

## **Auszug aus Abschlussbericht „Akzeptanz- und Motivationskampagne – Hydraulischer Abgleich“**

### **Aufnahme des hydraulischen Abgleichs als Pflicht in die EnEV**

Mit der Änderung der EnEV 2009 wurde das energetische Anforderungsniveau an Wohn- und Nichtwohngebäude verschärft. Zu Beginn der Überarbeitung gab es für das Gebiet der Heizung und Trinkwassererwärmung viele Vorschläge für mögliche verpflichtende Anforderungen.

Unter anderem:

- Energetische Inspektion von Heizungsanlagen
- Austausch alter Heizkessel
- Austausch von Umwälzpumpen in Heizungs- und Warmwasseranlagen
- Austausch alter Thermostatventile
- Hydraulischer Abgleich
- Nachrüstung selbsttätiger Einzelraumregelungen bei Fußbodenheizungen
- Wärmedämmung von luftführenden Rohrleitungen

co2online und die Ostfalia Hochschule setzten sich gemeinsam aufgrund der Ergebnisse der OPTIMUS-Studie in vielen Treffen und Schriftwechseln mit den verantwortlichen Stellen in den Ministerien für die verpflichtende Forderung des hydraulischen Abgleichs in der EnEV 2014 ein. Es wurde ein Antrag formuliert und fristgerecht eingereicht. Im Antrag wurden alle Vorteile aufgeführt und durch Aufzeigen von Ergebnissen aus Studien belegt.

Nach §4 Absatz 3 des EnEG müssen Maßnahmen generell zu einer wesentlichen Verminderung der Energieverluste beitragen und die Einsparungen innerhalb angemessener Fristen erwirtschaftet sein. Eine angemessene Frist ist nach §5 Absatz 1 des EnEG die (noch zu erwartende) Nutzungsdauer des Gebäudes.

Auf Grundlage dieses Gesetzestextes wurde das Institut für technische Gebäudeausrüstung aus Dresden (ITG) unter der Leitung von Bettina Mailach und Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz mit der Prüfung der oben genannten Vorschläge unter den Aspekten der Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit beauftragt. Das Gutachten ist im Anhang des Abschlussberichts angefügt.

Aus Sicht des ITG kann ein hydraulischer Abgleich nicht verpflichtend in die EnEV 2014 für alle Gebäudeeigentümer aufgenommen werden. Grundlage dafür sind die Ergebnisse der OPTIMUS-Studie, dass in Altbauten (Baujahr < 1978) nur Behaglichkeitsdefizite beseitigt werden können, aber die Energieeinsparungen gering sind. Dadurch wird die Forderung des §4 des EnEG nicht erfüllt.

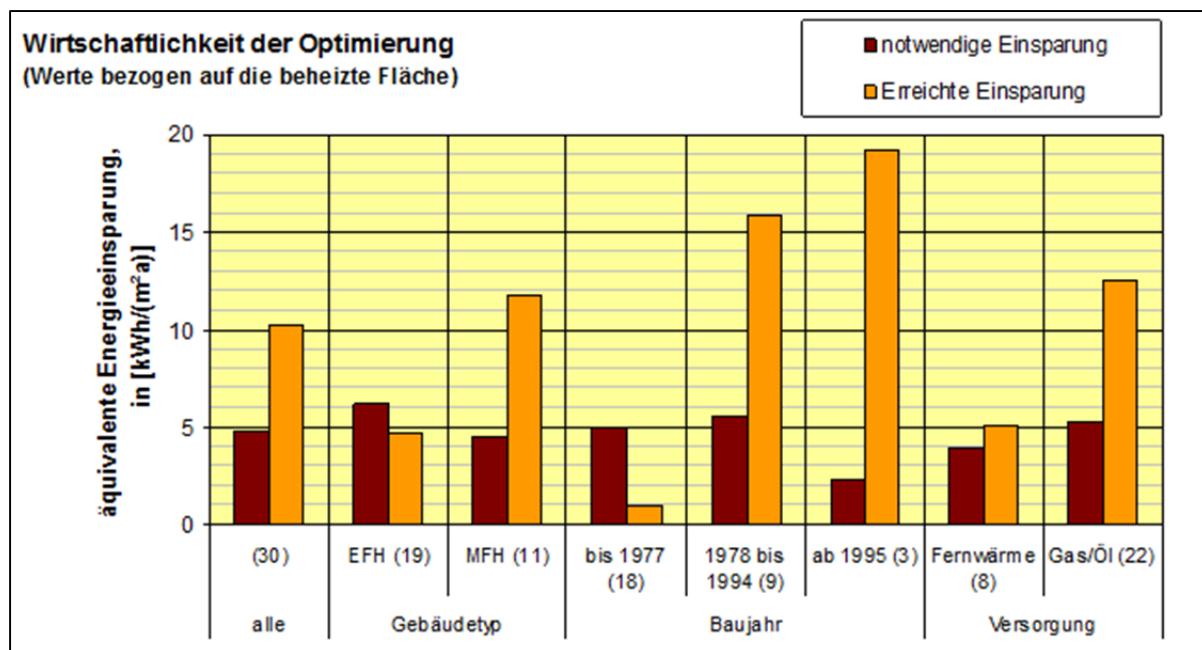


Abbildung 1 Wirtschaftlichkeit der Optimierung<sup>1</sup>

Dennoch rät das ITG bei Maßnahmen an der Heizungsanlage, bei Dämmung des Gebäudes sowie bei Umrüstung der Thermostatventile und bei Einbau von Hocheffizienzpumpen einen hydraulischen Abgleich durchzuführen. Zusätzlich sollte nach dem hydraulischen Abgleich eine Anpassung der Heizkurve und der Betriebszeiten erfolgen, da dadurch zusätzlich Energie eingespart werden kann.

Das ITG ist ebenfalls der Meinung, dass trotz der nicht verpflichtenden Durchführung nach EnEV die Förderprogramme, die Modernisierungen an den hydraulischen Abgleich koppeln, weiterzuführen und auszubauen.

