
WILLKOMMEN

zum Seminar

Hausmeister als Energiemanager

einer der die Zügel fest in den Händen hält

Dipl.-Ing. Jochen Hüller

27 Jahre Ingenieurbüro Hüller Bad Elster

Werdegang: Klempner und Installateur - TU Dresden Dipl. Ing TGA – Planer SDAG Wismut – FHW Bad Elster Betreiberanlagen – Freiberufler IBH

Leistungsfeld

- technische Gebäudeausrüstung für Wohn- und Nichtwohngebäude
- Gewerke: Heizung / Lüftung / Sanitär / techn. Gase /Erneuerbare Energien
- Energieberatung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Fördermöglichkeiten
- Gutachten inkl. Messtechnik zur Erkundung von Lüftungsproblemen / Schimmelursachen
- Planung von Biomasseanlagen
- Bauleitungen für Gesamtbauvorhaben

- Hausmeister sind an einer Schlüsselposition tätig.
 1. Gebäude-, und Anlagenkenntnisse
 2. Firmenkenntnisse für Wartung und Reparatur
 3. Kenntnisse der Benutzergewohnheiten
 4. Erfahrungen mit der Anlagentechnik
 5. Erfahrungen mit den Wetterlagen am Objekt
 6. Ist zentraler Anlaufpunkt für **alle**

1. Energiekosten - Energieverbrauch

Aufbau Heizungsanlage

Wärmeerzeugung

Wärmeverteilung

Wärmenutzung

Regelungsanlage

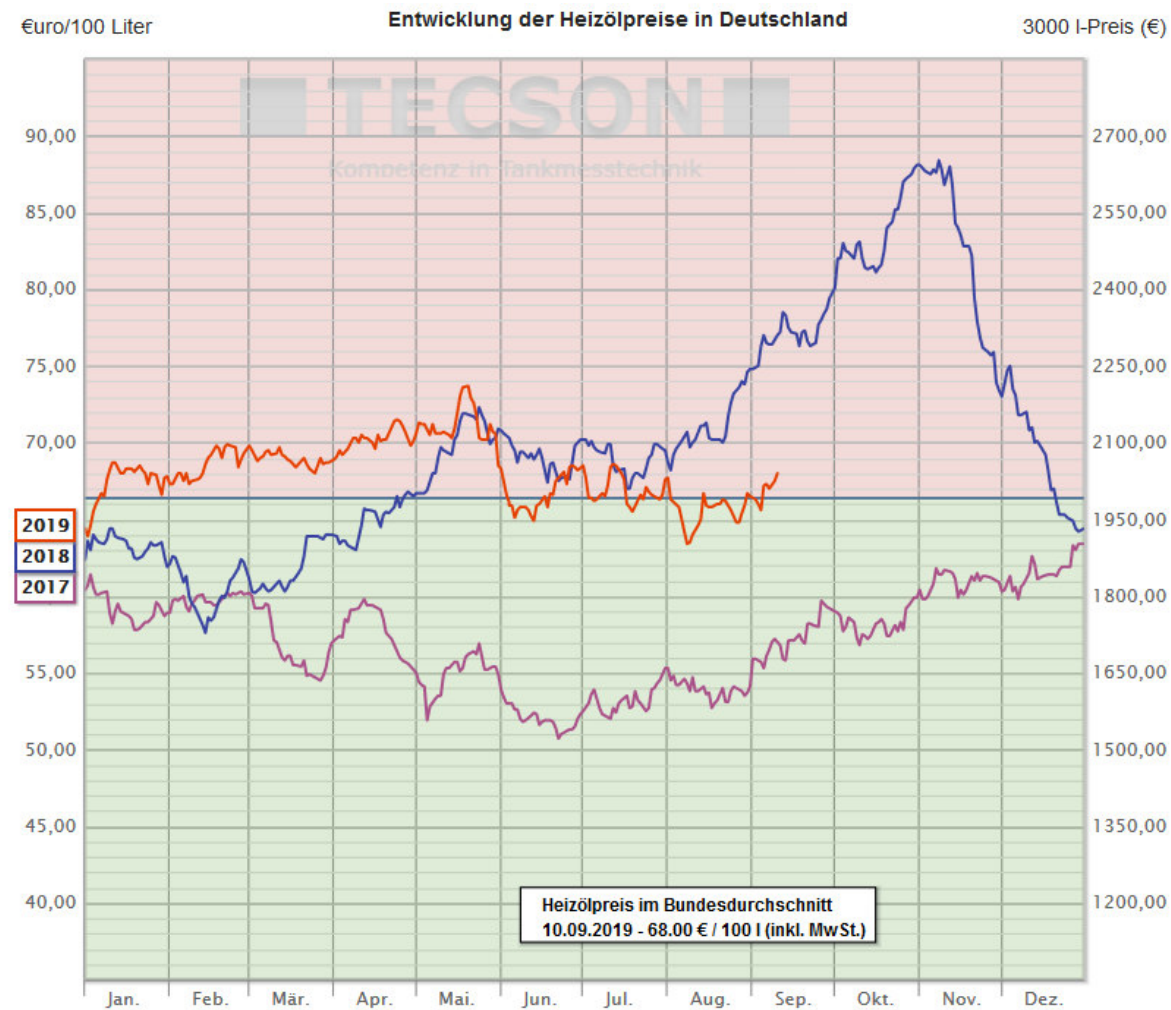
Warmwasserbereitung

Lüftungsverhalten

2. Aufspüren von Verlustquellen

1. Energiekosten

Entwicklung der Weltmarktpreise Rohöl 2017 bis 2019



Energiebegriffe



Primärenergie - Sekundärenergie - Endenergie - Nutzenergie

Energiekosten und Energieverbrauch

Der Kosten-Check

Ermittlung des Energieverbrauchs
und Aufschlüsselung:

pro Person

pro m³ umbauter Raum

pro m² Grundfläche

pro m² beheizter Raum (20 – 200 W pro m² bei minus 16° C
Außentemperatur)

pro km

pro Stück

Transportkosten

Energiestückkosten



Heizenergie

Transmissionswärme, Lüftungswärme, technologische Wärme

Wasser

Kaltwasser davon Anteil Warmwasser

Strom

Hochtarif / Niedertarif

Treibstoff

Liter pro 100 km

Analyse durch Auswertung der Rechnungen der letzten 3 Jahre

In welchen Tarif bin ich beim Energielieferanten eingestuft ?

Hat sich die Anzahl der Nutzer geändert? Wohnungswechsel ?

Welche Möglichkeiten sind durch die Optimierung der Bausubstanz für mein spezielles Objekt erzielbar?

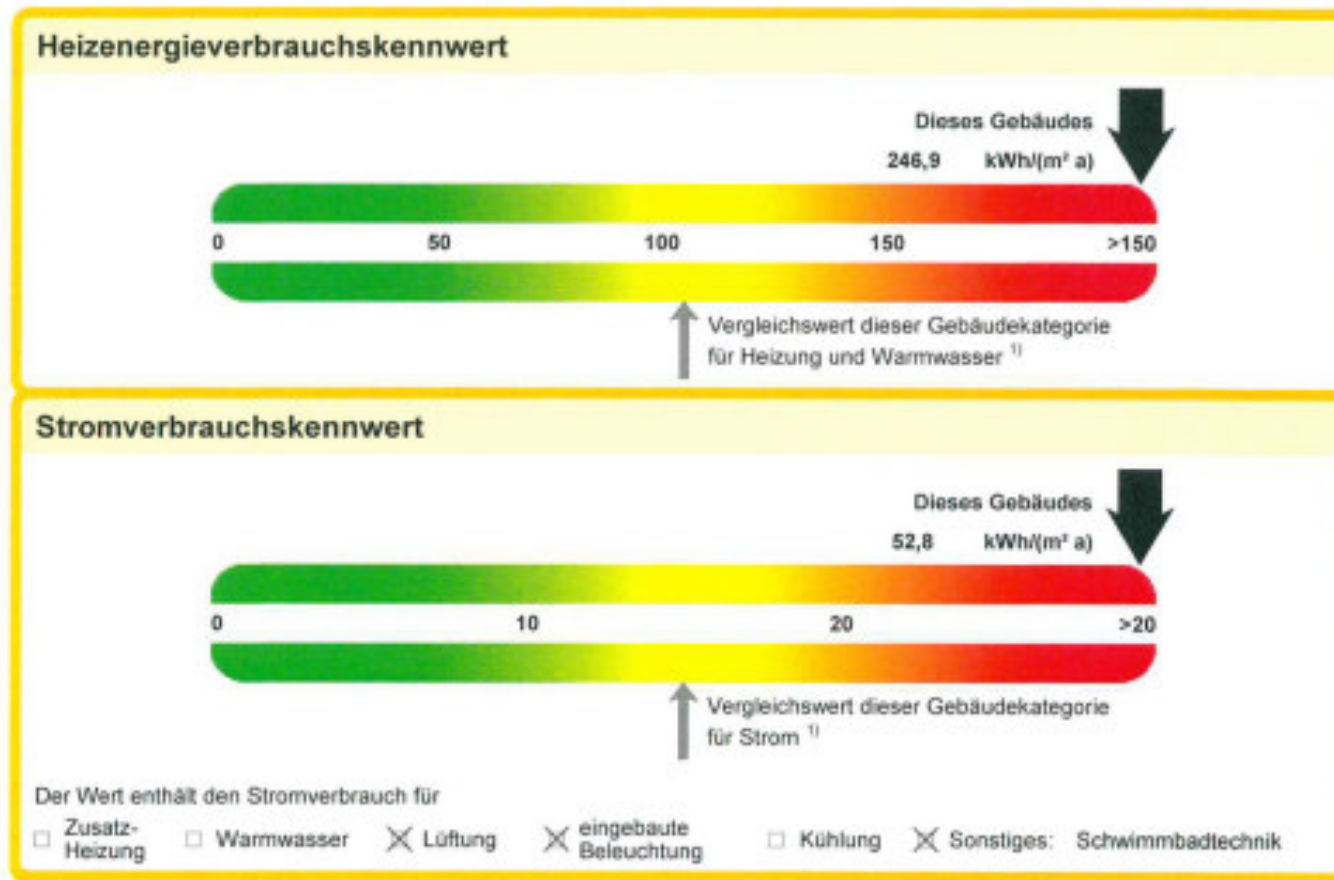
Wärmedämmung

Trockenlegung

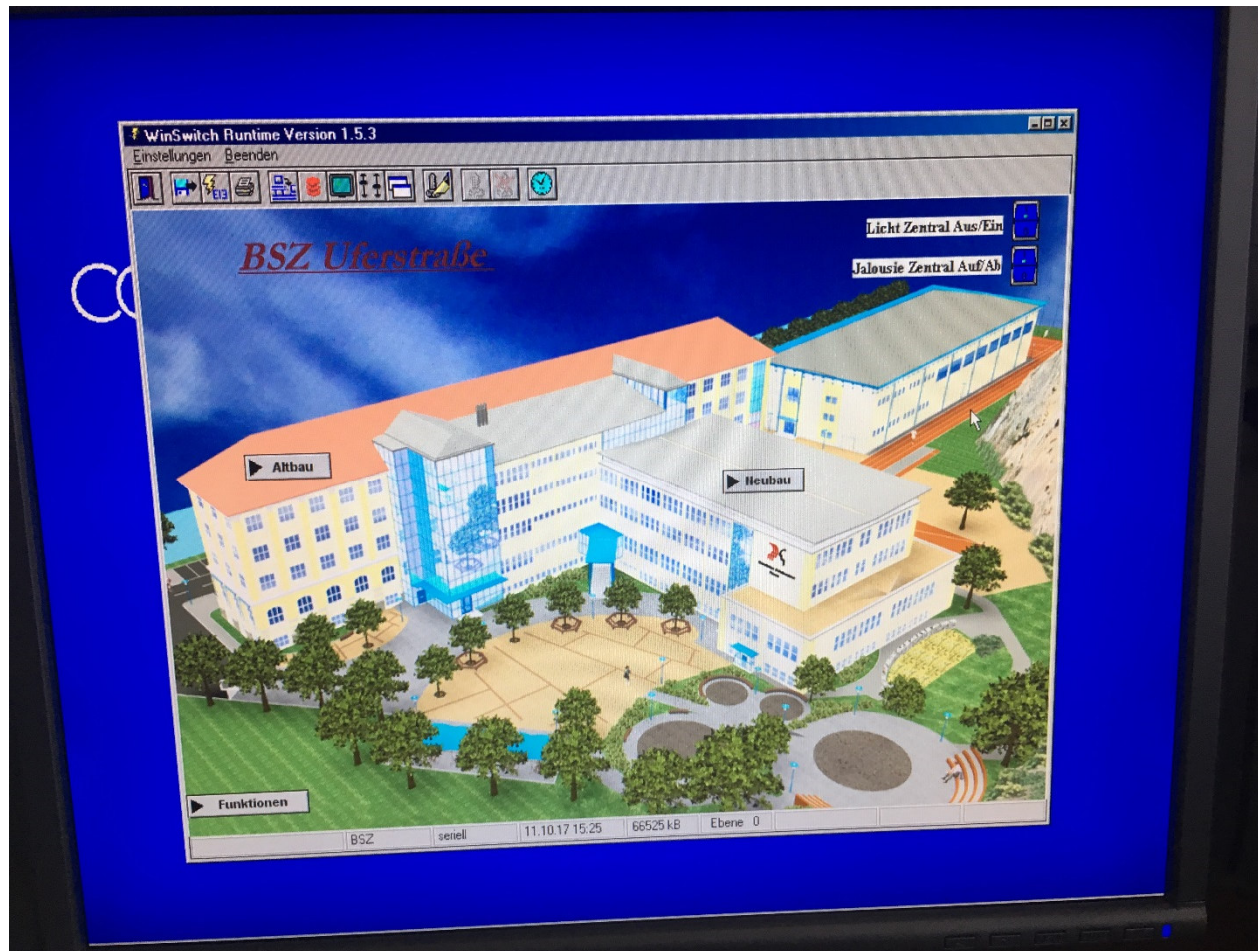
Nutzungsänderung

usw.

Energieausweis



BSZ e.o.Uferstrasse Plauen



Energieverbrauch 2009- 2016



BSZ Uferstraße

- Elektroenergie _{rund} 20%

Abrechnungen					
Jahr	Beginn	Ende	Tage	Rechnungs- nummer	kWh
2009					273.023
2010					273.000
2011					
2012					207.401
2013					198.078
2014					192.874
2015					189.930
2016					212.507

- Erdgas _{rund} 80%

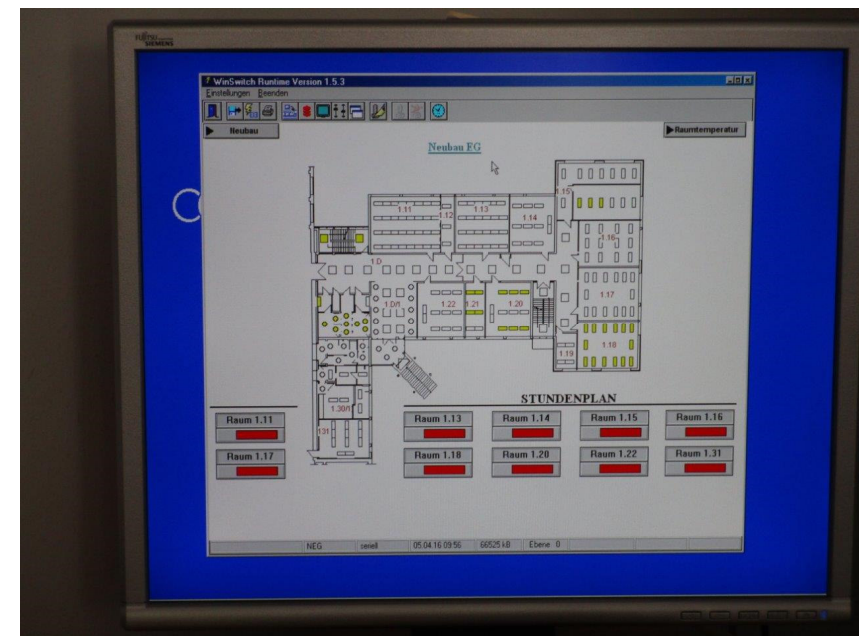
Jahr	Beginn	Ende	Tage	kWh	
2010	01.01.2010	01.12.2010	368	1.213.544	
2011	01.01.2011	31.12.2011			
2012	01.01.2012	01.12.2012			
2013	01.01.2013	31.12.2013		1.159.467	
2014	01.01.2014	31.12.2014	365	870.173	
2015	01.01.2015	31.12.2015	365	904.114	
2016	01.01.2016	31.12.2016	365	959.971	

