

DIN 94679-1

ICS 91.140.10; 91.140.30

Einsprüche bis 2022-11-02

Entwurf**Hydraulische Systeme in heiz-, kühl- und raumluftechnischen Anlagen –
Teil 1: Grundlagen des Hydraulischen Abgleichs**

Hydronic systems in heating, cooling and ventilation installations –
Part 1: Basics of hydronic balancing

Systèmes hydrauliques dans les installations de chauffage, de refroidissement et de
conditionnement d'air –
Partie 1: Principes d'équilibrage hydraulique

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-09-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 121 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Inhalt

	Seite
Vorwort	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Grundsaltungen, Hydraulische Netze und deren Berechnung	18
4.1 Allgemeines	18
4.2 Grundsaltungen, Kopplung von Erzeuger und Verbraucher	21
4.2.1 Allgemeines	21
4.2.2 Differenzdruckloser oder -armer Anschluss	21
4.2.3 Differenzdruckbehafteter Anschluss	25
4.2.4 Matrix zur Auswahl und Dimensionierung der Anschlussarten (Hydraulische Grundsaltungen) für die verschiedenen Verbraucher	31
4.3 Einfachnetze	34
4.3.1 Allgemeines	34
4.3.2 Zweirohranschluss in Normalverlegung	35
4.3.3 Zweirohranschluss in Tichelmannverlegung	36
4.3.4 Zweirohranschluss in Sternverlegung	37
4.3.5 Einfachnetz aus einem Erzeuger und einem Verbraucherkreis (bestehend aus mehreren Strängen)	39
4.3.6 Einrohranschluss	39
4.4 Mehrfachnetze	40
4.4.1 Allgemeines	40
4.4.2 Mehrfachnetz aus mehreren Erzeugerkreisen und einem Verbraucherkreis mit mehreren Strängen	41
4.4.3 Mehrfachnetz aus mehreren Erzeuger- und mehreren Verbraucherkreisen	42
4.4.4 Mehrfachnetz aus einem Wärme-Erzeugerkreis, einem Kälte-Erzeugerkreis und einem Verbraucherkreis (2-Leiter-System)	43
4.4.5 Mehrfachnetz aus einem Wärme-Erzeugerkreis, einem Kälte-Erzeugerkreis und einem Verbraucherkreis (3-Leiter-System)	43
4.4.6 Mehrfachnetz aus einem Wärme-Erzeugerkreis, einem Kälte-Erzeugerkreis und einem Verbraucherkreis (4-Leiter-System)	44
4.5 Hydraulische Entkopplung	44
5 Komponenten zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs	45
5.1 Armaturen	45
5.1.1 Rücklaufverschraubung	45
5.1.2 Strangreguliertventil	45
5.1.3 Überströmventil	45
5.1.4 Differenzdruckregler	45
5.1.5 Durchflussregler/Volumenstromregler	45
5.1.6 Druckunabhängige Regelventile (PICV oder PIBCV)	46
5.1.7 Adaptive Regelventile	46
5.1.8 Thermostatventile	46
5.1.9 Rücklauftemperaturregler	47
5.2 Umwälzpumpen	47
5.3 Hydraulische Weiche (hydraulischer Entkoppler)	51
5.4 Druckhaltung	51
6 Durchführung des Abgleichs	51
6.1 Hydraulischer Abgleich	53
6.1.1 Allgemeines	53
6.1.2 Vorgehensweise	54
6.1.3 Zulässige Vereinfachungen bei Verfahren des hydraulischen Abgleichs	57

6.1.4	Statischer Hydraulischer Abgleich	59
6.1.5	Dynamischer hydraulischer Abgleich	63
6.1.6	Adaptiver hydraulischer Abgleich	64
6.2	Thermischer Abgleich	64
6.2.1	Allgemeines	64
6.2.2	Vorgehensweise	65
6.2.3	Zulässige Vereinfachungen bei Verfahren des thermischen Abgleichs	68
6.2.4	Einmalige/Statische Verfahren zum thermischen Abgleich	68
6.2.5	Dynamische Verfahren zum thermischen Abgleich	68
6.2.6	Adaptive (selbstlernende) Verfahren zum thermischen Abgleich	69
7	Effizienznachweis	69
Anhang A (informativ) Tabellen zur Dokumentation		72
Anhang B (informativ) Tabellen zur Rohrdimensionierung		75
Anhang C (informativ) Rechenbeispiele Hydraulischer Abgleich		79
C.1	Statischer hydraulischer Abgleich einer Neuanlage in Anlehnung an 4.3.2	79
C.1.1	Randbedingungen und Vorbetrachtungen	79
C.1.2	Bemessung Verteilsystem und Bestimmung Schlechtpunkt	82
C.1.3	Bestimmen der Abgleichwiderstände und Durchführen des Abgleichs	87
C.2	Dynamischer hydraulischer Abgleich einer Neuanlage in Anlehnung an 4.3.2 (unter Verwendung druckunabhängiger Regelventile)	92
C.2.1	Allgemeines	92
C.2.2	Randbedingungen und Vorbetrachtungen:	92
C.2.3	Bemessung Verteilsystem und Bestimmung Schlechtpunkt	92
C.2.4	Bestimmen der Einstellwerte und Durchführen des Abgleichs	92
C.3	Neuanlage eines Einfachnetzes in Sternverteilung nach 4.3.4	93
C.3.1	Randbedingungen und Vorbetrachtungen	93
C.3.2	Bemessung Verteilsystem	95
C.3.3	Bestimmen der Einstellwerte und Durchführen des Abgleichs	96
C.4	Neuanlage eines Mehrfachnetzes aus mehreren Erzeuger- und mehreren Verbraucherkreisen nach 4.4.3	108
C.4.1	Randbedingungen und Vorbetrachtungen	108
C.4.2	Bemessung Verteilsystem	111
C.4.3	Bestimmen der Einstellwerte für die Durchführung des Abgleichs	114
Anhang D (informativ) Bestimmung des Zeta-Wertes von Wärmeerzeugern		117
D.1	Definition des Widerstandsbeiwerts ζ	117
D.2	Widerstandsbeiwert ζ eines Wärmeerzeugers	117
D.3	Berechnungsbeispiel für den ζ -Wert eines Wärmeerzeugers	119
Literaturhinweise		121

Bilder

Bild 1	— Darstellung des K_{VT} -Wertes	12
Bild 2	— Lineare und gleichprozentige Kennliniengrundform	14
Bild 3	— Betriebskennlinien bei einem Regelventil mit linearer Grundkennlinie	15
Bild 4	— Betriebskennlinien bei einem Regelventil mit gleichprozentiger Grundkennlinie (herstellerspezifisch)	15
Bild 5	— Betriebskennlinien von 3-Wege-Regelventilen (Mischbetrieb)	16
Bild 6	— Auslegungs-Regeldifferenz bei Heizkörper-Thermostatventilen	17
Bild 7	— Druckunabhängiges Regelventil (links) und Differenzdruckregler zur Konstanthaltung des Differenzdrucks über das kombinierte Einregulier- und Regelventil (rechts)	18
Bild 8	— Beimischschaltung (Variante 1)	21
Bild 9	— Beimischschaltung mit Festbeimischung (Variante 2)	22
Bild 10	— Kombination aus Variante 1 und Variante 2	23
Bild 11	— Beimischschaltung mit Entkopplung (Variante 3)	23
Bild 12	— Beimischschaltung mit Entkopplung und fester Beimischung (Variante 4)	24

Bild 13 — Kombination aus Variante 3 und Variante 4	25
Bild 14 — Umlenkschaltung	26
Bild 15 — Einspritzschaltung mit Differenzdruckbehaftetem Anschluss	26
Bild 16 — Kombination aus Umlenk- und Einspritzschaltung	27
Bild 17 — Drosselschaltung (statischer Abgleich)	28
Bild 18 — Drosselschaltung (dynamischer Abgleich)	28
Bild 19 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil (statischer Abgleich)	29
Bild 20 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil	29
Bild 21 — Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung	30
Bild 22 — Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung	31
Bild 23 — Anlagenschema 1: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher in Normalverlegung	35
Bild 24 — Anlagenschema 2: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher in Verlegung nach Tichelmann	36
Bild 25 — Anlagenschema 3: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher (z. B. Heizkörper) in Sternverlegung	37
Bild 26 — Anlagenschema 4: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher (z. B. Flächenheizkreise) in Sternverlegung	37
Bild 27 — Anlagenschema 5: 1 Erzeuger, 1 Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, 2 (+ n) parallele Verbraucherstränge mit Einstell- und Diagnosearmatur (EDA) im Rücklauf, jeweils mit parallel angeordneten Verbrauchern in Normalverlegung	39
Bild 28 — Anlagenschema 6: Ersatzschaltbild einer Einrohrheizung bestehend aus: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere in Reihe angeordnete Verbraucher in Einrohr-Verlegung mit Stellarmatur V_i im Übergabeabzweig und Drossel $V_{B,i}$ im Bypass	40
Bild 29 — Anlagenschema 7: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Ladepumpe, hydraulische Entkopplung, 1 Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung	41
Bild 30 — Anlagenschema 8: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Ladepumpe, hydraulische Entkopplung, 2 Verbraucherpumpen, 2 parallele Verbraucherkreise, beide mit parallel angeordneten Verbrauchern in Normalverlegung	42
Bild 31 — Anlagenschema 9: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung, angeschlossen über Differenzdruck-entlastete Ventile (PICV)	43
Bild 32 — Anlagenschema 10: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung, jeweils 2-fach angeschlossen über Differenzdruck-entlastete Ventile (PICV)	43
Bild 33 — Anlagenschema 11: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis (4-Leiter), parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung	44
Bild 34 — Pumpenkennlinie einer einstufigen Pumpe	48
Bild 35 — Pumpenkennlinie einer einstufigen Pumpe mit stufenloser Drehzahleinstellung	49
Bild 36 — Pumpenkennlinien einer einstellbaren Pumpe	49
Bild 37 — Regel-Kennlinien für Konstant-Druck und Proportional-Druck	50
Bild 38 — Schematische Darstellung der Druckverhältnisse in einem hydraulischen Kreis	51
Bild 39 — Ablaufschema Hydraulischer Abgleich bei Zweirohrsystemen	56
Bild 40 — Strukturierung des Rohrsystems durch Zusammenfassung einzelner paralleler Verbraucherkreise zu Einheiten	61
Bild 41 — Strukturierung des Rohrsystems durch Zusammenfassung von Einheiten aus einzelnen parallelen Verbraucherkreisen zu einer Gesamteinheit	62
Bild 42 — Ablaufschema Thermischer Abgleich	66
Bild 43 — Unterprogramm Messung/Auswertung thermischer Abgleichverfahren	67
Bild C.1 — Übersichtsdarstellung einer Heizanlage für das Beispiel C1	80
Bild C.2 — Schematische Darstellung der Heizanlage nach Bild C.1	80
Bild C.3 — Druckverlustdiagramm eines einstellbaren Thermostatventils	88
Bild C.4 — Ermittlung der Einstellwerte der Ventilvoreinstellungen	91
Bild C.5 — Übersichtsdarstellung einer Heizanlage für das Beispiel C3	95
Bild C.6 — Schematische Darstellung der Heizanlage nach Bild C.3	95

Bild C.7 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Rücklaufsammler (aus Herstellerunterlagen)	97
Bild C.8 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Vorlaufverteiler (aus Herstellerunterlagen)	98
Bild C.9 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Rücklaufsammler (aus Herstellerunterlagen)	102
Bild C.10 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Vorlaufverteiler (aus Herstellerunterlagen)	103
Bild C.11 — Hydraulische Schaltung des zu berechnenden Verteilsystems	109
Bild D.1 — Überlagerung der Kennlinien gleicher Drehzahl im Pumpendiagramm (beispielhafte Darstellung)	118
Bild D.2 — Druckdiagramm über den Wärmeerzeuger (vereinfacht)	119
Bild D.3 — Betriebspunkte und Anlagenkennlinien mit/ohne Berücksichtigung des Wärmeerzeugers (beispielhafte Darstellung)	120