Der gestellte Antrag von co2online und der Ostfalia Hochschule wurde aufgrund des Gutachtens der ITG abgelehnt. Zusätzlicher Ablehnungsgrund war der Einwand von Handwerksverbänden, dass die Handwerker noch nicht genügend geschult sind und es nicht möglich wäre, in der Zeit alle Handwerker so zu schulen, dass sie den hydraulischen Abgleich durchführen können. Durch die verschobenen Ausbildungen würden Handwerkern, die den hydraulischen Abgleich beherrschen, Vorteile in der Auftragsgenerierung geschaffen. Kleine Handwerksbetriebe, die sich noch nicht mit dem Thema hydraulischer Abgleich beschäftigt haben, würden dadurch benachteiligt werden.

Die gleiche Diskussion und Gegenargumentation der gleichen Lobbyverbände gab es bereits zur EnEV-Novelle 2009 in den Jahren 2007 und 2008, an der sich ebenfalls die Ostfalia dafür einsetzte, den hydraulischen Abgleich für Neubauten und umfassend modernisierte Gebäude verpflichtend einzuführen. Es wird weiterhin die Forderung als unabdingbar aufrechterhalten.

<sup>1</sup> Wolff, Teuber, Budde, Jagnow: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln (siehe [http://www.delta-q.de/cms/de/projekte/dbu\\_brennwertkessel.html](http://www.delta-q.de/cms/de/projekte/dbu_brennwertkessel.html))

## **Arbeitskreis zur Überarbeitung des VdZ-Formulars für den hydraulischen Abgleich**

Die Durchführung des hydraulischen Abgleichs ist bis heute leider keine gesetzlich vorgeschriebene Pflicht. Somit gibt es auch keine einheitliche Dokumentationsregel, um den hydraulischen Abgleich zu bestätigen. Viele Handwerkerfirmen haben ein eigenes Formular entworfen, auf dem sie den hydraulischen Abgleich dokumentieren und die Durchführung abzeichnen, damit der Verbraucher und auch der Handwerker später die Durchführung nachweisen können. Aufgrund einer Vielzahl von umlaufenden Formularen haben der Spitzenverband für Gebäudetechnik (VdZ) in Zusammenarbeit mit der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und mit der BAFA im Jahr 2012 ein Nachweisformular entworfen, das von allen Handwerkern ausgefüllt werden muss, wenn der hydraulische Abgleich durch die KfW oder BAFA gefördert wird.

Auf dem momentan gültigem Formular (siehe Anhang) muss der Handwerker die Durchführung und damit verbunden die Einstellung der neuen Auslegungsvorlauftemperatur und Massenstrombegrenzung sowie die eingestellte Pumpenförderhöhe bestätigen. Zusätzlich zum Formular wurde eine Leistungsbeschreibung entworfen, die dem Formular angehängt ist. Dort wird beschrieben, wie Grundlagenermittlung, Planung, Ausführung und der Betrieb durchzuführen sind.

Es hat sich herausgestellt, dass die Leistungsbeschreibung zu Verunsicherungen bei den ausführenden Firmen und den Sachverständigen führt, da die Anforderungen nicht ausreichend konkret formuliert sind und viele Ausnahmen und Vereinfachungen bei der Berechnung zugelassen sind.

Werden die Möglichkeiten zur Vereinfachung vom Fachhandwerker in Anspruch genommen und z.B. auf eine raumweise Heizlastberechnung verzichtet, leidet dadurch die Qualität des hydraulischen Abgleichs, wie viele Nachuntersuchungen der Ostfalia in Praxisprojekten gezeigt haben. Die Folge ist ein erhöhter Energieverbrauch der suboptimal eingestellten Anlagen.

Zudem ist durch das Fehlen einer einheitlichen Berechnungsregel nur schwer eine Qualitätskontrolle von Seite der KfW und BAFA möglich. Es fehlt eine technische Regel, welche die Vorgehensweise, u. a. auch bei Fußboden- und Einrohrheizungen beschreibt. Auch das Thema Einrohr- und Fußbodenheizung wird in der Leistungsbeschreibung für die Berechnung und Durchführung eines Hydraulischen Abgleichs bisher nicht behandelt.

Aufgrund dieser Umsetzungsprobleme in der Praxis hat die KfW Ende 2013 den VdZ aufgefordert, in Ausblick auf die Novellierung der Förderprogramme ab Mitte 2014, das Formular zur Bestätigung des hydraulischen Abgleichs auf Grundlage der aktuellen Förderprogramme zu überarbeiten, die Anforderungen konkreter zu formulieren und die Themen Einrohr- und Fußbodenheizung einzuarbeiten. Dazu wurde eine Arbeitsgruppe gebildet, in dem sich Firmen- und Industrievertreter des VDMA, der VdZ, des ZVSHK und beratend Vertreter der Ostfalia Hochschule zusammengefunden haben, um die Gestaltung eines neuen Formulars zu erarbeiten. Die Arbeitsgruppe hat die Arbeiten zum Zeitpunkt dieser Berichtserstellung abgeschlossen.

Konkret lagen die Schwerpunkte der Arbeitsgruppe auf der Konkretisierung der

Leistungsbeschreibung für den hydraulischen Abgleich von Zweirohrheizungen mit Heizkörpern und auf der Festlegung eines einheitlichen Berechnungsvorganges für Einrohr- und Fußbodenheizungen.

Da die Arbeitsgruppenmitglieder unterschiedliche Vorstellungen, Interessen und Voraussetzungen einbrachten, ist es kaum möglich, alle Wünsche ohne Kompromisse zu erfüllen. Die Notwendigkeit einer technischen Regel für den hydraulischen Abgleich ist aus Sicht der Ostfalia und auch der Arbeitsgruppe deshalb zukünftig unabdingbar. Die Arbeitsgruppe wird deswegen voraussichtlich nach der Bearbeitung des Formulars bestehen bleiben und sich mit den Inhalten einer technischen Regel für den hydraulischen Abgleich beschäftigen. Aus Erfahrung ein Prozess, der mehrere Jahre benötigt.

