

Stand der Technik:

Statt Regelung eine analoge Steuerung der Raumtemperatur bei Fußbodenheizung.

Gefordert: intelligente, energiesparende Regelung.

Der heutige „Stand der Technik“ bei Fußbodenheizung ist die vor vierzig Jahren von der Heizkörperheizung übernommene Drossel-Regelung. Diese Regelung ist für Fußbodenheizung nicht geeignet!

Aus der Perspektive der Energieeffizienz-Steigerung muss ein völlig neues Regelsystem mit der neuesten Technik und KI ausgestattet werden. Hier ist ein Riesenpotential, durch Energie-Einsparung den fossilen Energieverbrauch im Gebäudebereich signifikant zu senken [G].

Das erfordert Mut in einer sehr konservativen Branche.

Ist da niemand in den Fachverbänden, Hochschulen oder beim VDI, dem auffällt, dass wir seit Jahren keine EnEV-konforme Regelung haben. Die Steuerung, die uns als Regelung verkauft wird, verursacht wegen der chronischen, systembedingten Überversorgung eine Energievergeudung von über 30% [E].

Hier sind nicht nur politische Entscheidungsträger, -die Funktionäre- gefragt, sondern Ingenieure, die technische Lösungen suchen und realisieren.

Einstein soll gesagt haben:“ Das Problem zu erkennen, ist wichtiger, als die Lösung zu erkennen, denn die genaue Darstellung des Problems führt zur Lösung“.

In den folgenden Kapiteln erfahren Sie, warum der jetzige „Stand der Technik“ als Regelung für Fußbodenheizung nicht geeignet ist.

- A.) Angebotsheizung vs. Bedarfsheizung – Begriffe.
- B.) Vergleich verschiedener Heizungssysteme.
- C.) System - Unterschiede. Fazit.
- D.) Forderungen an intelligente Regelung für Fußbodenheizung.
- E.) Die derzeitige Drossel-Regelung ist nicht EnEV-Konform.
- F.) Gründe der Überversorgung.
- G.) Energie-Einsparpotentiale.
- H.) Energieeinsparung und CO²-Reduktion in Deutschland + Europa.
- I.) Nachhaltigkeit und Wohnungswirtschaft.

- J.) Kosteneinsparung für Nutzer pro Wohnung und Jahr.
- K.) Arbeitsplätze für Deutschland.
- L.) Vorteile durch das neue Regelsystem.
- M.) Stückzahlen, Bedarf, Umsatzzahlen.
- N.) Vergleich Energie-Einsparung vs. regenerative Energie-Formen.
- O.) Quantitative und Qualitative Untersuchung ist Voraussetzung.
- P.) Fachbeiträge zu diesem Thema.

A.) ANGEBOTSHHEIZUNG vs. BEDARFSHEIZUNG:

Begriffe, für Heizkörper- und Fußbodenheizung gilt:

- **Wärme wird dem Heizkörper angeboten.** Bei der **Angebotsheizung** wird das Heizwasser mit dem Wärmeinhalt des errechneten Wärmebedarfs aller Räume des Hauses über das Rohrnetz zu den Heizkörpern/Heizflächen gepumpt. Jedem Heizkörper/Heizfläche soll mit Hilfe des hydraulischen Abgleichs die Wassermenge zugeführt werden, die der errechneten Raumheizlast entspricht. Die Raumtemperatur-Regelung sollen die Raumthermostate übernehmen. Voraussetzung für die richtige Funktion sind richtige Berechnung und Auslegung, exakte Anpassung der Heizfläche an die errechnete Raumheizlast, perfekter hydraulischer Abgleich, richtige mit Auslegungstemperatur eingestellte Heizungskennlinie der witterungsgeführten Regelung. Zusätzlich erforderlich sind schnell reagierende Raumtemperatur-Regler und eine minimale Speicherfähigkeit der Heizfläche.
Im angestrebten Idealfall sind während des Heizbetriebes alle Heizkörperventile offen. Erst bei Fremdwärme-Eintrag (z.B. Sonne), drosseln die Heizkörperventile (Stetigregler) die Heizwasserzufuhr in den betroffenen Räumen.
Bei der Fußbodenheizung sind schon einmal die o.a. Voraussetzungen für eine richtige Funktion in Frage zu stellen [Siehe „F.) Gründe für die Überversorgung“]. Bei Fremdwärmeeintrag schließt der Auf/Zu-Stellantrieb, die Reaktion darauf, die Temperaturänderung, kommt erst nach Stunden im Raum an.
- **Wärme wird vom Heizkörper angefordert.** Die **Bedarfsheizung** führt jedem einzelnen Raum über das Heizwasser nur die Wärmemenge zu, die tatsächlich gebraucht wird und vorher adaptiv ermittelt wurde. Jeder Raum ist ein eigener Regelkreis mit Mischventil und Minipumpe. Das garantiert eine reaktionsschnelle Regelung mit geschlossenem Wirkungskreis (DIN 19226). Dank witterungsgeführter Stetigregelung ist die Trägheit des Estrichs kaum spürbar. Nicht mehr notwendig sind systembedingt eine exakte Berechnung und Auslegung der Fußbodenheizung. Der hydraulische Abgleich und die witterungsgeführte Regelung für das Gebäude sind nicht mehr nötig. Menschliche Unzulänglichkeiten werden durch künstliche Intelligenz ersetzt.

Statt den Räumen laufend Wärme über das Heizwasser zuzuführen, wird dem Wärmeverteilnetz des Gebäudes nur bei Bedarf einzelner Räume Wärme entnommen.

B.) VERGLEICH REGELUNG VERSCHIEDENER HEIZUNGSSYSTEME:

a.) Heizkörper – Heizung mit Drossel-Regelung – Angebotsheizung alt

b.) Fußboden-Heizung mit Drossel-Regelung - Angebotsheizung alt

c.) Fußboden-Heizung mit Beimisch-Regelung – Bedarfsheizung neu

1.) Wärmetransport - Unterschied zwischen Heizkörper- und Fußboden-Heizung.

Zwei Heizungssysteme, gleiche GEG. Im Folgenden werden systembedingte Unterschiede zwischen Heizkörper- und Fußbodenheizung dargestellt.

Stufen des Wärmetransports aus dem Heizwasser an den Raum.

1a.) Heizkörperheizung:

Der Heizkörper gibt die Wärme überwiegend über **Konvektion** an die Raumluft ab.

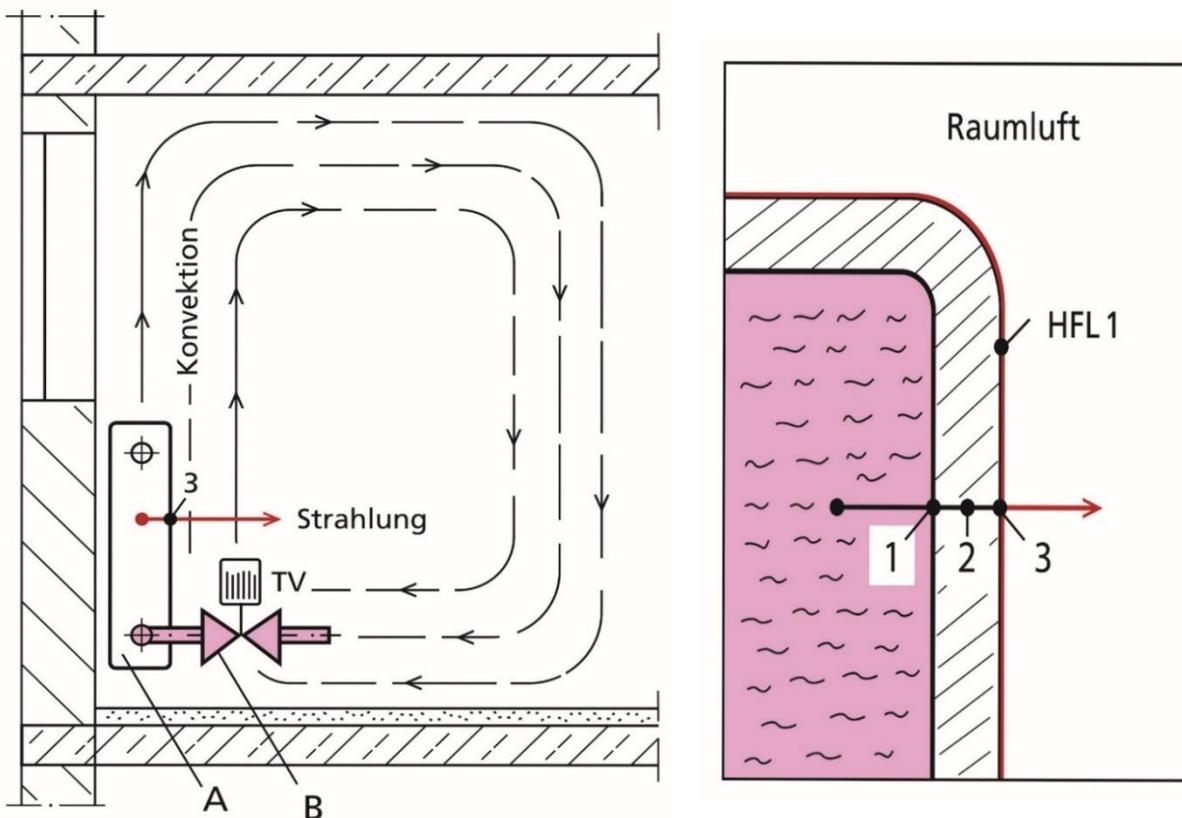


BILD 1. Schema Heizkörperheizung

Bild 2. Schnitt durch Heizkörper

1. Stufe: Übergang Heizwasser → Blech

2. Stufe: Leitung Blech

3. Stufe: Übergang Blech → Raumluft= **Heizfläche (HFL 1)** (Konvektion 80%)

Die hauptsächlich konvektiv aufgeheizte Raumluft beeinflusst das Thermostatventil (TV). Hier ist eine garantierte Luftbewegung im Raum zu erwarten, das Thermostatventil ist immer im Luftstrom.