Tabellen

Tabelle 1 — Übersicht hydraulische Grundsaltungen	19
Tabelle 2 — Übersicht über Verfahren des Abgleichs von Anlagenbereichen	52
Tabelle A.1 — Dokumentation der Basisdaten	72
Tabelle A.2 — Pumpendaten	73
Tabelle A.3 — Einstellwerte der Armaturen	74
Tabelle B.1 — Dimensionierung mittelschwerer Gewinderohre nach DIN EN 10255 (Ersatz für DIN 2440) und nahtloser Siederohre nach DIN EN 10220 (Ersatz für DIN 2448) bei Rauigkeit 0,04 mm (gebraucht), Werte für Wasser mit 50 °C (Dichte: 988,04 kg/m³, dynamische Viskosität: 547,08 · 10⁻⁶ kg · m⁻¹ · s⁻¹)	75
Tabelle B.2 — Dimensionierung von Rohren aus Kupfer und Weichstahl bei Rauigkeit 0,03 mm (gebraucht), Werte für Wasser mit 50 °C (Dichte: 988,04 kg/m³, dynamische Viskosität: 547,08 · 10⁻⁶ kg · m⁻¹ · s⁻¹)	77
Tabelle B.3 — Dimensionierung von Rohren aus Kunststoff und Kunststoff-Metall-Verbund bei Rauigkeit 0,01 mm (gebraucht), Werte für Wasser mit 50 °C (Dichte: 988,04 kg/m³, dynamische Viskosität: 547,08 · 10⁻⁶ kg · m⁻¹ · s⁻¹)	78
Tabelle C.1 — Auslegungsdaten der Heizkörper im Auslegungsfall	82
Tabelle C.2 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 1 bis Heizkörper 1.3 und zurück bei Auslegung	83
Tabelle C.3 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 1 bis Heizkörper 1.2 und zurück bei Auslegung	83
Tabelle C.4 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 1 bis Heizkörper 1.1 und zurück bei Auslegung	84
Tabelle C.5 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 2 bis Heizkörper 2.3 und zurück bei Auslegung	84
Tabelle C.6 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 2 bis Heizkörper 2.2 und zurück bei Auslegung	85
Tabelle C.7 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 2 bis Heizkörper 2.1 und zurück bei Auslegung	85
Tabelle C.8 — Widerstandsbeiwerte der in den Tabelle C.2 bis Tabelle C.8 berücksichtigten Einzelwiderstände	86
Tabelle C.9 — Einstellwerte Ventilvoreinstellungen	91
Tabelle C.10 — Auslegungsdaten der Heizkörper im Auslegungsfall	93
Tabelle C.11 — Auslegungsdaten Flächenheizung (aus Herstellerdaten)	94
Tabelle C.12 — Widerstandsbeiwerte der Einzelwiderstände des Verteilsystems nach Beispiel C3	96
Tabelle C.13 — Einstellwerte Ventile am Vorlaufverteiler	99
Tabelle C.14 — Druckabfall der Teilstrecken bei Auslegung	100
Tabelle C.15 — Einstellwerte Durchflussmengenanzeiger am Vorlaufverteiler	103
Tabelle C.16 — Druckabfall der Teilstrecken bei Auslegung	105

Tabelle C.17 — Einstellwerte Regelventile (PICV) am Vorlaufverteiler	106
Tabelle C.18 — Druckabfall der Teilstrecken bei Auslegung	107
Tabelle C.19 — Grunddaten Beispielanlage	108
Tabelle C.20 — Volumenströme der Umwälzpumpen	111
Tabelle C.21 — Ermittlung der System-Rücklauftemperatur	111
Tabelle C.22 — Ermittlung des Druckgefälles der Teilstrecken	113
Tabelle C.23 — Nebenrechnungen zur Ermittlung der Differenzdrücke für Heizkreise	114
Tabelle C.24 — Ermittlung der Förderhöhen der Umwälzpumpen	114
Tabelle C.25 — Korrektur der Förderhöhen der Umwälzpumpen	115
Tabelle C.26 — Einstellwerte der druckunabhängigen Regelventile PICV	116
Tabelle C.27 — Einstellwerte der Einreguliertventile EDA	116

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 041-05-01 AA „Auslegung und energetische Bewertung von Heizungsanlagen und wassergeführten Kühlanlagen sowie Anlagen zur Trinkwassererwärmung in Gebäuden (SpA CEN/TC 228, SpA ISO/TC 205)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS) erarbeitet.

Im Rahmen dieser Norm wird der Abgleich von hydraulischen Systemen in Gebäuden für die Anwendungen Raumlufttechnik, Heizung und Kühlung betrachtet.

Unter Abgleich wird verstanden, dass je nach Vorgehensweise Wasser- oder Wärmeströme entsprechend der Auslegung und Berechnung sichergestellt werden.

Dazu wird grundsätzlich zwischen den nachstehend genannten Vorgehensweisen unterschieden:

- Hydraulischer Abgleich;
- Thermischer Abgleich (Temperaturbasierte Verfahren).

Der „hydraulische Abgleich“ ist ein Verfahren zum Bemessen und Einregulieren von hydraulischen Systemen. Im engeren Sinne ist gemeint, mit anwendungsgerecht, d. h. nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, ausgewählten Rohren, Armaturen und Pumpen über ein rechnerisches Bestimmen und Einstellen von Regulierwiderständen oder selbsttätig wirkenden Abgleichorganen die ermittelten Sollwasserströme sicherzustellen. Dies gilt in Heiz- und Kühlsystemen für die Bereiche der Erzeugung, Verteilung und Übergabe (z. B. Raumheizflächen, Raumkühlflächen, Wärmeübertrager).

Der „thermische Abgleich“ stützt sich auf Messungen von Temperaturen zur Beeinflussung der Wärmeströme.

DIN 94679, *Hydraulische Systeme in heiz-, kühl- und raumlufttechnischen Anlagen*, besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Grundlagen des Abgleichs
- Teil 2: Verfahren für neu zu errichtende Heizungsanlagen in Wohngebäuden
- Teil 3: Verfahren für bestehende Heizungsanlagen in Wohngebäuden
- Teil 4: Temperaturbasierte Verfahren

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Vorgehensweise und Verfahren zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs von Heizungs-, Kälte- und Raumluftechnischen Anlagen. Der Einfachheit halber beschränken sich die Ausführungen dieser Norm zumeist auf Heizanlagen, gelten aber sinngemäß auch für Kälte- und Raumluftechnische Anlagen.

Dieses Dokument ist anwendbar auf alle hydraulischen Teilbereiche einer Heizungs-, Kälte- und Raumluftechnischen Anlage, bestehend aus Erzeuger-, Verteil- und Übergabekreisen. Sie gilt für Anlagen mit Wasser-basiertem Wärmeträger.

Im Unterschied zum „hydraulischen Abgleich“, der das Bemessen und Einregulieren aller hydraulischen Teilbereiche Erzeugung, Verteilung und Übergabe auf Basis von Berechnungen von Sollmassenströmen umfasst, existieren unter dem Begriff „thermischer Abgleich“ für den Bereich der Wärmeübergabe Lösungen, die nicht auf der Einhaltung von Sollwassermengen in allen Anlagenabschnitten und an allen Übergabeeinrichtungen basieren, sondern auf der Erfassung von Temperaturen. (siehe hierzu 6.2 Thermischer Abgleich sowie Teil 4 dieser Norm).

Beide Ansätze zielen auf die Minimierung/Vermeidung hydraulischer Über- und Unterversorgung von Wärmeübergabeeinrichtungen gegenüber dem unregulierten Zustand ab.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN/TS 12831-1:2020-04, *Verfahren zur Berechnung der Raumheizlast — Teil 1: Nationale Ergänzungen zur DIN EN 12831-1, mit CD-ROM*

DIN 18380:2019-09, *VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen — Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) — Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen*

DIN EN 215, *Thermostatische Heizkörperventile — Anforderungen und Prüfung*

DIN EN 442 (alle Teile), *Radiatoren und Konvektoren*

DIN EN 10220, *Nahtlose und geschweißte Stahlrohre — Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse*

DIN EN 10255, *Rohre aus unlegiertem Stahl mit Eignung zum Schweißen und Gewindeschneiden — Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 15500-1:2017-09, *Energieeffizienz von Gebäuden — Automation von HLK-Anwendungen — Teil 1: Elektronische Regel- und Steuereinrichtungen für einzelne Räume oder Zonen — Module M3-5, M4-5, M5-5; Deutsche Fassung EN 15500-1:2017*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Strömungskreis

geschlossener Strömungsweg mit gleichem Durchfluss

3.2

Schnittstelle

Verbindungsstelle mehrerer Strömungskreise

3.3

Hydraulische Entkopplung

Maßnahme, den Differenzdruck an einer Schnittstelle vernachlässigbar klein werden zu lassen

3.4

Hydraulischer Abgleich

Verfahren zum rechnerischen Bestimmen und Sicherstellen der Sollwasserströme in allen Anlagenteilen (Erzeugung, Verteilung und Übergabe) im Auslegungsfall

3.5

Thermischer Abgleich

Verfahren, bei dem durch Messung und Auswertung von Temperaturen beispielsweise an Wärmeübergabeeinrichtungen und ggf. von Raumtemperaturen oder auch der Außentemperatur eine Beeinflussung von Wärmeströmen im Bereich der Übergabe vorgenommen wird. (siehe hierzu 6.2 Thermischer Abgleich sowie Teil 4 dieser Norm)

3.6

Statische Abgleichverfahren

Abgleich, statisch: Einstellen einer Abgleicheinrichtung, die im späteren Betrieb unverändert bleibt, mit dem Ziel der Vermeidung der Überschreitung des eingestellten Sollwasserstromes ausschließlich im Auslegungsfall; es erfolgt keine Reaktion auf sich ändernde Betriebsbedingungen im hydraulischen System

3.7

Dynamische Abgleichverfahren

Abgleich, dynamisch: Einstellen einer stetig wirkenden Regeleinrichtung, die im späteren Betrieb auf sich ändernde Betriebsbedingungen im hydraulischen System (z. B. Differenzdruck, Temperatur) reagiert, mit dem Ziel, eine Überschreitung des einmalig eingestellten Sollwasserstromes im Auslegungs- und Teillastfall zu vermeiden

3.8

Adaptive (selbstlernende) Abgleichverfahren

Abgleich, adaptiv (fortwährend selbstlernend): selbsttätiges Ermitteln und fortwährendes bzw. wiederholtes Anpassen eines Sollwertes (z. B. Sollwasserstrom) einer stetig wirkenden Regeleinrichtung durch einen Algorithmus auf Basis von Messgrößen (z. B. Differenzdruck, Durchfluss, Temperatur), wobei im Betrieb auf sich ändernde Betriebsbedingungen im hydraulischen System (z. B. Differenzdruck, Temperatur) reagiert wird, mit dem Ziel, eine Überschreitung des vom Algorithmus vorgegebenen Sollwertes im Auslegungs- und Teillastfall zu vermeiden

3.9

Schlechtpunkt

Stelle in einer Anlage, an der durch nicht ausreichenden Differenzdruck zuerst eine Unterversorgung auftritt

Der Schlechtpunkt kann aufgrund wechselnder Lastzustände seine Lage im Netz verändern.

Der Schlechtpunkt bestimmt den Minstdifferenzdruck der Pumpe. Der Minstdifferenzdruck der Pumpe wird benötigt, um den notwendigen Differenzdruck an der betreffenden Übergabeeinrichtung sicherzustellen.

len. Er wird berechnet aus dem Widerstand der Übergabeeinrichtung sowie aller weiteren Widerstände des betreffenden Fließweges.

