

# E DIN 94679-1:2022-10 (D)

Erscheinungsdatum: 2022-09-02

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

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen .....	10
3 Begriffe .....	10
4 Grundsaltungen, Hydraulische Netze und deren Berechnung.....	20
4.1 Allgemeines.....	20
4.2 Grundsaltungen, Kopplung von Erzeuger und Verbraucher .....	23
4.2.1 Allgemeines.....	23
4.2.2 Differenzdruckloser oder -armer Anschluss.....	23
4.2.3 Differenzdruckbehafteter Anschluss.....	26
4.2.4 Matrix zur Auswahl und Dimensionierung der Anschlussarten (Hydraulische Grundsaltungen) für die verschiedenen Verbraucher.....	32
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).....	38
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.....	40
4.4.3 Mehrfachnetz aus mehreren Erzeuger- und mehreren Verbraucherkreisen .....	41
4.4.4 Mehrfachnetz aus einem Wärme-Erzeugerkreis, einem Kälte-Erzeugerkreis und einem Verbraucherkreis (2-Leiter-System) .....	42
4.4.5 Mehrfachnetz aus einem Wärme-Erzeugerkreis, einem Kälte-Erzeugerkreis und einem Verbraucherkreis (3-Leiter-System) .....	42
4.4.6 Mehrfachnetz aus einem Wärme-Erzeugerkreis, einem Kälte-Erzeugerkreis und einem Verbraucherkreis (4-Leiter-System) .....	43
4.5 Hydraulische Entkopplung.....	43
5 Komponenten zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs.....	44
5.1 Armaturen .....	44
5.1.1 Rücklaufverschraubung.....	44
5.1.2 Strangreguliertventil.....	44
5.1.3 Überströmventil .....	44
5.1.4 Differenzdruckregler .....	44
5.1.5 Durchflussregler/Volumenstromregler .....	45
5.1.6 Druckunabhängige Regelventile (PICV oder PIBCV) .....	45
5.1.7 Adaptive Regelventile .....	45
5.1.8 Thermostatventile .....	45
5.1.9 Rücklauftemperaturregler.....	46
5.2 Umwälzpumpen .....	47
5.3 Hydraulische Weiche (hydraulischer Entkoppler) .....	50

5.4	Druckhaltung.....	50
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.....		80
C.1	Statischer hydraulischer Abgleich einer Neuanlage in Anlehnung an 4.3.2 .....	80
C.1.1	Randbedingungen und Vorbetrachtungen .....	80
C.1.2	Bemessung Verteilsystem und Bestimmung Schlechtpunkt.....	83
C.1.3	Bestimmen der Abgleichwiderstände und Durchführen des Abgleichs.....	89
C.2	Dynamischer hydraulischer Abgleich einer Neuanlage in Anlehnung an 4.3.2 (unter Verwendung druckunabhängiger Regelventile).....	94
C.2.1	Allgemeines.....	94
C.2.2	Randbedingungen und Vorbetrachtungen: .....	94
C.2.3	Bemessung Verteilsystem und Bestimmung Schlechtpunkt.....	94
C.2.4	Bestimmen der Einstellwerte und Durchführen des Abgleichs .....	94
C.3	Neuanlage eines Einfachnetzes in Sternverteilung nach 4.3.4 .....	96
C.3.1	Randbedingungen und Vorbetrachtungen .....	96
C.3.2	Bemessung Verteilsystem .....	97
C.3.3	Bestimmen der Einstellwerte und Durchführen des Abgleichs .....	98
C.4	Neuanlage eines Mehrfachnetzes aus mehreren Erzeuger- und mehreren Verbraucherkreisen nach 4.4.3 .....	109
C.4.1	Randbedingungen und Vorbetrachtungen .....	109
C.4.2	Bemessung Verteilsystem .....	112
C.4.3	Bestimmen der Einstellwerte für die Durchführung des Abgleichs .....	116
Anhang D (informativ) Bestimmung des Zeta-Wertes von Wärmeerzeugern .....		119
D.1	Definition des Widerstandsbeiwerts $\zeta$ .....	119
D.2	Widerstandsbeiwert $\zeta$ eines Wärmeerzeugers .....	119
D.3	Berechnungsbeispiel für den $\zeta$ -Wert eines Wärmeerzeugers.....	121
Literaturhinweise .....		123

## Bilder

Bild 1	— Darstellung des $K_{vr}$ -Wertes .....	14
Bild 2	— Lineare und gleichprozentige Kennliniengrundform .....	16
Bild 3	— Betriebskennlinien bei einem Regelventil mit linearer Grundkennlinie.....	17

