

# Der hydraulische Abgleich von warmwasserführenden Heizungsanlagen

## Theorie und Praxis pumpen seit Jahrzehnten auseinander

**Wenn Heizkörper bzw. Heizflächen bei gleicher Thermostateinstellung unterschiedlich warm werden, der Stromverbrauch der Umwälzpumpen und die Vorlauftemperatur hoch ist, wenn Raumtemperaturen schwanken, die Heizung Strömungsgeräusche verursacht und keine Rohrnetzberechnung und kein Einregulierungsprotokoll vorliegt, ist es sehr wahrscheinlich, dass kein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage durchgeführt wurde.**

Unterschiedliche Heizkreise mit unterschiedlichen Rohrlängen und Heizflächen setzen der Heizwasserströmung differente Widerstände entgegen. Die Volumenströme durch die einzelnen Heizkreise verhalten sich umgekehrt proportional zu den Widerständen im Leitungssystem. Damit das Wasser nicht nur durch die Heizkreise mit den geringsten Widerständen fließt, müssen alle Heizkreise mit Stellventilen so aufeinander abgestimmt werden, dass eine gleichmäßig verteilte Durchströmung gewährleistet ist. Jeder Heizkörper soll genau die Heizwassermenge bekommen, die der Heizlast je nach Außentemperatur bzw. Wärmezug entspricht. Das setzt natürlich voraus, dass die Heizkörper bzw. Heizflächen nach der Raumheizlastberechnung und Rohrnetzberechnung ausgelegt wurden. Der Abgleich der Heizflächen untereinander erfolgt mittels Thermostatventilen mit Voreinstellmöglichkeit und/oder den Rücklaufverschraubungen sowie durch Strangregulierventile oder Differenzdruckregler im Rohrleitungssystem. Die erforderlichen Werte müssen berechnet werden. Im Ergebnis sorgt der hydraulische Abgleich dann für ausgeglichene Druckverhältnisse im Heizungssystem und die Sicherstellung der jeweils erforderlichen Heizwassermenge für die Heizflächen. Der hydraulische Abgleich ist eine ökonomische und ökologische Notwendigkeit. Das Honorar für die planerischen Vorbereitungen, die entsprechenden Einregulierungen und Dokumentation amori-

tisiert sich durch die verbesserte Anlageneffizienz in wenigen Heizperiodenmonaten.

Die Praxis sieht leider oft anders aus: Ohne hydraulischen Abgleich wird die Effizienz durch häufige Brennerstopps mit Abkühlung des Brennraums durch Spülung mit kalter Zuluft, ungenutzten Rest-Abbrand bei Biomassekesseln sowie unvollständige Verbrennung in den ersten Minuten der Brenneranlaufphase verschlechtert. Einzelne Heizkörper werden nicht richtig durchströmt und erreichen damit nicht die Auslegungsleistung. In der Folge werden oft die Vorlauftemperatur und die Pumpenleistung erhöht, was zu unwirtschaftlicher Betriebsweise der Anlagen führt. Einige Heizkörper werden übertersorgt.

Die durch fehlenden hydraulischen Abgleich resultierenden Anlagenverluste werden in einigen Veröffentlichungen auf über 25 % zuzüglich Pumpenstrom geschätzt.

### Probleme bei der Umsetzung in der Praxis

Nachfolgende Probleme bei der Umsetzung in der Praxis lassen sich feststellen:

1. mangelnde Kenntnisse bei den Auftraggebern über die Bedeutung des hydraulischen Abgleichs, die Wirtschaftlichkeit und die Höhe des Effizienzpotenzials;
2. fehlende vertragliche Vereinbarungen zur planerischen Vorbereitung und Durchführung des hydraulischen Abgleichs;

3. teilweise fehlendes oder verlorengegangenes Knowhow der Montagebetriebe für die erforderlichen planerischen Vorleistungen. Heizlastberechnungen basieren im Kern auf bauphysikalischen Grundlagen, vor denen sich Heizungsinstallateure teilweise scheuen.

4. Konkurrenzsituation unter den Montagebetrieben/Preisdruck. Infolgedessen lückenhafte Angebote und häufige Verletzung von Hinweispflichten;

5. Für alte Bestandsheizkörperarten sind teilweise keine einstellbaren Heizkörperventile ohne Adapter lieferbar.

Im von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojekt »Optimus« wurden anlagentechnische Effizienzpotenziale bei 92 Wohngebäuden im Raum Norddeutschland ermittelt. Die Optimierungsmaßnahmen waren mit Aufwänden von 2 bis 7 € je m<sup>2</sup> Wohnfläche (Preisstand 2003) vergleichsweise kostengünstig und weisen kurze Amortisationszeiten auf. Durchgeführt wurden:

- Hydraulischer Anlagenabgleich,
- Einstellungen der Heizungsumwälzpumpen auf geringere Leistungen,
- Einstellung der Heizungsregelungen (Heizkurven, Auslegungs-Vorlauftemperatur, Absenkezeiten).

Auf die gesamte Bundesrepublik Deutschland hochgerechnet, würde sich allein durch diese niedriginvestiven Maßnahmen laut Optimusstudie ein Heizenergie-Einsparungspotenzial zwischen 20.000 und 28.000 GWh pro Jahr ergeben.

Nach Schätzung der Verbraucherzentrale fehlt bei mindestens  $\frac{3}{4}$  der Heizungsanlagen ein fachgerechter hydraulischer Abgleich. Mit vollständig einregulierten Warmwasserheizungen ließen sich ca. 1,6 Mrd. € Heizkosten und ca. 5,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> Emissionen einsparen.

## Technische Regeln zum hydraulischem Abgleich

Als allgemein anerkannte Regeln der Technik mit Relevanz für den hydraulischen Abgleich gelten neben der Energieeinsparverordnung EnEV und der Heizanlagenverordnung HeizAnVO weitestgehend unbestritten:

- VOB (hierin relevant: DIN 18380),
- DIN 4701,
- DIN 12831,
- DIN EN 14336,
- VDI 2073,
- VDI-Richtlinie 2077 Ziffer 6.1,
- VDMA 24199 – Blatt 2,

sowie in der Heizungsinstallateurs-Ausbildung gebräuchliche Fachbücher.

Um zu eruieren, seit wann der hydraulische Abgleich als allgemein anerkannte Regel der Technik gelten kann, musste zunächst ein umfangreiches Studium älterer Ausgaben der relevanten technischen Regelwerke vorgenommen werden. Nachfolgend werden einige relevante Auszüge zitiert.

### DIN 18380-1960, Auszug:

Bereits 1960 wurde in der Norm auf die Erfordernis der Voreinstellung von Heizkörpern hingewiesen: »Es muss von einer gut berechneten und einwandfrei bezüglich Steigung und Gefälle der Rohrleitungen montierten Heizung verlangt werden, daß hierbei schon sämtliche Heizkörper gleichmäßig erwärmt werden. Bei den in der Erwärmung voreilenden Heizkörpern muß die innere Einstellung der Heizkörperventile gedrosselt werden. In der Erwärmung zurückbleibende Heizkörper sind zunächst auf vorhandene Luftansammlungen zu untersuchen

und gegebenenfalls zu entlüften. Wenn das Zurückbleiben von Heizkörpern hinsichtlich der Erwärmung dann noch anhält, so ist genaue Untersuchung seitens des Ingenieurs erforderlich.«

### Heizanlagenverordnung HeizAnV, Ausgabe 1978, Auszug:

»§5 (1) Zentralheizungen mit mehreren Wärmeerzeugern sind mit Einrichtungen zu versehen, die Verluste durch nicht in Betriebsbereitschaft befindliche Wärmeerzeuger verhindern.«

§7 »(3) Zentralheizungen sind mit Einrichtungen zur raumweisen Anpassung der Wärmeleistung an den Wärmebedarf auszustatten.«

### Heizanlagenverordnung HeizAnV, Ausgabe 1983, Auszug:

In §7 wurde eine selbsttätige raumweise Temperaturregelung gefordert. Dies soll durch die Installation von Thermostatventilen erfolgen.

### Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB (C) 1979 mit DIN 18380-1979, Auszüge:

In der Leistungsbeschreibung insbesondere anzugeben:

»0.1.40 Angaben der Wärmeerzeugung bzw. Heizungsart – durch die Art der sicherheitstechnischen Schaltung (Anordnung und Bemessung der Rohrleitungen und Ausdehnungsgefäße) (...)

1.2 Der Auftragnehmer hat vom Auftraggeber gelieferte Planunterlagen und Berechnungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen, insbesondere auf Wärmebedarf, Kessel- und Heizkörpergrößen, Rohrleitungsquerschnitte. (...)

2.9 Hand-Absperr- und Einstelleinrichtungen an Heizkörpern müssen, wenn in der Leistungsbeschreibung nichts anderes vorgeschrieben ist, eine zusätzliche Möglichkeit zur Begrenzung der Durchflussmenge haben (Voreinstellung). (...)

3.1.3 Heizungs- und Brauchwassererwärmungsanlagen sind in allen ihren Teilen so aufeinander abgestimmt auszuführen, dass die geforderte Leistung erbracht, die Betriebssicherheit vorhanden ist und Korrosionsvorgänge weitgehend eingeschränkt werden. (...)

3.2.1.1 Der Wärmebedarf der zu beheizenden Gebäude ist nach DIN 4701 »Heizungen; Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden« zu berechnen. [Ergänzung des Verfassers: Die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden nach DIN 4701 soll raumweise erfolgen]. (...)

3.2.1.2 Die Leistung der Wärmeerzeuger muß auf den erforderlichen Gesamtwärmebedarf und die vorgegebenen Betriebsverhältnisse abgestimmt sein. (...)

3.2.1.3 Wärmeerzeuger, Beheizungseinrichtungen, vorgesehene Brennstoffe oder Energiearten und die Eigenschaften des Wärmeträgers müssen aufeinander abgestimmt sein. Einflüsse durch Temperatur, Druck, Abgase und desgleichen sind zu berücksichtigen.

3.2.8.1 Die Wärmeleistung des Heizkörpers ist auf den nach DIN 4701 »Heizungen; Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden« ermittelten Wärmebedarf abzustimmen. (...)



Abb. 1: Anteil der Wohngebäude, bei denen der hydraulische Abgleich des Leitungsnetzes fehlt – Deutschland und die Länder

3.6.3 Der Auftragnehmer hat aufzustellen und dem Auftraggeber spätestens bei der Abnahme zu übergeben: (...) Fließ-, Stromlauf- und Schaltschema, schematische Darstellung und Beschreibung der Anlage, (...) Protokolle über alle im Rahmen der Einregulierungsarbeiten durchgeführten Messungen, (...)«

#### DIN 4701-10 Erste Ausgabe 1929, Relevanz für den hydraulischen Abgleich in Westdeutschland

##### ab 4. Ausgabe 1982, Auszüge:

»Vorausgesetzt werden die Dimensionierung aller Anlagenkomponenten nach dem Stand der Technik und vollständig einregulierte Anlagen der Heizungs- Lüftungstechnik und der Warmwassererwärmung.«

#### Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB (C) 1988 mit DIN 18380-1988, Auszüge:

In der Leistungsbeschreibung insbesondere anzugeben:

»0.2.15 Angaben der Wärmeerzeugung bzw. Heizungsart – durch die Art der sicherheitstechnischen Schaltung (Anordnung und Bemessung der Rohrleitungen und Ausdehnungsgefäße) (...)»

1.2 Der Auftragnehmer hat vom Auftraggeber gelieferte Plannunterlagen und Berechnungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen, (...) insbesondere auf Wärmebedarf, Kessel- und Heizkörpergrößen, Rohrleitungsquerschnitte (...)»

2.6 Hand-Absperr- und Einstelleinrichtungen an Heizkörpern müssen, wenn in der Leistungsbeschreibung nichts anderes vorgeschrieben ist, eine zusätzliche Möglichkeit zur Begrenzung der Durchflussmenge haben (Voreinstellung). (...)»

3.1.3 Heizungs- und Brauchwassererwärmungsanlagen sind in allen ihren Teilen so aufeinander abgestimmt auszuführen, dass die geforderte Leistung erbracht, die Betriebssicherheit vorhanden ist und die Korrosionsvorgänge weitgehend eingeschränkt werden. (...)»

3.2.1.1 Der Wärmebedarf der zu beheizenden Gebäude ist nach DIN 4701 Teil 1 und 2 »Heizungen; Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden« zu berechnen. [Ergänzung des Verfassers: Die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden nach DIN 4701 soll raumweise erfolgen] (...)»

3.2.1.2 Die Leistung der Wärmeerzeuger muß auf den erforderlichen Gesamtwärmebedarf und die vorgegebenen Betriebsverhältnisse abgestimmt sein. (...)»

3.2.1.3 Wärmeerzeuger, Beheizungseinrichtungen, vorgesehene Brennstoffe oder Energiearten und die Eigenschaften des Wärmeträgers müssen aufeinander abgestimmt sein. Einflüsse durch Temperatur, Druck, Abgase und desgleichen sind zu berücksichtigen. (...)»

3.2.8.1 Die Wärmeleistung des Heizkörpers ist auf den nach DIN 4701 Teil 1 und 2 »Heizungen; Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden« ermittelten Wärmebedarf abzustimmen. (...)»

3.6.3 Der Auftragnehmer hat aufzustellen und dem Auftraggeber spätestens bei der Abnahme zu übergeben: (...) Fließ-, Stromlauf- und Schaltschema, schematische Darstellung und Beschreibung der Anlage, (...) Protokolle über alle im Rahmen der Einregulierungsarbeiten durchgeführten Messungen, (...)«

#### Als weitere Regeln der Technik können Veröffentlichungen in der Fachliteratur gelten

Dies betrifft insbesondere die Standardwerke, welche auch zur Ausbildung von Installateuren und Installateurs-Meistern verbreitet waren bzw. noch heute sind. Die darin darge-

legten technischen Hinweise gelten ebenfalls als wissenschaftlich-theoretisch richtig, sind in der Praxis technischen Experten bekannt und aufgrund praktischer Erfahrung bewährt. Im vorliegenden Fall sind das z. B. die Fachbücher »Heiz- und Klimatechnik«, Springer Verlag und »Der Heizungsbauer«, Julius Hoffmann Verlag.

Im Standardwerk »Heiz- und Klimatechnik« von Rietchel und Raiß wurde bereits Mitte der 1960er-Jahre der hydraulische Abgleich in Pumpenheizungen beschrieben: Durch die Wahl geeigneter Rohrdurchmesser und Montage von Handventilen mit voreinstellbaren Zusatzdrosseln sollten gleichmäßige Druckverhältnisse hergestellt werden. Die heute noch übliche Rohrnetzrechnung etablierte sich.

Relevante Textstellen aus »Der Heizungsbauer«, Ausgabe 1990, Ulrich Soller und Hartmut Munkelt, Julius Hoffmann Verlag; Merkblatt über Planung und hydraulischen Abgleich von Heizungsanlagen mit thermostatischen Heizkörperventilen:

»Allgemein: Der hydraulische Abgleich von Heizleistungen ist eine wesentliche Voraussetzung für den einwandfreien Betrieb von Heizungsanlagen. Dies gilt umso mehr als die Heizungsanlagenverordnung von 1982 bei neuen und bestehenden Anlagen Thermostatventile vorschreibt (§ 7 HeizanV), 1982. Insbesondere in größeren Anlagen kann es bei nicht abgeglichenen Heizungssystemen zu Problemen kommen, die auf die ständige Änderung der Volumenströme durch Öffnen und Schließen der Thermostatventile zurückzuführen sind. (...)»

