

DEUMESS – Fachkongress am 10.05.2023

Dipl. –Ing. Joachim Wien

**Hydraulischer Abgleich
und
Absenkung der Heizkurve**



- seit 1984 nach Jahren im Anlagenbau in der Verbrauchsabrechnung tätig –Ista, Kalorimeta, Minol
- Herausgeber des Kreuzberg/ Wien: „Handbuchs der Heizkostenabrechnung“ 10. Auflage 2023
- Mitarbeit im Arbeitsausschuss Wärmezähler der PTB sowie im Technischen Beirat des Vedec und in der Normung Heizkostenverteiler, Wärme- und Kälte- sowie Wasserzähler sowie im DVGW – Wasserzählerausschusses, Vorstandsmitglied der EMATEM (European Metrology Association for Thermal Energy Measurement), Beratung der chinesischen Regierung zur Einführung der Heizkostenabrechnung 2007 – 2009
- Seit 2013 als Sachverständiger für Amts- und Landgerichte tätig
- seit 1996 für die Gruppe Minol - Brunata in Stuttgart tätig
- Email: joachim.wien@minol.com oder joachim.wien@gmx.de
- www.sachverstaendiger-heizkostenabrechnung.de

Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen

(Mittelfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung - EnSimiMaV) vom 23.09.2022

Geltungsbereich: Anlagen zur Wärmeerzeugung **durch Erdgas**

Wohngebäude mit **mindestens 10 WE** – bis 30.09.2023 Maßnahmen

Nichtwohngebäude ab 1.000 qm beheizter Fläche - bis 30.09.2023 Maßnahmen

Wohngebäude mit **mindestens 6 WE** – bis 15.09.2024 Maßnahmen

Also Gas - Heizkessel sowie mit Gas betriebene BHKW

Mischlösungen wie Wärmepumpen mit Gas- Spitzenkessel sind nicht behandelt – sie erzeugen aber auch Wärme durch Gas (wenn auch nur mit kleinem Anteil) und fallen zunächst formell in den Geltungsbereich

Prüfungen nach §2 (1) EnSimiMaV:

1. Einstellbare technische Parameter für den Heizungsbetrieb optimiert?
2. Ist die Heizung hydraulisch abzugleichen ?
3. Sind effiziente Pumpen eingesetzt
4. Sollten Dämmmaßnahmen an Rohrleitungen und Armaturen erfolgen?

Nach §2 (2) EnSimiMaV notwendige Maßnahmen zur Optimierung:

1. **Absenkung der Vorlauftemperatur** oder Optimierung der Heizkurve
2. **Aktivierung der Nachtabenkung**, Nachabschaltung usw.
3. Optimierung des Zirkulationsbetriebs - Gesundheitsschutz beachten
4. Absenkung der Warmwassertemperatur - Gesundheitsschutz beachten
5. **Absenkung der Heizgrenztemperatur** und 6. Informationen der Nutzer

Termine für Maßnahmen nach §3 (1) EnSimiMaV :

Wohngebäude mit **mindestens 10 WE** –bis 30.09.2023 Maßnahmen

Nichtwohngebäude **ab 1.000 qm beheizter Fläche** - bis 30.09.2023
Maßnahmen

Wohngebäude mit **mindestens 6 WE** – bis 15.09.2024 Maßnahmen

Ausnahmen für Maßnahmen nach §3 (2) EnSimiMaV:

1. Wenn das **Heizsystem bereits hydraulisch abgeglichen wurde**
2. + 3. Wenn innerhalb von 6 Monaten nach dem Stichtag ein Heizungstausch oder eine Wärmedämmung von mindestens 50 % der Umfassungsfläche des Gebäudes bevorsteht oder das Gebäude stillgelegt werden soll

Der Mindestumfang ist:

1. **raumweise Heizlastberechnung** nach DIN EN 12831
2. Prüfung und nötigenfalls **Optimierung der Heizflächen** im Hinblick für möglichst niedrige Vorlauftemperatur
3. Durchführung eines **hydraulischen Abgleichs** nach dem Verfahren „**Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand**“ des ZVSHK
4. die **Anpassung der Vorlauftemperatur**