Energieverbrauch Visualisierung GLT

Raumtemperaturen

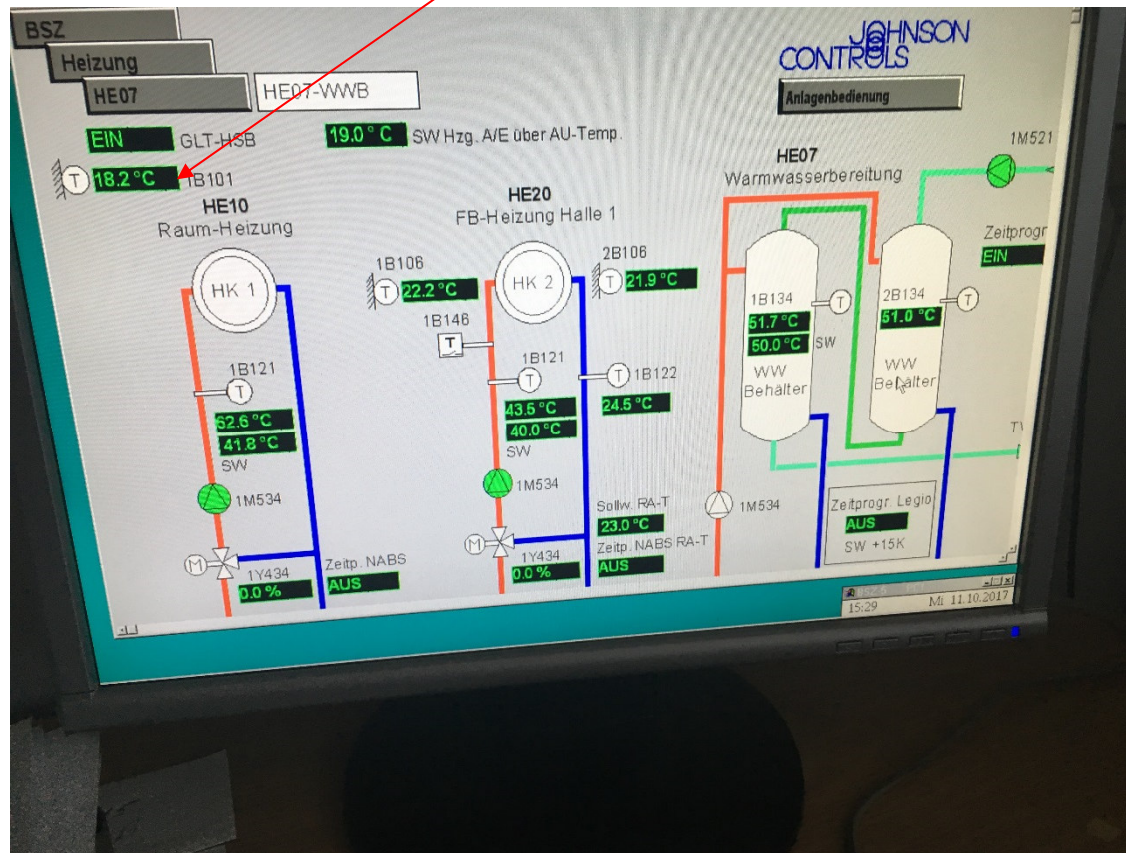


Stromverbrauch



Energieverteilung Visualisierung GLT

Temperatur Übersicht



Heizkesseldaten BSZ o. e. Plauen

Heizkesselparameter

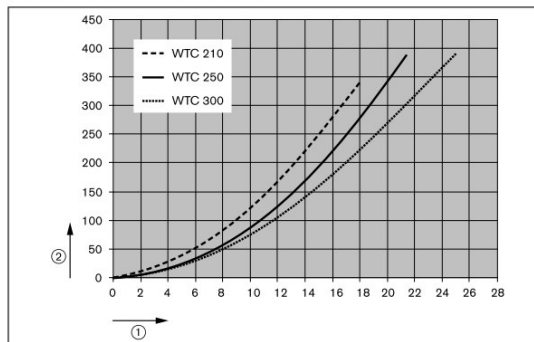
3.5.7 Wärmeerzeuger

	WTC 210	WTC 250	WTC 300
Wasserinhalt	20 Liter	22,5 Liter	25 Liter
Kesseltemperatur	max 85 °C	max 85 °C	max 85 °C
Betriebsdruck	max 6 bar	max 6 bar	max 6 bar
Durchflussgrenze	max 18,0 m³/h	max 21,5 m³/h	max 25,0 m³/h

Druckverlust

Um die hydraulische Auslegung der Heizungsanlage zu ermitteln, Druckverlust des Kessels und die maximale Durchflussgrenze beachten.

► Druckverlust aus Diagramm ermitteln.



- ① Durchfluss in m³/h
② Druckverlust in mbar



Heizungskontrolle
durch Ihren Fachbetrieb

Heizleistung kW, Q_{rdurchschnitt} kWh, Gasmenge l/min, Wirkungsgrad %

Datum der Arbeiten: 18.12.2011

Inspektionswerte:

- Brücker gereinigt: ☒
- Kessel gereinigt: ☒
- Düse erneuert: ☒
- Filtereinde erneuert: ☒
- Pumpenlebens: ☒
- Anlage nachgeprüft: ☒

Haubentechnik HAUBENREISSER® GmbH
Innenstraße 45 • 08523 Plauen/Vogtland
Telefon (0 37 43) 70 83 - 10 • Fax (0 37 43) 70 83 - 11



Wärmeerzeuger Verlustquellen

1. Abgasverlust aus der Verbrennung – unvollständige Verbrennung
2. Wärmeverlust über Kesseloberfläche
3. Wärmeverluste über das Abgassystem
4. Brennwertnutzung (ja/nein): Nutzung der in Abgasen enthaltenen Wasserdampfwärme durch Kondensation- läuft Wasser aus dem Kessel?
5. Überdimensionierung des Kessels - Auswirkung auf Leistungspreis
6. Heizkesselregelung
7. **Reinigen** und Instandhalten der Heizungsanlagen

Heizflächenverunreinigungen



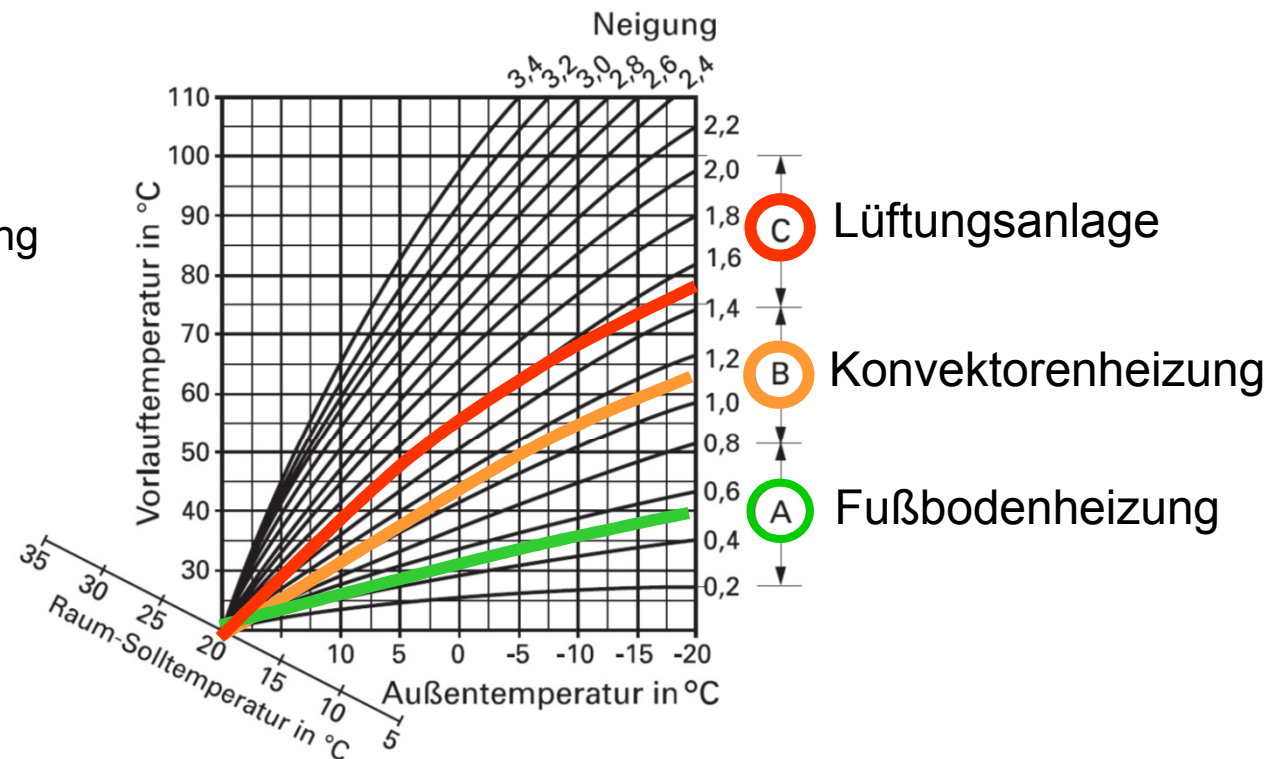
Heizflächenverunreinigungen



Einstellungen an der Kesselregelung

Betriebsarten

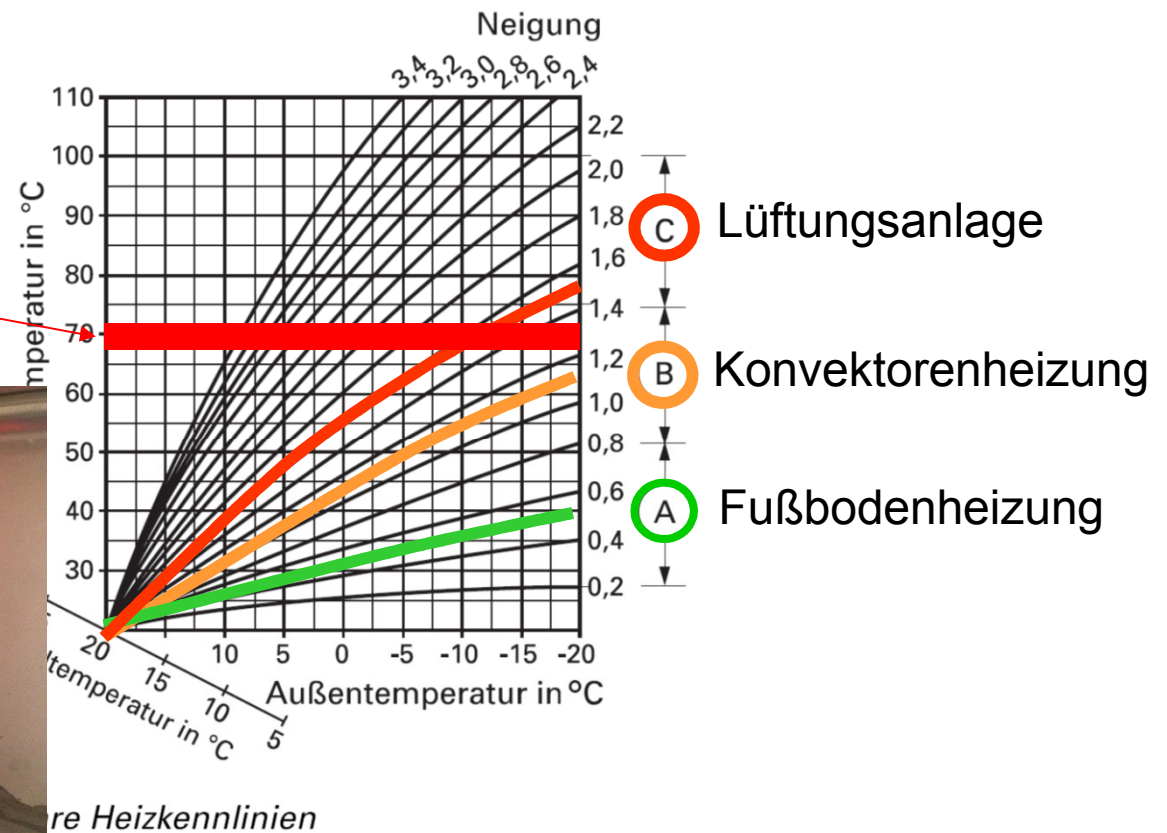
- Zeitabhängig
- Tag/Nachtumschaltung
- Sommer/Winterumschaltung
- Nutzerprogramme



Einstellbare Heizkennlinien

Einstellungen an der Kesselregelung

1. Abgasverlust aus der Verbrennung – unvollständige Verbrennung, Kesselspülung vor jedem Kesselstart
2. Wärmeverlust über Kesseloberfläche
3. Wärmeverluste über das Abgassystem 140°C
4. Brennwertnutzung (ja/nein): **keine** Nutzung der in Abgasen enthaltenen Wasserdampfwärme durch Kondensation
5. Überdimensionierung des Kessels **ja** - Auswirkung auf Leistungspreis **ja**
6. Heizkesselregelung



Einstellungen an der Kesselregelung

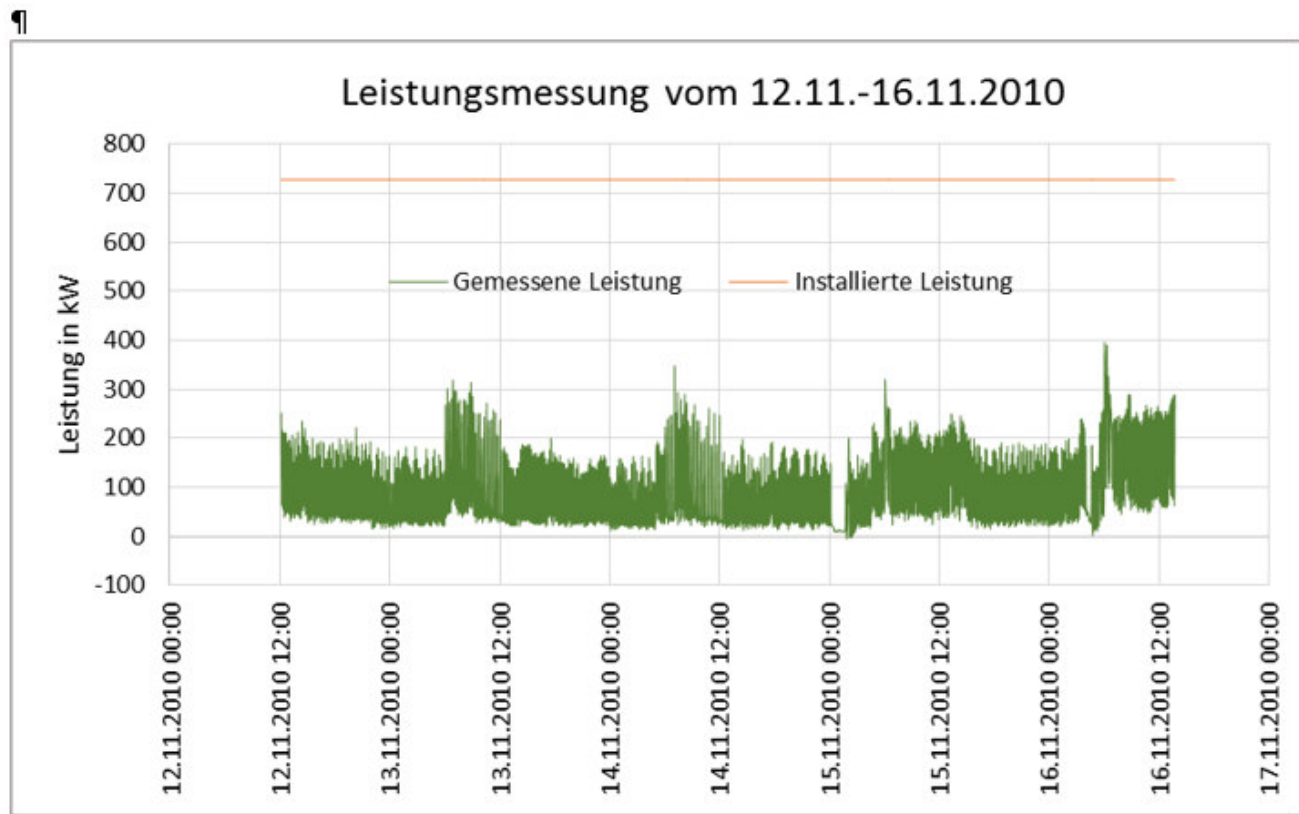


Abbildung 8: Exemplarische Kesselleistungsmessung vom 12.11.-16.11.2010 [Eigene Darstellung]
[Quelle: Sächsische Energieagentur „Saena“]