2.1. Planung neuer Anlagen:(...) Voraussetzung für eine störungsfreie Funktion der Anlage mit Thermostatventilen sind:(...)

2.1.1 Genaue Berechnung des Wärmebedarfs nach DIN 4701 (...)

2.1.4.1 Anordnung von dezentralen Differenzdruckreglern, wenn die Rohrnetzrechnung erkennen lässt, dass der Differenzdruck an Thermostatventilen über 0,2 bar ansteigen kann. (...)

2.1.4.2 Auswahl von Pumpen mit flacher Kennlinie, die bei Volumenänderung die Förderhöhen nur geringfügig ändern. (...)

2.1.5 Elektronische Drehzahlregelung in Abhängigkeit vom Differenzdruck, insbesondere bei größeren Pumpen über 1 kW Nennleistung (...)

2.1.6 Auslegung der Ventile auf die errechnete Leistung der Heizkörper. In der Praxis hat sich eine Auslegung von 1 – 2 K Proportionalabweichung bei einem Differenzdruck  $\Delta p = 0,05$  bar bewährt, entspricht einer Ventilautorität zwischen  $a = 0,3-0,7$ . (...)

3. Ausführungsunterlagen: In den Ausführungsunterlagen des Auftraggebers müssen von diesem neben der Ventilmennweite auch der rechnerisch ermittelte  $k_v$ -Wert, bzw. die Zahl der Voreinstellung oder der eingesetzte Kegel eingetragen werden. Bei zentralen und dezentralen Einrichtungen zur Konstanthaltung des maximalen Differenzdruckes müssen die errechneten und örtlich einzustellenden Werte an den Armaturen in den Ausführungsunterlagen eingetragen sein. (...)

4. Einstellungen: Die Thermostatventile sind entsprechend dem Wärmebedarf der Heizflächen so auszuwählen bzw. einzustellen, dass die geforderten Funktionen und Leistungen erbracht werden. Aufgrund der vorgenannten Beschreibungen ist eine praktische Funktionsprüfung nicht erforderlich. Stattdessen kann der Auftraggeber anhand der Ausführungsunterlagen überprüfen, ob die rechnerisch ermittelten Werte mit den installierten übereinstimmen. Ein Probelauf der Anlage ohne Thermostatköpfe hat für die Funktionsprüfung der Thermostatven-

*tile keine Aussagekraft, da hierdurch Bedingungen geschaffen sind, die nicht mehr praxisgerecht sind. (...)«<sup>1</sup>.*

## Seit wann ist der hydraulische Abgleich eine allgemein anerkannte Regel der Technik?

Die Beantwortung dieser Frage hat sich, trotz der umfangreichen oben dargestellten Recherchen, als diffizil herausgestellt.

Unter dem Begriff allgemein anerkannte Regeln der Technik werden technische Regeln verstanden, welche für die Planung und Ausführung von technischen Anlagen relevant sind. Diese Regeln müssen, um als anerkannt zu gelten, folgende Voraussetzungen erfüllen:

- wissenschaftlich theoretisch richtig,
- in der Praxis technischen Experten bekannt,
- aufgrund praktischer Erfahrung bewährt.

Die juristisch relevanten allgemein anerkannten Regeln der Technik gelten als der Soll-Zustand einer vertraglichen Planungs- bzw. Installationsleistung. Abweichungen dürfen unter Umständen von den Vertragspartnern schriftlich vereinbart werden. Liegt eine entsprechende Vereinbarung nicht vor und entspricht die vertragliche Leistung nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik, so besteht in der Regel ein Mangel.

Mitgliedsbetriebe der Handwerkerinnungen unterwerfen sich satzungsgemäß den Ausführungsqualitäten der allgemein anerkannten Regeln der Technik. In den Landesbauordnungen gelten die allgemein anerkannten Regeln der Technik, die unter anderem in zahlreichen Normen, VDE-Bestimmungen, VDI-Richtlinien u.v.m. beschrieben sind, für alle bauordnungsrechtlich relevanten Projekte als Qualitätsstandard.

Die Notwendigkeit der Durchführung des hydraulischen Abgleichs ist unter anderem durch Definition des Sach- und Rechtsmangelbegriffs nach § 633 BGB begründet. Das Werk hat frei von Sach- und Rechtsmängeln zu sein und ist demnach entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik auszuführen.

Aus den technischen Regelwerken verbleibt zunächst eine Unschärfe in Form einer Bandbreite zwischen 1979 und 1996. In den früheren Regelwerken wurde der hydraulische Abgleich als notwendige Anlagen-Einregulierung beschrieben.

Die Ölkrise zu Beginn der 70er-Jahre führte 1978 zur ersten Verordnung über energiesparende Anforderungen an den Betrieb von heizungstechnischen Anlagen und Brauchwasseranlagen; die HeizBetrV. Diese Verordnung sowie die folgenden Heizanlagenverordnungen (HeizAnIV) wurden im weiteren Verlauf an vielen Stellen mit detaillierteren Anforderungen hinterlegt. Der hydraulische Abgleich von warmwasserführenden Rohrsystemen in Gebäuden wurde in der DIN 4701-1982 und der Heizungsanlagenverordnung von 1983 umschrieben.

In den VOB 1979 und 1988 wird fast gleichlautend auf die erforderliche Berechnung der raumweisen Heizlast, Bemessung der Rohrleitungen, Voreinstellmöglichkeiten an den Heizkörpern, die erforderliche Abstimmung der Beheizungs-

einrichtungen aufeinander sowie auf zu übergebende Protokolle über alle im Rahmen der Einregulierungsarbeiten durchgeführten Messungen hingewiesen. Somit handelt es sich bei den genannten Berechnungen und Einregulierungen um nichts anderes als um die heute als hydraulischer Abgleich von warmwasserführenden Rohrsystemen bekannten Leistungen.

Die dargestellten technischen Hinweise aus der einschlägigen Fachliteratur können ebenfalls als allgemein anerkannte Regeln der Technik gelten, da sie auch wissenschaftlich theoretisch richtig, in der Praxis technischen Experten bekannt und aufgrund praktischer Erfahrung bewährt sind. Diese Literatur wäre sonst nicht in der Ausbildungspraxis gebräuchlich. Das Merkblatt über Planung und hydraulischen Abgleich von Heizungsanlagen mit thermostatischen Heizkörperventilen aus dem weit verbreiteten Lehrbuch »Der Heizungsbauer«, Ausgabe 1990 erfüllt uneingeschränkt den Status einer allgemein anerkannten Regel der Technik.

Auch wenn die Technischen Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen TGL der DDR sehr ähnliche Vorgaben enthielten, konnte an dieser Stelle nicht konkret nachgewiesen werden, dass in den neuen Bundesländern der hydraulische Abgleich zum selben Zeitpunkt als allgemein anerkannte Regel der Technik im Sinne des Bundesrechts galt. In den neuen Bundesländern wurden die zu Grunde liegenden technischen Regelwerke mit Inkrafttreten des Einigungsvertrags am 3.10.1990 eingeführt. Somit ist davon auszugehen, dass dieses Datum für Gesamtdeutschland als Stichtag für die Durchführungspflichten zum hydraulischen Abgleich gilt. Ergänzend sei ergänzend angemerkt, dass auch schon lange vor der politischen Wende in beiden Teilen Deutschlands der hydraulische Abgleich auf der Basis von Heizlastberechnung und Rohrnetzdimensionierung als Praxis der Anlageneinregulierung durchzuführen war.

