Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften

Abschlussbericht

zum Forschungsvorhaben
der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften,
Institut für Energieoptimierte Systeme, Labor für Heizungstechnik

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Ostfalia - Hochschule für angewandte Wissenschaften Institut für Energieoptimierte Systeme Labor für Heizungstechnik	03KSE020B

Vorhabenbezeichnung:

Effizienz und Erneuerbare Energien:
Akzeptanz- und Motivationskampagne - Hydraulischer Abgleich

Laufzeit des Vorhabens:

01.07.2011 – 31.03.2014

Berichtszeitraum:

01.07.2011 – 31.03.2014

Fördermittelgeber bzw. vom Fördermittelgeber beauftragte Organisation

BMU bzw. PTJ

Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff
Dipl.-Ing. (FH) Peter Teuber
Gunnar Eikenloff M.Eng.
Rabea Glienke B.Eng.

Wolfenbüttel, Juni 2014

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung ... 2
1.1 Langzeitziele der Kampagne zu Projektstart ... 6
1.2 Mitarbeiter/Projektpartner ... 7
2 Ergebnisse der Arbeitspunkte der Ostfalia im Projektkonzept ... 8
a) Kommunikationskampagne: Presseartikel und Texte ... 9
Good-Practice-Beispiele: Mehrfamilienhäuser ... 9
Good-Practice-Beispiele: Einfamilienhäuser und andere Gebäude ... 11
b) Dialogberatung / Online-Ratgeber ... 16
Energieanalyse aus dem Verbrauch ... 16
Fingerabdruck des Kessels ... 17
c) Partnerkampagnen ... 19
Kampagnenbeiratstreffen ... 19
Kesseltauschempfehlung mit realen oder theoretischen Kennwerten ... 20
Bedeutsamkeit einer guten Kesseltauschempfehlung ... 21
Einfluss bestimmter Maßnahmen und Komponenten auf die Effizienz der Brennwerttechnik ... 22
Aufnahme des hydraulischen Abgleichs als Pflicht in die EnEV ... 26
Arbeitskreis zur Überarbeitung des VdZ-Formulars für den hydraulischen Abgleich ... 28
Vorgehen bei Zweirohrheizungen mit Heizkörpern ... 30
Vorgehen bei Einrohrheizungen ... 34
Vorgehen bei Fußbodenheizungen ... 35
Fazit ... 38
Überarbeitung Merkblätter der KfW ... 40
Einbindung des hydraulischen Abgleichs in die Lehre der Ostfalia ... 41
d) Projektmonitoring ... 42
3 Ergebnisse der Arbeitspunkte von co2online ... 42

1 Einführung

Ca. 30% des Primärenergieverbrauchs und eine Jahresemission von ca. 250 Millionen Tonnen CO_2 entfallen heute in der Bundesrepublik allein auf die Raumwärmebereitstellung. Regenerative Energiequellen müssen bis 2050 anstelle der immer knapper werdenden fossilen Energieträger Erdgas und Erdöl mehr als die Hälfte der Energiebereitstellung abdecken. Dabei wird meistens übersehen, dass dieser Anteil nur realistisch ist, wenn parallel der Raumwärmebedarf durch Modernisierung des Gebäudebestands mindestens um den Faktor 4 oder besser um mehr als den Faktor 10 auf den bereits heute realisierbaren Passivhausdämmstandard reduziert wird. Dabei wird auch zukünftig die Warmwasserzentralheizung in vielen Fällen die zwar geringe, aber weiterhin noch notwendige Restwärmebedarfsdeckung übernehmen. Sie kann dies aber nur bei mindestens gleichem Komfort und mit der angestrebten Effizienz, wenn alle Systemkomponenten der Anlagen- und Regelungstechnik sinnvoll auf die neuen Verhältnisse, v. a. nach einer baulichen Modernisierung, abgestimmt und eingestellt werden.

Vor allem in bestehenden Heizungsanlagen ist eine optimale Zusammenarbeit der hochwertigen Einzelkomponenten (Kessel, Pumpen, Regler, Thermostate, Heizkörper, etc.) sicherzustellen. Der oftmals unterlassene hydraulische Abgleich, die Überdimensionierung von Heizflächen, die zumeist nicht der Rohrnetzdimensionierung entsprechende Auslegung und Einstellung der Pumpen und die meist nicht vorgenommene Einstellung der Heizkurven witterungsgeführter Vorlauftemperaturregler sind vier entscheidende Faktoren, die zu einem unnötigen Energieverbrauch und zu einer Verschwendung von Ressourcen führen.

Die Optimierung vorhandener Anlagen zielt darauf ab, Überangebote von Wärmeenergie zu vermeiden und Heizflächen die richtige Wärmeleistung, d. h. die richtigen Volumenströme und die richtigen Heizwassertemperaturen zuzuführen. Dazu ist es notwendig, die Heizwasservorlauftemperatur den tatsächlichen Gegebenheiten anzupassen sowie einen hydraulischen Abgleich fachgerecht durchzuführen. Diese Einstellungen verursachen geringe Kosten und können die Lebensdauer der Anlagenkomponenten verlängern. Um Akzeptanz für diese Optimierungsmaßnahmen zu erhalten, dürfen keine Komforteinbußen und finanziellen Mehraufwendungen für die Nutzer entstehen.

Um die Einsparmöglichkeiten einer Heizungsanlage ausschöpfen zu können, ist es erforderlich, das "System Heizungsanlage" mit seinen vielfachen Wechselwirkungen zu verstehen und die einzelnen Komponenten und ihre Einstellung optimal aufeinander abzustimmen.

Abbildung 1 Maßnahmen bei Optimierung einer Anlage

Als eine hocheffektive Maßnahme für die Optimierung der Heizungsanlage bietet sich der hydraulische Abgleich an. Durch die OPTIMUS-Studie der Ostfalia Hochschule Wolfenbüttel konnte messtechnisch nachgewiesen werden, dass durch einen hydraulischen Abgleich in etwa 10 kWh/(m²·a) Primärenergie eingespart werden können. In neuen und energetisch modernisierten Gebäuden kann die Einsparung höher bei 15-20 kWh/(m²·a) liegen. Hier als Beispiel ein Mehrfamilienhaus aus Braunschweig (18 Wohneinheiten, Baujahr 1998, 1.250m² Nutzfläche): Durch Voreinstellung der Thermostatventile, optimierte Einstellung der Pumpenförderhöhe und der Regelung konnte der Verbrauch thermischer Energie von 99 auf 78 kWh/(m²·a) reduziert werden. Bei unsanierten Bestandsgebäuden kann durch den hydraulischen Abgleich häufig nur eine Verbesserung der gleichmäßigeren Beheizung und der Behaglichkeit, aber keine nennenswerte Energieeinsparung erreicht werden.

Der Aufwand für die Berechnung des hydraulischen Abgleichs ist relativ gering, dennoch bieten nur wenige Unternehmen diese Dienstleistung an. Oft fehlt ihnen die Motivation für die Durchführung des hydraulischen Abgleichs. Zum einen sind die Einnahmen aus dieser Dienstleistung gering – Handwerksunternehmen sind stärker am Einbau und Verkauf von Kesseln, Wärmepumpen, etc. interessiert - zum anderen fehlt ihnen vielfach auch das fachliche Knowhow.

Der hydraulische Abgleich wird in der Handwerkerausbildung nur sehr selten ausreichend gelehrt und angewendet. Dieses Dilemma könnte aufgehoben werden, wenn in einer Rechtsvorschrift wie der Energieeinsparverordnung die Durchführung des hydraulischen Abgleichs eindeutig geregelt und gefordert würde. Beeinflusst durch verschiedene Einsprüche entsprechender Branchen- und Lobbyvertreter ist der hydraulische Abgleich bis heute nicht als feste Forderung für Neuanlagen und für umfassen modernisierte Bestandsanlagen in die EnEV aufgenommen worden.

Für den Verbraucher fallen je nach Zustand und Aufbau der Heizungsanlage im Modernisierungsfall folgende typische Kosten für Ein- und Mehrfamilienhäuser an (Ausführung durch einen Handwerker, ohne zusätzliche Fachplanerkosten):

	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus
Fall 1 - bei vorhandenen voreinstellbaren Thermostatventilen	2,80 €/m²	2,00 €/m²
Fall 2 - mit Einbau voreinstellbarer Thermostatventile	5,20 €/m²	4,90 €/m²
Fall 3 - wie Fall 2, zusätzlich Einbau einer Hocheffizienzpumpe	8,00 €/m²	

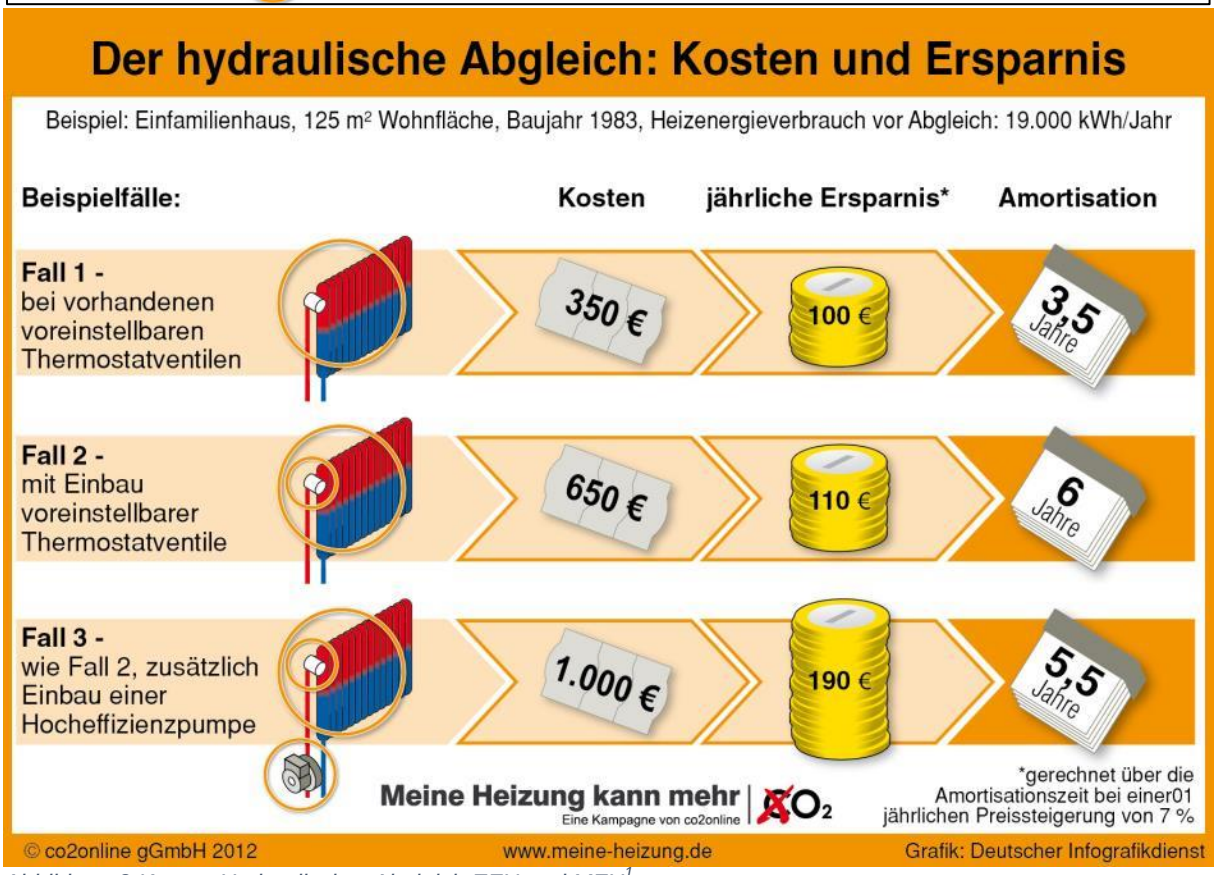

Abbildung 2 Kosten Hydraulischer Abgleich EFH und MFH[1]

Ebenfalls durch das Projekt OPTIMUS angeregt, ist der hydraulische Abgleich geforderter Bestandteil von Förderprogrammen der KfW und der BAFA. Jedoch war in der Förderpraxis bisher keine Möglichkeit der Kontrolle der Durchführung des hydraulischen Abgleichs vorhanden. Bei der zukünftig notwendigen Einbindung von sachverständigen

[1] Angaben von co2online www.meine-heizung.de und von der Nibelungen Wohnbau GmbH Braunschweig

Effizienzberatern bei KfW-Effizienzhausförderungen kann eine bessere Ausführung mit Qualitätssicherung und Nachkontrolle erwartet werden.