<b>Bild 4 — Betriebskennlinien bei einem Regelventil mit gleichprozentiger Grundkennlinie (herstellerspezifisch) .....</b>	<b>17</b>
<b>Bild 5 — Betriebskennlinien von 3-Wege-Regelventilen (Mischbetrieb) .....</b>	<b>18</b>
<b>Bild 6 — Auslegungs-Regeldifferenz bei Heizkörper-Thermostatventilen .....</b>	<b>19</b>
<b>Bild 7 — Druckunabhängiges Regelventil (links) und Differenzdruckregler zur Konstanthaltung des Differenzdrucks über das kombinierte Einregulier- und Regelventil (rechts) .....</b>	<b>20</b>
<b>Bild 8 — Beimischschaltung (Variante 1) .....</b>	<b>23</b>
<b>Bild 9 — Beimischschaltung mit Festbeimischung (Variante 2) .....</b>	<b>24</b>
<b>Bild 10 — Kombination aus Variante 1 und Variante 2.....</b>	<b>25</b>
<b>Bild 11 — Beimischschaltung mit Entkopplung (Variante 3).....</b>	<b>25</b>
<b>Bild 12 — Beimischschaltung mit Entkopplung und fester Beimischung (Variante 4) .....</b>	<b>26</b>
<b>Bild 13 — Kombination aus Variante 3 und Variante 4.....</b>	<b>26</b>
<b>Bild 14 — Umlenkschaltung .....</b>	<b>27</b>
<b>Bild 15 — Einspritzschaltung mit Differenzdruckbehaftetem Anschluss .....</b>	<b>27</b>
<b>Bild 16 — Kombination aus Umlenk- und Einspritzschaltung.....</b>	<b>28</b>
<b>Bild 17 — Drosselschaltung (statischer Abgleich).....</b>	<b>29</b>
<b>Bild 18 — Drosselschaltung (dynamischer Abgleich).....</b>	<b>29</b>
<b>Bild 19 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil (statischer Abgleich).....</b>	<b>29</b>
<b>Bild 20 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil.....</b>	<b>30</b>
<b>Bild 21 — Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung.....</b>	<b>31</b>
<b>Bild 22 — Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung.....</b>	<b>31</b>
<b>Bild 23 — Anlagenschema 1: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher in Normalverlegung.....</b>	<b>35</b>
<b>Bild 24 — Anlagenschema 2: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher in Verlegung nach Tichelmann.....</b>	<b>36</b>
<b>Bild 25 — Anlagenschema 3: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher (z. B. Heizkörper) in Sternverlegung .....</b>	<b>37</b>
<b>Bild 26 — Anlagenschema 4: 1 Erzeuger, 1 Pumpe, mehrere parallele Verbraucher (z. B. Flächenheizkreise) in Sternverlegung .....</b>	<b>38</b>
<b>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 .....</b>	<b>39</b>

<b>Bild 28</b> — 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.....	<b>39</b>
<b>Bild 29</b> — Anlagenschema 7: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Ladepumpe, hydraulische Entkopplung, 1 Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung.....	<b>40</b>
<b>Bild 30</b> — Anlagenschema 8: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Ladepumpe, hydraulische Entkopplung, 2 Verbraucherpumpen, 2 parallele Verbraucherkreise, beide mit parallel angeordneten Verbrauchern in Normalverlegung.....	<b>41</b>
<b>Bild 31</b> — Anlagenschema 9: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung, angeschlossen über Differenzdruck-entlastete Ventile (PICV) .....	<b>42</b>
<b>Bild 32</b> — Anlagenschema 10: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung, jeweils 2-fach angeschlossen über Differenzdruck-entlastete Ventile (PICV) .....	<b>42</b>
<b>Bild 33</b> — Anlagenschema 11: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis (4-Leiter), parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung .....	<b>43</b>
<b>Bild 34</b> — Pumpenkennlinie einer einstufigen Pumpe .....	<b>47</b>
<b>Bild 35</b> — Pumpenkennlinie einer einstufigen Pumpe mit stufenloser Drehzahleinstellung.....	<b>48</b>
<b>Bild 36</b> — Pumpenkennlinien einer einstellbaren Pumpe .....	<b>48</b>
<b>Bild 37</b> — Regel-Kennlinien für Konstant-Druck und Proportional-Druck.....	<b>50</b>
<b>Bild 38</b> — Schematische Darstellung der Druckverhältnisse in einem hydraulischen Kreis .....	<b>50</b>
<b>Bild 39</b> — Ablaufschema Hydraulischer Abgleich bei Zweirohrsystemen.....	<b>56</b>
<b>Bild 40</b> — Strukturierung des Rohrsystems durch Zusammenfassung einzelner paralleler Verbraucherkreise zu Einheiten .....	<b>61</b>
<b>Bild 41</b> — Strukturierung des Rohrsystems durch Zusammenfassung von Einheiten aus einzelnen parallelen Verbraucherkreisen zu einer Gesamteinheit.....	<b>62</b>
<b>Bild 42</b> — Ablaufschema Thermischer Abgleich .....	<b>66</b>
<b>Bild 43</b> — Unterprogramm Messung/Auswertung thermischer Abgleichverfahren .....	<b>67</b>
<b>Bild C.1</b> — Übersichtsdarstellung einer Heizanlage für das Beispiel C1.....	<b>81</b>
<b>Bild C.2</b> — Schematische Darstellung der Heizanlage nach Bild C.1 .....	<b>81</b>
<b>Bild C.3</b> — Druckverlustdiagramm eines einstellbaren Thermostatventils .....	<b>90</b>
<b>Bild C.4</b> — Ermittlung der Einstellwerte der Ventilvoreinstellungen .....	<b>93</b>
<b>Bild C.5</b> — Übersichtsdarstellung einer Heizanlage für das Beispiel C3.....	<b>97</b>
<b>Bild C.6</b> — Schematische Darstellung der Heizanlage nach Bild C.3 .....	<b>97</b>

