

# Vertiefungsschulung

## Regelung und Wartung von Heizungs- und Lüftungsanlagen (Modul P1)

### Für Haushandwerker hessischer Liegenschaften

**Erstellt von:**

Klima und Energieeffizienzagentur (KEEA) in Kooperation mit Berufs- und Technikerschule Butzbach (BSB) und Oscar-von-Miller-Schule Kassel (OvM)

im Auftrag der HA Hessen Agentur GmbH

Fassung 0.8 vom 27.05.2016

**Guten Morgen!**

# Herzlich willkommen zur Vertiefungsschulung H

## Modul P1 Regelung und Wartung von Heizungs- und Lüftungsanlagen

1

Vertiefungsschulung H

### Agenda

#### Vormittag (9.00 - 12.15 Uhr)

- Vorstellungsrunde
- Einführung Projekt CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung
- Block 1: Heizungsanlagen und deren Betriebsweisen
- Block 2: Verteilungssysteme
- Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

#### Mittagspause (12.15 - 13.00 Uhr)

#### Nachmittag (13.00 - 16.30 Uhr)

- Block 5: Besichtigung von Anlagen
- Block 6: Grundlagen Klimatechnik
- Block 7: Aufbau und Funktion von RLT-Anlagen
- Zusammenfassung, Ausblick, Feedback

2

Vertiefungsschulung H

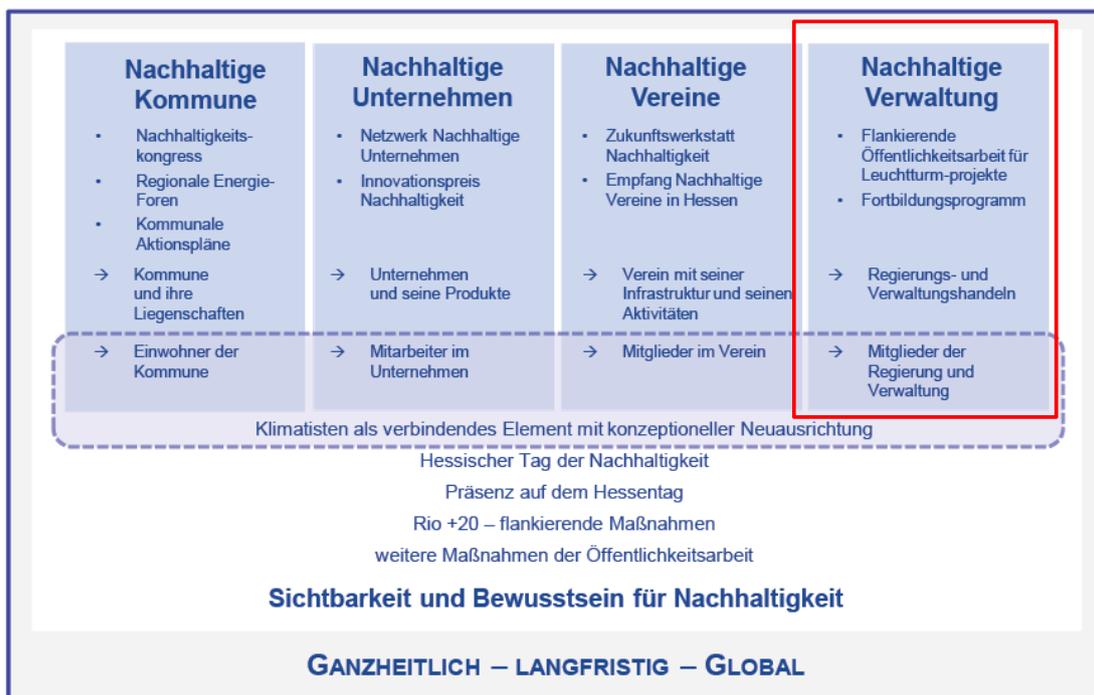
# Nachhaltigkeitsstrategie Hessen

## CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung



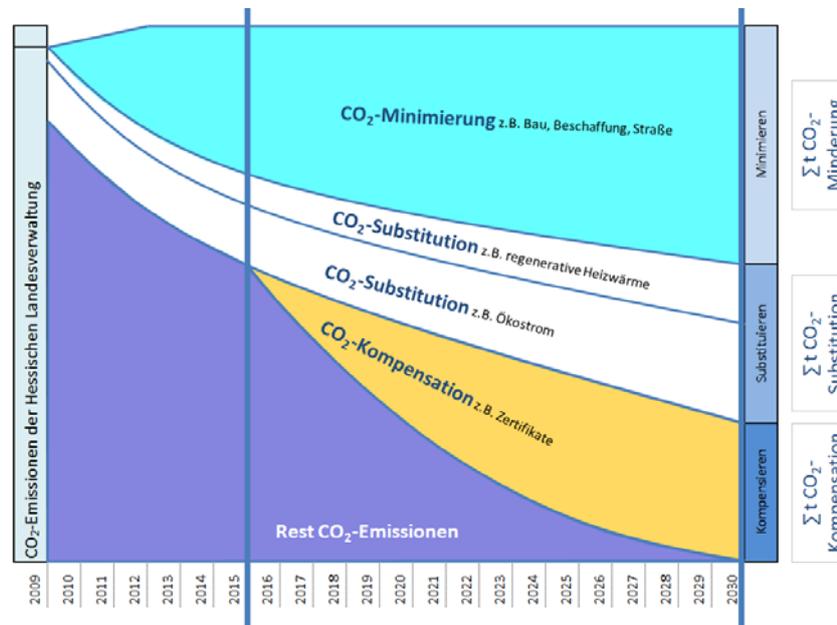
# Nachhaltigkeitsstrategie Hessen

## CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung



## Nachhaltigkeitsstrategie Hessen

minimieren – substituieren – kompensieren



5

## Nachhaltigkeitsstrategie Hessen

Doppelstrategie

**von oben:** z.B. CO<sub>2</sub>-Standards, Energiemanagement, Realisierung höherer Energieeffizienz



**von unten:** z.B. verstärkte Öffentlichkeitsarbeit, Energiesparwettbewerbe, Lernnetzwerk

6

## Runderlass EMA-Hessen

### Weitere Regelungen

#### 11. Energieausweise



- Erstellung** -> Competence-Center Energie Bereich Energiecontrolling -> Übergabe an HI bzw. hausverwaltenden Dienststelle
- Aushangpflicht** -> Eigentümer -> **Energiebeauftragte**

