

ENERGY@SCHOOL
ENERGIEOPTIMIERUNG
UND
VERHALTENSÄNDERUNG
IN SCHULEN MITTELEUROPAS



WAS WIR TUN?

ENERGY@SCHOOL ist ein länderübergreifendes Kooperationsprojekt, welches über das Programm „Interreg CENTRAL EUROPE“ finanziert wird. Das Hauptziel von ENERGY@SCHOOL ist es, die Kapazität im öffentlichen Sektor zu erhöhen, smarte Energieschulen zu errichten. Lehrer und Schüler werden zu so genannten „Senior und Junior Energy Guardians (EGs)“ ausgebildet. Die 12 Projektpartner aus 7 europäischen Ländern behandeln folgende Themen:

- Förderung des Kulturwandels in Energiefragen
- Beschleunigung der Entwicklung hin zu smarten Energieschulen
- Stärkung der Fähigkeiten und Fertigkeiten im Bereich der Energieeinsparung

Das Projekt startete im Juli 2016 und endet im Juni 2019.



7
LÄNDER

12
PROJEKTPARTNER

9
REGIONEN

2.6
MIO. PROJEKTBUDET

TAKING
COOPERATION
FORWARD

Interreg



CENTRAL EUROPE

European Union
European Regional
Development Fund

ENERGY@SCHOOL

TAKING
COOPERATION
FORWARD



Amt für Umweltschutz | 12.10.2017



Schulung der Senior Energy Guardians



energy@school | PP 9 Landeshauptstadt Stuttgart | Sandra Langer

- Hintergründe Energie und Klima
- Energiemanagement der Stadt Stuttgart
- Energetische Vorgaben
- Systeme von haustechnischen Anlagen
- Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit
- Einsparung von Energie und Energiekosten
- Nutzersensibilisierung



- **Hintergründe Energie und Klima**
- Energiemanagement der Stadt Stuttgart
- Energetische Vorgaben
- Systeme von haustechnischen Anlagen
- Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit
- Einsparung von Energie und Energiekosten
- Nutzersensibilisierung



Gemeinsam für weltweiten Klimaschutz



Klimaschutz-Abkommen von Paris

- Erderwärmung auf deutlich **unter 2°C** begrenzen, möglichst auf **unter 1,5°C**
- **Globale Treibhausgasneutralität** in der zweiten Jahrhunderthälfte
- Anspruchsvollere Klimaschutzpläne **alle fünf Jahre**
- **Unterstützung für Entwicklungsländer** bei Klimaschutz und Anpassungen

Was unternimmt Deutschland?

- Klimafreundliches Bauen und Wohnen
- Energiewende von Atomkraft & fossilen Brennstoffen hin zu Erneuerbaren Energien
- Energieeffizienz und Innovation
- Klimaschutz in Landwirtschaft und Landnutzung
- Förderung einer nachhaltigen Mobilität

Sept. 2016
www.bmub.bund.de

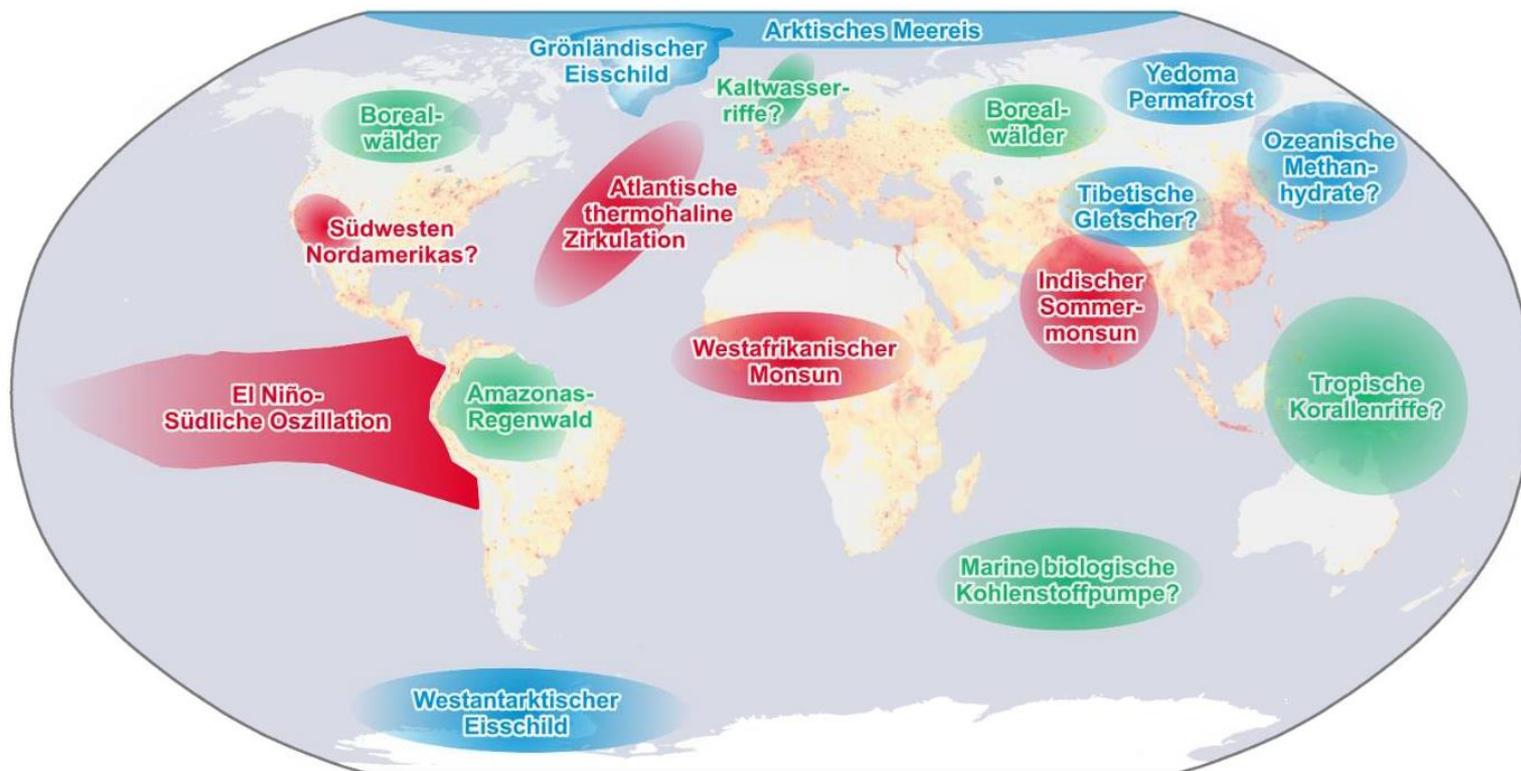
COP 22 in Marrakesch
COP 23 in Bonn 06.11.-17.11.2017

Am 8. Mai 2017 war Georgien der 145. Staat der die Ratifizierung vorgenommen hat. (entspricht 83 % der globalen Emissionen)

TAKING COOPERATION FORWARD

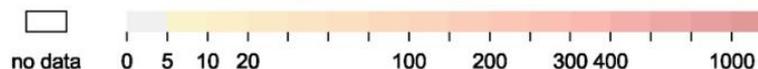


KLIMARELEVANTE UNTERSYSYSTEME

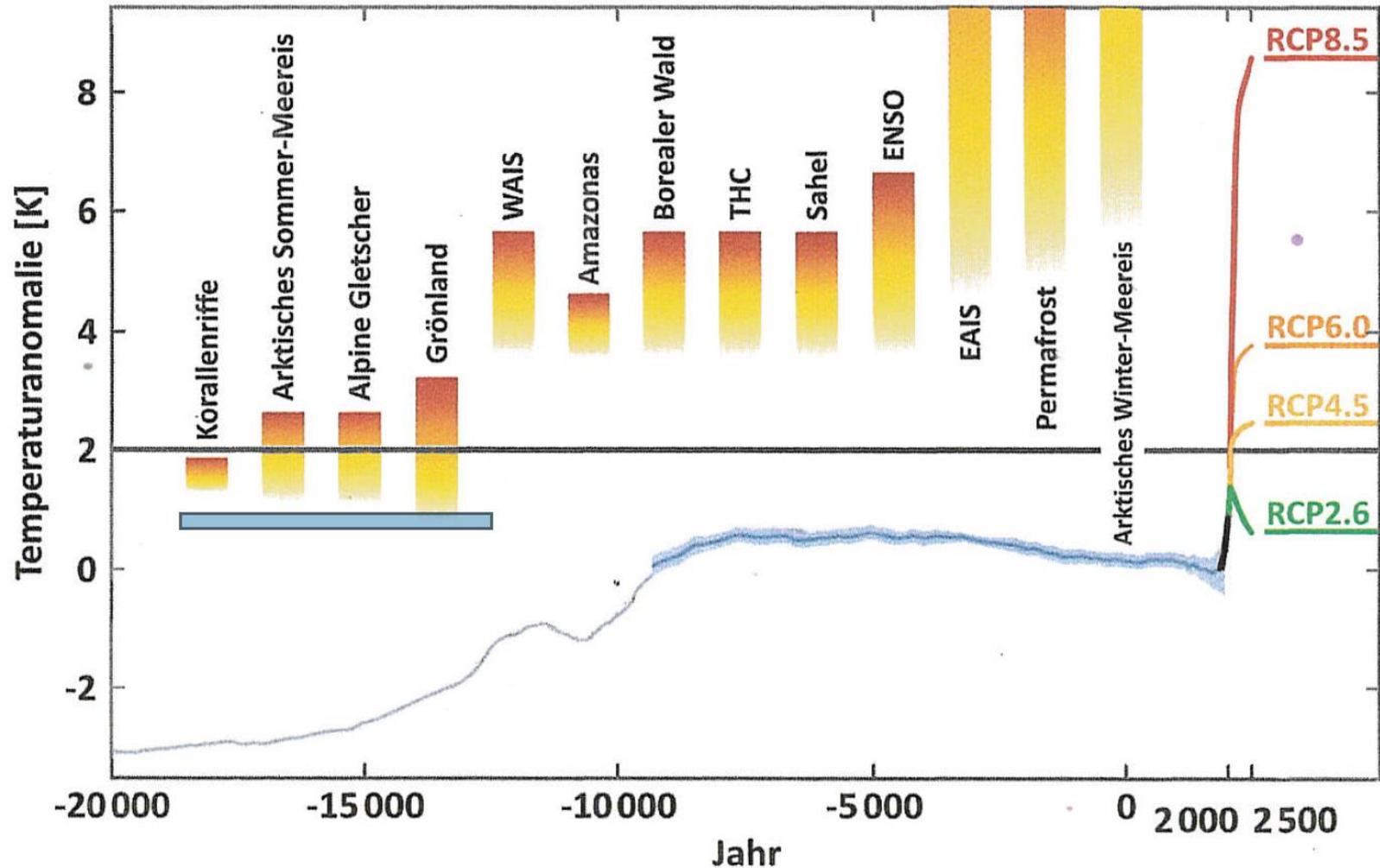


-  Eiskörper
-  Strömungssysteme
-  Ökosysteme

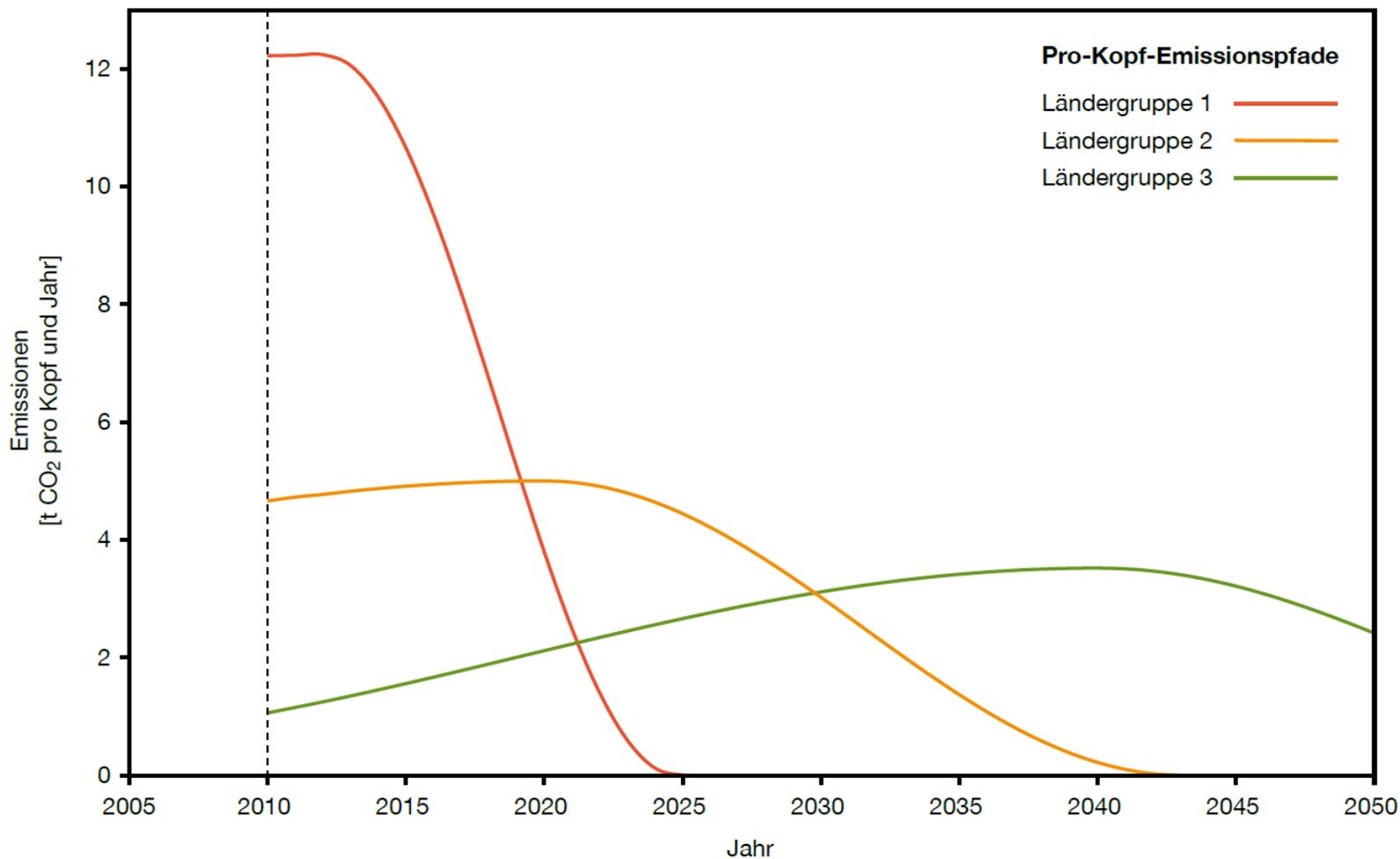
Bevölkerungsdichte [Einwohner pro km²]