Der ZVSHK schlägt als technische Regel die von ihm entworfene Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ vor. In der Fachregel werden drei unterschiedliche Standards (Regelleistung, besondere Leistung, Premiumleistung) zur Durchführung der Optimierung empfohlen, die sich im Kernpunkt in der Ermittlung der Heizlast unterscheiden. Es ist möglich, die Heizlast mit einer pauschalen Abschätzung mit gleichen spezifischen Heizlasten für alle Räume oder raumweise detailliert zu ermitteln. Die Ostfalia steht der Fachregel als technische Regel kritisch gegenüber und empfiehlt die Aufnahme des Themas Optimierung und hydraulischer Abgleich als neuen und gesonderten Anhang der eingeführten Norm DIN V 12828 mit grundsätzlicher Ermittlung der Raumheizlasten in allen Fällen.

Für das Formular sind aus Sicht der Ostfalia „leider“ weiterhin zwei Verfahren zur Berechnung und Durchführung des hydraulischen Abgleichs definiert und in die Leistungsbeschreibung aufgenommen worden. Ebenfalls ist vorgeschrieben, wie bei Einrohr- und Fußbodenheizungen verfahren werden sollte. Zum anderen wurde das Formular für die Bestätigung überarbeitet. Nachfolgend wird das Vorgehen bei den zwei Verfahren erläutert.

### **Formularentwurf für hydraulischen Abgleich**

Um den unterschiedlichen Anforderungen von Neubauten bzw. Sanierungen zum Effizienzhaus auf der einen Seite und der Durchführung von Einzelmaßnahmen auf der andern Seite gerecht zu werden, wurden zwei unterschiedliche Formulare für die Bestätigung des hydraulischen Abgleichs entwickelt.

Um sicherzustellen, dass alle Komponenten richtig aufeinander abgestimmt werden und um Einstellungen später besser und übersichtlicher überprüfen zu können, werden die einzutragenden Formularangaben gegenüber dem bestehenden Formulars erweitert.

### **Vorgehen bei Zweirohrheizungen mit Heizkörpern**

Um den Berechnungsgang des hydraulischen Abgleichs bei Zweirohrheizungen besser vorzugeben, wurden für die Förderung von Einzelmaßnahmen zwei Berechnungsverfahren in der Leistungsbeschreibung definiert. Zum einen das vereinfachte Verfahren A, das die Ermittlung des Heizkörperdurchlasses auf Grundlage abgeschätzter und gleicher Raumheizlasten in W/m<sup>2</sup> oder auf Grundlage der installierten Heizkörpergrößen erlaubt. Dieses Verfahren ist nur noch zulässig bis 31.12.2016 beim Austausch von Wärmeerzeugern als Einzelmaßnahme und bei der Optimierung von Heizungsanlagen. Welche Leistungen

nachgewiesen werden müssen, zeigt der folgende Ausschnitt aus der Leistungsbeschreibung:

<b>Verfahren A</b> (Näherungsverfahren, zulässig bis 31.12.2016 für KfW-Förderprogramme, zulässig bei beheizten Nutzflächen bis 500m <sup>2</sup> je Heizkreis ausgestattet mit einer Pumpe oder Differenzdruckreglern/Durchflussreglern, siehe auch Regelung der ZVSHK-Fachregel, Mindestleistung)	
<b>Zur Verwendung bei Fördermaßnahme:</b>	<b>Zulässig bei:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Austausch Wärmeerzeuger als Einzelmaßnahme</li><li>■ Optimierung der Heizungsanlage als Einzelmaßnahme</li></ul>
<b>Nachzuweisende Leistungen:</b> <sup>1</sup>	<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>

<sup>2</sup> Notwendig bei Differenzdrücken am Thermostatventil größer 150 mbar, nicht notwendig bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung.

Alle Beteiligten sind sich bewusst, dass ein qualitativ hochwertiger hydraulischer Abgleich nur auf Grundlage einer raumweisen Heizlastberechnung möglich ist. Dies hat sich auch in der Erfahrungen von proklima-Hannover seit nunmehr fast 10 Jahren bestätigt. Aus diesem Grund wurde festgesetzt, dass das Verfahren A nur noch für eine Übergangsfrist bis Ende 2016 durchgeführt werden darf. Diese Übergangszeit soll den ausführenden Firmen Zeit geben sich auf die neuen Anforderungen einzustellen und gegebenenfalls entsprechende Schulungsangebote zu nutzen. In diesem Zeitraum soll der ZVSHK genügend Fachleute geschult haben.

Im Anschluss ab 01.01.2017 muss das ausführliche Verfahren B ausnahmslos für alle Zweirohrheizungen mit Heizkörpern angewendet werden. Bei diesem detaillierten Verfahren wird die Heizlast raumweise berechnet, die Heizkörperdurchflüsse werden auf Grundlage aus Raumheizlast und installierter Heizflächenleistung mit realen Rücklauftemperaturen ermittelt. Weitere Voraussetzungen zeigt der folgende Ausschnitt:

	<p><b>Verfahren B</b>  (in der Regel: Softwareberechnung, für alle Anlagengrößen, siehe auch Premiumleistung der ZVSHK-Fachregel, grundsätzlich empfohlen)</p>
<p><b>Zur Verwendung bei Fördermaßnahme:</b></p>	<p><b>Erforderlich bei:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nachträgliche Maßnahmen zur Wärmedämmung gemäß technischen Mindestanforderungen KfW</li> </ul>
<p><b>Nachzuweisende Leistungen:</b><sup>1</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Raumweise Heizlast nach DIN EN 12831, 1-3. 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 Rohrnetzberechnung) von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voreinstellwerte 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>

<sup>2</sup> Notwendig bei Differenzdrücken am Thermostatventil größer 150 mbar, nicht notwendig bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung.