Einstellungen an der Kesselregelung



Einstellungen an der Kesselregelung

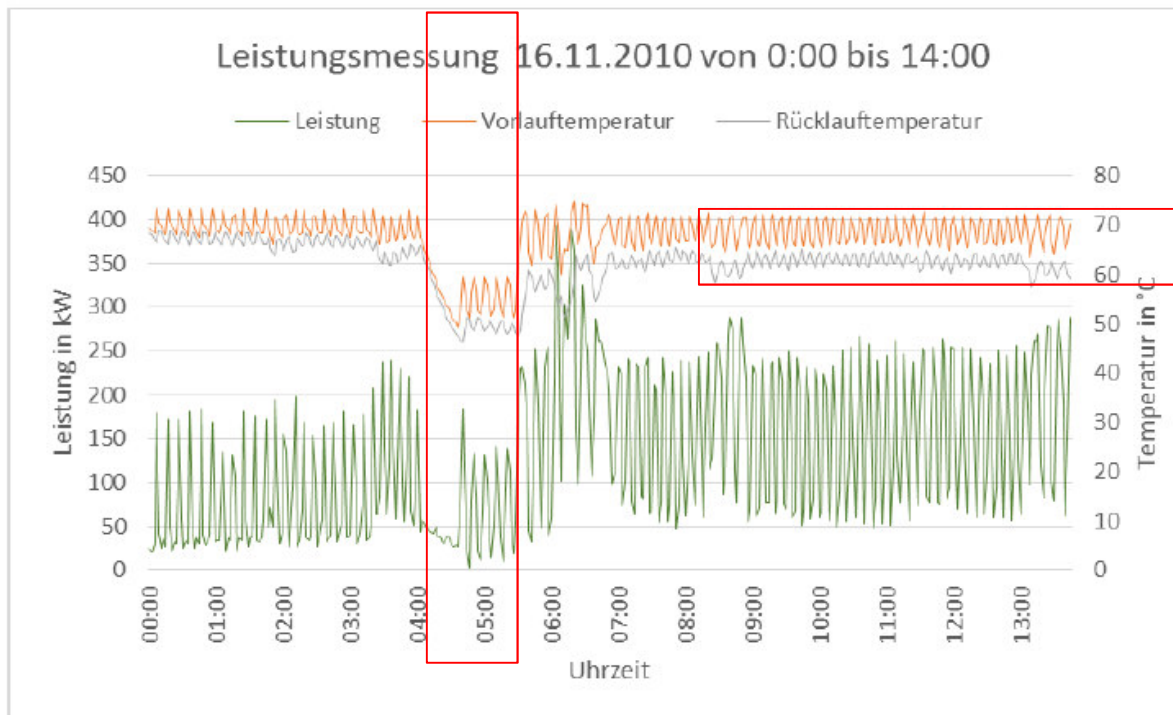


Abbildung 9: Leistungsmessung am 16.11.2010 von 0:00 bis 14:00 Uhr mit der höchsten gemessenen Leistung
[Eigene Darstellung] [Quelle: Sächsische Energieagentur]³⁶

Wärmeverteilung

Pumpen und Rohrleitungen

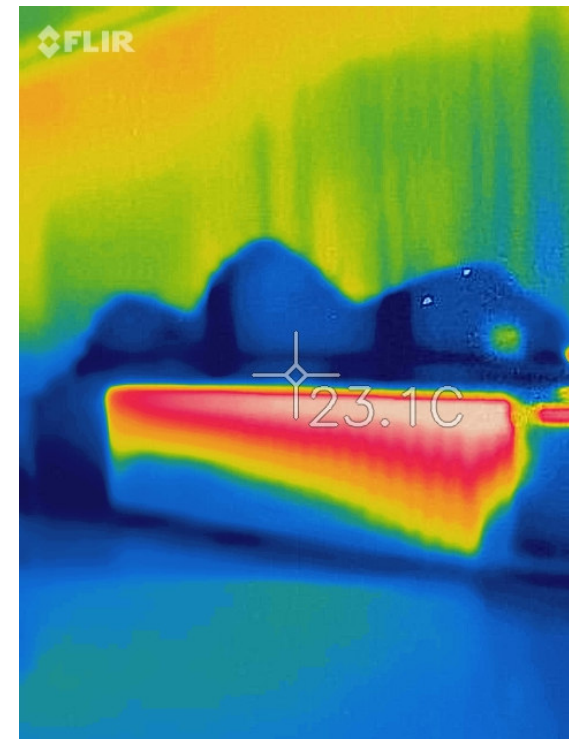
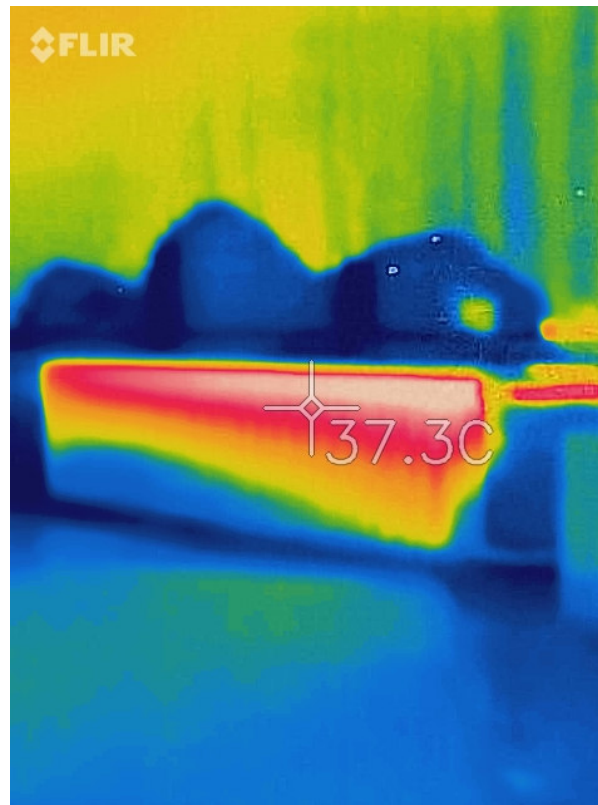
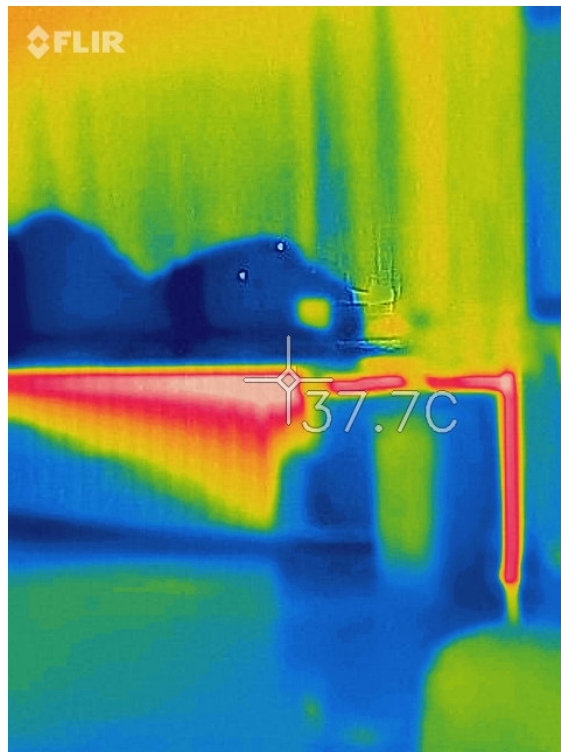
Hydraulischer Abgleich:

Systemabstimmung der
Komponenten einer Heizungsanlage einschließlich
des Rohrsystems und der Heizkörper

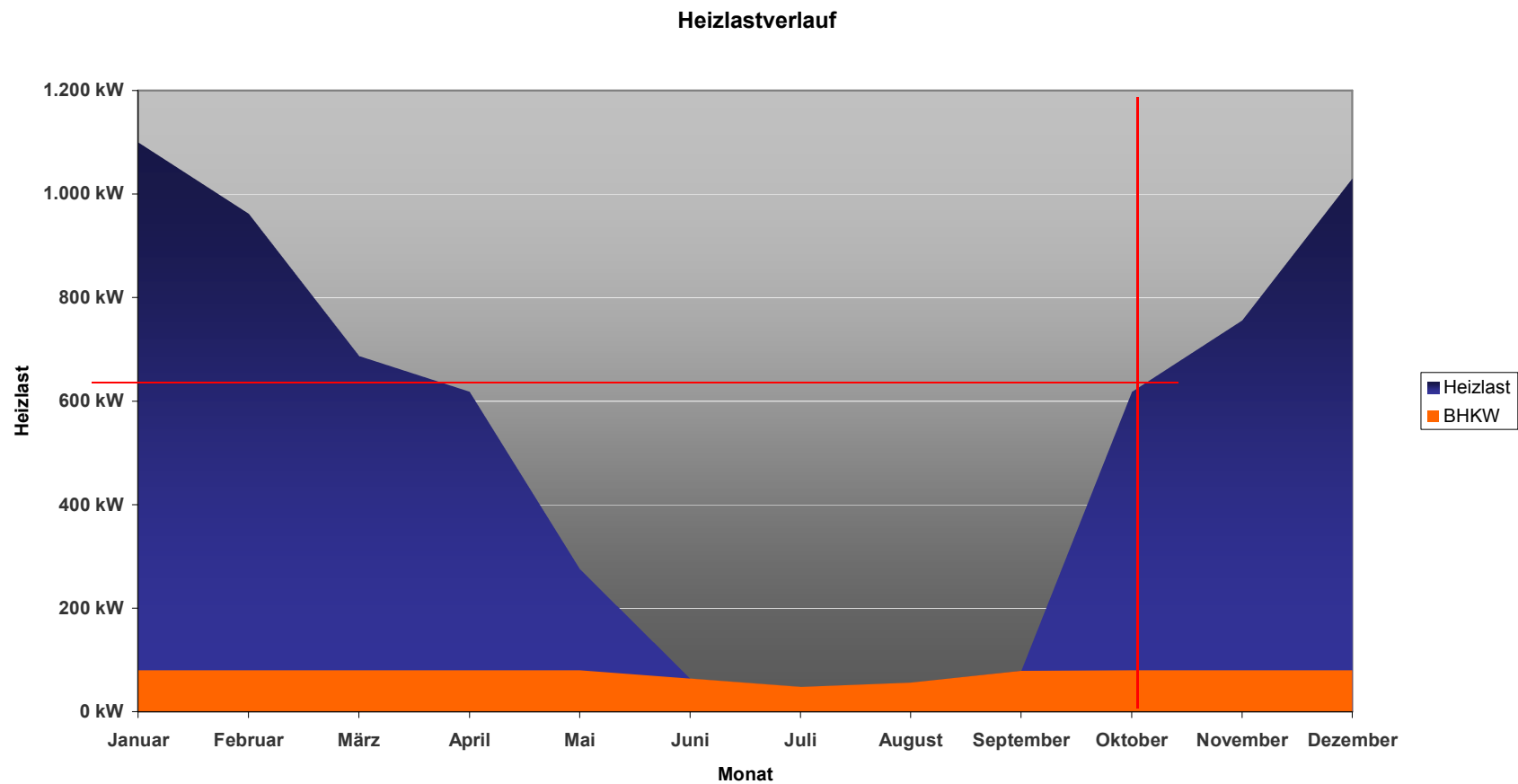
Überdimensionierung der Heizungspumpe
Pumpeneinstellungen



