grenzwerte					
Maximale Hauptvorlauftemperatur	°C	95			T655
Maximale Hauptrücklauftemperatur	°C	55			T662
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 1 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60			T622
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Holzkessel 2 (Rücklaufhochhalt.)	°C	60			T632
Minimal zulässige Eintrittstemperatur Ölkessel (Rücklaufhochhaltung)	°C	60			T642
Max. zulässige Austrittstemp. Holzkessel 1 (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T623
Max. zulässige Austrittstemperatur Holzkessel 2 (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T633
Max. zulässige Austrittstemperatur Ölkessel (Temperaturbegrenzer)	°C	110			T643
Kesselkreis Holzkessel 1					
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 17%)	kW	1000			K621
Minimale Kesselleistung	kW	300			K621
Kesselaustrittstemperatur	°C	100			T623
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	28,7			P621
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P621
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70			T622
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	19,1			V621
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	9,6			V621
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V621
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V621
Kesselkreis Holzkessel 2					
Maximale Kesselleistung (Beispiel = 33%)	kW	2000			K631
Minimale Kesselleistung	kW	600			K631
Kesselaustrittstemperatur	°C	100			T633
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	57,4			P631
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P631
Temperatur in der Ringleitung vor Kesselkreis Holzkessel 2	°C	62			T532
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	70			T632
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	44,9			V631
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	12,5			V631
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V631
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V631
Kesselkreis Öl-/Gaskessel					
Maximale Kesselleistung (Beispiel Spitzenabdeckung = 50%)	kW	3000			K641
Minimale Kesselleistung	kW	1000			K641
Kessel-Austrittstemperatur	°C	100			T643
Förderstrom Kesselpumpe	m³/h	103,3			P641
Förderhöhe Kesselpumpe	kPa	30			P641
Temperatur in der Ringleitung vor Kesselkreis Öl-/Gaskessel	°C	75			T532
Resultierende Kessel-Eintrittstemperatur	°C	75			T642
Resultierender Durchfluss Regelventil A-AB	m³/h	103,3			V641
Resultierender Durchfluss Regelventil B-AB	m³/h	0			V641
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V641
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V641
Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe in Kapitel 17					

Tabelle 53: Hydraulische und regelungstechnische Auslegung. Die Auslegedaten der auszuführenden Anlage sind entsprechend dem Beispiel einzutragen (die Beispielzahlen sind zu löschen). Für den Eco ist die Auslegung sinngemäss durchzuführen.

16.3 Funktionsbeschreibung

16.3.1 Betriebsarten Wärmeerzeuger

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für sämtliche Kessel der geplanten Anlage (der Eco wird entsprechend der Betriebsart des zugeordneten Kessels betrieben). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der Wärmeerzeuger ist ausser Betrieb.

■ **Hand:** Die Betriebsart und Stellgrösse einzelner Komponenten des Wärmeerzeugers werden von Hand eingestellt, d.h. es erfolgt keine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur. Die Sicherheitskette muss jedoch voll funktionsfähig sein.

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesselaustrittstemperatur.

16.3.2 Betriebsarten übrige Wärmeerzeugungsanlage

Die nachfolgend angeführten Betriebsarten gelten für die hydraulischen Teilkreise sämtlicher Wärmeerzeuger der geplanten Anlage (inklusive Eco). Folgende Betriebsarten sind vorzusehen:

■ **Aus:** Der gesamte Kesselkreis ist ausser Betrieb (Kesselkreispumpe ausgeschaltet, Dreiwegeventil geschlossen) mit Ausnahme der permanent betriebenen Anlagenteile (Expansions- und Druckhalteanlage usw.). Es ist darauf zu achten, dass die Kesselkreispumpe nur bei ausgeschalteter Wärmeerzeugungsanlage ausser Betrieb genommen werden darf.

■ **Hand:** Die Stellung des Dreiwegeventils wird von Hand eingestellt (das übergeordnete MSR-System kann ausser Betrieb oder defekt sein). Bei dieser Betriebsart ist zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet und auch die Regelung des Speicherladezustandes nicht gegeben ist (Notbetrieb).

■ **Automatik:** Es erfolgt eine automatische Regelung der Kesseleintrittstemperatur bzw. der Eco-Eintrittstemperatur (Rücklaufhochhaltung) sowie des Speicherladezustandes (wenn Rücklaufhochhaltung sichergestellt ist).

Sommer/Winter: Falls es einen eindeutigen Sommerbetrieb gibt, sorgt die zusätzliche Betriebsart «Sommer» dafür, dass im Sommer nur die tatsächlich notwendigen Anlagenteile in Betrieb sind (hier können gegebenenfalls auch noch weitere spezielle Betriebsarten definiert werden).

Holzessel 1 allein – Holzessel 2 allein – Automatische Folgeschaltung: Manuelle Umschaltung Schwachlastbetrieb bis Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück.

16.3.3 Steuerung

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

Bei 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.

Mit einer **Zeitprogrammsteuerung** können Zeitprogrammebenen für unterschiedliche Funktionen programmiert werden. Beispielsweise kann durch eine entsprechende Steuerung die Auswirkung morgendlicher Wärmebedarfsspitzen entschärft und ein gleichmässigerer Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage ermöglicht werden.