Den Vorteil des hydraulischen Abgleichs erzielt alleine der Verbraucher. Aber insgesamt profitieren alle von der Durchführung eines hydraulischen Abgleichs: Die Energieverbräuche der Haushalte sinken, dadurch reduziert sich automatisch auch der gesamte Energieverbrauch der Bundesrepublik, es muss weniger Energie bereitgestellt werden. Je nach Umsetzungsrate im nicht bzw. umfassend modernisierten Bestand sowie im Neubaubereich liegen die CO_2-Minderungspotentiale zwischen 5,6 und 10 Mio. t CO_2 pro Jahr.

Heizwärmeersparnis:	**7 kWh/(m²a)**	**90.000 kWh/a**
Endenergieersparnis:	**8 kWh/(m²a)**	**106.000 kWh/a**
Primärenergieersparnis:	**10 kWh/(m²a)**	**124.000 kWh/a**
CO_2-Ersparnis:	**2,1 kg/(m²a)**	**28.300 kg/a**

Abbildung 3 Erreichte Einsparungen in 30 Testgebäuden[2]

[2] Jagnow, Wolff: OPTIMUS-Optimieren von Heizungsanlagen (http://www.delta-q.de/cms/de/projekte/dbu_optimus.html)

1.1 Langzeitziele der Kampagne zu Projektstart

Um den Bekanntheitsgrad des hydraulischen Abgleichs zu erhöhen, wurde die Kampagne „Meine Heizung kann mehr“ – gefördert vom BMU(B) - von der gemeinnützigen co2online GmbH zusammen mit vielen Partnern und unter wissenschaftlicher Begleitung der Ostfalia-Hochschule Wolfenbüttel gestartet. Die Kampagne hat sich zum Ziel gesetzt, Verbraucher über die Vorteile zu informieren, Hausbesitzer bei der Optimierung zu begleiten und Fachhandwerker zu schulen, weiterzubilden und zu motivieren.

Zu diesem Zweck wurde neben anderen Aktivitäten eine Internetseite erstellt und gepflegt, die Informationen für Verbraucher und Handwerker zur Verfügung stellt. Auf ihr finden Handwerker Schulungs- und Ausbildungsangebote. Verbrauchern finden über ein Onlinebranchenbuch ausgebildete Handwerker für den hydraulischen Abgleich in ihrer Region mit Kontaktdaten.

Um dem Verbraucher die Erfolgsaussichten des hydraulischen Abgleichs aufzuzeigen, wurden deshalb über die Internetseite www.meine-heizung.de Good-Practice-Beispiele veröffentlicht, die dazu animieren, einen hydraulischen Abgleich durchzuführen.

Energiesparchecks wurden entwickelt, die es möglich machen, schnell und einfach den Energieverbrauch zu überprüfen und Modernisierungsvorschläge zu erhalten. Dies wird auch für Smartphones mit Hilfe von Apps umgesetzt. Ebenfalls gibt es eine Fördermittelberatung, die Fördermittelquellen für die durchzuführende Maßnahme auflistet.

Es wurde während der Laufzeit des Projektes angestrebt, den hydraulischen Abgleich in die EnEV zu integrieren; aus Sicht der Verfasser die einzige Möglichkeit, den hydraulischen Abgleich als Standard zu etablieren. Durch Einsprüche und finanzierte Gutachten der Handwerksverbände (ZVSHK) und der Heizungsindustrie (VdZ) zur Wirtschaftlichkeit wurde dies leider verhindert. Unter anderem stellte das Institut für Technische Gebäudeausrüstung aus Dresden (ITG) ein Gutachten zur „Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit der EnEV 2012 – Anforderungen an die Anlagentechnik in Bestandsgebäuden“ auf, in dem auch der hydraulische Abgleich untersucht worden ist.

Nur durch eine gesetzliche Regelung können einheitliche Grundlagen geschaffen werden, die von allen Handwerkern bzw. Planern umgesetzt werden müssen. Speziell sollen einheitliche Mindestanforderungen und eine einheitliche Dokumentation festgesetzt werden. Gerade für den Neubau sollte der hydraulische Abgleich auf jeden Fall Pflicht werden. Um den Erfolg des hydraulischen Abgleichs zu gewährleisten, sollen Fördermittelgeber angeregt werden, neue Förderprogramme zu entwickeln, die nicht nur die durchgeführte Maßnahme fördern, sondern auch deren Erfolg.

1.2 Mitarbeiter/Projektpartner

Das Projekt wurde Anfang November 2011 begonnen und Ende Mai 2014 mit der Berichterstellung beendet. Neben der gemeinnützigen co2online GmbH waren noch weitere Firmen aus der Industrie, Hersteller- und Handwerkerverbänden an dem Projekt beteiligt, die die Kampagne inhaltlich, finanziell oder kommunikativ unterstützt haben:

Abbildung 4 Projektbeteiligte

Alle Beteiligten haben über den Projektzeitraum von zwei Jahren den Fortschritt der Kampagne vorangetrieben und mit ihren Möglichkeiten zu einem positiven Verlauf beigetragen.

2 Ergebnisse der Arbeitspunkte der Ostfalia im Projektkonzept

Zum einen hat die Ostfalia die Kampagne mit den Arbeitspunkten unterstützt, die in der Projektkonzeption festgelegt wurden. Zum anderen hat sich die Ostfalia weitere Schwerpunkte gesetzt, die den hydraulischen Abgleich fördern und die Kampagne unterstützen.

Die Arbeitspunkte, an denen die Ostfalia ganz oder teilweise beteiligt ist, werden nachfolgend beschrieben und in ihrem Umfang grob zeitlich eingeschätzt. Die Nummerierung der Arbeitspunkte richtet sich nach dem Hauptantrag der Verbundpartner.

	Detaillierte Beschreibung	Zeitumfang, ca. in Mannmonaten E13	sonstige Anmerkungen
6.1. Kommunikationskampagne			
Mitwirkung bei der Konzeption	fachliche Mitarbeit und Konzeption der Informationskampagne	2	
Recherche und Monitoring	Recherche und Erstellung von Good-Practice-Beispielen, um das Wissen über die Wirkung des Hydraulischen Abgleichs bei verschiedenen Heizsystemen; besondere Berücksichtigung des Einsatzes von Erneuerbaren Energien; incl. konkreter Messungen mit mobilen Messgeräten in mindestens 10 Gebäuden	12	Kosten für Messtechnik, ggf. Praktikant/ Bachelor
Fachliche Beratung Infomaterialien	Aufklärung von Hausbesitzern, Hausverwaltern und Mietern, was zum Hydraulischen Abgleich zählt und wie sie ein Angebot prüfen können (in Kooperation mit dem ZVSHK, der einen Leistungsstandard entwickelt hat)	3	ggf. Master
Telefon-/Chat-Aktionen mit Experten	Unterstützung und Vorbereitung von Kommunikations-Maßnahmen: Pressegespräche mit Fach- und Publikumsmedien sowie Telefon-/ Chat-Aktionen mit Experten	2	
6.2. Dialogberatung/Online-Ratgeber			
Fachliche Beratung Ratgeber	Erweiterung bestehender Ratgeber von co2online um Berechnungen, Empfehlungen und Hinweise zum Hydraulischen Abgleich	3	ggf. Master
Test des Ratgebers	Entwicklung und Umsetzung eines eigenen interaktiven Ratgebers zum Hydraulischen Abgleich, eines niederschwelligen Tests, wie Hausbesitzer und Mieter feststellen können, ob ein Hydraulischer Abgleich erfolgt oder notwendig ist. Umsetzung inkl. Usability-Test	1	ggf. Praktikant/ Bachelor
Fachliche Beratung Energiesparkonto	Erweiterung des Energiesparkontos für die Nutzerberatung mit Feedback-Optionen	3	
6.3. Ratgeber mobil			
Test des Ratgeber Apps	Test des Ratgeber-Apps zusammen mit Endanwendern incl. Nutzerbefragung und deren Dokumentation	0,5	ggf. Praktikant/ Bachelor
Test des Energiesparkonto Apps	Test des Energiesparkonto-Apps zusammen mit Endanwendern incl. Nutzerbefragung und deren Dokumentation	0,5	ggf. Praktikant/ Bachelor
6.5. Partnerkampagnen			
Fachgespräche/ Kampagnenbeirat	Unterstützung von co2online bei der Durchführung von Gesprächen mit Industrie, Fördermittelgebern (KfW), Politik (EnEV) usw.	2	
6.6. Nutzerbefragungen/ Projektmonitoring			
Unterstützung bei der Auswertung	co2online wertet während der gesamten Projektlaufzeit Zwischenergebnisse aus und erstellt am Ende eine Gesamtbilanz; incl. Besprechungen, Zwischenberichten, Endberichten usw.	6	Externe Mitarbeit (Jagnow)

Abbildung 5 Arbeitspunkte laut Antrag

a) Kommunikationskampagne: Presseartikel und Texte

Die Ostfalia hat während des Projektzeitraums wesentlich an der Konzeption der Kommunikationskampagne mitgewirkt. Es wurden sowohl für den Internetauftritt als auch für die Presse Artikel und Texte entworfen bzw. redigiert. Die Themen der veröffentlichten Themenschwerpunkte waren:

- Hydraulischer Abgleich
- Brennwerttechnik
- Rohrleitungsdämmung
- Heizkörperthermostate
- Heizungspumpen
- Energieanalyse aus dem Verbrauch

Good-Practice-Beispiele: Mehrfamilienhäuser

Aus vorhandenen Projektdaten wurden Good-Practice-Beispiele ausgewählt sowie Kostenfunktionen abgeleitet, die dem Interessenten das Thema verdeutlichen. Speziell wurden dafür zwei Beispiele aus der Wohnungswirtschaft gewählt.

Die GEWOBA aus Bremen und die Nibelungen-Wohnbau-GmbH aus Braunschweig haben einer Aufstellung der Einsparungen ihrer bereits sanierten und optimierten Gebäude zugestimmt. Beide Wohnungsbaugesellschaften haben die Verbräuche vor und nach der Optimierungsmaßnahme gemessen. Die GEWOBA hat für die Betrachtung Ergebnisse von 16 Wohngebäuden zur Verfügung gestellt, die Nibelungen-Wohnbau-GmbH von 20 Wohngebäuden. Im Durchschnitt werden bei beiden durch den hydraulischen Abgleich im Mittel mehr als 10 kWh/(m²a) Endenergie eingespart. Damit konnte die in der OPTIMUS-Studie der DBU aufgezeigt Einsparung von ca. 10 kWh/(m²a) bestätigt werden.