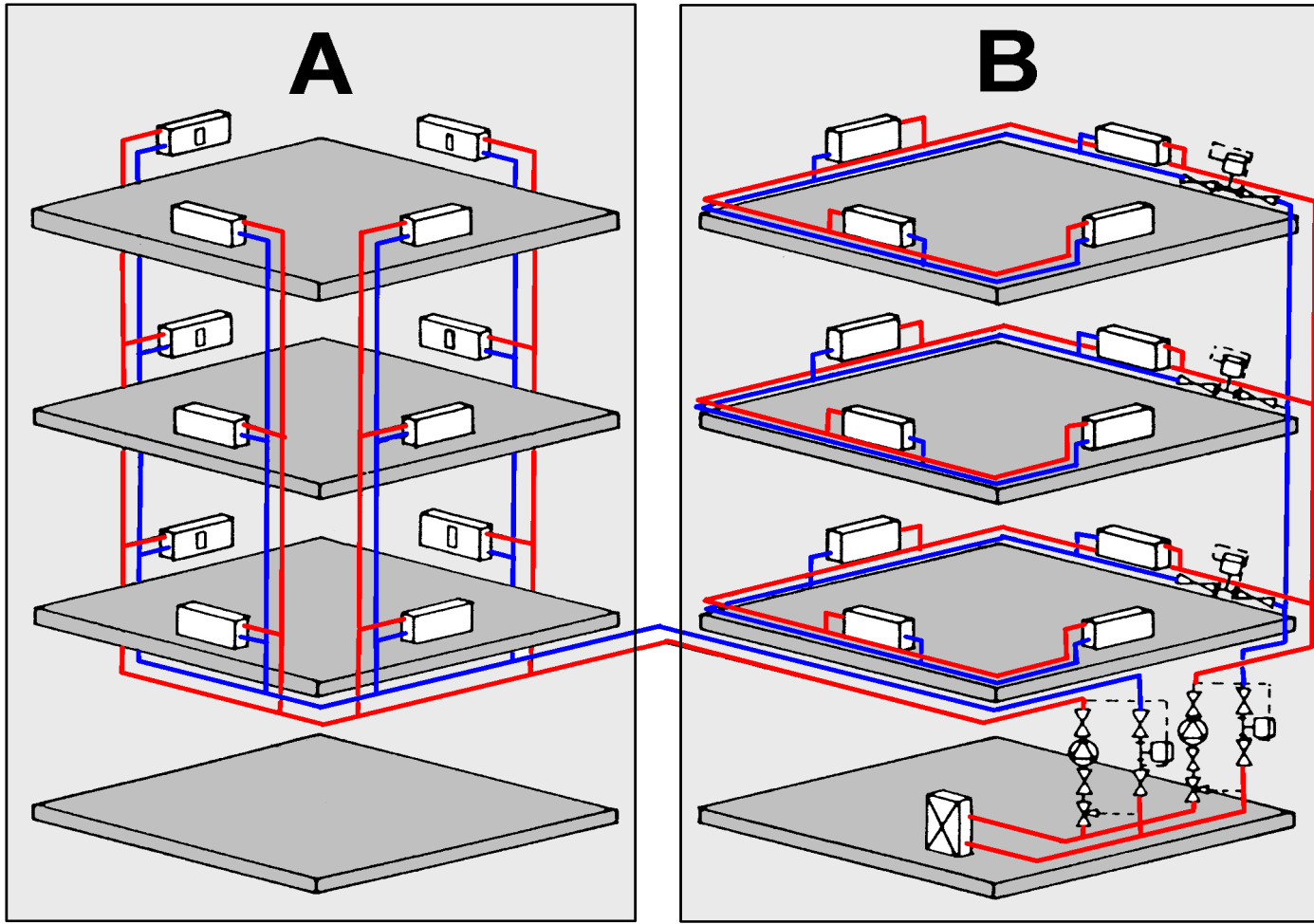
Alles ist in Textform zu dokumentieren und dem Gebäudeeigentümer zur Verfügung zu stellen.