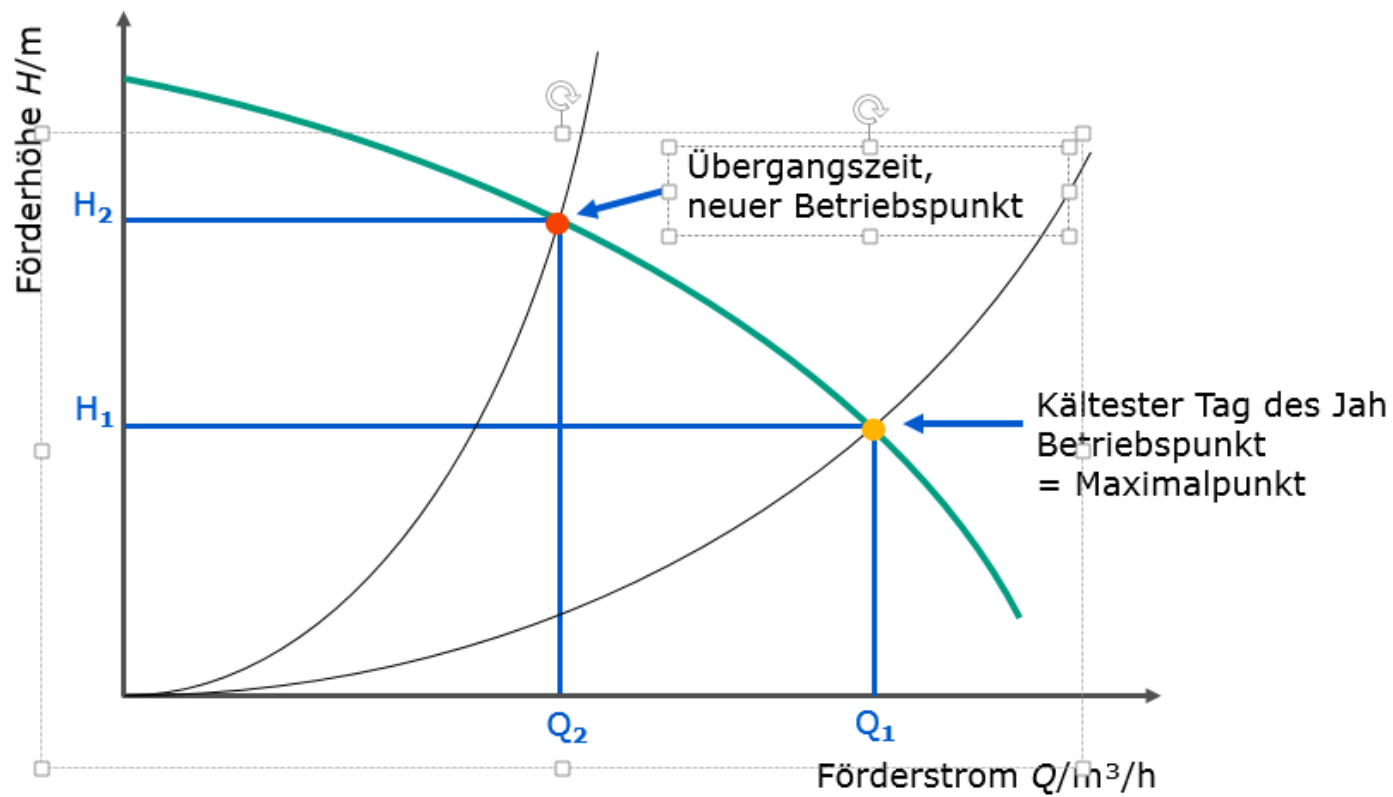
Durchströmung eines Heizkörpers



Pumpeneinstellungen - anpassen an den Heizlastverlauf

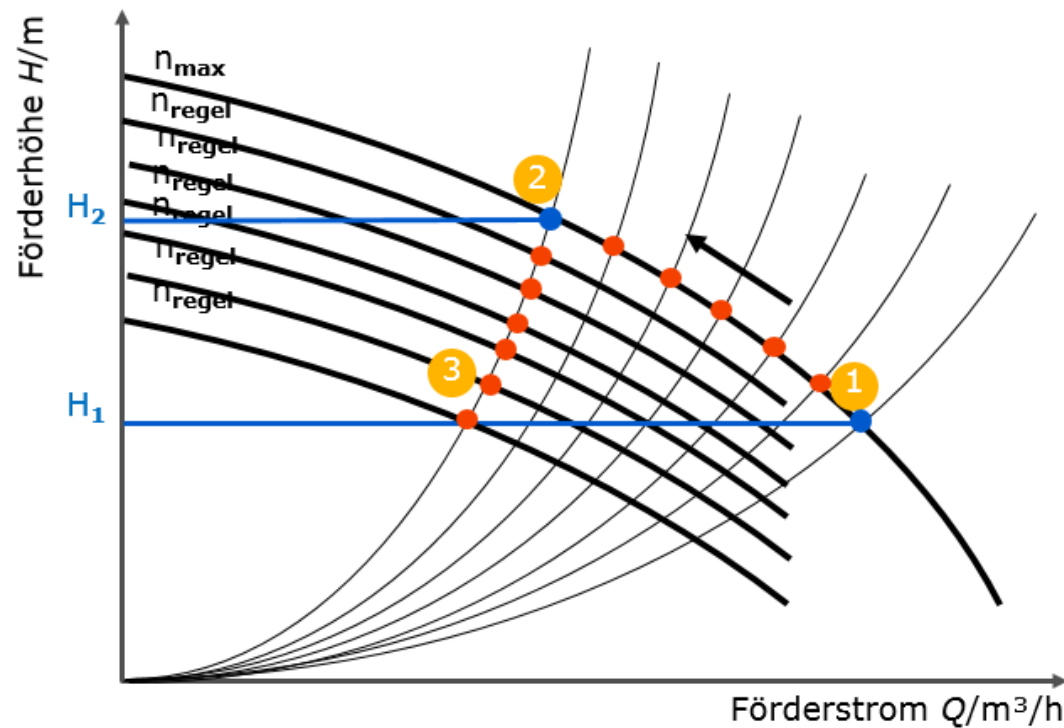


Ungeregelte Pumpe



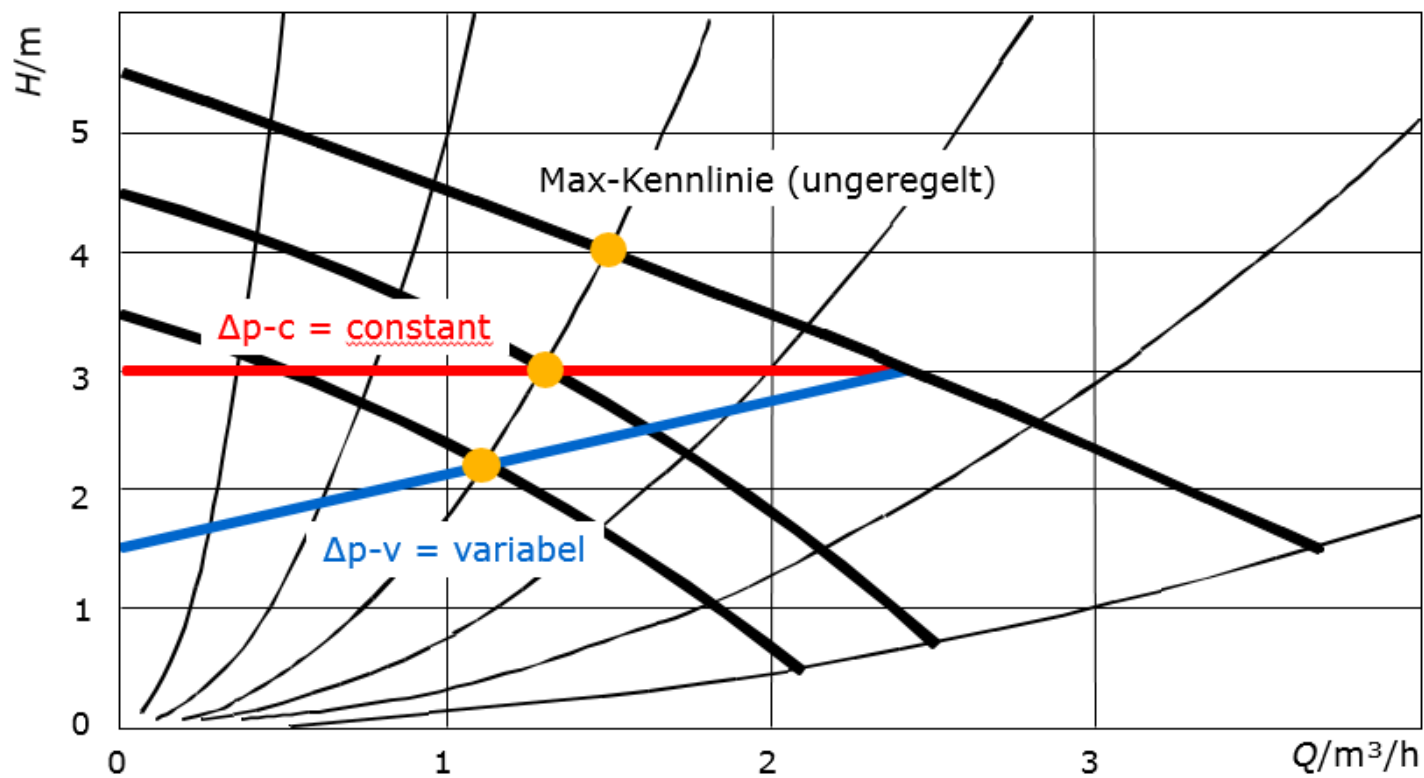
Elektronisch stufenlos geregelt

- Selbsttätige Differenzdruckregelung



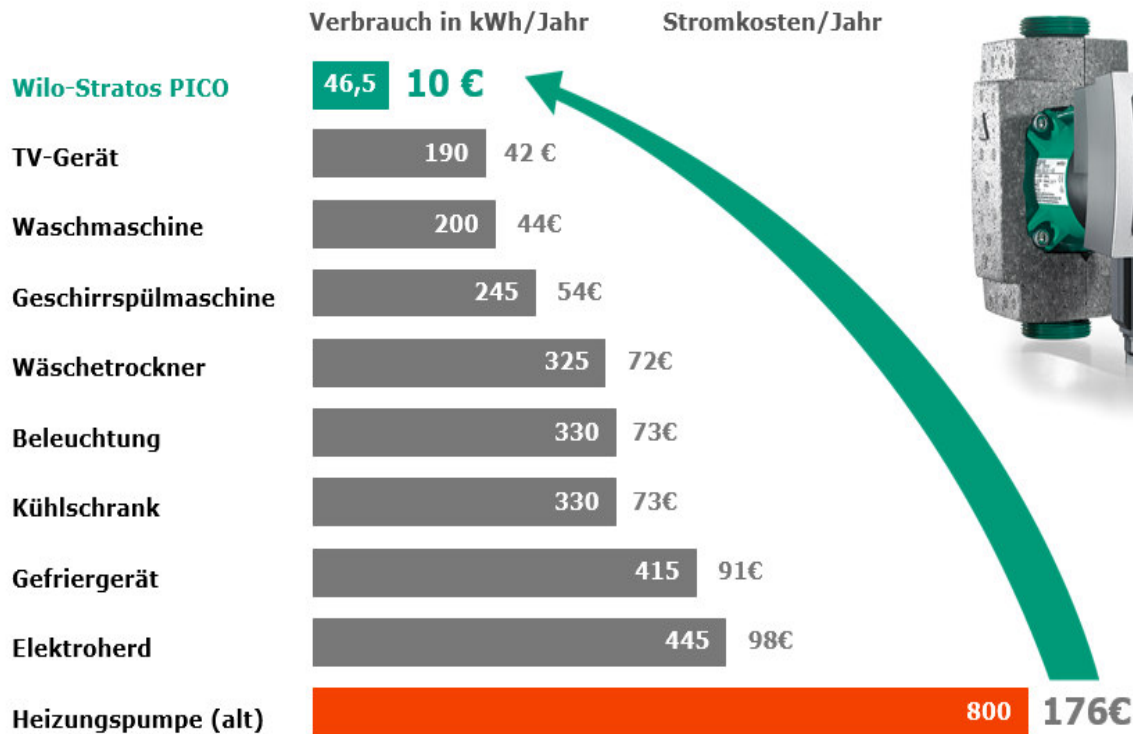
1. An der Elektronik wird die Förderhöhe eingestellt (Sollwert).
2. Eine Sensorik ermittelt die aktuelle Förderhöhe (Istwert).
3. Die Elektronik erkennt die Abweichung zwischen dem Sollwert (1) und dem Istwert (2).
4. Der Regler reduziert die Drehzahl und bringt die Förderhöhe wieder auf den Sollwert (3).

Vergleich der Betriebsarten



Energieverbrauch privater Haushalte

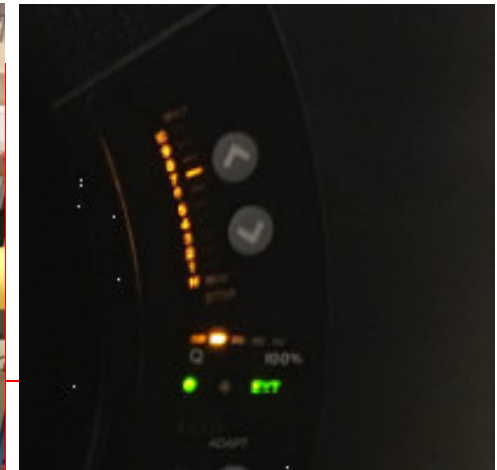
Mit einer neuen Heizungspumpe bis zu **166 € Stromkosten pro Jahr sparen**.



Den Berechnungen liegt ein Strompreis von 22 ct/kWh zugrunde. Die Werte wurden kaufmännisch auf Vorkommastellen gerundet. Berechnungsgrundlage Haushaltsverbraucher und alte Heizungspumpe: Jahresstromverbrauch laut Stiftung Warentest, Sept. 2007. Wilo-Stratos PICO: eigene Berechnungen; Annahmen: 6.000 Betriebsstunden pro Jahr, 1 m³/h Förderstrom, 1,5 m Förderhöhe.

Zertifikat abrufbar unter www.wilo.de/rechtliches

Pumpeneinstellung ändern



Pumpentausch

was ist zu beachten ?



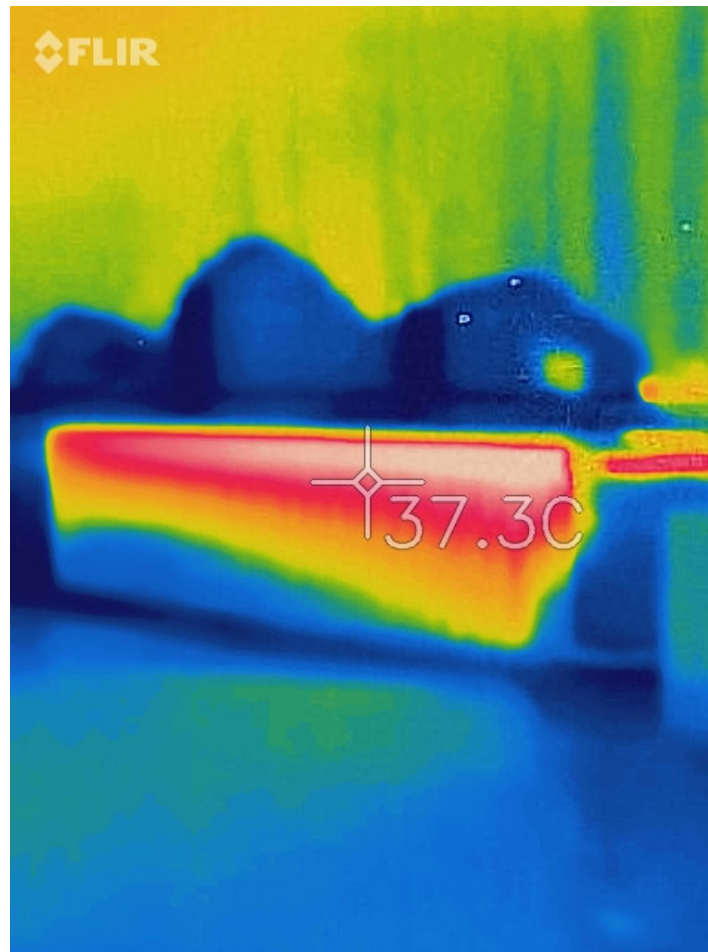
Einbau einer hocheffizienten Umwälzpumpe mindestens der Klasse A
und/oder einer hocheffizienten Zirkulationspumpe für Warmwasserbereitung

- Hydraulischer Abgleich des Zentralheizungssystems erforderlich
- Umrüstung alter nicht voreinstellbarer Thermostatventile auf Voreinstellung
- Einbau von Strangreguliertventilen und Differenzdruckreglern
- Einregulierung der Anlage inkl. hydraulischem Abgleich DIN EN 14336

Auf die Einstellung kommt es an:

Ziel: Rücklauftemperaturabsenkung um den Wirkungsgrad der
 Heizungsanlage zu verbessern
 Stromverbrauch der Pumpen senken

Hydraulischer Abgleich Ziel?



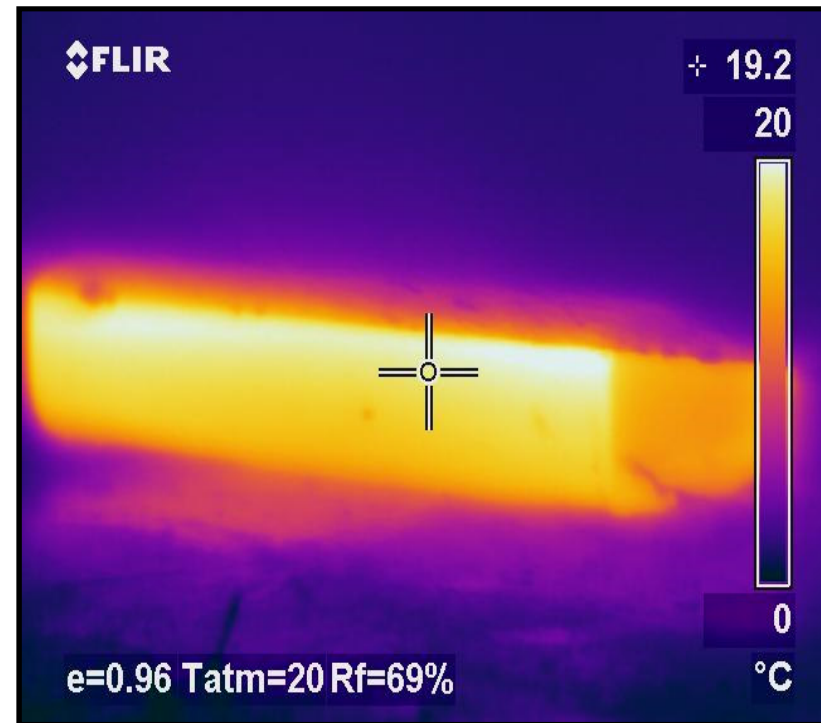
Wärmeverteilung



Visuelle Inspektion und Bewertung der Heizungsanlage Isolationsschwächen



Visuelle Inspektion und Bewertung der Heizungsanlage Isolationsstärken



Visuelle Inspektion und Bewertung der Heizungsanlage Isolationsstärken



Auflisten von Schwachstellen und weiterleiten an die Chef's



Auflisten von Schwachstellen und weiterleiten an die Chef's



WW Bereitung - Wasser muss fliesen



Wieviele WW benötige ich pro Tag ?

Verwaltungsgebäude, Schule, Schwimmbad, Feuerwehr, Wohnheim

Welche Lastspitzen müssen abgedeckt werden ?

Wie hoch soll mein WW Speichervolumen sein ?

Welche Meßeinrichtungen stehen mir zur Verfügung ?

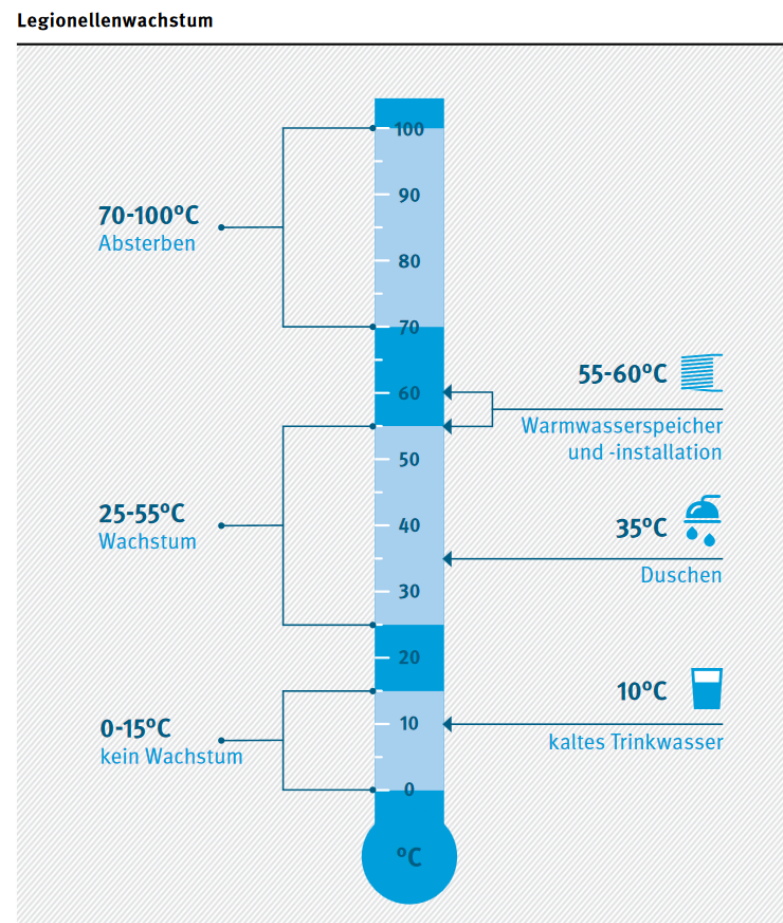
Wasser muss fliesen – optimale Trinkwasserhygiene
optimale Trinkwasserqualität

Die Beantwortung dieser Fragen ergibt die Variante:

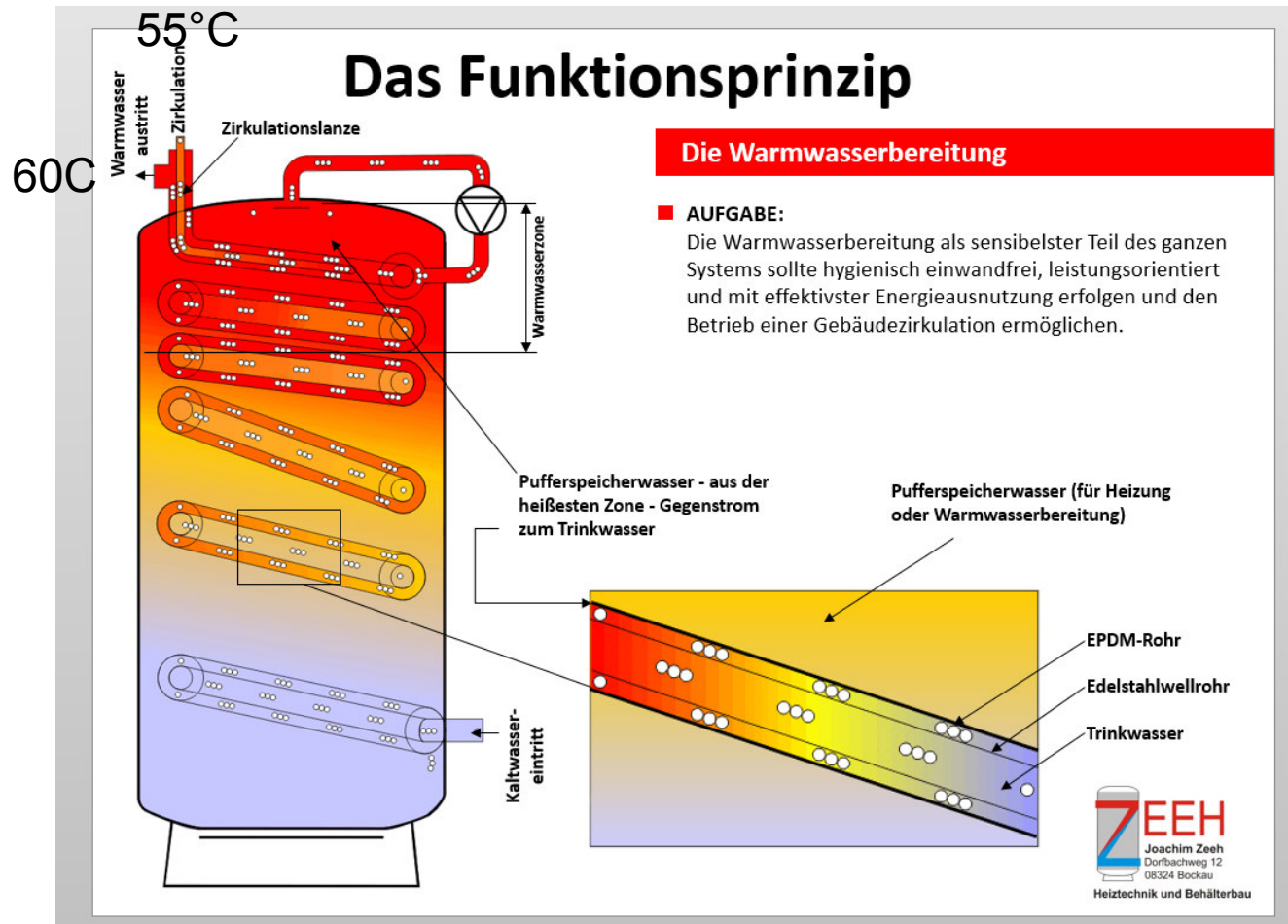
Zentrale WW Bereitung

Dezentrale WW Bereitung

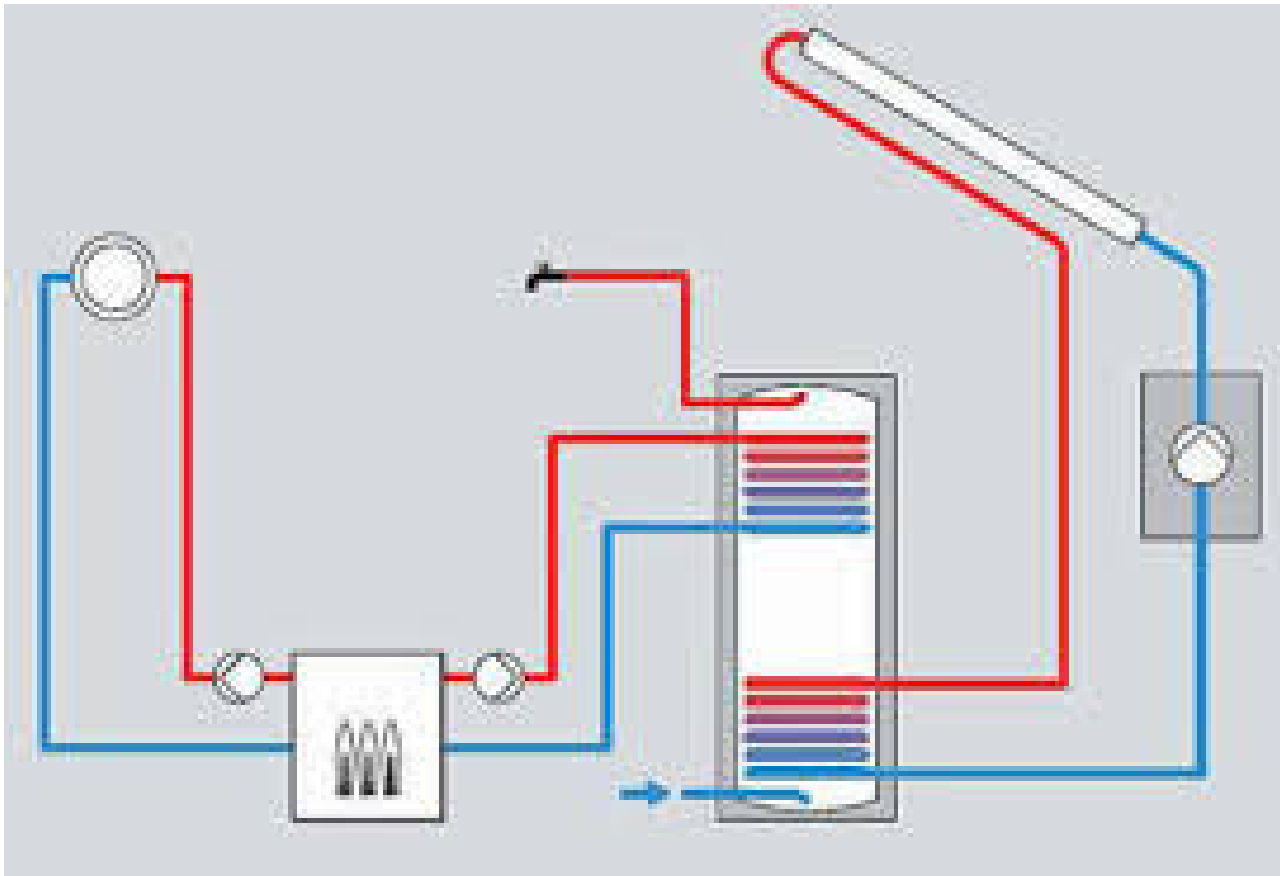
Bildquelle Ratgeber Rund um das Trinkwasser UBA



Zentrale WW Bereitung Durchlaufprinzip



Zentrale WW Bereitung Speicherprinzip



Zentrale WW Bereitung Probeentnahme



Dezentrale WW Bereitung



Durchflußmengen an Auslaufarmaturen



Durchflußmengen
1-20 Liter / Minute

entspricht

50-1200 Liter/Stunde

Wassereinsparungen
durch Mengengbegrenzung

Durchflußmengenmesser



Filterrückspülung,
Duschen alle 72 h betätigen,
Leitungsspülung,
Perlatoren und Duschköpfe
reinigen

Schlussfolgerungen aus dem Heizungscheck - Einsparpotenziale

Austausch Heizkessel und/oder Heizkörper

Fußbodenheizung (inklusive Fußboden) Wandflächenheizung

Anschluss solarthermische Anlage an das Warmwasser- und/oder

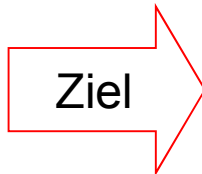
Heizsystem, inklusive Solarspeicher, Steigleitungen

Nachrüstung von Steuerungs- und Regelungstechnik, notwendige Elektroarbeiten

Nachrüstung von Wärmemengenzählern

Randbedingungen beim Kesseltausch

Bsp: Austausch Niedertemperaturkessel gegen Brennwertkessel



Wärmeversorgung durch Brennwertkessel

1. Niedertemperaturkessel
Abgastemperatur nicht unter 120°C
Schornsteinversottungsgefahr

2. Brennwertkessel
Abgastemperatur
Oel 47 °C
Gas 57°C

Einsatzbrennstoffe
Oel
Gas
Pellet seit 2009 (10% mehr
Heizleistung aus
gleicher
Brennstoffmenge)

Bsp: Austausch Niedertemperaturkessel gegen Brennwertkessel



Energiegewinn gegenüber Niedertemperaturkessel

Öl	ca. 6%
Gas	ca. 11%
Pellet	ca. 10%

Kondensationswärme

Teilkondensation / Vollkondensation LAS Schornstein

Bedingungen zur optimalen Energieausnutzung

Kessel Leistungsregelung 20 -100 %

keine Mindestumlaufmenge

Abgasanlage feuchte und säureunempfindlich

Material Polypropylen – PP

Hochtemperaturbeständig

Edelstahl

LAS Schornstein Luftvorwärmung durch Abgase

Randbedingungen beim Kesseltausch



Heizungsanlage

Ableitung des Kondensates mit Neutralisation ins Abwassernetz
bei 100% Kondensation ca. 1 Liter/ Liter Heizöl 1,5 Liter/m³Gas
technisch realistisch 50-70 % Kondensation

niedrige Rücklauftemperaturen

Flächenheizungen

Heizflächen mit entsprechender Größe

(Vorhandene Heizflächen nach bautechnischer Sanierung)

Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage nach Heizlastberechnung

Durchlaufmenge des Heizwassers

Überströmventile ausbauen

4 Wegemischer stilllegen

Wasserweichen einregulieren oder besser Entfernen (Mindestumlaufwassermenge beachten)

Brennwertkessel wandhängend



Beispiel Heizungsregelung

- Austausch alter Thermostat-Köpfe ohne CEN-Kennzeichnung gegen moderne Thermostat-Köpfe
- Zeitsteuerung für die individuelle zeitabhängige Steuerung der Raumtemperatur von Radiatoren- und Flächenheizungen (Fußboden)
- Elektronische Raumtemperaturregelsysteme für Radiatoren- und Flächenheizungen (Fußboden)

**Pro Grad Raumtemperatur
müssen Sie
mit 6% höheren Heizkosten
rechnen.**



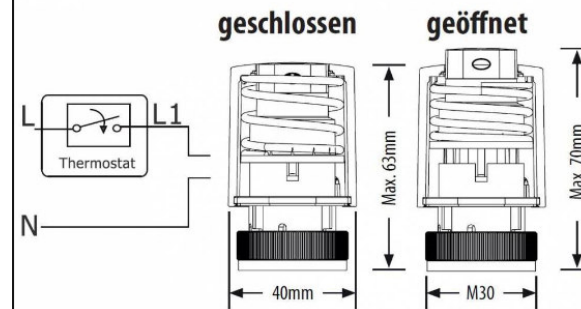
Bedarfsgeführte Raumtemperaturregelung am Heizkörper. Am zentral zu bedienenden Regler können die Absenkezeiten für einzelne Raumzonen eingestellt werden.

Raumheizungsregelung

Thermischer Stellantrieb Behördenmodell mit fester Obergrenzen Einstellung
Elektrischer Stellantrieb 12V, 220V (Motorantrieb, therm. Gesteuert)
Funk gesteuerter Stellantrieb•



Stromanschluss



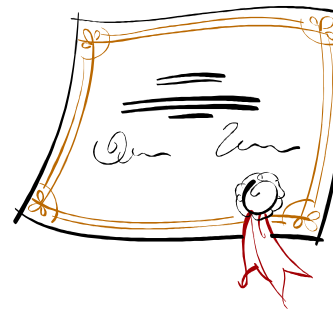
§6, Anhang 4 „Anforderungen an die Dichtheit und Mindestluftwechsel“

A Materialanforderungen



Fugendichtheitsklassen von
Außenfenstern-,
Außentüren,
Dachgläser
Mauerwerk / Umfassungskonstruktion

B Überprüfung tatsächlicher Luftwechsel mittels Messverfahren „Blower-Door-Test“



Luftwechselzahl = theor. Annahme

Die in der Bauphysik verwendete Luftwechselzahl n gibt an, wie oft das vorhandene Nettoraumvolumen theor. in einer Stunde mit der Außenluft ausgetauscht wird.

Der Mindestluftwechsel in Wohnräumen
ZIEL:

0,5 h⁻¹
CO₂-Ausgleich, Feuchteabfuhr
Schadstoffabfuhr

ZIELUMSETZUNG:

Fensterlüftung,
mechanische Lüftungsanlagen
Früher: Nebeneffekt einer Ofenheizungen

Berücksichtigung Mindestluftwechsel bei der Ermittlung des Wärmebedarfes:

Gebäude mit mechanischer Lüftung
ohne mechanische Lüftung

Mindestluftwechsel für Personen

20m³/h P
40m³/h P beachten

Die Luftdichtheit der Außenhülle ist **bautechnisch** ein Qualitätsmerkmal für das gesamte Bauwerk

- Schadensfreiheit, Erfüllung Energieeinsparung, thermischer Komfort + Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugluft
- Schallschutz, nachhaltige Bauqualität, **Feuchteschutz, Schadstoffabfuhr CO₂**
- unkontrollierter Lüftungswärmeverlust

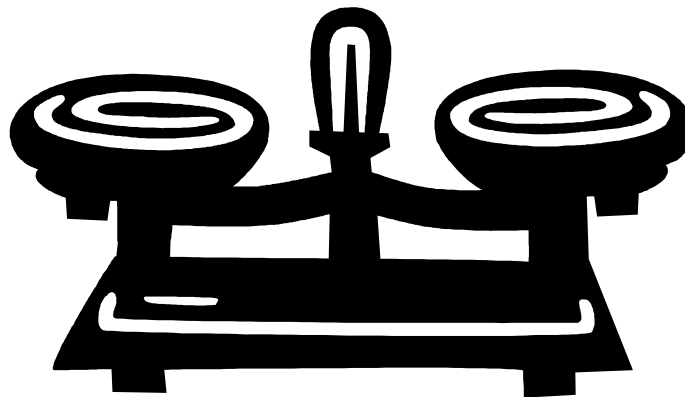
Nachteile eines luftdichten Gebäudes:

- Vorsicht: Schimmel! mieterspezifisches Lüftungsverhalten
- mangelnde Lufthygiene durch mangelnde mechanische Lüftung

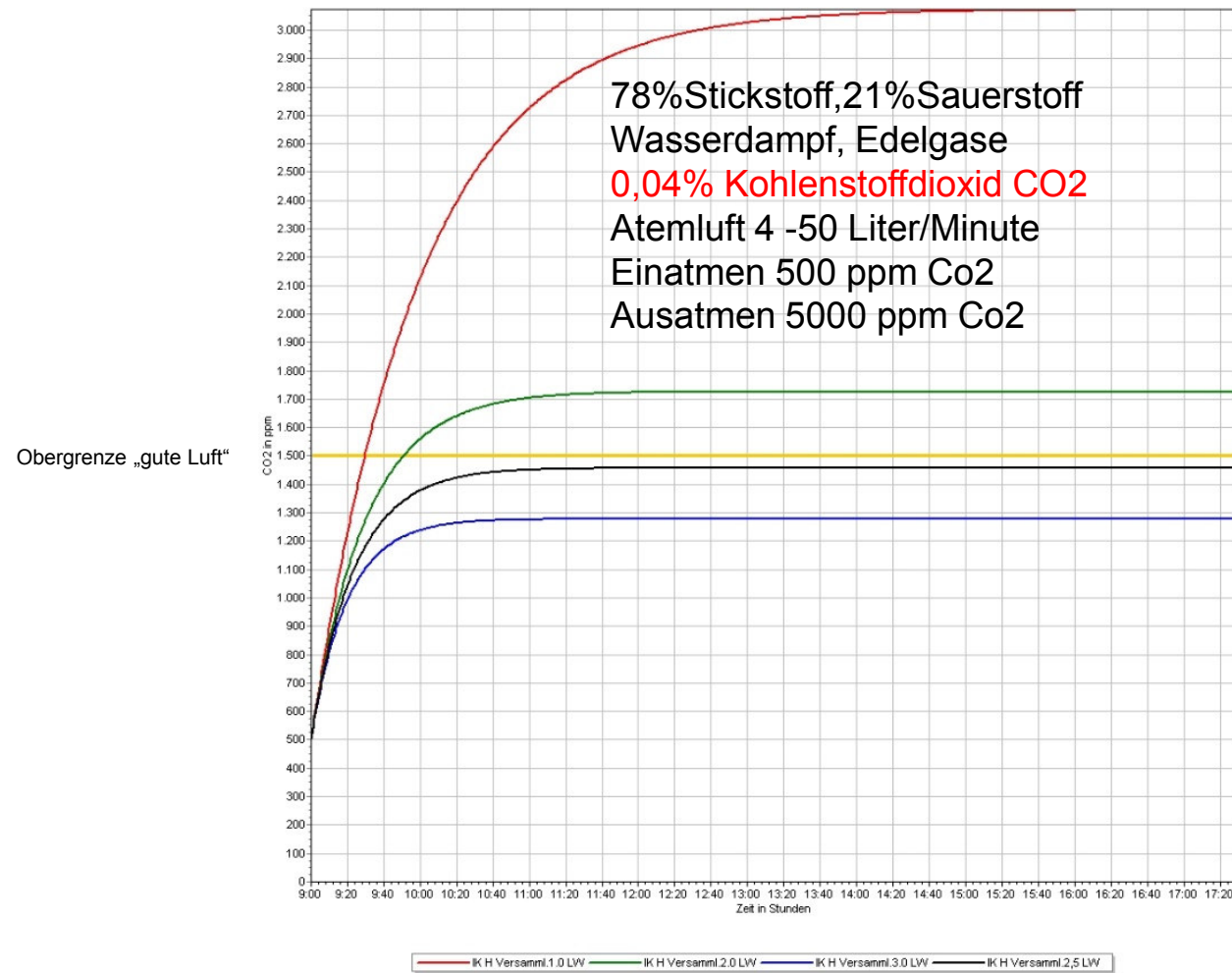
Luftdichtes Gebäude

Mindestluftwechsel für
Hygiene und Gesundheit

Luftdichtheit für Wärme- und
Feuchteschutz



Warum Lüften? CO2 Bilanzbeispiel



Beispiel: Feuchtebilanz Sanierung im Wohnungsbau

Ziel

Modernisierung bei gleichzeitiger Erhöhung der Energieeffizienz

Die praktische Umsetzung:

- Auswechslung örtlicher Feststoffheizung zur Zentralheizung
- Fenstertausch
- Vollwärmeschutz
- Sanierung Dach
- Abriss der Schornsteine



Ergebnis der Modernisierung



Schimmelbildung aufgrund
fehlender Raumlüftung und
Raumheizung



Feuchtigkeitsquellen

	Feuchtigkeitsabgabe pro Tag
Mensch	1,0 – 1,5 Liter
Kochen	0,5 – 1,0 Liter
Duschen, baden (pro Pers.)	0,5 – 1,0 Liter
Wäschetrocknen (4,5 kg) geschleudert	1,0 – 1,5 Liter
tropfnass	2,0 – 3,5 Liter
Zimmerblumen, Topfpflanzen	0,5 – 1,0 Liter

Ergebnis der Modernisierung 2



Schimmelbildung im
Bereich
Fenstersturz



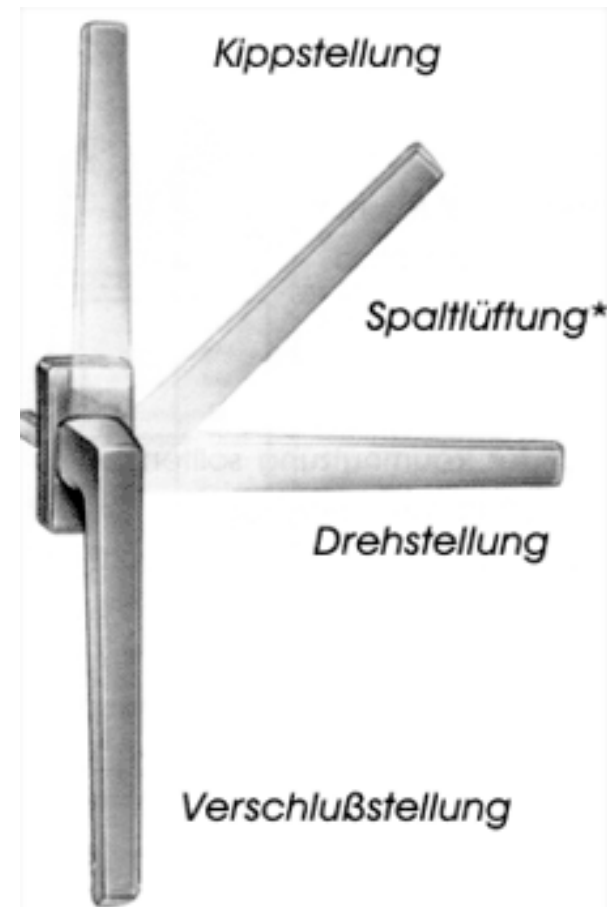
Die Fensterfunktionen

- Verschlussstellung unten
- Drehstellung waagrecht
- Kippstellung oben.
- Als Sonderoption verfügen Sie auf Wunsch auch über eine Spaltlüftung.

Die Faustregel für's richtige Lüften während der kalten Jahreszeit:

Zwei Mal täglich, maximal fünf bis zehn Minuten ..pro Raum.

Je kälter es draußen ist, umso kürzer, da der Luftaustausch rascher vor sich geht.

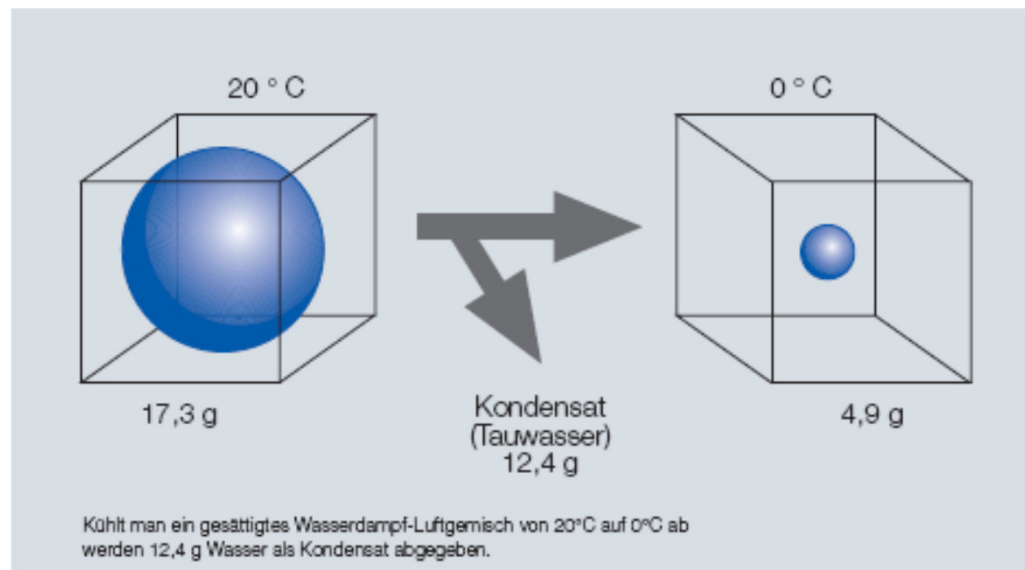


Einfache Ermittlung des Raumklimas anhand von Hygrometern

Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft.

Dadurch wird mehr Energie benötigt um warme Luft zu erwärmen, wenn die Luftfeuchtigkeit zu hoch ist.

Die relative Luftfeuchtigkeit sollte bei 30% bis max. 60% liegen.



Energieverlustsuche - Alternativen

Hilfsmittel:

Rauchspender,
Luftgeschwindigkeitsmesser, Thermografie

Federn am Bambusstab

Infrarot-Temperaturmesspistole zur Aufnahme der Oberflächentemperatur

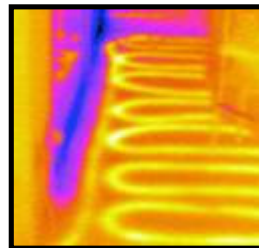


Heizenergie Leckstellensuche

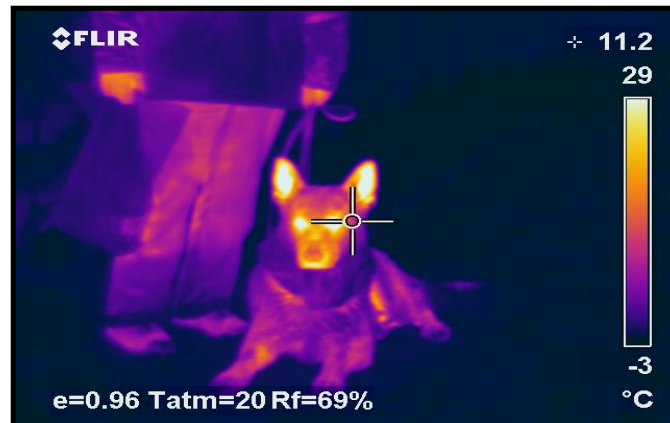
Thermografie

Thermografie

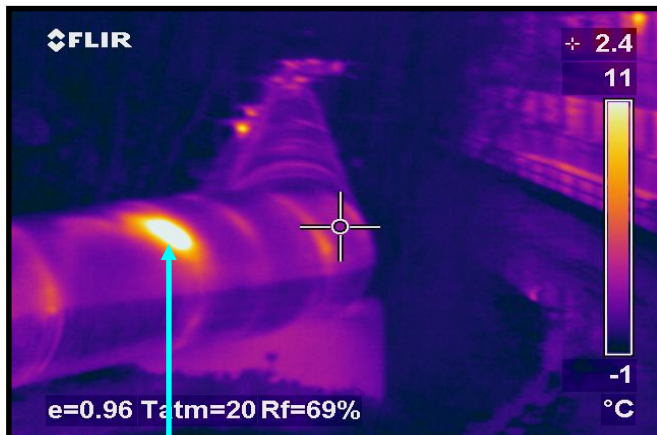
Thermografie = Sichtbarkeit der Infrarotstrahlung von Körpern / Objekten
= Sichtbarkeit der Wärmestrahlung / Wärmeverluste



Anwendung:
Gebäudethermografie,
Industriethermografie

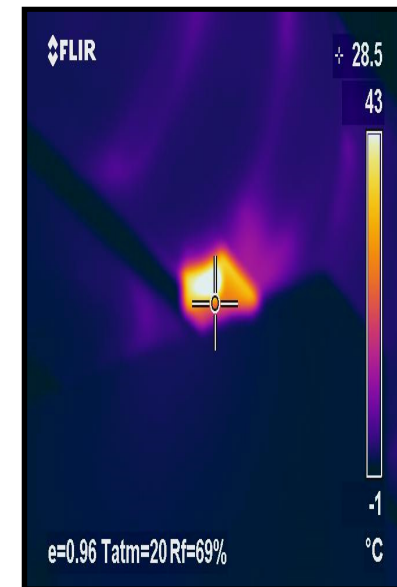
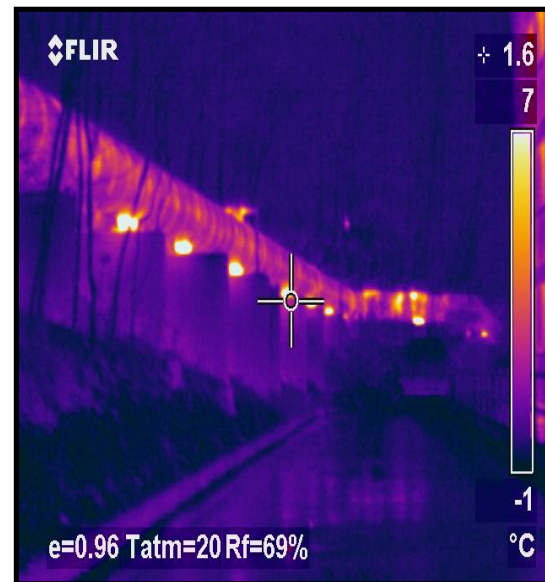


Schwachstellenanalyse an einer Fernwärmetrasse



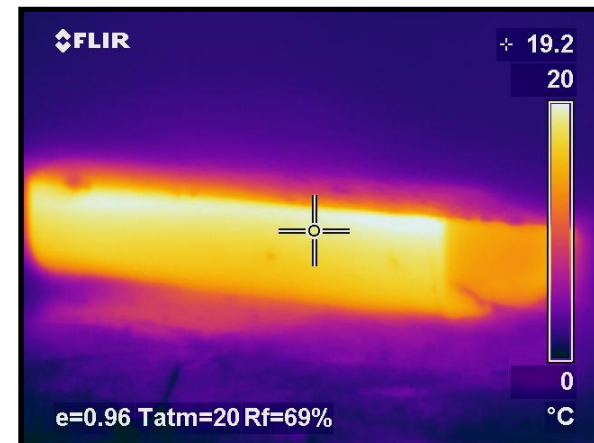
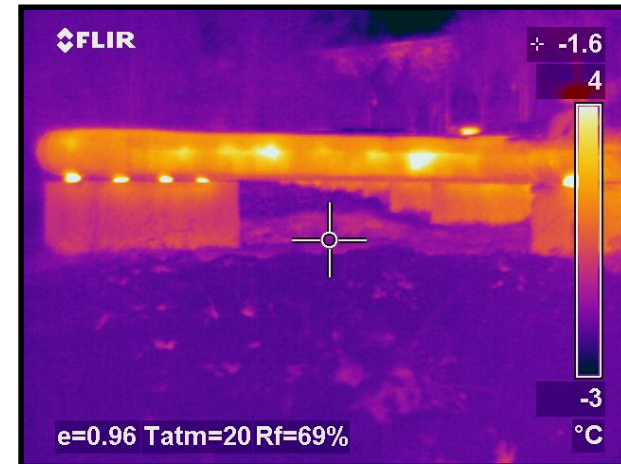
fehlende Dämmung

Hohe Wärmeverluste im
Auflagerbereich.