3.10

Übergabeeinrichtung

Einrichtung zur Wärmeübergabe an den Raum bei Heizsystemen und/oder Einrichtung zur Abfuhr von Wärme aus dem Raum bei Kühlsystemen (z. B. Heizkörper, Heiz-/Kühl-Konvektoren, Lufterhitzer, abgehängte Heiz-/Kühldecken oder -segel, Fußbodenheizung, Wandheizung, thermisch aktivierte Bauteilsysteme – TABS)

3.11

Nenndurchfluss

errechnete maximale Durchflussmenge in einer Teilstrecke eines hydraulischen Systems im Auslegungsfall

3.12

Differenzdruck

Δp

Differenz der statischen Drücke zwischen zwei Stellen innerhalb eines hydraulischen Systems

3.13

Druckverlust der Regelarmatur

Δp_v

Differenzdruck über der Regelarmatur in der jeweiligen Öffnungsposition

3.14

Druckverlust der Regelarmatur

Δp_{v100}

Differenzdruck über der voll geöffneten Regelarmatur

3.15

Gesamtdruckverlust

Δp_{ges}

Summe der Druckverluste der durchflussvariablen Strecke Δp_{var} und des Druckverlustes der Regelarmatur

Δp_{v100}

3.16

Schließdruck

Absperrdruck

Δp_s

Differenzdruck, bei dem die Armatur durch den gewählten Antrieb zuverlässig schließt und öffnet. Bei Anlagen mit Sicherheitsfunktion (z. B. Fernheizanschlüsse) ist dies die größte zulässige Druckdifferenz an einer Armatur, bei dem der gewählte Antrieb die Armatur im Störfall (z. B. Rohrleitungsbruch) noch sicher schließt

3.17

Maximal-Differenzdruck

Δp_{max}

größter zulässiger Differenzdruck, bei welchem die Armatur noch sicher betrieben werden kann

3.18

Differenzdruck

Δp_{var}

Differenzdruck über die durchflussvariable Strecke je nach Stellung der betrachteten Regelarmatur

Die durchflussvariable Strecke beginnt und endet an den Stellen konstanter Druckdifferenz (siehe 4.2 Anschlussarten).

3.19

Ventilautorität

a, a_v

Verhältnis des Differenzdrucks Δp_v der Regelarmatur zum Gesamtdifferenzdruck Δp_{ges} bei Durchfluss in der entsprechenden Regelstellung

Die Formel zur Errechnung lautet:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_{ges}} = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_{var}}$$

Die Ventilautorität a_v gibt das Verhältnis des Differenzdrucks Δp_{v100} der Regelarmatur zum Gesamtdifferenzdruck Δp_{ges} bei Nenndurchfluss an.

Die Formel zur Errechnung lautet:

$$a_v = \frac{\Delta p_{v100}}{\Delta p_{ges}} = \frac{\Delta p_{v100}}{\Delta p_{v100} + \Delta p_{var}}$$

3.20

K_v -Wert

Durchflusskoeffizient einer Regelarmatur in m^3/h von Wasser bei $5^\circ C$ bis $40^\circ C$ bei einem festgelegten Hub und einem Differenzdruck von $10^5 Pa$ (1 bar)

Die Gleichung zur Ermittlung lautet:

$$K_v = Q \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_{Kv}}{\Delta p} \cdot \frac{\rho}{\rho_w}}$$

Dabei ist

Q der gemessene Durchfluss in m^3/h ;

Δp_{Kv} der statische Druckverlust = $1 \times 10^5 Pa$;

Δp der gemessene statische Differenzdruck über die Armatur in $10^5 Pa$;

ρ die Dichte des Mediums in kg/m^3 ;

ρ_w die Dichte von kaltem Wasser = $1\,000\,kg/m^3$.

[QUELLE: DIN EN 60534-1]

3.21

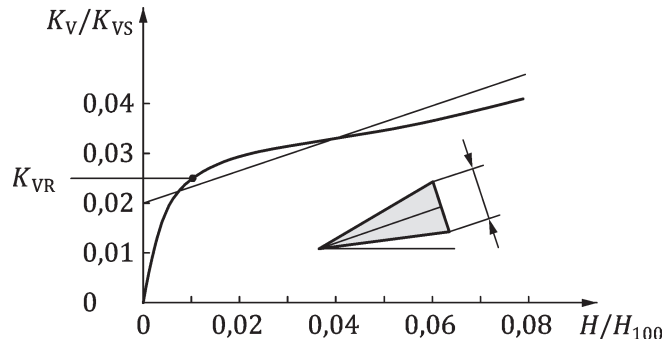
K_{vs} -Wert

Für die Kennzeichnung von Armaturenserien wird in den Herstellerunterlagen ein K_{vs} -Wert angegeben. Dieser entspricht dem K_v -Wert in m^3/h bei vollgeöffneter Armatur (Nennhub H_{100}).

3.22

K_{VR} -Wert

kleinster K_V -Wert, bei dem die Neigungstoleranz der Kennlinien nach Herstellerangaben noch eingehalten wird (siehe Bild 1). Im Bereich unterhalb des K_{VR} -Wertes kann keine ausreichende Regelgüte gewährleistet werden.



Legende

- theoretischer Verlauf der Grundkennlinie
- gemessene Grundkennlinie
- Toleranzfeld der Kennlinienneigung

Bild 1 — Darstellung des K_{VR} -Wertes

3.23

Nennhub

H_{100}

Weg des Drosselkörpers, gemessen von der „Zu“-Stellung bis zur angegebenen „Auf“-Stellung. Durch vom Hersteller eingesetzte Hubbegrenzungen ergeben sich u. U. neue Nennhübe, die dann auch angegeben werden

[QUELLE: DIN EN 60534-1]

3.24

Ventilkennlinie

Beziehung zwischen dem relativen Durchflusskoeffizienten Φ (K_V/K_{VS}) und dem dazugehörigen relativen Hub h (H/H_{100})

[QUELLE: DIN EN 60534-1]

3.24.1

Kennlinien-Grundformen

mathematische Beschreibung einer theoretischen Kennlinie. Üblich sind Kennlinien mit linearer oder gleichprozentiger Grundform

3.24.1.1

Lineare Grundform

Bei ihr ergeben gleiche relative Hubänderungen h (H/H_{100}) die gleichen Änderungen des relativen Durchflusskoeffizienten Φ (K_V/K_{VS})

Berechnungsformel:

$$\Phi = \Phi_0 + m \cdot h$$

Dabei ist

Φ der relative Durchflusskoeffizient;

Φ_0 der relative Durchflusskoeffizient für $h = 0$;

h der relative Hub = (H/H_{100}) ;

m die Neigung der Geraden.

[QUELLE: DIN EN 60534-1]

3.24.1.2

Gleichprozentige Grundform

Bei ihr ergeben gleiche relative Hubänderungen h (H/H_{100}) gleiche prozentuale Änderungen des relativen Durchflusskoeffizienten Φ (K_v/K_{vs})

[QUELLE: DIN EN 60534-1]

Berechnungsformel:

$$\Phi = \Phi_0 \cdot e^{nh}$$

Dabei ist

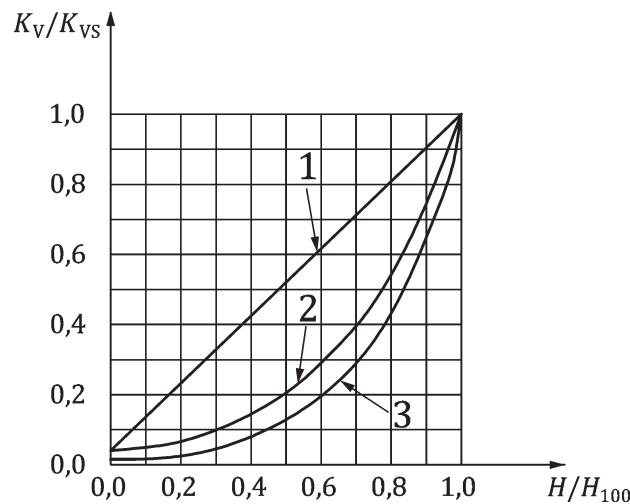
Φ der relative Durchflusskoeffizient;

Φ_0 der relative Durchflusskoeffizient für $h = 0$;

h der relative Hub;

n die Neigung der gleichprozentigen Kennlinie,

wobei $n = \ln\left(\frac{1}{\Phi_0}\right)$ ist.



Legende

1	linear
2	$n = 3,0$
3	$n = 3,91$
H	Ventilhub
H_{100}	Nennhub (Ventil voll geöffnet)
K_V -Wert	Durchflusskoeffizient
K_{VS} -Wert	Durchflusskoeffizient beim Nennhub H_{100}
n	Neigung der gleichprozentigen Kennlinie

Bild 2 — Lineare und gleichprozentige Kennliniengrundform

3.24.2

Grundkennlinie

tatsächlich erreichte Kennlinie unter Laborbedingungen. Sie ist die Beziehung zwischen dem relativen Durchflusskoeffizienten Φ (K_V/K_{VS}) und dem dazugehörigen relativen Hub h (H/H_{100}) bei konstantem Druckabfall

3.24.3

Betriebskennlinien

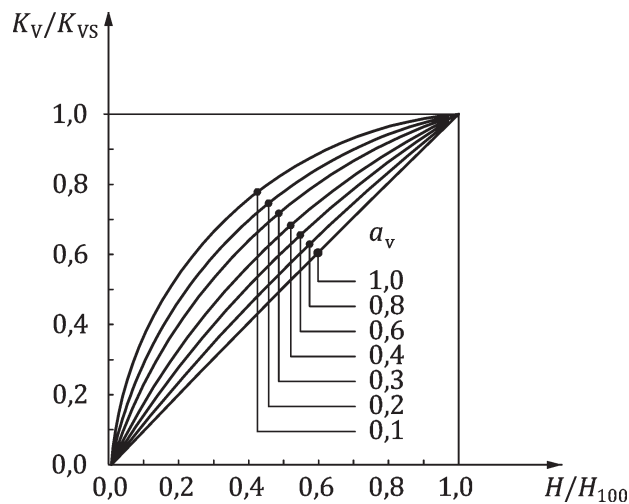
Beziehung zwischen dem relativen Durchflusskoeffizienten Φ (K_V/K_{VS}) und dem dazugehörigen relativen Hub h (H/H_{100}) einer Regelarmatur im Betrieb (siehe Bild 3 und Bild 4)

Sie weicht dann von der Grundkennlinie ab, wenn bei Betrieb der Differenzdruck über die Regelarmatur, abhängig von der Hubstellung, nicht konstant bleibt. Das Maß für die Abweichung ist die Ventilautorität a_v .

Die Betriebskennlinie von 2-Wege-Regelarmaturen kann durch die Änderung der Laufcharakteristik des Stellantriebs (herstellerspezifisch) von gleichprozentig auf linear umgestellt werden.