Subsumierend wird abgeleitet, dass der hydraulische Abgleich von warmwasserführenden Rohrsystemen mit Inkrafttreten des Einigungsvertrags am 3.10.1990 zur allgemein Anerkannten Regel der Technik in Gesamtdeutschland wurde. Als einzige Einschränkung bis zur Veröffentlichung der DIN 18380-1996 im VOB-Ergänzungsband 1996 wird auf die weitverbreitete Beschreibung des hydraulischen Anlagenabgleichs als Anlageneinregulierung hingewiesen. Die dafür erforderlichen Leistungen stimmen jedoch in Gänze mit dem hydraulischen Abgleich von warmwasserführenden Rohrsystemen überein. Dies gilt sowohl für die Planungsleistungen als auch für die praktische Umsetzung mit den erforderlichen Bauteilen und der zugehörigen Dokumentation. Der hydraulische Abgleich muss somit durch die ausführenden Montagebetriebe bereits seit mehr als 25 Jahren durchgeführt werden! Auch im Fall der Modernisierung musste/muss bei jeder Kesselerneuerung oder erheblichen<sup>2</sup> Änderung der Heizlast der hydraulische Abgleich überprüft und ggf. erneuert werden. Noch einige Jahre älter sind die Erstellungspflichten zur rechnerischen Ermittlung raumweiser Heizlasten für den Fall der Montage einer neuen Heizungsanlage mit wasserführenden Heizflächen. Als maßgebliche technische Regel galt ab diesem Zeitpunkt die DIN 4108 und die 4701 in Verbindung mit der VOB 1979.

<sup>1</sup> »Der Heizungsbauer«, Ausgabe 1990, Ulrich Soller und Hartmut Munkelt, Julius Hoffmann Verlag; Merkblatt über Planung und hydraulischen Abgleich von Heizungsanlagen mit thermostatischen Heizkörperventilen

<sup>2</sup> In der Rechtsprechung wird die Erheblichkeitsgrenze im Allgemeinen ab 10 % erreicht

## INFO

**Der hydraulische Abgleich im Spiegel der Rechtsprechung**

Nachfolgend werden einige relevante Urteile aufgezeigt, die aufzeigen, wie bei gerichtlichen Auseinandersetzungen die Entscheidungen gefallen sind. Die Sachverhalte und Urteile werden nachfolgend aber nur sinngemäß erläutert.

**Auszüge aus dem Urteil des OLG Celle 7 U 123/01:**

*Ein Heizungsbetrieb klagt wegen ausstehendem Restwerklohn. Die Zahlung wird seitens des Auftraggebers mit der Begründung bestehender Anlagenmängel verweigert.*

*Die beklagten Auftraggeber der Heizungsanlage beanstanden das Fehlen von Strangregulierventilen mit Voreinstellung in den Wohnungen zu Recht als Mangel. Sie trifft aber ein Verschulden daran, dass der hydraulische Abgleich der Heizungsanlagen unzureichend ist. Der Senat sieht die Fehlerursache hauptsächlich in der unzureichenden Planung und Erstellung des Leistungsverzeichnisses durch den Fachingenieur. Das Zurückbehaltungsrecht der Beklagten wegen des nicht ordnungsgemäßen hydraulischen Abgleichs erreicht zumindest die Höhe des noch offenen Restwerklohns. Dem steht nicht entgegen, dass die Beklagten den überwiegenden Teil der Nachbesserungskosten i.E. zu übernehmen haben. Die Beklagten müssen sich an den Nachbesserungskosten beteiligen.*

**Auszüge aus dem Urteil des OLG Düsseldorf I-22 U 32/04:**

*Die Klägerin ist die Verwalterin einer Wohnungseigentümergeinschaft. Nach einer Teilungserklärung wurden in den Jahren 1995 und 1996 die vorhandenen Häuser aufgestockt und das gesamte Objekt an die einzelnen Eigentümer verkauft. Die Arbeiten wurden durch die Beklagte vorgenommen. Die Klägerin macht Mängel im Bereich der Gewerke Dach und Heizung geltend.*

*Der Sachverständige hat unter anderem festgestellt, dass die Wohnungen im Dachgeschoss und im Spitzdach nicht ausreichend beheizt werden können und die Ursache hierfür ein nicht vorhandener bzw. nicht ausreichender hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage ist.*

*Die Beklagte wird verurteilt, an die Klägerin 52.387 € nebst Zinsen in Höhe von 5 Prozentpunkten über dem Basiszinssatz seit dem 03.05.2003 zu zahlen.*

**Auszüge aus dem Urteil des LG Paderborn 2 O 485/07:**

*Mit schriftlichem Bauvertrag beauftragte der Beklagte die Klägerin mit der schlüsselfertigen Erstellung eines Einfamilienhauses zum Festpreis. Die vom Sachverständigen erstellte*

*Mängelliste umfasst unter anderem auch einen fehlenden hydraulischen Abgleich.*

*Die geschuldeten Zahlungen erfolgten Zug um Zug gegen Erbringung der geschuldeten Leistungen zur Mängelbeseitigung.*

**Auszüge aus dem Urteil des LG Verden 2 S367/08:**

*Nach einer Heizkesselsanierung wurde vom Auftraggeber eine unzureichende Beheizbarkeit moniert. In der Beweiserhebung wurde festgestellt, dass der hydraulische Abgleich fehlt.*

*Die Anlage wurde als mangelhaft eingestuft, weil sie nicht die (stillschweigend) vereinbarte Beschaffenheit aufweist. Somit ist der Rücktritt vom Vertrag berechtigt. Es genügt die Wahrscheinlichkeit, dass das Fehlen des hydraulischen Abgleichs die Ursache für die ungenügende Beheizbarkeit ist.*

**Auszüge aus dem Urteil des OLG Hamm 17 U 185/12:**

*Sachverhalt: Berufungsklage des Heizungsbetriebs wegen ausstehendem Restwerklohn auf Grund behaupteter Mängel.*

*Die Beklagten werden als Gesamtschuldner verurteilt, an den Kläger 2.632,99 € nebst Zinsen zu zahlen, Zug um Zug gegen Übergabe der Wartungs- und Bedienungsunterlagen betreffend die von dem Kläger installierte Heizung in dem Wohnhaus der Beklagten: Bericht über die Inbetriebnahme der Heizung und den hydraulischen Abgleich, Angaben zur Erstinbetriebnahme und Daten, Protokoll über die Einweisung des Wartungs- und Bedienungspersonals, Wartungsanleitung für den Speicher sowie Beschreibung des Zusammenspiels der unterschiedlichen Komponenten der Heizungsanlage.*

**Auszüge aus weiteren Urteilen:**

*Fehlender Hydraulischer Abgleich stellt erhebliche Pflichtverletzung dar (BGH NLW-RR 2010, 1289).*

*Fehlender Hydraulischer Abgleich kommt als mögliche Fehlerquelle fehlender Heizleistung in Betracht (BGH NJW 2011, 1664)*

**Anforderungen der KfW an den hydraulischen Abgleich**

Die technischen Mindestanforderungen der Förderprogramme 151,152 und 430 besagen:

»Die Wärmeverteilung und Übergabe wird durch investive Maßnahmen und fachgerechte Einregulierung optimiert.