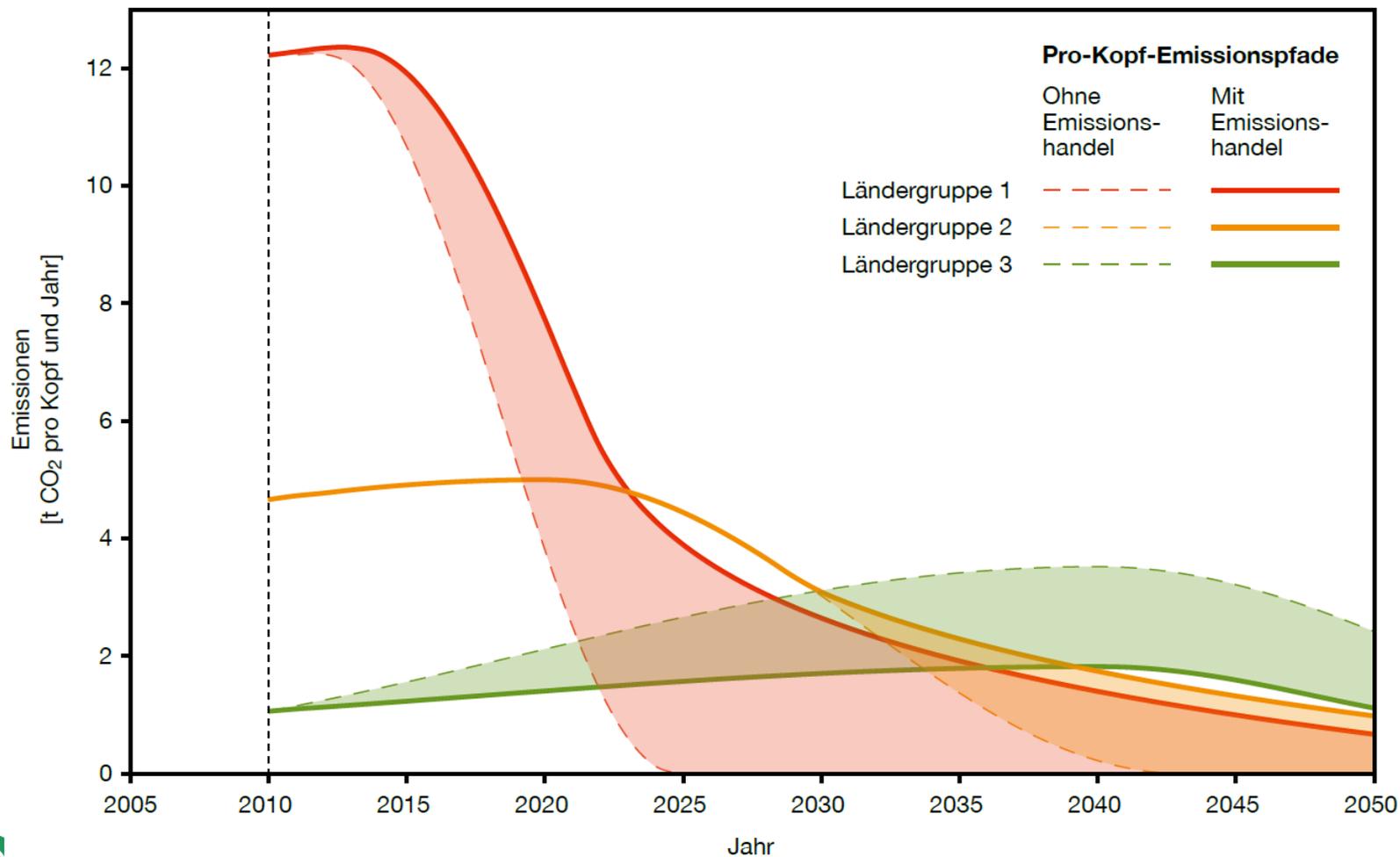
KIPPPUNKTE DER UNTERSYSTEME



PRO KOPF EMISSIONSVERLAUF



PRO KOPF EMISSIONSPFAD (EMISSIONSHANDEL)





Reine Lippenbekenntnisse

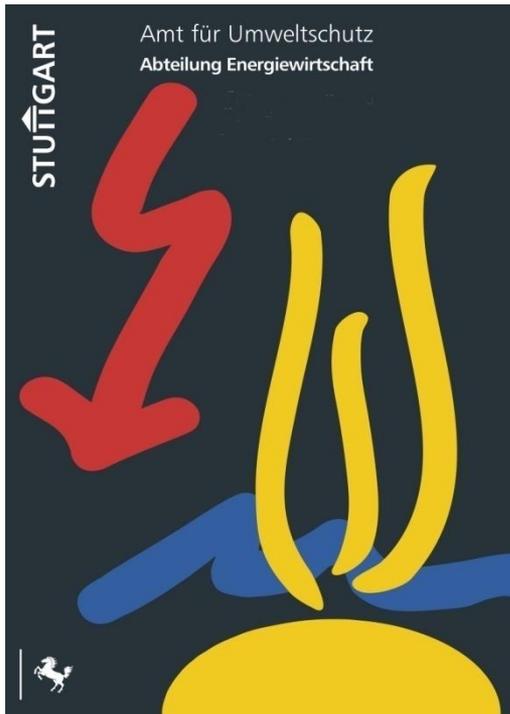


- Hintergründe Energie und Klima
- **Energiemanagement der Stadt Stuttgart**
- Energetische Vorgaben
- Systeme von haustechnischen Anlagen
- Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit
- Einsparung von Energie und Energiekosten
- Nutzersensibilisierung



HAUPTAUFGABEN DER ABTEILUNG ENERGIEWIRTSCHAFT

Zentrale Bearbeitung des **Energiethemas** vom Entwurf eines Gebäudes, über Planung und Betrieb bis hin zum Abriss/Verkauf



- Überwachung des Energie- und Wasserverbrauchs
- Beratung der technischen Dienste, Hausmeister, sowie der Ämter und Eigenbetriebe
- Energiebeschaffung (Verhandlung mit EVU's,...)
- Controlling der Energielieferung
- Maßnahmen zur Energie- und Wassereinsparung
- Projekte zur Veränderung des Nutzerverhaltens
- Forschungs- und Demonstrationsvorhaben
- Erarbeitung von Leitlinien zum Energie- und Wasserbereich
- Mitwirkung bei Neubauvorhaben im Stadtgebiet von Stuttgart
- Öffentlichkeitsarbeit



- Architektenwettbewerben
- Bebauungsplanverfahren
- Abschluss von städtebaulichen Verträge/Kaufverträgen
- Neubauvorhaben von städtischen Gebäuden
 - Startgespräch mit Planern
 - Baubeginn
 - Gebäudeübergabe
- Sanierung bestehender Gebäude
- Betrieb energie- und wasserverbrauchenden Einrichtungen
- Prüfung der Einhaltung von Gesetzen und Verordnungen



607.000 Einwohner

Siedlungsfläche: 207 km²

Siedlungsdichte:

ca. 2.830 Einwohner pro
km² Siedlungsfläche

zu reinigende Ablaufwasser-
menge: 100 Mio. m³/a

städtische Gebäude

1.326 Gebäude (beheizte Fläche: 2,3 Mio. m²) mit 2.212 Bedarfsstellen

189.431 MWh/a Strom

255.017 MWh/a Wärme

1,7 Mio. m³/a Wasser



37,4 Mio. Euro/a

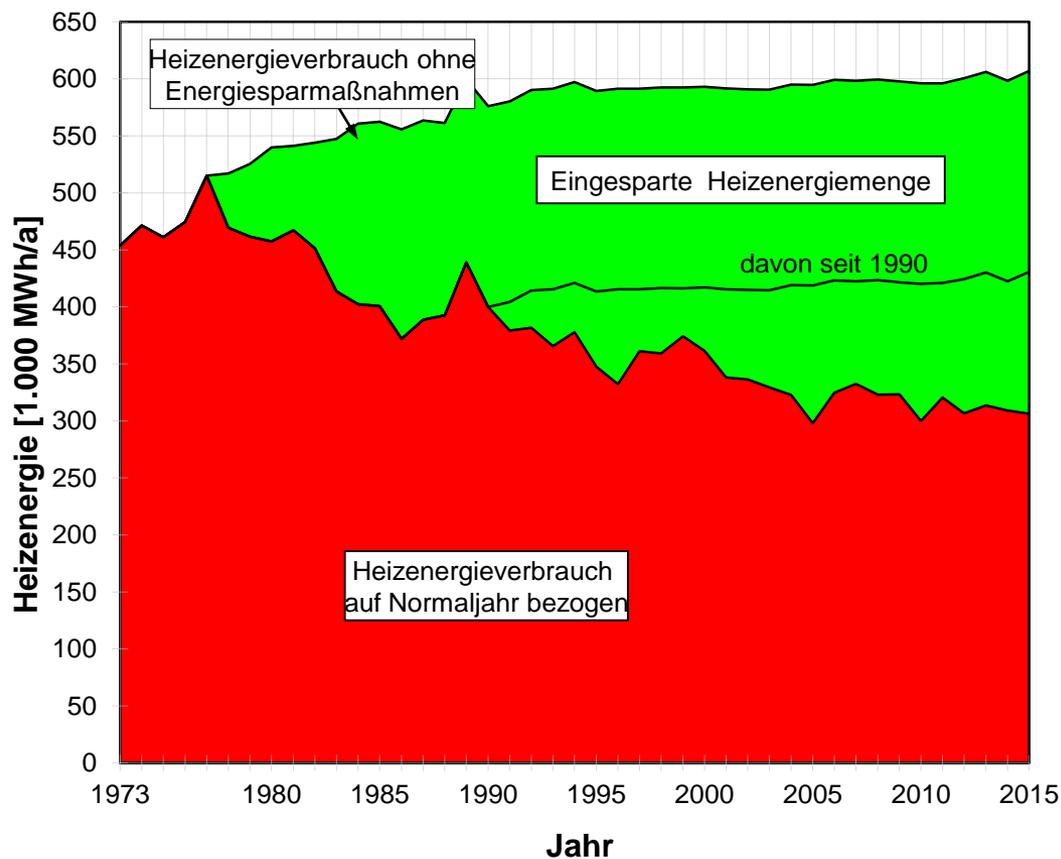
18,2 Mio. Euro/a

8,4 Mio. Euro/a

} 64 Mio. Euro/a



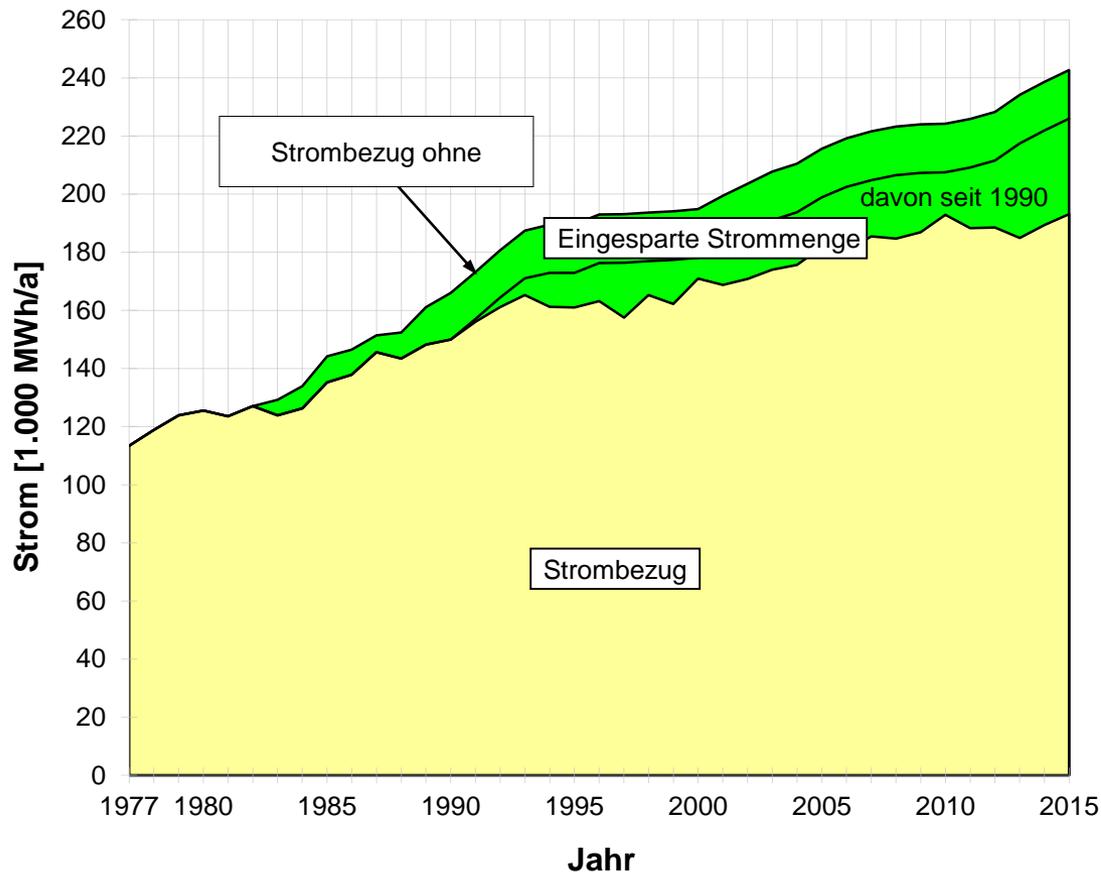
ENTWICKLUNG DES HEIZENERGIEVERBRAUCHS



- Einsparung seit 1977: 8,1 Mio. MWh oder 813 Mio. Liter Heizöl
- Reduktion gegenüber 1990: 23,5 %
- Anteil erneuerbare Energien: 8,3 %