<sup>3</sup> Bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung genügt die Einstellung der berechneten Heizflächendurchflüsse.

Nur mit diesem ausführlichen Verfahren lassen sich aus Sicht der Ostfalia die Einsparpotentiale des hydraulischen Abgleichs insbesondere beim Einsatz von Brennwertkesseln und Wärmepumpen voll erschließen. Aus diesem Grund soll bei umfangreichen Sanierungen der Gebäudehülle (mehr als 25% der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nachträglich gedämmt) oder zum KfW-Effizienzhaus dieses Verfahren in jedem Fall vorgeschrieben werden.

Durch die Festsetzung der Frist für Verfahren A wird verdeutlicht, dass ein korrekt durchgeföhrter hydraulischer Abgleich Voraussetzung für einen erfolgreichen Nachweis realer Energieeinsparung ist, was bereits die OPTIMUS-Studie bewiesen hat. Grobe Abschätzungen für die Einstellungen sind mit großem Fehlerpotential verbunden. Durch die Frist soll auch der Schulungsdruck auf die Handwerker erhöht werden, womit auch verbunden sein sollte, dass die Lehre des hydraulischen Abgleichs in die Handwerker- und Meisterausbildung wieder – wie vor 40 Jahren – integriert wird. Hier sind die wichtigsten Ansatzpunkte für die Zukunft zu fordern.

Auf der letzten BUFA-Sitzung wurde folgender Mailaustausch zwischen einem Handwerker und Herrn Prof. Wolff vorgestellt. Dieser verdeutlicht, dass Nachholbedarf bei der Handwerkerausbildung besteht.

#### Praxisanfrage

Ich habe ein großes Anliegen für ein eigentlich sehr kleines Problem:  
Als Heizungsbaumeister sollte ich mich eigentlich schämen müssen diese  
Frage zu stellen, es wurde aber in meiner Schulzeit einfach nicht  
angesprochen oder durchgenommen.

Ich bin in unserem Betrieb für den Kundendienst und auch für den  
hydraulischen Abgleich von Bestandsanlagen zuständig. Ich möchte dieses  
Thema gerne ganz durchblicken und mich nicht nur auf irgendwelche  
Vorgaben verlassen.  
Deshalb würde ich gerne wissen, wie es sich mit der Ventilautorität beim  
Thermostatventil verhält.

Ein ganz einfaches Beispiel:

- Pumpendruck 100mbar
- Druckverlust bis zum ungünstigsten Heizkörper 50 mbar
- Alle Ventile werden per Datenschieber auf einen Differenzdruck von  
50mbar eingedrosselt.

Der abzudrosselnde Differenzdruck wird umso größer, je näher sich der  
Heizkörper an der Pumpe befindet. Denn zunächst muss für den am  
weitesten entfernten und damit ungünstigsten Heizkörper genügend  
Differenzdruck zur Abdeckung der Netzdruckverluste bis dahin und dann  
des Thermostatventils durch die Pumpe bereitgestellt werden. Die Summe  
aus Netzdruckverlusten und Ventildruckabfall liefert die notwendige  
Pumpförderhöhe oder den Begrenzungswert eines Differenzdruckreglers.

Hier empfehlen wir einen Anteil des Druckverlustes des Thermostatventils  
an der Gesamtdruckdifferenz von  $30 - 40\% = 0,3$  bis  $0,4$  für die  
Ventilautorität.

Heizkörpern, die parallel zum Rest vorher vom restlichen Netz abzweigen,  
steht damit ein höherer Differenzdruck zur Verfügung, der dann durch  
Eindrosseln an der Voreinstellung des Thermostatventils, zusammen mit  
dem planmäßigen Volumenstrom den korrekten kv-Wert jedes einzelnen  
Heizkörperventils ergibt. Die Ventilautorität wird dann immer größer, je  
näher der Heizkörper zur Pumpe im Netz liegt.

hier der Versuch einer Antwort:

beim HA (Hydraulischer Abgleich) müssen Sie keinen Differenzdruck, sondern einen Widerstand (bzw. KV-Wert) am Thermostatventil einstellen. Dieser ergibt sich aus dem planmäßigen Heizkörpervolumenstrom und dem überschüssigen Differenzdruck durch die Pumpe am jeweiligen Heizkörper:

$kv = \text{Volumenstrom} \cdot \sqrt{1 \text{ bar} / \text{überschüssiger Differenzdruck}}$

Um den Volumenstrom zu bestimmen, benötigen Sie zwangsläufig die Raumheizlast und die installierte Heizkörpernormleistung. Daran geht kein Weg vorbei. Schieberlösungen verschiedener Hersteller gehen fälschlicherweise davon aus, dass in allen Räumen das Verhältnis von installierter Heizkörpernormleistung und Raumheizlast Räumen gleich groß ist.

Das stimmt aber nur in den Ausnahmefällen einer korrekt geplanten Heizungsanlage, nicht im Bestand.

Welche Ventilautorität habe ich am Heizkörper direkt neben der Pumpe?  
Welche Ventilautorität habe ich am entferntesten Heizkörper (50mbar Druckverlust im Rohrnetz)?

Ich bitte um eine kurze Erklärung wie ich auf die Werte komme. Ich muss dazu sagen, ich habe die Frage schon mehrfach und an verschiedene Stellen gestellt und niemand konnte oder wollte sie beantworten.

Ist das so schwer? Oder wissen es die meisten selber nicht? Wen soll ich sonst fragen?

Ich finde es schade, wenn man als interessanter Heizungsbauer nicht die Gelegenheit bekommt etwas richtig zu machen, damit es auch zufriedenstellend funktioniert.