#### 12. Fortbildungen

- Angebot zu Fortbildungsveranstaltungen für:
- Energiesachbearbeiter
  - **Energiebeauftragte**
  - Anlagenbediener
  - sonstige einschlägig betroffene Bedienstete
- > Vgl. Anlage 4 des Runderlasses



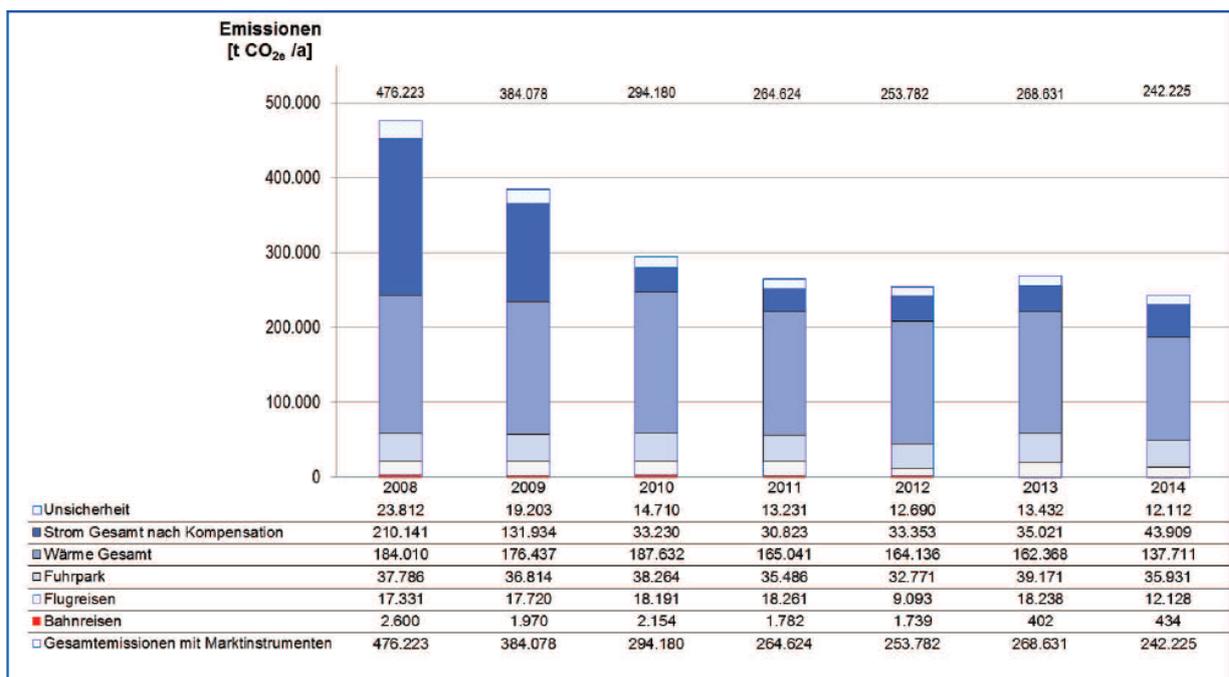
Für weitere Informationen finden Sie den Runderlass im Anhang der Schulungsunterlagen!



7

## Nachhaltigkeitsstrategie Hessen

### Entwicklung der CO<sub>2</sub>- Emissionen 2008 bis 2014



8

Fortbildung	Energiemanagement EcoStepEnergie	Energiespar-Coaching Baukasten
<p>Umsetzung des Runderlasses „Hinweise zum Energiemanagement in den Dienststellen des Landes“ (EMA - Hessen)</p> <p>Zentrale Schulung durch externe Referenten</p> <p><b>Zeitliche Umsetzung</b>   2015 -2017</p> <p><b>Zielgruppe</b>   Haushandwerker und Objektbetreuer des Hessischen Immobilienmanagements, der Justiz und der Hochschulen</p> <p><b>Inhalte / Schwerpunkte</b>   <u>Grundlagenschulung:</u> - Energieverbrauch, -nutzung und Energieeffizienz - Energiemanagement</p> <p><u>Vertiefungsmodule:</u> für Energiebeauftragte -E- - Energiecontrolling - Nutzerverhalten für Haushandwerker -H- - Haustechnik - Energieeffizienter Anlagenbetrieb (Praxisteil)</p>	<p>„Energiesparleitbilder für die Ressorts“ Anleitung zum schrittweisen Vorgehen bei der Minderung des Energieverbrauchs, orientiert an der DIN ISO 50 001</p> <p>Piloteinführung - begleitet durch externe Energieberater</p> <p><b>Zeitliche Umsetzung</b>   2015 - 2016 „KickOff“ 06.07.2015 Informationstermin für die Pilotdienststellen</p> <p><b>„Energieteam“ der Dienststelle</b>   - Vertreter der Zentralabteilung - Vertreter des ÖPR unterstützt durch - Haushandwerker und Objektbetreuer der Hausverwaltenden Dienststelle</p> <p><b>Durchführung</b>   Beratungstage vor Ort Workshoptage zentral</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>Informationsangebot für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Landesdienststellen</p> <p>Beratung der Gebäudenutzer auf freiwilliger Basis durch externe Experten vor Ort</p> <p><b>Zeitliche Umsetzung</b>   - nach Vereinbarung 2015 - eine Woche pro Dienststelle</p> <p><b>Beratungsangebot</b>   <u>Energiesparen am Arbeitsplatz:</u> - Energieeffiziente Einrichtung des persönlichen Arbeitsplatzes „Energiesparpass“ - Energieumgang durch die Dienststelle - Zentraler Informationsstand zu allgemeinen Themen rund um das Projekt CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung und Klimaschutz</p> <p><b>Vorteile für die Dienststelle</b>   - Sensibilisierung und Motivation der Mitarbeiter/innen für Energieeinsparung - Arbeitsplatz- sowie Gebäude-spezifische Energiespartipps</p>
>>> richtet sich an: Haushandwerker und Objektbetreuer der Hausverwaltenden Dienststellen	>>> richtet sich an: Dienststellen mit Vorbildfunktion	>>> richtet sich an: Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Hessischen Landesverwaltung

## Block 1: Kesselarten und deren Betriebsweisen

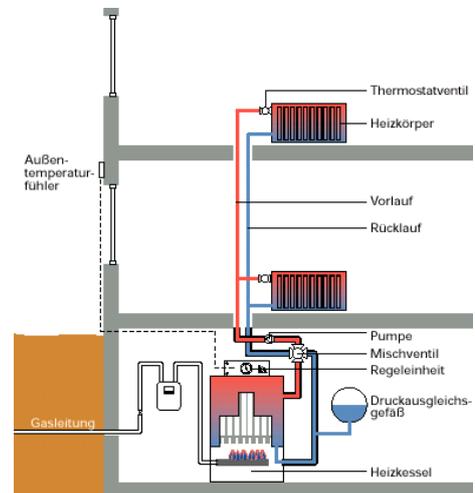
- Standard-Kessel
- Niedrig-Temperatur-Kessel (NTK)
- Brennwert-Kessel
- Festbrennstoff-Kessel