GEWOBA Bremen

Die Bremer Wohnbaugesellschaft GEWOBA hat den hydraulischen Abgleich seit erfolgreicher Umsetzung im Zuge der OPTIMUS-Studie als feste Maßnahme in ihre Bestandsmodernisierung aufgenommen. Um die jeweiligen Einspareffekte auch nachzuweisen, wird jedes Objekt, das eine konsequente Durchführung des hydraulischen Abgleichs erfahren hat, einem fortwährenden Monitoring unterzogen. Die hier auszugsweise dargestellten Ergebnisse spiegeln den generell in Bremen erzielten Erfolg im Mittel aller Objekte wieder und unterstreichen ebenfalls die Ergebnisse der damals durchgeführten OPTIMUS-Studie.

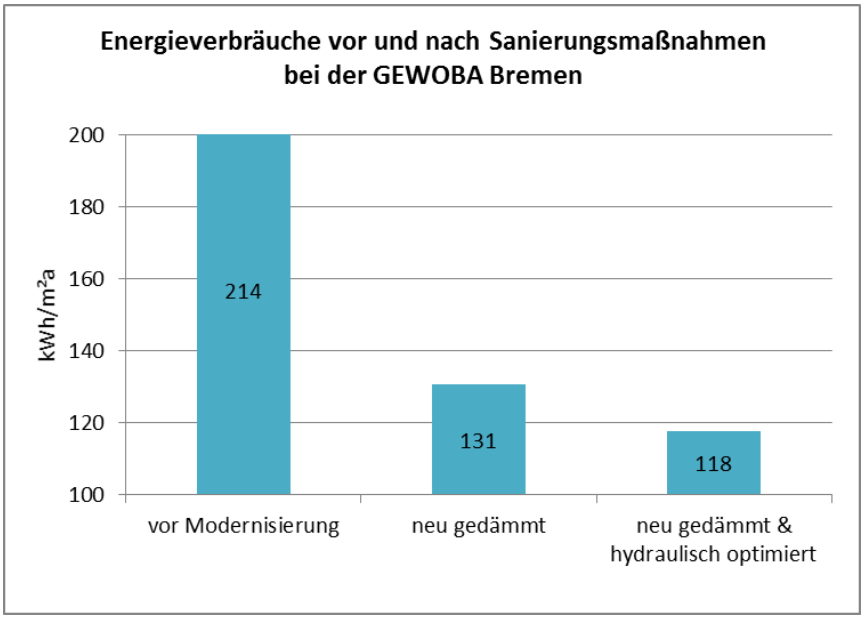

Abbildung 6 Vergleich der Verbräuche der GEWOBA vor und nach den Maßnahmen

Nibelungen Braunschweig

Die Braunschweiger Nibelungen-Wohnbaugesellschaft hat den hydraulischen Abgleich seit erfolgreicher Umsetzung im Zuge der OPTIMUS-Studie in gleicher Weise wie bei der GEWOBA in Bremen als feste Maßnahme in ihre Bestandsmodernisierung aufgenommen. Die hier auszugsweise dargestellten Ergebnisse spiegeln den generell in Braunschweig erzielten Erfolg im Mittel aller Objekte wieder und unterstreichen ebenfalls die Ergebnisse der damals durchgeführten OPTIMUS-Studie.

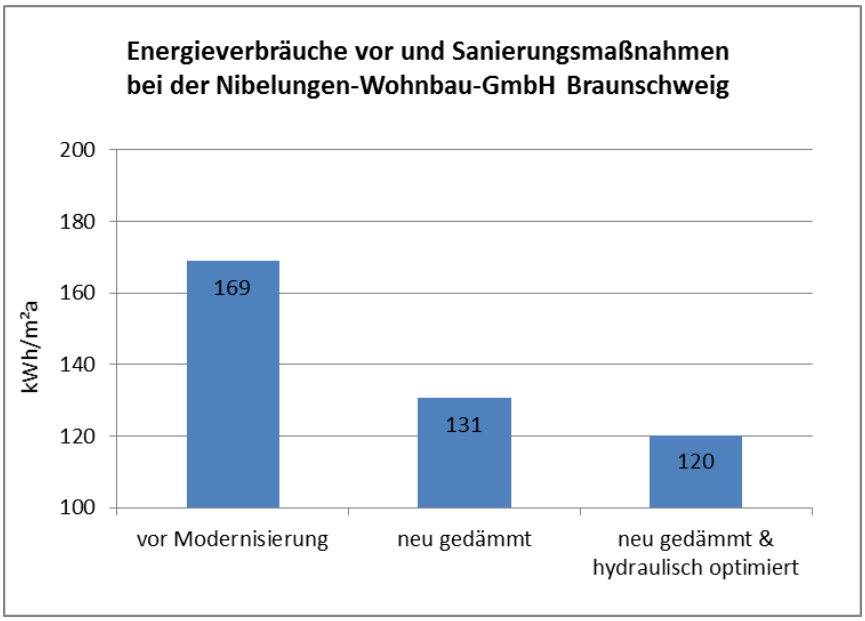

Abbildung 7 Vergleich der Verbräuche der Nibelungen vor und nach den Maßnahmen

Good-Practice-Beispiele: Einfamilienhäuser und andere Gebäude

Um nicht nur Mehrfamilienhäuser als Best Practice Beispiele aufzeigen zu können, wurden auch die Einsparmöglichkeiten in Einfamilienhäusern und andere Gebäudetypen durch den hydraulischen Abgleich untersucht. Dazu wurden sieben Objekte ausgewählt, in denen der Verbrauch vor und nach dem hydraulischen Abgleich durch Wärmemengenzähler gemessen wird.

Den Hausbesitzern wurde aufgetragen, selbst einen Handwerker mit dem Einbau von Wärmemengenzählern zu beauftragen. Dies wurde absichtlich so festgelegt, damit ein Handwerker den Einbau übernimmt, der die örtlichen Gegebenheiten und die vorhandene Anlagentechnik kennt. Die Handwerker wurden daher in diesen Ausnahmefällen bei der Berechnung durch Mitarbeiter der Ostfalia unterstützt, da sie mit der Prozedur der Optimierung und dem Berechnungsverfahren des hydraulischen Abgleichs noch nicht ausreichend vertraut waren.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen stehen noch aus, da es unter anderem bei einigen Objekten Probleme mit dem Einbau der Wärmemengenzähler gab. Die Feldmessungen werden über das Ende der Kampagne weitergeführt und in den Internetauftritt von co2online eingespeist.

Nachfolgend werden die zu untersuchenden Gebäude aufgelistet und beschrieben.

<u>Einfamilienhaus Wiesemann</u>

Abbildung 8 Beispielprojekt Einfamilienhaus Wiesemann

Das Einfamilienhaus der Familie Wiesemann befindet sich in Braunschweig im Stadtteil Lehndorf und hat den Charakter einer Doppelhaushälfte. Das Gebäude mit Baujahr 1936 wurde 2011 umfassend modernisiert, wodurch der hydraulische Abgleich einen entsprechenden Abschluss darstellen soll und als Bindeglied zwischen Gebäudestruktur und Anlagentechnik zur Abstimmung auf die neuen energetischen Qualitäten fungiert.

Das Gebäude hat eine beheizte Wohnfläche von 90 m². Alle Grundlagen zur Durchführung des hydraulischen Abgleichs – wie z.B. raumweise Heizlastberechnung und Erfassung des Rohrnetzes – liegen zum derzeitigen Zeitpunkt vor. Die Aufnahme der erforderlichen Gebäudedaten sowie die zugehörigen Berechnungen wurden auch hier im Frühjahr 2013

direkt nach der Anfrage des Eigentümers mit Unterstützung von Mitarbeitern der Ostfalia durchgeführt und ausgewertet.

Da für die nachweisliche Einsparung durch den hydraulischen Abgleich eine mindestens einjährige Verbrauchserfassung vor und nach dem Abgleich erforderlich ist, steht eine Gegenüberstellung der Verbräuche noch bis zum Frühjahr 2015 aus.

Amsdorfhaus Goslar

Abbildung 9 Beispielprojekt Amsdorfhaus Goslar

Das sogenannte Amsdorfhaus der Markt-Kirchengemeinde Goslar fungiert als Gemeindehaus der evangelischen Kirchengemeinde und beherbergt neben einem großen Veranstaltungssaal und einem Konferenzraum Büros für Mitarbeiter der Gemeinde sowie die Wohnung des Küsters/Hausmeisters.

Wie auf den Fotos zu erkennen ist, verteilt sich das Heizsystem in drei verschiedene Heizstränge, die es hydraulisch zu optimieren gilt. Neben dem reinen Abgleich der Stränge untereinander und der jeweils verschalteten Heizkörper ist eine grundlegende Neuplanung der gesamten Verteiler-/Sammler-Schiene notwendig, um einen effizienten Betrieb zu sichern. Die Aufnahme und Begehung des Amsdorfhauses fand im November 2012 statt. Die erforderlichen Berechnungen wurden im Frühjahr 2013 fertiggestellt.

Eine entsprechende Gegenüberstellung der Verbräuche vor und nach der Durchführung des hydraulischen Abgleichs ist bislang nicht möglich, da der im August 2012 vorgesehene Einbau von Wärmemengenzählern erst im Dezember 2013 durchgeführt werden konnte, was dem Umstand geschuldet war, dass sich bis zum besagten Zeitpunkt kein Installateur finden ließ, der diesen Einbau durchgeführt hätte – angefragt wurden insgesamt vier Handwerksbetriebe.

Propstei/Pfarrhaus Goslar

Abbildung 10 Beispielprojekt Propstei und Pfarrhaus Goslar

Die Propstei und das Pfarrhaus in Goslar (ebenfalls Markt-Kirchengemeinde) stellen als Einheit ein Doppelhaus dar, das auf beiden Hälften jeweils im Erdgeschoss die entsprechenden Büroräume aufweist und in den beiden darüber liegenden Geschossen die Wohnungen des zuständigen Pastors bzw. Propstes umfassen. Mit Baujahr 1966 weist das Gebäude eine gesamte Wohn-/Nutzfläche von ca. 550 m² auf.

Der aktuelle Endenergieverbrauch an Erdgas beträgt 224 kWh/(m²a) und setzt sich zu 90 % (200 kWh/(m²a)) aus Heizwärme und 10 % (24 kWh/(m²a)) für die Trinkwassererwärmung zusammen. Die Umstände der Bestandsaufnahme, Berechnung und des Einbaus von Wärmemengenzählern sowie der Status des Vorher-Nachher-Vergleichs gestaltet sich analog zu den Umständen des Amsdorfhauses, da sich ebenfalls der Einbau der Wärmemengenzähler über ein Jahr hinausgezögert hat.

Pfarrhaus Liebenburg

Abbildung 11 Beispielprojekt Pfarrhaus Liebenburg

Das Pfarrhaus in der Ortschaft Liebenburg wurde 1846 erbaut. Die gesamte Wohn- und Nutzfläche beläuft sich auf etwa 320 m² und wird zu etwa drei Viertel als Wohnhaus und zu einem Viertel als Pfarrbüro genutzt. Der gegenwärtige Verbrauch an Endenergie in Form von Erdgas beläuft sich auf einen spezifischen Wert von 214 kWh/(m²a), die sich zu 90 % bzw. 10 % auf Raumheizung und Warmwasserbereitung aufteilen (193 bzw. 21 kWh/(m²a)).

Da das Amsdorfhaus, das Gebäude „Pfarrhaus/Propstei Goslar“ und das Pfarrhaus in Liebenburg im direkten Kontext zueinander stehen, sind auch hier dieselben Begleiterscheinungen und Hinderungsgründe bzgl. des Einbaus der Wärmemengenzähler vorzufinden, wodurch ebenfalls keine abschließende Auswertung möglich ist.