Die **Heizkörperheizung** als Drossel-Regelung entspricht einer echten Regelung nach DIN 19226, mit geschlossenem Wirkkreis und Rückmeldung.

1b.) Fußbodenheizung:

Bei Fußbodenheizung gibt die Bodenfläche (nicht Heizfläche) die Wärme des „warmen Körpers Heizestrich“ hauptsächlich über **elektromagnetische Strahlung** an die angestrahlte Umgebung ab.

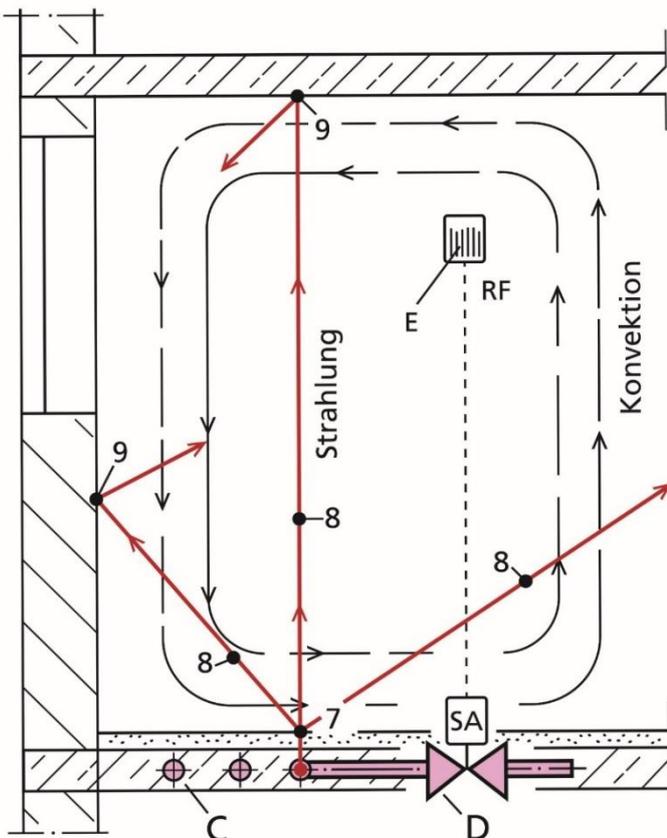


BILD 3. Schema Fußbodenheizung

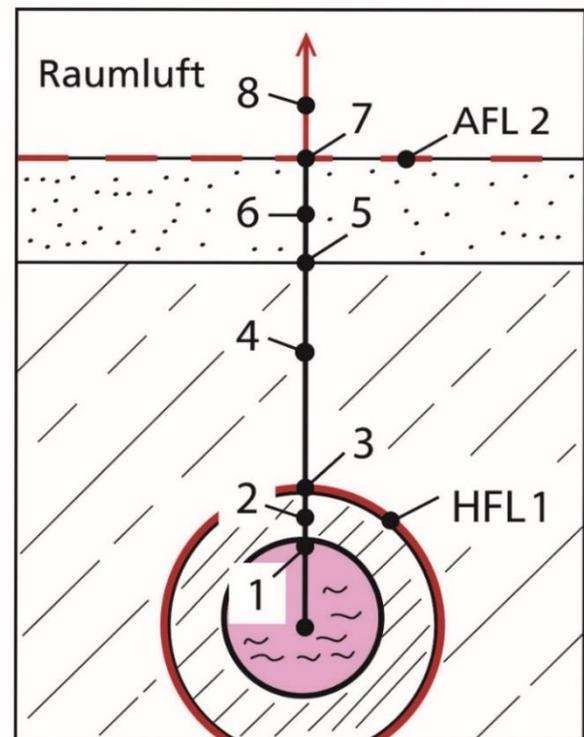
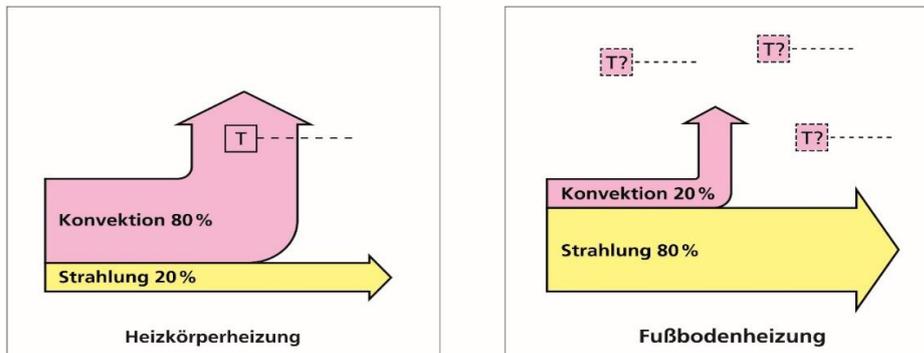


Bild 4. Schnitt durch Fußboden

1. **Stufe:** Übergang Heizwasser → Kunststoffrohr
2. **Stufe:** Leitung Rohrwandung
3. **Stufe:** Übergang Rohroberfläche → Estrich = **Heizfläche (HFL 1)**
4. **Stufe:** Leitung Estrich
5. **Stufe:** Übergang Estrich → Oberboden / Bodenbelag
6. **Stufe:** Leitung Bodenbelag
Bodenoberfläche = Abstrahlfläche (**AFL 2**) **nicht Heizfläche !**
7. **Stufe:** Übergang Bodenoberfläche → Abstrahlung
(undefiniert - Quantenmechanik)
8. **Stufe:** Emission der Strahlung von der Oberfläche der Abstrahlfläche (**AFL 2**) an die Raumumschließungsflächen
(undefiniert – Quantenmechanik).
9. **Stufe:** Absorption der Strahlung an den Umschließungsflächen des Raumes
(undefiniert – Quantenmechanik).
10. **Stufe:** Übergang Oberfläche der Umschließungsflächen → Raumluft durch senkrechte und waagerechte Konvektion. Diese aufgeheizte Raumluft (etwa 20%) sollte vom Raumfühler (RF) gemessen werden.

Die Drossel-Regelung der **Fußbodenheizung** ist keine Regelung, sondern eine 2-Punkt-Steuerung. Diese Raumtemperatur-Regelung entspricht weder der DIN 19226 noch der GEG2020 §63. Es ist kein geschlossener Wirkkreis.

Die Energiefluss-Diagramme zeigen überschlägig die Art der Wärmeabgabe an den Raum.



Beim Heizkörper wird die Raumluft, die den Hauptteil der Wärmeabgabe (Konvektion etwa 80%) entspricht, direkt neben dem Heizkörper immer an der gleichen Stelle gemessen.

Bei der Fußbodenheizung wird nur ein geringer Teil der Wärmeabgabe über Konvektion an die Raumluft (etwa 20%) über den Raumthermostaten gemessen. Diese etwa 20% stellen die Regelgröße dar. Der Hauptteil der Wärmeabgabe an den Raum über Strahlung (etwa 80%) kann nicht erfasst und geregelt werden. Es ist paradox, dieses Manko stört anscheinend auch im Zeitalter der Digitaltechnik und der künstlichen Intelligenz niemanden.

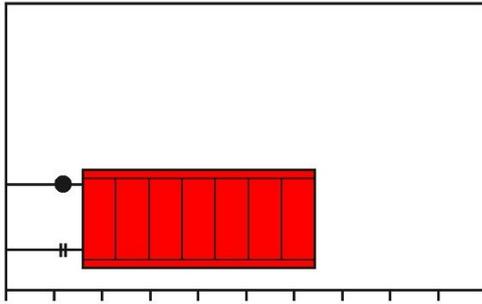
Der Raumfühler liegt oft nicht oder nur teilweise im Luftstrom der sich konvektiv aufgeheizten „bewegenden Luftwalze“, sofern überhaupt vorhanden.

2.) Anpassen der Heizfläche an die Raumheizlast.

2a.) Die Heizkörper aller Räume werden der Größe nach exakt auf die nach DIN berechnete Heizlast ausgelegt. Alle Heizkörper der Gebäudes werden mit der gleichen systembedingten Vorlauf-Temperatur versorgt.

Unterschiedliche spezifische Raumheizlast (W/m^2) zweier Räume:

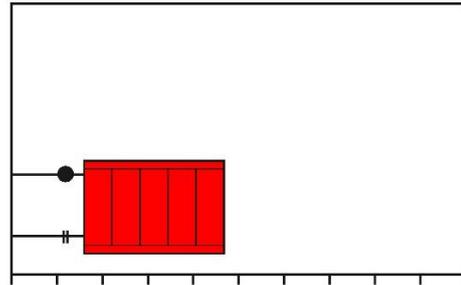
Masterraum 70 W/m²



Heizkörper 100 %

70 W/m²

Nebenraum 30 W/m²



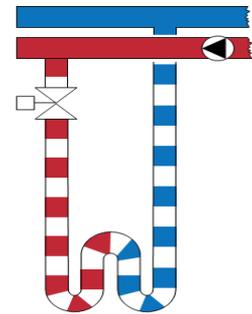
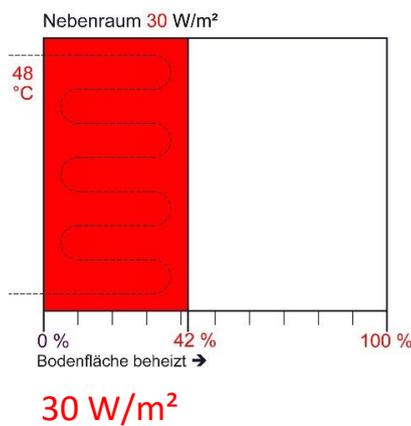
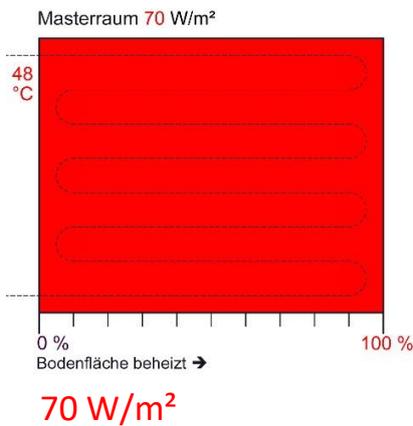
Heizkörper 100 %

30 W/m²

2b.) Bei Fußbodenheizung mit Drossel-Regelung (Steuerung) kann die Bodenfläche des Raumes wegen der starren Größe der errechneten Raumheizlast nicht angepasst werden.