Grundlagen zu Hydraulischer Abgleich und Heizkurve

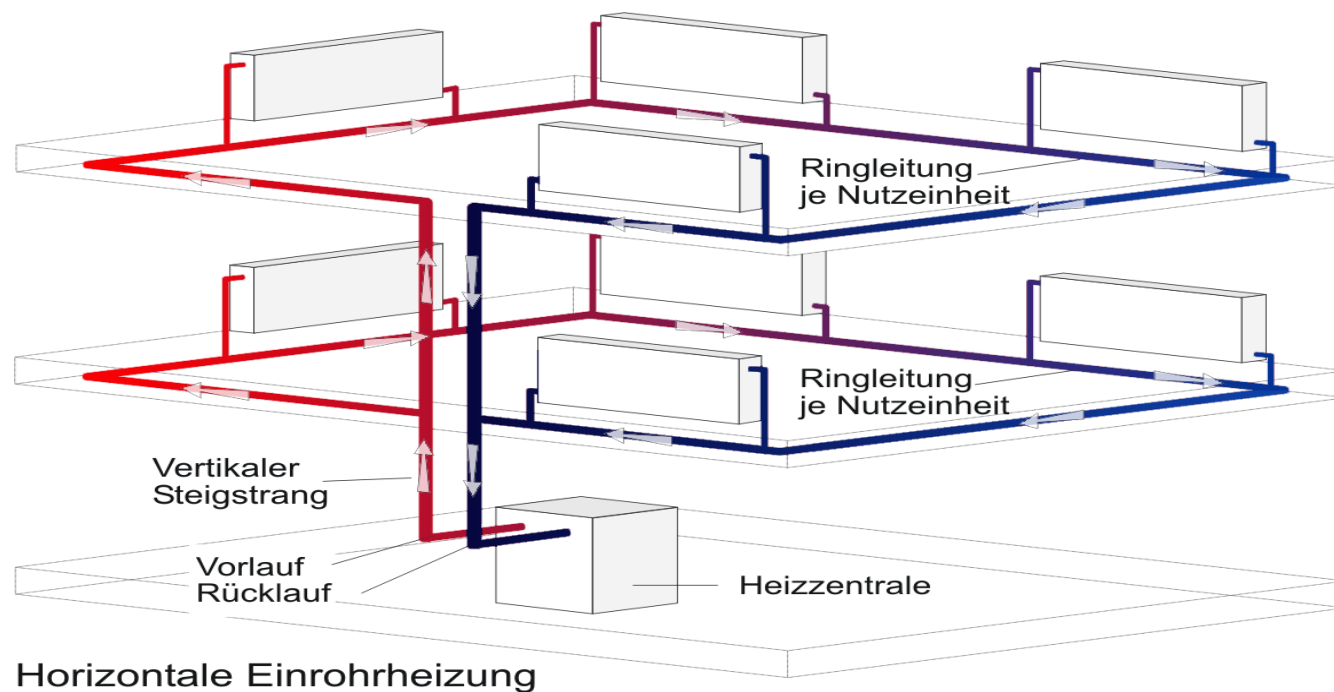
Eine Heizungsanlage muss für jeden Raum die Solltemperatur herstellen. Zur Lieferung der benötigten Wärmemenge muss jeder Heizkörper mit der berechneten Wassermenge mit der erforderlichen Vorlauftemperatur versorgt werden. Die Vorlauftemperatur wird über die Heizkurvenregelung in Abhängigkeit von der Außentemperatur hergestellt – z.B. mit 62 °C bei der Außentemperatur von – 10°C und 38°C bei 20°C.

Die Vorlauftemperatur des Heizungswassers wird für alle Heizkörper gleich hoch zentral geregelt erzeugt.

Da die Wärmemenge sich aus Wassermenge und Temperaturdifferenz ergibt, wird durch Schließen des Thermostatventils bei zu hoher Raumtemperatur die Heizwassermenge reduziert.



Für die ausreichende Beheizung muss **jeder Heizkörper die berechnete Heizwassermenge erhalten**. Da jede Rohrstrecke Druckverluste erzeugt, **muss vor jedem Heizkörper** im näheren Bereich der Druckunterschied zum letzten Heizkörper ausgeglichen werden. **Dann sind alle Heizkörper hydraulisch gleich versorgt.**



Bei der Einrohrheizung bleibt durch die umlaufende Ringleitung die Heizwassermenge unabhängig von der Abnahme der Heizkörper fast konstant. Das Heizwasser fließt entweder durch den Heizkörper oder durch den Bypaß am Heizkörper vorbei zum nächsten Heizkörper. **Der Abgleich ist für die gesamten Ringleitung mit einer Durchfluss - Regelarmatur zu erstellen.**

Thermostatventile mit Voreinstellung für den Druckverlust

Thermostatventile mit Begrenzung auf einen Maximaldruck

Durchflussregler je Einrohrheizkreis

In großen Heizungsnetzen:

Strangreguliertventile je Steigstrang

Durchflussregler je Steigstrang

Eine Heizungsanlage ist ordnungsgemäß berechnet und erstellt, wenn alle Räume mit der **Solltemperatur** mit der Heizwassertemperatur, die der Berechnung zu Grunde liegt, beheizt werden.

Der **hydraulische Abgleich** ist **Leistungsumfang** jeder Erstellung.

Durch die unterschiedliche Wärmeabnahme ist die verfügbare Druckdifferenz für den Heizkörper variabel und wird durch das Thermostatventil zur ausreichenden Versorgung reguliert.

Eine wesentliche Einsparung erfolgt durch einen Betrieb mit einer **möglichst niedrigen Temperatur** des Heizwassers. Dadurch werden die Wärmeabgaben des Rohrnetzes verringert und die Erzeugung bei Kesselanlagen und Wärmepumpen optimiert. Für den Betrieb der Fernwärme bewirkt die möglichst tiefe Rücklauf-temperatur ebenfalls eine höhere Wirtschaftlichkeit.