Die Verständnisschwierigkeiten entstehen - das weiß ich von meinen Studenten - aus der von vielen propagierten Gleichsetzung von Druckverlust und Widerstand bzw. Durchlasswert (KV-Wert). Wie in der Elektrotechnik sind Widerstand und Spannungsabfall über dem Widerstand zwei verschiedene Paar Schuhe. Hier noch ein Link zu unserer Internetseite zum Thema OPTIMUS:

[http://www.delta-g.de/export/sites/default/de/downloads/optimus\\_bund\\_der\\_energieverbraucher.pdf](http://www.delta-g.de/export/sites/default/de/downloads/optimus_bund_der_energieverbraucher.pdf)

Ich hoffe, nicht noch mehr Verwirrung gestiftet zu haben und wünsche Ihnen noch einen schönen Sonntag Abend.

Beste Grüße aus Wolfenbüttel

Dieter Wolff

Im Grunde entspricht eine Zulassung des Verfahrens A schon heute nicht den Anforderungen der KfW in den Förderprogrammen „Energieeffizienz Sanieren“ (151/152/430). In der „Anlage zu den Merkblättern Energieeffizient Sanieren: Kredit (151/152), Investitionszuschuss (430)“ auf Seite 10 steht folgende Anforderung:

„Als Austausch der Heizungsanlage gilt der Einbau von Heizungstechnik auf Basis der Brennwerttechnologie, Kraft-Wärme-Kopplung oder Nah-/Fernwärme (einschließlich der unmittelbar dadurch veranlassten Maßnahmen). In diesem Zusammenhang sind die Fachunternehmer mit der Prüfung zu beauftragen, ob die Heizflächen für die geplante Heizungsanlage geeignet (z. B. dauerhafter Brennwertbetrieb) und ausreichend dimensioniert sind.“

Wird z.B. ein Brennwertkessel eingebaut, muss überprüft werden, ob die erforderliche Rücklauftemperatur für einen optimalen Brennwertnutzen erreicht wird. Dafür muss eine Berechnung der Durchflüsse und insbesondere der Rücklauftemperaturen der Heizkörper

durchgeführt werden, da diese für einen wirtschaftlichen Betrieb maßgebend sind. Nur mit einer ausführlichen Berechnung nach Verfahren B erhält man die realen Heizkörperdurchflüsse und Rücklauftemperaturen. Ohne Berechnung der Rücklauftemperaturen kann kein Brennwertbetrieb nachgewiesen und vom Sachverständigen bestätigt werden.

Bei Förderungen von Neubauten und Sanierungen zum Effizienzhaus wird für Zweirohrheizungen mit Heizkörpern ohne Übergangsfrist das Berechnungsverfahren mit raumweiser Heizlastberechnung und daraus resultierenden Einstellungen für Voreinstellungen der Thermostatventile, Pumpenförderhöhe, Gesamtdurchfluss und Einstellwerten von Strangarmaturen zur Pflicht.

### **Vorgehen bei Einrohrheizungen**

Bei Einrohrheizungen sind die Heizkörper über eine Ringleitung miteinander verbunden. Das Heizwasser wird durch eine Spezialarmatur zu einem bestimmten Teil an den Heizkörper geleitet, der Rest wird über einen Bypass weitergeführt. Der Rücklauf aus dem Heizkörper wird mit dem weitergeführten Heizwasser vermischt und ergibt somit die Vorlauftemperatur für den nächsten Heizkörper. Durch die Vermischungen werden die Vorlauftemperaturen in Strömungsrichtung kleiner, wodurch die Heizkörper größer werden müssen. Die Leitungen geben ungeregelt Wärme ab, sodass ein beachtlicher Teil der Raumheizlast darüber gedeckt wird. Als Folge daraus sinkt die Wärmeleistung des Heizkörpers. Weiterhin entstehen im Teillastfall hohe Rücklauftemperaturen

Aufgrund der sich im Teillastfall ständig ändernden Vorlauftemperatur an den einzelnen Heizkreisen, ist ein raumweiser hydraulischer Abgleich technisch schwierig und aufwendig. Zudem gibt es für die Berechnung von Einrohrheizungen momentan kein anerkanntes Berechnungsverfahren. Auch die Fachregel des ZVSHK „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ liefert hierfür momentan keine Berechnungsansätze. Aus diesem Grund werden in dem Formular folgende nachzuweisenden Leistungen aufgeführt, um ein einheitliches Vorgehen wenigstens einigermaßen zu gewährleisten:

#### **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
- Hinweis: Der Wechsel auf ein Zweirohrsystem mit Heizkörpern wird empfohlen und ist förderfähig.

<sup>1</sup> Angenommene Randbedingungen und Berechnungsergebnisse müssen dokumentiert und dem Antragsteller übergeben werden.

Weiterhin ist es fraglich, ob es sinnvoll ist, alte Einrohrheizungen in Förderprogramme der energetischen Sanierung aufzunehmen, da mehrere Studien der Ostfalia nachgewiesen haben, dass ein energetisch optimaler Betrieb im Zusammenhang mit Brennwerttechnik häufig nicht möglich ist. An dieser Stelle ist es sinnvoll, dem Kunden durch Förderung Anreize zur Umrüstung auf ein Zweirohrsystem zu geben. Aus diesem Grund wird in dem Formular eine Umrüstung zur Zweirohrheizung empfohlen. In jedem Fall sollte eine nachträgliche Dämmung freiliegender Rohrleitungen von Einrohrsystemen erfolgen, da sonst

der Anteil der ungeregelten Wärmeabgabe erheblich sein kann.