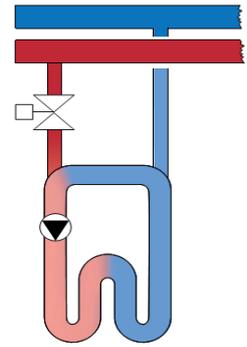
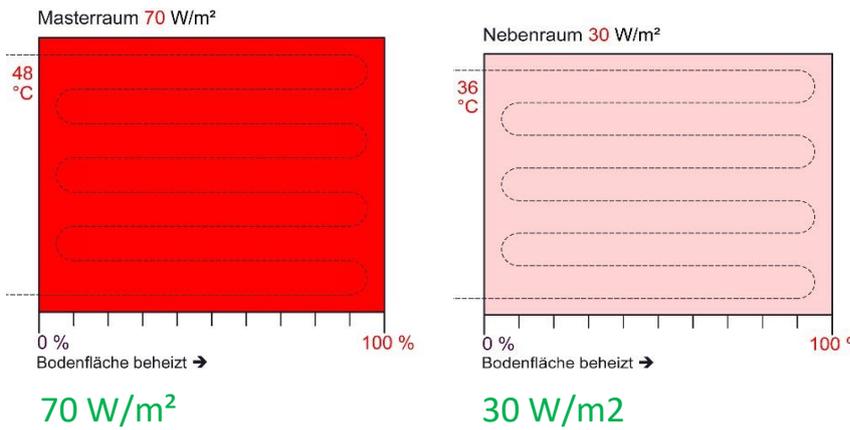
Alle Heizkreise des Gebäudes werden systembedingt mit der gleichen Vorlauftemperatur versorgt.

Unterschiedliche spezifische Raumheizlast (W/m²) zweier Räume:



2c.) Bei Fußbodenheizung mit Beimisch-Regelung wird raumweise statt der Bodenfläche, die nicht veränderbar ist, die Heizwassertemperatur verändert und der Raumheizlast angepasst. Alle Räume werden hier systembedingt mit unterschiedlichen, bedarfsgerechten Vorlauftemperaturen versorgt.

Unterschiedliche spezifische Heizlast (W/m²) zweier Räume:

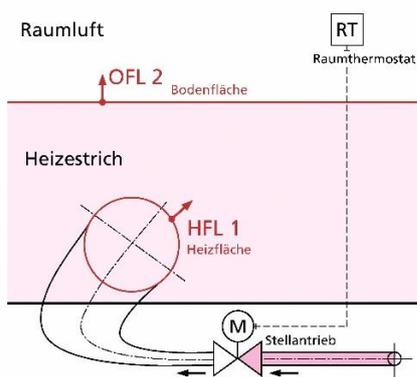


3.) Thermostatische Regelung.

3a.) Das Thermostatventil am Heizkörper regelt den Wasserdurchfluss durch den Heizkörper. Der Stetigregler dieser Drossel-Regelung ist sowohl Steuerung als auch Regelung in einer Armatur.

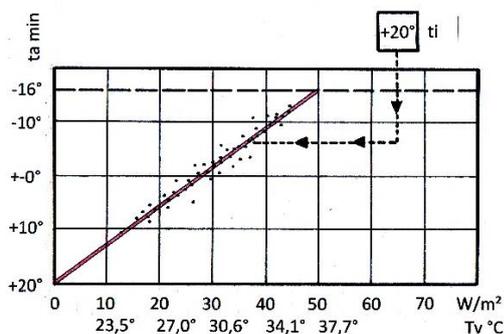
3b.) Der Raumthermostat und der getrennt, über Funk verbundene Stellantrieb regeln (steuern) den Wasserdurchfluss durch den jeweiligen Heizkreis.

Diese Regelung ist auch eine Drossel-Regelung, z.B. als Auf-/Zu-Regelung. Entsprechend der Definition handelt es sich nicht um eine Regelung mit einem geschlossenen Regelkreis mit undefinierten Dämpfungsgliedern, sondern um eine einfache Steuerung als offener Regelkreis.

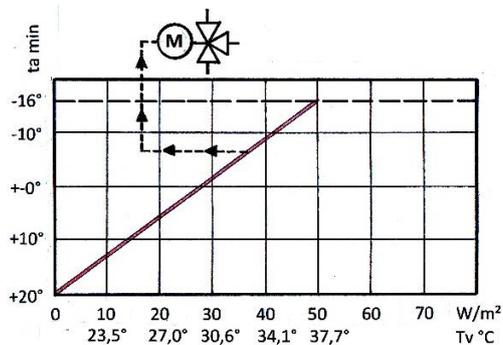


3c.) Der Raumthermostat (Strahlung/Luft) dient ausschließlich zur adaptiven Ermittlung der tatsächlichen Raumheizlast in Abhängigkeit der Außentemperatur. Diese, in bestimmten Zeitabständen ermittelten Werte ergeben und überwachen eine Raum-Heizkennlinie unter Einbeziehung aller relevanten Raum-Parameter.

Das Mischventil greift in Abhängigkeit der Außentemperatur auf die individuelle Raum-Heizkennlinie zurück und regelt die individuelle Vorlauf-Temperatur für diesen Raum. Es steht in keiner direkten Verbindung zum Raumthermostaten. Voraussetzung ist, dass die über Konvektion erwärmte Luft des Raumes (etwa 20%) als Regelgröße auch bei milderer Außentemperatur und somit auch niedriger Oberflächentemperatur eingesetzt werden kann.



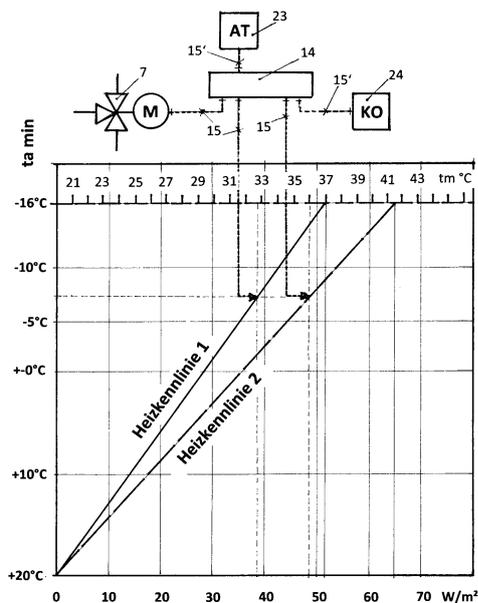
Raumfühler beeinflusst Heizkurve



Heizkurve beeinflusst Mischventil

Eine andere Regelgröße ist die vom Bewohner für den jeweiligen Raum manuell eingestellte Merzkiffer für das (empfundene) **Raumklima**. Dieser Wert beinhaltet die Luft-Temperatur, die Temperatur der Raumumschließungs-Flächen, die Luftfeuchtigkeit und die Luftbewegung im Raum.

Diese dazugehörige „**Input-Regelung**“ regelt die dem Raum-Wärmebedarf entsprechende Wärmemenge im Heizwasser direkt in Abhängigkeit der Außentemperatur, **bevor** das Heizwasser in den Fußbodenheizkreis des Raumes geschickt wird.



Raumweise Heizungskennlinien 1 und 2.

Die Heizungskennlinien stehen für die Vorlauf-Temperatur des Heizwassers in Abhängigkeit der Außentemperatur. Kennlinie 1 entspricht der errechneten spezifischen Heizlast des Raumes als Basis- oder Vergleichs-Kennlinie. Die dem Raum zugeführte Wärme entspricht exakt der Wärme, die vom Raum laufend an die kältere Umgebung abgegeben wird.

Die Kennlinie 2, die Wohlfühl- oder Komfort-Kennlinie, entspricht dem individuellen „Raumklima“ (Wohlfühlklima), das vom Nutzer des Raumes eingestellt wurde.

Den Unterschied zwischen den beiden Kennlinien kann der Nutzer laufend abfragen. So kann er nicht nur den absoluten momentanen Raum-Wärmeverbrauch erkennen, sondern auch den Mehr- oder Minderverbrauch durch die Wahl seiner individuellen Komfort- oder Raumklima-Kennlinie.

Ein psychologischer Energiespareffekt ist die Tatsache, dass der Nutzer laufend den absoluten Verbrauch, den Unterschied zwischen der Referenz-Kennlinie 1 und der von ihm gewählten Komfort-Kennlinie 2, für jeden Raum mitgeteilt bekommt.

4.) Systembedingte Trägheit.

4a.) Der Heizkörper schließt das Thermostatventil nach Erreichen des eingestellten Sollwertes und gibt nach einigen Minuten keine Wärme mehr ab.

Die aufgeheizte Masse ist minimal und kühlt schnell aus.