Seniorenresidenz Kleine Breite Wolfenbüttel

Abbildung 12 Beispielprojekt Seniorenresidenz Wolfenbüttel

Die Seniorenresidenz „Kleine Breite“ in Wolfenbüttel wurde 1996 erbaut. Sie besteht im Wesentlichen aus zwei freistehenden Gebäudekomplexen, die über eine im Keller liegende Tiefgarage unterirdisch miteinander verbunden sind. Neben den reinen Wohnungen, welche die Bewohner eigenständig bewohnen, bietet die Residenz des Weiteren ein Schwimmbad mit Sauna, diverse Pflege- und Gymnastikräume, einen Servicebereich mit Friseursalon, eine Cafeteria und vereinzelte Gästezimmer für Besucher. Im Erdgeschoss des Hauptgebäudes ist darüber hinaus die Verwaltung untergebracht.

Die Flächen teilen sich wie folgt auf die Nutzungsarten und Gebäude auf:

Gebäude	Etage	Nutzung	Fläche in m²
A	KG	Schwimmbad, Sauna, Pflege, Gymnastik, Saal, Technik, Abstellräume	866
	EG	Verwaltung und Service (z.B. Friseur)	107
		Cafeteria	110
		Wohnung 1-9	513
		Nutz- und Verkehrsflächen	171
	OG	Wohnung 10-19	597
		Gästezimmer	73
		Nutz- und Verkehrsflächen	107
	DG	Wohnung 20-28	476
		Nutz- und Verkehrsflächen	165
	SUMME Gebäude A		**3.185**
B	KG	Abstellräume	393
	EG	Wohnung 29-37	583
		Nutz- und Verkehrsflächen	140
	OG	Wohnung 38-46	583
		Nutz- und Verkehrsflächen	118
	DG	Wohnung 47-55	451
		Nutz- und Verkehrsflächen	106
	SUMME Gebäude B		**2.374**
SUMME Gebäude A und B			**5.559**

Tabelle 1 Flächenzusammenstellung für die Seniorenresidenz Wolfenbüttel

Die raumweise Heizlastberechnung und Rohrnetzauslegung wurde verbunden mit mehreren Vor-Ort-Begehungen unterstützend durch die Ostfalia ausgewertet. Die Erfassung wöchentlicher Verbräuche der verschiedenen Heizkreise wird zentral durch den ansässigen Hausmeister seit Oktober 2012 vollzogen. Die Umsetzung des hydraulischen Abgleichs ist für den Sommer 2014 angedacht.

b) Dialogberatung / Online-Ratgeber

Die Ostfalia hat eine umfangreiche fachliche Beratung für den Online-Ratgeber der co2online gGmbH geleistet. Die Arbeiten an den Ratgebern wurden ständig weitergeführt und von der Ostfalia nach Neuerungen getestet.

In mehreren Workshops wurden die fachlichen Hintergrundinformationen zwischen Ostfalia und der co2online gGmbH ausgetauscht. Insbesondere standen hierbei im Fokus die Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V) und der Fingerabdruck des Kessels, um den noch nicht ausreichend untersuchten Zusammenhang zwischen Brennwertkesseleffizienz und Heizungsoptimierung / hydraulischem Abgleich zu evaluieren.

Energieanalyse aus dem Verbrauch

Die E-A-V ist eine von der Ostfalia entwickelte Methode zur Auswertung von Verbrauchsdaten. Grundlage der Berechnung ist der Energieverbrauch eines Gebäudes. Dieser sollte über mindestens 9 Monate (mit Datumsvermerk) inklusive einer Heizperiode dokumentiert werden.

Der Heizenergieverbrauch wird anschließend mit den mittleren Außentemperaturen des Zeitraums korreliert und in einem Diagramm aufgetragen. Durch Auswertung der Verbrauchswerte können wichtige Erkenntnisse über die Qualität der Gebäudehülle geschlossen werden. Unter anderem zeigt es, wie das Gebäude auf Außentemperaturen reagiert, ob die Heizungsanlage die richtige Dimensionierung für das Haus hat und wie der Zustand der Dämmung des Hauses ist. Aus diesen Aussagen können Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen und mögliche Einsparpotenziale bestimmt werden.

Nutzer des Energiesparkontos können die E-A-V mittlerweile kostenfrei anzeigen lassen. Nachfolgend ein Beispiel einer aufgestellten E-A-V:

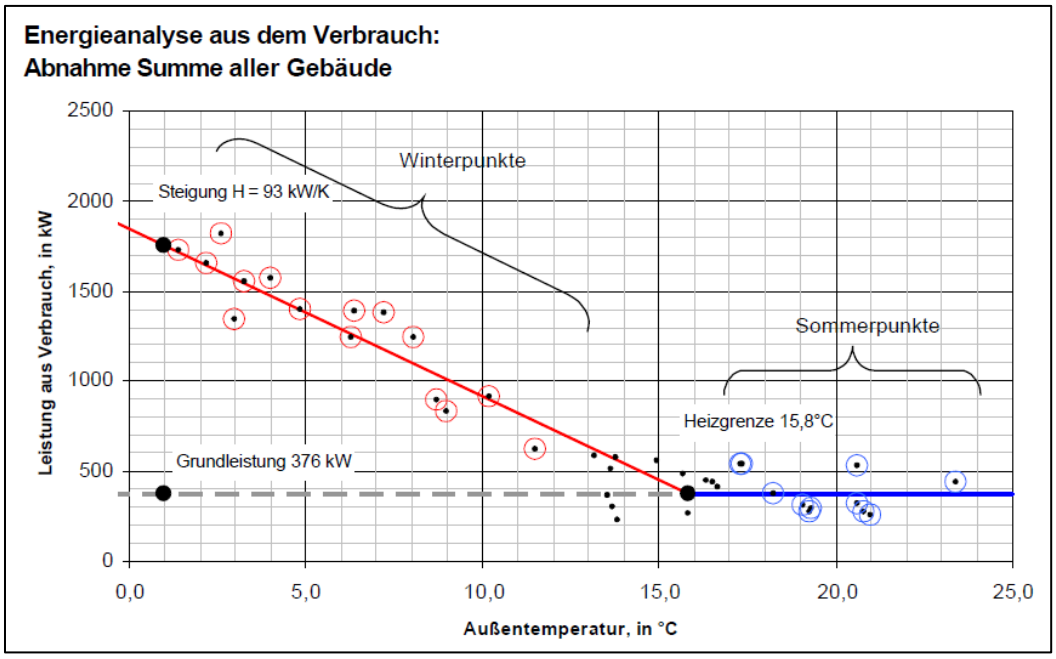

Abbildung 13 Beispiel E-A-V

Fingerabdruck des Kessels

Der Fingerabdruck des Kessels dient dazu, die Effizienzmerkmale des Heizkessels zu bestimmen und eine mögliche Kesseltauschempfehlung zu geben.

Um im Vorfeld abzuschätzen, welche Ersparnis durch einen Heizkesseltausch erreichbar ist, gibt es zwei konkurrierende Ansätze: Die Berechnung mit theoretischen Kennwerten, z. B. aus der DIN V 18599-5 und die Abschätzung auf der Basis real gemessener Verbrauchswerte vor und nach Kesselaustausch. Hierzu muss der Brennstoffverbrauch für einen möglichst langen Zeitraum vor und nach Kesseltausch bekannt sein und in ausreichend feiner Aufteilung der Ablesezeiträume vorliegen. Noch bessere Aussagen werden erzielt, wenn als zweiter Ansatz zusätzlich und zeitgleich die Nutzwärmeabgabe der Kessel mit geeichten Wärmemengenzählern erfasst wird.

Für eine theoretische Abschätzung nach dem einfacheren ersten Ansatz sind das Kesselbaujahr und die Kesselnennleistung vom Typenschild des Heizkessels oder im Schornsteinfegermessprotokoll abzulesen. Wichtig für die Bewertung eines möglichen Kesseltauschs sind die Kennwerte Kesselwirkungsgrad η_K, spezifischer Bereitschaftsverlust q_B und die mittlere Kesselauslastung β bezogen auf die maximale Kesselnennleistung. Aus diesen drei Größen lässt sich ein mittlerer rechnerischer Nutzungsgrad ermitteln. Der Nutzungsgrad wird zur Effizienzbewertung von Kesseln herangezogen, da der Wirkungsgrad nur eine Momentaufnahme und nicht repräsentativ für die gesamte Heizperiode ist.

Beispiel eines Fingerabdrucks des Kessels:

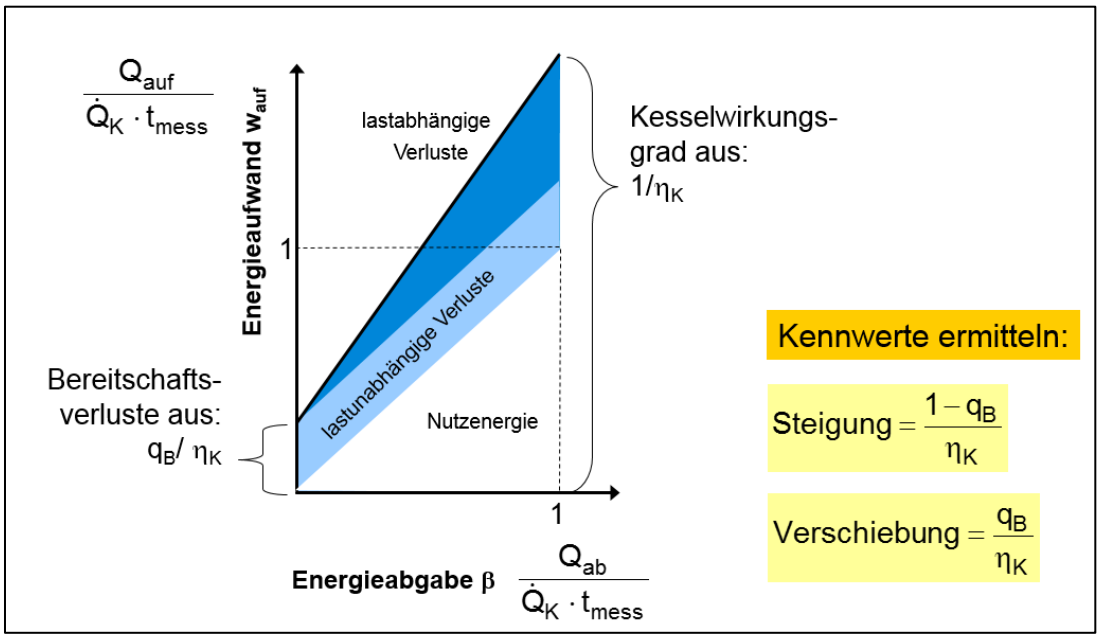

Abbildung 14 Beispiel Fingerabdruck des Kessels

Den Fingerabdruck des Kessels und die Gebäude E-A-V lassen sich auch gegenseitig in einander überführen. Dabei werden die Koordinatensysteme nebeneinander gelegt. Mit Hilfe der Außentemperatur und den vom Kessel aufgenommenen und abgegebenen Leistungen sowie unter Berücksichtigung der Verteilverluste lässt sich die Gebäudegerade konstruieren.