*Dazu ist ein hydraulischer Abgleich mit raumweiser Heizlastberechnung nach Verfahren B gemäß VdZ-Formular durchzuführen. Alle hierfür notwendigen Maßnahmen sind umzusetzen. Die unter 1.2.2 genannten Anforderungen sind einzuhalten. Es müssen mindestens folgende Komponenten (sofern vorhanden) ersetzt werden: Ungeregelte Pumpen,*

*nicht voreinstellbare Ventile, falsch dimensionierte Heizkörper. ( ... ) Die Einhaltung der Regeln der Technik und die Information des Auftraggebers sind in der Fachunternehmererklärung zu bestätigen«<sup>3</sup>.*

<sup>3</sup> Anlage zu den Merkblättern »Energieeffizient Sanieren«: Kredit (151, 152), Investitionszuschuss (430), KfW-Förderbank

1. Verfahren zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs (Zweirohrheizung mit Heizflächen)		
	<p><b>Verfahren A</b> (Näherungsverfahren zulässig bei beheizten Nutzflächen bis 500m<sup>2</sup> je Heizkreis ausgestattet mit einer Pumpe oder Differenzdruckreglern/Durchflussreglern, siehe auch Fachregel, Mindestleistung)</p>	<p><b>Verfahren B</b> (in der Regel: Softwareberechnung, für alle Anlagengrößen, siehe auch Fachregel, grundsätzlich empfohlen)</p>
<p><b>Zur Verwendung bei Fördermaßnahme:</b></p>	<p><b>Zulässig bei:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Austausch Wärmeerzeuger (KfW/BAFA)</li> <li>■ Heizungsoptimierung (KfW/BAFA)</li> </ul>	<p><b>Erforderlich bei:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nachträgliche Maßnahmen zur Wärmedämmung (KfW)</li> <li>■ Heizungspaket (KfW)</li> </ul>
<p><b>Nachzuweisende Leistungen:<sup>1</sup></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ermittlung der Heizflächendurchflüsse anhand einer abgeschätzten Heizlast (z. B. nach Baualtersklassen (W/m<sup>2</sup>) oder installierter Heizflächengröße)</li> <li>■ Thermostatventile mit konventioneller Voreinstellung: Ermittlung der Voreinstellung mittels Heizflächendurchfluss und Annahme eines Differenzdruckes</li> <li>■ Thermostatventile mit automatischer Durchflussbegrenzung: Voreinstellwert = ermittelter Heizflächendurchfluss</li> <li>■ Überschlägige Ermittlung von:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtemperatur</li> <li>• Pumpenförderhöhe</li> <li>• Gesamtdurchfluss</li> <li>• Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.<sup>2</sup></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Raumweise Heizlastberechnung in Anlehnung an DIN EN 12831 inkl. relevanter Beiblätter. Vereinfachungen sind möglich (z. B. U-Werte nach Typologien)</li> <li>■ Heizflächenauslegung: Berechnen der Heizflächendurchflüsse in Abhängigkeit der geplanten Vor- und Rücklauftemperaturen und der Heizflächengrößen</li> <li>■ Ermittlung (in der Regel durch Rohrnetz-berechnung) von:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voreinstellwerten der Thermostatventile<sup>3</sup></li> <li>• Pumpenförderhöhe</li> <li>• Gesamtdurchfluss</li> <li>• Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.<sup>2</sup></li> <li>• Optimierung der Vorlauftemperatur bei Heizflächen im Bestand</li> </ul> </li> <li>■ Wenn große Teile der Alt-Installation des Rohrnetzes im nicht sichtbaren Bereich liegen, ist eine Ermittlung der Voreinstellwerte durch Annahme von Rohrlängen und Nennweiten möglich.</li> </ul>

**2. Technische Besonderheiten**

**2.1 Nachzuweisende Leistungen bei Einrohrheizung<sup>1</sup>**

- Ermittlung der einzelnen Einrohr-Heizkreisdurchflüsse: Die Heizlast wird entsprechend den Baualtersklassen (Verfahren A) oder dem Verfahren B ermittelt.
- Abgleich der Einrohr-Heizkreise mittels Durchflussbegrenzung oder Durchflussregelung und Rücklauftemperaturbegrenzung
- Ermittlung der notwendigen Pumpenförderhöhe und des Gesamtdurchflusses
- Einstellung der Heizungs-Umwälzpumpe(n)
- Freiliegende Rohre sind zu dämmen (Förderfähigkeit bei jeweiligen Programmen prüfen)
- Hinweis: Der Wechsel auf ein Zweirohrsystem mit Heizkörpern wird empfohlen und ist förderfähig.

**2.2 Nachzuweisende Leistungen bei Fußbodenheizung<sup>1</sup>**

- Die einzelnen Heizkreise müssen mit voreinstellbaren Abgleicharmaturen, Durchflussmengenmessern oder Durchflussreglern/-begrenzern versehen sein.
- Grundsätzlich ist nach Verfahren A/B vorzugehen.

Abb. 2: Formularauszug aus der Leistungsbeschreibung für die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs von Heizungsanlagen des VdZ – Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V. (VdZ-Formular) Stand 20.7.2016. (<http://vdzev.de/broschueren/formulare-hydraulischer-abgleich>)



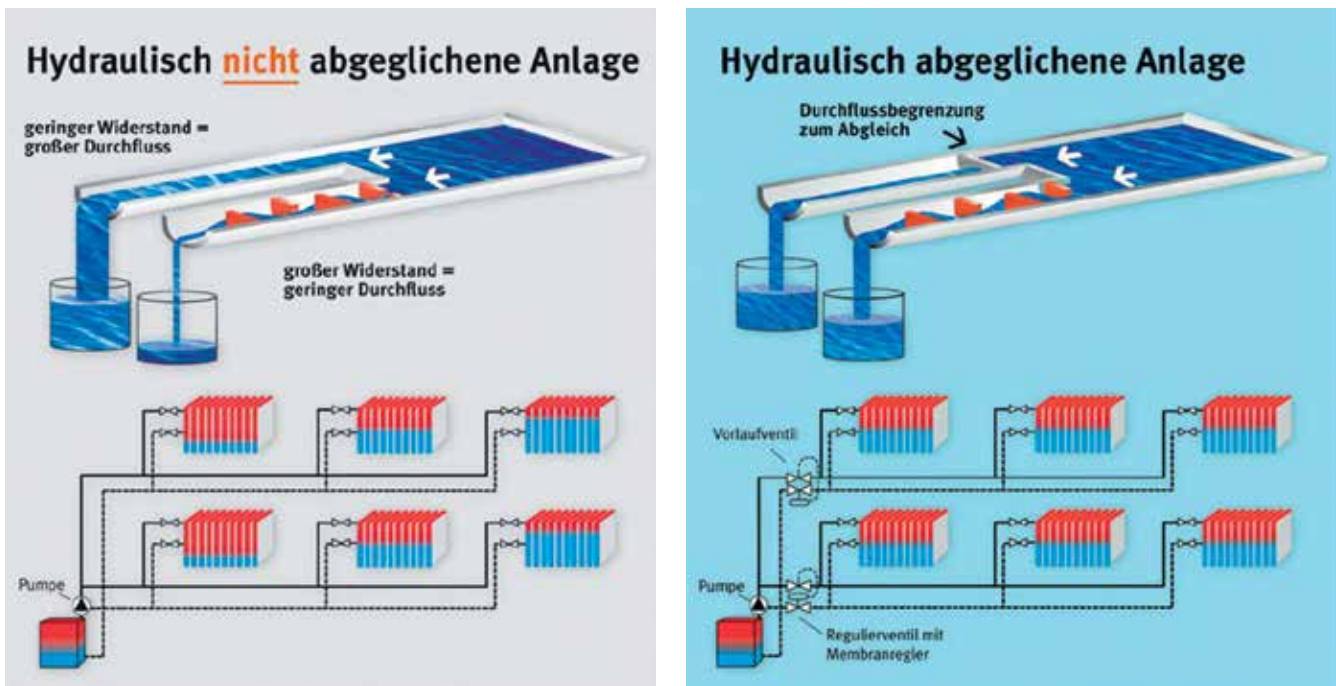


Abb. 3: Vergleich nicht abgeglichene Anlage und abgeglichene Anlage. Quelle: VdZ Information Nr 6