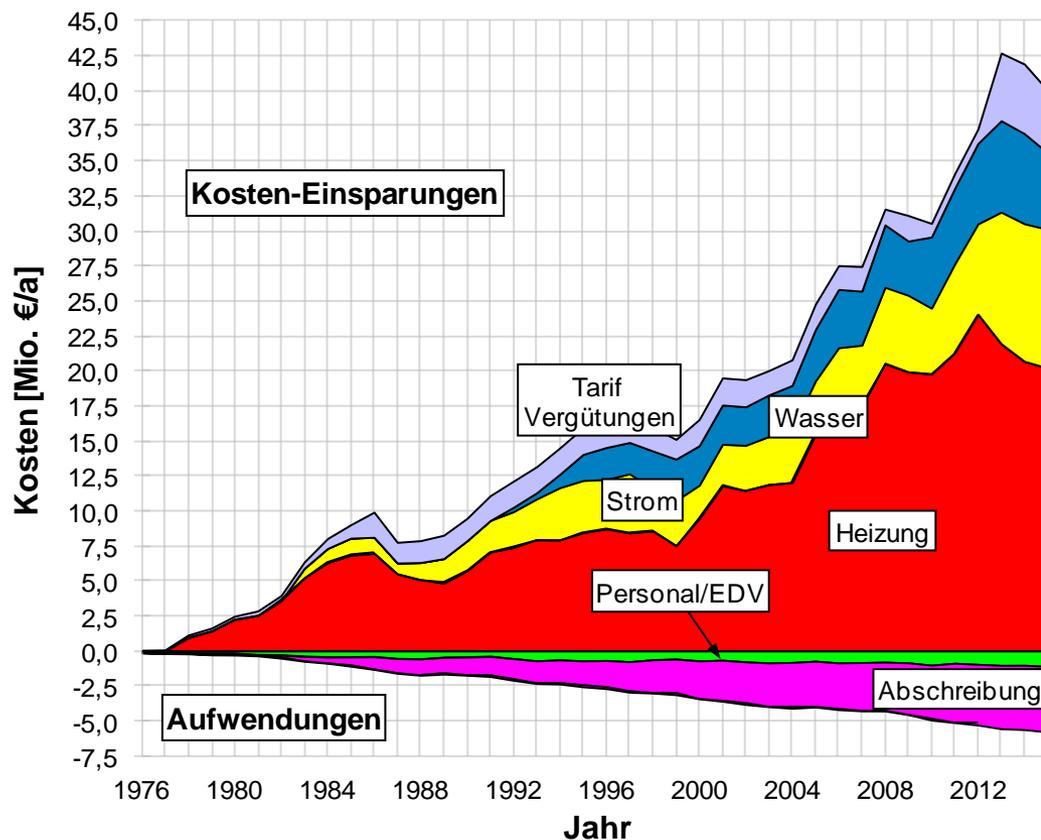
ENTWICKLUNG DES STROMVERBRAUCHS



- Einsparung seit 1982: 0,91 Mio. MWh
- Reduktion gegenüber 1990: -28,7 %
- Anteil erneuerbare Energien: 7,3 %
- Beim Strombezug zusätzlich Ökostrom
 - ab 1.1.2008 25 %
 - ab 1.1.2011 67 %
 - ab 1.1.2012 100 %



ENERGIEKOSTENEINSPARUNG



Einsparung 2015: 40,1 Mio. €
(seit 1976 652 Mio. Euro)

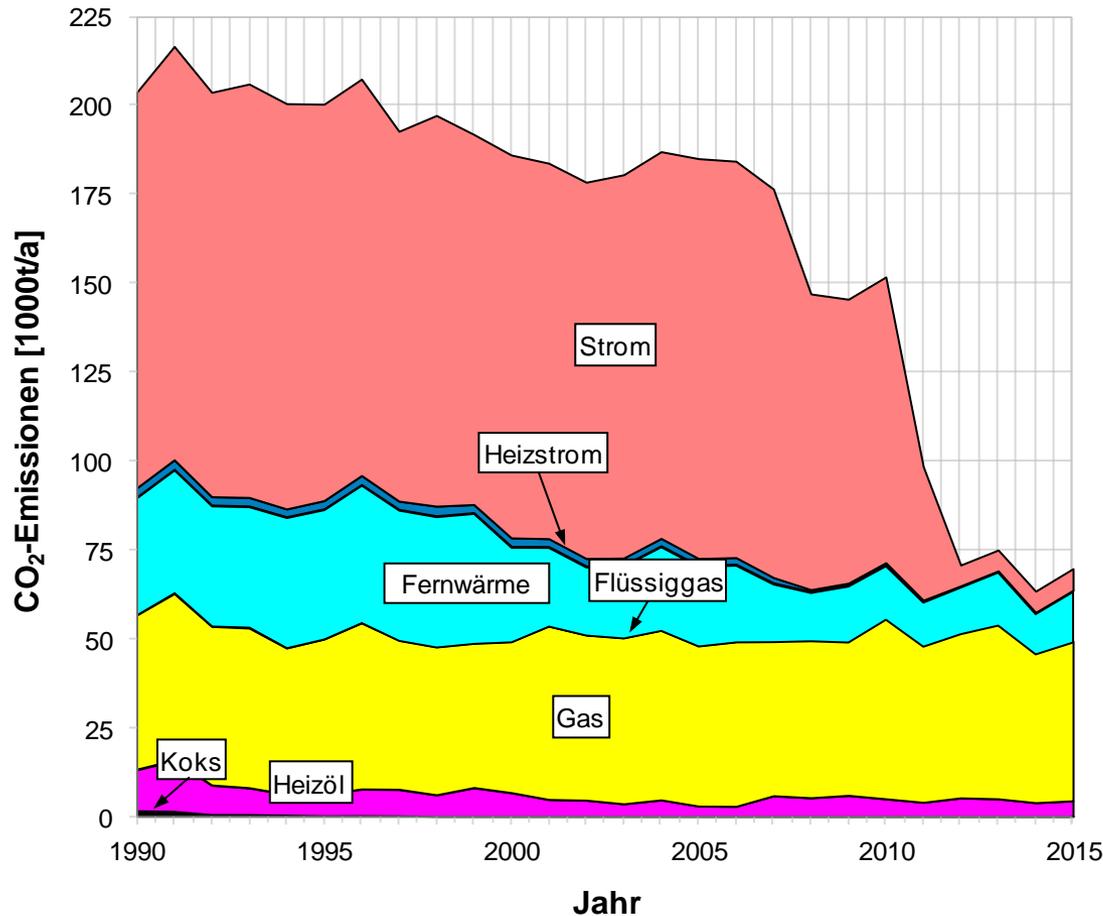
Aufwendungen 2015: 5,7 Mio. €

Verhältnis Einsparung zu
Aufwand:

2014: 6,0 zu 1

Im Mittel seit 1976: 5,4 zu 1

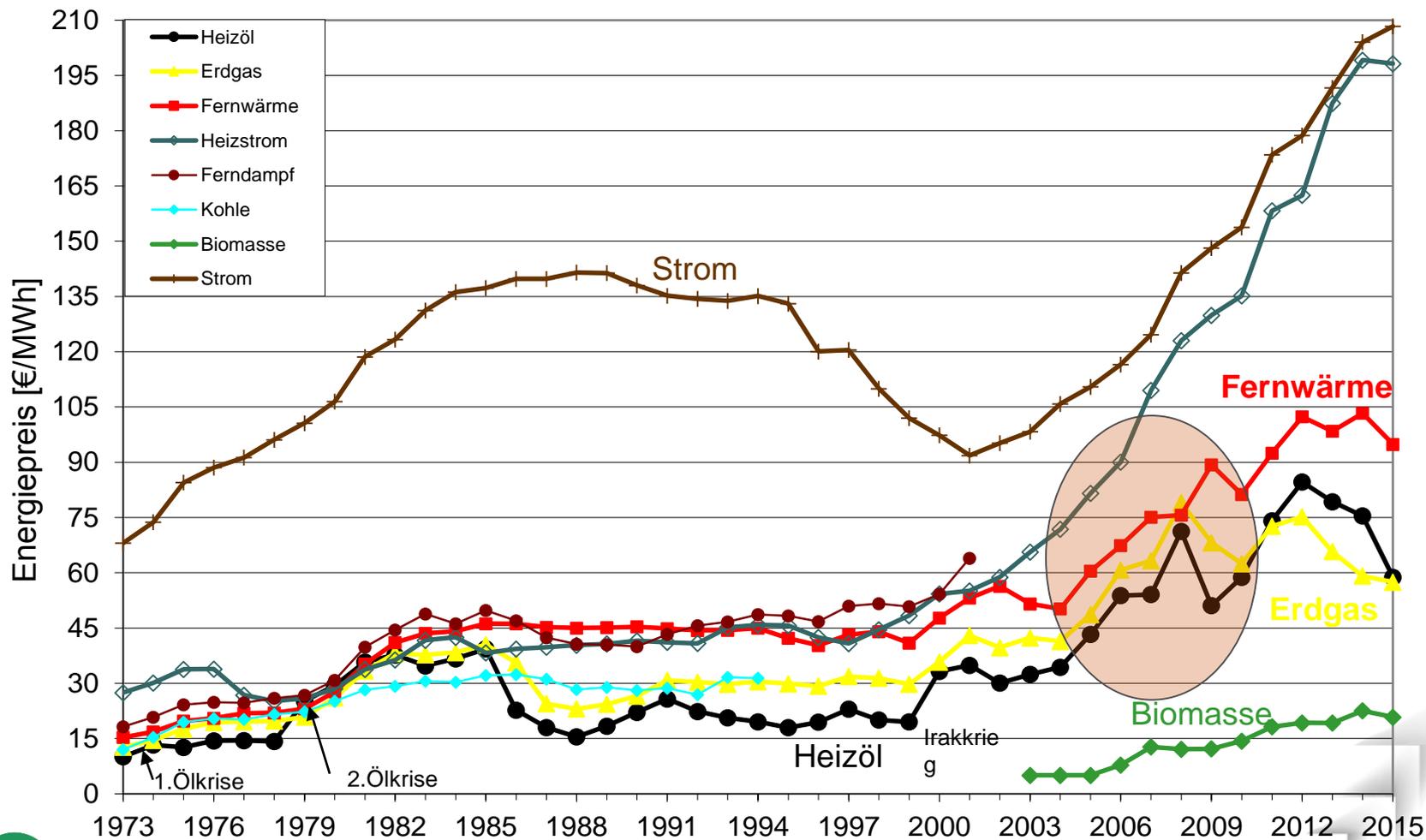




- Erhöhung gegenüber 2015
6.400 t CO₂ (10,0 %)
(Ursache kühlere Witterung)
- Reduktion gegenüber 1990
133.800 t CO₂ (65,7 %)
- Heizenergie
Einsparung gegenüber
1990 von 28.494 t CO₂
- Strom
Einsparung gegenüber
1990 um 105.350 t CO₂