Durch den erhöhten Heizbedarf in der ersten Heizperiode eines Gebäudes zur Trockenheizung und die systematisch etwas zu hohe Wärmebedarfsberechnung sowie individuelle hohe Temperaturanforderungen von Nutzern werden **Heizkurven zu hoch** eingestellt. Insbesondere bei Einrohrheizungen werden dadurch Räume, die **nicht genutzt werden**, noch **wesentlich beheizt**.

Durch den hydraulischen Abgleich bei der Erstellung der Heizungsanlage sind alle Heizkörper mit der benötigten Heizwassermenge versorgt. Dadurch wird die geforderte Norm - Raumtemperatur in jeder Wohnung erreicht.

Nur wenn Veränderungen vorgenommen wurden, die den Abgleich zu Nichte gemacht haben, ist ein neuer Abgleich erforderlich. Wenn **keine Veränderung** erfolgte, kann die **Heizkurve ohne neuen Abgleich abgesenkt werden**.

Eine erneute Durchführung des Abgleichs bei bestehenden Gebäuden bewirkt **aber keine Einsparung**, wenn nicht als weitere Maßnahme eine **Absenkung der Heizkurve** erfolgt.

Die VDI –Richtlinie 2077 Blatt 3.5 gibt ein Verfahren an, mit dem die Höhe der Rohrwärmeabgabe berechnet werden kann. Als Kennwert wird der **Verbrauchswärmeanteil** definiert.

Bei einer **Höhe von 0,43 ist der Rohrwärmeanteil** nicht mehr zu korrigieren, sondern die mögliche minimale Höhe ist vorhanden.

Ab dem Wert von 0,34 ist eine Korrekturmaßnahme erforderlich – im Bereich des Betriebs durch eine Absenkung der Heizkurve.

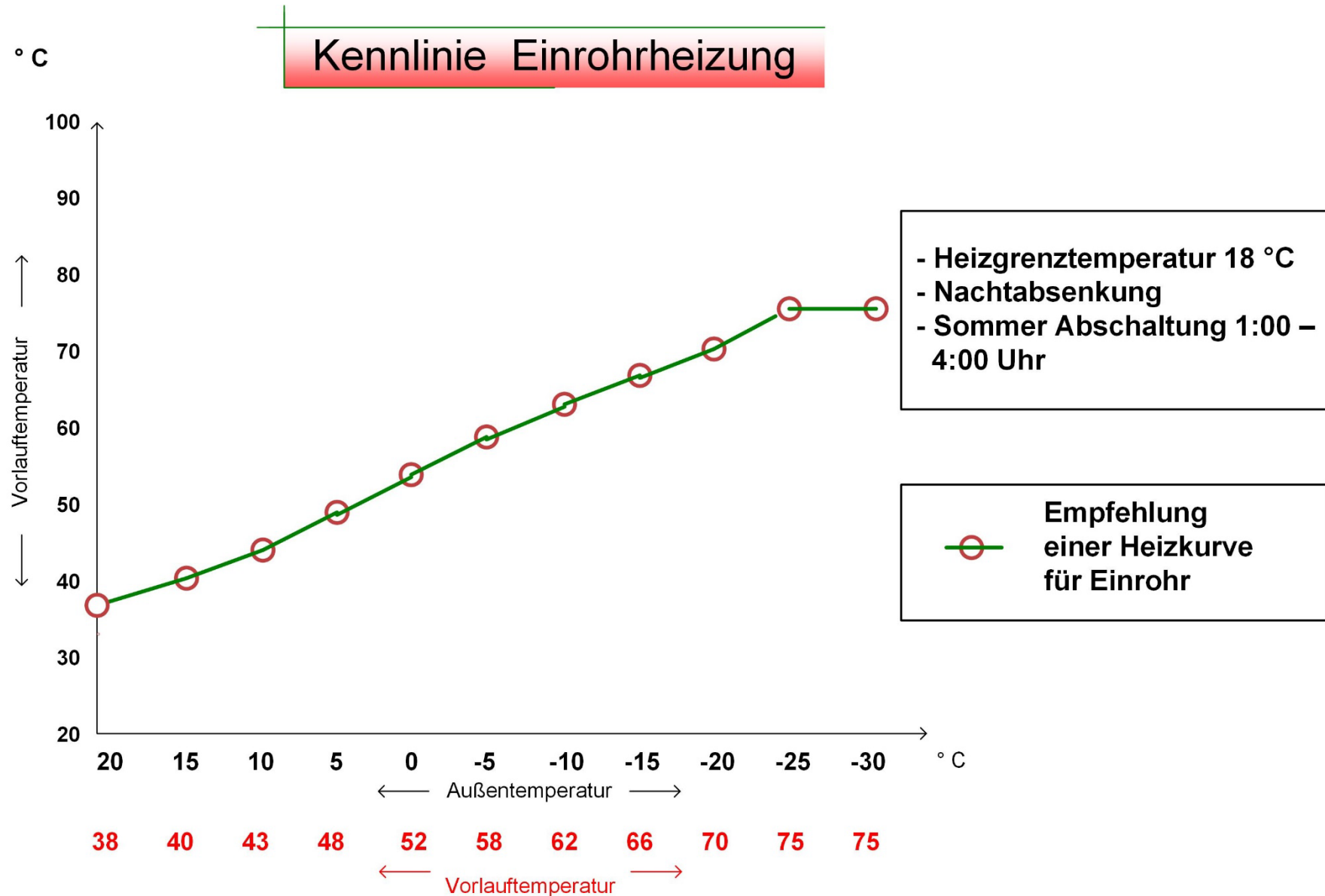
Bei niedrigem Verbrauchswärmeanteil ist durch **die Absenkung der Heizkurve auch die Kostenverteilung sachgerechter.**