## Block 1: Kesselarten und deren Betriebsweisen

### Standard-Kessel

- Verbrennung von Öl oder Gas
- Thermische Energie mithilfe eines Wärmetauschers in den Heizkreis
- Betrieb bei konstanter Kesseltemperatur
- Folge: Hohe Abgas- und Wärmeabstrahlverluste

Konventionelles, veraltetes System  
=> sollte nur noch vereinzelt  
im Einsatz sein



Quelle: ZUB Kassel

11

## Block 1: Kesselarten und deren Betriebsweisen

### Niedrig-Temperatur-Kessel

- Verbrennung von Öl, Gas oder Festbrennstoffen
- Betriebstemperatur gleitend 20 °C bis 75 °C
- Wirkungsgrad Niedertemperaturkessel < Brennwertkessel  
(Ursache: Keine Nutzung der Abgaswärme, Ausnutzung Brennwert des Brennstoffs nur zu rund 85%)

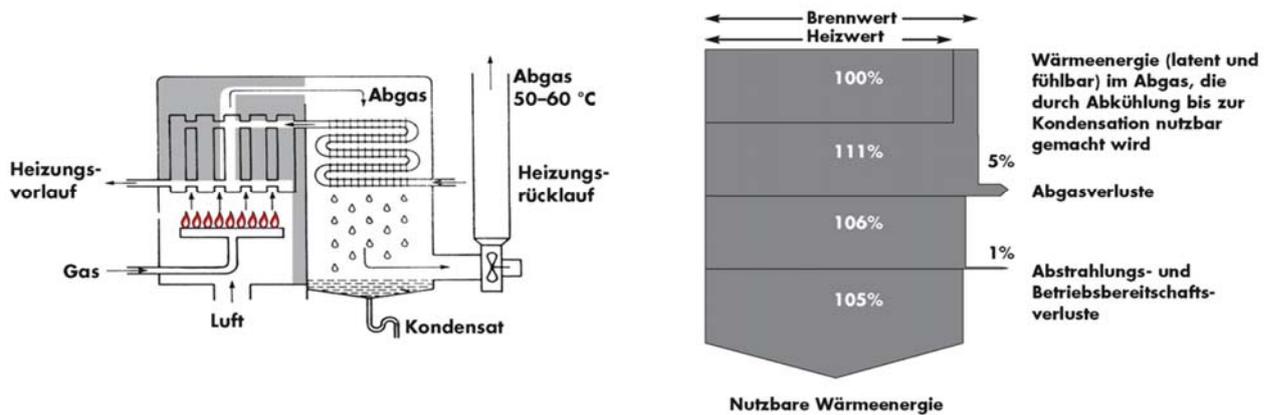
### Moderneres System, aber nicht mehr Stand der Technik

(Niedertemperaturheizgeräte mit schlechtem Wirkungsgrad dürfen seit Sep 15 nach EU-Ökodesign-Richtlinie nicht mehr produziert werden. Ausnahme: Heizkessel für Holz-Pellets)

12

# Block 1: Kesselarten und deren Betriebsweisen

## Brennwert-Kessel

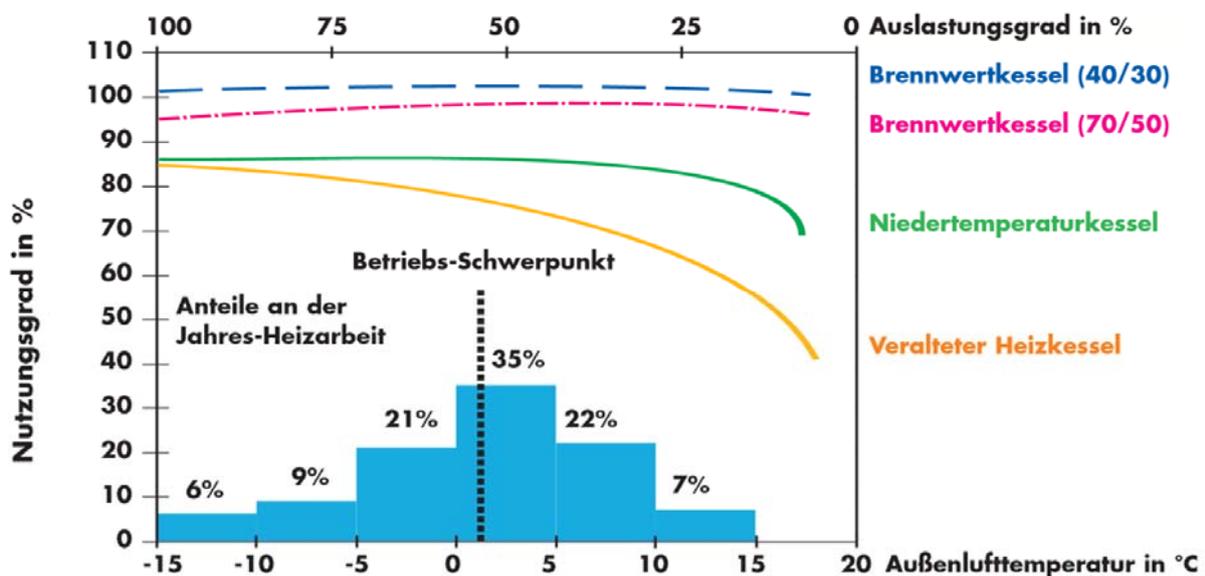


Urheber / Rechteinhaber: EnergieAgentur.NRW; Lizenz: CC BY-ND 3.0

- Betrieb mit möglichst niedriger Vorlauftemperatur und zusätzliche Nutzung der Kondensationswärme des Wasserdampfes im Abgas
- Öl-, Gas- und Pellets-Brennwert-Kessel
- Brennwert-Effekt beim Gas am größten

# Block 1: Kesselarten und deren Betriebsweisen

## Effizienz von Heizkesseln bei unterschiedlicher Auslastung



Urheber / Rechteinhaber: EnergieAgentur.NRW; Lizenz: CC BY-SA 3.0

## Block 1: Kesselarten und deren Betriebsweisen

### Festbrennstoff-Kessel

- Verbrennung von Koks, Stein- und Braunkohle, Briketts, Holz, Hackschnitzel, Stroh und Ähnliches
- Seltene Verwendung aufgrund hohem Wartungsaufwandes und geringerem Bedienkomfort
- Ausnahme: Moderne Holzheiz-, Holzvergaser- und Holz hackschnitzelkessel durch Leistungsregelung
- Kombination mit Pufferspeicher
- Weitere Formen: Pelletskessel und offene Kamine