3.24.3.1

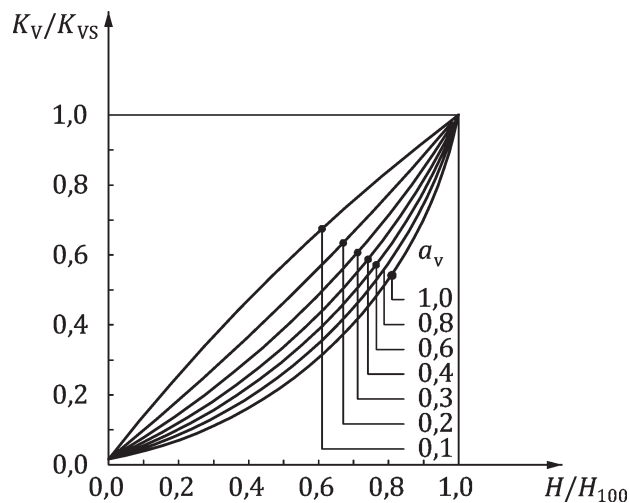
Betriebskennlinien von 2-Wege-Regelarmaturen (Durchgangsregelarmaturen)



Legende

H	Ventilhub
H_{100}	Nennhub (Ventil voll geöffnet)
K_V -Wert	Durchflusskoeffizient
K_{VS} -Wert	Durchflusskoeffizient beim Nennhub H_{100}
a_v	Ventilautorität

Bild 3 — Betriebskennlinien bei einem Regelventil mit linearer Grundkennlinie



Legende

H	Ventilhub
H_{100}	Nennhub (Ventil voll geöffnet)
K_V -Wert	Durchflusskoeffizient
K_{VS} -Wert	Durchflusskoeffizient beim Nennhub H_{100}
a_v	Ventilautorität

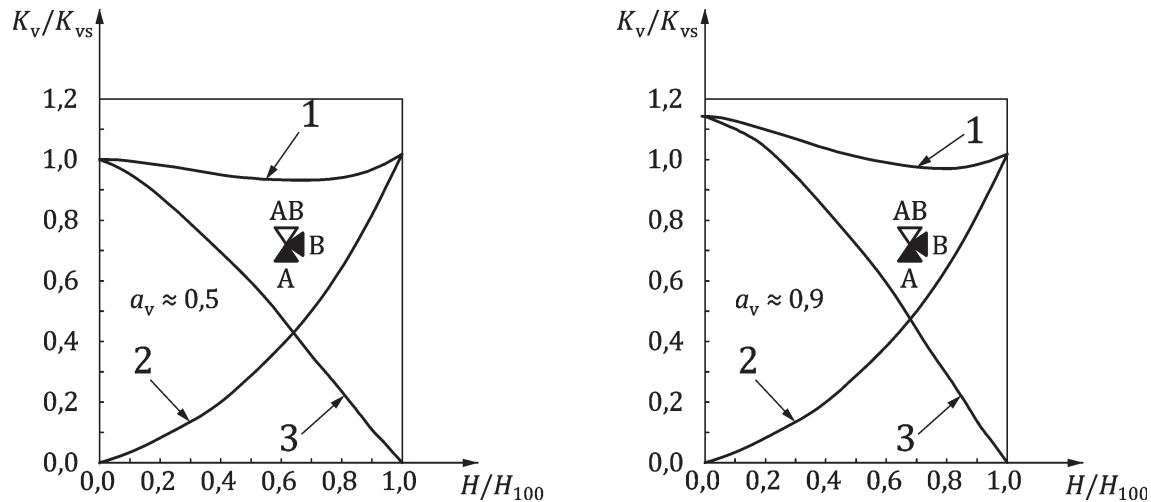
Bild 4 — Betriebskennlinien bei einem Regelventil mit gleichprozentiger Grundkennlinie (herstellerspezifisch)

3.24.3.2

Betriebskennlinien von 3-Wege-Regelarmaturen im Mischbetrieb

3-Wege-Regelarmaturen haben zwei Eingänge (A) und (B), sowie einen gemeinsamen Ausgang (AB). Es werden Armaturen mit linear/linear und gleichprozentig/linear Kennlinien verwendet. Wichtig ist der

Verlauf des Gesamtdurchflusses (AB) der über den gesamten Hubbereich möglichst konstant sein soll. Bei 3-Wege-Regelarmaturen mit gleichprozentiger Kennlinie im Durchgang (A) und linearer Kennlinie im Bypass (B) wird eine genügend gute Konstanz des Gesamtdurchflusses (AB) bei gleichzeitig optimierter Regelbarkeit im Schwachlastbereich erreicht.



Legende

- 1 Gesamtdurchfluss (AB)
- 2 Durchgang (A)
- 3 Bypass (B)
- H Ventilhub
- H_{100} Nennhub (Ventil voll geöffnet)
- K_v -Wert Durchflusskoeffizient
- K_{vs} -Wert KV-Wert beim Nennhub H_{100}
- a_v Ventilautorität (bezogen auf den Durchgang)

Bild 5 — Betriebskennlinien von 3-Wege-Regelventilen (Mischbetrieb)

3.25

Sitz-Leckage (Leckdurchfluss)

Durchfluss, welcher bei geschlossener Armatur und vorgegebenen Prüfbedingungen (Medium, Antriebskraft, Druck bzw. Differenzdruck in Anlehnung an DIN EN 1349) durch die Armatur fließt. Der nominale Wert wird in % vom Nenndurchfluss bzw. dem K_{vs} -Wert angegeben

3.26

2-Wege-Armaturen

Diese haben zwei Anschlüsse für eine Durchströmung und werden zur Durchflussänderung und/oder zur Absperrung des Durchflusses verwendet. Für besondere Anwendungen geeignete bzw. mit zusätzlichen Funktionen ausgestattete Sonderformen von 2-Wege-Armaturen sind in 5.1 beschrieben

3.27

3-Wege-Armaturen

Diese haben drei Anschlüsse für zwei Strömungswege und können sowohl zur Verteilung als auch zur Mischung von Durchflüssen verwendet werden

3.28

4-Wege-Armaturen

Diese arbeiten als Mischer mit konstantem Durchfluss bzw. verhältnismäßigen Teildurchflüssen

3.29

Gesamtregelabweichung bei Proportionalreglern (Regler ohne Hilfsenergie)

Proportionalregler ist die Kombination aus einem Regel-Element und einer Armatur. Die Gesamtregelabweichung eines Proportionalreglers (P-Regler) setzt sich aus verschiedenen Parametern (Proportionalbereich, Schließbereich, Hysterese) zusammen. Der Proportionalbereich (P-Bereich) ist innerhalb der Gesamtregel-Abweichung die maßgebliche Größe. Je größer der Ventilhub bzw. der K_V -Wert, desto größer der P-Bereich und umso schlechter die Regelgenauigkeit.

Um den P-Bereich möglichst klein und damit die Regelgenauigkeit hoch zu halten, darf ein P-Regler nicht im Bereich seines K_{VS} -Wertes bzw. seines Maximalventilhubes ausgelegt und betrieben werden. Die Höhe des P-Bereichs ist nach Anwendungsfall zu optimieren, evtl. nach Herstellerangaben festzulegen.

3.30

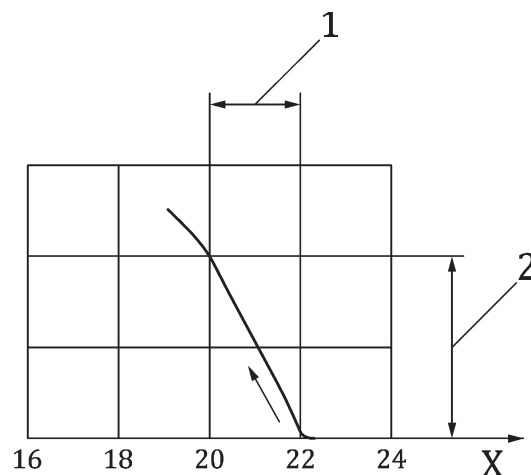
Auslegungs-Regeldifferenz (Proportionalbereich) bei Heizkörper-Thermostatventilen

Ein Heizkörper-Thermostatventil ist die Kombination aus einem thermostatischen Element (Therstatatkopf) und einer Armatur. Die Auslegungs-Regeldifferenz ist der Unterschied zwischen der Fühlertemperatur beim Öffnungspunkt der Armatur und der Fühlertemperatur beim Nenndurchfluss.

Der Öffnungspunkt liegt unter der Annahme einer Soll-Raumlufttemperatur am Fühler von 20 °C bei einer Regeldifferenz von 1 K bei z. B. 21 °C oder bei z. B. 22 °C für den Fall, dass die Regeldifferenz 2 K beträgt (Bild 6).

Ein Thermostatventil kann jede beliebige Regeldifferenz zwischen 0 K und z. B. 9 K einnehmen. Die in der Praxis anzutreffenden tatsächlichen Betriebs-Regeldifferenzen reichen häufig bis auf ca. 0,5 K herab.

Die DIN EN 215 für thermostatische Heizkörperventile fordert die Angabe von Daten für 1 K und 2 K Regeldifferenz. Für die Auslegung der Thermostatventile sind dies z. B. Diagramme, die den Differenzdruck in Abhängigkeit vom Durchfluss angeben.



Legende

X Raumlufttemperatur am Fühler (°C)

1 Regeldifferenz (2 K)

2 Auslegungsdurchfluss

Bild 6 — Auslegungs-Regeldifferenz bei Heizkörper-Thermostatventilen

3.31

Differenzdruck-unabhängige Regelung

dient dazu, Schwankungen des anstehenden Differenzdrucks zu kompensieren. Zur Anwendung kommen entweder Regelventile, in denen zusätzlich die Funktion eines Differenzdruck- bzw. Volumen-/Massenstromreglers integriert ist, sogenannte Druckunabhängige Regelventile (PICV – Pressure Independent Control Valves

bzw. PIBCV – Pressure Independent Balancing Control Valves) oder eine Kombination aus Differenzdruckregler und kombiniertem Einregulier- und Regelventil.

Alternativ können Schwankungen des anstehenden Differenzdrucks auch mittels adaptiv wirkender Regelventile (sog. SmartValves, 5.1.7) kompensiert werden.

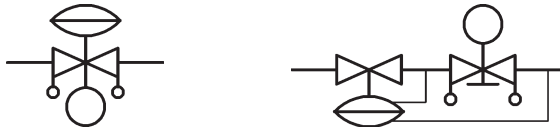


Bild 7 — Druckunabhängiges Regelventil (links) und Differenzdruckregler zur Konstanthaltung des Differenzdrucks über das kombinierte Einregulier- und Regelventil (rechts)

3.32

Maximale zulässige Strömungsgeschwindigkeit in Rohrleitungen

Strömungsgeschwindigkeit bei der

- kein unzulässiges Geräuschverhalten im Einsatzbereich entsteht,
- keine werkstoffabhängige Erosion auftritt.

Siehe hierzu auch Tabellen im Anhang B.

Die Herstellerangaben sind zu beachten.

Für Heizungsanlagen werden folgende Werte empfohlen: In Nutzernähe, also bei Anbindungs- und Geschossleitungen, wird eine Fließgeschwindigkeit $v \leq 0,5$ m/s empfohlen, weiter entfernt vom Nutzer (Stränge und Hauptverteilungen) auch bis $v \approx 1$ m/s, in lärmbelasteten Gebäudebereichen sind $v \leq 2$ m/s und außerhalb von Gebäuden (z. B. Fernheizung) $v \leq 3$ m/s empfohlen.

4 Grundsaltungen, Hydraulische Netze und deren Berechnung

4.1 Allgemeines

Tabelle 1 gibt einen ersten Überblick über die Eignung der in diesem Abschnitt beschriebenen Grundsaltungen abhängig vom Einsatzfall. Details sind dem jeweiligen Abschnitt zu entnehmen.

Tabelle 1 — Übersicht hydraulische Grundschaltungen

Anwendungsfall	Schaltung	Ab-schnitt	Primärkreis			Schnittstelle Primär-Sekundär	Sekundärkreis		
			Massen-strom	Δp	Rücklauf-anheb.		Massen-strom	Δp	Vorlauf-temperatur
Heizungsanlagen mit Versorgung durch Wärmeerzeuger ohne untere Rücklauftemperaturbegrenzung	Beimischschaltung Variante 1	4.2.2.2	variabel	variabel	nein	druckbehaftet	variabel	variabel	variabel
Erzeuger-Vorlauftemperaturen oberhalb des Sollwertes der Vorlauftemperatur der Wärmeübergabe (Flächenheizung)	Beimischschaltung mit Festbeimischung Variante 2	4.2.2.3	variabel	variabel	nein	druckbehaftet	variabel	variabel	variabel
Standard- oder NT-Kessel an Unterzentralen mit hydraulischer Entkopplung	Beimischschaltung mit Entkopplung Variante 3	4.2.2.5	konstant	konstant	ja	druckarm	variabel	variabel	variabel
Standard- oder NT-Kessel an Unterzentralen mit hydraulischer Entkopplung und Erzeuger-Vorlauftemperaturen oberhalb des Sollwertes der Vorlauftemperatur der Wärmeübergabe	Beimischschaltung mit Festbeimischung und Entkopplung Variante 4	4.2.2.6	konstant	konstant	ja	druckarm	variabel	variabel	variabel
Luftkühler (kondensierend) an Kältemaschinen, die einen konstanten Durchfluss erfordern	Umlenkschaltung Δp -behaftet	4.2.3.2.1	konstant	konstant	nein	druckbehaftet	variabel	variabel	variabel
Außenluft-beaufschlagte Lufterhitzer mit Versorgung durch eine Zubringerpumpe; Luftkühler an Kältemaschinen, die einen konstanten Durchfluss erfordern	Einspritzschaltung Δp -behaftet	4.2.3.2.2	konstant	konstant	nein	druckbehaftet	konstant	konstant	variabel
Verbraucher, deren Leistung mit der Veränderung des Durchflusses eingestellt wird	Drosselschaltung stat.	4.2.3.3.1	variabel	variabel	nein	druckbehaftet	variabel	variabel	konstant
Verbraucher, deren Leistung mit der Veränderung des Durchflusses eingestellt wird	Drosselschaltung dyn.	4.2.3.3.2	variabel	variabel	nein	druckbehaftet	variabel mit Begrenzung	variabel	konstant
Verbraucher, die mit variabler Temperatur versorgt werden müssen, auch bei Erfordernis nach tiefen Rücklauftemperaturen	Einspritzschaltung Δp -behaftet, stat.	4.2.3.3.3	variabel	variabel	nein	druckbehaftet	variabel	variabel	variabel

- Entwurf -

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Anwendungsfall	Schaltung	Ab-schnitt	Primärkreis			Schnittstelle Primär-Sekundär	Sekundärkreis		
			Massen-strom	Δp	Rücklauf-anheb.		Massen-strom	Δp	Vorlauf-temperatur
Verbraucher, die mit variabler Temperatur versorgt werden müssen, auch bei Erfordernis nach tiefen Rücklauftemperaturen	Einspritzschaltung Δp -behaftet, dyn.	4.2.3.3.4	variabel mit Begrenzung	variabel	nein	druckbehaftet	variabel	variabel	variabel
ANMERKUNG Die Zuordnung „konstant“ bedeutet „annähernd konstant“.									