Wenn Heizungsanlagen neu errichtet oder saniert werden, besagt das Merkblatt der Förderprogramme: »Bei der Sanierung zum KfW-Effizienzhaus ist stets ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage durchzuführen. Die Durchführung ist auf dem aktuellen Bestätigungsformular des VdZ- Forums für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V. nachzuweisen und die Dokumentation aufzubewahren.«<sup>4</sup>

Auch Optimierungen von Heizanlagen die älter als 2 Jahre sind, entsprechen den Förderkriterien, wenn gemäß Punkt 1.2.2 des Merkblattes folgende Maßnahmen durchgeführt werden: »Bestandsaufnahme und ggf. Analyse des Ist-Zustands (z.B. nach DIN EN 15378), die Durchführung des hydraulischen Abgleichs und die Umsetzung aller erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz am gesamten Heizsystem (z.B. die Optimierung der Heizkurve, die Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung sowie der Einsatz von Einzelraumreglern).«<sup>5</sup>

Aus den FAQs zum Programm 167 »Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit« zum Thema hydraulischer Abgleich: »Der hydraulische Abgleich ist eine entscheidende Voraussetzung dafür,

dass die Heizungsanlage den höchstmöglichen Wirkungsgrad erreicht. Dafür wird das System so eingestellt, dass jeder Heizkörper im Haus mit genau der Wärmemenge versorgt wird, die er benötigt – unabhängig davon, wie weit er von der Wärmequelle entfernt ist. Bei Heizungen ohne hydraulischen Abgleich wird die Heizenergie weniger effizient genutzt, weil Heizkörper, die näher am Kessel sind, heißer werden als solche, die weiter entfernt sind. Der hydraulische Abgleich reduziert so nicht nur den Energieverbrauch, sondern steigert gleichzeitig den Wohnkomfort.«<sup>6</sup>

Zum VdZ Nachweisformular gelten noch Fachregeln für die Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand. Das Verfahren A wird hierin als werkvertraglich geschuldete Regelleistung und vereinbarter Mindeststandard dargestellt, das Verfahren B als separat zu beauftragende Premiumleistung. Weiterhin wird in den Fachregeln eingeführt, welche zusätzlichen Einschränkungen und Bedingungen für die Anwendbarkeit des Verfahrens A (mit Heizlastabschätzung statt Heizlastberechnung) bestehen. Demnach ist die Durchführung von Verfahren A nicht möglich bei:

- Heizsystemen mit Wärmepumpe oder BHKW oder solarer Heizungsunterstützung,

- Sanierung zum Effizienzhaus,
- Einrohrheizungen.

In Punkt 4.1.3 wird angemerkt, dass für beide Verfahren die Strangvolumenströme aus der Summe der Heizkörpervolumenströme gemäß Herstellerdaten für einen Heizkreis-Differenzdruck von 150 mbar zu ermitteln sind. In Punkt 8 wird angemerkt, dass die Dimensionierung der Druckhaltung in beiden Verfahren nach DIN EN 12831 erfolgen soll.

Subsummierend bleibt festzustellen, dass es gemäß VdZ-Fachregeln nicht zulässig ist, den hydraulischen Anlagenabgleich ohne vorbereitende Berechnungen durchzuführen. Weiterhin garantiert die Durchführung des Verfahrens A noch nicht die Zulässigkeit gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

### Anforderungen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA zum hydraulischen Abgleich

Das BAFA schreibt für Optimierungszusatzförderungen im Anreizprogramm Energieeffizienz vor, dass ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage durchzuführen und nachzuweisen ist.

**Aus der Förderrichtlinie Abschnitt IV Förderung durch zusätzliche Investitionszuschüsse des BAFA 3. Optimierung der gesamten Heizungsanlage:**

»Der Einbau der neuen Anlage muss kombiniert werden mit einer Optimie-

<sup>4</sup> Anlage zu den Merkblättern Energieeffizient Sanieren – Kredit (151, 152), Investitionszuschuss (430), KfW-Förderbank

<sup>5</sup> Anlage zu den Merkblättern Energieeffizient Sanieren – Kredit (151, 152), Investitionszuschuss (430), KfW-Förderbank

<sup>6</sup> Merkblatt Bauen, Wohnen, Energie sparen: Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit (167), KfW-Förderbank

nung der gesamten Heizungsanlage. Dabei sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

b) die Durchführung des hydraulischen Abgleichs (...).«

Weiter heißt es zur Nachweisführung:

»Der Fachunternehmer/Heizungsbauer führt den hydraulischen Abgleich durch. Der Fachunternehmer/Heizungsbauer bestätigt die Durchführung des hydraulischen Abgleichs, indem er folgende Erklärung in der Fachunternehmererklärung ankreuzt: Ich habe das Heizungssystem hydraulisch abgeglichen oder im Rahmen des wirtschaftlich vertretbaren hydraulisch optimiert. Das ausgefüllte VdZ-Formular habe ich dem Antragsteller übergeben.«

Aus der BAFA Richtlinie über die Förderung der Heizungsoptimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich:

### »1.1 Förderziel

Auch durch den optimierten Betrieb einer Heizungsanlage kann Energie eingespart werden. Dazu wird die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs, der die Wärmeverteilung im Gebäude optimiert, oft mit niedriginvestiven Maßnahmen zur Systemoptimierung ergänzt. Eine Kombination von Pumpentausch und Heizungsoptimierung ist zweckmäßig. (...)

### 3.1.2 Heizungsoptimierung durch hydraulischen Abgleich (Fördertatbestand 2)

Gefördert wird die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs bei bestehenden Heizsystemen. In Verbindung mit dem hydraulischen Abgleich können optional zusätzliche Investitionen und Optimierungsmaßnahmen an bereits installierten Anlagen gefördert werden. Förderfähig sind die Anschaffung und die professionelle Installation von: Voreinstellbaren Thermostatventilen, Einzelraumtemperaturreglern, Strangventilen, Technik zur Volumenstromregelung, separater Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik und Benutzerinterfaces, Pufferspeichern und/oder die professionell erledigte Einstellung der Heizkurve.«

## Plausibilitätsprüfungen des Sachverständigen im Hinblick auf Förder-Durchführungsbestätigungen und Nachweise:

Nachfolgende Plausibilitätsprüfungen des Sachverständigen sind im Rahmen der Förder-Durchführungsbestätigungen notwendig:

- Heizlastberechnung nach DIN 12831,
- Rohrnetzberechnung, Liste mit berechneten Ventileinstellungen,
- Einregulierungsprotokoll des hydraulischen Abgleichs,
- VdZ Formular Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs für ein KfW-Effizienzhaus,
- Stichprobenhafte Prüfung von Ventileinstellungen,
- Anpassung/Prüfung der Heizkurve und von Absenkezeiteinstellungen.

## Praktische Durchführung des hydraulischen Abgleichs

Ein fachgerechter hydraulischer Abgleich wird auf der Basis einer Rohrnetzberechnung durchgeführt. Die Rohrnetzberechnung kann wiederum nur auf der Basis der raumweisen Heizflächenberechnung, die für eine fachgerechte Dimensionierung der Heizflächen erforderlich ist, angefertigt werden. Die Heizflächenberechnung ist nur auf der Basis

einer Heizlastberechnung möglich. Dafür ist heute die DIN EN 12831 anzuwenden (vormals wurde gemäß DIN 4701 berechnet).