Bei einer maximalen Absenkung der Heizkurve und der Nachtabsenkung und einer Sommerabschaltung sind erreichbar:

Bei vorherigem Verbrauchswärmeanteil von

- **von 0,2 sind 12 % Einsparung möglich**
- **von 0,1 sind 20 % Einsparung möglich**

Der Verbrauchswärmeanteil kann von jedem Abrechnungs-Programm berechnet werden und wird von Abrechnungsunternehmen zur Plausibilitätsprüfung ermittelt.



Gründe für **ungerechtfertigte Reklamationen**, dass es wegen der Änderung **nicht mehr ausreichend warm** wird, sind z.B.:

- a) Stift des Thermostatventil hängt fest, da er lange nicht bewegt wurde (kann auch ein Hausmeister beheben)
- b) Thermostatventil steht auf „3“ , da es mit der Einstellung warm wurde und die **größte Öffnung mehr Heizkosten verursachen würde**
- c) Es wird eine **zu hohe Raumtemperatur gefordert** z.B. von 25°C und 22°C reiche dem Nutzer nicht aus
- d) Benachbarte Räume werden nicht beheizt

Heizkurvenabsenkung **am Montag** mit Ankündigung an die Nutzer durchführen – dies ermöglicht Reaktionen während der Arbeitszeit und vermeidet unkontrollierte Notdiensteinsätze!

Bei Meldung von zu geringer Beheizung die genaue Begründung erfragen und die vorher genannten Punkte prüfen lassen.

Schrittweise um jeweils 5 °C absenken, um mit leichten Änderungen den Nutzern die Umstellung zu erleichtern.

Dabei den Fußpunkt mit 38°C Vorlauftemperatur bei 20°C beibehalten (durch Programmierung oder Parallelverschiebung)

Gleiche Bausubstanz – aufgrund der Bauabschnitte gibt es sechs Heizkessel mit eigenem getrenntem Verteilnetz.

Der hydraulischer Abgleich wurde von einer Firma insgesamt gleich für alle 6 Heizanlagen durchgeführt. Die **Heizkurven wurden gleich abgesenkt.**

Ergebnisse **Verbrauchswärmeanteil nach einer Heizperiode:**
0,31 – 0,30 – 0,28 bei 3 Anlagen und bis **30% Einsparung** an Gas,
bei den 3 Heizanlagen niedrige Werte unter **0,12 wie vorher ohne Einsparung.**

Ursache: Heizkurven wurden dort nach Nutzer – Anforderungen vom Notdienst **ohne Info wieder zu hoch wie vorher eingestellt.**

Wenn die Heizanlage hydraulisch abgeglichen ist, entfällt ein **neuer hydraulischer Abgleich**.

Plausibilitätsbelege dafür bei fehlenden Dokumenten sind:

Alle Nutzeinheiten sind **mit Erreichung der Norm–Raumtemperaturen beheizt**.

Die Heizkurve ist nicht überhöht – belegt durch die **Auslegungstemperatur aus der Heizlastberechnung** oder einen **Verbrauchswärmeanteil größer als 0,30**.

In den letzten 20 Jahren wurden aufgrund von Abrechnungsproblemen die Heizkurven in zahlreichen **Anlagen abgesenkt, ohne das vorher ein neuer hydraulischer Abgleich gemacht wurde.**

Dabei wurden witterungsbereinigt Einsparungen von 20 - 30% erreicht.

Das belegte, das hier eine Heizkurve entsprechend dem **tatsächlichem Bedarf** eingestellt wurde und **das der seit der Erstellung der Heizanlage vorhandene hydraulische Abgleich ordnungsgemäß und unverändert war.**

Da es problematisch sein wird, Handwerker- und Ingenieursleistungen in den nächsten Monaten zu erhalten, sollte sofort die **schrittweise Absenkung der Heizkurve** vorgenommen werden.