### **Vorgehen bei Fußbodenheizungen**

Die größten ungelösten Probleme ergeben sich beim hydraulischen Abgleich von Fußbodenheizungen. Auch hier gibt es momentan kein aus Sicht der Ostfalia akzeptables Regelwerk, das einen Lösungsweg beschreibt. Die Leistungsabgabe einer Fußbodenheizung hängt von folgenden Parametern ab:

- Verlegeabstand der Rohrleitungen
- Aufbau des Fußbodens
- Fußbodenbelag
- Wärmedämmung nach unten
- Temperaturniveau

Bei Bestandsanlagen sind diese Angaben in der Regel nicht vorhanden, weshalb für proklima-Hannover das Vorhandensein von Planunterlagen die Voraussetzung der Förderung ist. Ohne eine sehr zeitaufwändige Aufnahme der Daten (Thermografie) kann ein hydraulischer Abgleich nur sehr ungenau durchgeführt werden. Als Vorschlag wurde ein Berechnungsansatz des Bundesverbandes für Flächenheizungen in Erwägung gezogen. Dabei wird auf Grundlage einer gleichen spezifischen Heizlast für alle Räume und einer angenommenen Temperaturspreizung (8K) der Volumenstrom pro Heizfläche berechnet. Diese Abschätzung ist aus Sicht der Ostfalia sehr ungenau und nicht akzeptabel. Die tatsächliche Spreizung hängt wie bei Heizkörpern vom Verhältnis Raumheizlast zu installierter Heizflächenleistung ab. Das Ergebnis ist also nur eine grobe Schätzung. Die sich aus dieser Schätzung ergebenen Volumenströme müssen dann am Heizkreisverteiler eingestellt werden. Dies erfordert in der Regel den Einbau eines neuen Heizkreisverteilers mit Durchflussmengenmessern, Abgleicharmaturen oder Durchflussregler. Die Nachrüstung dieser Armaturen wird in der Leistungsbeschreibung für Fußbodenheizungen vorgeschrieben. Dieses stellt einen erheblichen Installationsaufwand dar. Eine ungewisse Einsparung auf Grundlage geschätzter Annahmen verursacht hier einen erheblichen Investitionsaufwand. Damit ist die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme in Frage zu stellen. Hinzu kommt, dass auch die Energieeinsparverordnung eine Einrichtung zur raumweisen Anpassung der Wärmeleistung an die Heizlast, in der Regel Handeinstellventile in Altanlagen fordert. Diese dienen jedoch in der Regel nicht dem hydraulischen Abgleich von Flächenheizungen.<sup>2</sup> Es stellt sich grundsätzlich die Frage, ob bei energetisch sanierten Gebäuden (EnEV-Standard oder besser) ein Betrieb von herkömmlichen Fußbodenheizungen mit großer Speichermasse (sogenannte Nassestrichsysteme) weiterhin sinnvoll ist, da die Regelbarkeit dieser Systeme dann oft nicht mehr gegeben ist.

Aus diesem Grund wird in der Leistungsbeschreibung darauf hingewiesen, dass auch ein Umbau auf eine Zweirohrheizung mit Heizkörpern von der KfW gefördert wird.

Eine im Jahr 2008 durchgeführte Studie der Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Rettig ICC untersuchte zum einen unter der Leitung von Jarek Kurnitski den Einfluss thermischer Massen von Wärmeübergabesystemen auf die Leistung der Heizungsanlage. Zum anderen wurde durch Professor Dr. Christer Harryson untersucht, wie hoch der

---

<sup>2</sup> EnEV 2014 §14 (2) Seite 16

Energieverbrauch bei Flächen- und Fußbodenheizungen in Einfamilienhaussiedlungen ist.<sup>3</sup>

Professor Jarek Kurnitski ist zu dem Ergebnis gekommen, dass Heizkörpersysteme schneller auf Wärmegewinne und -verluste reagieren und den vorgegebenen Raumtemperatursollwert bei Heizkörpern von 21°C somit höchstens um 0,5°C überschreiten. Flächenheizungen dagegen reagieren träge auf Veränderungen der Wärmegewinne. Der Raumtemperatursollwerte musste auf 21,5°C angehoben werden, um das niedrigste Behaglichkeitslimit von 21°C halten zu können.

Durch die Studie wurde ebenfalls herausgefunden, dass Heizkörper in einstöckigen Einfamilienhäusern rund 15% und in mehrstöckigen Mehrfamilienhäusern rund 10% effektiver sind als Flächenheizungen.<sup>4</sup>

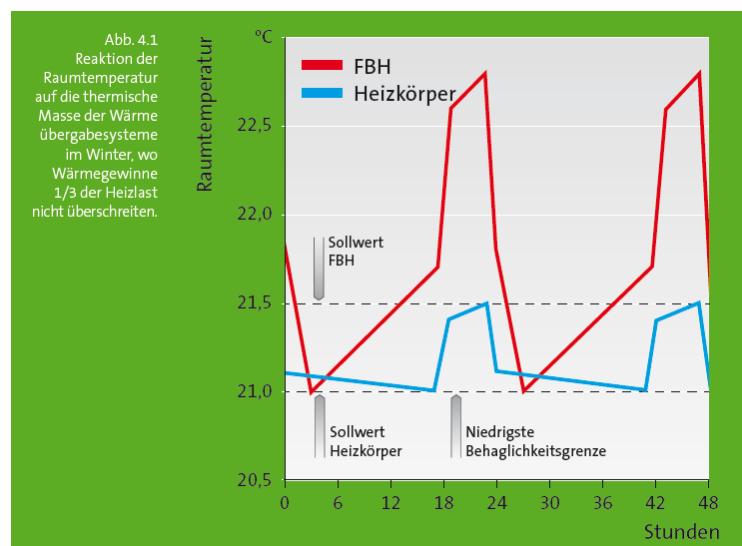


Abbildung 2 Ergebnis der Studie: Reaktion Raumtemperatur bei unterschiedlichen Wärmeübergabesystemen<sup>5</sup>

Professor Dr. Christer Harrysson hat festgestellt, dass die von ihm untersuchten Einfamilienhäuser mit Heizkörpersystemen 19 kWh/(m<sup>2</sup>a) weniger Energie verbrauchen als die fußbodenbeheizten Gebäude (134 kWh/(m<sup>2</sup>a)).<sup>6</sup>

In praktischen Fällen ist aus Sicht der Ostfalia zu prüfen, ob nicht eine Umrüstung von Fußbodenheizungen auf Heizkörper sinnvoll ist. Dabei bleibt natürlich zu bedenken, dass häufig Fußbodenheizungen nicht nur aus dem Blickwinkel der Energieeinsparung, sondern auch aus dem der Behaglichkeit betrieben werden.