Voraussetzungen und Ablauf für den hydraulischen Abgleich sind:

- Raumspezifische Heizlastberechnung: Dabei wird für eine Norm-Auslegungs-Außentemperatur der Wärmebedarf der einzelnen Räume gemäß DIN 12831 ermittelt.
- Spezifische Heizflächendimensionierung: Bei Heizkörperheizungssystemen erfolgt die Bauart- und Leistungswahl entsprechend der raumweisen Heizlastberechnung. Die Rohrabstände und Wasserdurchflussmengen von Fußbodenheizungen werden nach DIN 4725 berechnet.
- Rohrnetzberechnung mit Querschnittsdimensionierung und Darstellung der Ventilvoreinstellungen,
- Pumpenauslegung: Spezifische Auslegung der Heizungspumpe mit Volumenstrom und Förderhöhe. Der notwendige Drucksprung, den die Pumpe leisten muss, ergibt sich aus der Summe der Druckverluste der Teilstrecken über den ungünstigsten Strömungsweg/Leitungsweg, über den der ungünstigste Verbraucher (Heizfläche) versorgt wird.
- Die Anlage ist gefüllt, gespült und frei von Verunreinigungen.
- Die Anlage ist entlüftet.
- Einregulierung der Ventile an den Heizflächen und der Strangregulierungsventile entsprechend der Ergebnisse der Rohrnetzberechnung.
- Einregulierungsprotokoll und ggf. VdZ-Formular.
- Ggf. Nachjustierung im Zuge der Wartung auf der Basis von übereinstimmenden Nutzerangaben. Wobei darauf geachtet werden muss, dass bei Erhöhung von Volumenströmen einzelner Heizflächen bzw. Heizkreise äquivalent die Volumenströme der verbleibenden Heizflächen bzw. Heizkreise zum Abgleich der Druckverhältnisse abgesenkt werden sollen.

Zum Bestandteil einer mangelfreien Installateurs-Werkleistung einer neuen oder umgebauten Heizungsanlage gehören vollständige Revisionsunterlagen mit Heizlastberechnung, Rohrnetzberechnung, Anlagenwartungsbeschreibung, Systemschema und Einregulierungsprotokoll. Die Revisionsunterlagen müssen spätestens zum Schlussabnahmetermin an den Auftraggeber übergeben werden.

## Durchführung des hydraulischen Abgleichs im Anlagenbestand

Der hydraulische Abgleich bzw. die fachgerechte Anlagen-einregulierung ist auch für Bestands-Heizungsanlagen nachträglich durchführbar, dann allerdings mit einem höheren Aufwand verbunden. Die Rohrleitungslängen und Querschnitte sowie die Heizflächenleistungen müssen bekannt sein oder mühsam aufgemessen werden. Teilstrecken bei denen keine Zugänglichkeit gegeben ist, können geschätzt werden, wenn deren Umfang in der Summe gering ist. Die Aufnahme der Netzkennlinie kann mit einer Messpumpe erfolgen. Im Anschluss an das Leitungsaufmaß und die raumspezifische Heizlastberechnung können die Rohrnetzberechnung und die Einregulierung erfolgen. Oftmals müssen dazu die Ventile gegen moderne voreinstellbare Heizkörperthermostatventile ausgetauscht werden. Da



Heizkörperventile eine typische Lebensdauer von 10–20 Jahren haben, ist dies meist eine Sowieso-Wartungsleistung.

Alternativ bieten sich elektronische Mess- und Einregelungsverfahren an. Die Thermostatköpfe werden für die Einregulierung zunächst gegen Funk-Stellantriebe ausgetauscht. Diese melden die Durchflussmengen an eine Software mit Datenloggerauswertung. Nach Beendigung der automatisch durchgeführten Messungen werden die berechneten Voreinstellungen für jedes Thermostatventil sowie die benötigten Einstellungen für Umwälzpumpe und Heizkurve angezeigt. Schließlich müssen nur noch die Funk-Stellantriebe abgenommen, die vom Programm ausgegebenen Voreinstellwerte eingestellt und die Thermostatköpfe wieder aufgesetzt werden. Die Anzahl der Heizkörper pro Heizkreis ist auf 24 Stück begrenzt. Die Raumheizlasten müssen auch für dieses Verfahren bekannt sein bzw. mittels Berechnung nach DIN EN 12831 ermittelt werden.

Unter Umständen können (z.B. bei mehrfach umgebauten Bestandsanlagen mit überwiegend unter Putz verlegten Leitungen) die Einstellwerte für Heizkörperventile mittels Datenschiebern von Heizkörperherstellern vorgenommen werden. Allerdings gelten hierzu typischerweise zahlreiche Vorbedingungen:

- Die spezifische Heizlast passt plausibel zum Baujahrs-Tabellenwert und ist über Verbrauchsdaten verifizierbar,
- Heizkörpertypen Radiatoren und Flachheizkörper,
- Heizkörperbauhöhe 45–100 cm,
- Spreiztemperaturen 70/55°C,
- Auslegungsdifferenzdruck an den Ventilen: 50 mbar,
- Differenzdruckregler für Pumpenförderhöhen > 2,5 m.

Die Summe dieser Vorbedingungen ist nur bei wenigen Bestandsanlagen vorzufinden. Weiterhin muss die Einregulierung, genau wie bei berechneten Einstellwerten, nachprüfbar dokumentiert werden. Die Berechnung von Strangregulierungsventilen im Falle mehrerer Heizkreise und Pumpenauslegungen sind auch bei der Wahl dieses Hilfsverfahrens nicht obsolet. Alle Schritte müssen nachvollziehbar dokumentiert werden. Somit unterscheidet sich der Aufwand kaum vom Aufwand eines hydraulischen Abgleichs auf berechneten Grundlagen.

### Hydraulischer Abgleich für Fußbodenheizsysteme mit Rücklaufsammlern

Für die grundsätzliche Anlagenauslegung müssen zunächst die raumweisen Heizlasten mittels Berechnung nach DIN EN 12831 ermittelt sowie eine Rohrnetzberechnung für die Querschnittsberechnung und Pumpendimensionierung erstellt werden. Die Verlegeabstände richten sich nach der Heizlastberechnung und der Rohrnetzberechnung. Alternativ kann bei bekannten, ggf. mittels Thermographie festgestellten Verlegeabständen auch nachträglich eine Rohrnetzberechnung – im Ergebnis mit Ventil-Voreinstellwerten – erfolgen.

Mit zusätzlichen thermostatischen Rücklauftemperaturbegrenzern (RTB) der einzelnen Fußbodenheizkreise lässt sich die Hydraulik optimiert auf die Leistung der Heizfläche einregulieren. Wenn Außen- und Raumtemperatur fallen, öffnen die Raumthermostatventile je nach Temperatureinstellung. Ohne RTB würde der volle Nenndurchsatz die Ventile passieren. Durch Montage der RTBs erhöht sich die

Durchflussgeschwindigkeit nur, wenn auch die Rücklauftemperatur die Tendenz hat zu sinken. Den Heizkreisen mit geringerer Wärmeanforderung wird dadurch kein Heizwasser vorenthalten da auch deren RTBs dynamisch reagieren. Das System schwingt sich ein.

### Einrohrheizsysteme

Um eine Einrohranlage nachträglich hydraulisch abgleichen zu können, müssen zunächst die erforderlichen Bestandsanalysen und Planungsleistungen (ggf. nachträglich) erbracht werden.

Durch Montage von teilautomatisierten Volumenstrom-Regelventilen mit Bypass, einer elektronischen Umwälzpumpe sowie Sollwertregler und Sollwertsteller, können die spezifischen Volumenströme eingestellt werden. Diese Ventile beeinflussen sich nicht gegenseitig und sorgen für einen konstanten Durchflusswert auch bei wechselnden Druckverhältnissen. Mit einem Durchflussmengen-Messgerät wird anschließend der Differenzdruck in den Heizleitungen gemessen. Der Soll-Durchfluss wird mit der kv-Formel berechnet und eingestellt. Durch Montage und Regulierung der genannten Bauteile findet auch innerhalb von Einrohrheizkreisen ein hydraulischer Abgleich statt, der der Abgleichgüte von 2-Rohrsystemen nahekommen kann. Im Einzelfall kann jedoch der Umbau zum Zweirohrheizsystem wirtschaftlicher sein.