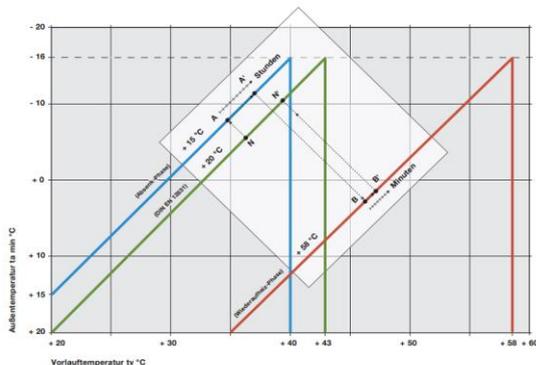
4b.) Nach Schließen des Regelventiles dauert es über 6 Stunden, bis der träge Boden die gespeicherte Wärme an den Raum abgegeben hat.

Diese Steuerung, die uns seit Jahren als „Regelung“ verkauft wird, bei der zwischen Actio und Reactio Stunden vergehen, ist im digitalen Zeitalter nicht mehr vertretbar. Die daraus resultierende Überversorgung - der „Eigenwärmeeintrag“ - wird ein Problem für Energieeffizienz und Komfort.

4c.) Der witterungsgeführte Stetigregler der raumweisen Beimisch-Regelung wird die Heizwassertemperatur stetig dem von der Außentemperatur geforderten Wert auf der Raumkennlinie anpassen.

Eine energiesparende, temporäre Absenkung macht hier Sinn, weil die raumweise, kurzfristige Anhebung der Heizwassertemperatur (pushen) ein Schnellaufheizen ermöglicht. Das macht die raumweise Abwesenheitskennung energiepolitisch interessant.

Schnellaufheizen durch kurzfristiges Anheben der Vorlauftemperatur:

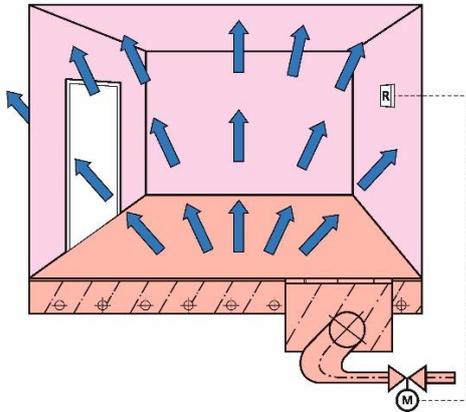


5.) Formen der Wärmeabgabe.

5a.) Der Heizkörper gibt die Wärme überwiegend über Konvektion an die Raumluft ab.

5b.) Die Bodenfläche (nicht Heizfläche) gibt die Wärme des „warmen Körpers Heizstrich“ hauptsächlich über elektromagnetische Strahlung an die angestrahlte Umgebung ab.

5c.) Gleiche Wärmeabgabe wie 5b.) Unterschied bei 5c.)



6.) Aufgabe des Raumthermostaten.

6a.) Der Heizkörper-Thermostat misst die Luft-Temperatur des Raumes und regelt die Wärmeabgabe am Heizkörper ohne Verzögerung.

6b.) Bei der Fußbodenheizung wird nur ein geringer Teil der Wärme über Konvektion an die Raumluft abgegeben. Ausgerechnet diese Luft muss den Raumthermostaten bei dieser Strahlungsheizung beeinflussen! Das geht nicht!

6c.) Die Strahlungsintensität wird hauptsächlich, die Raumluft-Temperatur sekundär, zur Überprüfung der individuellen Raumheizkurve verwandt. Das Mischventil greift auf diese Raumheizkurve zurück, um die Vorlauftemperatur stetig einer veränderten Außentemperatur anzupassen.

7.) Gründe für die Trägheit.

7a.) Der Heizkörper hat wenig Trägheit, da die Masse und der Wasserinhalt gering sind (0,5-1 Stunde).

7b.) Der Heizestrich hat viel Masse und ist dadurch extrem träge. Aufgrund der Auf-/Zu-Regelung wirkt sich die hohe Trägheit in vollem Umfang aus (6-10 h).

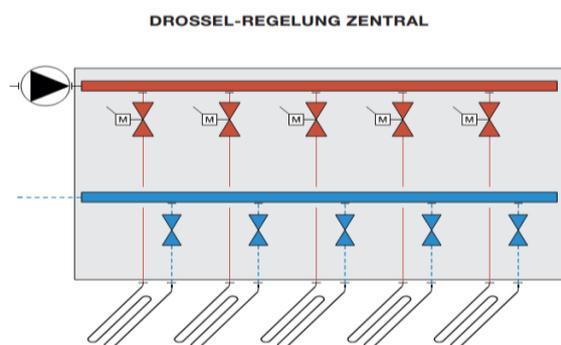
7c.) Die Masse des Estrichs bleibt, die Trägheit kommt wegen der gleitenden Heizwassertemperatur kaum zur Wirkung. Das ist der witterungsgeführten, stetigregelten Beimisch-Regelung geschuldet. Nach der Nachtabsenkung einzelner Räume kann durch „pushen“ der Normalzustand schnell wieder erreicht werden. Kleine, kurze Störfälle muss der Selbstregel-Effekt lösen.

8.) Funktion der Regelkreise.

8a.) Diese Drossel-Regelung ist ein perfekt funktionierender geschlossener Regelkreis der Heizkörper-Heizung.

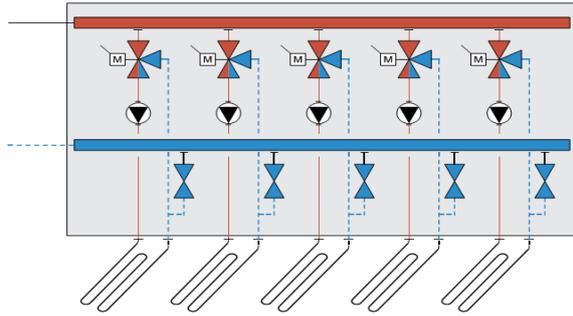
8b.) Die Drossel-Regelung funktioniert bei Fußbodenheizung nicht.

Es handelt sich um eine Steuerung mit offenem Wirkkreis, nicht um eine Regelung! Beim Über- oder Unterschreiten der Soll-Temperatur am Raumluftfühler reagiert das Regulierventil sofort. Bis diese Wärme im Raum wirksam wird vergehen 6 – 10 Stunden. Der Soll- und Ist-Wert kann dadurch nicht laufend verglichen werden, um den Soll-Wert anzupassen. Das ist keine Regelung!



8c.) Bei der Beimisch-Regelung der Fußbodenheizung ist jeder Raum ein eigenständiger geschlossener Regelkreis mit individueller Vorlauftemperatur. Diese witterungsgeführte Stetigregelung minimiert die Trägheit des Estrichs und vermeidet die unerwünschte Temperatur-Welligkeit des Bodens.

BEIMISCH-REGELUNG ZENTRAL



9.) Einregulierarbeiten – mögliche Fehler.

9a.) Der hydraulische Abgleich ist auch nach VOB verpflichtend. Auch die zu Grunde liegende System-Temperatur muss an der witterungsgeführten Regelung genau eingestellt werden.

Die Heizungsanlage ist erst fertig, wenn alle notwendigen Einstell-Arbeiten durchgeführt wurden.

9b.) Alle Einstellungen, wie der hydraulische Abgleich, die Heizkurve für die witterungsgeführte Regelung in der Heizzentrale, sind hier extrem wichtig. Nur dadurch kann ein geringer Teil der Überversorgung durch die Drossel-Regelung (Steuerung) vermieden werden. Das große Problem sind häufig ungenaue Voreinstellwerte wegen nicht angepasster DIN-Vorgaben und menschliches Unvermögen beim Planer und Handwerker.

9c.) Bei der Beimisch-Regelung sind keine Berechnungen, keine Einstellungen und kein hydraulischer Abgleich notwendig.

Die adaptive Erfassung des jeweiligen Raumheiz-Bedarfs und die Erstellung und Überwachung der individuellen Raumheiz-Kennlinie verhindert die Überversorgung. Das ist ein Beispiel für den Einsatz künstlicher Intelligenz in der Gebäudetechnik.

Die Beimisch-Regelung ist auch das einzige System zur Bestandssanierung ohne Überversorgung. Es sind keine Bestandsunterlagen, keine Berechnungen und kein hydraulischer Abgleich erforderlich.

Die Beimisch-Regelung ist auch das einzige System, das die individuellen Raumheizkurven, allen im Laufe des Gebäude-Lebenszyklus (50 Jahre) durchgeführten Veränderungen am Gebäude oder der Nutzung automatisch anpasst.

10.) Wärmeverbrauchsmessung.

10a.) Die Erfassung des Wärmeverbrauch über Heizkostenverteiler an jedem Heizkörper ist ungenau, aber zulässig. Jede bauphysikalische Gebäudeertüchtigung ändert die Raumheizlast und macht eine neue Bewertung der Heizkörper für die Verbrauchserfassung notwendig.

10b.) Die genaue Wärmeverbrauchs-Erfassung kann bestenfalls nur wohnungsweise über Wärmemengenzähler geschehen. In dieser erfassten Wärmemenge sind natürlich auch die Verluste der Überversorgung enthalten. Anlagen im Bestand sind teilweise aus technischen Gründen mit Wärmemengenzählern nicht nachrüstbar. Bei dezentraler Warmwasserbereitung wird Heizung und Warmwasser nur zusammen über einen gemeinsamen Zähler erfasst. Da im Sommer nur Warmwasser gebraucht wird, kann keine genaue Aussage zum tatsächlichen Heizungsverbrauch am Jahresende gemacht werden. Aus Kostengründen entfällt die Verpflichtung zur verbrauchsabhängigen Abrechnung bei Gebäuden unter 15 Wh/m²a.

10c.) Über die wohnungsweise Erfassung hinaus ist sogar die raumweise Erfassung des Heizverbrauchs ausschließlich bei diesem System, der Beimisch-Regelung, möglich. Das ist die beste Voraussetzung für eine informative und transparente unterjährig Verbrauchsinformation („Submetering“) - ein Beitrag zur Energieeinsparung.

