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

Erscheinungsdatum: 2022-09-02

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

Inhalt

Seite

Vorwort 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 10

4 Grundschaltungen, Hydraulische Netze und deren Berechnung 20
4.1 Allgemeines 20
4.2 Grundschaltungen, 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 Grundschaltungen) 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 Strangregulierventil 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 Rauhigkeit 0,04 mm (gebraucht), Werte für Wasser mit 50 °C (Dichte: 988,04 kg/m³, dynamische Viskosität: $547{,}08 \cdot 10^{-6}$ kg · m^{-1} · s^{-1}) 75

Tabelle B.2 — Dimensionierung von Rohren aus Kupfer und Weichstahl bei Rauhigkeit 0,03 mm (gebraucht), Werte für Wasser mit 50 °C (Dichte: 988,04 kg/m³, dynamische Viskosität: $547{,}08 \cdot 10^{-6}$ kg · m^{-1} · s^{-1}) 77

Tabelle B.3 — Dimensionierung von Rohren aus Kunststoff und Kunststoff-Metall-Verbund bei Rauhigkeit 0,01 mm (gebraucht), Werte für Wasser mit 50 °C (Dichte: 988,04 kg/m³, dynamische Viskosität: $547{,}08 \cdot 10^{-6}$ 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 Einregulierventile EDA ... 118