15

## Block 2: Verteilungssysteme

- Heizungspumpen
- Netzsysteme
- Hydraulischer Abgleich



16

## Block 2: Verteilungssysteme

### Heizungspumpen

**Einstufig** = Bei signalisiertem Wärmebedarf Betrieb mit konstanter Leistung (meist drei Stufen wählbar)

**Mehrstufig** = Verbesserte Anwendung durch autom. Leistungsanpassung mit mindestens drei- oder mehrstufiger Drehzahländerung

**Stufenlos** = Präzise Differenzdruckregelung durch stufenlose Drehzahländerung

## Austausch durch Hocheffizienzpumpe mindert Stromverbrauch

17

## Block 2: Verteilungssysteme

### Heizungspumpen

		Energieverbrauch [kWh/a]			Kosten [€/a]
	<b>Pumpe (alt)</b>	<b>400-600</b>			<b>150-180</b>
	Elektroherd	450			135
	Kühlschrank	330			100
	Waschmaschine	200			60
	Fernseher	200			60
	<b>Pumpe (neu)</b>	<b>50-100</b>			<b>15-30</b>

Urheber / Rechteinhaber: EnergieAgentur.NRW; Lizenz: CC BY-SA 3.0

18

Luft- und **wassergeführte** Verteilsysteme

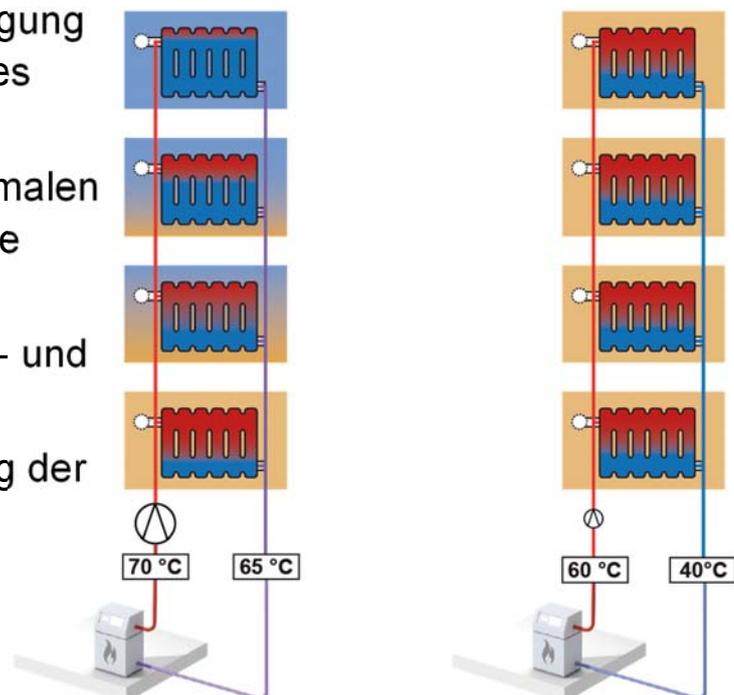


- Ein- oder **Zweirohrsysteme** führen zu den Heizkörpern
- Obere, untere und horizontale Hauptverteilung  
(zentral angeordnete Steigstränge bzw. Vor- und Rücklaufleitung)
- Vertikale Leitungsführung bei Fußbodenheizung
- Unter- und Aufteilung einzelner Heizkreise in Geschossen
- Kein Steigstrang bei Etagenheizung



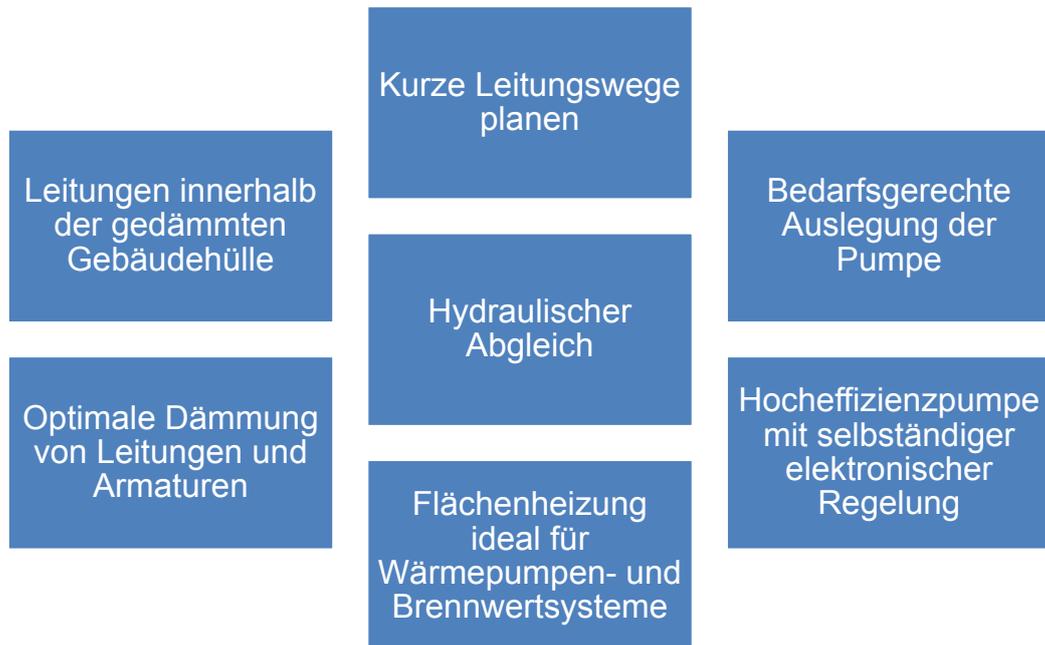
Optimale Wärmeversorgung des gesamten Gebäudes durch:

- Einstellung der optimalen Heizwassermenge je Heizkörper
- Anpassung von Vor- und Rücklauftemperatur
- Leistungsanpassung der Pumpe



## Block 2: Verteilungssysteme

### Handlungsempfehlungen



## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

- **Betriebsführung**
  - Einstellung bzw. Programmierung von Heizzeiten
- **Regelkreise**
  - Vorlauftemperaturregelung (Heizkurve, Außentemperaturregelung)
  - Raumtemperaturregelung (Thermostatventil)

## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

### Daten aus der Heizungsregelung

#### Brennerlaufzeit



5.689 h / 2.392 Tage  
= 2,37 h/d

Vollbenutzungsstunden = 868 h/a

#### Brennerstarts



123.750 Starts / 2.392 Tage  
= 51,7 Brennerstarts/Tag

Heizlast nach DIN EN 12831 = 17,2 kW 100%  
Kesselleistung (70/55 ° C) = 32,0 kW 186%

Urheber / Rechteinhaber:  
BIENERGY GmbH; Lizenz: CC BY 3.0

23

## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

### Vorlauftemperaturregelung

4-Wege-Mischventil mit Handsteuerung (Heizkessel mit hohen Kesseltemperaturen)



Urheber / Rechteinhaber: Mario Lichy; Lizenz: CC BY 3.0

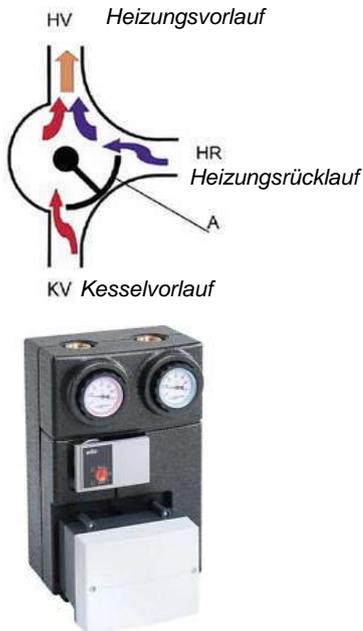
- Für Kessel mit notwendiger Sockeltemperatur (Rückclaufanhebung möglich)
- Bei alten Kessel oft noch manueller Betrieb
- Ermöglicht spezielle Schutzschaltungen für Kessel
- Nicht für Brennwertkessel geeignet

24

## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

### Vorlauftemperaturregelung

Aktuell: 3-Wege-Mischventil mit automatischer Steuerung



- Kontinuierliches Anpassen der Vorlauftemperatur an die Außentemperatur mit witterungsgeführter Regelung
- Heizungsrücklauf geht direkt in den Rücklauf des Kessels
- Es wird nur Heizungsrücklauf und Kesselvorlauf zur gewünschten Vorlauftemperatur gemischt

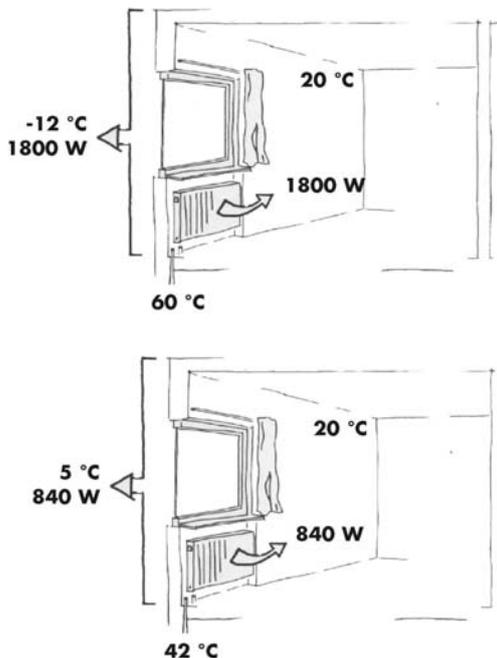
Quelle: Viessmann Werke GmbH & Co. KG

25

## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

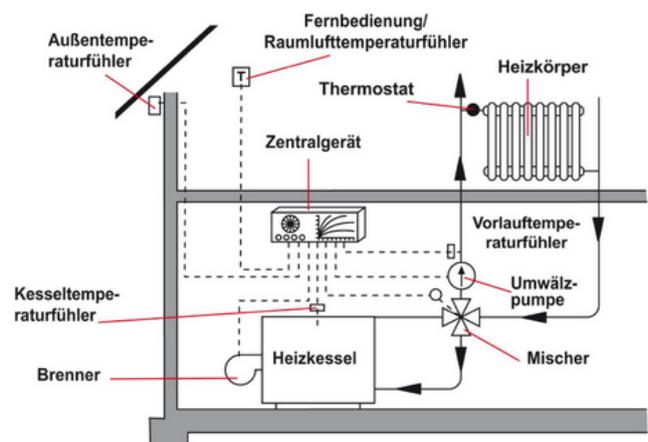
### Witterungsgeführte Regelung

Aufgabe



Urheber / Rechteinhaber: Mario Lichy; Lizenz: CC BY 3.0

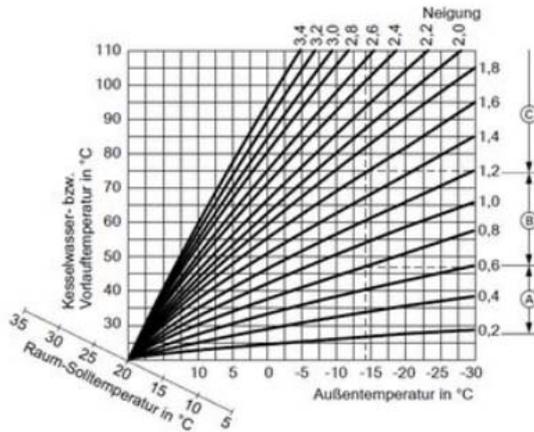
Regelsystem Heizung



Urheber / Rechteinhaber: Mario Lichy; Lizenz: CC BY 3.0

26

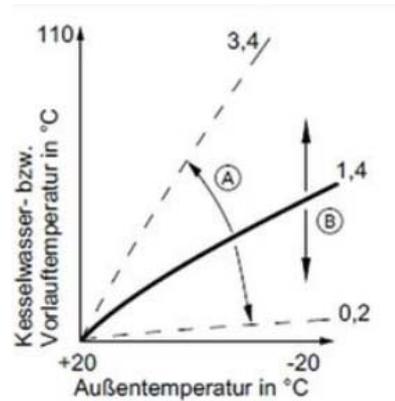
### Heizkurve



**Beispiel:**  
 Für Außentemperatur  $-14^{\circ}\text{C}$ :  
 (A) Fußbodenheizung, Neigung 0,2 bis 0,8  
 (B) Niedertemperaturheizung, Neigung 0,8 bis 1,6  
 (C) Heizungsanlage mit Kesselwassertemperatur über  $75^{\circ}\text{C}$ , Neigung 1,6 bis 2,0

