

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 ζ	119
D.2	Widerstandsbeiwert ζ eines Wärmeerzeugers	119
D.3	Berechnungsbeispiel für den ζ -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

Bild 4 — Betriebskennlinien bei einem Regelventil mit gleichprozentiger Grundkennlinie (herstellerspezifisch)	17
Bild 5 — Betriebskennlinien von 3-Wege-Regelventilen (Mischbetrieb)	18
Bild 6 — Auslegungs-Regeldifferenz bei Heizkörper-Thermostatventilen	19
Bild 7 — Druckunabhängiges Regelventil (links) und Differenzdruckregler zur Konstanthaltung des Differenzdrucks über das kombinierte Einregulier- und Regelventil (rechts)	20
Bild 8 — Beimischschaltung (Variante 1)	23
Bild 9 — Beimischschaltung mit Festbeimischung (Variante 2)	24
Bild 10 — Kombination aus Variante 1 und Variante 2.....	25
Bild 11 — Beimischschaltung mit Entkopplung (Variante 3).....	25
Bild 12 — Beimischschaltung mit Entkopplung und fester Beimischung (Variante 4)	26
Bild 13 — Kombination aus Variante 3 und Variante 4.....	26
Bild 14 — Umlenkschaltung	27
Bild 15 — Einspritzschaltung mit Differenzdruckbehaftetem Anschluss	27
Bild 16 — Kombination aus Umlenk- und Einspritzschaltung.....	28
Bild 17 — Drosselschaltung (statischer Abgleich).....	29
Bild 18 — Drosselschaltung (dynamischer Abgleich).....	29
Bild 19 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil (statischer Abgleich).....	29
Bild 20 — Einspritzschaltung mit 2-Wege-Regelventil.....	30
Bild 21 — Kombination aus Drosselschaltung und Einspritzschaltung.....	31
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	38
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.....	39
Bild 29 — Anlagenschema 7: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Ladepumpe, hydraulische Entkopplung, 1 Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung.....	40
Bild 30 — Anlagenschema 8: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Ladepumpe, hydraulische Entkopplung, 2 Verbraucherpumpen, 2 parallele Verbraucherkreise, beide mit parallel angeordneten Verbrauchern in Normalverlegung.....	41
Bild 31 — Anlagenschema 9: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis, parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung, angeschlossen über Differenzdruck-entlastete Ventile (PICV)	42
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)	42
Bild 33 — Anlagenschema 11: 2 Erzeuger mit jeweils eigener Verbraucherpumpe, 1 Verbraucherkreis (4-Leiter), parallel angeordnete Verbraucher in Normalverlegung	43
Bild 34 — Pumpenkennlinie einer einstufigen Pumpe	47
Bild 35 — Pumpenkennlinie einer einstufigen Pumpe mit stufenloser Drehzahleinstellung.....	48
Bild 36 — Pumpenkennlinien einer einstellbaren Pumpe	48
Bild 37 — Regel-Kennlinien für Konstant-Druck und Proportional-Druck.....	50
Bild 38 — Schematische Darstellung der Druckverhältnisse in einem hydraulischen Kreis	50
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.....	81
Bild C.2 — Schematische Darstellung der Heizanlage nach Bild C.1	81
Bild C.3 — Druckverlustdiagramm eines einstellbaren Thermostatventils	90
Bild C.4 — Ermittlung der Einstellwerte der Ventilvoreinstellungen	93
Bild C.5 — Übersichtsdarstellung einer Heizanlage für das Beispiel C3.....	97
Bild C.6 — Schematische Darstellung der Heizanlage nach Bild C.3	97

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
Tabellen	
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 ³ , 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/m ³ , 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/m ³ , 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	84
Tabelle C.3 — Druckabfall der Teilstrecken im Teilstrang 1 bis Heizkörper 1.2 und zurück bei Auslegung	84

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