16.3.4 Regelung Kesseleintrittstemperaturen und Eco-Eintrittstemperatur

Die Regelung der Eintrittstemperaturen der Holzkessel, des Ölkessels sowie des Eco ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Einhaltung des unteren Grenzwertes der Kesseleintrittstemperaturen T622/T632/T642, sowie der Eco-Eintrittstemperatur T612 (= Rücklaufhochhaltung) erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Wärmezeugerkreises (Betriebsart «Automatik»).

Die Einhaltung der minimalen Kesseleintrittstemperaturen hat gegenüber der Regelung des Speicherladezustandes Priorität, d.h. die Rücklaufhochhaltung muss stets gewährleistet sein.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub der Dreiwegeventile von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine gesicherte Rücklaufhochhaltung nicht gewährleistet ist (Notbetrieb).

Wenn beim Öl-/Gaskessel keine Rücklaufhochhaltung notwendig ist, entfällt diese Funktion. Auf die Einhaltung der erforderlichen Mindestdurchströmung ist jedoch zu achten.

Für das Anfahren aus kaltem Zustand kann die Rücklaufhochhaltung des Eco optional auch durch Beimischung eines Teilstroms des Hauptvorlaufes erfolgen, welche durch eine entsprechende hydraulische Schaltung zu realisieren ist (z.B. Beimischung über ein Dreiwegeventil). Eine Alternative hierfür besteht in der rauchgasseitigen Umgehung des Eco (Eco-Bypass) während des Anfahrens.

16.3.5 Regelung Kesselaustrittstemperaturen

Die Regelung der Kesselaustrittstemperaturen der Holzkessel und des Öl-/Gaskessels erfolgt über das untergeordnete MSR-System.

Die Kesselaustrittstemperaturen T623/T633/T643 stellen die Regelgrösse für die Feuerungsleistung des jeweiligen Kessels dar.

Der Sollwert der Kesselaustrittstemperaturen wird entweder vom übergeordneten oder vom untergeordneten MSR-System vorgegeben.

Für den Leistungsbereich der Holzfeuerung von Mindestkesselleistung (vom Kessellieferant anzugeben) bis 100% der Kesselnennleistung soll die Regelung stetig erfolgen. Darunter muss im Zweipunktbetrieb geregelt werden (Glutbettunterhaltsbetrieb bzw. automatische Zündung). Die Umschaltung zwischen stetiger Regelung und Zweipunktbetrieb soll über das untergeordnete MSR-System erfolgen. Grundsätzlich soll die Holzfeuerung immer bei möglichst geringer Leistung betrieben werden, so dass die Kesselleistung gerade dem momentanen Wärmeleistungsbedarf entspricht.

Die Regelung der Feuerungsleistung des Öl-/Gaskessels 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 über einen zu definierenden Zeitraum nicht mehr bringen können.

Wichtig: Die Sicherheit der Kessel, d. h. die Verhinderung des Überschreitens der maximal zulässigen Kesselaustrittstemperatur usw., ist stets zu gewährleisten (Sicherheitskette). Dasselbe gilt für den Eco.

16.3.6 Regelung Speicherladezustand

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

Die Regelung des Speicherladezustandes erfolgt über das Dreiwegeventil des jeweiligen Kesselkreises (Betriebsart «Automatik»). Der Speicherladezustand wird derart geregelt, dass das Dreiwegeventil dem jeweiligen Kessel unterschiedliche Wassermengen aus dem Netzurücklauf zuführt, wodurch sich die Kesseleintrittstemperatur ändert und sich somit die Kesselleistung entsprechend anpassen muss, um den Sollwert der Kesselaustrittstemperatur zu erreichen. Die Rücklaufhochhaltung hat gegenüber der Regelung des Speicherladezustandes Priorität.

Für den Fall, dass das übergeordnete MSR-System ausser Betrieb oder defekt ist, muss es möglich sein, den Hub des Dreiwegeventils von Hand einstellen zu können (Betriebsart «Hand»). Bei dieser Betriebsart ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Regelung des Speicherladezustandes ausser Betrieb ist (Notbetrieb).

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%. Der Ladezustand «warm»/«kalt» ist dabei bei jedem Speicherfühler wie folgt gegeben:

- Definition: Soll-Temperatur = Ladetemperatur-Sollwert – Sicherheitsabstand z. B. $100-15=85^{\circ}$
- «warm» bedeutet: Ist-Temperatur \geq Soll-Temperatur z. B. $\geq 85^{\circ}$
- «kalt» bedeutet: Ist-Temperatur $<$ Soll-Temperatur – Hysterese z. B. $< 85-15=70^{\circ}$

Für die Erfassung des Speicherladezustandes sind unterschiedliche Varianten möglich. Zwei werden nachfolgend beschrieben. Dabei bedeutet:

w = Fühler meldet «warm» (Definition siehe oben)

k = Fühler meldet «kalt» (Definition siehe oben)

Variante 1 (Tabelle 54): 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 54: Variante 1 (5 Stufen)

Variante 2 (Tabelle 55): Eine mehr oder weniger stufenlose Kennlinie kann erreicht werden, wenn die Werte dazwischen über die Temperatur des jeweils aktiven Fühlers interpoliert werden. Damit ergibt sich zwar auch keine ideale Kennlinie – die programmierten Temperaturen stimmen nie exakt mit den tatsächlichen überein –, aber das mehr oder weniger stetige Istwertsignal erlaubt einen üblichen P-Anteil beim Regler.