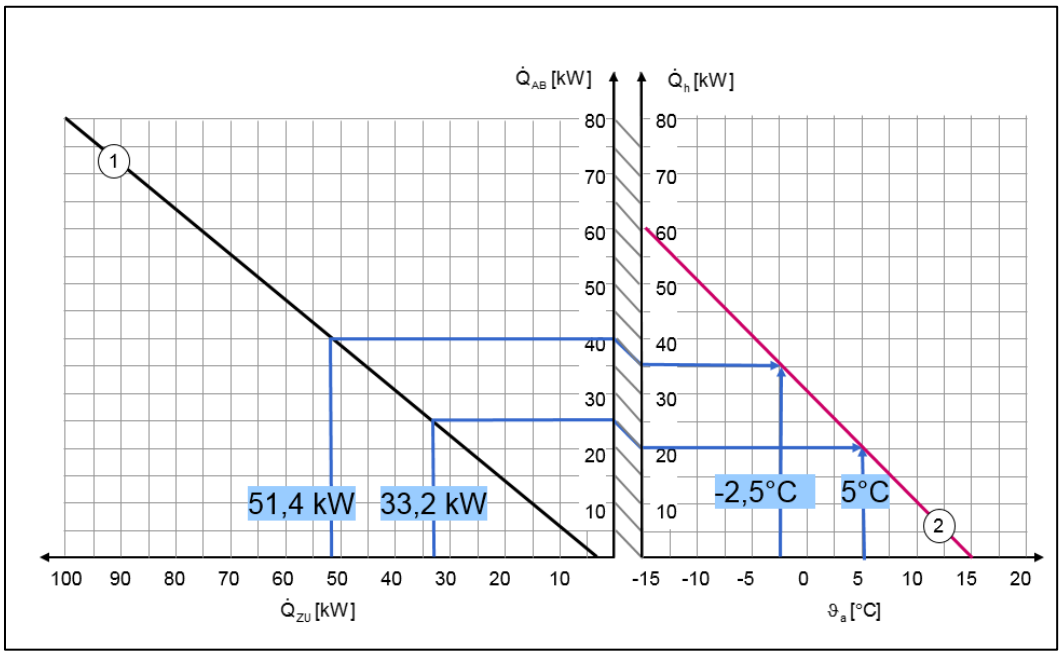

Abbildung 15 Beispiel der Konstruktion der Gebäude E-A-V aus dem Fingerabdruck des Kessels

c) Partnerkampagnen

Das Thema hydraulischer Abgleich wurde im Rahmen von Informationsveranstaltungen von beiden Partnern (co2online gGmbH und Ostfalia) an die Praxispartner weitervermittelt. Darüber hinaus wurde im Rahmen der Beratungen des BAFA, der KfW sowie des BMVBS, BMU auf die Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs (Forderung und Förderung) hingewiesen.

Zudem wurden von Seite der Ostfalia an anderen Projekten mitgewirkt, deren Ergebnisse in die Kampagne eingeflossen sind.

Kampagnenbeiratstreffen

Dem Kampagnenbeirat wurde auf jährlichen Kampagnentreffen in einer eigenen Veranstaltung berichtet.

Auf den jährlich stattfindenden Beiratstreffen wurden im ersten Teil der aktuelle Stand der Kampagne präsentiert. In einem zweiten Teil wurden in Workshops unterschiedliche Themen diskutiert.

Auf dem Beiratstreffen 2012 in Berlin wurde über folgende Themen diskutiert:

Thema Workshop	Ergebnis
Wie können speziell Eigentümer von Mehrfamilienhäusern kommunikativ erreicht werden?	- Wohnungsbaugesellschaften sollten vermehrt angesprochen werden, da diese am Wohl der Mieter interessiert sind - Profitorientierte Vermieter haben wenig Interesse an Energieeinsparungen, die allein den Mietern zugutekommen. . Zudem ist der hydraulische Abgleich kostenintensiv und nicht auf Mieter umlegbar (Kosten-Nutzen-Dilemma) - Weitere Adressaten: Mehrfamilienhausbesitzer, die selber in Haus wohnen - Wichtig ist das Zusammenspiel aus ordnungsrechtlichen und mietrechtlichen Ansätzen - Hydraulischer Abgleich sollte gesetzlich vorgeschrieben werden und umlagefähig sein - Heizkostenverordnung so abändern, dass Vermieter ohne optimierte Heizungsanlage nur 90% statt 100% der Heizkosten umlegen können
Datenschieber vs. Software	- Datenschieber und Software führen zu unterschiedlichen Ergebnissen, da die Raumheizlast beim Datenschieber abgeschätzt und bei der Software umfassend berechnet wird - Forderung Beirat: Hydraulischer Abgleich braucht Mindestanforderungen, die mit Dokument nachgewiesen werden müssen - Problem: BAFA fördert die meisten hydraulischen Abgleiche, fordern aber keinen Berechnungsnachweis
Wie kann Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) als Erfolgskontrolle für den hydraulischen Abgleich und energetische Sanierungsmaßnahmen genutzt werden?	- EAV-Gutachten kann über das Energiesparkonto von co2online angefordert werden - Erfolgskontrolle zeigt nur Misserfolge, aber nicht die Ursache - Industrie liefert zuverlässige Hocheffizienztechnik, die Einsparpotentiale bereit hält, die aber durch fehlerhaften Einbau durch Handwerker häufig nicht ausgenutzt werden

Wie kann das Thema hydraulischer Abgleich gemeinsam im Rahmen von Partner-Aktivitäten angegangen werden?	- Partner wollen das Thema hydraulischer Abgleich allgemein auf deren Messeständen ausstellen - Speziell sollen auch Plakate, Flyer etc. von co2online verwendet werden - Durch Gewinnspiele sollen Besucher an den Stand gelockt werden

Auf dem Beiratstreffen 2013 in Frankfurt am Main wurden folgende Themen diskutiert:

Thema Workshop	Ergebnis
Online-Wissenstest zum hydraulischen Abgleich für Handwerker	- Hemmnisse und Unsicherheiten von Seiten der Handwerker/Energieberater gegenüber dem hydraulischen Abgleich - Online-Wissenstest mit folgenden Zielen: - Wissensstand ermitteln - Basiswissen vermitteln - zu Weiterbildungsangeboten weiterleiten, die auf Testergebnis zugeschnitten sind - Test soll anonym sein, große thematische Bandbreite abdecken, inhaltlich vertiefen, kurze Bearbeitungszeit haben, Schwierigkeitsgrad soll sich in Fragen erhöhen, Antworten über Multiple Choice - Inhalte sollen sein: - Technik - Marketing und Kommunikation - Verkauf und Preisgestaltung - Förderprogramme - Recht - Test soll über klassische Medienarbeit sowie über Handwerkskammern und Verbände verbreitet werden
Typische Probleme beim hydraulischen Abgleich für den Handwerker	- Es gibt nicht den hydraulischen Abgleich, Handwerker muss sich jedes Mal aufs Neue eindenken - Viel Aufwand und intensive Betreuung bei verhältnismäßig geringem Verdienst - Fehlende Kenntnisse zur Umsetzung/Software - Lösungen: - Informationen über Schulungen erhöhen - Informationen für Handwerker und Verbraucher erhöhen - Förderung nicht nur für Verbraucher, sondern auch für Handwerker

Kesseltauschempfehlung mit realen oder theoretischen Kennwerten

Das Labor für Heizungstechnik der Ostfalia Hochschule hat die Verwendbarkeit von theoretischen Daten für eine Kesseltausch-Empfehlung empirisch untersucht. Grundlage waren Kessel aus einem 2004 durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt. Inhalt war das Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gasbrennwertkesseln in Einfamilienhäusern.

Die Nutzenergien für Heizung und Warmwasser sowie die Gasmengen wurden mit Wärmemengenzählern und Gaszählern aufgenommen. Aus diesen Messdaten wurden die erforderlichen Kenngrößen zur Berechnung des Jahresnutzungsgrades bestimmt. Für den nachfolgenden Vergleich der gemessenen Nutzungsgrade mit den theoretischen Werten aus der DIN V 18599-5 wurden 48 Kessel herangezogen.

Die gemessenen Nutzungsgrade von 27 Kesseln liegen höher als theoretisch abgeschätzte Werte (siehe als Auszug Abbildung 16). Diese Kessel würden mit theoretischen Effizienzkennwerten schlechter dargestellt als real in der Praxis gemessen. Als Folge würde ein Kesseltausch auf Grundlage gerechneter Kennwerte empfohlen, obwohl er wirtschaftlich nicht sinnvoll wäre. Die Wahrscheinlichkeit einer hohen Minderung des Heizenergieverbrauchs ist in diesen Fällen geringer. Deshalb wird im Ergebnis der Studie vorgeschlagen, für eine wirtschaftlich und ökologisch fundierte Empfehlung zu einem Kesselaustausch Wärmemengenzähler in den Wasserkreislauf des Kesselaustritts einzubauen, um Erdgasverbräuche mit gemessenen Kesselnutzenergien vergleichen und bewerten zu können.

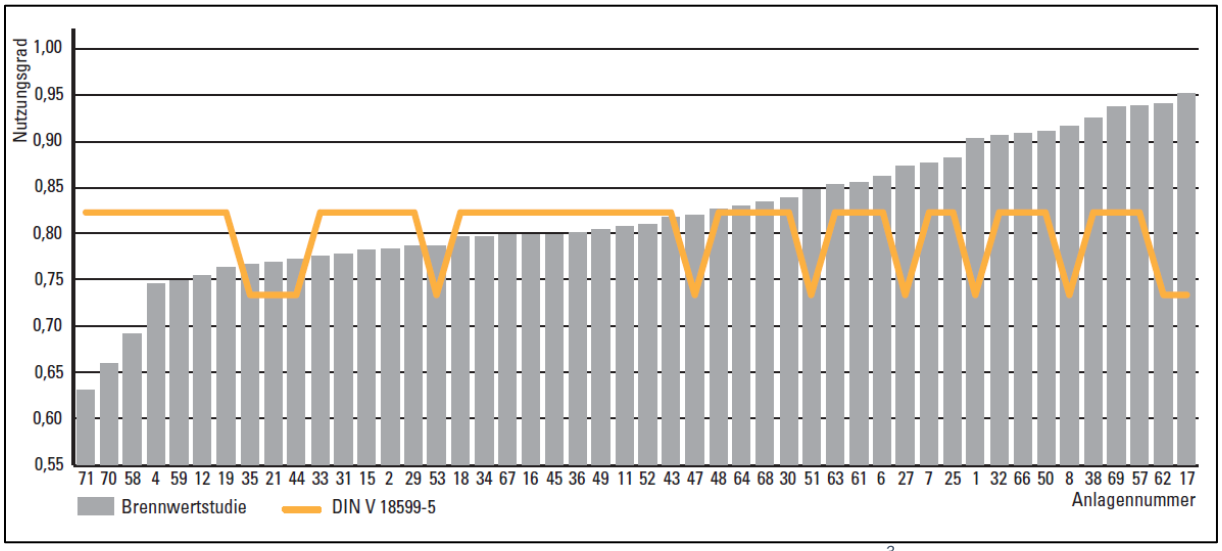

Abbildung 16 Vergleich theoretischer (DIN) vs. gemessener (Brennwertstudie) JNG[3]

Bedeutsamkeit einer guten Kesseltauschempfehlung

Die co2online gGmbH hat bei einer Untersuchung herausgefunden, dass es bei Kesseln mit gleichem Heizenergieverbrauch vor dem Kesseltausch zu unterschiedlichen Sanierungserfolgen kommt (siehe Abbildung 17).