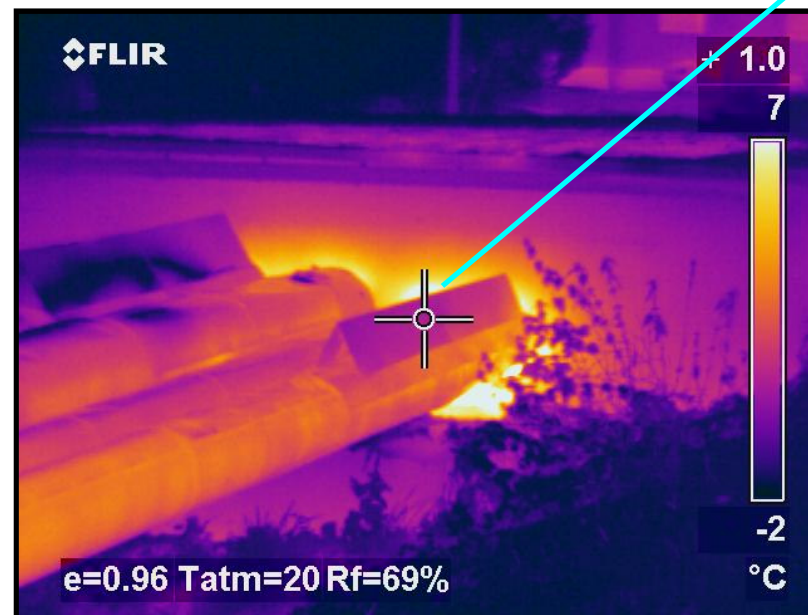
Industriethermografie

Schwachstellenanalyse an einer Fernwärmetrasse



Industriethermografie

delta T = 9 K

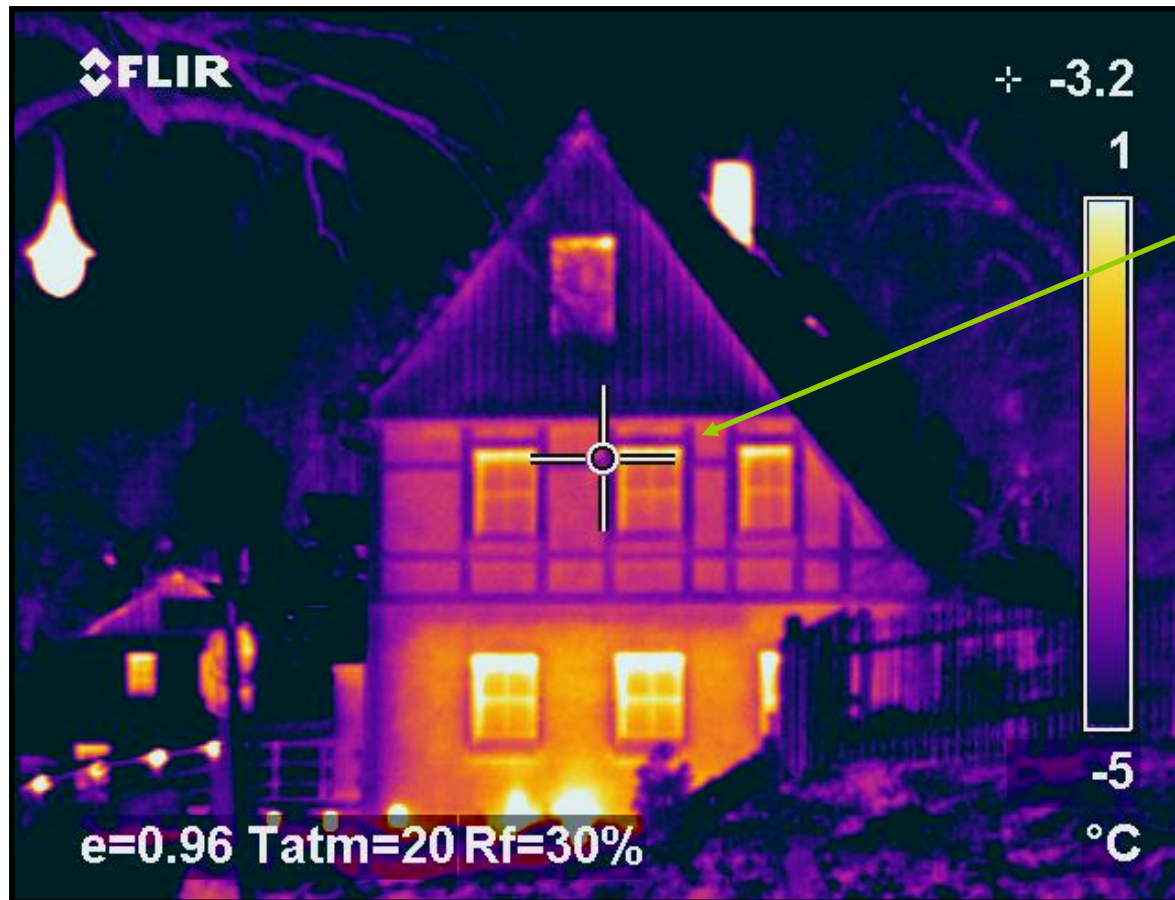


Industriethermografie

Bsp.: Wärmeverluste im Bereich ungedämmter Rohrabschnitte

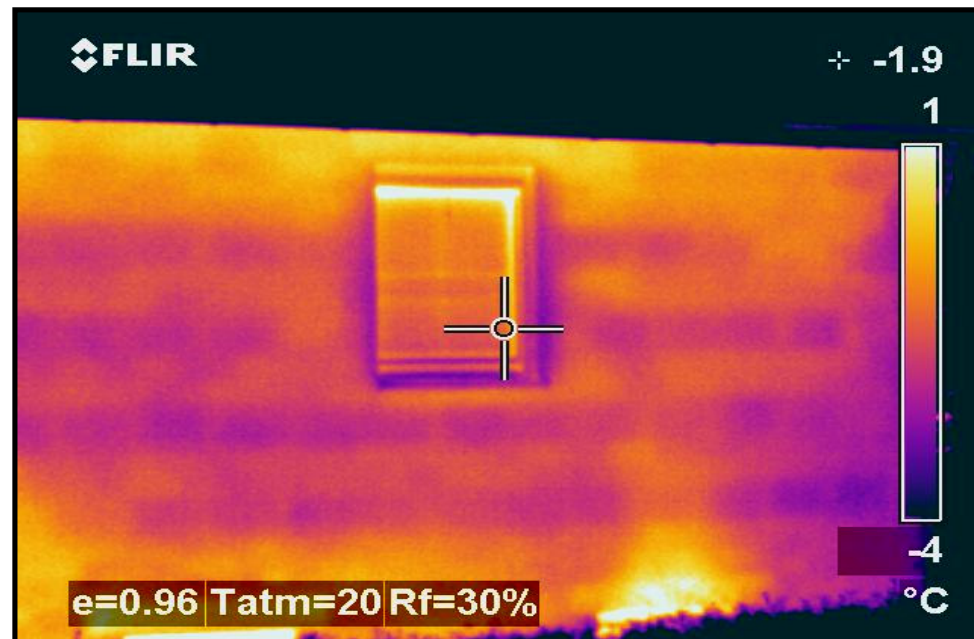


Gebäudethermografie



Wärmeverluste
Bausubstanz

Gebäudethermografie

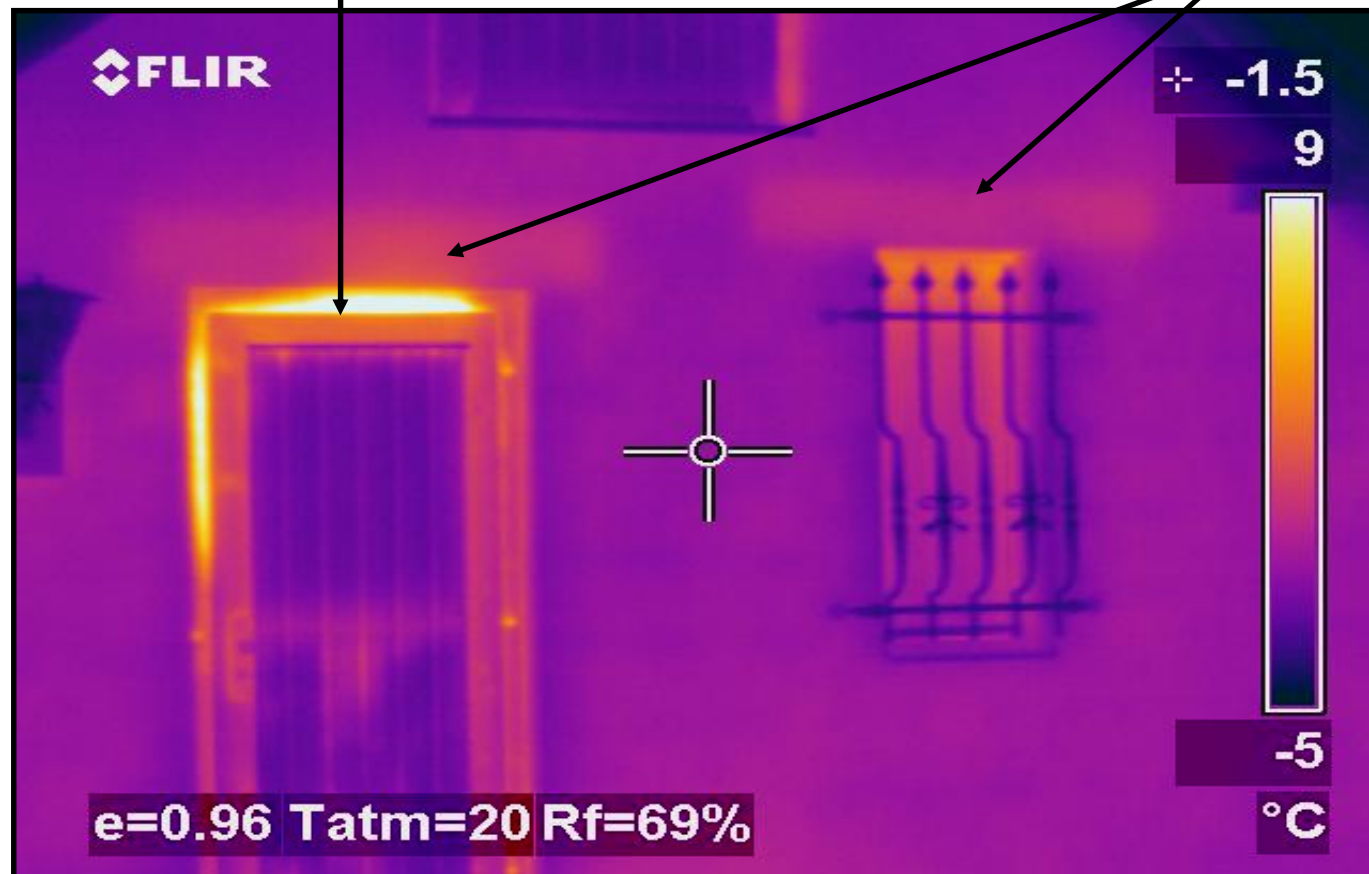


Schichtenmauerwerk mit unterschiedlichen Wärmedurchgangswerten
Möglichkeit zur U- wert Bestimmung vorhandener Bausubstanz