Fühler (von oben nach unten)					Wertigkeit
1	2	3	4	5	
$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	0
60...90°C	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	0...20
$> 90^{\circ}\text{C}$	60...90°C	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	20...40
$> 90^{\circ}\text{C}$	$> 90^{\circ}\text{C}$	60...90°C	$< 60^{\circ}\text{C}$	$< 60^{\circ}\text{C}$	40...60
$> 90^{\circ}\text{C}$	$> 90^{\circ}\text{C}$	$> 90^{\circ}\text{C}$	60...90°C	$< 60^{\circ}\text{C}$	60...80
$> 90^{\circ}\text{C}$	$> 90^{\circ}\text{C}$	$> 90^{\circ}\text{C}$	$> 90^{\circ}\text{C}$	60...90°C	80...100

Tabelle 55: Variante 2 (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 55 grau hinterlegt. Es gilt folgende Regel:

- Fühler 1 aktiv, wenn alle anderen Fühlertemperaturen $< 90^{\circ}\text{C}$
- Fühler 2 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_1 > 90^{\circ}\text{C}$
- Fühler 3 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_2 > 90^{\circ}\text{C}$
- Fühler 4 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_3 > 90^{\circ}\text{C}$
- Fühler 5 aktiv, wenn Fühlertemperatur $T_4 > 90^{\circ}\text{C}$

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 (Tabelle 54)
- 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

16.3.7 Folgeschaltung der Kessel

Die Umschaltung vom Schwachlastbetrieb auf den Betrieb mit automatischer Folgeschaltung und zurück erfolgt manuell:

■ **Fall 1:** Nennleistung Holzkessel 1 = Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 bzw. Kessel 2 allein gedeckt werden kann

■ **Fall 2:** Nennleistung Holzkessel 1 < Nennleistung Holzkessel 2:

- Manuelle Umschaltung auf Kessel 2 allein, wenn Kessel 1 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Umschaltung auf automatische Folgeschaltung, wenn Kessel 2 allein den Tagesbedarf nicht mehr decken kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 2 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 2 allein gedeckt werden kann
- Manuelle Rückschaltung auf Kessel 1 allein, wenn der Tagesbedarf wieder auf absehbare Zeit durch Kessel 1 allein gedeckt werden kann

Die automatische Folgeschaltung der Kessel (Holzkessel und Öl-/Gaskessel) ist durch das übergeordnete MSR-System zu realisieren.

Die Sollwertvorgabe durch das übergeordnete MSR-System an die Kessel hat dabei derart zu erfolgen, dass die Holzkessel die Grundlast tragen. Wenn die Holzkessel eine bestimmte Zeit die Hauptvorlauftemperatur nicht erreichen, wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Sobald die Holzkessel alleine für eine vorzuziehende Zeit die Soll-Hauptvorlauftemperatur erreichen können, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt. Bei Parallelbetrieb der Holzkessel ist regelungstechnisch sicherzustellen, dass beide Kessel – bezogen auf ihre Nennleistung – möglichst gleichmäßig betrieben werden.

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

Beispiel für Freigabe- und Sperrkriterien für den Öl-/Gaskessel:

- Freigabe, wenn bestimmte minimale Aussentemperatur UND Hauptvorlauftemperatur für längere Zeit wenig zu tief ODER für kürzere Zeit viel zu tief unter Sollwert liegt
- Sperrung (Rückschaltung), wenn Hauptvorlauftemperatur eine bestimmte Zeit wieder innerhalb/oberhalb Sollwert minus Regelbereich liegt

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.).

Überwachung der Hauptvorlauftemperatur T655: Für die Hauptvorlauftemperatur T655 wird ein Sollwert vorgegeben, der unterhalb der maximalen Sollwerttemperatur des Speichers liegt. Wird der Sollwert der Hauptvorlauftemperatur T655 bei Betrieb der beiden Holzkessel eine gewisse Zeit nicht erreicht (nach Entladen des Speichers), wird der Öl-/Gaskessel freigegeben. Der Kesselkreis des Öl-/Gaskessels regelt auf den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur T655. Wenn der Istwert der Hauptvorlauftemperatur eine bestimmte Zeit den Sollwert der Hauptvorlauftemperatur übersteigt, wird der Öl-/Gaskessel gesperrt.

16.3.8 Regelschema

In Abbildung 56 ist das Prinzipschema der Anlagensteuerung und -regelung dargestellt. Es wird das tiefste Ausgangssignal der beiden Regler auf das jeweilige Kesselkreis-Dreiwegeventil aufgeschaltet. Die im Prinzipschema angeführten Zahlenwerte sind als Beispiel zu verstehen.