Es kann auch raumweise die aktuelle Heizlast dargestellt werden, weil alle hierfür notwendigen Parameter in der Steuerung hinterlegt sind.

11.) Überversorgung.

11a.) Bei Heizkörpern ist die Gefahr der Überversorgung sehr gering. Die thermostatische Regelung funktioniert sehr gut. Auch falsche Berechnungen sowie fehlender hydraulischer Abgleich werden häufig vom Thermostatventil aufgefangen.

11b.) Das Problem ist die Angebotsheizung. Die systembedingte Überversorgung bei Fußbodenheizung als Strahlungsheizung hat nur eine geringe Komforteinbuße

zur Folge. Die überhöhte Temperatur der Abstrahlfläche „Boden“ verursacht nur eine geringe Erwärmung der Raumluft. Die Abstrahlleistung steigt in der vierten Potenz zur Oberflächentemperatur. Hier steht die Energievergeudung vor der Komforteinbuße.

11c.) Die Beimisch-Regelung ist eine Bedarfsheizung, die dem Heizestrich stetig nur die Wärme zuführt, die gerade gebraucht wird. Hier entsteht keine Überversorgung.

12.) Sensorik:

12a.) Bei Heizkörpern, die die Wärme hauptsächlich über Konvektion abgeben, macht der Raumluft-Fühler im Thermostatkopf am Heizkörperventil Sinn.

12b.) Die Fußbodenheizung gibt die Wärme hauptsächlich über Strahlung ab. Der Raumthermostat misst aber die über Konvektion aufgewärmte Luft. Das Aufheizen der Luft hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Kann sich im Raum über kalte Außenflächen eine Luftwalze entwickeln, die sich über den wärmeren Umschließungsflächen aufheizt? Ist der Raumfühler im Raum so positioniert, dass ihn diese aufgewärmte Luft auch erreicht. Wird das Gehäuse des Raumfühlers eventuell über die Strahlungswärme warm?

12c.) Für die genaue Bestimmung der adaptiven Raumtemperatur dieser Strahlungsheizung müsste hauptsächlich die Strahlungsintensität des warmen Bodens gemessen werden. Die ungenaue Messung der konvektiv aufgeheizten Luft-Temperatur fließt sekundär in die Steuerung ein. Die laufend dargestellte aktuelle Raumheizlast (10c) kann mit der errechneten Heizlast (DIN oder Wärmeschutznachweis) zu Informationszwecken verglichen werden. Die beste Regelgröße ist das „Raumklima“(3c.).

C.) SYSTEM – UNTERSCHIEDE – FAZIT:

Das gleiche System - die Drossel-Regelung - wurde vor Jahrzehnten von der Heizkörper-Heizung für Fußbodenheizung übernommen obwohl sich die beiden Systeme regeltechnisch absolut entgegengesetzt verhalten.

Die Drossel-Regelung funktioniert bei Fußbodenheizung nicht, wird aber aus Mangel an Alternativen bis heute eingebaut!

Diese Drossel-Regelung der Fußbodenheizung ist von der Definition her keine „Regelung“ nach DIN 19226 mit geschlossenem Wirkkreis, sondern eine „Steuerung“. Das entspricht seit Jahren vermutlich nicht der EnEV, die eine „Regelung“ fordert.

In der EnEV wird zusätzlich die „Raum-Temperatur“ als Führungsgröße verlangt. Gemessen wird die Luft-Temperatur. Das macht keinen Sinn, weil die Fußbodenheizung eine Strahlungsheizung mit geringer konvektiver Lufterwärmung ist.

Die „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ des BMWi fordert, dass Gebäude in Zukunft mit nachhaltigen, **intelligent geregelten Systemen** ausgerüstet werden sollen, um den Energieverbrauch und somit die CO²-Emission so zu reduzieren, dass das Ziel eines „klimaneutralen Gebäudebestands“ bis 2050 erreicht wird.

Gefordert werden Energieeinsparung und Ressourcenschonung bei hohem thermischen Komfort, sowie selbstlernende, adaptive, bedarfsorientierte Regelungen mit Vernetzung und „Smart-Home“- Funktionen als Bausteine eines zukunftsfähigen Energiemanagements.

Die neue Beimisch-Regelung erfüllt alle diese Voraussetzungen der Forderung des BMWi nach intelligenter Regelung, die alte Drosselregelung (Steuerung) für Fußbodenheizung erfüllt keine dieser Voraussetzungen!

D.) FORDERUNGEN AN INTELLIGENTE REGELUNG FÜR FUSSBODENHEIZUNG:

Um alle folgenden Forderungen an eine intelligente Regelung zu erfüllen, sind für jeden Raum die genaue Definition, Messung und Bereitstellung von Kreiswassermenge, Vor- und Rücklauf-Temperatur Voraussetzung.

Diese Forderungen erfüllt nur die neue Beimisch-Regelung.

1.) Regelung ist ein geschlossener Wirkungsablauf. Die Regelung muss ein geschlossener Wirkungsablauf sein (DIN 19 226), keine Steuerung wie das jetzige Regel-System.

2.) Unterschiedliche Vorlauftemperatur für jeden Raum. Jeder Raum (Heizkreis) soll entsprechend seiner spezifischen Heizlast (W/m^2) mit einer individuellen, unterschiedlichen Vorlauf-Temperatur beheizt werden können.

3.) Raumtemperatur- nicht Lufttemperatur messen. Der Sensor für die Raumtemperatur-Messung muss hauptsächlich die Strahlung der Strahlungsheizung messen. Die Luft-Temperatur des Raumes ist sekundär.

4.) Heizbedarf nur adaptiv ermitteln. Der Heizbedarf muss raumweise adaptiv ermittelt werden. Alle einschlägigen Parameter des Raumes werden automatisch bei der Bedarfsermittlung berücksichtigt. Die Berechnung der Raum-Heizlast nach DIN EN 12831 ist zu ungenau.

5.) Raumweise eingeschränkte Beheizung. Diese energiesparende eingeschränkte Beheizung muss raumweise möglich sein. Hier muss die Absenk-Zeit, Absenk-Dauer und Absenk-Temperatur raumweise individuell eingestellt werden können.

6.) Schnellaufheiz-Funktion des Raumes nach eingeschränkter Beheizung. Die energiesparende, eingeschränkte Beheizung einzelner Räume der Wohnung macht nur Sinn, wenn eine Schnellaufheiz- / Boost-Funktion möglich ist.

7.) Raumweise prädiktive Störgrößen. Prädiktive Störgrößen müssen raumweise geregelt werden können. Bei Sonneneinstrahlung z.B. werden nicht alle Räume des Hauses gleichzeitig, gleichlang oder überhaupt beeinträchtigt.

8.) Künstliche Intelligenz gegen menschliches Versagen. Alle Berechnungen und Einregulierarbeiten müssen, um menschliche Unzulänglichkeiten auszuschließen, durch fehlerfreie künstliche Intelligenz ersetzt werden. Durch intelligente Regelung kann auf alle Berechnungen und Einregulierarbeiten verzichtet werden.

9.) 50 Jahre automatische Anpassung des Raumheizbedarfs. Es muss gewährleistet sein, dass während des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes (50 Jahre) alle Änderungen (bauphysikalische Ertüchtigung, Nutzerverhalten, Möblierung usw.), die die Wärmeabgabe an den Raum beeinflussen können, raumweise automatisch adaptiv angepasst werden.

10.) Bestandssanierung geht nur mit neuer Beimisch-Regelung. Bei der Bestandssanierung der Fußbodenheizung muss die neue bedarfsorientierte Beimisch-Regelung - ohne zusätzliche Berechnungs- und Einstellarbeiten - die alte Drossel-Regelung (Steuerung) direkt ersetzen können. Die neue zu erbringende Heizlast der Räume wird adaptiv ermittelt.

11.) Trägheit durch raumweise witterungsgeführte Stetig-Regelung eliminieren. Die Trägheit des Heizstrichs soll durch regeltechnische Maßnahmen (Außentemperatur, stetig) nicht mehr zu Komfort- und Energie-Verlusten führen (unvermeidbar ist das einmalige Aufheizen zu Beginn der Heizperiode).

12.) Genaue raumweise Heizverbrauchs-Erfassung von min. 92% möglich. Der Heizverbrauch soll raumweise ermittelt und der transparenten Verbraucherinformation zugeführt werden. Dadurch kann auf eine teure Heizkostenabrechnung verzichtet werden. Damit ist auch bei Gebäuden ohne Heizungs-Abrechnungspflicht (bei geringem spezifischen Heizbedarf) die Verbrauchsinformation möglich.

13.) Nur dem Bedarf entsprechende Verbrauchswerte der Regelung sollen in die Gebäudeautomation. Nur die Verbrauchswerte einer bedarfsorientierten Beimisch-Regelung sollen raumweise in die Gebäudeautomation eingebunden werden. Verbrauchswerte inklusive der Verluste durch Überversorgung (derzeitiger Stand der Technik) führen zu keiner Effizienzsteigerung.

14.) Mindest-Energieeinsparung von 30% durch die bedarfsorientierte Beimisch-Regelung ist Voraussetzung. Diese Mindest-Energieeinsparung ist durch die bedarfsorientierte Beimisch-Regelung mit geschlossenem Wirkkreis durch Vermeidung der Überversorgung möglich.

15.) Unterschiedliche Regelung zweier Heizkreise in einem Raum

Voraussetzung. Zwei Heizkreise (Zonen) in einem großen Raum, sollen unterschiedlich geregelt werden können. Alle Funktionen, wie Höhe der spezifischen Wärmeabgabe (W/m^2) durch unterschiedliche Vorlauftemperatur, eingeschränkte Beheizung, prädiktive Regelung usw. müssen unabhängig voneinander geregelt werden können.