### Abrechnung, Gewährleistung, Haftung für verschiedene Fälle

Eine zielgerichtete Variante ist die Trennung von Planung und Ausführung in zwei gesonderte Aufträge. Über den Planungsauftrag werden die Leistungen Heizlastberechnung, Wärmeerzeugerauslegung, Heizflächenauslegung, Rohrnetzberechnung und Pumpenauslegung erbracht. Dem Heizungsbetrieb obliegt die Ausführung entsprechend der Planung mit vorausgehender Prüfung der Planung, Montage gemäß der anerkannten Regeln der Technik, Einregulierung und Dokumentation des hydraulischen Abgleichs. Planer und Betrieb stellen gesonderte Rechnungen für ihre Leistungen und übernehmen ihre jeweilige Haftung und Gewährleistung.

Bei Projekten, welche von Generalunternehmern realisiert werden, arbeiten Planer und Ausführende innerhalb einer Vertragsleistung gegenüber den Endkunden. Hier können Leistungs-Überschneidungsunschärfen entstehen. Die Transparenz des Verfahrens leidet. Nicht selten kommt es zu lückenhaften Planungsleistungen und in der Folge zur Unmöglichkeit der Durchführung des hydraulischen Abgleichs im Zuge der Installationsleistungen. Die Haftungsfragen und die Nacherfüllungspflichten sind aus Bauherrensicht jedoch klar geregelt, da die Gesamtleistung aus Planung und Ausführung in eine Hand gegeben wurde.

In vielen Fällen – insbesondere bei kleineren Bauvorhaben und Modernisierungen – werden Angebote für Heizungsinstallationsarbeiten angefordert und erstellt, ohne das klar ist, wer für die planerischen Vorleistungen des hydraulischen Abgleichs verantwortlich sein soll. Spätestens im Auftragsfall entstehen für den Heizungsmontagebetrieb diesbezügliche Nachfrage-, Hinweis- und Klärungspflichten.

ten, bzw. Baubehinderungsanzeigepflicht. Daraus sind drei typische Folgefälle zu konstruieren:

1. Im Angebot sind bereits Normal- oder Eventualpositionen für die Planungsleistungen des hydraulischen Abgleichs enthalten oder zumindest konkrete Hinweise auf das Erfordernis planerischer Vorleistungen. Sofern die Planung direkt oder rechtzeitig an beauftragt und erbracht wird, kann auch die Gesamtleistung ausgeführt werden. Sofern der Betrieb keine Freigabe für die Eventualpositionen und im Weiteren auch keine entsprechende externe Planung erhält, muss er eine diesbezügliche Bedienungsanzeige erstellen. Die Fachunternehmererklärung nach Montage müsste ebenfalls einen einschränkernden Hinweis enthalten. Eine Haftung für fehlenden bzw. nicht fachgerechten hydraulischen Abgleich muss der Montagebetrieb unter diesen Bedingungen nicht übernehmen.
2. Der Heizungsmontagebetrieb klärt den Bauherrn über das Erfordernis planerischer Vorleistungen im Zuge der Auftragserteilung auf (Schriftform). Ggf. wird er zur Erstellung eines Nachtragsangebotes aufgefordert und kann für diese Leistung alternativ einen externen Planer beauftragen. Wird der Auftragnehmer vom Auftraggeber mit der Planungsleistung beauftragt, ist dies eine besondere Leistung, die vom Auftraggeber auch zusätzlich zu vergüten ist. Sonst wie Fall 1.
3. Der Heizungsmontagebetrieb klärt den Bauherrn nicht frühzeitig über das Erfordernis planerischer Vorleistungen auf und montiert eine Heizungsanlage ohne hinreichende Planung und diesbezügliche Baubehinderungsanzeige (häufiger Praxisfall). Sollte der Betrieb die Planung auch nicht fachgerecht in Eigenregie übernehmen und über allgemeine Positionen z.B. Baustelleneinrichtung abrechnen, können in diesem Fall keine gesonderten Kosten für den hydraulischen Abgleich abgerechnet werden; dies gilt auch für Einregulierungsleistungen (hier »aus dem Bauch heraus«), wenn die erforderlichen Planungsgrundlagen fehlen. Es entstehen für den Montagebetrieb zudem hohe Haftungsrisiken.

Ähnliche Fälle gelten sinngemäß für Ausschreibungen von Heizungsanlagen, aus denen nicht klar hervor geht, wer für die für die erforderlichen Vorleistungen des hydraulischen Abgleichs verantwortlich ist. Strittig ist, ob aus Globalformulierungen, wie z.B. »betriebsfertige Heizungsanlage entsprechend der anerkannten Regeln der Technik«, bereits Ansprüche zur fachgerechten Erbringung eines hydraulischen Abgleichs abgeleitet werden können. An dieser Stelle wäre hervorzuheben, dass es sich in jedem Fall um Sowiesokosten handelt.

Weiterhin ist strittig ob der Auftragnehmer bei Pauschalangeboten oder Einzelpreisangeboten ohne explizit ausgewiesene »Hydraulischer-Abgleich«-Positionen den Abgleich als zusätzlich zu vergütende Nebenleistung abrechnen kann.

## Fazit

Die Durchführungspflichten zum *hydraulischem Abgleich* gelten in Gesamtdeutschland seit 3.10.1990 als allgemein anerkannte Regel der Technik. Dies betrifft sowohl die erforderlichen Planungsleistungen als auch die praktische Um-

## INFO 2

### Weitere Informationen:

- Optimusstudie, Kati Jagnow, Dieter Wolff, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2002-2007
- Energie-Synergie, Volker Drusche, Deutscher Industrieverlag, 2013
- [www.hydraulischer-abgleich.de](http://www.hydraulischer-abgleich.de)
- [www.bosy-online.de](http://www.bosy-online.de)
- [www.delta-q.de](http://www.delta-q.de)
- [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)

setzung mit Montage der erforderlichen Bauteile, Einregulierung und Dokumentation. Die Verantwortlichkeiten für die verschiedenen Leistungen zur Erbringung des hydraulischen Abgleichs sollten bereits zur Auftragserteilung für den Bau oder die Erneuerung einer Heizungsanlage geklärt werden. In Sachen Abrechnung handelt es sich um Sowiesokosten, ggf. als besondere Leistung.

Bei einem ausbleibenden hydraulischen Anlagenabgleich entstehen erhöhte Heizenergiekosten auf Grund ineffizient arbeitender Anlagentechnik und Haftungsrisiken für ausführende Installateure. Allerdings muss an dieser Stelle konstatiert werden, dass die aktuellen Kenntnisse zu den Ausführungspflichten seitens der Auftraggeber derart bescheiden sind, dass die Haftungsrisiken statistisch überschaubar bleiben.

Wenn für eine Heizungsanlage keine vollständige Anlagendokumentation bzw. Revisionsunterlagen mit Heizlastberechnung, Rohrnetzberechnung und Einregulierungsprotokoll vorliegen, sind dies klare Indikatoren für einen fehlenden hydraulischer Abgleich.

Falls der hydraulische Abgleich nicht durchgeführt wurde, haben Eigentümer innerhalb der Gewährleistungszeiträume Anspruch auf Nachbesserung. Für Mieter entsteht ein Anspruch gegen ihren Vermieter, dass er beim ausführenden Installateur Nachbesserung einfordert, um den hydraulischen Abgleich nachzuholen. Wenn das binnen angemessener Frist nicht geschieht, könnte ein Ersatzanspruch wegen erhöhter Verbrauchskosten gegen den Vermieter anstehen, wenn nachzuweisen ist, dass die Erhöhung durch technische Fehlleistungen, etwa den unterbliebenen Abgleich verursacht worden und erheblich ist.

### Der Autor



**Dr.-Ing.  
Volker Drusche**

Architekt, Energieplaner, Referent,  
Fachbuchautor

Amselweg 3  
99423 Weimar