In den ausgewerteten Gebäuden werden im Durchschnitt 130 kWh/(m²*a) verbraucht. Die Spannbreite des Erfolges liegt zwischen einer Einsparung von 55 kWh/(m²*a) und einem Mehrverbrauch von 10 kWh/(m²*a). Ebenfalls wurde herausgefunden, dass Anlagen, die auf der orangenen Linie liegen, das technische Potenzial moderner Heizkessel maximal ausschöpfen (Jahresnutzungsgrad der neuen Anlage größer als Jahresnutzungsgrad der alten Anlage). Womit die unterschiedlichen Sanierungserfolge erklärt werden können ist nicht genau bekannt. Es könnten Fehler im Anlagenkonzept oder der Installation sein. Ebenfalls könnte es auch sein, dass der Jahresnutzungsgrad der alten Anlage nicht zu übertreffen war. Das schwarz umrandete Quadrat in Abbildung 17 gibt die durchschnittliche Einsparung bei

[3] Energieeffizienz in Gebäuden Jahrbuch 2014: Der Beitrag des Austausch von Heizkesseln zur Energiewende, Seite 209-222

durchschnittlichem in Deutschland pro Gebäude verbrauchtem Heizenergieverbrauch.[4]

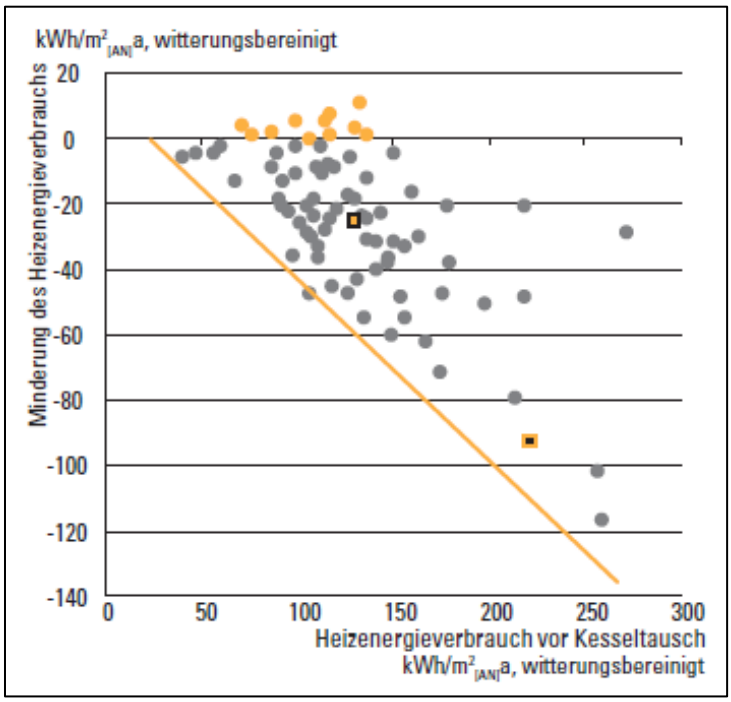

Abbildung 17 Heizenergieverbrauch vor Kesseltausch und Minderung nach Kesseltausch[5]

Mit einer realen Messung der Verbräuche vor dem Tausch kann der vorhandene Jahresnutzungsgrad bestimmt werden. Anhand dieser Auswertung kann eine mögliche Einsparung durch einen Kesseltausch besser und zuverlässiger bestimmt werden. Eine qualitätsgesicherte Umsetzung zusammen mit einem hydraulischen Abgleich ist hierbei unabdingbar.

Einfluss bestimmter Maßnahmen und Komponenten auf die Effizienz der Brennwerttechnik

Bei Brennwertkesseln wird der Energiegehalt des Brennstoffes nahezu vollständig ausgenutzt. Zum einen nutzen Brennwertkessel die Energie, die beim Verbrennen von Gas/Öl entsteht. Zum anderen nutzen sie die Energie, die im Wasserdampf des Abgases vorhanden ist.

Die Energie im Wasserdampf kann durch Kondensation freigesetzt werden. Deswegen wird in Brennwertkesseln das Abgas in Wärmeübertragern soweit abgekühlt, dass der Wasserdampf kondensieren kann. Der Wärmeübertrager wird dabei mit dem Heizungsrücklaufwasser durchströmt. Je wärmer der Rücklauf, desto weniger Kondensat fällt an und desto schlechter sind die Brennwertnutzung und der Wirkungsgrad.

[4] Vergl. Ebd.
[5] Energieeffizienz in Gebäuden Jahrbuch 2014: Der Beitrag des Austausch von Heizkesseln zur Energiewende, Seite 209-222

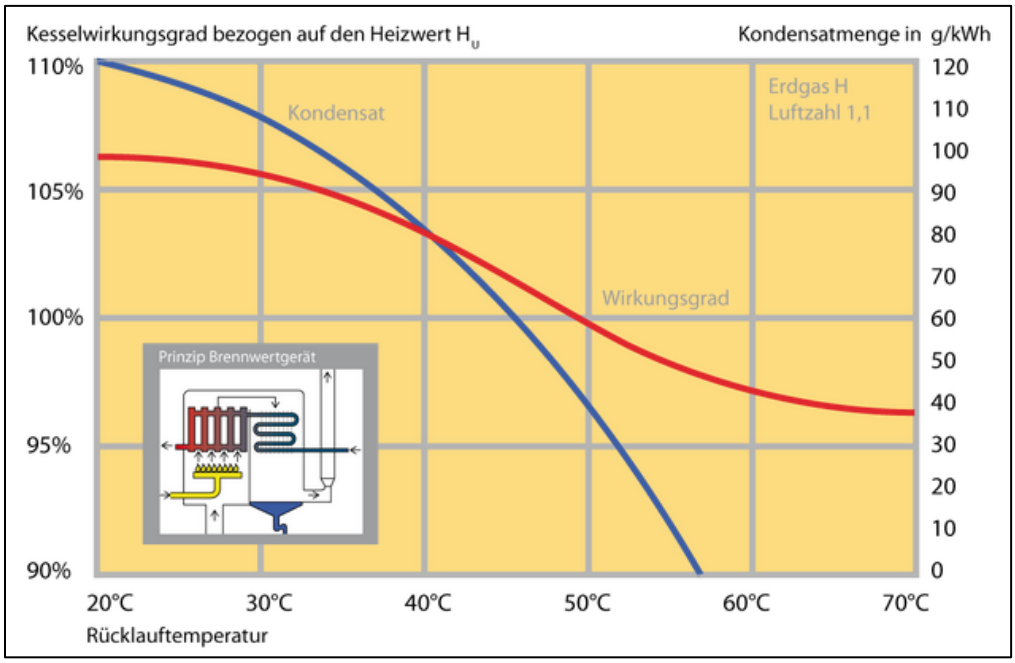

Abbildung 18 Kondensatmenge und Wirkungsgrad von Brennwertanlagen in Abhängigkeit der Rücklauftemperatur[6]

Den Einfluss von bestimmten Maßnahmen auf die Brennwerttechnik haben unter anderem die Ostfalia Hochschule und der Bundesverbrand der Verbraucherzentralen untersucht. Die Ergebnisse wurden in die Kampagne eingebunden.

Die von der Ostfalia durchgeführte DBU-Studie „Brennwertkessel“ umfasst primär die Untersuchung des realen Anlagenbetriebs von etwa 70 Heizungsanlagen, die zum größten Teil mit Brennwertkesseln ausgestattet sind. Das Ziel des Projekts war die Beantwortung der Frage: Welche Verluste weisen Brennwertkessel im praktischen Betrieb abhängig vom Anlagenkonzept auf?

Als Einflussfaktoren wurden unter anderem Gebäudealter, Aufstellort, Überströmventile, integrierte Umwälzpumpe, regelungstechnische Ausstattung, Art der Heizflächen, Zirkulationsleitungen, solarunterstütze Trinkwarmwasserbereitung und elektrische Hilfsenergien untersucht. Die Untersuchung der Feldanlagen fand über einen Zeitraum von 2 Heizperioden statt. Während dieser Zeit wurden die zugeführte Energie sowie die vom Kessel erzeugte Wärme größtenteils monatlich erfasst. Auf Basis der Messdaten wurden die Kesselverluste, der Jahresnutzungsgrad sowie mittlere Effizienzmerkmale des Wärmeerzeugers bestimmt und mit Herstellerangaben verglichen.[7]

Die Untersuchung des Bundesverbrandes der Verbraucherzentralen untersuchte überwiegend Kessel mit einem Leistungsbereich unter 30 kW und Erdgasnutzung. Die meisten Kessel wurden 2010 in Betrieb genommen. Über 24 Stunden wurden an diesen Kesseln der Kondensatanfall und die Vor- und Rücklauftemperatur während der Nutzung

[6] http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/brennwertcheck.html
[7] Wolff, Teuber, Budde, Jagnow: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln (siehe http://www.delta-q.de/cms/de/projekte/dbu_brennwertkessel.html)

gemessen. In der Studie wurden ebenfalls die Einflussfaktoren hydraulischer Abgleich, Überströmventil, Art der Heizflächen, Art der Pumpe, Rohr- und Armaturendämmung, Außentemperatur, Warmwassertemperatur, Nachtabsenkung, Anlagenwartung, Gebäudeverbrauchskennzahl und Überdimensionierung untersucht.[8]

Einfluss von Überströmventilen

Brennwertkessel werden mit Überströmventilen ausgestattet, um in bestimmten Betriebszuständen einen Mindestvolumenstrom zu gewährleisten. Der Vor- und Rücklauf werden dadurch kurzgeschlossen. Wasser aus dem Vorlauf wird mit Rücklaufwasser vermischt.

Anlagen mit Überströmventil wiesen in der DBU-Studie „Brennwertkessel“ niedrigere Nutzungsgrade als Anlagen ohne Überströmventil auf. Durch die hohe Zahl der untersuchten Anlagen kann statistisch abgesichert gesagt werden, dass durch den Einbau von Überströmeinrichtungen die Rücklauftemperatur angehoben und der Brennwertnutzen gemindert wird. Der mittlere Kesselwirkungsgrad ist bei den Anlagen mit Überströmventil um 4 Prozentpunkte schlechter.

	Einheit	Ohne ÜV	Mit ÜV
Zahl der untersuchten Anlagen		23 (25)	35
Feuerungswärmemenge Q_B (H_O)	kWh	525462	579491
Nutzwärmemenge Q_{Nutz}	kWh	467753	492778
Spezifische Nutzwärmemenge	kWh/(m²a)	114,9	93,4
Jahresnutzungsgrad η (H_O)	% (H_O)	89,0	85,0
Mittlere Kesselauslastung	%	0,10	0,08
Mittlerer Nutzungsgrad aus normiertem Energieaufwand	% (H_O)	87,7	84,6
Mittlerer Kesselwirkungsgrad η_K	% (H_O)	91,8	87,8
Mittlerer Bereitschaftsverlust	% (H_O)	0,53	0,34
Spezifischer Kesselverluste (H_O)	kWh/(m²a)	14,3	17,0

Abbildung 19 Ergebnisse für Anlagen mit und ohne Überströmventil [9]

[8] Die „Aktion Brennwertcheck“ der Verbraucherzentralen, Juli 2011 (siehe http://www.brennwertcheck.de/brennwertcheck.html)
[9] Wolff, Teuber, Budde, Jagnow: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln (siehe http://www.delta-q.de/cms/de/projekte/dbu_brennwertkessel.html)

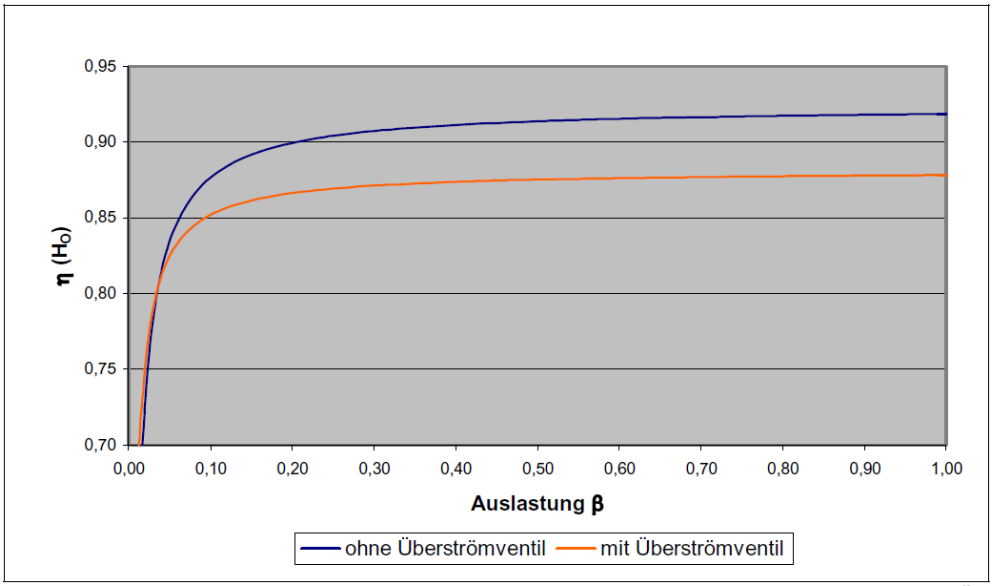

Abbildung 20 Nutzungsgrad abhängig von der Anlagenauslastung (Anlagen mit und ohne ÜV) [10]

Auch die Studie des Bundesverbandes der Verbraucherzentralen belegt in ihrer Untersuchung das Ergebnis der DBU-Studie. 25% der untersuchten Anlagen waren mit Überströmventilen ausgestattet, bei denen sich ein Minderertrag an Kondensat im Vergleich zu Anlagen ohne Überströmventil von 4% ergeben hat.