4.2 Grundsaltungen, Kopplung von Erzeuger und Verbraucher

4.2.1 Allgemeines

Die nachstehenden Grundsaltungen zeigen mögliche hydraulische Verbindungen zwischen Erzeuger- und Verbraucherkreisen. Für die hydraulische Verbindung von Erzeugern mit Verbrauchern wird unterschieden in differenzdrucklose (siehe Bild 8 bis Bild 13) und differenzdruckbehaftete Anschlüsse (siehe Bild 14 bis Bild 22).

Hinweis 1: Erzeuger- und Verbraucherkreise sind vereinfacht dargestellt, auch sind ausschließlich die zum Verständnis der Zusammenhänge erforderlichen Armaturen enthalten, es fehlen beispielsweise jegliche Absperrorgane, Sicherheitseinrichtungen, Einrichtungen zur Druckhaltung usw. Als Verbraucherkreis kann dabei jede der unter 4.3 dargestellten Grundsaltungen verstanden werden, aber auch ein einzelner Verbraucher. Maßgeblich für die Anlagenhydraulik ist die Definition durch einen Auslegungsmassenstrom und eine Auslegungsdrukdifferenz.

Hinweis 2: Die für die Dimensionierung der Regelarmatur maßgebliche durchflussvariable Strecke ist in den Bildern der nachstehenden Grundsaltungen „grau“ dargestellt.

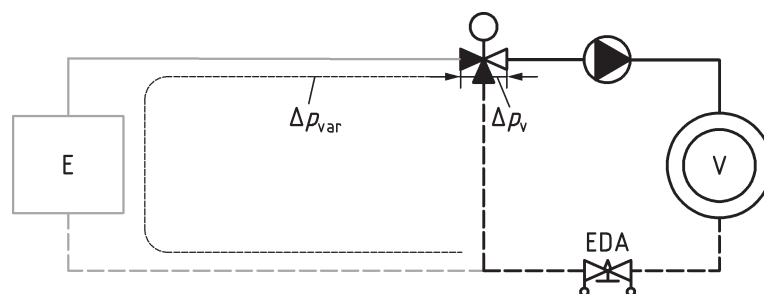
4.2.2 Differenzdruckloser oder -armer Anschluss

4.2.2.1 Allgemeines

Bei der differenzdrucklosen oder differenzdruckarmen Kopplung von Erzeugern und Verbrauchern wird den Verbraucherkreisen keine treibende Druckdifferenz zur Verfügung gestellt. Jeder Verbraucherkreis muss mit einer Pumpe ausgestattet sein.

4.2.2.2 Beimischschaltung (Variante 1)

Falls weder Erzeugerpumpe noch hydraulische Entkopplung vorgesehen sind, müssen die Verbraucher-pumpen auch den Druckverlust des Erzeugers sowie seiner Anlussteilstrecken übernehmen (siehe Bild 8).



Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- EDA Einstell-/Drossel-Armatur
- Δp_v Druckverlust des Regelventils im Durchgangsweg
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke

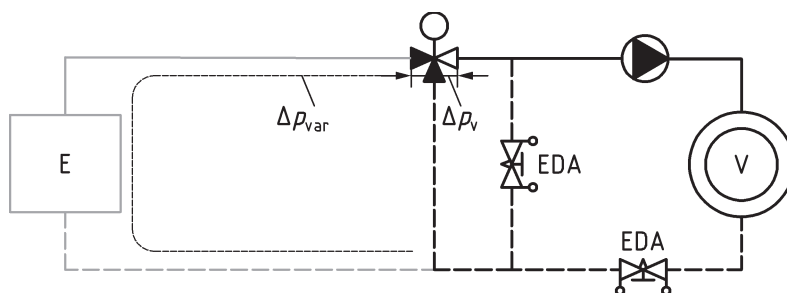
Bild 8 — Beimischschaltung (Variante 1)

Typische Anwendung: Heizungsanlagen mit Versorgung durch Brennwertkessel oder andere Wärmeerzeuger ohne untere Rücklauftemperaturbegrenzung.

4.2.2.3 Beimischschaltung mit Festbeimischung (Variante 2)

Wenn die Verbrauchertemperatur bei Nennleistung deutlich niedriger als die Erzeugertemperatur sein soll, wird zwischen 3-Wege-Ventil und Pumpe ein gedrosselter Bypass zwischen Vor- und Rücklauf angeordnet (siehe Bild 9).

ANMERKUNG Der Widerstand der Festbeimischstrecke muss dem Widerstand des Mischers bei Solldurchfluss im Durchgangsweg zuzüglich ggf. dem Widerstand der Erzeugerstrecke entsprechen.



Legende

E Erzeuger

V Verbraucherkreis

Δp_v Druckverlust des Regelventils

Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke

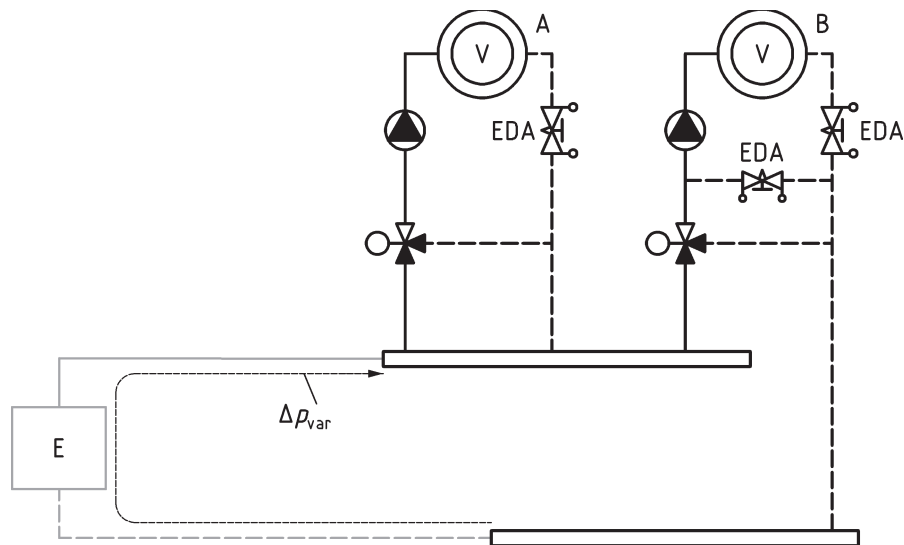
EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 9 — Beimischschaltung mit Festbeimischung (Variante 2)

Typische Anwendung: Fußbodenheizung, wenn mit Erzeuger-Vorlauftemperaturen oberhalb des Sollwertes der Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung zu rechnen ist

4.2.2.4 Kombination aus Variante 1 und Variante 2

Einfachnetz mit parallelen Strömungskreisen (siehe Bild 10).



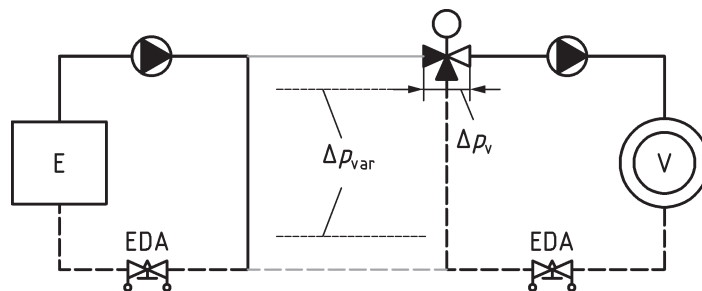
Legende

- A Beimischschaltung z. B. für Heizkörper
- B Beimischschaltung mit Festbeimischung z. B. für Fußbodenheizung
- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 10 — Kombination aus Variante 1 und Variante 2

4.2.2.5 Beimischschaltung mit Entkopplung (Variante 3)

Der Strömungskreis des Erzeugers ist mit einer Pumpe ausgerüstet, die bis zu einer hydraulischen Entkopplung (oder bis zu einem differenzdruckarmen Verteiler/Sammler) fördert (siehe Bild 11).



Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

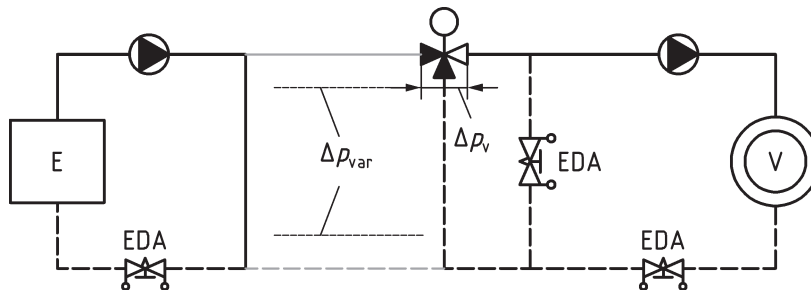
Bild 11 — Beimischschaltung mit Entkopplung (Variante 3)

Anwendung: Heizungsanlagen mit Versorgung durch Standard- oder Niedertemperatur-Kessel. Sämtliche Wärmeverbraucher in Unterzentralen mit hydraulischer Entkopplung.

Hinweis: Bei Auslegung nach der durchflussvariablen Strecke ist die Nennweite des Regelventils bei üblicher Fließgeschwindigkeit größer als die Rohrnennweite. Für das Ventil wird deshalb ein Druckabfall von ca. 3 kPa zugrunde gelegt.

4.2.2.6 Beimischschaltung mit Entkopplung und fester Beimischung (Variante 4)

Der Strömungskreis des Erzeugers ist mit einer Pumpe ausgerüstet, die bis zu einer hydraulischen Entkopplung (oder bis zu einem differenzdruckarmen Verteiler/Sammler) fördert (siehe Bild 12). Wenn die Verbrauchertemperatur bei Nennleistung deutlich niedriger als die Erzeugertemperatur sein soll, wird zwischen Dreiwegventil und Pumpe ein gedrosselter Bypass zwischen Vor- und Rücklauf angeordnet.



Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 12 — Beimischschaltung mit Entkopplung und fester Beimischung (Variante 4)

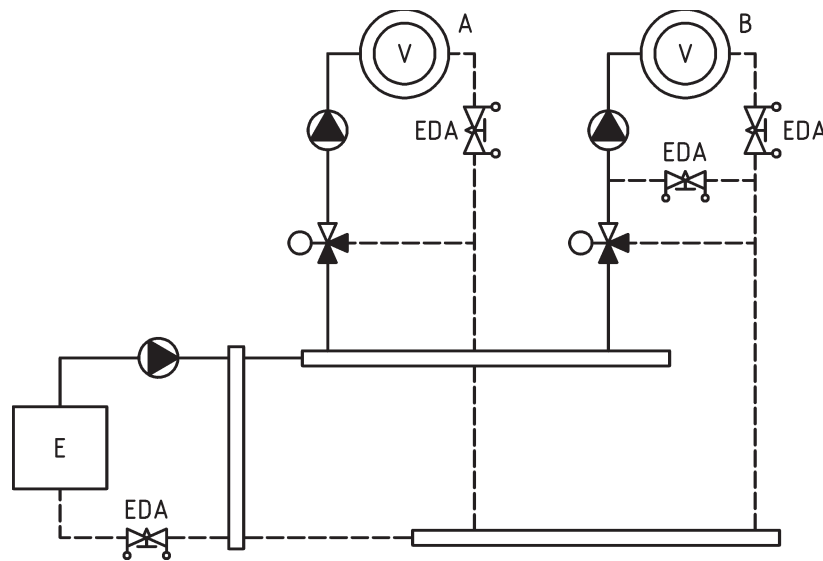
Anwendung: Heizungsanlagen mit Versorgung durch Standard- oder Niedertemperatur-Kessel. Sämtliche Wärmeverbraucher in Unterzentralen mit hydraulischer Entkopplung.

Hinweis: Bei Auslegung nach der durchflussvariablen Strecke ist die Nennweite des Regelventils bei üblicher Fließgeschwindigkeit größer als die Rohrnennweite. Für das Ventil wird deshalb ein Druckabfall von ca. 3 kPa zugrunde gelegt.

Der Widerstand in der Festbeimischstrecke muss dem Widerstand des Mischers bei Solldurchfluss entsprechen.

4.2.2.7 Kombination aus Variante 3 und Variante 4

Einfachnetz mit parallelen Strömungskreisen (siehe Bild 13).



Legende

- A Beimischschaltung, z. B. für Heizkörper
- B Beimischschaltung mit Festbeimischung, z. B. für Fußbodenheizung
- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 13 — Kombination aus Variante 3 und Variante 4

4.2.3 Differenzdruckbehafteter Anschluss

4.2.3.1 Allgemeines

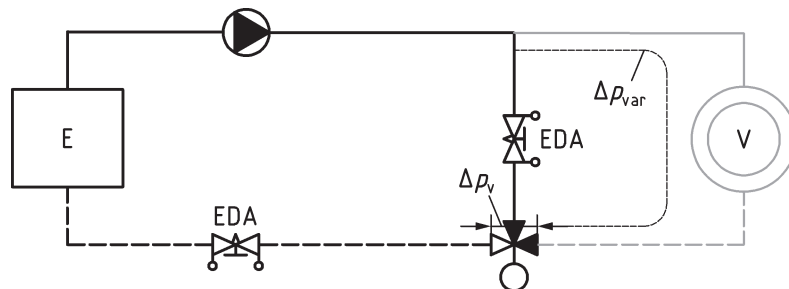
Beim differenzdruckbehafteten Anschluss wird den Verbraucher-Strömungskreisen eine treibende Druckdifferenz (Pumpe im Erzeuger-Strömungskreis) zur Verfügung gestellt.

Es können sämtliche Anschlussarten mit Ausnahme der Beimischschaltung verwendet werden.

Wenn das Vorlaufwasser im Teillastbereich nicht in den Rücklauf strömen darf, muss die Drosselschaltung oder die Einspritzschaltung mit Durchgangventil gewählt werden.

4.2.3.2 Anschlüsse mit 3-Wege-Regelventilen am Differenzdruckbehafteten Anschluss

4.2.3.2.1 Umlenkschaltung mit Differenzdruckbehaftetem Anschluss



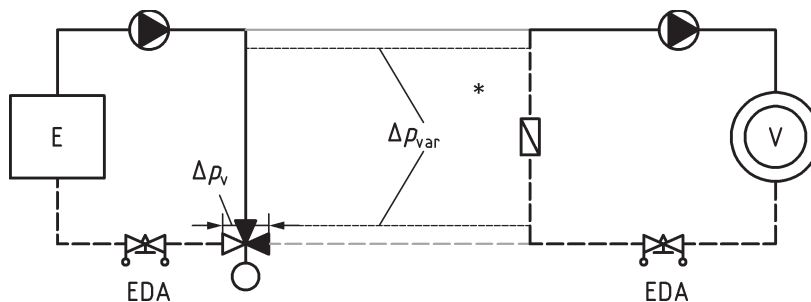
Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 14 — Umlenkschaltung

Anwendung: Luftkühler (kondensierend) mit Versorgung durch Kältemaschinen, die einen konstanten Durchfluss erfordern. Luftnacherhitzer mit Versorgung durch eine Zubringerpumpe.

4.2.3.2.2 Einspritzschaltung mit Differenzdruckbehaftetem Anschluss



Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 15 — Einspritzschaltung mit Differenzdruckbehaftetem Anschluss

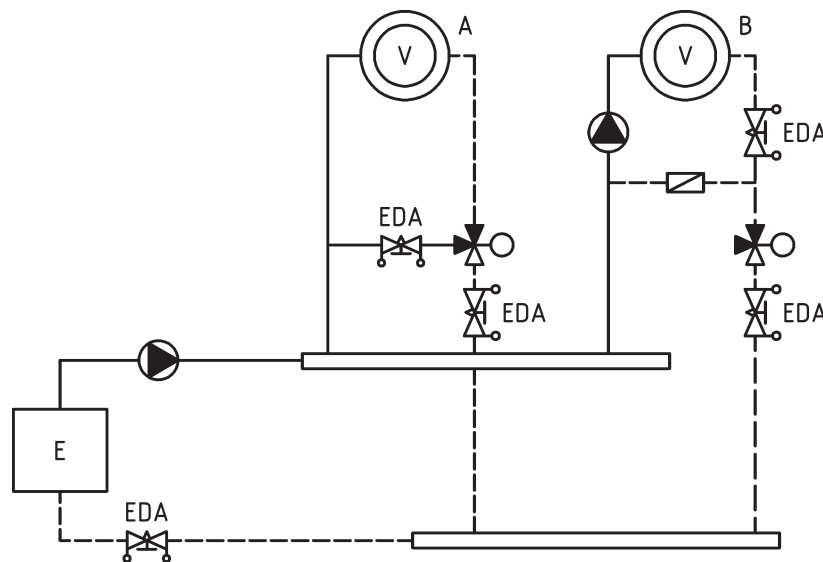
Anwendung: Außenluft-beaufschlagte Lufterhitzer mit Versorgung durch eine Zubringerpumpe. Luftkühler (im Teillastbereich nicht kondensierend) mit Versorgung durch Kältemaschinen, die einen konstanten Durchfluss erfordern.

Hinweis: Der Abstand zwischen beiden Bypassleitungen (siehe * in EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und **Durchflussmessung**) Bild 15) muss mindestens 10 x Rohrdurchmesser, mindestens aber 0,5 m betragen.

Für die Dimensionierung des Regelventils sollte ein Druckabfall von mindestens 3 kPa vorgesehen werden.

4.2.3.2.3 Kombination aus Umlenk- und Einspritzschaltung

Einfachnetz mit parallelen Strömungskreisen (siehe Bild 16).



Legende

A Umlenkschaltung z. B. für Luftkühler
B Einspritzschaltung z. B. für Kühldecke

E Erzeuger

V Verbraucherkreis

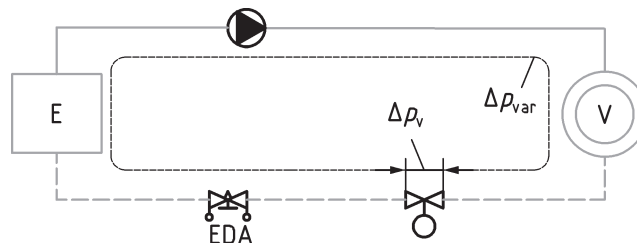
EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 16 — Kombination aus Umlenk- und Einspritzschaltung

Hinweis: Werden Einspritzschaltungen gemeinsam mit Umlenkschaltungen eingesetzt ist für die Dimensionierung des Einspritzventils die Anschlussdruckdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf am Ventil zugrunde zu legen.

4.2.3.3 Anschlüsse mit 2-Wege-Regelventilen am Differenzdruckbehafteten Anschluss

4.2.3.3.1 Drosselschaltung (statischer Abgleich)



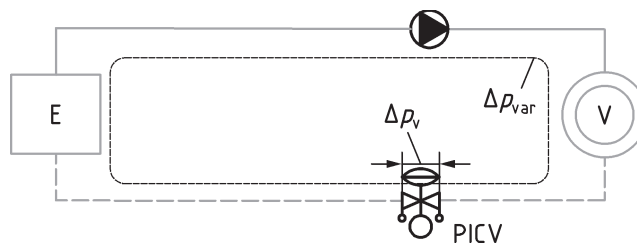
Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 17 — Drosselschaltung (statischer Abgleich)

Anwendung: Verbraucher, deren Leistung mit der Veränderung des Durchflusses eingestellt wird z. B. Trinkwassererwärmer (TWE).

4.2.3.3.2 Drosselschaltung (dynamischer Abgleich mit PICV)

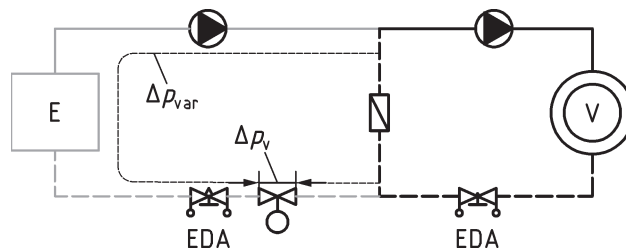


Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- PICV Druck-unabhängiges Regelventil

Bild 18 — Drosselschaltung (dynamischer Abgleich)

4.2.3.3.3 Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil (statischer Abgleich)



Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlust der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)

Bild 19 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil (statischer Abgleich)

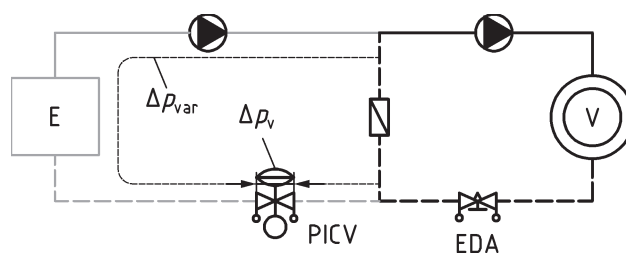
Anwendung: Verbraucher, die mit variabler Temperatur versorgt werden müssen, z. B. Heizungsanlagen und Außenluft-beaufschlagte Lufterhitzer. Diese Schaltung kommt dort zum Einsatz, wo primäre Versorgungspumpen eingesetzt werden, z. B. bei Versorgung durch Fernheizung oder Brennwertkessel mit der Forderung nach tiefen Rücklauftemperaturen bei variabler primärer Wassermenge.

Hinweis: Um zu vermeiden, dass bei geöffnetem Regelventil eine Kurzschlussströmung von Primärvorlauf zu Primärrücklauf auftritt, wird der Einbau eines Rückflussverhinderers in der Bypassleitung empfohlen.

Über eine Differenzdruck-Erfassung am Schlechtpunkt sollte die Primärpumpe geregelt werden.

Die Sekundärseite wird mit Hilfe des Abgleichventiles in seiner Durchflussmenge auf die Nennbedingungen eingestellt, damit die Entnahmeleistung auch der zugeführten Leistung entspricht.