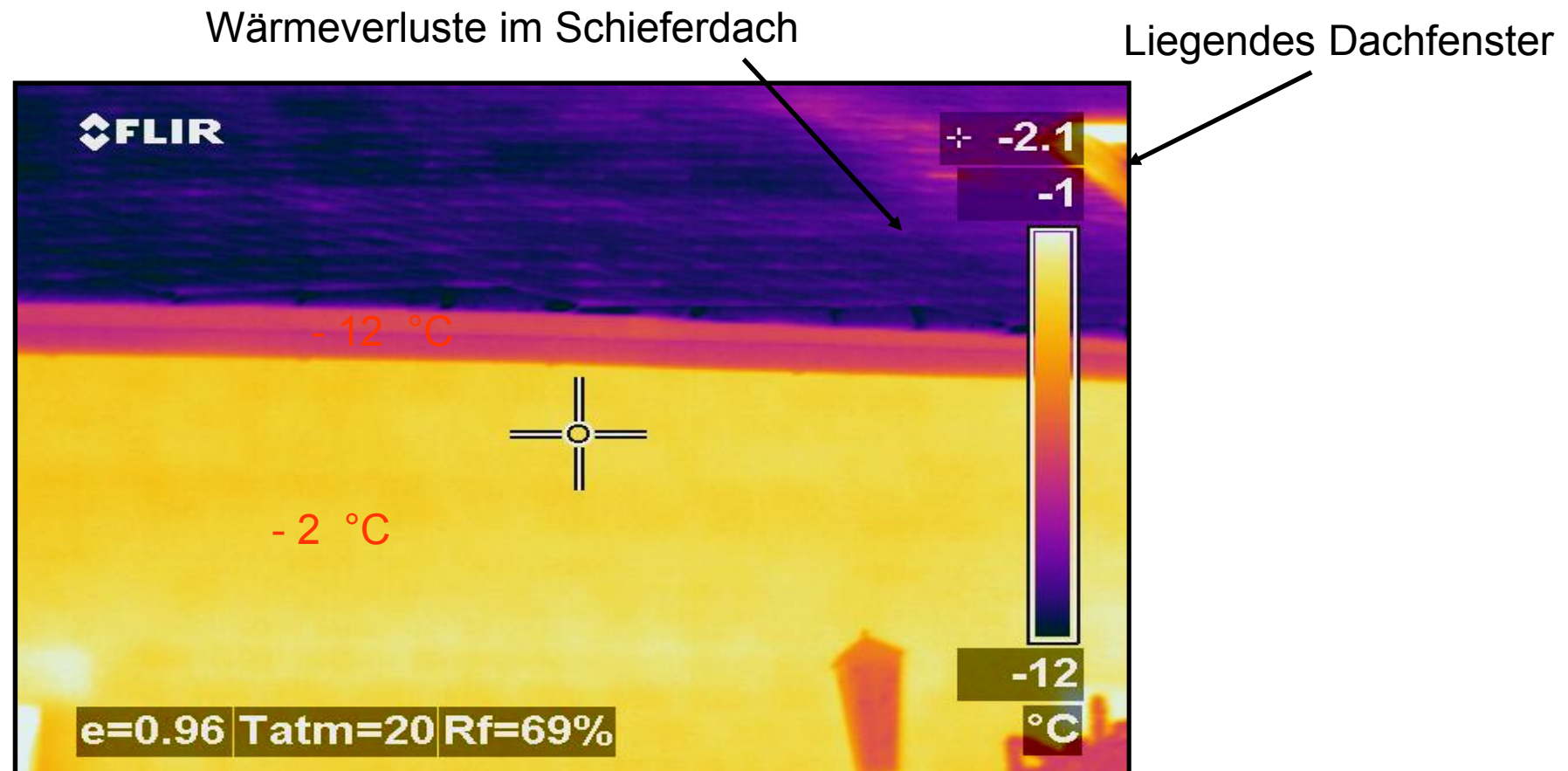
Gebäudethermografie

Undichte Hauseingangstür

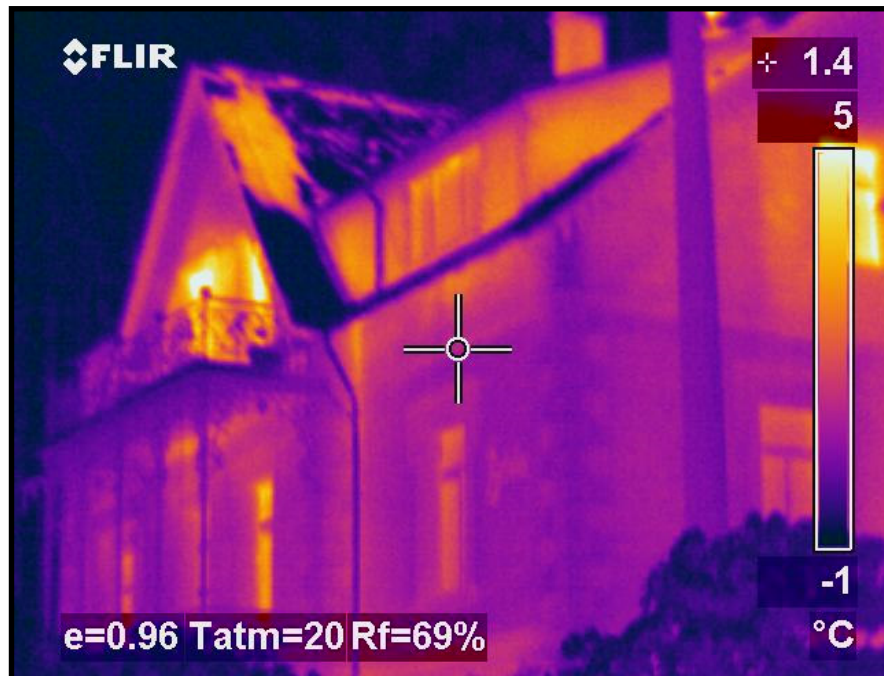
Lageerkennung der Betonstürze



Gebäudethermografie



Gebäudethermografie



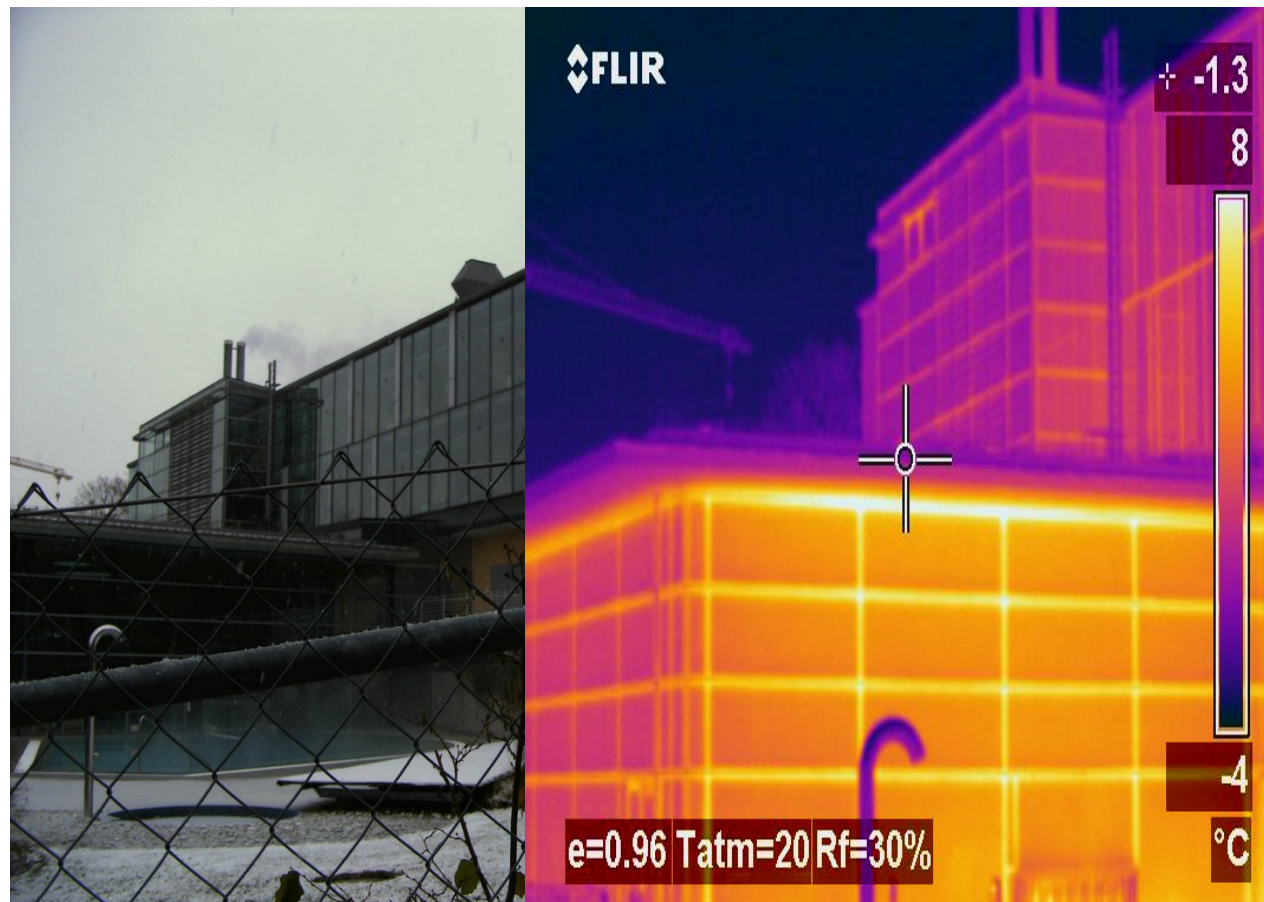
Wärmeverluste im Dachbereich

Folge: Bildung von Eis
durch Schneeschmelze im
Warmbereich

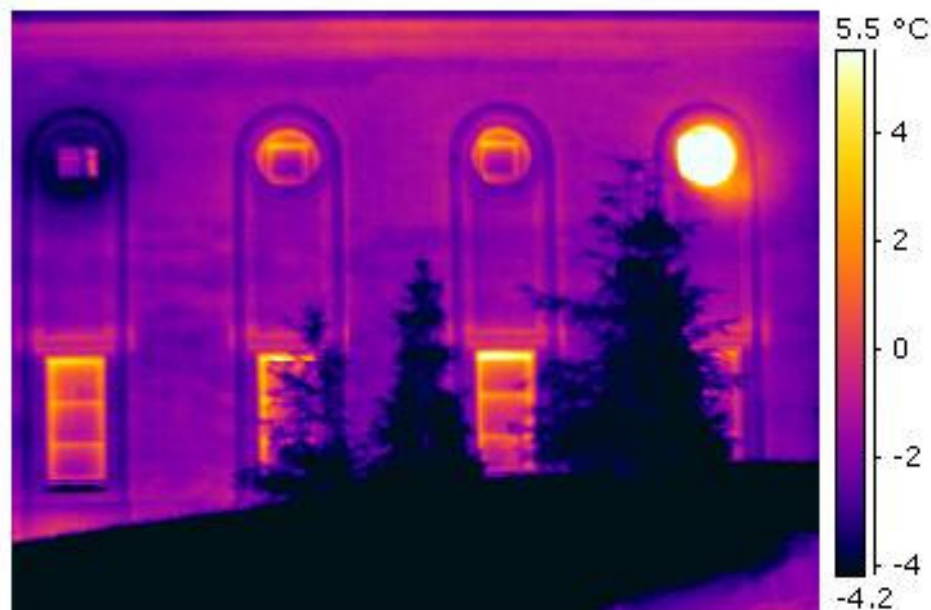
Gebäudethermografie



Gebäudebeurteilung bei
Eigentümerwechsel



Gebäudethermografie



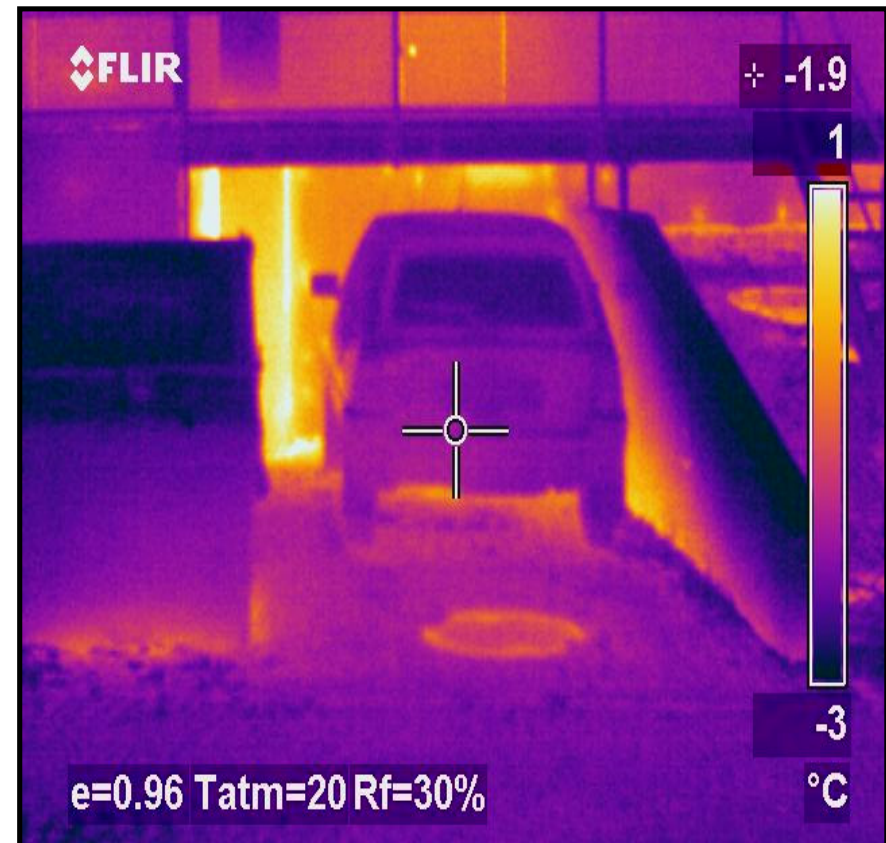
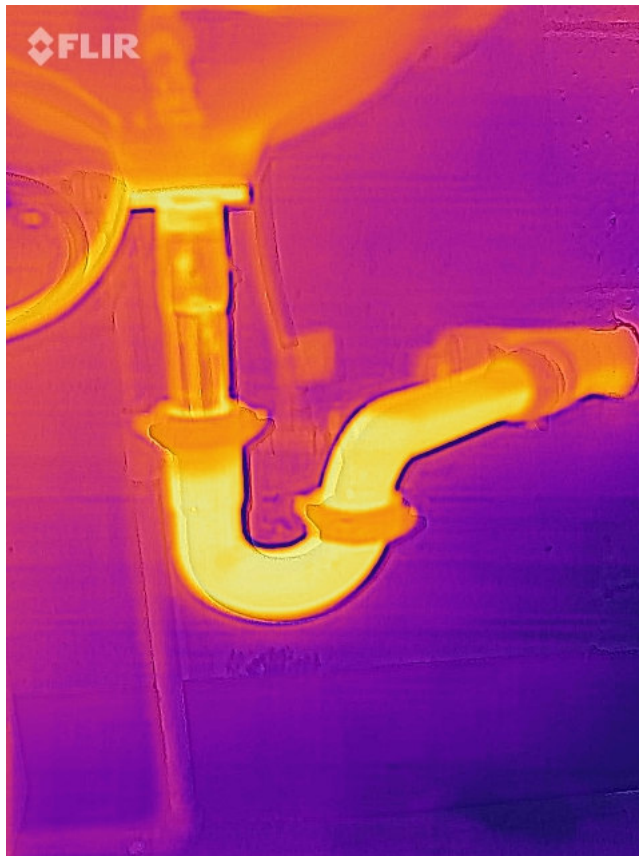
Zu- und Fortluft

Lüftungsöffnungen

König-Albert-Theater Bad Elster

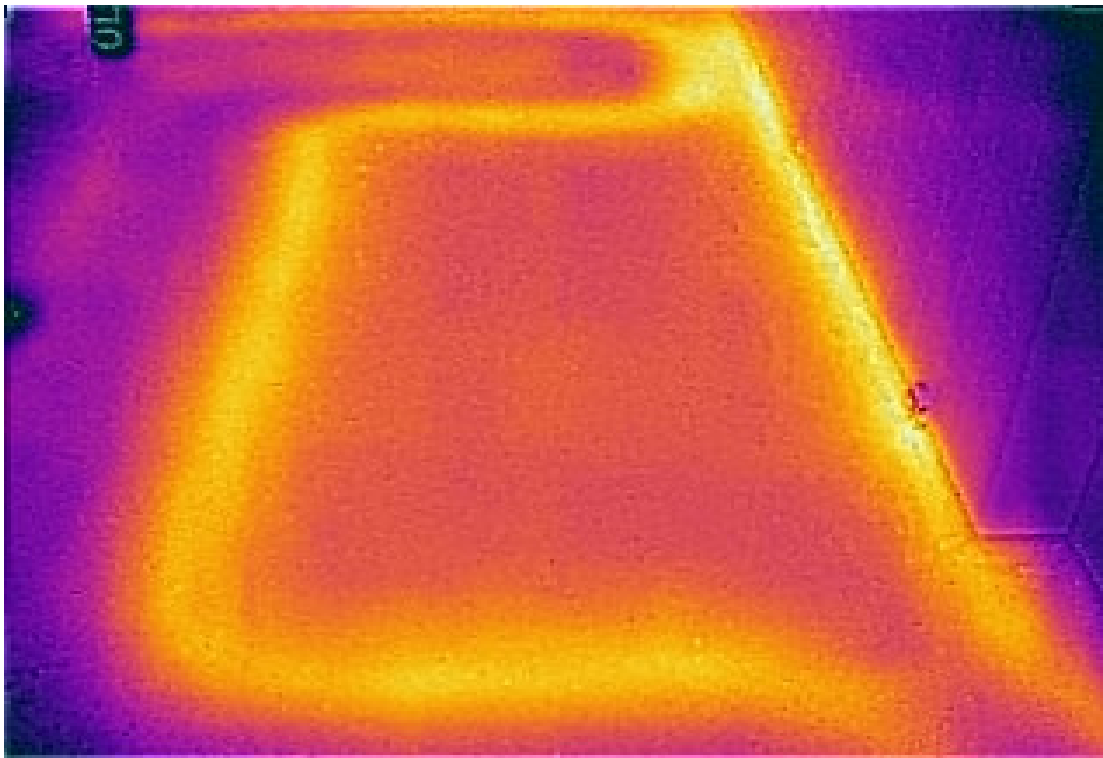
Gebäudethermografie

Erkennen von Abwasserleitungen



Gebäudethermografie

Erkennen von Rohrleitungen im Fußboden

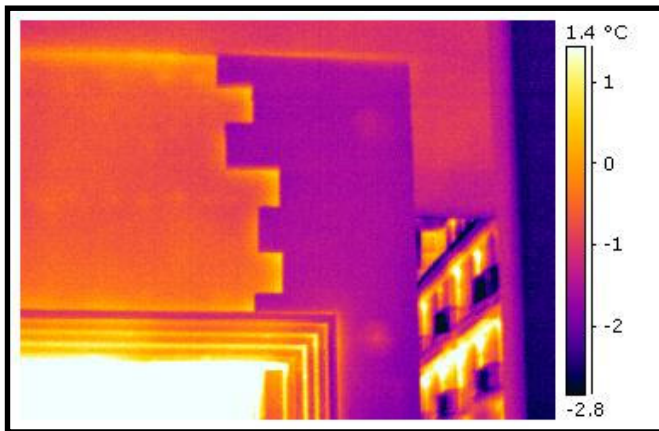


Gebäudethermografie

Thermografiebericht Kolonnaden Bad Elster



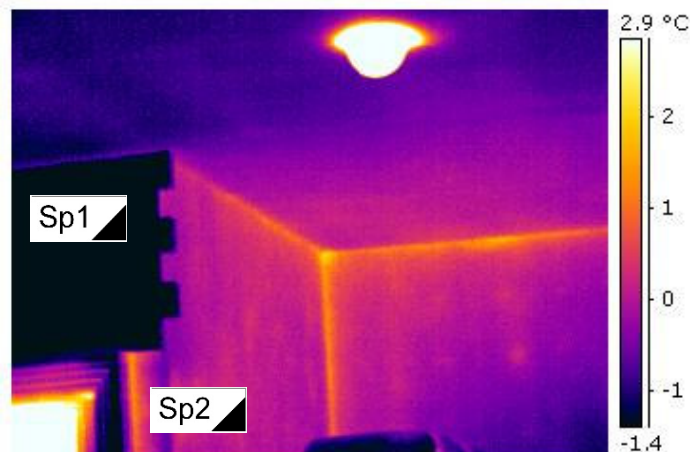
Am Standort Ecke Buchladen (Laden Nr.: 7) ist der konstruktive Aufbau dargestellt.
Auf die vorhanden Leichtbaufassade bestehend aus Holzständerkonstruktion mit beiderseitig beplankten Holzwolle Leichtbauplatten wird die Wärmedämmfassade mittels Spachtelung aufgebracht. Anschließend wird eine 3mm Starke Glasfaserseitengewebearmierung mittels Klebemörtel auf die vorhandene Dämmung aufgebracht. Die Endbeschichtung erfolgt mit Mineralputz auf die Armierungsschicht.



Thermografiebericht Kolonnaden Bad Elster



Messpunkt Sp1 zeigt die vorhandene Wärmedämmung mit aufgebrachtem Glasfaserseitengewebe mit Spachtelung. Die Wärmebrücken aus dem Bereich Laden 8 und Laden 7 sind deutlich sichtbar. Weiterhin wird auch am Bild sichtbar, dass die Wärmebrücken im Dachbereich noch nicht beseitigt sind.

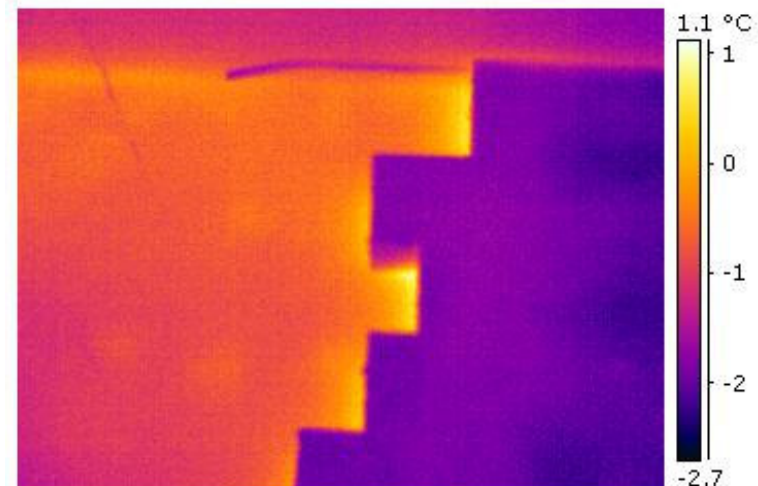
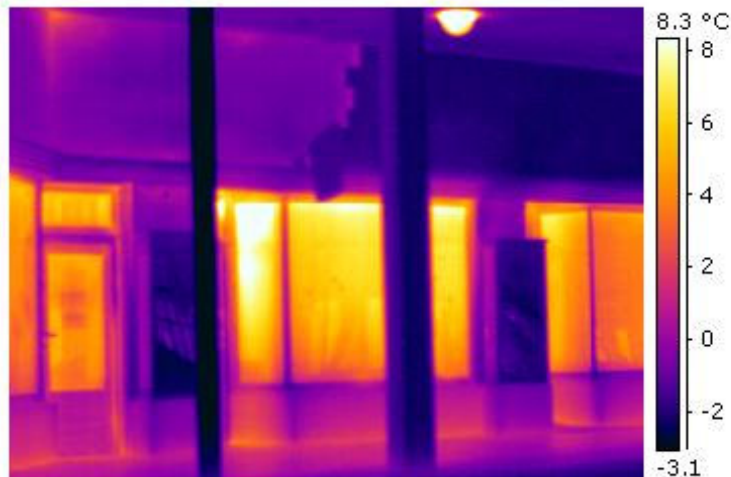


Messpunkt	Wert °C
SP1	-2,0
SP2	0,5
Dateiname:	IR_0023.jpg
Erstellungsdatum:	18.11.2005
Außentemperatur:	ca. - 2,5 °C

Thermografiebericht Kolonnaden Bad Elster



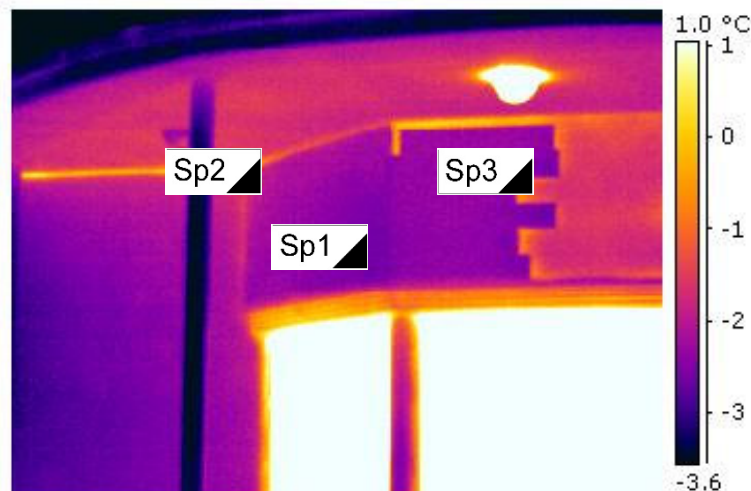
Gut Erkennbar sind die vorhandenen Wärmebrücken im nicht saniertem Teil der Fassade. Wärmebrücken auf Grund der im gesamten Verkaufsbereich vorhandenen Einfachverglasungen der Schaufenster sind mit Oberflächentemperaturen von über 6°C bis stellenweise über 10°C , deutlich erkennbar. Auf die Situation ist bei der geplanten Sanierung der Schaufensterbereich besonders zu achten.



Thermografiebericht Kolonnaden Bad Elster



Die Dämmfassade ist noch unvollendet.
Wandanschlüsse sind noch besser auszuführen,
insbesondere kommt aus der Dachkonstruktion
heraus ein deutlicher Wärmeverlust für diesen
Ladenbereich.



Messpunkt	Wert °C
SP1	-2,7
SP2	1,3
SP3	-0,8

... Und zum Schluss

Die meisten Manager machen mit

40 Schlapp

Wir halten durch

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !
Jochen Hüller

Ingenieurbüro Jochen Hüller
Alte Roßbacher Str. 5
08645 Bad Elster

Tel.: 037437 -5520 www.ib-hueller.de
Fax: 037437 – 55220 info@ib-hueller.de

Jahres-Primärenergiebedarf Früher und Heute



$$Q = k * A * (t_{\text{außen}} - t_{\text{innen}})$$



Angabe in $\frac{\text{kWh}}{\text{a} \cdot \text{m}^2}$

Thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung oder Kombination Warmwasser + Heizungsunterstützung