16.) Dezentrale, variable Bedarfs-Anforderung einzelner Räume. Besonders in der Übergangszeit bei Außentemperaturen um $+20^\circ C$ werden viele Räume keine Wärme mehr anfordern, die Heizkreis-Pumpen schalten automatisch ab. Einzelne Räume wie z.B. Hobbyraum im Untergeschoss (ungünstige Lage mit Wärmeverlusten an das Erdreich und zu kalten Kellerräumen) müssen noch Wärme anfordern und in Betrieb bleiben.

17.) Genaue aktuelle Abfrage der Raumheizlast möglich. Damit kann die adaptiv ermittelte Heizlast jederzeit mit der nach DIN EN 12831 oder dem Wärmeschutznachweis errechneten Heizlast verglichen werden.

18.) Mindestvolumenstrom im Heizwasser-Kreislauf ist Voraussetzung für gleichmäßigen störungsfreien Betrieb.

Ein Mindestvolumenstrom verhindert Funktionsstörungen wie zu viele Start/Stop-Zyklen, unvollständige Abtauung und unnötige Alarmer.

Insbesondere bei der Zweipunkt-Steuerung der Drossel-Regelung wenn alle Kreisventile gleichzeitig geschlossen sind. Hier wird aus der Not heraus empfohlen, die Vorlauftemperatur der Heizkurve der zentralen Gebäuderegulation anzuheben um die Stellantriebe wieder zu öffnen. Damit wird unnötige Heizenergie angefordert. Hier wird Energie vergeudet um die energiesparende Wärmepumpe vor einem Absturz zu schützen.

Gefordert wird ein permanent offener gebäudeseitiger Heizwasser-Kreislauf.

19.) Prädiktive Regelung der Raumtemperatur als Reaktion auf Sperrzeiten.

Sperrzeit für Wärmepumpen sind in geregelt. Die Sperrzeiten in der Bundestarifordnung Elektrizität §7 BTOEl machen Sinn. Der Verbraucher kann mit Sondertarifen bei Akzeptanz der Sperrzeiten etwa 10-20% Stromkosten sparen.

Der §7 sieht vor, die Stromversorgung bei Wärmepumpenbetrieb in bivalent-alternativ betriebenen Heizungsanlagen (z.B. Heizkessel / Wärmepumpe) für 960 Stunden im Jahr zu unterbrechen. Bei monovalentem Betrieb kann der Strom innerhalb von 24 Stunden für 6 Stunden, maximal 2 Stunden im Stück, unterbrochen werden.

Nur eine stetige Regelung kann einen permanenten „vollen“ Ladezustand des Estrichs garantieren.

Sinnvollerweise, um Sperrzeiten durch den Verbraucher einkalkulieren zu können, geben manche Versorger die Unterbrechungen mit genauer Uhrzeit vor.

Hier wird raumweise in Abhängigkeit der Nutzung entweder prädiktiv „vorgeheizt“ oder nach der Betriebsunterbrechung über die raumweise Schnellaufheiz-Funktion das Komfortniveau schnell wieder erreicht.

20.) Optimale Auslegung der Wärmepumpe.

Optimale Größe der Wärmepumpe ist für einen späteren effizienten Betrieb, speziell für monovalenten Betrieb wichtig. Die Gebäudeheizlast nach DIN EN 12831, weist nur den Transmissions- und Lüftungswärmebedarf, ohne innere Wärmeverluste aus. Der Zuschlag für Brauchwarmwassererwärmung kann entfallen, wenn eine Warmwasser-Vorrangschaltung eingebaut ist.

21.) Optimale Vorlauftemperatur kann nur eine raumweise Bedarfsheizung garantieren. Bei Wärmepumpen wird die Arbeitszahl von der geforderten Vorlauftemperatur bestimmt.

Diese raumweise Bedarfsheizung gibt für jeden Raum die erforderliche Vorlauftemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur vor. Diese kann je nach Nutzung und Anforderung an das Raumklima raumweise variieren. Der Raum mit der momentan höchsten Vorlauftemperatur, mit der größten angeforderten Wärme bestimmt dann die maximale Vorlauftemperatur für die Wärmepumpe.

E.) DIE DERZEITIGE DROSSEL-REGELUNG IST NICHT EnEV-KONFORM:

Laut GEG 2020 §63 (EnEV) „Raumweise Regelung der Raumtemperatur“ „... muss die heizungstechnische Anlage mit einer selbsttätig wirksamen Einrichtung zur raumweisen **Regelung** der **Raumtemperatur** ausgestattet sein“.

Die jetzige „Drossel-Regelung“ der Fußbodenheizung entspricht nicht der Definition der DIN 19226:

Text DIN 19226:

„Das **Regeln**, die **Regelung**, ist ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße (die zu regelnde Größe), erfasst und mit einer anderen Größe, der

Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird.

Kennzeichen für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße im Wirkungskreis des Regelkreises fortlaufend sich selbst beeinflusst“.

„Das Steuern, die **Steuerung**, ist ein Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen auf Grund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen.

Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsweg oder ein geschlossener Wirkungsweg, bei dem die durch die Eingangsgrößen beeinflussten Ausgangsgrößen nicht fortlaufend und nicht wieder über dieselben Eingangsgrößen auf sich selbst wirken“.

Die jetzige Drossel-Regelung misst die Luft-Temperatur und nicht die Raum-Temperatur. Das ist keine anwendbare Regelgröße einer Strahlungsheizung.

„Die **Raumtemperatur** oder Innentemperatur, ist eine zusammenfassende Temperaturgröße aus der örtlichen Lufttemperatur und den Strahlungstemperaturen der einzelnen Umgebungsflächen“.

Systembedingt misst der Raumthermostat der geforderten raumweisen Regelung nur die Luft-Temperatur des Raumes. Das ist nur für Heizkörperheizung richtig.

Der Raumfühler kann aber nur die Raumluft-Temperatur (20%) messen, das ist für Fußbodenheizung als Strahlungs-Heizung (80%) falsch.

Der wesentliche Anteil der Wärmeabgabe, die Strahlungswärme, kann nicht gemessen werden. Da es sich um eine Strahlungsheizung handelt, ist die über Strahlung abgegebene Wärme die Regelgröße. Die Lufttemperatur ist sekundär.

F.) GRÜNDE DER ÜBERVERSORGUNG:

Alle bei der Berechnung, Auslegung, Montage und Einregulierung der Heizungsanlage angenommenen Werte und durchgeführten Arbeiten führen zwangsläufig zu extremen Fehlfunktionen, die aber bei einer Strahlungsheizung hauptsächlich die Überversorgung, den „Eigenwärmeeintrag“, beeinflussen.

Die folgend aufgeführten Fehler, die alle durch menschliche Unzulänglichkeiten entstehen. Der Mensch muss hier durch „künstliche Intelligenz“ ersetzt werden:

Folgende prozentuale Abweichungen der rechnerischen Wärmeabgabe an den Raum sind den Auslegungstabellen für Fußbodenheizung entnommen.

Annahmen:

Auslegungs-Außentemperatur, 20°C Raumtemperatur, Bodenbelag Parket 0,10 m²K/W, Vorlauftemperatur 42°C, Spreizung 10K.

1.) Abweichende Verlegeabstände:

+ 12 % im Neubau – RA 20 -> RA 10 cm

+ 31 % im Bestand – RA 30 -> RA 10 cm

2.) Abweichende Bodenbeläge:

+ 22 % bei Fliesen (0,05 m²K/W).

0 % bei Parkett (0,10 m²K/W).

- 16 % bei Teppich (0,15 m²K/W).

3.) Fehlender hydraulischer Abgleich:

+ 18 % bei zu viel Heizwasser – 5K Spreizung.

0 % bei errechneter Heizwassermenge – 10K Spreizung.

- 21 % bei zu wenig Heizwasser - 15K Spreizung.

4.) Fehlende / falsche Einstellung der witterungsgeführten Regelung.

Vorlauf-Temperatur (Auslegungstemperatur der Fußbodenheizung) muss exakt eingestellt werden.

+ 98 % (!) bei 58°C - unregelmäßigem Wohnstation für dezentrale WWB

+ 49 % bei 50°C - Vorlauf

+ 18 % bei 45°C - Vorlauf

0 % bei 42°C - Auslegungs-Temperatur (Beispiel oben).

- 19 % bei 39°C - Vorlauf

5.) Fehler in der DIN EN 12831 – Heizlastberechnung.

Die Heizlastberechnung nach DIN mit Wohnungstrennwänden ist für die träge Fußbodenheizung nicht geeignet.

0 % Rechenbeispiel Heizlast ohne Wohnungstrennwände (nicht DIN).

+ 72 % Rechenbeispiel Wohnzimmer mit Wohnungs-Trennwänden (DIN).

(Rechenbeispiel Siehe Fachbeitrag im Anhang).

Diese Heizlastberechnung ist DIN-konform und richtig gerechnet. Die DIN-Norm ist aber hier für Fußbodenheizung nicht geeignet. Durch die danach gerechnete Fußbodenheizung ergibt sich – für alle Räume – ein totales Chaos. Allein dieser Raum trägt dazu bei, dass alle restlichen Räume im Gebäude falsch ausgelegt, einreguliert und gewaltig überdimensioniert sind.

Bei wärmeren Außentemperaturen während der Heizperiode können noch größere prozentuale Abweichungen entstehen.

Es handelt sich bei allen Punkten um „menschliche Unzulänglichkeiten“, dass durch künstliche Intelligenz ersetzt werden muss.

G.) ENERGIE - EINSPARPOTENTIALE:

Es gibt noch keine Untersuchungen zu dem Energieeinspar-Potential der neuen Beimisch-Regelung als Bedarfsheizung die die für Fußbodenheizung nicht geeignete Drossel-Regelung als Angebotsheizung ersetzen soll. Aus Simulationsstudien und Untersuchungen namhafter Institute kann man anhand der Eigenschaften dieser Regelungsart Werte zur Energieeinsparung – trotz jeweils unterschiedlicher Randbedingungen – vorsichtig ableiten.