ENERGIE- UND WASSERPREISENTWICKLUNG



KENNWERTENTWICKLUNG BEI DEN ÄMTERN UND EIGENBETRIEBEN

Energiebericht 2015

Gebäudeart	Einheit kWh/m ² a (l/m ² a)	EnEV Referenzwert	2013		2014		2015	
			Kennwert	Veränd. z Vorjahr in %	Kennwert	Veränd. z Vorjahr in %	Kennwert	Veränd. z Vorjahr in %
Verwaltungsgebäude	Heizung	160	106,1	0,3	106,8	0,4	107,1	0,3
	Strom	125	43,6	-3,0	40,0	-5,4	42,7	6,8
	Wasser	-	237,2	2,9	338,8	38,9	282,7	-16,6
Schulgebäude	Heizung	105	92,2	-2,2	83,9	-7,0	88,2	5,1
	Strom	10	24,6	-1,2	24,9	2,5	25,6	2,8
	Wasser	-	176,7	-1,3	158,2	-9,3	189,4	19,7
Schulgebäude mit Turnhalle	Heizung	120	98,1	3,1	102,0	0,9	98,0	-3,9
	Strom	30	18,8	4,8	19,6	-0,5	19,8	1,0
	Wasser	-	171,6	-4,8	161,2	-1,3	174,1	8,0
Hallenbad	Heizung	-	3.324,7	4,7	3.469,1	-0,4	3.227,7	-7,0
	Strom	-	1.016,3	-2,6	967,8	-2,2	944,5	-2,4
	Wasser	-	31.317,0	-2,0	30.111,5	-1,9	29.798,4	-1,0
Krankenhaus	Heizung	250	216,5	-13,0	181,9	-3,4	182,3	0,2
	Strom	125	117,6	-15,0	111,0	11,0	122,9	10,7
	Wasser	-	1.081,6	-13,8	973,1	4,4	1.012,3	4,0
Altenheim	Heizung	135	112,2	-9,5 %	126,1	24,2 %	116,7	-7,5
	Strom	50	43,6	6,2 %	44,9	-3,0 %	45,0	0,2
	Wasser	-	780,8	-2,7 %	831,0	9,3 %	873,8	5,2

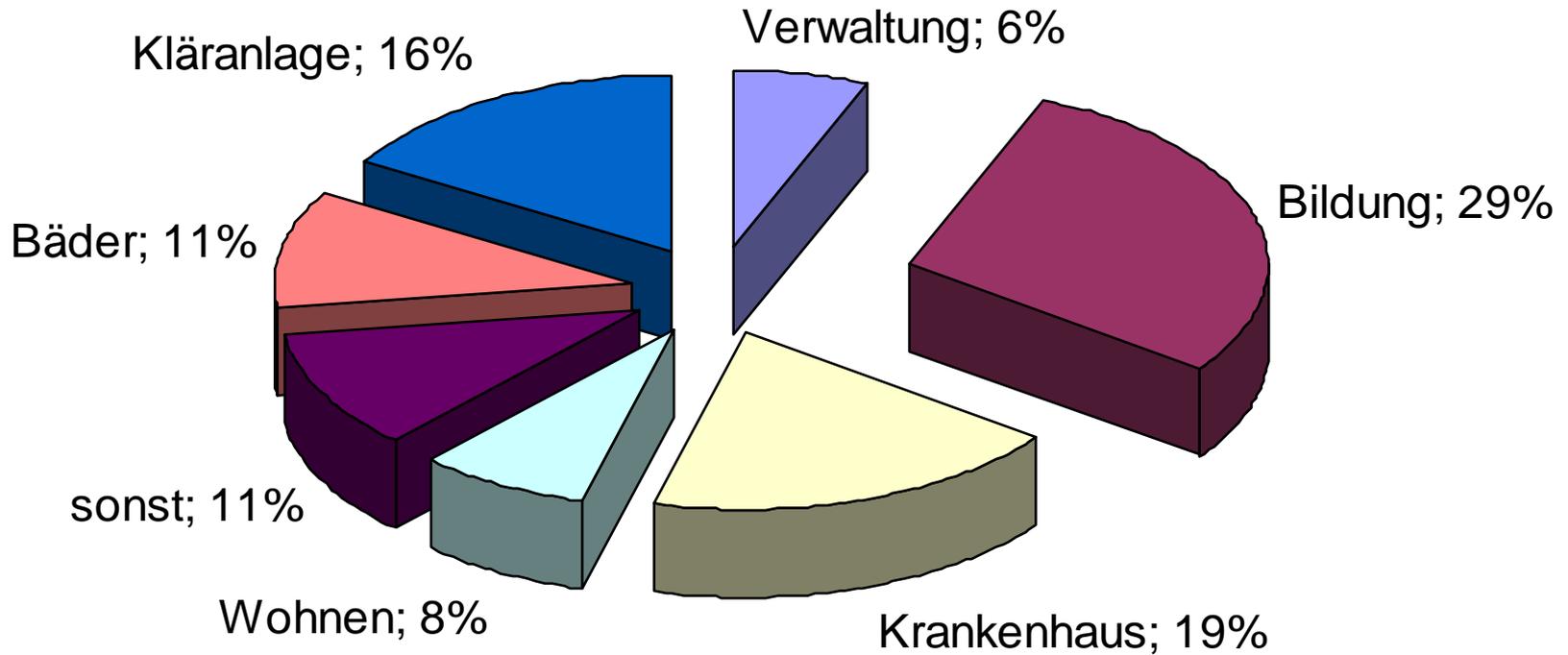


Schriftenreihe des Amts für
Umweltschutz – Heft 1/2016

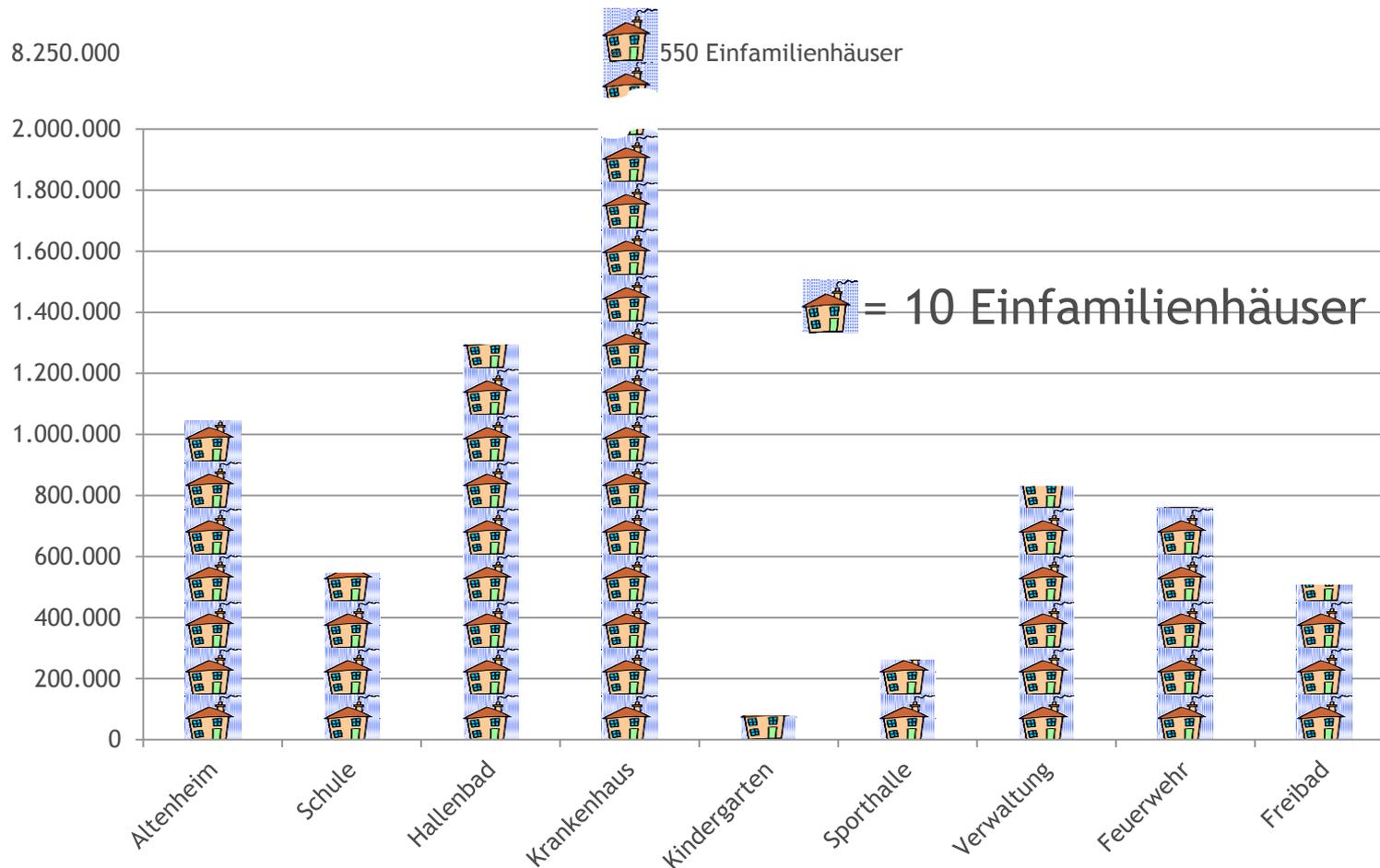
STUTTGART | 



ENERGIEKOSTENANTEIL NACH GEBÄUDEARTEN IN STUTTGART



JÄHRLICHER HEIZENERGIEBEDARF IN KWH/A



- Erfassen von Zählerständen (automatisch oder manuell)
- Errechnung von Kennwerten und Bewertung
- Überprüfung von betrieblichen Einstellungen
- Erfassung von Gebäude und Anlagentechnik
- Prüfung von Energie- und Kosteneinsparmöglichkeiten
- Konzeption von Maßnahmen zur Energie- und Wassereinsparung
- Begleitung der Umsetzung der Einsparkonzepte
- Weiterbildung des technischen Dienstes in energetischen Fragen
- Prüfung und langfristige Überwachung des Kennwertverlaufs
- Überprüfung der Energiekostenabrechnung mit dem EVU
- Erstellen von jährlichen Datenanalysen für den Energieverbrauch der einzelnen





ENERGIEDATEN FÜR EINZELNE LIEGENSCHAFTEN

Landeshauptstadt Stuttgart
Abt. Energiewirtschaft

STUTTGART

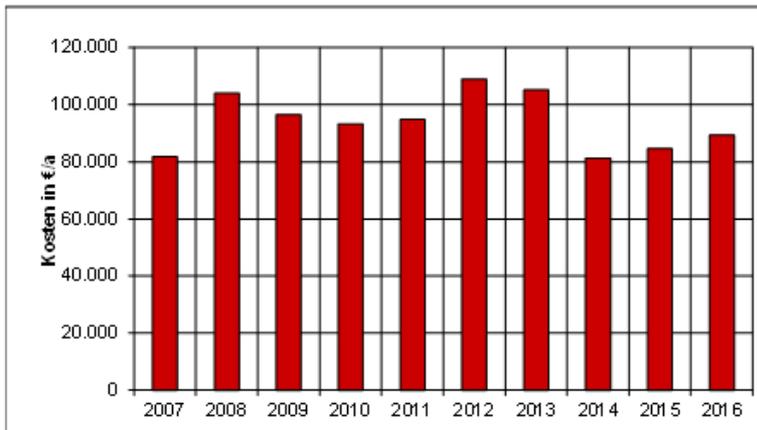


Geschwister-Scholl-Gymnasium, Richard-Schmid-Str. 025

Werteübersicht Heizung 2007 - 2016

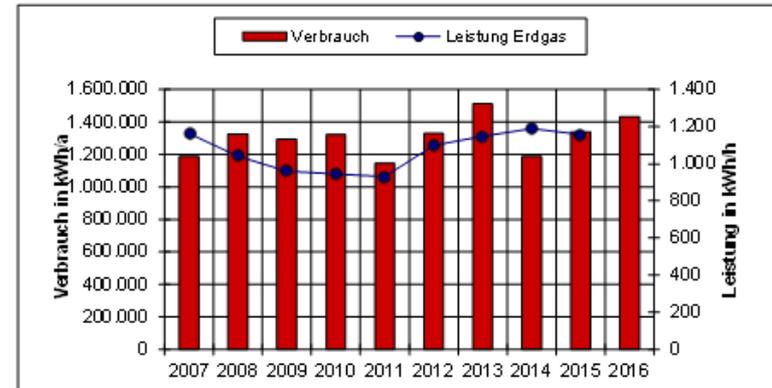
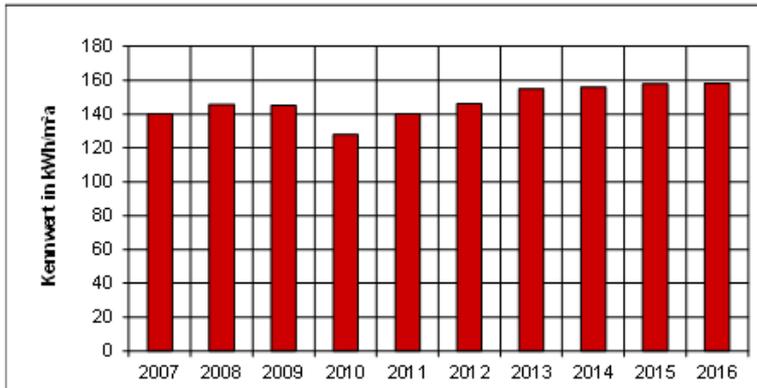
Straßen-Nr.: **44150**
Amt: **Schulverwaltungsamt [40]**
Gebäudeart: **Schulgebäude mit TH [11211]**

Fläche: **9.797 m²**
Bezirk: **Sillenbuch**



Jahr	Kennwert [kWh/m ² a]	VJ' [%]	Verbrauch [kWh/a]	VJ' [%]	Kosten [€a]	VJ' [%]	Leistung Erdgas [kWh/h]	VJ' [%]
2007	140,0		1.188.997		81.812		1.182	
2008	145,9	4,2	1.325.858	11,7	104.144	27,3	1.042	-10,3
2009	145,1	-0,5	1.292.830	-2,5	98.531	-7,3	980	-7,9
2010	127,9	-11,9	1.322.870	2,3	93.383	-3,3	944	-1,7
2011	140,1	9,5	1.144.843	-13,4	94.857	1,6	930	-1,5
2012	148,3	4,4	1.329.140	16,1	108.999	14,9	1.100	18,3
2013	155,0	5,9	1.511.762	13,7	105.187	-3,5	1.148	4,4
2014	158,0	0,6	1.185.117	-21,6	81.180	-22,8	1.190	3,7
2015	157,9	1,2	1.340.220	13,1	84.621	4,2	1.157	-2,8
2016	158,3	0,3	1.431.047	6,8	89.247	5,5		-100,0
Summen			13.070.282		939.921		1.070	
Mittelwert	147,3		1.307.028		93.992			
Änd. in % ²	13,1		20,8		9,1			