Quelle: Viessmann Werke GmbH & Co. KG

### Anpassung an das Gebäude und das Heizsystem



(A) Neigung ändern  
 (B) Niveau ändern (vertikale Parallelverschiebung der Heizkennlinie)

27

- Temperaturfühler für alle am Heizkreis angeschlossenen Räume oder Regelung auf einen Referenzraum
- Individuelle Raumbeheizung erfordert komplexe, kostenintensive Installationstechnik
- Unterschiedliche Anforderungen in Ein-, Mehrfamilienhaus und Bürogebäude
- Regelkreis: Anzupassende Regelgröße an Führungsgröße
- Messung der aktuellen Raum- oder Außentemperatur
- Weiterleitung an Stellglied

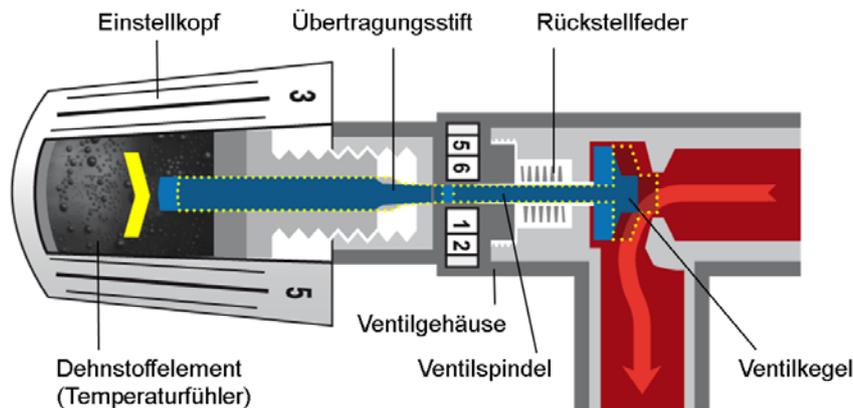


28

## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

### Thermostatventil

- Ziel: Anpassung an individuelle Bedürfnisse
- Heizkörperversorgung mit derselben Vorlauftemperatur
- Ventil beeinflusst Heizungswasserdurchsatz



Urheber / Rechteinhaber: EnergieAgentur.NRW; Lizenz: CC BY-SA 3.0

29

## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

### Optimierung von Technik

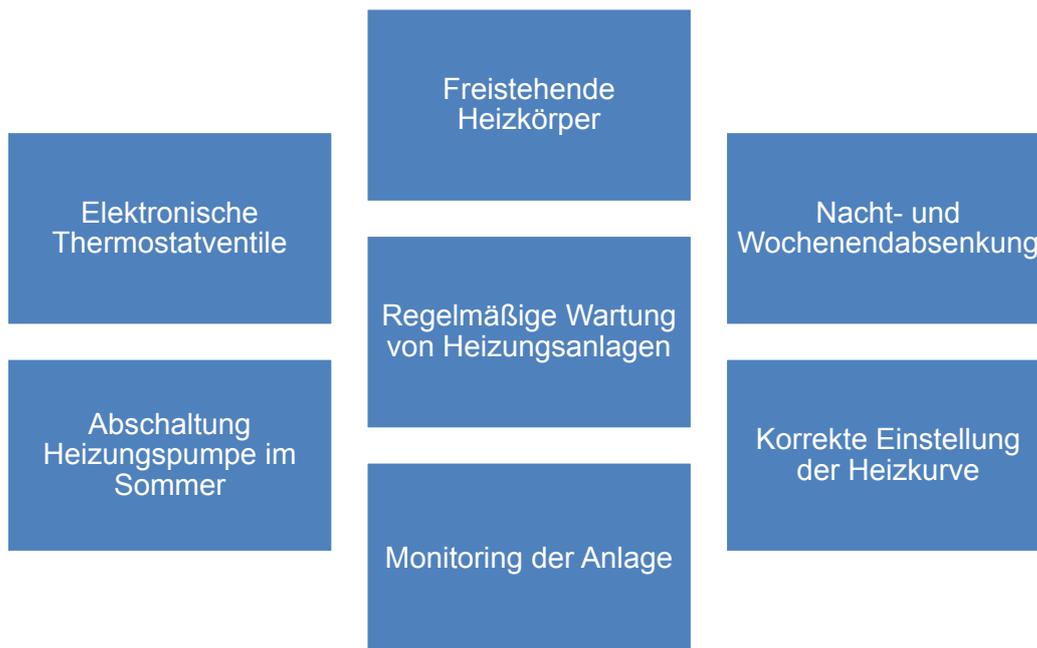
### Probleme und deren Behebung:

- HK wird nicht warm
  - > Luft in den Heizkörpern
  - > Differenzdruck zu hoch
- HK nur unten warm
  - > VL-RL vertauscht
- HK nur ganz oben warm
  - > HK zu klein
- Strömungsgeräusche
  - >  $\Delta p$  oder  $v$  zu hoch
  - > Pumpe zu hohe Leistung
  - > Fremdkörper im Ventil
- Einrohrheizsystem (schwierige Regulierung, teurer Betrieb)
  - ▶ Hydraulischer Abgleich, Rohrdämmung, Umwälzpumpe

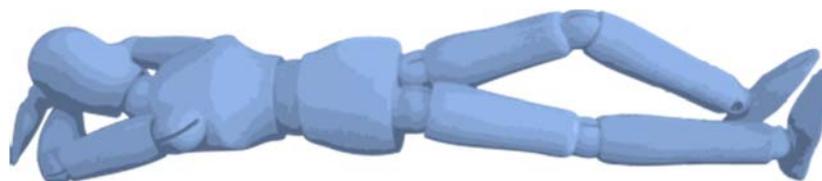
30

## Block 3: Steuerung, Regelung und Betriebsführung

### Handlungsempfehlungen



## Mittagspause



## Block 5: Besichtigung von Anlagen



Quelle: OvM Kassel



Quelle: BS Butzbach (BSB)