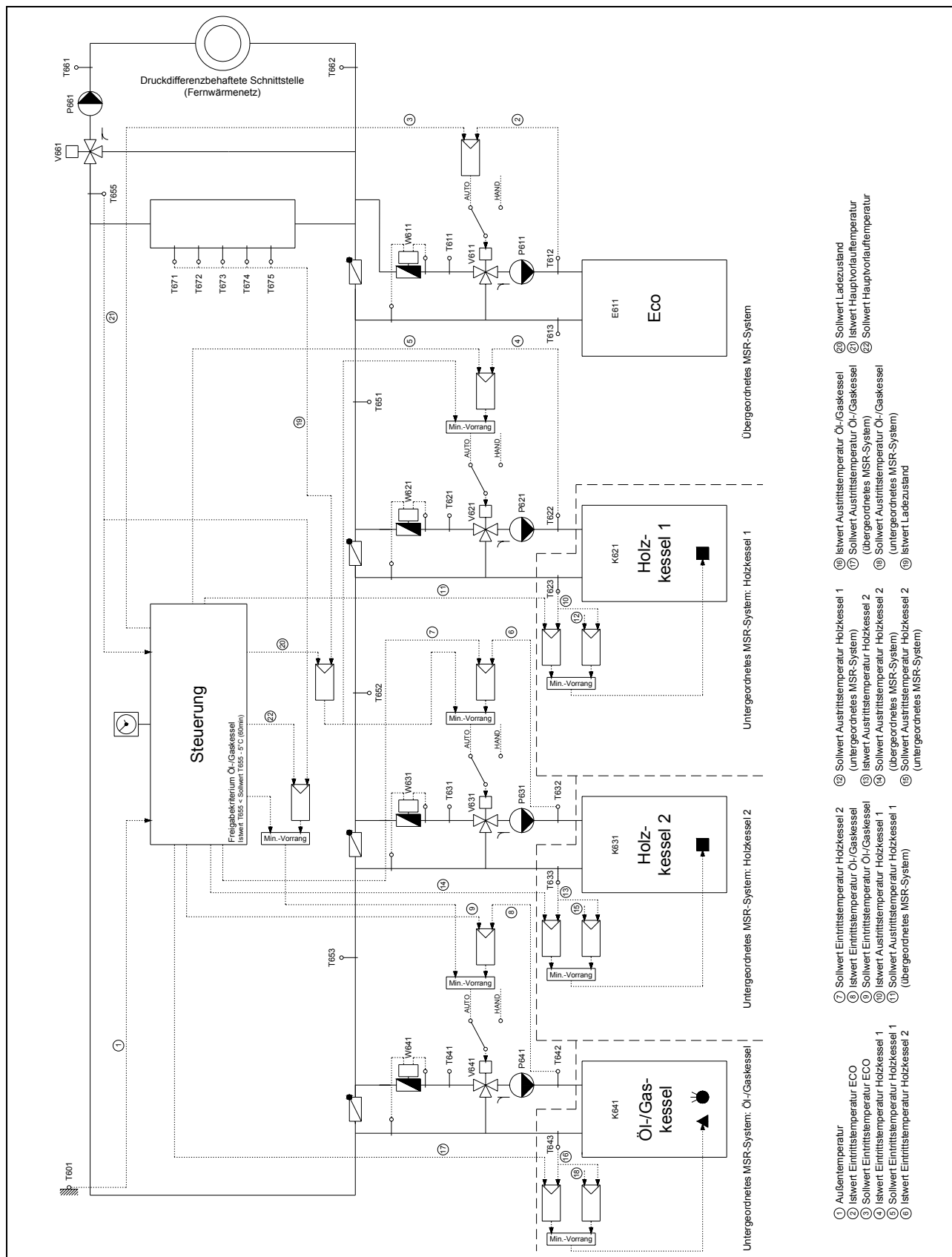


Abbildung 56: Regelschema für die Standard-Schaltung «Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher»

16.3.9 Gewähltes Regelkonzept

Das für das zu beschreibende Projekt geltende Konzept, wie die Regelung der Kessel- und Eco-Eintrittstemperatur, der Kesselaustrittstemperatur und des Speicherladezustandes zu erfolgen hat, sowie die automatische Folgeschaltung ist in Tabelle 57 zu definieren.

Betriebsart	Regelung Kesseleintrittstemperatur und Ecoeintrittstemperatur	Regelung Kesselaustrittstemperatur	Regelung Speicherladezustand (= Hauptregelgrösse); Überwachung Hauptvorlauftemperatur
Aus	Ausser Betrieb		
Hand	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T612/T622/T632/T642 (Rücklaufhochhaltung) ausser Betrieb; Ventilhub von V611/V621/V631/V641 manuell eingestellt	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T623/T633/T643 ausser Betrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand ausser Betrieb; Ventilhub von V621/V631 manuell eingestellt
Automatik – Sommer	<input type="checkbox"/> Holzkessel allein (Öl-/Gaskessel nur Notbetrieb) <input type="checkbox"/> Öl-/Gaskessel allein		
<input type="checkbox"/> Kein Sommerbetrieb	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T612/T622/T632 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V611/V621/V631	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T623/T633 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V621/V631 <input type="checkbox"/> Zweipunktregelung des Speichers; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»
Automatik – Winter	<input type="checkbox"/> Regelung Kessel- und Ecoeintrittstemperatur T612/T622/T632/T642 (Rücklaufhochhaltung) durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V611/V621/V631/V641	<input type="checkbox"/> Regelung Kesselaustrittstemperatur T623/T633/T643 durch untergeordnetes MSR-System	<input type="checkbox"/> Regelung Speicherladezustand durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V621/V631 <input type="checkbox"/> Zweipunktregelung des Speichers; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll» <input type="checkbox"/> Überwachung/Regelung Hauptvorlauftemperatur T655 durch übergeordnetes MSR-System; Stellgrösse ist der Ventilhub von V641
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
		<input type="checkbox"/> Keine Zeitprogrammsteuerung <input type="checkbox"/> Zeitprogrammsteuerung durch das übergeordnete MSR-System; wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»	
Autom. Folgeschaltung	<input type="checkbox"/> Die automatische Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel wird festgelegt durch Ausfüllen des «Zusatzes zum Abnahmeprotokoll»		

Tabelle 57: Fragen und Antworten zum gewählten Regelkonzept

16.4 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 59 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 für die Betriebsoptimierung relevanten Sollwerte sind ebenfalls aufzuzeichnen.