¹ Prozentuale Veränderung im Vergleich zum Vorjahr
² Veränderung vom ersten zum letzten Jahr



TIPPS ZUM AUSFÜLLEN DES ZÄHLERBLATTS

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART - ENERGIEERFASSUNGSBOGEN FÜR HEIZUNG, STROM, WASSER												
Amt: 40 / MTV		Bezeichnung: SVB West				Straße: Forststr. 17						
Zähler-Nr.	Heizung			Strom	Wasser							
	EnBW	Boiler	Becken		EnBW gr	EnBW kl.	Dusche	Boiler	Betriebsw.	Beckenw.	Spülwasser	Stetsablauf
FW 4170	410074	410080	21021096									
Faktor:	1000	1000	1000	50								
Übertrag:	862,1	384,8	348,5	22147,00	4645,23	2314,99	8437,8	4725,0	1137,0	8272,25	12,65	4274
Datum:												
08.05.13	865,9	386,4	349,6	22207,23	4692,53	2402,53	8458,1	4742,0	1140,1	8372,93	12,65	4250
15.05.13	871,8	387,7	350,3	22260,69	4723,37	2438,92	8476,7	4765,0	1143,5	8406,22	12,65	4273
22.05.13	877,4	388,6	350,9	22311,99	4743,78	2447,87	8486,2	4775,2	1145,2	8424,61	12,65	4273
29.05.13	884,1	389,2	351,6	22365,41	4754,93	2453,50	8490,8	4780,6	1146,2	8424,07	12,65	4273

- festen Wochentag wählen → in Kombination mit Kontrolldurchgang
- Tausenderpunkt setzen und auf Kommastellen achten
- Zählerwechsel: Datum notieren, Stand Ausbau+Einbau, Zählernummern, Zählerkonstanten
- Plausibilitätsprüfung

Anmerkung:

Originale bitte vor Ort aufbewahren.
Zählerstände bitte wöchentlich notieren.
Ausgefüllter Erfassungsbogen pro Quartal bitte an:

Zu: Hl. Fr. Langer



Amt für Umweltschutz: Abt. Energiewirtschaft
Gaisburgstr. 4
70182 Stuttgart
Tel: 216 - 8620
Fax: 216 - 2413
Ansprechperson: Frau Langer

216-9588670

Hausmeister: Herr Krull

Tel: 0177 / 4205725



BEISPIEL EINER STROM - RECHNUNG

Prüfen:
Zählernummer
Zählerstände
Zählerkonstante
Plausibilität:
Vergleich Vorjahr
Informationen:
Leistung
vgl. Vormonate
Vorjahre

Arbeit

Verbrauchszeitraum

Abrechnungsmenge

Bezeichnung	Basis	Zeitraum	Verbrauch	Faktor	Menge
Wirkarbeit-HT in kWh ²⁾	Zählwert	01.08.13-31.08.13	19.875,900	1,000	19.876
Wirkarbeit-NT in kWh ²⁾	Zählwert	01.08.13-31.08.13	8.283,100	1,000	8.283
Blindarbeit-HT in kvarh ²⁾	Zählwert	01.08.13-31.08.13	5.802,500	1,000	5.804
Blindarbeit-NT in kvarh ²⁾	Zählwert	01.08.13-31.08.13			2.274

Ermittlung Vertrags-/Verrechnungsdaten

Spitzenleistung lfd. Monat

Vertrags-/Verrechnungsdaten	Zeitraum	Basiswerte	Menge
1Spitzenmittel in kW	01.02.13-28.02.13		73,9

Vertrags-/Verrechnungsdaten

Zählernummer prüfen

Zählerstände prüfen

Vertrags-/Verrechnungsdaten	gemessene Menge	Freimenge	abzurech. Menge
Blindarbeit	8,283	14,080,0	0,0

Zählerstände

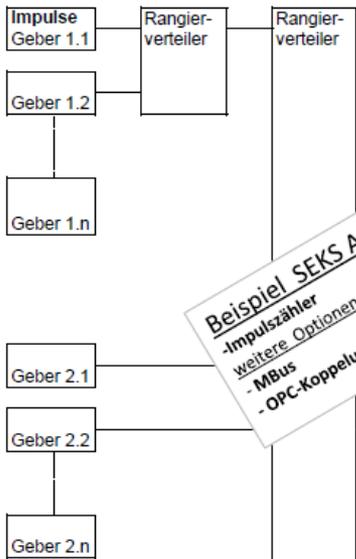
Zählerkonstante prüfen

Bezeichnung	Gerät	Zeitraum	Stand	Stand	Stand
Leistung HT	2279546	01.08.13-31.08.13	33.857,193	34.178,426	50
Leistung NT	2279546	01.08.13-31.08.13	17.200,758	17.442,696	50
Wirkarbeit-HT	2279546	01.08.13-31.08.13	17.609,016	17.701,673	50
Wirkarbeit-NT	2279546	01.08.13-31.08.13			
Blindarbeit-HT	2279546	01.08.13-31.08.13			

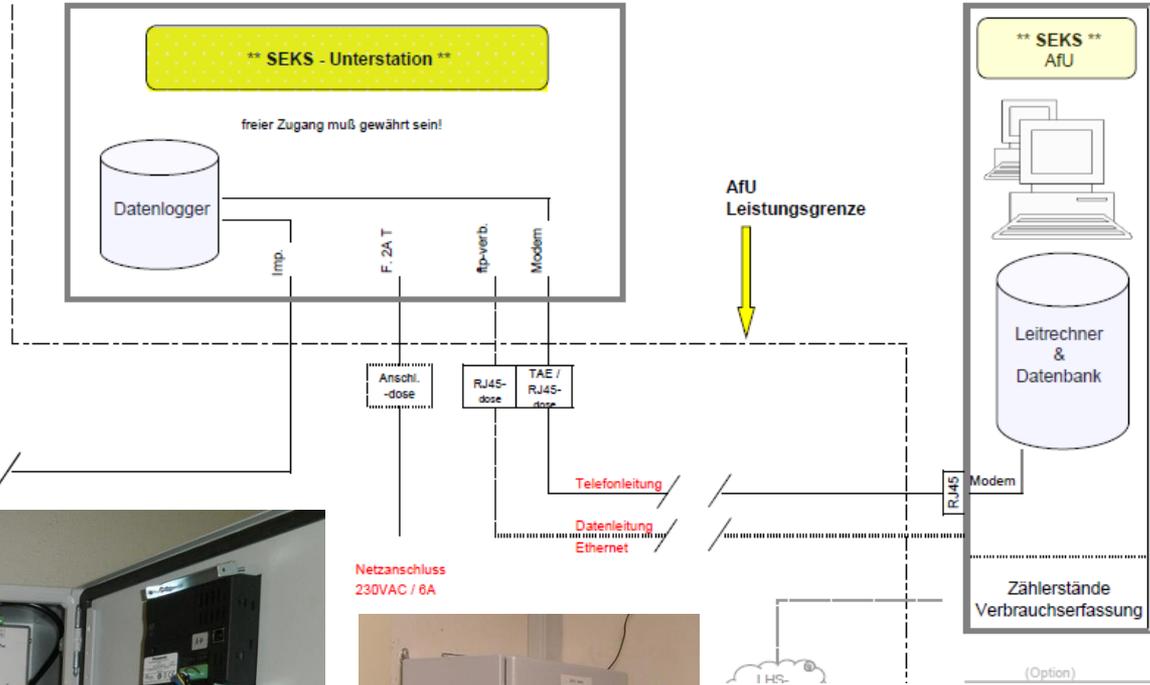


AUTOMATISCHE ZÄHLERSTANDSERFASSUNG

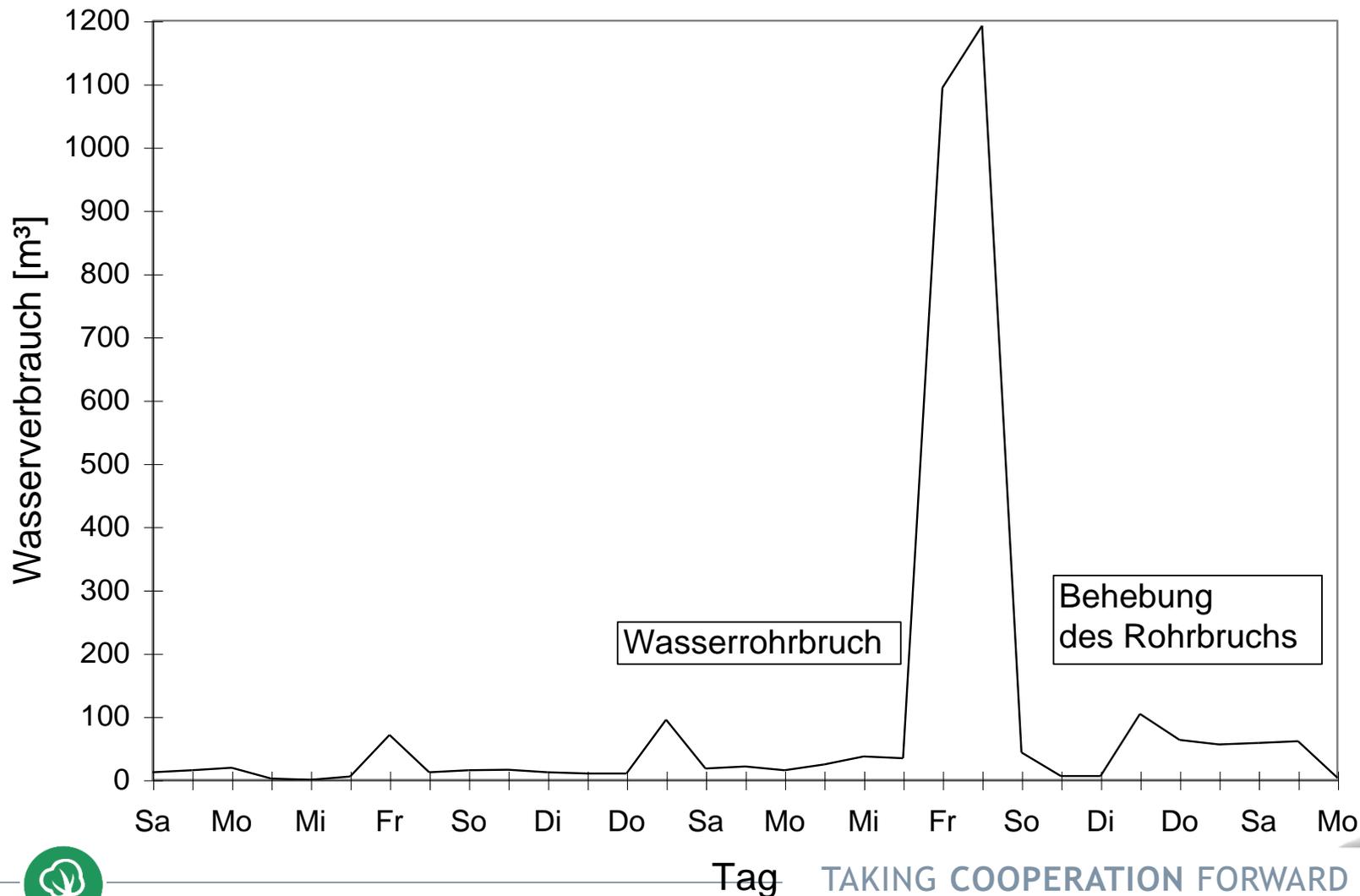
Energiemengenzähler



Beispiel SEKS Anbindung:
 -Impulszähler
 -weitere Optionen
 - MBus
 -OPC-Koppelung an GLT-System



ERKENNUNG EINES WASSERROHRBRUCHS

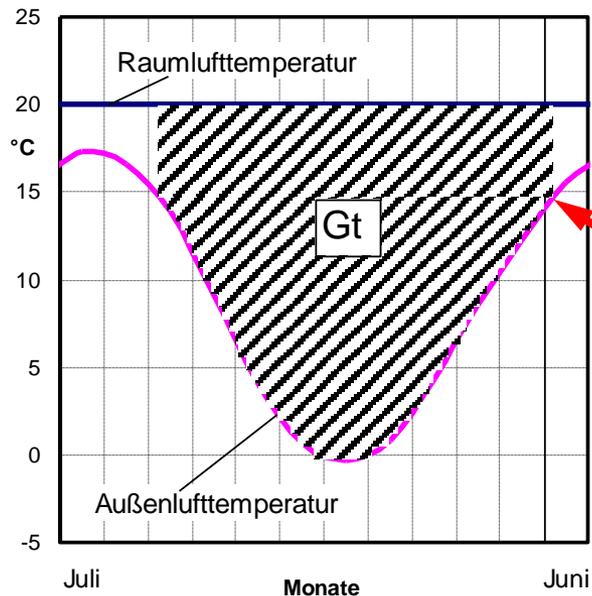


ERMITTLUNG DER GRADTAGZAHL GTZ

$$\text{TMT} = \frac{T_{7 \text{ Uhr}} + T_{14 \text{ Uhr}} + 2 \times T_{21 \text{ Uhr}}}{4}$$