Eine Einsparung von mindestens 10 % des Gasverbrauchs ist nach Praxiserfahrungen möglich.

Zusammen mit dem durch den Krieg forcierten Sparverhalten kann dann eine Einsparung von 20% erreicht werden und damit die Gaspreisbremse für den gesamten Verbrauch gelten.

Eine Durchsetzung aller Details der Verordnungdurch wen?

**Umrechnung bewertete
Heizkostenverteilereinheiten
in kWh -Wärme**

Aus dem Vortrag Jörg Schmid im Workshop Berlin Oktober 2021:

Untersuchungen nach DIN EN 834 Anhang A.6 zeigen, dass die Empfindlichkeit bei Drosselung des Massenstroms **auf über 150%** des Basis-Wertes ansteigen kann. **Die Drosselzuständen haben die größte Häufigkeit.** Überhöhte Massenströme haben dagegen nur einen sehr geringen Einfluss; die Empfindlichkeit sinkt lediglich auf ca. **95%** des Basis-Wertes.

Vortrag Prof. Tritschler im Workshop Fulda 2022 belegt starke Schwankung, Begründung ist im Kreuzberg/Wien: Handbuch / Kapitel 8 -elektronische Heizkostenverteiler

Dieser Zusammenhang macht eine belastbare Umrechnung von VEs in kWh für auf dem Markt befindliche elektronische Heizkostenverteiler über die Empfindlichkeit nicht möglich.

Unsicherheiten bei der Ermittlung der Verbrauchseinheiten:

- 1) **Empfindlichkeit** – Bandbreite von -5% bis + 50 % je nach Betriebspunkt
- 2) **Anzeigehöhe in Abhängigkeit des Exponenten:**
Zwischen Exponent 1,1 und 1,35 ist ein Unterschied der Einheitenhöhe bei gleicher Wärmeabnahme von über 15 % im Bereich von niedrigen Betriebstemperaturen (wie immer bei Einrohrheizungen)
- 3) **Toleranz der Messung** für den Bewertungsfaktor K_c : 3 %
- 4) **Nichtberücksichtigung der Anschlussart**: bis zu 48% (TAE –Schmid)
- 5) **Fertigungstoleranz** der Heizkörper ergibt für K_q 4%
- 6) **Umrechnung** EN 442 zu DIN 4703 - Leistungen ohne Prüfstandskorrektur zwischen offenem und geschlossenem Prüfstand ergeben bis zu 8 %

Für die Heizkostenabrechnung aufgrund der Abrechnung über die relativen Anteile der Höhe der Verbrauchseinheiten jedes Nutzers dividieren sich die systematischen Fehler heraus, wenn sie alle Nutzer gleich betreffen.

(siehe Adunka, Handbuch Wärmemessung, 2019: Der Jahresmessfehler ist bei der Erfassung über eine ganze Heizperiode von Heizkostenverteilern und Wärmezählern annähernd gleich hoch)

Wärmestau:

**Gardinen oder Möbel vor den Heizkörpern –
wesentlichste Ursache für Mehranzeigen
von +10 bis + 200 %**

Untersuchungen, ab wann eine Gardine, die transparent ist, eine Erhöhung der Anzeige durch Rückstrahlung und Behinderung der Wärmeabgabe verursacht, sind nicht bekannt.

(bei Funkauslesungen nicht erkennbar)



Fehlende Beachtung der Anschlussart neuer Heizkörper + 10 bis + 48%
(kc –Wert und Heizleistung K_q sind abhängig vom Anschlussart)



Normanschluss mit VL oben



Reitender Anschluss
mit VL unten



Lanzenventil Vorlauf und
Rücklauf unten und an einer Seite

Leistungsminderungen abhängig von der Dichte der Verkleidung
Heizkörpers: Bis zu **40 %**

Mehranzeige durch Wärmestau und Reflektion der Strahlung

Leistungsminderungen abhängig vom Abstand der Nischenunterkante zur Oberkante des Heizkörpers: Bis zu **50 %**

Leistungsminderungen abhängig vom Abstand zur Wand (50 mm Abstand ist Normforderung): Bis zu **18 %**

(Quelle: sbz 24/2002 Autor: Dr.-Ing. Dietrich Schlapmann)

Diese zu kleinen Abstände sind Baufehler und werden weder korrigiert noch können sie in der Berechnung der Heizleistung beachtet werden.