<u>Einfluss des hydraulischen Abgleichs</u>

Der Bundesverband Verbraucherzentralen hat in seiner Untersuchung herausgefunden, dass 78% der von ihm untersuchten Anlagen nicht hydraulisch abgeglichen waren. Bei nicht abgeglichenen Systemen ist ca. 18% weniger Kondensat angefallen als bei hydraulisch abgeglichenen Systemen. Jedoch ist die Bundeszentrale der Verbraucherzentralen der Auffassung, dass es mehr als 18% sein müssten, da die angegebenen Vor- und Rücklauftemperaturen bei abgeglichenen Systemen nicht mit denen einer hydraulisch optimierten Anlage übereinstimmen. [11]

Dennoch kann nicht pauschal gesagt werden, dass ein hydraulischer Abgleich immer den Brennwertnutzen erhöht. Bei Anlagen mit integriertem Überströmventil kann der hydraulische Abgleich auch zu einer Verschlechterung des Brennwertnutzens führen, weil zu jedem Heizkörper nur die tatsächlich benötigte Heizwassermenge transportiert wird. Es kann häufiger vorkommen, dass der Mindestvolumenstrom nicht erreicht wird und die Überströmvorrichtung aktiviert wird. Dadurch ist der Brennwertnutzen bei hydraulisch abgeglichenen Anlagen mit Überströmventilen noch schlechter als bei nicht abgeglichenen Anlagen.[12]
Der Brennwertnutzen kann bei Anlagen mit Überströmventilen dadurch verbessert werden,

[10] Quelle: DBU-Brennwertstudie Endbericht
[11] Die „Aktion Brennwertcheck“ der Verbraucherzentralen, Juli 2011 (siehe http://www.brennwertcheck.de/brennwertcheck.html)
[12] TGA-Fachplaner Online: http://www.tga-fachplaner.de/TGA-Newsletter-2013-25/Ueberstroemventile-mindern-Brennwerteffekt,QUlEPTU2NzAzOSZNSUQ9MzAwMDI.html?UID=6331B021F52B2D18281BFC0BC47AE2D0DDCECB8BC606A62E

dass die Vorlauftemperatur herabgesenkt wird. Allerdings muss dabei beachtet werden, dass die Vorlauftemperatur nicht zu niedrig ist, da sonst die Heizkörper die geforderte Wärmemenge nicht mehr abgeben können.

Aufnahme des hydraulischen Abgleichs als Pflicht in die EnEV

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

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

Ein Teil der Forderungen wurde mit der 2009 umgesetzt bzw. als Anforderung eingeführt, andere Vorschläge nicht. 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 eigener Antrag zur Änderung der EnEV an das ehemalige BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) 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 Firsten 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 1 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.

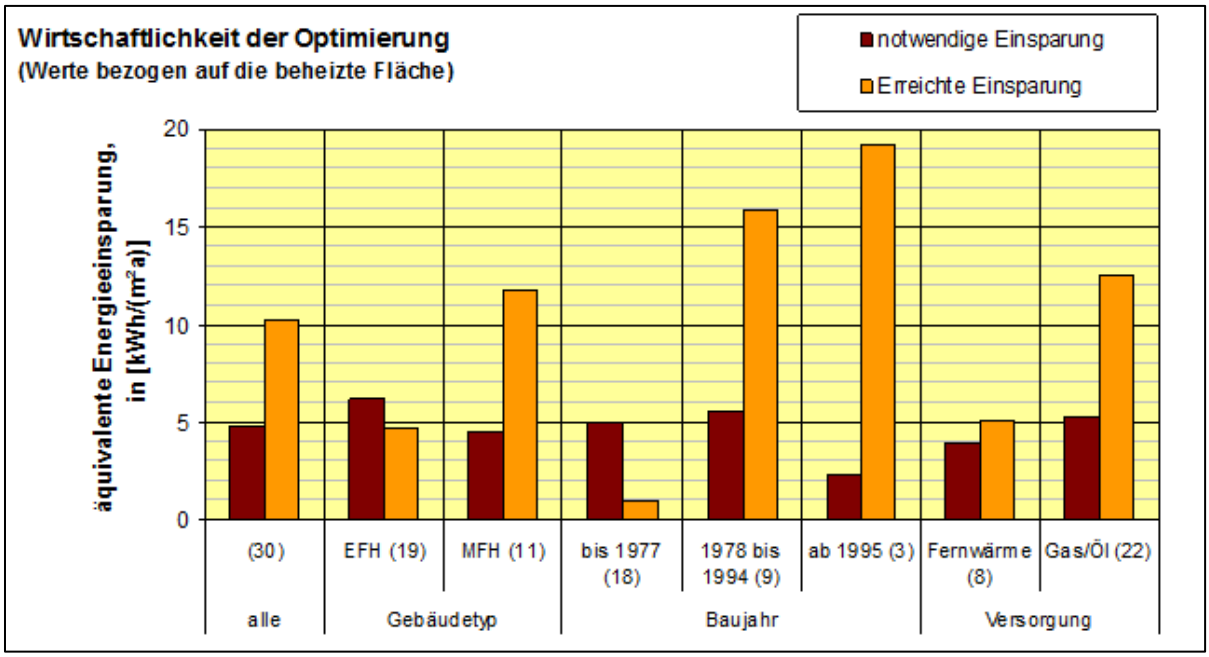

Abbildung 21 Wirtschaftlichkeit der Optimierung [13]

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, welche 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.

[13] Wolff, Teuber, Budde, Jagnow: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln (siehe 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 dem BAFA im Jahr 2012 ein Nachweisformular entworfen, das von allen Handwerkern ausgefüllt werden muss, wenn der hydraulische Abgleich durch die KfW oder das BAFA gefördert wird.

Auf dem momentan gültigem Formular (siehe Anhang 2) 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 nach derzeitiger Prozedur 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, z.B. eine überschlägige Heizlastberechnung mit einheitlichen wohnflächenbezogenen Heizlasten.

Demgegenüber werden in den Förderprogrammen der Klimaschutzagentur proKlima die durchzuführenden Arbeitsschritte des hydraulischen Abgleichs sehr konkret beschrieben. Auch die Klimaschutzagenturen Bremer Energie-Konsens und Weserbergland haben sich daran orientiert. In allen Fällen wird die o.g. überschlägige Heizlastberechnung nicht anerkannt. Diese Förderprogramme haben sich in den letzten Jahren als sehr erfolgreich bewiesen.

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 des 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 die 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 (Aufwand mehrerer beteiligter Mitarbeiter und des Projektleiters Prof. Wolff geschätzt mindestens 2 Mannmonate) 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, war 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 EN 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 Formular 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/m² 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 neuen Leistungsbeschreibung:

	Verfahren A (Nährungsverfahren, zulässig bis 31.12.2016 für KfW-Förderprogramme, zulässig bei beheizten Nutzflächen bis 500m² je Heizkreis ausgestattet mit einer Pumpe oder Differenzdruckreglern/ Durchflussreglern, siehe auch Regelleistung der ZVSHK-Fachregel, Mindestleistung)
Zur Verwendung bei Fördermaßnahme:	**Zulässig bei:** ■ Austausch Wärmeerzeuger als Einzelmaßnahme ■ Optimierung der Heizungsanlage als Einzelmaßnahme
Nachzuweisende Leistungen:[1]	■ Ermittlung der Heizflächendurchflüsse anhand einer abgeschätzten Heizlast (z. B. nach Baualtersklassen (W/m²) oder installierter Heizflächengröße) ■ Thermostatventile mit konventioneller Voreinstellung: Ermittlung der Voreinstellung mittels Heizflächendurchfluss und Annahme eines Differenzdruckes ■ Thermostatventile mit automatischer Durchflussbegrenzung: Voreinstellwert = ermittelter Heizflächendurchfluss ■ Überschlägige Ermittlung von: • Systemtemperatur • Pumpenförderhöhe • Gesamtdurchfluss • Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.[2]

Abbildung 22 Verfahren A für den hydraulischen Abgleich von Zweirohrheizungen[14]

Alle Beteiligten sind sich bewusst, dass ein qualitativ hochwertiger hydraulischer Abgleich nur auf Grundlage einer raumweise Heizlastberechnung möglich ist. Dies hat sich auch in der Erfahrungen der Klimaschutzagentur proKlima Hannover seit nunmehr fast 10 Jahren

[14] Entwurf Formular „Bestätigung des hydraulischen Abgleichs für die KfW-/BAFA-Förderung (Einzelmaßnahme)

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:

	Verfahren B (in der Regel: Softwareberechnung, für alle Anlagengrößen, siehe auch Premium-leistung der ZVSHK-Fachregel, grundsätzlich empfohlen)
Zur Verwendung bei Fördermaßnahme:	**Erforderlich bei:** ■ Nachträgliche Maßnahmen zur Wärme-dämmung gemäß technischen Mindest-anforderungen KfW
Nachzuweisende Leistungen:[1]	■ Raumweise Heizlast nach DIN EN 12831, 1-3. Vereinfachungen sind möglich (z.B. U-Werte nach Typologien) ■ Heizflächenauslegung: Berechnen der Heizflächendurchflüsse in Ab-hängigkeit der geplanten Vor- und Rücklauf-temperaturen und der Heizflächengrößen ■ Ermittlung (in der Regel durch Rohrnetz-berechnung) von: • Voreinstellwerten der Thermostatventile[3] • Pumpenförderhöhe • Gesamtdurchfluss • Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.[2] • Optimierung der Vorlauftemperatur bei Heizflächen im Bestand ■ Wenn große Teile der Alt-Installation des Rohrnetzes im nicht sichtbaren Bereich liegen, ist eine Ermittlung der Voreinstell-werte durch Annahme von Rohrlängen und Nennweiten möglich.

Abbildung 23 Verfahren B für den hydraulischen Abgleich von Zweirohrheizungen[15]

[15] Entwurf Formular „Bestätigung des hydraulischen Abgleichs für die KfW-/BAFA-Förderung (Einzelmaßnahme)

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 durchgeführter 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 gleichzeitig auch die Fordrung verbunden sein sollte, dass die Lehre des hydraulischen Abgleichs in die Handwerker- und Meisterausbildung wieder intensiv – wie vor 40 Jahren - integriert wird.

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

<u>E-Mail Handwerker:</u>

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.

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 interessierter Heizungsbauer nicht die Gelegenheit bekommt etwas richtig zu machen, damit es auch zufrieden stellend funktioniert.

Antwort Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff:

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 Differerenzdruck durch die Pumpe am jeweiligen Heizkörper:

kv = Volumenstrom mal (Wurzel aus (1 bar/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.

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.

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-q.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 notwendige 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[1]

- 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.