TMT = Tagesmitteltemperatur

Schematische Darstellung der Gradtagzahl Gt



Beispiel:

TMT = 14 °C → GTZ = 6 Kd

TMT = 15 °C → GTZ = 5 Kd

TMT = 16 °C → GTZ = 0 Kd

GTZ_{Norm} für Stuttgart
3.555 Kd im Jahr

Heizgrenze = 15 °C

$$\text{Heizkennwert HKW} = \frac{\text{Heizenergieverbrauch} \times \text{GTZ}_{\text{Norm}}}{\text{Bezugsfläche} \times \text{GTZ}} \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ a}}$$

Witterungsbereinigung beim Heizkennwert unter Berücksichtigung der Gradtagzahl

$$\text{Stromkennwert SKW} = \frac{\text{Stromverbrauch}}{\text{Bezugsfläche}} \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ a}}$$

$$\text{Wasserkennwert WKW} = \frac{\text{Wasserverbrauch}}{\text{Bezugsfläche}} \quad \frac{\text{l}}{\text{m}^2 \text{ a}}$$



BEISPIEL: HEIZKENNWERTERMITTLUNG FÜR EINE SCHULE

Gasverbrauch vom 1.1.2012 - 31.12.2012: 52.485,4 m³/a

Heizwert von Gas: $H_i = 9,656 \text{ kWh/m}^3$ (Brennwert lt. Rechnung x 0,906)

Heizenergieverbrauch: 506.799 kWh/a

beheizte Fläche: 4.031 m²

Gradtagszahl für 2012: 3.296 Kd

$$\text{Heizkennwert HKW} = \frac{506.799 \text{ kWh/a} \times 3.555 \text{ Kd}}{4.031 \text{ m}^2 \times 3.296 \text{ Kd}} = \mathbf{135,6 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}}$$

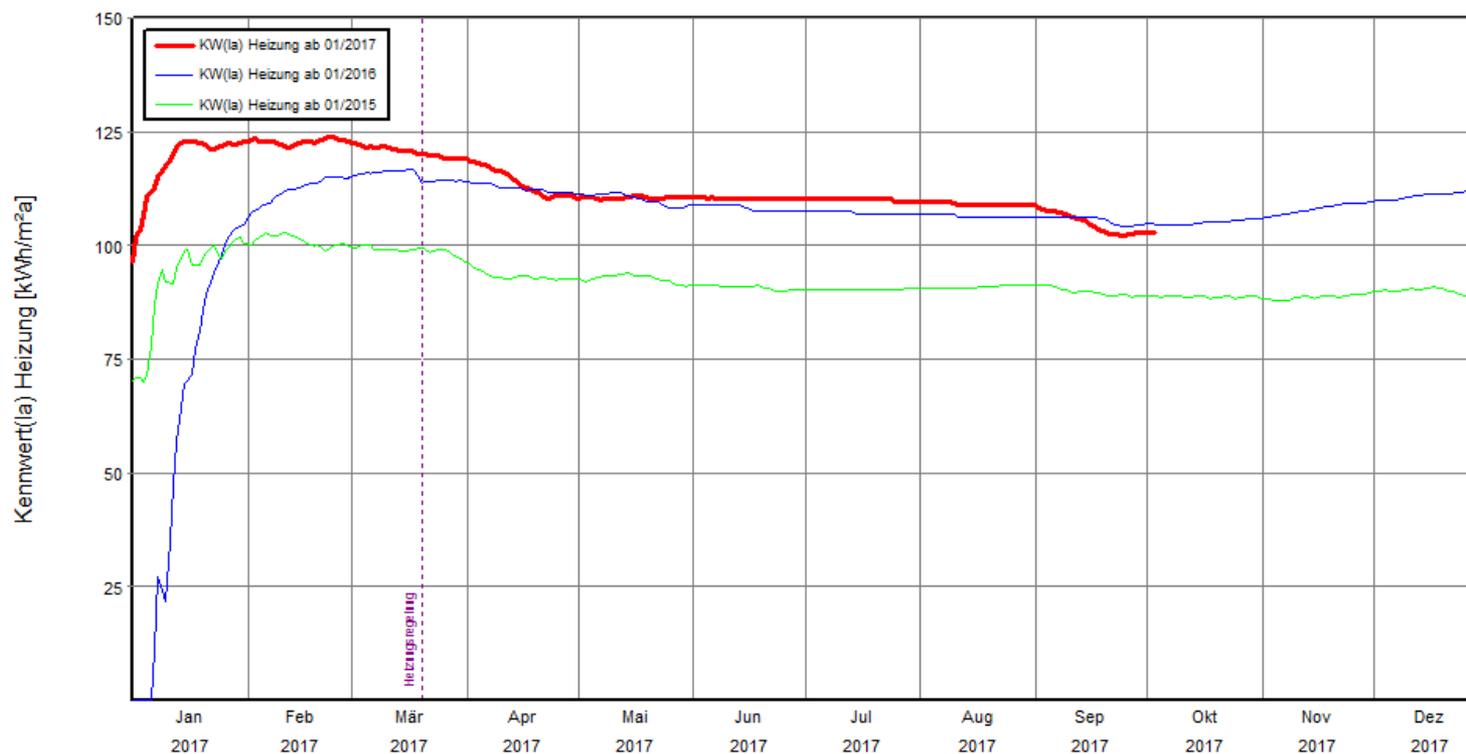


Landeshauptstadt Stuttgart
Abt. Energiewirtschaft

Kennwertverlauf HKW (Ia)

STUTTGART 

Gebäude	Fläche	Jahr	HKW [kWh/m²a]
Ferdinand-Porsche-Gymnasium [000945] Haldenrainstr. 136	7.039 m²	2016	111,6
Amt Schulverwaltungsamt [40]	Bandbreite 0,0 bis 180,0 kWh/m²a	2015	86,5
Gebäudeart Schulgebäude mit TH [11211]	Bezugs-Kennwert 190,0 kWh/m²a	2014	90,5



ENERGIEKENNWERTE FÜR VERSCHIEDENE GEBÄUDEARTEN

Tabelle 2.1: Mittelwerte EnEV 2007 und Vergleichswerte EnEV 2009 für den Heizenergieverbrauchskennwert und den Stromverbrauchskennwert für Gebäude, die nach dem Bauwerkszuordnungskatalog kategorisiert sind

Ziffer nach BWZK	Gebäudekategorie	Gebäudegröße (Nettogrundfläche) [m ²]	Mittelwerte = Vergleichswerte nach EnEV 2007		Vergleichswerte nach EnEV 2009	
			Heizung und Warmwasser [kWh/(m ² _{NGF} ·a)]	Strom	Heizung und Warmwasser [kWh/(m ² _{NGF} ·a)]	Strom
1	2	3	4	5	6	7
1300	Verwaltungsgebäude, normale technische Ausstattung (ohne BWZK Nr. 1311, 1320, 1340 und 1350)	≤ 3.500	115	30	80	20
		> 3.500	120	45	85	30
1320	Verwaltungsgebäude mit höherer techn. Ausstattung ⁹	beliebig	120	60	85	40
3200	Krankenhäuser und Unikliniken für Akutkranke	beliebig	360	180	250	125
4100	Allgemeinbildende Schulen	≤ 3.500	150	15	105	10
		> 3.500	125	15	90	10
4200	Berufsbildende Schulen	beliebig	115	25	80	20
4300	Sonderschulen	beliebig	150	20	105	15
4400	Kindertagesstätten	beliebig	160	25	110	20

Auszug aus Tabelle 2.1:

Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand



KENNWERTEÜBERSICHT ENERGY@SCHOOL

	Heizung	Strom	Wasser
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	Liter/m ² a
Birkenrealschule	124,4	25,9	206,3
Ferdinand-Porsche-Gymn.	111,6	12,3	145,2
Geschwister-Scholl-Gymn.	158,3	33,5	178,0
Realschule Feuerbach	143,3	17,0	233,9
WG West	63,5	18,3	217,4



Bsp.: Gebäudeart „Schulgebäude“:

Grundschule: nur vormittags Unterricht

Gymnasium: täglich Vollzeitunterricht

Berufsschule mit technischer Ausstattung
(Bsp. Backofen,..)

Vergleichswerte nicht für alle Gebäude aussagefähig

→ Gebäude mit

- > **erhöhter Ausstattung**
- > **abweichender Nutzung**
- > **Modernisierungen**

individuelle Betrachtung notwendig!



MEHRFACHGRAFIK VERBRAUCH

Landeshauptstadt Stuttgart
Abt. Energiewirtschaft

STUTTGART

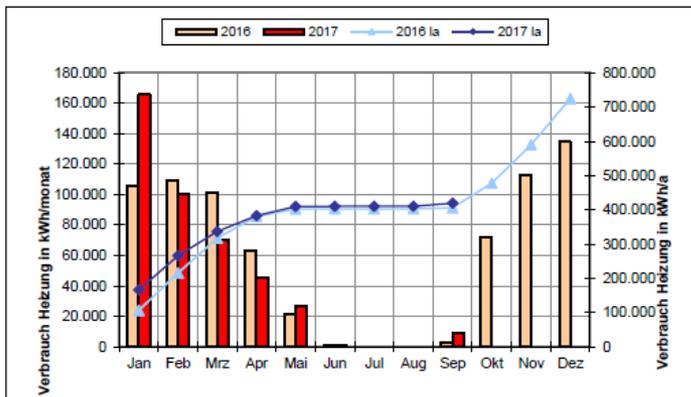


Ferdinand-Porsche-Gymnasium, Haldenrainstr. 136

Verbrauchsübersicht 2017

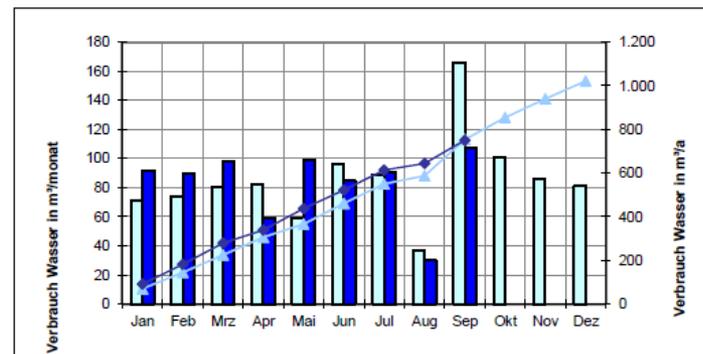
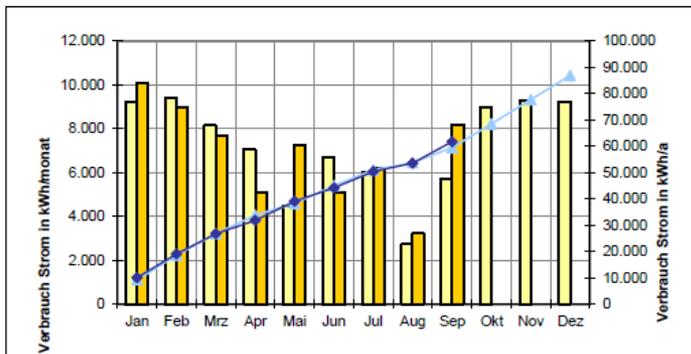
Straßen-Nr.: 20180
Amt: Schulverwaltungsamt [40]
Gebäudeart: Schulgebäude mit TH [11211]

Fläche : 8.076 m²
Bezirk : Zuffenhausen



Monat	Verbrauch Heizung		Verbrauch Strom		Verbrauch Wasser	
	[kWh/monat]	VJM ¹ [%]	[kWh/monat]	VJM ¹ [%]	[m ³ /monat]	VJM ¹ [%]
Januar	165.913	56,4	10.096	9,9	92	29,6
Februar	100.481	-8,4	8.941	-4,8	90	21,6
März	70.667	-30,5	7.691	-5,6	98	22,5
April	45.726	-27,7	5.111	-27,6	59	-28,0
Mai	26.853	23,4	7.242	61,4	99	67,8
Juni	747	26,0	5.073	-24,4	85	-11,5
Juli	0	0,0	6.177	2,6	91	2,2
August	0	0,0	3.230	18,5	30	-18,9
September	9.178	195,2	8.174	43,1	107	-35,5
Oktober						
November						
Dezember						
Summen	419.564	3,3%	61.735	3,8%	751	-0,4%
Mittelwert	46.618		6.859		83	

¹Prozentuale Änderung im Vergleich zum Monat des Vorjahrs



MEHRFACHGRAFIK KENNWERTE

Landeshauptstadt Stuttgart
Abt. Energiewirtschaft

STUTTGART



Ferdinand-Porsche-Gymnasium, Haldenrainstr. 136

Kennwertübersicht 2017

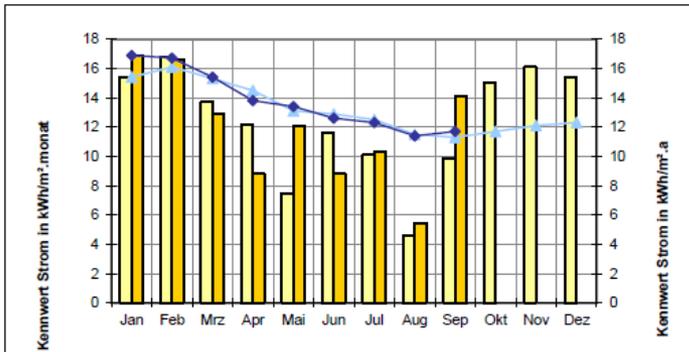
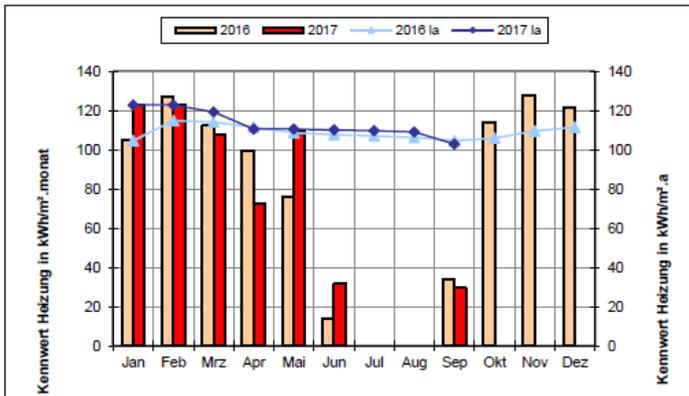
Straßen-Nr.: 20180