Montagefehler - 60 % bis + 20%

Fehler bei Identifizierung von nachmontierten neuen Heizkörpern **bei** Heizleistung und Bewertungsfaktor k_c **- 30% bis + 100 %**

Überdimensionierung beim Heizkörpertausch z.B. durch Wahl des neuen Heizkörpers nach EN 442 mit 75/65/20 und Verwendung des Zahlenwerts nach DIN 4703 mit 90/70/20 °C um 27% und in Folge dann eine wesentliche Mehranzeige durch Drosselzustände

Umrechnung nach dem **Ergebnis der letzten vorherigen Abrechnung:**

Fernwärme, Contracting und Nutzergruppe mit WMZ –Messung:

Wärmemenge in kWh / Verbrauchseinheiten (VE) = Faktor in kWh/VE

Kesselanlagen:

Brennstoff nach VDI mit Wirkungsgrad 0,8 umrechnen in Wärmemenge

Wärmemenge in kWh / Verbrauchseinheiten (VE) = Faktor in kWh/VE

In der Praxis Bandbreite zwischen 1,5 bis zu 30 kWh / VE

(noch höhere Werte vereinzelt bei Einrohrheizung mit geringer Erfassung)

**Duldung der Verwendung von
Tauchhülsen kleiner 60 mm
von 2006 bis zum 30.10.2026**

Der Zusatzfehler durch Tauchhülsen durfte ab der EN 1434 Fassung 2005 nur 1/3 der Eichfehlergrenze der Temperaturfühler betragen.

Diese Fehlergrenze hielten Tauchhülsen kleiner 60 mm nicht ein.

Mit Inkrafttreten der neuen MID durften ab 2006 nur noch dieser Norm konforme neue Zulassungen erteilt werden. Diese neuen Zulassungen forderten den direkt tauchenden Einbau der Fühler für kleine Zähler.

In der Anlage zur **Eichordnung 2005 wurde für Neueinbauten bis DN 25 der direkte Einbau der Temperaturfühler vorgeschrieben, da bis DN 25 Kugelhähne mit direktem Fühleranschluss marktüblich verfügbar waren.**

Für alte Zulassungen galt eine Übergangsfrist von 10 Jahren bis 2016, in der sie noch mit Tauchhülsen in den Verkehr gebracht werden durften.

Einbaufehler wurden nach mehreren Untersuchungen bei ca. 30% der neu installierten Wärmezähler durch Stichproben und Auswertungen von Inbetriebnahmen festgestellt.

Da fehlerhaft installierte Tauchhülsen dabei einen sehr hohen Anteil hatten, war es auch **im Interesse der Abrechnungsunternehmen**, hier zu einer höheren Qualität zu kommen, um **fehlerbehaftete Abrechnungen mit Regreßforderungen zu vermeiden**.

Mit dem Übergang zum direkten Fühlereinbau im Kugelhahn wurde die Einbaukontrolle vereinfacht und die Abrechnung sicherer.

Da Konsens hergestellt wurde, dass der vollständige Ausbau von kurzen Tauchhülsen bis 2016 wirtschaftlich nicht machbar war, wurde das **Forschungsprojekt „Fehlerhöhen von Tauchhülsen“** mit Prof. Adunka und Prof. Feldmann sowie Jumo von der PTB durchgeführt.

Im Ergebnis wurde die Duldungsregelung erarbeitet – Tauchhülsen und spezielle dazu einzusetzende Fühler mussten messtechnisch geprüft werden. Bei Einhalten einer erweiterten Fehlergrenze von $\frac{1}{2}$ der Eichfehlergrenze wurde die Paarungen auf der Homepage der PTB als bis 30.10. 2026 geduldet gelistet und mussten für die Marktüberwachung mit der Duldungsnummer gekennzeichnet werden.

In dem Forschungsprojekt „**Fehlerhöhen von Tauchhülsen**“ hat Prof. Adunka mit den Daten von Prof. Feldmann und von Jumo mit Begleitung der PTB festgestellt, dass die Temperaturdifferenzen in einer **Zweirohrheizungsanlage mit Heizkörpern** so groß sind, dass der absolute Messfehler der Tauchhülsen für den Jahresmessfehler nicht relevant ist. Diese erste Ergebnis war Basis der Entscheidung der Eichbehörden, die Duldungsregelung zu akzeptieren.

Kritischer wird es bei den kleineren Temperaturdifferenzen bei Fußbodenheizungen sowie sehr kritisch bei Einrohrheizungen und ähnlichen Systemen mit kleinen Temperaturdifferenzen.

Entscheidend ist allerdings der Fehler der resultierenden Kostenverteilung – dies wurde nicht mehr weiter untersucht.

Im Weiteren wurde über die technischen Richtlinien K8 (Temperaturfühler) und K9 (Inbetriebnahme) schrittweise mit der Entwicklung der DS-Fühlerlängen von 38 mm und 60 mm sowie der Kugelhähne mit direktem Fühleranschluss bis DN 50 der neue Einbau bis zur Zählergröße qp 6 nur direkttauchend vorgeschrieben. Damit werden heute über 90 % der neu installierten Wärmezähler mit direkttauchender Messung eingebaut.