Quelle: OvM Kassel

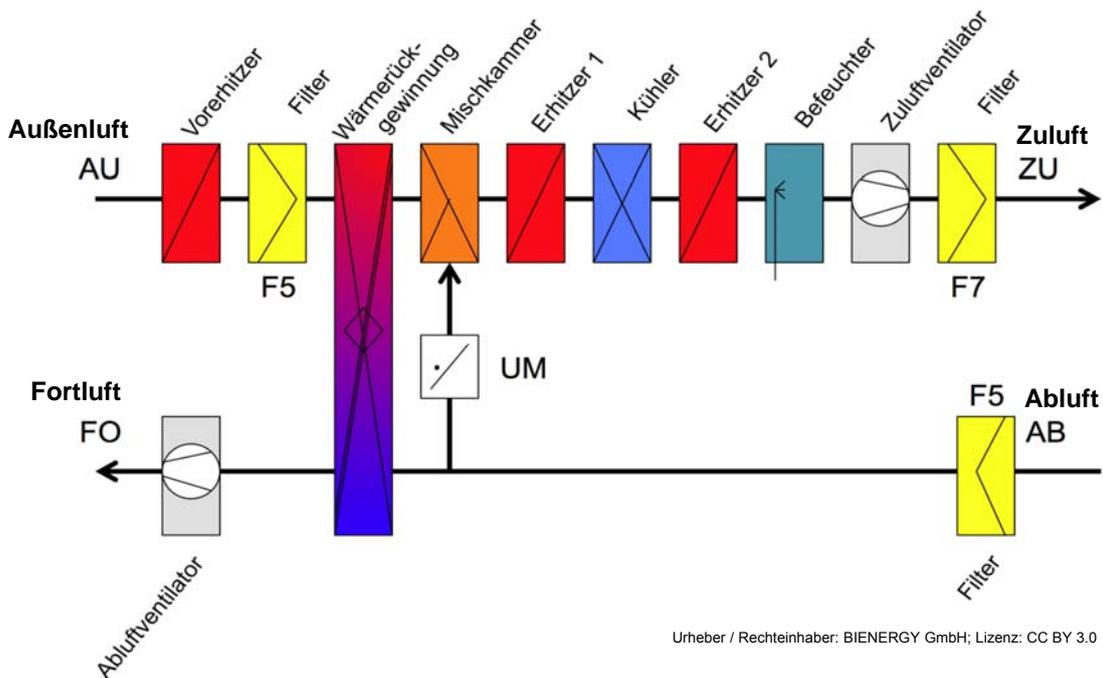


Quelle: OvM Kassel



Quelle: BS Butzbach (BSB)

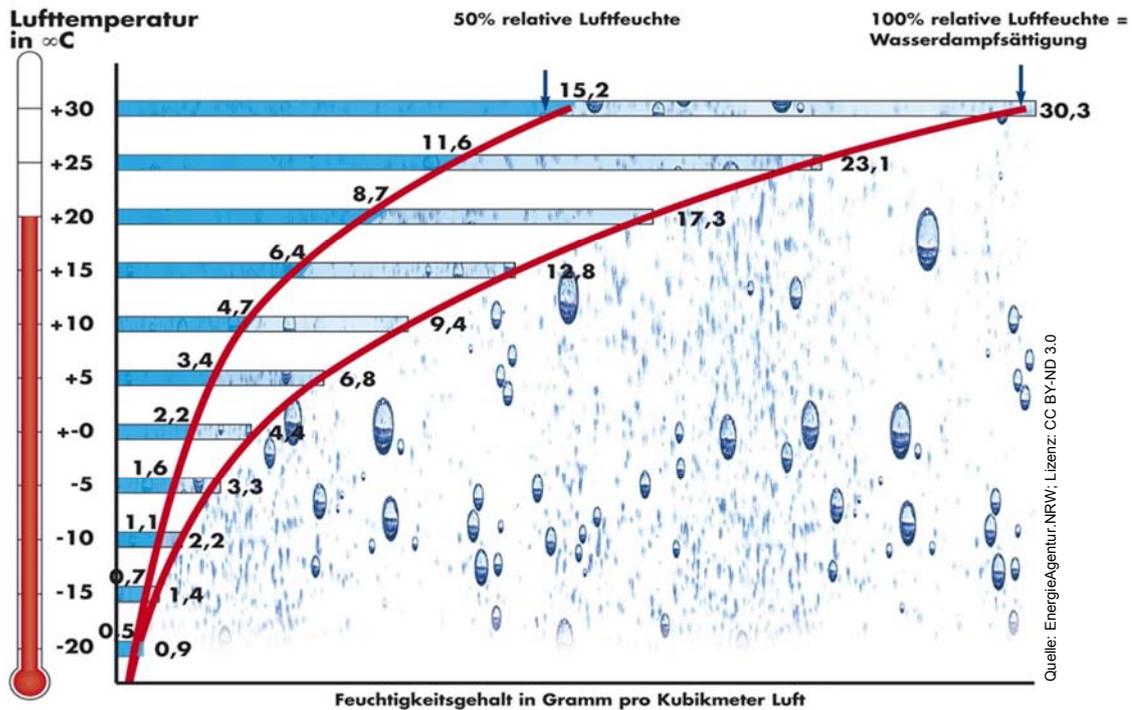
## Block 6: Grundlagen der Klimatechnik Komponenten einer raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage)



Urheber / Rechteinhaber: BIENERGY GmbH; Lizenz: CC BY 3.0

## Block 6: Grundlagen der Klimatechnik

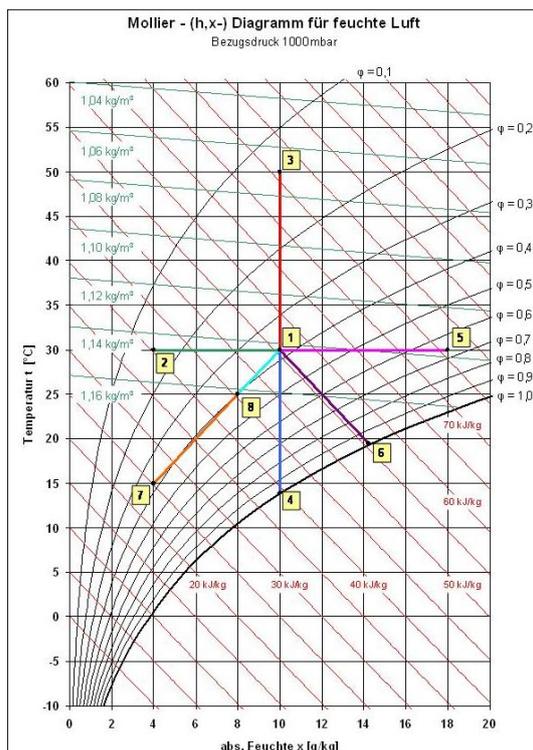
### Eigenschaften der Luft (Mollier-h,x-Diagramm)