Die Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung in Tabelle 58 sind zu beantworten.

Bereich	Fragen und Antworten
Hardware	<p>Wie erfolgt die automatische Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung?</p> <p><input type="checkbox"/> Mit einem separaten Datenlogger</p> <p><input type="checkbox"/> Mit der SPS des Holzkessels</p> <p><input type="checkbox"/> Mit dem übergeordneten MSR-System</p> <p>Wie wird das Datenaufzeichnungssystem bedient?</p> <p><input type="checkbox"/> Über Tastatur/Anzeigen des MSR-Systems bzw. Datenloggers</p> <p><input type="checkbox"/> PC erforderlich</p> <p>Wie geschieht das periodische Auslesen der Daten?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen der Daten vor Ort, d. h. kein Telefonanschluss/Modem notwendig</p> <p><input type="checkbox"/> Analog-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> ISDN-Telefonanschluss <input type="checkbox"/> Standleitung (Internet)</p> <p>Falls separater Datenlogger: Wie wird die Schnittstelle realisiert?</p> <p><input type="checkbox"/> Analogsignale: Normsignale (z. B. 0...10 V, 4...20 mA), Digitalsignale: potentialfreie Kontakte</p> <p><input type="checkbox"/> Bus</p>
Datenaufzeichnung	<p>Wie gross ist der Messintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Sekunden (Empfehlung) Sekunden</p> <p>Wie gross ist der Aufzeichnungsintervall?</p> <p><input type="checkbox"/> 10 Minuten (Empfehlung) Minuten</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung der Analogwerte?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Mittelwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als Momentanwert</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung bei Zählern?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Summenwert über den letzten Aufzeichnungsintervall (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktueller Zählerstand (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie erfolgt die Aufzeichnung von Laufzeiten?</p> <p><input type="checkbox"/> Als Laufzeit während des letzten Aufzeichnungsintervalls (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Als aktuelle Betriebsstundenzahl (Achtung: wird oft aus Versehen auf null gestellt)</p> <p>Wie gross ist der Messwertspeicher?</p> <p><input type="checkbox"/> ≥ 30 Tage Aufzeichnungskapazität (Empfehlung) Tage Aufzeichnungskapazität</p>
Datenauswertung	<p>Wie ist das Ausgabeformat?</p> <p><input type="checkbox"/> CSV-File mit Spalten = Messstellen, Zeilen = Zeitpunkt (Empfehlung)</p> <p><input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die Datenauswertung?</p> <p><input type="checkbox"/> Auswertung in EXCEL (Empfehlung) <input type="checkbox"/> Andere:</p> <p>Wie erfolgt die graphische Darstellung?</p> <p><input type="checkbox"/> Je eine Tagesauswertung pro Betriebszustand (Standard)</p> <p><input type="checkbox"/> Darstellung Wärme-, Öl-, Gas- Betriebsstundenzähler als Leistung</p> <p><input type="checkbox"/> Wochenübersicht <input type="checkbox"/> Andere:</p>
Verantwortlichkeiten	<p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausschreibungsplanung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Spezifikation der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner unter Beizug MSR-Spezialist</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten auf Stufe Ausführung und Abnahme geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch Holzkessel-Lieferanten</p> <p><input type="checkbox"/> Planung der autom. Datenaufzeichnung durch den Lieferanten des übergeordneten MSR-Systems</p> <p>Wie sind die Verantwortlichkeiten während der Betriebsoptimierung geregelt?</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Holzkessel-Lieferant, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Lieferant übergeordnetes MSR-System, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen durch Betreiber, Datenauswertung durch Hauptplaner</p> <p><input type="checkbox"/> Auslesen und Datenauswertung durch Betreiber</p>

Tabelle 58: Fragen und Antworten zur automatischen Datenaufzeichnung zur Betriebsoptimierung