Andere Tauchhülsen mussten beim Eichaustausch ausgebaut werden. Der Fortschritt im Rohrleitungsbau mit Pressverbindungen erleichterte den Einbau von Kugelhähnen mit Fühleraufnahme.



Sicherster Einbau erfolgt durch Kugelhähne, die von **DN 15 bis DN 50** verfügbar sind.

Sie können möglichst in der DN wie DN des Rohrs verwendet werden (Fühlerlänge nach EN beachten).

Für Wärmezähler nach der technischen Richtlinie K9 bis einschließlich der Größe qp 6 bei Neuinstallationen ab 2015 vorgeschrieben

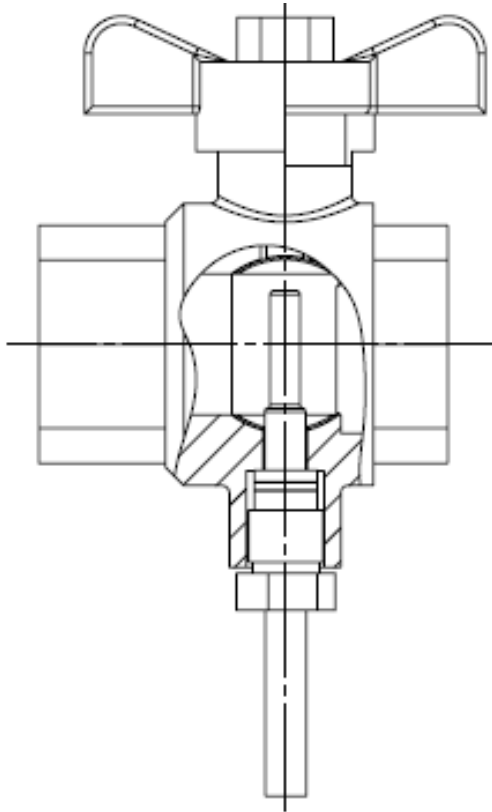
Neufassung EN 1434 - 2023 direkt ebenso bis qp 6
Zeitverhalten der direkt eingebauten Fühler:

Form DS (Bild) hat $t_{50} = 2,5 \text{ sec}$

Bisheriger Kabelfühler 5 mm hat $t_{50} = 6 \text{ sec}$

Neukonstruktion von Jumo hat $t_{50} = 2,5 \text{ sec}$

Zuordnung Fühler DS zu DN Kugelhähne



DN	Länge Fühler Typ DS
15 + 20 + 25	DS 27,5
32 + 40	DS 38
50	DS 60

Adapter zum Umbau auf direkten Einbau

Für den direkten Einbau gibt es Adapter mit Außengewinden von M10 bis $\frac{3}{4}$ " und Innengewinde M10 mit Passung für den Fühlereinbau.

Damit können DS –Fühler bis 60 mm Baulänge eingesetzt werden.

Für den Einbau langer direkttauchender Fühler DL 100 mm mit $\frac{1}{4}$ " Außengewinden gibt es Adapter mit $\frac{1}{2}$ " Außengewinde.

Damit kann bei langen T-Stücken oder Schweißmuffen umgebaut werden.

Auslastung der Heizungsfirmen durch dem Einbau von Wärmepumpen sowie der Durchführung des hydraulischen Abgleichs nach der EnSimiMaV

Der Einbau von Wärmepumpen bringt im Material bereits einen Deckungsbeitrag von 10.000 € bis 15.000 € und ist aufgrund der ökologischen Bedeutung dem Heizungsbauer wichtiger.

Den Umbau muss der Eigentümer beauftragen und bezahlen.

WEG-Verwalter könnten es mit 3 Angeboten und Abstimmung mit dem Beirat direkt erledigen, werden aber höchstwahrscheinlich eine WEG – Versammlung abwarten, damit es dort beschlossen wird.

Zur Sicherheit die Kunden informieren – bevorzugt Anlagen mit kleiner Temperaturdifferenz auf direkttauchend umrüsten.

Im ersten Schritt Anlagen umrüsten, bei denen der Einbau eines Kugelhahns mit M10 oder eines Adapters auf direkt einfach möglich ist.

Auswertbar festhalten, welche Anlagen mit geduldeten Tauchhülsen ausgerüstet sind, um das Mengengerüst zu ermitteln.

Status alter Tauchhülsen länger als 60 mm klären.

Wissenschaftlich belegbar nachweisen, ab welcher Temperaturdifferenz die Tauchhülse **keine wesentlichen Verteilfehler** erzeugt.

Die Meinungsbildung der Eichbehörden durch Fachinformation fördern.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!