Trotz dieser Bedenken wird versucht, in dem Formularentwurf Anforderungen an den hydraulischen Abgleich zu formulieren:

<sup>3</sup> Rettig Germany GmbH: Leitfaden für Heizkörper in Niedrigtemperatursystemen

<sup>4</sup> Rettig Germany GmbH: Leitfaden für Heizkörper in Niedrigtemperatursystemen, Seite 66

<sup>5</sup> S.o. Seite 63

<sup>6</sup> IKZ Seite 45 Januar 2012

## 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.
- Es wird empfohlen zu prüfen, ob eine Umstellung von Fußbodenheizungen auf ein Zweirohrsystem mit Heizkörpern sinnvoll ist. Die Umstellung ist ebenfalls förderfähig.

<sup>1</sup> Angenommene Randbedingungen und Berechnungsergebnisse müssen dokumentiert und dem Antragsteller übergeben werden.

Wie die Volumenströme der Heizkreise ermittelt werden sollen, bleibt leider weiterhin offen und wird im Formular nicht erwähnt. Im Moment wird also nur der Einbau der Komponenten gefordert, wie die Einstellungen ermittelt werden, bleibt offen.

Hier sind der VdZ bzw. der ZVSHK gefordert, eine Berechnungsregel für den hydraulischen Abgleich von Bestandsflächenheizungen zu erarbeiten.

Grundsätzlich ist die Ostfalia der Meinung, dass Einrohr- und Fußbodenheizungen in Gebäuden ab EnEV 09 meistens nicht sinnvoll betrieben werden können. Bei Fußbodenheizungen führt die Trägheit und schlechte Regelbarkeit zu hohem Verschwendungsverlust, dass die hohen Investitionen zur Optimierung und zum hydraulischen Abgleich konträr sind und die Empfehlung rechtfertigt, eine Umstellung auf Heizkörperheizungen im Zweirohrsystem auf Wirtschaftlichkeit zu prüfen.

## Fazit

Die Bitte der KfW, das Formular zur Bestätigung des hydraulischen Abgleichs zu überarbeiten, macht deutlich, dass viele Handwerker die technischen Voraussetzungen und die Vorgehensweise für einen hydraulischen Abgleich nicht kennen. Mit entsprechenden Kenntnissen müsste kein so ausführliches Formular entworfen werden, da die Handwerker in Schulungen die nötigen Kenntnisse vermittelt bekommen.

Obwohl fachlich umstritten ist, dass die Einsparpotenziale des hydraulischen Abgleichs nur erreicht werden können, wenn die Berechnungen auf Grundlage einer raumweisen Heizlastberechnung durchgeführt werden, wurde als Kompromiss das überschlägige Berechnungsverfahren A bis Ende 2016 zugelassen. Das Argument für diese Übergangsfrist ist, dass noch nicht genügend Fachleute zur Verfügung stehen, die einen hydraulischen Abgleich nach Verfahren B (auf Grundlage der Raumheizlasten) durchführen können. In der Realität spielen hier jedoch wirtschaftliche Interessen eine maßgebliche Rolle. „Je einfacher der hydraulische Abgleich, desto mehr Ventile und andere Komponenten werden verkauft“.

Es ist deshalb unbedingt darauf zu achten, dass die Übergangsfrist für die vereinfachten Verfahren nicht weiter verlängert wird. Wenn das der Fall wäre, hätte man mit dem neuen Formular praktisch keine Verbesserung erreicht.

Durch fehlende Qualifikationen bzw. offene Defizite in der Grundausbildung seitens der Handwerker wird der hydraulische Abgleich entweder gar nicht und wenn doch, dann falsch durchgeführt. Dadurch werden die gewünschten Einsparerfolge nicht erreicht. Das Misstrauen der Verbraucher gegenüber den Maßnahmen wächst und verbreitet sich.

Um dieses Dilemma zu umgehen, sollten Listen erstellt werden, in denen Handwerker

gelistet sind, die den hydraulischen Abgleich beherrschen. Co2online aus Berlin, das Institut für Wärme und Öltechnik (IWO) aus Hamburg und auch proKlima aus Hannover haben Listen mit Experten aufgestellt. Jedoch sind hier die Aufnahmekriterien sehr unterschiedlich. Um im gesamten Bundesgebiet einen gleichen Standard bei der Durchführung des hydraulischen Abgleichs zu gewährleisten, müssen einheitliche Qualifikationen festgelegt werden, die dazu berechtigen in die Expertenliste aufgenommen zu werden.

Die notwendigen Qualifikationen müssten den Handwerkern und Sachverständigen in Schulungen vermittelt werden, die folgende Themen beinhalten:

- Ordentliche Durchführung einer Bestandsaufnahme
- Heizlastberechnung
- Probleme bei Überdimensionierung und Übertemperaturen von Heizkörpern
- Einflüsse auf das Temperaturniveau einer Heizungsanlage
- Wahl optimaler Temperaturniveaus
- Grundlagen hydraulischer Abgleich
- Durchführung einer überschlägigen Rohrnetzberechnung
- Anwendung einer Berechnungssoftware für den hydraulischen Abgleich
- Kundenberatung

Eventuell wäre es sogar notwendig, eine Zusatzqualifikation für den hydraulischen Abgleich einzuführen. Durch eine schriftliche Prüfung wird den Handwerkern/Sachverständigen bestätigt, dass sie ein ausgebildeter Handwerker für den hydraulischen Abgleich sind und nach den vorgegebenen Standards die Berechnungen und Einstellungen durchführen können.