- 1.) **15 %** - spart man durch „automatischen“ hydraulischen Abgleich („Optimus“ – Projekt).
- 2.) **12,8 %** - Keine Überversorgung mit Heizwärme (bedarfsorientiert/adaptiv – Energiemanagement-System- Mitteilung 523 Fraunhofer-Institut IBP).
- 3.) **24 %** - Abgesenkter Betrieb auch tagsüber, dezentral mit Schnellaufheizen und Abwesenheitskennung (Mitteilung 527 Fraunhofer IBP/ VDI-Fachbereich TGA/Honeywell).

- 4.) **5%** - Einsparung durch Stetigregelung.
- 5.) **21 %** - System mit dezentralen Heizungsumwälzpumpen (Mitteilung 508 IBP-Fraunhofer).
- 6.) **5 %** - Dezentrale Verteilung Wohnungsflur/ keine Unkontrollierte Wärmeabgabe.
- 7.) **10 %** - Laufende Verbrauchsinformation / Submetering (Studie Ista / Dena).
- 8.) **10-20%** - Vermeidung des „Rebound-Effektes“ durch intelligente Regelung (Metrona-Sudie / OpEEr-Studie Hochschule für Technik Rapperswil CH).

Die hier genannten einzelnen energiesparenden Eigenschaften können bei verschiedenen Gebäudearten und Anlagentypen in unterschiedlichen Kombinationen auftreten.

Die folgenden Berechnungen basieren auf einer vorsichtigen **Annahme von 30 % Einsparung**. Für belastbare Aussagen müssen wissenschaftlich fundierte Untersuchungen durchgeführt werden.

Das ist in der Zwischenzeit passiert. Es liegen seit Februar 2023 gesicherte Werte durch die Validierung der Beimisch-Regelung durch SPRIND - Bundesagentur für Sprunginnovationen vor [*]

H.) ENERGIEEINSPARUNG UND CO²-REDUKTION IN DEUTSCHLAND + EUROPA:

Alle für Deutschland errechneten Angaben sind für Europa hochgerechnet. Der Faktor entspricht dem Verhältnis der 2018 gebauten Wohnungen in Europa (Euroconstruct). Auch die Bestandssanierung ist im gleichen Verhältnis angenommen.

- Belgien 43.400 WOE = 4,08 %
- **Deutschland 275.000 WOE = 25,85 %** (x 0,85 = 233.750 mit Fußbodenheizung)
- Frankreich 459.900 WOE = 43,23 %
- Großbritannien 186.000 WOE = 17,48 %
- Österreich 50.500 WOE = 4,74 %

- Schweiz 48.900 WOE = 4,59 %

Total 100 % , Deutschland 25,85 % , Rest Europa 74,15 % (Faktor 2,86 für EU).

EINSPARPOTENTIAL DURCH DIE NEUE BEIMISCH-REGELUNG PRO JAHR:

- **275.000 Wohnungen (WOE) Neubau Deutschland (2018):**

(85 % mit Fußbodenheizung: $275.000 \times 0,85 = 233.750$ WOE)

NEUBAU Deutschland pro Jahr: 656.622.450 kWh/a gespart.

Das entspricht etwa 57.598 Tonnen Heizöl/a
oder 183.854 Tonnen CO²/a

kWh/a Neubau:

$233.750 \text{ WOE} \times 91,8 \text{ m}^2/\text{WOE} = 21.458.250 \text{ m}^2 \text{ Wohnfläche}$

$21.458.250 \text{ m}^2 \times 102 \text{ kWh/a} = 2.188.741.500 \text{ kWh/a}$

$2.188.741.500 \text{ kWh/a} \times 0,30 \% = 656.622.450 \text{ kWh/a} = \text{gespart kWh/a.}$

Heizöl Neubau:

$656.622.450 \text{ kWh/a} : 11,4 \text{ kWh/kg Öl} = 57.598.460 \text{ kg Öl/a}$

$= 57.598 \text{ Tonnen Öl/a} = \text{gespart Heizöl.}$

CO² Neubau:

$656.622.450 \text{ kWh/a} \times 0,28 \text{ kgCO}_2/\text{kWh} = 183.854.286 \text{ kgCO}_2/\text{a} = \text{gespart CO}_2.$

- **200.000 Wohnungen (WOE) Bestand Deutschland:(100% mit Fußbodenheizung).**

BESTAND Deutschland pro Jahr: 892.296.000 kWh/a gespart.

Das entspricht etwa 78.278 Tonnen Heizöl/a
oder 249.842 Tonnen CO²/a

kWh/a Bestand:

$200.000 \text{ WOE} \times 91,8 \text{ m}^2/\text{WOE} = 18.360.000 \text{ m}^2 \text{ Wohnfläche}$

$18.360.000 \text{ m}^2 \times 162 \text{ kWh/m}^2\text{a} = 2.974.320.000 \text{ kWh/a}$

$2.974.320.000 \text{ kWh/a} \times 0,30 \% = 892.296.000 \text{ kWh/a} = \text{gespart kWh/a.}$

Heizöl Bestand:

$892.296.000 \text{ kWh/a} : 11,4 \text{ kWh/kg Öl} = 78.271.578 \text{ kg Öl/a}$

= 78.271 Tonnen Öl/a = gespart Heizöl.

CO² Bestand:

892.296.000 kWh/a x 0,28 kg CO²/kWh = 249.842.880 kg CO²/a = gespart CO²

I.) NACHHALTIGKEIT UND WOHNUNGSWIRTSCHAFT:

Was ist Nachhaltigkeit:

Ein nachhaltiges Gebäude zeichnet sich durch hohe ökologische, ökonomische und sozio-kulturelle Qualitäten über den gesamten Lebenszyklus (50 Jahre) des Gebäudes aus.

Die **ökologische Qualität** beinhaltet Ressourcenschonung, Umweltschutz und Reduzierung des Gesamt-Energiebedarfs des Gebäudes.

Die **ökonomische Qualität**. Die Wirtschaftlichkeit des Gebäudes wird in allen Phasen des Lebenszyklus ökonomisch bewertet. Es sind nicht nur die Anschaffungs- und Baukosten, sondern hauptsächlich die Betriebskosten über 50 Jahre Lebenszyklus.

Nachhaltige Gebäude sind wirtschaftlich effizient, umweltfreundlich und sparen Ressourcen. Damit behalten nachhaltige Gebäude langfristig ihren hohen Wert für Investoren, Eigentümer und Nutzer.

J.) KOSTENEINSPARUNG FÜR NUTZER PRO WOHNUNG UND JAHR:

Heizkosten NEUBAU	217.- Euro/Wohnung und Jahr	gespart.
CO²-Abgabe (2021)	22.- Euro/Wohnung und Jahr	gespart.
CO²-Abgabe (2025)	50.- Euro/Wohnung und Jahr	gespart.

- **Heizkosten NEUBAU / Jahr:**

67.762.894 ltr Öl/a : 233.750 WOE = 290 ltr Öl/ WOE a gespart.

290 ltr Öl/WOE a x 0,75 Euro/ltr = **217 Euro/WOE a = gespart Neubau.**

- **CO²-Abgabe NEUBAU / Jahr:**

290 ltr Öl/WOE a x 7,8 Cent/ltr = **22 Euro /WOE a = CO² gespart (2021).**

290 ltr Öl/WOE a x 17,3 Cent/ltr = **50 Euro /WOE a = CO² gespart (2025).**

- **Heizkosten BESTAND / Jahr:**

92.084.210 ltr Öl/a : 200.000 WOE = 460 ltr Öl/WOE a gespart.

460 ltr Öl/WOE a x 0,75 Euro/ltr = 345 Euro /WOE a = Öl gespart.

- **CO²-Abgabe BESTAND / Jahr:**

460 ltr Öl/WOE a x 7,8 Cent/ltr = 27 Euro / WOE a = CO² gespart (2021).

460 ltr Öl/ WOE a x 17,30 Cent/ltr = 79 Euro / WOE a = CO² gespart (2025).

- **Heizkostenabrechnung, Einsparung bei möglichem Wegfall prüfen.**

K.) ARBEITSPLÄTZE FÜR DEUTSCHLAND:

Durch diese patentrechtlich geschützte Erfindung wird der Export von Anlagen / Systemen zum Klimaschutz aus Deutschland nach Europa möglich.

L.) VORTEILE DURCH DAS NEUE REGELSYSTEM:

Es geht bei der Entscheidung zur Einführung des neuen Regel-Systems nicht um „kann“ oder „soll“, sondern um „muss“, weil es zu diesen Argumenten eigentlich keine Alternative gibt.

Ein 40 Jahre altes System, das weder den Forderungen der EnEV entspricht, 30 % Energie vergeudet und in keinem Punkt den Forderungen an eine „intelligente Regelung“ (D.) erfüllt, ist nicht tragbar.

Außerdem steht ein gewaltiger Beitrag zum Klimaschutz im Vordergrund, die Reduzierung von CO² im Gebäudebereich in der Anlagentechnik.

Eventuelle Mehrkosten liegen beim Neubau unter € 1.000.-, im Bestand bei etwa € 1.500.-.

Bei der Montage / Austausch müssen keine Fachkräfte gebunden werden.

Gegenrechnung:

Bei Neubauten mit dezentraler Warmwasserbereitung über Frischwasserstationen, entfällt der geregelte Fußbodenheizkreis mit Armaturen für die Fußbodenheizung. Diese wird an dem unregelmäßigen Heizkreis für die Frischwasserstationen angeschlossen.

Zusätzlich verkleinert sich der Installationsschacht in jeder Wohnung um ca. 0,16 m². Bei € 5.000.-pro m² Wohnfläche ist das eine zusätzliche Einsparung von € 800.- pro Wohnung.

Zusätzlich wird diese Energiesparende Maßnahme bezuschusst.