Messgrösse	Messort	Standard	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bez.
<input type="checkbox"/> Temperatur	Fassade Nord (Aussentemperatur)	Standard	-20...50°	0,1 K	+/-0,3 K	T601
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Eintritt (Eco-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T612
<input type="checkbox"/> Temperatur	Eco: Austritt (Eco-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T613
<input type="checkbox"/> Temperatur	Ringleitung: nach Eco	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T651
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T622
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T623
<input type="checkbox"/> Temperatur	Ringleitung: nach Holzessel 1	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T652
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T632
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T633
<input type="checkbox"/> Temperatur	Ringleitung: nach Holzessel 2	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T653
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Eintritt (Kessel-Rücklauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T642
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Austritt (Kessel-Vorlauf)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T643
<input type="checkbox"/> Temperatur	Hauptvorlauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T655
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzvorlauf *	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T661
<input type="checkbox"/> Temperatur	Netzurücklauf	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T662
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 0% (oben)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T671
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 25%	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T672
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 50% (Mitte)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T673
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 75%	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T674
<input type="checkbox"/> Temperatur	Speicher: 100% (unten)	Standard	0...120°	0,1 K	+/-0,5 K	T675
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 1	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V621
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Holzessel 2	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V631
<input type="checkbox"/> Hub ***	Dreiwegeventil Öl-/Gaskessel	Standard	0...100%	1 %	+/-1 %	V641
<input type="checkbox"/> Wärme	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Gesamtanlage: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	
<input type="checkbox"/> Wärme	Eco: Wärmezähler **		–	1 kWh	–	W611
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Eco: Wärmezähler **		–	0,1 m³/h	–	W611
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W621
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 1: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W621
<input type="checkbox"/> Wärme	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W631
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Holzessel 2: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W631
<input type="checkbox"/> Wärme	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	1 kWh	–	W641
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Wärmezähler **	Standard	–	0,1 m³/h	–	W641
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Ölähler falls modulierend	Standard	–	1 l	–	
<input type="checkbox"/> Volumenstrom	Öl-/Gaskessel: Gaszähler falls modulierend	Standard	–	1 m³	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl/Gas falls modulierend	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl/Gas Stufe 1 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Betriebsstunden	Öl-/Gaskessel: Öl/Gas Stufe 2 falls zweistufig	Standard	–	1 s	–	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 1: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 1: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Holzessel 2: Feuerraum		0...1300°	2 K	+/-5 K	
<input type="checkbox"/> Restsauerstoff	Holzessel 2: Abgasrohr	Standard	0...21%	0,1%	+/-0,5%	
<input type="checkbox"/> Temperatur	Öl-/Gaskessel: Abgasrohr	Standard	0...400°	2 K	+/-5 K	
* Nicht Standard, wenn Hauptvorlauftemperatur T655 nach Netzpumpe gemessen wird (Schaltung ohne Vorregelung).						
** 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. Beim Einbau der Wärmezähler sind die einschlägigen Bestimmungen und Einbauvorschriften unbedingt zu beachten. Messbereich, Auflösung und Genauigkeit für die Volumenstrommessung sind projektspezifisch festzulegen.						
*** In der Regel der Sollwert (Stellsignal); optional kann auch der Istwert (Rückmeldung) aufgezeichnet werden.						

Tabelle 59: Messstellenliste zur automatischen Datenaufzeichnung. Wenn die Anlage als Standard-Schaltung gelten soll, müssen alle mit «Standard» bezeichneten Messgrössen aufgezeichnet werden können. Die Angaben zu Messbereich, Auflösung und Genauigkeit sind als Richtgrössen für ein Messsystem zu verstehen.

16.5 Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Die Ausführungsphase wird durch die Abnahmeprüfung abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 61 zu erstellen.

Die Fragen in Tabelle 60 sind schon zu Beginn in der Ausschreibungsphase zu beantworten. Der Zusatz zum Abnahmeprotokoll gemäss Tabelle 61 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 60: Fragen und Antworten zum Zusatz zum Abnahmeprotokoll

Einstellwerte bei der Abnahme		Allg.	Zeitprogrammsteuerung (wenn vorh.)			
			Sommer	Red.	Normal	Spitzen
Übergeordnetes MSR-System						
■ Rücklaufhochhaltung						
Holzkessel 1: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Holzkessel 2: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
Öl-/Gaskessel: Grenzwert Kesseleintrittstemperatur		60°C				
■ Speicherladeregelung						
Sollwert Speicherfühler «warm»		≥85°C				
Sollwert Speicherfühler «kalt»		≤70°C				
Umschaltkriterium Zweipunktregelung auf stetige Regelung: AT			–	≤ 5°C	≤ 10°C	–
Zweipunkt- regelung	Holzkessel EIN bei Istwert Speicherladezustand		0%	0%	0%	–
	Holzkessel AUS bei Istwert Speicherladezustand		100%	100%	100%	–
	Sollwert Feuerungsleistung Holzkessel (Festwert)		<input checked="" type="checkbox"/> Minimale Heizleistung <input type="checkbox"/> Maximale Heizleistung			–
Stetige Regelung (Stellgrößen = Ventilhübe)	Sollwert Speicherladezustand		–	50%	50%	100%
	P-Band für Regler Holzkessel 1+2	100%				
	Nachstellzeit für Regler Holzkessel 1+2	20 min				
	Vorhaltezeit für Regler Holzkessel 1+2	2 min				
	Sollwert Hauptvorlauftemperatur nach dem Speicher	95°C				
	P-Band für Regler Öl-/Gaskessel	100%				
	Nachstellzeit für Regler Öl-/Gaskessel	10 min				
	Vorhaltezeit für Regler Öl-/Gaskessel	1 min				
■ Folgeschaltung Holzkessel – Öl-/Gaskessel (Freigabe-/Sperrkriterien als Beispiel zu verstehen; falls notwendig ergänzen)						
Freigabekriterium: Aussentemperatur		≤ 0°C				
UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert		> 5 K				
UND Dauer)		> 60 min				
ODER Aussentemperatur		≤ 0°C				
UND (Hauptvorlauftemperatur unter Sollwert		> 10 K				
UND Dauer)		> 10 min				
Sperrkriterium: Haupt-VL-Temperatur Abweichung vom Sollwert		< 5 K				
UND Dauer		> 10 min				
Holzkessel 1						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		1000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		300 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Holzkessel 2						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		2000 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung mit dem Referenzbrennstoff		600 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 1						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				
Öl-/Gaskessel						
■ Einstellung Heizleistung						
Eingestellte maximale Heizleistung <input type="checkbox"/> Stufe 1+2 <input type="checkbox"/> modulierend		1500 kW				
Eingestellte minimale Heizleistung		500 kW				
■ Untergeordnetes MSR-System 2						
Sollwert Kesselaustrittstemperatur		100°C				
Grenzwert Kesselaustrittstemperatur (Temperaturbegrenzer)		110°C				

Tabelle 61: Zusatz zum Abnahmeprotokoll – Einstellwerte; Beispielzahlen sind zu löschen

17. Wärmenetz (wenn vorhanden)

17.1 Wärmeabnehmer

Zu den Wärmeabnehmern sind die Fragen in Tabelle 62 zu beantworten.