Die Handwerker, die diese Zusatzqualifikation vorweisen, werden in die Expertenliste aufgenommen.

Dieses Listing sollte der Kompromissweg sein, solange das Thema nicht wieder in die Grundlagenausbildung aufgenommen ist, da nur dadurch gewährleistet wird, dass in jedem Gebäude ein hydraulischer Abgleich optimal durchgeführt wird und tatsächlich Einsparungen erzielt werden.

Es ist ein falscher Ansatz der Industrie, dass nach dem Prinzip von „Plug and Play“ zum Beispiel neue Thermostatventile mit fester Volumenstromeinstellung entwickelt werden, die fälschlicherweise damit beworben werden, dass ein rechnerischer hydraulischer Abgleich auf Grundlage einer raumweisen Heizlastberechnung, wie er z. B. schon immer von ProKlima aus Hannover gefordert wird, nicht mehr erforderlich ist.

Diese Aussage ist falsch, denn der hydraulische Abgleich besteht – hier noch einmal wiederholt aus folgenden Schritten:

- nachvollziehbare Berechnung der einzelnen Raumheizlasten über Raum-Außenflächen
- Festlegung einer für das Heizsystem optimalen Vorlauftemperatur und Berechnung jeder einzelnen Heizkörper-Rücklauftemperatur
- Berechnung der einzelnen Heizkörper-Auslegungsvolumenströme und des System-Auslegungsvolumenstroms
- Berechnung der einzustellenden bzw. Angabe der vorgegebenen Heizkreislaufpumpen-Förderhöhe beim berechneten System-Auslegungsvolumenstrom

- Bei herkömmlichen Thermostatventilen: Berechnung des Voreinstellwertes der Heizkörper-Thermostatventile aus Heizkörpervolumenstrom und berechneter Druckdifferenz über dem Ventil
- Bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung: Der Einstellwert ergibt sich direkt aus den berechneten Heizkörperdurchflüssen.

Somit unterscheidet sich der hydraulische Abgleich wie er von ProKlima gefordert wird und wie er mit neuen Thermostatventilen berechnet werden muss, nur beim letzten Punkt. Eine raumweise Heizlastberechnung, die Ermittlung der Heizkörperdurchflüsse auf Grundlage realer Rücklauftemperaturen, die Optimierung der Vorlauftemperatur sowie eine Ermittlung der benötigten Pumpenförderhöhe ist weiterhin erforderlich.

Gerade bei den neu entwickelten Ventilen ist ein Zusatzdruck von ca. 50 mbar nötig, damit der Durchflussbegrenzer funktioniert. Dadurch werden mehr hydraulische und damit auch elektrische Pumpenleistung benötigt. Pro Heizkörper entstehen dadurch zwar nur jährliche Mehrkosten in Höhe von 0,33 €. Bei ca. 200 Mio. in Deutschland installierten Ventilen entspricht dies jedoch erhöhten Stromkosten von knapp 70 Mio. €/a bei vollständiger Erneuerung. Angenommen werden hierfür ein mittlerer Heizkörpervolumenstrom von 40 l/h, ein Pumpenwirkungsgrad von 25%, eine Betriebszeit von 6000 h/a und ein Strompreis von 0,25 €/kWh. Trotzdem kann der Einbau dieser neuen Ventile durchaus sinnvoll sein, vor allem wenn in komplexeren Bestandsanlagen der Rohrnetzverlauf weitgehend unbekannt ist.

## Überarbeitung Merkblätter der KfW

Gleichzeitig zum Formular zur Bestätigung des hydraulischen Abgleichs hat die KfW ihre Merkblätter und die entsprechenden Anhänge für das Förderprogramm 151 Kredit überarbeitet. Diese treten ab dem 01. Juni 2014 in Kraft.

Für die Anforderung, wann ein hydraulischer Abgleich von Seiten der KfW Pflicht ist, hat sich die KfW an den Ergebnissen der OPTIMUS-Studie orientiert. Dabei ist besonders die Erkenntnis maßgebend, dass besonders große Einsparungen durch den hydraulischen Abgleich bei neueren oder wesentlich sanierten Gebäuden zu erschließen sind. Bei unsanierten Bestandsgebäuden kann durch den Abgleich eine Verbesserung der Behaglichkeit, leider keine im Durchschnitt der untersuchten Gebäude wesentliche Energieeinsparung erreicht werden.

Im alten Merkblatt wird ein hydraulischer Abgleich gefordert, wenn nach der Sanierung der Heizwärmebedarf des Gebäudes um mindestens 25% reduziert wurde. Diese Vorgabe setzt schon im Vorfeld eine aufwendige Berechnung voraus, da überprüft werden muss, welcher Heizwärmebedarf vor und nach der Sanierung auftritt. Dazu müssen die U-Wert der Außenflächen, die Raumheizlasten und der daraus resultierende Heizwärmebedarf vor und nach der Sanierung berechnet werden. Erst nach dieser Berechnung kann nachgeprüft werden, ob durch die Sanierung eine Einsparung von 25% eintreten wird.

Es besteht die Gefahr, dass bei der Berechnung herauskommt, dass die Sanierung die Forderungen nicht erfüllt und ein hydraulischer Abgleich nicht nötig ist. Dem Verbraucher entstehen dennoch hohe Kosten für die Berechnung, da diese Leistung als Energieberatung abgerechnet wird.

Um den Verbraucher vor diesen Kosten zu schützen und um die aufwendige Berechnung zu umgehen, hat die KfW die Anforderungen überarbeitet und festgelegt, dass ein hydraulischer Abgleich bei Gebäuden, die nach dem 31.10.1977 erbaut wurden, auf jeden Fall durchgeführt werden muss. Und bei älteren Gebäuden dann, wenn mehr als 50% der wärmeübertragenden Umfassungsfläche wärmeschutztechnisch verbessert werden. Dabei sind aber auch Wärmeschutzmaßnahmen aus der Vergangenheit zu berücksichtigen.