ALLE BETEILIGTEN HABEN NUR VORTEILE:

MIETER: Spart Heizkosten und CO²-Abgabe.

INVESTOR: Steigert den Wert der Immobilie durch hohe Nachhaltigkeit und bessere Vermietbarkeit.

HERSTELLER: Erhöhen durch den Bau der neuen Regelung den Umsatz. Gleichzeitig werden neue Arbeitsplätze geschaffen (Export von Klimaschutz).

HEIZUNGSBAUER: Macht mehr Umsatz, hat keine Probleme mehr mit Berechnungen und Einregulier-Arbeiten.

PLANER: Hat weniger Arbeit mit Berechnungen und Planungsdetails. Er hat keine Probleme mit Einstell-Fehlern der Heizungsbauer.

BAUTRÄGER: Bekommt eine geringfügig teurere Heizungsanlage. Die Mehrkosten gibt er an den Käufer weiter. Er hat keine Probleme mehr mit Reklamationen nicht funktionierender Heizungen.

Alle möglichen Mehrkosten werden durch staatliche Subventionen zum Klimaschutz reduziert oder aufgehoben.

M.) STÜCKZAHLEN, BEDARF, UMSATZZAHLEN, KOSTEN:

- **233.750 NEUBAU - Wohnungen (WOE) Deutschland (2018):**

233.750 WOE/Jahr x 6 Heizkreise = **1.402.500 Heizkreise/Jahr**

- **200.000 BESTANDS – Wohnungen (WOE) Deutschland / Jahr:**

200.000 WOE/Jahr x 6 Heizkreise = **1.200.000 Heizkreise/Jahr**

- **MÖGLICHE UMSATZZAHLEN HERSTELLER:**

Annahme:

Bei € 165.- Kosten pro Heizkreis für Armaturen, Ventile, Minipumpe und anteilige Steuerungselektronik.

165 Euro x 6 Heizkreise pro Wohnung = **Euro 990.-/Wohnung.**

- **NEUBAU Deutschland / Jahr:**

233.750 Wohnungen / Jahr x Euro 990.- = **231,41 Millionen Euro / Jahr.**

- **BESTAND Deutschland / Jahr:**

200.000 Wohnungen / Jahr x Euro 990.- = **198,00 Millionen Euro / Jahr.**

N.) STAATLICHE SUBVENTIONEN IN ZUKUNFT GESPART:

Zuschüsse für energiesparende Maßnahmen (Symptombekämpfung) die auf die ungeeignete Drossel-Regelung der Fußbodenheizung zurückzuführen sind.

O.) VERGLEICH ENERGIE-EINSPARUNG vs. REGENERATIVE ENERGIE-FORMEN:

Energieeinsparung ist die Königsdisziplin in der Effizienzsteigerung.

Speziell in der Gebäudetechnik, in der Anlagentechnik, vermutet man keine größeren Einsparpotenziale.

Bei der Fußbodenheizung hat man sich mit der schlechten Regelbarkeit und der Trägheit abgefunden. Aber es wurde immer ausreichend warm.

Spätestens das ist ein Symptom für starke, energievergeudende Überversorgung.

Ich selber habe in Fachbeiträgen immer wieder geschrieben, dass die eingesetzte Drossel-Regelung für Fußbodenheizung nicht geeignet ist.

Erst eine jahrelange Analyse des Problems führte zur Lösung: Eine leistungsorientierte Bedarfs-Heizung mit raumweiser Beimisch-Regelung.

Ein Vergleich zeigt, wieviel Windkraftanlagen gebaut werden müssen, um die Leistung zu erbringen, die durch die neue Regelung jährlich eingespart wird.

- **Neue Fußbodenheizung-Regelung spart WINDKRAFTANLAGEN:**

(3 MW – Windkraftanlage in Baden-Württemberg -1.155 Volllaststunden / Jahr das sind 13% lt. DEWI Wilhelmshafen).

Die Energieeinsparung durch die Beimisch-Regelung ersetzt:

Im NEUBAU Deutschland 192 Stück 3MW-Windkraftanlagen [*].

Im BESTAND Deutschland 261 Stück 3MW-Windkraftanlagen.

Total Deutschland: 453 Stück / 3 = 151

Die eingesparte Heizenergie kann nicht direkt mit der über Windkraft erzeugten Energie verglichen werden.

Wird diese Energiemenge der über WKA erzeugte Strom über Wärmepumpen mit einer Arbeitszahl von 3 [*] der Gebäudeheizung zugeführt, entspricht das 151 Stück, die jährlich mit der neuen Beimisch-Regelung eingespart werden könnten.

Für die durch das neue Regelsystem der Fußbodenheizung eingesparte Energiemenge pro Jahr in Deutschland kann man bei Einsatz von Wärmepumpen auf **151 Stück 3MW- Windkraftanlagen** verzichten.

Der Unterschied ist, dass die durch das neue Regelsystem gesparte Energie nichts kostet. Windkraftanlagen benötigen für die Herstellung, Montage und Wartung Energie. Die Lebensdauer ist begrenzt. Die Herstellungskosten pro 3MW-Windkraftanlage liegen bei etwa 4 Millionen Euro pro Stück.

Neubau Deutschland:

365 Tage x 24 h/d = 8760 h/a x 3.000 kW = 26.280.000 kWh/a (100 %)

Tatsächliche Auslastung 13% = 1155 h/a

26.280.000 kWh/a x 13% = **3.416.400 kWh/a pro Windkraftanlage.**

Einsparung NEUBAU Deutschland pro Jahr:

656.622.450 kWh/a : 3.416.400 kWh/a Wind = **192 Stück Windkraftanlagen.**

BESTAND Deutschland pro Jahr:

892.296.0 h/a : 3.416.400 kWh/a Wind = **261 Stück Windkraftanlagen.**

- Neue Fußbodenheizungs-Regelung spart PHOTOVOLTAIKANLAGEN:

(1 kWp = 1000 kWh/a = 6 m² Modulfläche = **167 kWh/a m² Modul**).

Die Energieeinsparung durch die Beimisch-Regelung ersetzt:

Im NEUBAU Deutschland: 3.931.870 m² Modul-Fläche /3 [*]
Im BESTAND Deutschland: 5.343.089 m² Modul-Fläche/3.
Total Deutschland: 9.274.495 m² Modul-Fläche /3= 3.091.498 m²

Die eingesparte Heizenergie kann nicht direkt mit der über Photovoltaikanlagen erzeugten Energie verglichen werden. Wird diese Energiemenge als über PVA erzeugte Strom über Wärmepumpen mit einer Arbeitszahl von 3 [*] der Gebäudeheizung zugeführt, entspricht das **3.091.498 m² Modul-Fläche**, die jährlich mit der neuen Beimisch-Regelung eingespart werden könnten.

Einsparung NEUBAU Deutschland:
656.622.450 kWh/a : 167 kWh/a m² = **3.931.870 m² Modul-Fläche /3 [*].**

Einsparung BESTAND Deutschland:
892.296.000 kWh/a : 167 kWh/a m² = **5.343.089 m² Modul-Fläche/3.**
Total Deutschland: 3.931.870 + 5.343.089 = **9.274.495 m² Modul-Fläche/3.**

P.) QUALITATIVE UND QUANTITATIVE UNTERSUCHUNG DIESER AUSSAGEN IST VORAUSSETZUNG:

Alle o.a. Angaben müssten von zwei unabhängigen Instituten und Hochschulen qualitativ und quantitativ mit den entsprechenden Verfahren und Simulationen untersucht werden. Nur damit kann der Wert und die Wertigkeit dieser Erfindung dargestellt werden.

Dadurch können innovative Technologien der Praxis zugeführt werden.

[*] Das ist in der Zwischenzeit passiert. Es liegen seit Februar 2023 gesicherte Werte durch die Validierung der Beimisch-Regelung durch SPRIND - Bundesagentur für Sprunginnovationen vor und unter folgendem Link abrufbar:

<https://www.sprind.org/de/artikel/beimisch-regelung-fussbodenheizung/>

Deutschland sind über Jahrzehnte bis heute nur Strategien und Ziele zum Erreichen des Klimaschutzes entwickelt worden.

Jetzt gibt es eine Lösung mit dieser Innovation einen konkreten Beitrag zum Klimaschutz - durch Energieeinsparung im Gebäudebereich - zu leisten.

Q.) FACHBEITRÄGE ZU DIESEM THEMA:

[*] Seit Februar 2023 ist die Validierung der patentierten Beimisch-Regelung durch SPRIND - Bundesagentur für Sprunginnovationen veröffentlicht und unter folgendem Link abrufbar:

<https://www.sprind.org/de/artikel/beimisch-regelung-fussbodenheizung/>

Zu diesem Thema sind im **heizungsjournal** – Fachmagazin für technologieoffene Energiesysteme und Erneuerbare Energien, folgende Beiträge erschienen:

- Fußbodenheizungen bedarfsorientiert regeln – Teil 1: Mit der Norm am Bedarf vorbei (Ausgabe 12/2017), <https://tga.li/HDu>
- Fußbodenheizungen bedarfsorientiert regeln – Teil 2: Beimischen statt (er)drosseln (Ausgabe 1-2/2018), <https://tga.li/3aO>
- Zeit zu handeln- Performance von Fußbodenheizungen verbessern (Ausgabe 3/2019), <https://tga.li/nLm>
- Der Markt ist reif für Veränderung – Bedarfsheizung, Teil 1: Analyse des Regel- und Wirkkreises „Fußbodenheizung“ (Ausgabe 7-8/2020), <https://tga.li/kfm>
- (K)Eine Lösung für Kunden von heute – Bedarfsheizung, Teil2: Überversorgte Fußbodenheizungen als „Effizienzkiller“ (Ausgabe 9/2020), <https://tga.li/e2W>
- Weitere

Wird fortgeschrieben (Stand 22.06.2023)