Beschreibung	Fragen und Antworten
Druckdifferenz-behaftete Anschlüsse an der Fernleitung Kapitel 9	<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 62: Fragen und Antworten zu den Wärmeabnehmern

17.2 Fernleitung

Zur Fernleitung sind die Fragen in Tabelle 63 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 → Anhang:</p> <p>Welches Überwachungs- und Fehlerortungssystem?</p> <p><input type="checkbox"/> Widerstandsverfahren</p> <p><input type="checkbox"/> Impulslaufzeitverfahren</p> <p><input type="checkbox"/> Andere → Anhang:</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 → Anhang:</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 → Anhang:</p>

Tabelle 63: Fragen und Antworten zur Fernleitung

17.3 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 64.

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 65 zu beantworten.

Hydraulische und regelungstechnische Auslegung	Einheit	Beispielwert			Bez.
Garantierte Temperatur-Grenzwerte					
Maximale Fernleitungs-Vorlauftemperatur	°C	95			T?61
Maximal zulässige Fernleitungs-Rücklauftemperatur	°C	55			T?62
Vorregelung und Fernleitungspumpe					
Wärmeleistung Fernleitung	kW	1000			–
Förderstrom Fernleitungspumpe	m ³ /h	21,5			P?61
Förderhöhe Fernleitungspumpe	m	25			P?61
Durchfluss Regelventil Vorregelung Fernleitung	m ³ /h	21,5			V?61
Druckabfall Regelventil	kPa	10			V?61
Druckabfall mengenvariable Strecke	kPa	8			–
Resultierende Ventilautorität	–	0,56			V?61

Tabelle 64: Auslegung Vorregelung und Fernleitungspumpe; Beispielzahlen sind zu löschen

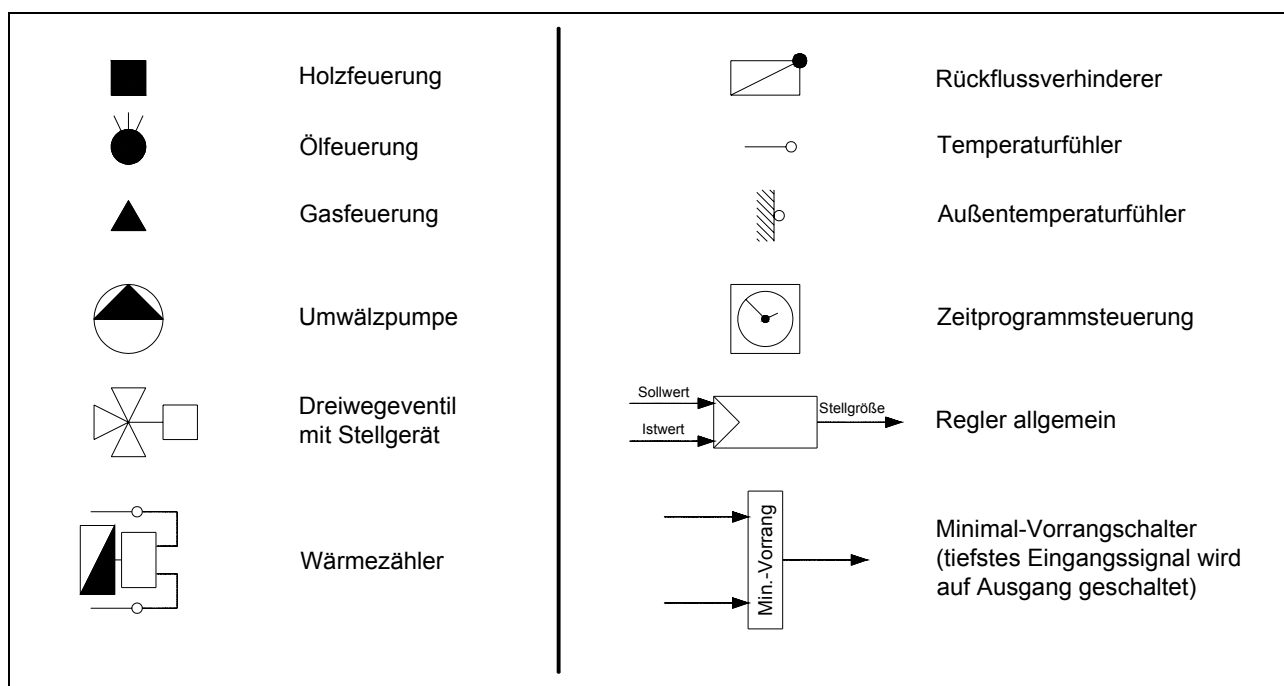
Baugruppe	Fragen und Antworten
Witterungsgeführte Vorregelung Fernleitung	Wie wird die Vorregelung realisiert? <input type="checkbox"/> Durch übergeordnetes MSR-System <input type="checkbox"/> Durch SPS des Holzkessels <input type="checkbox"/> Separater Einzelregler Anzahl Regelventile? <input type="checkbox"/>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

Tabelle 65: Beantwortung der Fragen zu Vorregelung Fernleitungspumpe und Druckdifferenzregelung