Amt: Schulverwaltungsamt [40]

Gebäudeart: Schulgebäude mit TH [11211]

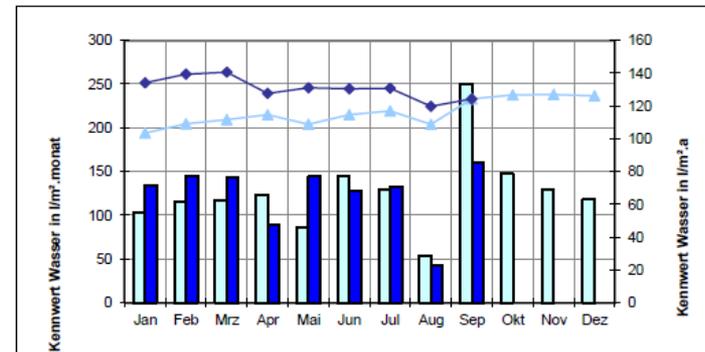
Fläche: 8.076 m²

Bezirk: Zuffenhausen

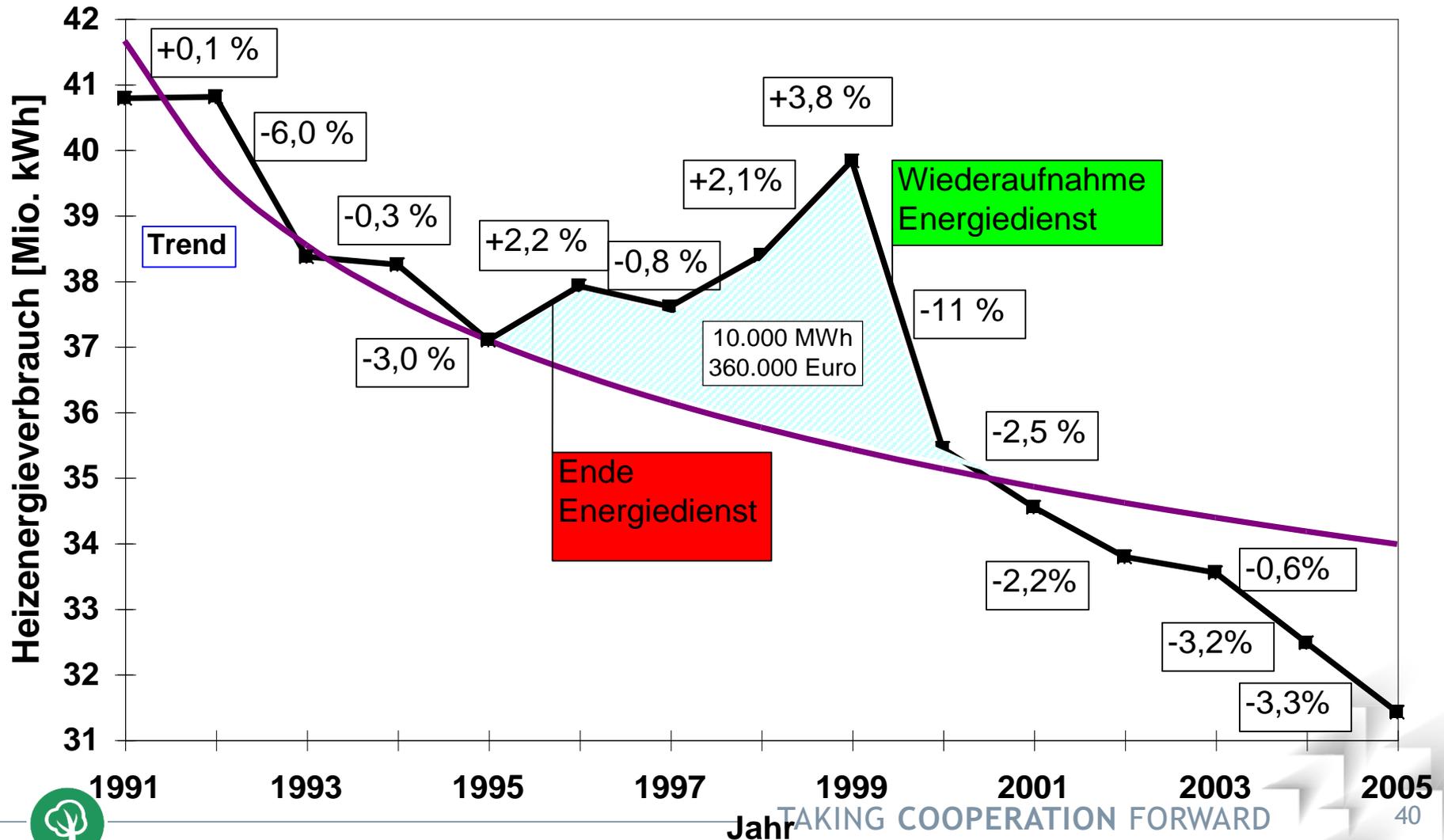


Monat	Kennwert Heizung		Kennwert Strom		Kennwert Wasser	
	[kWh/m ² .monat]	VJM ¹ [%]	[kWh/m ² .monat]	VJM ¹ [%]	[l/m ² .monat]	VJM ¹ [%]
Januar	122,9	17,4	16,9	9,7	134,1	29,6
Februar	123,0	-3,3	16,6	-1,2	145,3	25,7
März	107,5	-4,4	12,9	-5,8	142,9	22,1
April	72,3	-27,5	8,8	-27,9	88,9	-28,2
Mai	110,0	44,4	12,1	61,3	144,3	67,2
Juni	31,7	129,7	8,8	-24,1	128,1	-11,7
Juli	0,0	0,0	10,3	2,0	132,7	2,0
August	0,0	0,0	5,4	17,4	43,7	-19,2
September	29,6	-11,9	14,1	42,4	161,2	-35,7
Oktober						
November						
Dezember						
Summen	103,0	-1,6%	11,7	3,5%	124,3	-0,1%
Mittelwert	66,3		11,8		124,6	

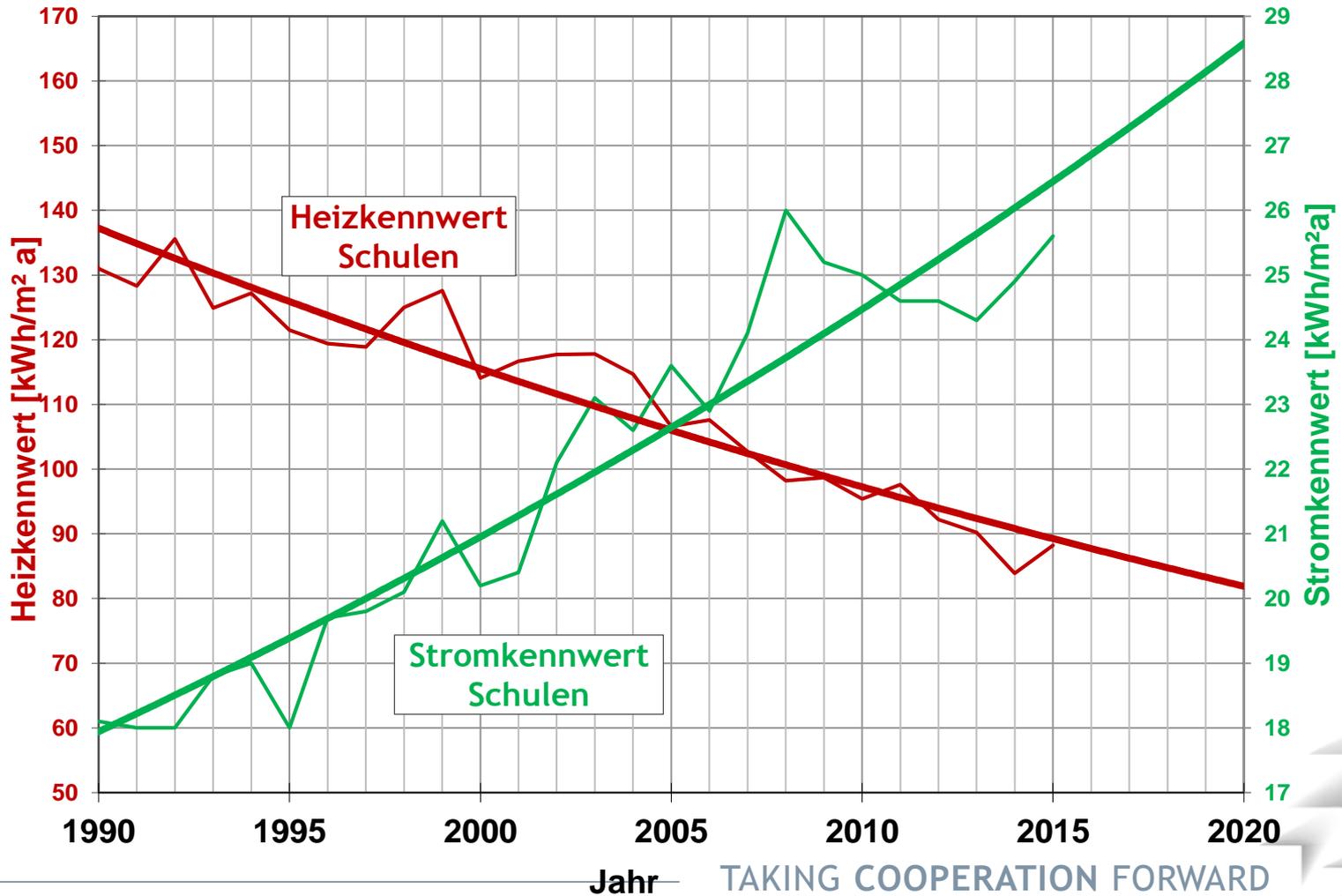
¹Prozentuale Änderung im Vergleich zum Monat des Vorjahrs



EINFLUSS ENERGIECONTROLLING (60 GEBÄUDE)



KENNWERTENTWICKLUNG



- Hintergründe Energie und Klima
- Energiemanagement der Stadt Stuttgart
- **Energetische Vorgaben**
- Systeme von haustechnischen Anlagen
- Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit
- Einsparung von Energie und Energiekosten
- Nutzersensibilisierung



Energieeinsparverordnung

DIN-Normen

Energieleitlinien

Trinkwasserverordnung

....



ENTWICKLUNG DER ENERGETISCHEN ANFORDERUNGEN

	<u>Verordnung</u>	<u>Heizenergiebedarf in kWh/(m²a)</u>	
ab 1978	1. Wärmeschutzverordnung	200	
1984 - 1995	2. Wärmeschutzverordnung	150	
ab 1995	3. Wärmeschutzverordnung	100	
ab 2002	Energieeinsparverordnung	70	
ab 1.10.07	EnEV 2007	= EnEV 2002	1:1 - Umsetzung EU-Richtlinie
ab 1.10.09	EnEV 2009	50	Verschärfung um 30%
ab 1.5.14	EnEV 2014	50	Vorankündigung der Verschärfung
ab 1.1.16	„EnEV 2016“	38	Verschärfung um 25%



Neubau: Grenzwert Primärenergiebedarf (Q_p) und Gebäudehülle (H_T' , bzw. \bar{U})

Modernisierung von Altbauten: U-Werte

Nachrüstpflichten bei Altbauten

- Dämmung aller oberster Geschossdecken
- Ungedämmte Leitungen sind zu dämmen
- automatische Be- und Entfeuchtung für Klimaanlage

Außerbetriebnahme von Nachtstromspeicherheizungen

- ab 2020 wenn Heizung älter als 30 Jahre
- Wohngebäude mit mehr als 6 WE und Nichtwohngebäude > 500m²
- nur wenn wirtschaftlich vertretbar

Austauschpflicht von Kesseln die älter sind als 30 Jahre (ohne BW, NT)

Pflicht des Energieausweises bei Vermietung und Verkauf

Verbesserung des Vollzugs der Verordnung

- Einführung Unternehmererklärung
- Überprüfung Nachrüstpflichten durch Schornsteinfeger
- Einführung von Ordnungswidrigkeiten



HÖCHSTWERTE IM BESTAND (BAUTEILVERFAHREN)

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19\text{ °C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von $12\text{ bis } < 19\text{ °C}$
			Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{\max}^1	
1	Außenwände	Nummer 1 Satz 1 und 2	0,24 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K)
2a	Fenster, Fenstertüren	Nummer 2 Buchstabe a und b	1,3 W/(m ² ·K) ²	1,9 W/(m ² ·K) ²
3a	Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nummer 2 Buchstabe a und b	2,0 W/(m ² ·K) ²	2,8 W/(m ² ·K) ²
3b	Sonderverglasungen	Nummer 2 Buchstabe c	1,6 W/(m ² ·K) ³	keine Anforderung
3c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Nummer 6 Satz 2	2,3 W/(m ² ·K) ⁴	3,0 W/(m ² ·K) ⁴
4a	Dachflächen einschließlich Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum (einschließlich Abseitenwänden), oberste Geschossdecken	Nummer 4 Satz 1 und 2 Buchstabe a, c und d	0,24 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K)
4b	Dachflächen mit Abdichtung	Nummer 4 Satz 2 Buchstabe b	0,20 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K)
5a	Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume	Nummer 5 Satz 1 und 2 Buchstabe a	0,30 W/(m ² ·K)	keine Anforderung
5b	Fußbodenaufbauten	Nummer 5 Satz 2 Buchstabe b	0,50 W/(m ² ·K)	keine Anforderung



20. Mai 2010 Gemeinderatsbeschluss

Nichtwohngebäude 30 % unter Grenzwert EnEV09

Wohngebäude KfW-Effizienzhaus 70

gilt für

- städtische Neubauten
- städtebaulichen Verträge
- Kaufverträge, Erbaurechtsverträge, o.ä.