35

## Block 6: Grundlagen der Klimatechnik

### Behandlung der Luft (Mollier-h,x-Diagramm)



- **Erhitzen:**  
Der verschiebt sich vertikal nach oben, zum Beispiel von 30 °C auf 50 °C (Punkt 1 => Punkt 3).
- **Kühlen (ohne Kondensation):**  
Der Zustandspunkt verschiebt sich vertikal nach unten (Punkt 1 => Punkt 4)
- **Befeuchten (1) , isotherme Befeuchtung**  
Der Zustandspunkt verschiebt sich nach rechts, (Punkt 1 => Punkt 5) (Befeuchtung mit Dampf)
- **Befeuchten (2): adiabater Befeuchtung**  
(Punkt 1 => Punkt 6) (Sprühbefeuchtung, Verdampfungswärme wird der Luft entzogen)
- **Entfeuchten:**  
Der Zustandspunkt verschiebt sich nach links (Punkt 1 => Punkt 2) Zustandspunkt nach links (Punkt 2). Meist ist dieser Vorgang jedoch mit einer Temperaturänderung verbunden. Beim Entfeuchten durch Kondensation verschiebt sich der Punkt nach links unten
- **Mischen**  
Luftstrom A mit 2.000 kg/h und 30 °C; 10 g/kg (Punkt 1) mit dem Luftstrom B mit 1.000 kg/h und 15 °C; 4 g/kg (Punkt 7) gemischt.  
Der Zustandspunkt liegt dann auf der Geraden zwischen den Punkten 1 und 7. Der Abstand des Mischpunktes liegt dabei genau um den Anteil des kalten Luftstromes am Mischstrom vom warmen Punkt entfernt (1.000 kg/h = 1/3 von 1.000 kg/h + 2.000 kg/h = 3.000 kg/h) (Punkt 8)

36

## Block 6: Grundlagen der Klimatechnik

### Pflicht zur Energetischen Inspektion von Klimaanlage

#### Gesetzliche Grundlage: §12 ENEV 2014/2016

- Klimaanlage mit einem Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt sind regelmäßig durch berechtigte Personen energetisch zu inspizieren.
- Die Inspektion umfasst Maßnahmen zur Prüfung der Komponenten, die den Wirkungsgrad der Anlage beeinflussen, und der Anlagendimensionierung im Verhältnis zum Kühlbedarf des Gebäudes.
- Die Inspektion ist grundsätzlich erstmals im zehnten Jahr nach der Inbetriebnahme oder der Erneuerung wesentlicher Bauteile wie Wärmeübertrager, Ventilator oder Kältemaschine durchzuführen.
- Anlagen die am 1. Oktober 2007 mehr als vier und bis zu zwölf Jahre alt sind, müssen innerhalb von sechs Jahren, die über zwölf Jahre alten Anlagen innerhalb von vier Jahren und die über 20 Jahre alten Anlagen innerhalb von zwei Jahren nach dem 1. Oktober 2007 erstmals einer Inspektion unterzogen werden.
- Nach der erstmaligen Inspektion ist die Anlage wiederkehrend mindestens alle zehn Jahre einer Inspektion zu unterziehen.
- Inspektionen dürfen nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.
- Es ist ein Inspektionsbericht mit den Ergebnissen der Inspektion und Ratschlägen in Form von kurz gefassten fachlichen Hinweisen für Maßnahmen zur kosteneffizienten Verbesserung der energetischen Eigenschaften der Anlage, für deren Austausch oder für Alternativlösungen zu erstellen.
- Der Inspektionsbericht muss bei der zuständigen Registrierstelle gemeldet werden und ist der nach Landesrecht zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

37

38

## Auftraggeber:

HA Hessen Agentur GmbH

im Auftrag des Hessischen Ministeriums der Finanzen

Projektleitung: Elmar Damm

Friedrich-Ebert-Allee 8

65185 Wiesbaden

## Hauptauftragnehmer:

Klima und Energieeffizienz Agentur (KEEA)

Ansprechpartner:

Geschäftsführer: Armin Raatz

Technischer Leiter: Matthias Wangelin

Projektorganisation: Thomas Duwe und Hannah Koch

Heckerstraße 6

34121 Kassel

Telefon: 0561 2577 0

Telefax: 0561 3161201

email: [schulung.hessen@keea.de](mailto:schulung.hessen@keea.de)

## Partner Praxisschulung Haushandwerker:

**Oscar-von-Miller-Schule (OVM) Kassel**

Ansprechpartner:

Schulleitung: Günter Fuchs

Projektleitung: Dieter Holstein

Weserstraße 7

34125 Kassel

Telefon: 0561 97896 -0

Telefax: 0561 97896 -31

email: [sekretariat@ovm-kassel.de](mailto:sekretariat@ovm-kassel.de)

**Berufs und Technikerschule Butzbach (BSB)**

Ansprechpartner:

Schulleitung: Cornelia Waitz-Dahl

Projektleitung: Jens Voß

Emil-Vogt-Str.8

35510 Butzbach

Telefon: 06033 92460 - 30

Telefax: 06033 92460 - 77

email: [schulleitung@bsbz.butzbach.schulverwaltung.hessen.de](mailto:schulleitung@bsbz.butzbach.schulverwaltung.hessen.de)

## Weitere Mitglieder des Schulungsteams:

### Maximilian Dettner

Projektingenieur Limón GmbH  
Große Rosenstraße 21  
D-34117 Kassel  
Telefon: 0561 220 704-34  
Telefax: 0561 220 704-99  
email: [dettner@limon-gmbh.de](mailto:dettner@limon-gmbh.de)

### Alexander Klein

Geschäftsführer Ingenieurbüro EWT Ingenieure GmbH  
Ilbeshäuser Straße 6  
36355 Grebenhain  
Telefon: 06644 82023-27  
Telefax: 06644 82023-11  
email: [a.klein@ewt-ingenieure.de](mailto:a.klein@ewt-ingenieure.de)

### Jochen Otte

Geschäftsführer Ingenieurbüro Innovatec GmbH  
Im Graben 5  
34292 Ahnatal  
Telefon: 05609 8092 20  
Telefax: 05609 8092 22  
email: [otte@innovatec-web.de](mailto:otte@innovatec-web.de)

### Damaris Schäfer

Projektleiterin Energiewende Gesellschaft für nachhaltige Energiekonzepte mbH  
Emmericher Straße 17  
90411 Nürnberg  
Telefon: 0911 23087 83  
Telefax: 0911 23087 84  
email: [damaris.schaefer@energiewende-gmbh.de](mailto:damaris.schaefer@energiewende-gmbh.de)

### Jutta Steinbrecher

Projektleiterin Zentrum für Umweltbewusstes Bauen an der Universität Kassel  
Gottschalkstraße 28a  
34127 Kassel  
Telefon: 0561 804 1884  
Telefax: 0561 804 3187  
email: [steinbrecher@zub-kassel.de](mailto:steinbrecher@zub-kassel.de)