Abbildung 24 Hinweise für den hydraulischen Abgleich von Einrohrheizungen[16]

Weiterhin ist 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 wäre es sinnvoll, dem Immobilienbesitzer durch eine 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 nachträglichen 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
- Fußbodenbelag (und andere Schichten) oberhalb der Rohre
- Wärmedämmung (und andere Schichten) unterhalb der Rohre
- Temperaturniveau

Bei Bestandsanlagen sind diese Angaben in der Regel nicht (vollständig) vorhanden, weshalb für die Klimaschutzagentur proKlima Hannover das Vorhandensein von Planunterlagen die Voraussetzung der Förderung ist.

Ohne eine sehr zeitaufwändige Aufnahme der Daten (z.B. mit Thermografie) kann ein hydraulischer Abgleich nur sehr ungenau durchgeführt werden. Als Vorschlag zur Vereinfachung wurde ein Berechnungsansatz des Bundesverbandes für Flächenheizungen seitens Vertretern der VdZ in Erwägung gezogen. Dabei wird auf Grundlage einer gleichen spezifischen Heizlast für alle Räume und einer angenommenen Temperaturspreizung (8K) der Volumenstrom pro Heizfläche berechnet.

[16] Entwurf Formular „Bestätigung des hydraulischen Abgleichs für die KfW-/BAFA-Förderung (Einzelmaßnahme)

Diese Abschätzung ist aus Sicht der Ostfalia sehr ungenau. 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. Diese dienen jedoch in der Regel nicht dem hydraulischen Abgleich von Flächenheizungen.[17]

Es stellt sich ohnehin 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 (Reaktion auf Lastwechsel) bei geringen Bedarfen und hohem Fremdwärmeanfall 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 Energieverbrauch bei Flächen- und Fußbodenheizungen in Einfamilienhaussiedlungen ist.[18]

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 Einfamilienhäusern rund 15% und in mehrstöckigen Mehrfamilienhäusern rund 10% effektiver sind als Flächenheizungen.[19]

[17] EnEV 2014 §14 (2), Seite 16
[18] Rettig Germany GmbH: Leitfaden für Heizkörper in Niedrigtemperatursystemen
[19] Vergl. Ebd. Seite 66

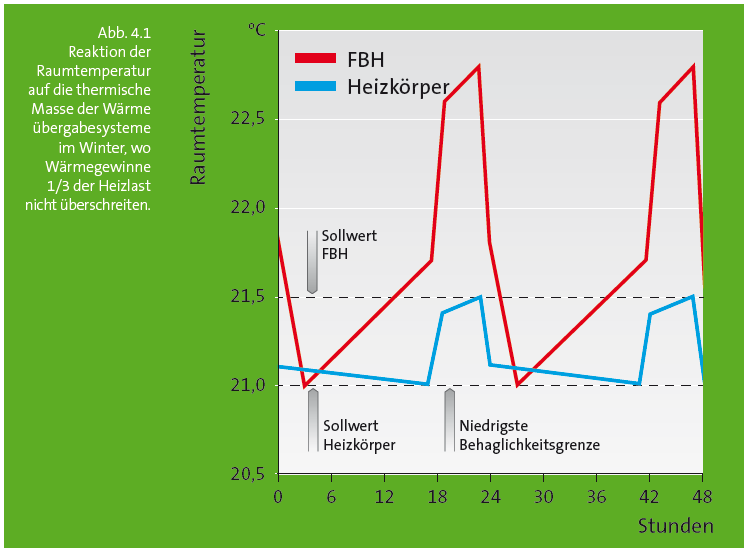

Abbildung 25 Ergebnis der Studie: Reaktion Raumtemperatur bei unterschiedlichen Wärmeübergabesystemen[20]

Professor Dr. Christer Harryson hat festgestellt, dass die von ihm untersuchten Einfamilienhäuser mit Heizkörpersystemen 19 kWh/(m²a) weniger Energie verbrauchen als die fußbodenbeheizten Gebäude, die bei 134 kWh/(m²*a) liegen.[21]

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:

2.2 Nachzuweisende Leistungen bei Fußbodenheizung[1]

- Die einzelnen Heizkreise müssen mit voreinstellbaren Abgleicharmaturen, Durchflussmengenmessern oder Durchflussreglern/-begrenzern versehen sein.
- Grundsätzlich ist nach Verfahren A/B vorzugehen.
- Hinweis: Ggf. kann eine Umstellung auf ein Zweirohrsystem mit Heizkörpern sinnvoll sein. Die Umstellung ist ebenfalls förderfähig.

Abbildung 26 Hinweise für den hydraulischen Abgleich von Fußbodenheizungen[22]

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.

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

[20] Vergl. Ebd. Seite 63
[21] IKZ Januar 2012, Seite 45
[22] Entwurf Formular „Bestätigung des hydraulischen Abgleichs für die KfW-/BAFA-Förderung (Einzelmaßnahme)

Grundsätzlich ist die Ostfalia der Meinung, dass Einrohr- und Fußbodenheizungen in Gebäuden mit einem Dämmstandard nach EnEV 2009 oder besser meistens nicht sinnvoll betrieben werden können. Bei Fußbodenheizungen führt die Trägheit und schlechte Regelbarkeit zu hohem Verschwendungspotential, dass die hohen Investitionen zur Optimierung und zum hydraulischem Abgleich konterkariert 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 unumstritten 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 der Handwerker besteht die Wahrscheinlichkeit, dass der hydraulische Abgleich entweder gar nicht und wenn doch, dann falsch durchgeführt wird. 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 folgenden Themen beinhalten:

- Zweckmäßige und umfassende Durchführung einer Bestandsaufnahme
- raumweise Heizlastberechnung unter Berücksichtigung der Hüllflächen
- 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.

Diese Listung 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 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 dem berechneten Heizkörperdurchflüssen.

Somit unterscheidet sich der hydraulische Abgleich wie er zum Beispiel von proKlima gefordert wird und wie er mit den neuen Thermostatventilen mit integrierter

Volumenstrombegrenzung 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 Pumpleistung 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.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein Praxiserfolg mit dem hydraulischen Abgleich

- nicht durch weitere Versuche, mittels vereinfachter Verfahren seitens Armaturen- und Pumpenhersteller,
- nicht durch Appelle an die Abnehmer und Betreiber aufgrund der hohen Wirtschaftlichkeit
- nicht durch weitere teure Kommunikationskampagnen zum Anwerben des Themas

erzielt wird, sondern:

- nur durch gesetzliche Vorschrift in der EnEV,
- durch eine eindeutige technische DIN-Regel und -Vorschrift,
- und durch die zwingende Wiederaufnahme des Ausbildungsthemas in die Berufs- und Meisterschulen des SHK-Handwerks.

Dieser Prozess sollte baldmöglichst eingeleitet werden, um nicht weitere 10 Jahre nach Veröffentlichung der Ergebnisse des OPTIMUS-Projektes verstreichen zu lassen und damit jedes Jahr 10 … 15 Mio. t unnötiger CO_2-Emissionen anfallen zu lassen.

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 OPTMIS-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-Werte der Außenflächen 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.

Einbindung des hydraulischen Abgleichs in die Lehre der Ostfalia

Da die Ostfalia Hochschule den hydraulischen Abgleich als hocheffektive Maßnahme zur Heizkostensenkung ansieht, wird dieser auch in der Lehre im Bereich der Heizungstechnikvorlesung und -labore gelehrt. Zum einen werden die theoretischen Grundlagen in der Vorlesung besprochen und durch Beispielaufgaben vertieft und gefestigt. Dort werden auch die Ergebnisse der OPTIMUS-Studie vermittelt. Zum anderen gibt es einen Laborversuch, der die praktische Anwendung lehrt.

Aufgrund der Bedeutung von Bestandsgebäuden wurde der Laborversuch zum Wintersemester 2013/14 überarbeitet. Im neuen Versuch wird beispielhaft an drei nebeneinanderliegenden Büroräumen der hydraulische Abgleich berechnet. Dabei kann das vorhandene Rohrnetz nach der OPTIMUS-Studie vernachlässigt werden.

Die Studierenden müssen die Heizlast raumweise durch Flächenaufnahme berechnen, die Vorlauftemperatur für den ungünstigsten Heizkörper bestimmen und daran angelehnt, die Durchflüsse, Voreinstellungen der Thermostatventile und die Pumpenförderhöhe ermitteln. Im Anschluss an die theoretische Berechnung stellen sie die Voreinstellungen an den Ventilen, die Vorlauftemperatur an der Anlage und die Pumpenförderhöhe ein. Mit einem Messgerät wird überprüft, ob an den Heizkörpern mit den Voreinstellungen der ausgerechnete Volumenstrom erreicht wird.

Zudem wird den Studierenden im Laborversuch die Funktionsweise eines voreinstellbaren Thermostatventils vermittelt und unterschiedliche Bauweisen von voreinstellbaren Thermostatventilen gezeigt. Die Berechnungen werden nicht mit einem Programm durchgeführt, sondern mit einfacher Handrechnung vollzogen. Dabei sollen die Hintergründe und Zusammenhänge verdeutlicht werden, sodass die Laborteilnehmer später mit dem Programm erstellte Berechnungen auf Plausibilität überprüfen können.

Da die Studierenden an der Ostfalia Hochschule häufig vorher eine entsprechende Ausbildung gemacht haben oder Studenten auch ihr Studium im Praxisverbund absolvieren, ist es erstaunlich, wie viele dieser entsprechend handwerklich ausgebildeten Personen den hydraulischen Abgleich tatsächlich nicht berechnen oder durchführen können. Um das Thema noch weiter zu verbreiten, ist es daher wichtig den hydraulischen Abgleich in das Ausbildungskonzept der Gesellen und Meister mit aufzunehmen.

d) Projektmonitoring

Während des gesamten Projektzeitraums fand permanent ein Projektmonitoring in Form von Zwischenberichten und in Arbeitstreffen der Partner statt.

3 Ergebnisse der Arbeitspunkte von co2online

In diesem Kapitel soll ein kurzer stichpunktartiger Überblick über die Ergebnisse der Arbeitspakete von co2online gegeben werden. Die Ergebnisse beruhen auf Befragungen von Verbrauchern und Handwerkern:

- Verbraucher fragen den Handwerker verstärkt nach dem hydraulischen Abgleich
- SHK-Handwerker führen im Schnitt 15 hydraulische Abgleiche im Jahr aus
- 20.000 Fachhandwerker kennen die Kampagne
- Meistens wird der hydraulische Abgleich mit Kesselerneuerung durchgeführt, aber auch verstärkt bei Optimierungsmaßnahmen
- Jeder zweite Handwerker tauscht auch Pumpen und Thermostatventile aus
- Öffentlichkeitsarbeit:
    - Fachzeitschriften
    - Radio
    - Fernsehen
    - Themenschwerpunkte
- Website:
    - Insgesamt 400.000 Besucher, 135.000 führten WärmeCheck durch
    - Überwiegend männliche Besucher, meistens Hauseigentümer über 50 Jahre
    - Online Branchenbuch hilft bei Handwerkersuche
    - Interaktive Animationen verhelfen dem User zum besseren Verständnis der Funktionsweise von Heizungsanlagen
    - Auflistung von Schulungsangeboten für Handwerker
    - Good-Practice-Beispiele veröffentlicht
    - 82% der User würden die Website weiterempfehlen
- Handwerkerbotschafter eingeführt
    - Werben für hydraulischen Abgleich
    - Medien: Video, Regionale Medien
- Verbraucherbotschafter eingeführt
- Handwerkertag eingeführt zum Austausch mit anderen Handwerkern
- Veröffentlichung von EnergieCheck App, wurde 28.000 mal heruntergeladen
- Facebook-Auftritt mit Energiegewinnspielen, um auf Website aufmerksam zu machen
- 330.000 Flyer wurden für Hauseigentümer von Handwerkern angefordert
- Kampagne auch auf Messen vertreten: u.a. ISH, Berliner Energietage