4.2.3.3.4 Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil (dynamischer Abgleich im Erzeugerkreis)



Legende

- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- Δp_v Druckverlust des Regelventils
- Δp_{var} Druckverlusts der durchflussvariablen Strecke
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)
- PICV Druck-unabhängiges Regelventil

Bild 20 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil

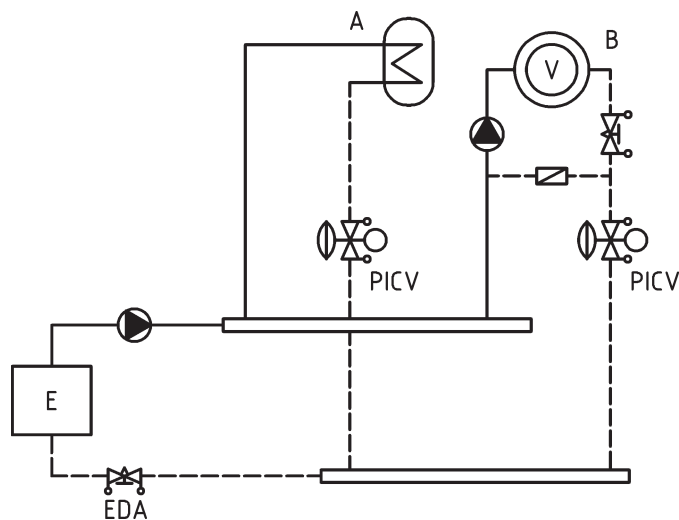
Anwendung: Verbraucher, die mit variabler Temperatur versorgt werden müssen, z. B. Heizungsanlagen und Außenluft-beaufschlagte Lufterhitzer. Diese Schaltung kommt dort zum Einsatz, wo primäre Versorgungspumpen eingesetzt werden, z. B. bei Versorgung durch Fernheizung oder Brennwertkessel mit der Forderung nach tiefen Rücklauftemperaturen bei variabler primärer Wassermenge.

pen eingesetzt werden, z. B. bei Versorgung durch Fernheizung oder Brennwertkessel mit der Forderung nach tiefen Rücklauftemperaturen bei variabler primärer Wassermenge.

Hinweise: Um zu vermeiden, dass bei geöffnetem Regelventil eine Kurzschlussströmung von Primärvorlauf zu Primärrücklauf auftritt, wird der Einbau eines Rückflussverhinderers in der Bypassleitung empfohlen. Über eine Differenzdruck-Erfassung am Schlechtpunkt sollte die Primärpumpe geregelt werden. Durch das PICV-/PIBCV-Ventil ist die primäre Seite druckunabhängig, d. h. wenn sich durch die Mengenänderungen die Differenzdruckverhältnisse ändern bleibt die Regelgruppe unbeeinflusst.

Die Sekundärseite wird mit Hilfe des Abgleichventiles in seiner Durchflussmenge auf die Nennbedingungen eingestellt, damit die Entnahmeleistung auch der zugeführten Leistung entspricht.

4.2.3.3.5 Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung (statischer Abgleich)

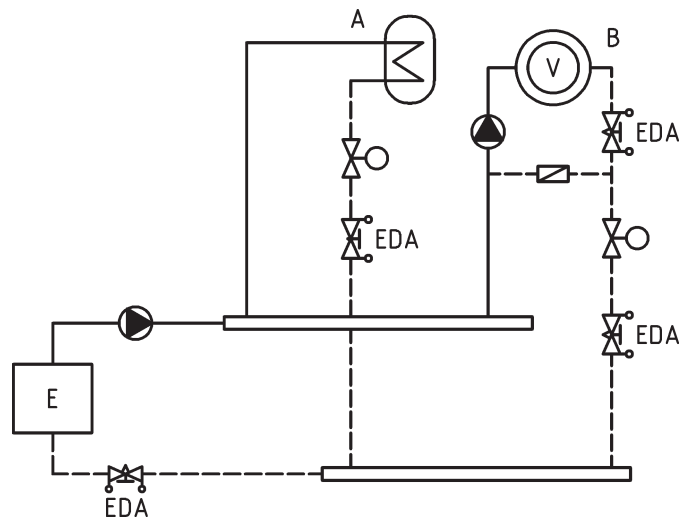


Legende

- A TWE mit Drosselschaltung
- B Heizgruppe mit Einspritzschaltung
- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)
- PICV Druck-unabhängiges Regelventil

Bild 21 — Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung

4.2.3.3.6 Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung (dynamischer Abgleich)



Legende

- A TWE mit Drosselschaltung
- B Heizgruppe mit Einspritzschaltung
- E Erzeuger
- V Verbraucherkreis
- EDA Einstell-/Diagnose-Armatur (zur Mengenbegrenzung und Durchflussmessung)
- PICV Druck-unabhängiges Regelventil

Bild 22 — Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung

4.2.4 Matrix zur Auswahl und Dimensionierung der Anschlussarten (Hydraulische Grundsaltungen) für die verschiedenen Verbraucher

Für die Dimensionierung ist der Druckabfall der Regelarmatur zu definieren:

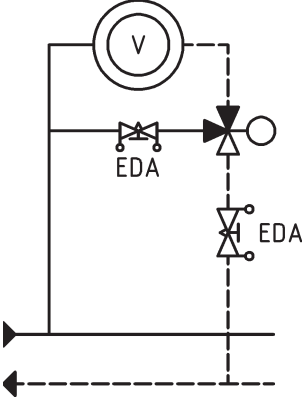
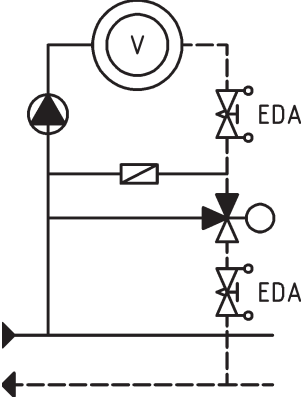
Der Druckabfall Δp_v der geöffneten Regelarmatur muss bei Nenn-Durchfluss mindestens so groß sein wie der Druckabfall der durchflussvariablen Strecke Δp_{var} .

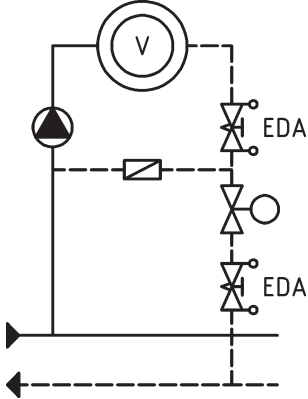
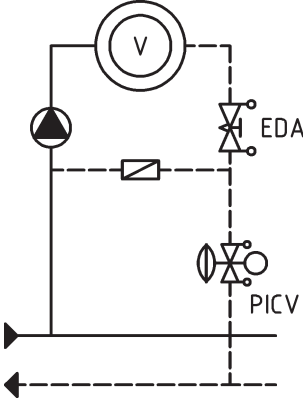
Bei der durchflussvariablen Strecke ist der Durchfluss je nach Ventilstellung unterschiedlich.

4.2.4.1 Differenzdruckloser Anschluss

	Beimischschaltung	Beimischschaltung mit Fest-Beimischung
Bevorzugter Einsatz der Schaltung	Heizkörpersysteme	Fußbodenheizungen, Niedertemperatursysteme mit hohen Primär-Vorlauftemperaturen
Wassermengenverteilung	primärseitig: variabel sekundärseitig: konstant	
Vorteil der Schaltung	Beim Einsatz auf druckarmen oder -freien Verteilern ist die Autorität des Regelventils nahezu 1, d. h. gute Regelfähigkeit (bei Auslegung 3 kPa)	
Systemvoraussetzung	Temperatur primär und sekundär muss annähernd gleich sein	Nur bedingt einsetzbar bei primärseitig gleitender VL-Temperatur
	Beim Einsatz auf druckbehafteten Verteilern muss vor dem Regelventil ein Bypass eingebaut werden, um den Differenzdruck abzubauen. Über eine Einstell-/Drosselarmatur im Primärrücklauf wird die Sekundärwassermenge eingestellt.	
Hydraulische Einregulierung	Bei voll geöffnetem Mischventil wird die Kreiswassermenge durch die Einstell-/Drosselarmatur gemäß Berechnung eingestellt und ggf. gemessen. Die Pumpe wird auf die erforderliche Kennlinie eingestellt	Mischventil und Einstell-/Drosselarmatur (EDA1) im Bypass voll öffnen. Mit Hilfe des EDA2 die Sekundärwassermenge einstellen. Wassermenge ($V_{\text{sekundär}} - V_{\text{primär}}$) im Bypass (EDA1) einstellen.

4.2.4.2 Differenzdruckbehafteter Anschluss

	Umlenkschaltung 	Einspritzschaltung mit 3-Wege-Regelventil 
Bevorzugter Einsatz der Schaltung	Luftheizregister, Kühlregister, Kühldecken, Zonenregelung	Heizkörpersysteme, Fußboden-heizung, Luft- und Vorheizregister, Niedertemperaturheizung
Wassermengenverteilung	primärseitig: konstant sekundärseitig: variabel	primärseitig: konstant sekundärseitig: konstant
	Temperatur beim Verbraucher variabel	
Vorteil der Schaltung	Primär konstanter Durchfluss. Keine Drehzahlregelung der Pumpe notwendig. Autorität des Regelventils nur von der Last abhängig.	Keine Totzeit beim Verbraucher. Autorität nahezu 1, da kaum Widerstand in der variablen Strecke. Unterschiedliche Primär- und Sekundärtemperaturen möglich.
Systemvoraussetzung	Durchflüsse für den Bypass und Verbraucherkreis müssen korrekt eingestellt werden, um eine optimale Regelfunktion zu erhalten. Widerstand im Bypass muss gleich dem des Verbrauchers sein.	Zur Dimensionierung des Regelventils muss der anstehende Diff.-Druck bekannt sein (min. 3 kPa). Nicht einsetzbar bei Anlagen mit Forderung nach niedriger RL-Temperatur, da eine permanente RL-Anhebung stattfindet.
Hydraulische Einregulierung	Regelventil auf Durchgang stellen (A/AB). Gewünschten Durchfluss über das Regulierventil im VL einstellen. Überprüfung durch Messung: Ist Durchfluss erreicht, Regelventil auf internen Kreis (B/AB) umstellen. Über Ventil im Bypass den Widerstand des Verbrauchers einstellen. Der entsprechende Durchfluss kann über das Summenventil im VL gemessen werden.	Primär- und Sekundärpumpe in Betrieb nehmen. Tor A/AB am Regelventil schließen. Bypass des Regelventils ist geöffnet. Durch Messung des Durchflusses über das Regulierventil im Sekundärkreis die Sekundärpumpe auf den gewünschten Betriebspunkt einstellen. Regelventil auf Durchgang stellen (Öffnen A/AB) und durch Messung den gewünschten Durchfluss des Primärkreises über das Regulierventil einstellen oder – wenn möglich – den Betriebspunkt der Primärpumpe einstellen.

	Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil 	Einspritzschaltung mit Druck-unabhängigem Regelventil 
Bevorzugter Einsatz der Schaltung	Heizkörpersysteme, Luftheizregister, Fußbodenheizung, Brennwerttechnik, Fernheizung	Heizkörpersysteme, Luftheizregister, Fußbodenheizung, Brennwerttechnik, Fernheizung
Wassermengenverteilung	primärseitig: variabel sekundärseitig: konstant Temperatur beim Verbraucher variabel	primärseitig: variabel sekundärseitig: konstant Temperatur beim Verbraucher variabel
Vorteil der Schaltung	Keine RL-Temp. Anhebung. Unterschiedliche Primär- und Sekundärtemperaturen möglich.	Keine RL-Temp. Anhebung. Unterschiedliche Primär- und Sekundärtemperaturen möglich; vereinfachte Auslegung des Regelventils nur nach Durchflussmenge
Systemvoraussetzung	Zur Dimensionierung des Regelventils muss der anstehende Diff.-Druck bekannt sein. Bei Vorheizregistern besteht bei langer Primär-Rohrleitung Einfriergefahr.	Der Mindest-Differenzdruck des Regelventils muss beachtet werden; Bei Vorheizregistern besteht bei langer Primär-Rohrleitung Einfriergefahr.
Hydraulische Einregulierung	— Schließen des Regelventils — Einstellen des Sekundär-Durch-flusses über die Sekundärpumpe — Messung des Sekundärdurchflusses und Pumpe auf Betriebspunkt einstellen (wenn regelbare Pumpe) — Ist die Pumpe nicht regelbar, wird der Durchfluss über das Regulierventil im Sekundärkreis gemessen und eingestellt — Danach Regelventil öffnen und den Durchfluss im Primärkreis einstellen (Messung des Durchflusses über Regulierventil im Primärkreis)	— Schließen des Regelventils — Einstellen des Sekundär-Durch-flusses über die Sekundärpumpe — Messung des Sekundärdurchflusses und Pumpe auf Betriebspunkt einstellen (wenn regelbare Pumpe) — Ist die Pumpe nicht regelbar, wird der Durchfluss über das Regulierventil im Sekundärkreis gemessen und eingestellt — Durchfluss im Primärkreis am Regelventil PICV einstellen

4.3 Einfachnetze

4.3.1 Allgemeines

Unter Einfachnetzen im Sinne dieser Norm werden Systeme verstanden, bei denen sich die Verbraucher und Erzeuger in einem Kreis befinden.