Bild C.7 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Rücklaufsammler (aus Herstellerunterlagen) .....	99
Bild C.8 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Vorlaufverteiler (aus Herstellerunterlagen) .....	100
Bild C.9 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Rücklaufsammler (aus Herstellerunterlagen) .....	104
Bild C.10 — Diagramm zur Ermittlung der Differenzdrücke am Vorlaufverteiler (aus Herstellerunterlagen) .....	105
Bild C.11 — Hydraulische Schaltung des zu berechnenden Verteilsystems .....	110
Bild D.1 — Überlagerung der Kennlinien gleicher Drehzahl im Pumpendiagramm (beispielhafte Darstellung) .....	120
Bild D.2 — Druckdiagramm über den Wärmeerzeuger (vereinfacht) .....	121
Bild D.3 — Betriebspunkte und Anlagenkennlinien mit/ohne Berücksichtigung des Wärmeerzeugers (beispielhafte Darstellung) .....	121
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 — Übersicht hydraulische Grundschaltungen .....	21
Tabelle 2 — Übersicht über Verfahren des Abgleichs von Anlagenbereichen .....	51
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/m <sup>3</sup> , dynamische Viskosität: 547,08 · 10 <sup>-6</sup> kg · m <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> ) .....	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/m <sup>3</sup> , dynamische Viskosität: 547,08 · 10 <sup>-6</sup> kg · m <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> ) .....	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/m <sup>3</sup> , dynamische Viskosität: 547,08 · 10 <sup>-6</sup> kg · m <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> ) .....	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 .....	84
Tabelle C.3 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 1 bis Heizkörper 1.2 und zurück bei Auslegung .....	84

<b>Tabelle C.4 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 1 bis Heizkörper 1.1 und zurück bei Auslegung.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabelle C.5 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 2 bis Heizkörper 2.3 und zurück bei Auslegung.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabelle C.6 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 2 bis Heizkörper 2.2 und zurück bei Auslegung.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabelle C.7 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 2 bis Heizkörper 2.1 und zurück bei Auslegung.....</b>	<b>87</b>
<b>Tabelle C.8 — Widerstandsbeiwerte der in den Tabelle C.2 bis Tabelle C.8 berücksichtigten Einzelwiderstände.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabelle C.9 — Einstellwerte Ventilvoreinstellungen .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabelle C.10 — Auslegungsdaten der Heizkörper im Auslegungsfall.....</b>	<b>95</b>
<b>Tabelle C.11 — Auslegungsdaten Flächenheizung (aus Herstellerdaten) .....</b>	<b>96</b>
<b>Tabelle C.12 — Widerstandsbeiwerte der Einzelwiderstände des Verteilsystems nach Beispiel C3.....</b>	<b>98</b>
<b>Tabelle C.13 — Einstellwerte Ventile am Vorlaufverteiler .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabelle C.14 — Druckabfall der Teilstrecken bei Auslegung .....</b>	<b>102</b>
<b>Tabelle C.15 — Einstellwerte Durchflussmengenanzeiger am Vorlaufverteiler .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabelle C.16 — Druckabfall der Teilstrecken bei Auslegung .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabelle C.17 — Einstellwerte Regelventile (PICV) am Vorlaufverteiler .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabelle C.18 — Druckabfall der Teilstrecken bei Auslegung .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabelle C.19 — Grunddaten Beispielanlage .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabelle C.20 — Volumenströme der Umwälzpumpen.....</b>	<b>112</b>
<b>Tabelle C.21 — Ermittlung der System-Rücklauf­temperatur.....</b>	<b>112</b>
<b>Tabelle C.22 — Ermittlung des Druckgefälles der Teilstrecken.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabelle C.23 — Nebenrechnungen zur Ermittlung der Differenzdrücke für Heizkreise.....</b>	<b>115</b>
<b>Tabelle C.24 — Ermittlung der Förderhöhen der Umwälzpumpen.....</b>	<b>116</b>
<b>Tabelle C.25 — Korrektur der Förderhöhen der Umwälzpumpen.....</b>	<b>117</b>
<b>Tabelle C.26 — Einstellwerte der druckunabhängigen Regelventile PICV .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabelle C.27 — Einstellwerte der Einreguliertventile EDA .....</b>	<b>118</b>