Anhang 1: Literatur

- [1] Ruedi Bühler, Hans Rudolf Gabathuler, Andres Jenni: Q-Leitfaden. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2004. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 1)
- [2] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer: Standard-Schaltungen – Teil I. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2004. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 2)
- [3] Andres Jenni, Hans Peter Schaffner, Bernhard Pex: Muster-Ausschreibung Holzkessel. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2004. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 3)
- [4] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Planungshandbuch. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2004. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 4)
- [5] Alfred Hammerschmid, Anton Stallinger: Standard-Schaltungen – Teil II. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2006. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 5) [Vorliegende Publikation]

Anhang 2: Symbole

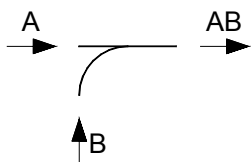


Anhang 3: Glossar

Abgaswärmetauscher, zusätzliche z.B. Kondensator einer Rauchgaskondensationsanlage.

Bivalente Wärmeherzeugung Wärmeherzeugung mit zwei Wärmeträgern, z. B. Holz und Öl.

Dreiwegeventil



Dreiwegeventil geschlossen: A-AB geschlossen, B-AB offen

Dreiwegeventil offen: A-AB offen, B-AB geschlossen

Eco (oder Economizer) Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung aus dem Abgas des Holzkessels. Anlagen mit 2 Holzkesseln können mit je einem Eco pro Holzkessel oder einem gemeinsamen Eco ausgestattet sein.

Festwert Sollwert, der weder durch die Witterung noch durch eine Zeitprogrammsteuerung geführt wird.

Grenzwert Am MSR-System einzustellender Wert, der nicht unterschritten (z. B. Rücklaufhochhaltung) bzw. überschritten (z. B. Temperaturbegrenzer) werden darf (siehe auch «Sollwert»).

Istwert Messwert, der auf das MSR-System zurückgeführt wird (siehe auch «Sollwert»).

Kesselaustrittstemperatur Vorlauftemperatur des Kesselwassers. Messort: Austrittsleitung des Kessels; alternativer Messort: Kesselkörper, wenn sichergestellt ist, dass die gemessene Temperatur der Vorlauftemperatur des Kesselwassers entspricht.

Monovalente Wärmeherzeugung Wärmeherzeugung mit einem einzigen Wärmeträger, z. B. Holz.

MSR-System Mess-, Steuer- und Regel-System.

Öl-/Gaskessel Mit Gas- bzw. Flüssigbrennstoff (Diesel, Biodiesel, Erdgas, Deponiegas, Klärgas usw.) befeuerter Kessel, der sich durch rasches Anfahren und rasche Leistungsänderungen auszeichnet.

Sollwert Am MSR-System einzustellender Wert, auf den geregelt wird (siehe auch «Istwert» und «Grenzwert»).

SPS Speicherprogrammierbare Steuerung.

Vor-Ort-Anzeigeräte z.B. Thermometer, Manometer usw.

Wärmeabnehmer a) Wärmeabnehmer in der Heizzentrale mit druckdifferenzarmem Anschluss (Teil I, Kapitel 8). b) Wärmeabnehmer am Wärmenetz mit druckdifferenzbehaftetem Anschluss (Teil I, Kapitel 9).

Wärmeerzeuger Holzkessel, Öl-/Gaskessel, Economizer usw.

Wärmeerzeugungsanlage Anlage zur Wärmeherzeugung, bestehend aus einem oder mehreren Wärmeherzeugern und den übrigen Anlageteilen bis zur druckdifferenzarmen bzw. druckdifferenzbehafteten Schnittstelle.

Wärmenetz Verbindung zwischen der druckdifferenzbehafteten Schnittstelle der Wärmeherzeugungsanlage und den druckdifferenzbehafteten Anschlüssen der Wärmeabnehmer.

Anhang 4: 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 – Teil II»		
	<input type="checkbox"/> Monovalente Holzheizungsanlage ohne Speicher → Kapitel 11 beifügen		
	<input type="checkbox"/> Monovalente Holzheizungsanlage mit Speicher → Kapitel 12 beifügen		
	<input type="checkbox"/> Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung ohne Speicher → Kapitel 13 beifügen		
	<input type="checkbox"/> Bivalente Mehrkesselanlage in Parallelschaltung mit Speicher → Kapitel 14 beifügen		
	<input type="checkbox"/> Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung ohne Speicher → Kapitel 15 beifügen		
	<input type="checkbox"/> Bivalente Mehrkesselanlage in Serienschaltung mit Speicher → Kapitel 16 beifügen		
	<input type="checkbox"/> Nicht-Standard-Schaltung → eigene Beschreibung beifügen		
	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 17 beifügen			
Wärmeabnehmer			
Anz.	Druckdifferenzlose Anschlüsse	Anz.	Druckdifferenzbehaftete Anschlüsse
	Nicht-Standard-Schaltungen		Nicht-Standard-Schaltungen
	Total		Total
Anhänge			
Nr.	Beschreibung		

Bestätigung des Hauptplaners	Für die Richtigkeit der obigen Darlegung und der beigelegten Unterlagen:	
	Datum	Unterschrift



lebensministerium.at



C.A.R.M.E.N.
Competence Agriculture Rural Management and
Entwicklung Netzwerk



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM



Transferstelle Bingen



Holzenergie
SCHWEIZ

ISBN 3-937441-95-6