Die nachfolgend gezeigten Einfachnetze können jeweils mit den in 4.2 enthaltenen Grundsaltungen kombiniert werden.

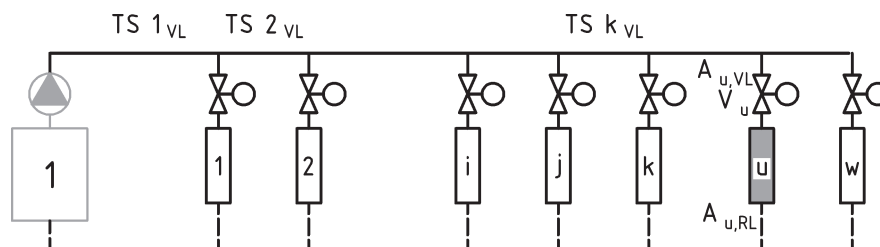
Der unter 4.3.5 dargestellte Kreis n soll verdeutlichen, dass die in den Kreisen 1 und 2 dargestellten einzelnen Verbraucher auch jeweils eine Verbrauchergruppe darstellen können, die wie ein einzelner Verbraucher durch einen Auslegungsmassenstrom und eine Auslegungsdruckdifferenz definiert sind. Dieser Gedankengang ließe sich prinzipiell auf alle dargestellten Netze übertragen.

In den nachfolgenden Beschreibungen bedeuten:

Δp_{ges}	Gesamtdruckabfall
$\Delta p_{\text{TS},i,\text{VL}}$	Druckabfall der Vorlauf-Teilstrecke des Verbrauchers i
$\Delta p_{\text{A},i,\text{VL}}$	Druckabfall der Vorlauf-Anschluss-Teilstrecke des Verbrauchers i
$\Delta p_{\text{A},i,\text{RL}}$	Druckabfall der Rücklauf-Anschluss-Teilstrecke des Verbrauchers i
$\Delta p_{\text{TS},i,\text{RL}}$	Druckabfall der Rücklauf-Teilstrecke des Verbrauchers i
Δp_{S}	Gesamtdruckabfall aller sonstigen Einbauten, wie z. B. Wärmeerzeuger, Wärmezähler, Regelarmaturen usw.
$\Delta p_{\text{TS,WE,VL}}$	Druckabfall der Vorlauf-Teilstrecke des Wärmeerzeugers
$\Delta p_{\text{TS,WE,RL}}$	Druckabfall der Rücklauf-Teilstrecke des Wärmeerzeugers
$\Delta p_{\text{V},i,\text{VL}}$	Druckabfall der Regelarmatur im Vorlauf des Verbrauchers i
$\Delta p_{\text{V},i,\text{RL}}$	Druckabfall der Regelarmatur im Rücklauf des Verbrauchers i
$\Delta p_{\text{HK},i}$	Druckabfall des Flächenheizkreises i

4.3.2 Zweirohranschluss in Normalverlegung

Bei Zweirohranschluss in Normalverlegung entstehen in den Verteilkreisen ausgeprägte Unterschiede der Differenzdrücke an den Übergabestellen.



Legende

1 Wärmeerzeuger

Bild 23 — Anlagenschema 1: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher in Normalverlegung

Hervorgehoben sind der ungünstigste Verbraucher u , dazu gehörig seine Anbindung $A_{u,\text{VL}}$ im Vorlauf, $A_{u,\text{RL}}$ im Rücklauf und die auszulegende Regelarmatur V_u ; davor sind k Verbraucher und danach ein weiterer, verlustärmer angebundener Verbraucher w .

Im Auslegungsfall wird der Druckabfall aller zusammengefassten Teilstrecken i von 1 bis k mit

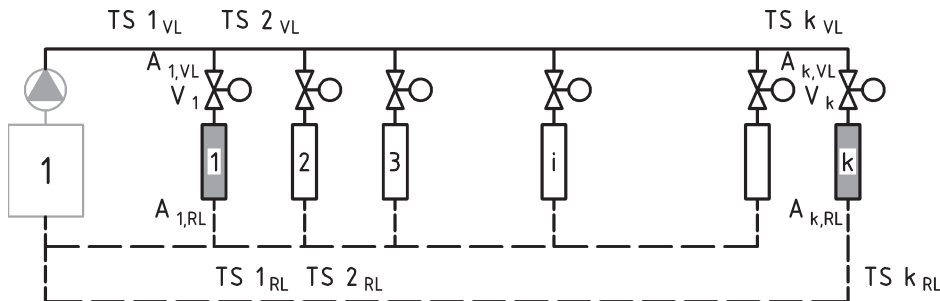
$$\sum_{i=1}^k \Delta p_i$$

und der Gesamtdruckabfall im Verteilkreis wie folgt berechnet:

$$\Delta p_{\text{ges}} = \sum_{i=1}^k \Delta p_{\text{TS},i,\text{VL}} + \Delta p_{\text{A},i,\text{VL}} + \Delta p_{\text{V},i} + \Delta p_{\text{A},i,\text{RL}} + \Delta p_{\text{TS},i,\text{RL}} + \Delta p_{\text{S}}$$

wobei Δp_S den Gesamtdruckabfall aller sonstigen Einbauten, wie z. B. Wärmeerzeuger, Wärmemengenzähler usw., zusammenfasst.

4.3.3 Zweirohranschluss in Tichelmannverlegung



Legende

1 Wärmeerzeuger

Bild 24 — Anlagenschema 2: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher in Verlegung nach Tichelmann

Bei Zweirohranschluss nach Tichelmann ist der Gesamtdruckabfall auf allen Strömungswegen durch die Übergabestellen i annähernd gleich. Dennoch kann der Druckabfall an den Übergabestellen mit dem der Anschlussleitungen $A_{i,VL}$ und $A_{i,RL}$, den Festwiderständen und der Regelarmatur V_i unterschiedlich sein, wenn die Druckgefälle in den Vor- und Rücklauf-Anschlussleitungen $A_{i,VL}$ und $A_{i,RL}$ voneinander abweichen. Weiter ist zu beachten, dass im Unterschied zum Normalanschluss die Teilstrecken TS_i im Vor- und Rücklauf wegen der verschiedenen Wasserströme getrennt betrachtet werden müssen.

Der Schlechtpunkt kann sich an einer beliebigen Übergabestelle i befinden.

Im Auslegungsfall ist für die Annahme, dass sich der ungünstigste Verbraucher bei $i = 1$ befindet, der Druckabfall der Vorlaufstrecke $TS_{1,VL}$ mit den Anschlussstrecken $A_{1,VL}$ und $A_{1,RL}$ summiert zu $\Delta p_{1,VL}$

$$\Delta p_{1,VL} = \Delta p_{TS1,VL} + \Delta p_{A1,VL} + \Delta p_{V1} + \Delta p_{A1,RL} + \Delta p_S$$

und im Rücklauf von $TS_{1,RL}$ bis $TS_{k,RL}$, also k Strecken:

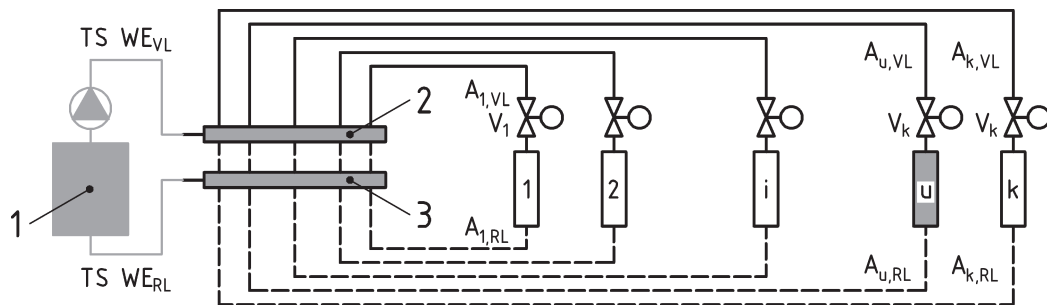
$$\Delta p_{1,RL} = \sum_{i=1}^k \Delta p_{i,RL}$$

Der Gesamtdruckabfall ist:

$$\Delta p_{ges} = \Delta p_{1,VL} + \sum_{i=1}^k \Delta p_{i,RL}$$

wobei Δp_S den Gesamtdruckabfall aller sonstigen Einbauten, wie z. B. Wärmeerzeuger, Wärmemengenzähler usw., zusammenfasst.

4.3.4 Zweirohranschluss in Sternverlegung



Legende

- 1 Wärmeerzeuger
- 2 Vorlauf-Verteiler
- 3 Rücklauf-Sammler

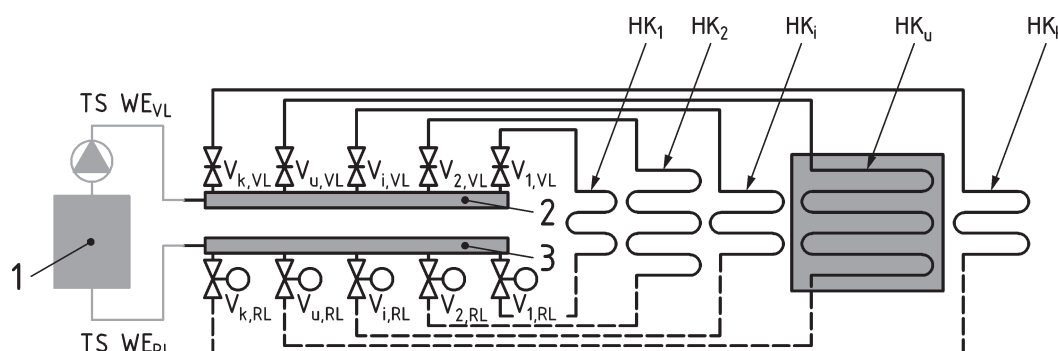
Bild 25 — Anlagenschema 3: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher (z. B. Heizkörper) in Sternverlegung

Bei Sternverlegung ist der Gesamtdruckabfall auf allen Strömungswegen durch die Übergabestellen i gleich. Dennoch kann der Druckabfall an den Übergabestellen mit dem der Anschlussleitungen, den Festwiderständen und der Regelarmatur V_i unterschiedlich sein, wenn die Druckgefälle in den Vor- und Rücklauf-Anschlussleitungen $A_{i,VL}$ und $A_{i,RL}$ voneinander abweichen. Der ungünstigste Verbraucher liegt bei der Übergabestelle u , weil beispielsweise deren Druckgefälle in den Vor- und Rücklauf-Anschlussleitungen $A_{u,VL}$ und $A_{u,RL}$ höher sind, als die aller anderen Übergabestellen.

Im Auslegungsfall A wird der Druckabfall der Teilstrecken $TS WE_{VL}$, $A_{u,VL}$, $A_{u,RL}$ und $TS WE_{RL}$ summiert zum Gesamtdruckabfall im Verteilkreis wie folgt:

$$\Delta p_{ges} = \Delta p_{TS,WE,VL} + \Delta p_{A,i,VL} + \Delta p_{V,i} + \Delta p_{A,i,RL} + \Delta p_{TS,WE,RL} + \Delta p_s$$

Eine Besonderheit der Sternverlegung stellt der Anschluss von Flächenheiz- bzw. -kühlkreisen dar, da bei diesen die Rohrlänge das Druckgefälle der Übergabestelle bestimmt.



Legende

- 1 Wärmeerzeuger
- 2 Vorlauf-Verteiler
- 3 Rücklauf-Sammler

Bild 26 — Anlagenschema 4: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher (z. B. Flächenheizkreise) in Sternverlegung