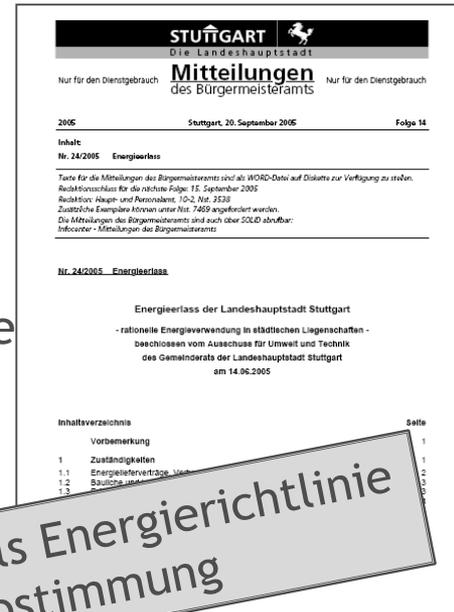
Unterschreitung des
Grenzwerts EnEV 2016
in Abstimmung



Neufassung am 14. Juni 2005 vom Gemeinderat beschlossen
gültig für alle städtische Ämter und Eigenbetriebe

Inhalt:

- Zuständigkeiten, Verfahrensregelungen
- Betriebsanweisungen (Heizung, Lüftung, Strom, Wasser)
- Verhaltenshinweise für städtische Mitarbeiterinnen/Mitarbeiter
- Planungsvorgaben (Heizung, Lüftung, Strom, Wasser)
- Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Energiebereich
- Energieverbrauchstagebuch
- Betriebstagebuch führen



Die **erforderliche** Energiedienstleistung muss

in der erforderlichen **Qualität**

während der erforderlichen **Zeit**

mit dem geringst möglichen **Energieeinsatz**

bereit gestellt werden.



Unterrichtsräume, Büroräume	20 °C
Flure, Treppenhäuser	12-15 °C
Toiletten	15 °C
Werkräume, Werkstätten, je nach Schwere der Tätigkeit	12-15 °C
Küchen bei Nutzungsbeginn	18 °C
Umkleideräume	22 °C
Wasch- und Duschräume	22-24 °C
Lagerhallen, Fahrzeughallen falls erforderlich	5 °C
Schwimmballen	2 Grad über

Wassertemperatur

(im Schwimmerbecken 26 °C)

besondere Festlegungen für Krankenhäuser, Bäder, Kinder- und Altenheime



RAUMTEMPERATUR NACH DIN 1946 -4 UND DIN EN 12831

Pos.	Raumart	°C Winter	°C Sommer
1	OP-Räume (Klassen Ia, Ib - im OP frei wählbar)	19 - 26	19 - 26
2	Eingriffsräume (Klasse II)	22 - 26	22 - 26
3	Intensivbereiche	22 - 26	22 - 26
4	Normalpflegezimmer	22	witterungsabhängig *)
5	Säuglingspflege (sofern klimatisierte Räume)	24	bis 26
6	Behandlungs-/Untersuchungszimmer (sofern klimatisierte Räume)	22	bis 26
7	Teeküchen / Flure im Stationsbereich	20	witterungsabhängig *)
8	Sterilisation	20	28
9	Lager im Stationsbereich	18	nach Warenart
10	Wohn- und Schlafräume	20	witterungsabhängig *)
11	Büroräume, Sitzungszimmer, Empfangshallen, Ausstellungsräume, Haupttreppenräume	20	witterungsabhängig *)
12	Verkaufsräume	20	witterungsabhängig *)
13	Unterrichts- / Seminarräume	20	witterungsabhängig *)
14	Duschräume, Bäder, Umkleieräume	24	witterungsabhängig *)
15	WC-Räume	20	witterungsabhängig *)
16	Flure, Treppenhäuser (als beheizte Nebenräume in Bürohäusern u. ä.)	15	witterungsabhängig *)
17	Keller, Treppenhäuser, Abstellräume, Übergänge (als unbeheizte Nebenräume)	10	witterungsabhängig *)
18	Wetterschutzgänge	witterungsabhängig *)	witterungsabhängig *)

*) witterungsabhängig: Raumtemperaturen nicht technisch beeinflussbar (da in der Regel keine Klimatechnik)

DIN 1946-4 Raumluftechnik - Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens

DIN EN 12831 Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast



- 400 städtische Gebäude > 1000 m² (EnEV 2009)
- 475 städtische Gebäude > 250 m² (EnEV 2014)
- Sanierungsvorschläge und Modernisierungsempfehlungen

- Wärmedämmung der Außenbauteile (außer Altbau)
- Wärmedämmung im Dachbereich (Rathauspassage 2, Eberhardstr. 6 + 8)
- Wärmedämmung der Kellerdecke (Rathauspassage 2, Eberhardstr. 6 + 8)
- Erneuerung der Fenster (Rathauspassage 2, Eberhardstr. 6 + 8)



ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Aushang

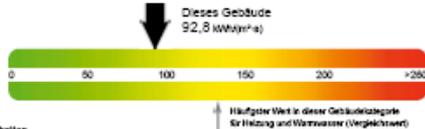
Gebäude

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Verwaltungsgebäude mit höherer techn. Ausstattung
Sonderanw(e)	Serverzentrale, Werkküche/Speisesaal, Sitzungssäle
Adresse	Marktplatz 001
Gebäudeart	Stuttgarter Rathaus
Baujahr Gebäude	1899, 1951, 1954
Baujahr Wärmeezeuger	Fernwärme
Baujahr Klimaanlage	
Nettogrundfläche	27.145 m ²



Heizenergieverbrauchskennwert

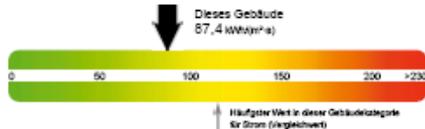
Dieses Gebäude
92,8 kWh/m²a



↑ Häufigster Wert in dieser Gebäudekategorie für Heizung und Warmwasser (Vergleichswert)

Stromverbrauchskennwert

Dieses Gebäude
87,4 kWh/m²a



↑ Häufigster Wert in dieser Gebäudekategorie für Strom (Vergleichswert)

Der Wert enthält den Stromverbrauch für:
 Heizung Warmwasser Lüftung eingebaute Beleuchtung Kühlung Sonstiges: Kühlung einzelner Bereiche

Aussteller
Landeshauptstadt Stuttgart
Amt für Umweltschutz
Abteilung Energiewirtschaft
Galsburgstr. 4 70182 Stuttgart

12.02.2009
Datum Unterschrift des Ausstellers

AUFGABEN ZUR ERFÜLLUNG DER TRINKWASSERVERORDNUNG

DVGW-Arbeitsblatt W 551 (www.dvgw.de)

Jährliche Untersuchungspflicht

> 3 Liter Inhalt zur letzten Zapfstelle

> 400 Liter Trinkwarmwasser-Speicher

Verantwortlicher: Betreiber = Haustechniker!

Beprobung: Ein- und Auslauf Speicher, Zapfstellen (brennbare Entnahmestelle, schlechtester Strang)

Sanierungsfahrplan nach Befund: thermische Desinfektion mit 70°C für 3 min an allen Entnahmestellen, Materialeignung prüfen, Verbrühgefahr!

Zentrale Meldestelle in Berlin: ca. 3.000 Meldungen jährlich
10-15% der Erkrankten sterben

Anzeigepflicht von Regenwasseranlagen

Im Zweifel Abstimmung mit dem Gesundheitsamt!



Bestimmungsgemäße Nutzung der Entnahmestellen

- Stagnation vermeiden, ausreichender Wassertausch
- Regelmäßige Nutzung , alternativ spülen
- Temperaturhaltung auch im Kaltwasser (max. 25° C)

Rückbau nicht genutzter Entnahmestellen

Inspektion und Instandhaltung der Anlagen

- Trinkwasserfilter, rückspülbar
- Entnahmestellen
- Überwachung der Betriebstemperatur
- Nachweis der Trinkwasserqualität

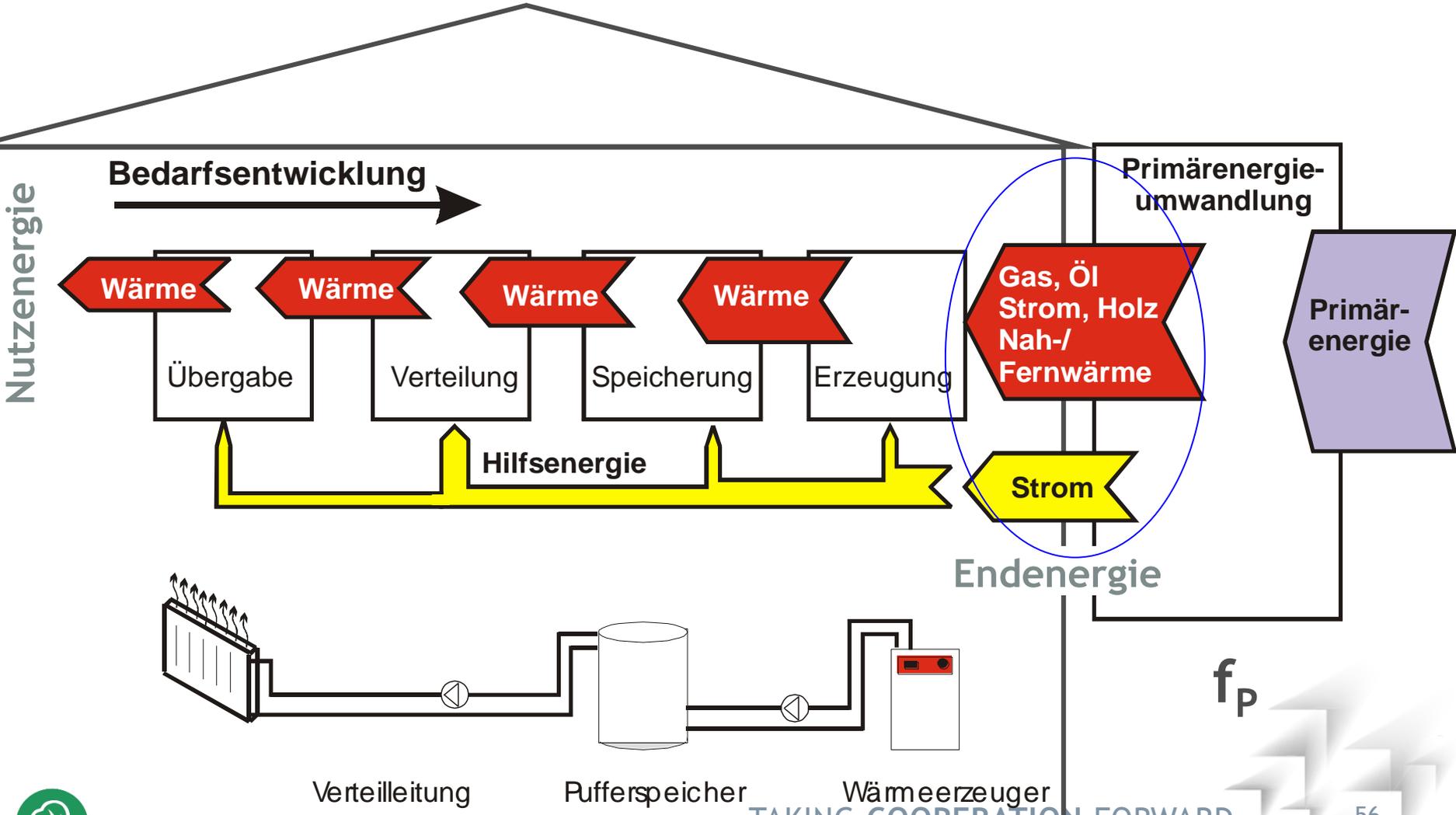
Nachführung der Anlagendokumentation



- Hintergründe Energie und Klima
- Energiemanagement der Stadt Stuttgart
- Energetische Vorgaben
- **Systeme von haustechnischen Anlagen**
- Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit
- Einsparung von Energie und Energiekosten
- Nutzersensibilisierung



ENERGIESTRÖME IM GEBÄUDE



f_p



- Gasbrennwertheizung
- Fernwärmeversorgung aus Kraft-Wärme-Kopplung
- Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Abgaswärmetauscher
- Wärmepumpen Geothermie, Abluft- oder Abwasserwärmenutzung
- Holzhackschnitzel- bzw. Holzpellettheizung



Niedertemperaturkessel

$$\eta_a = 85\%$$

Brennwertkessel

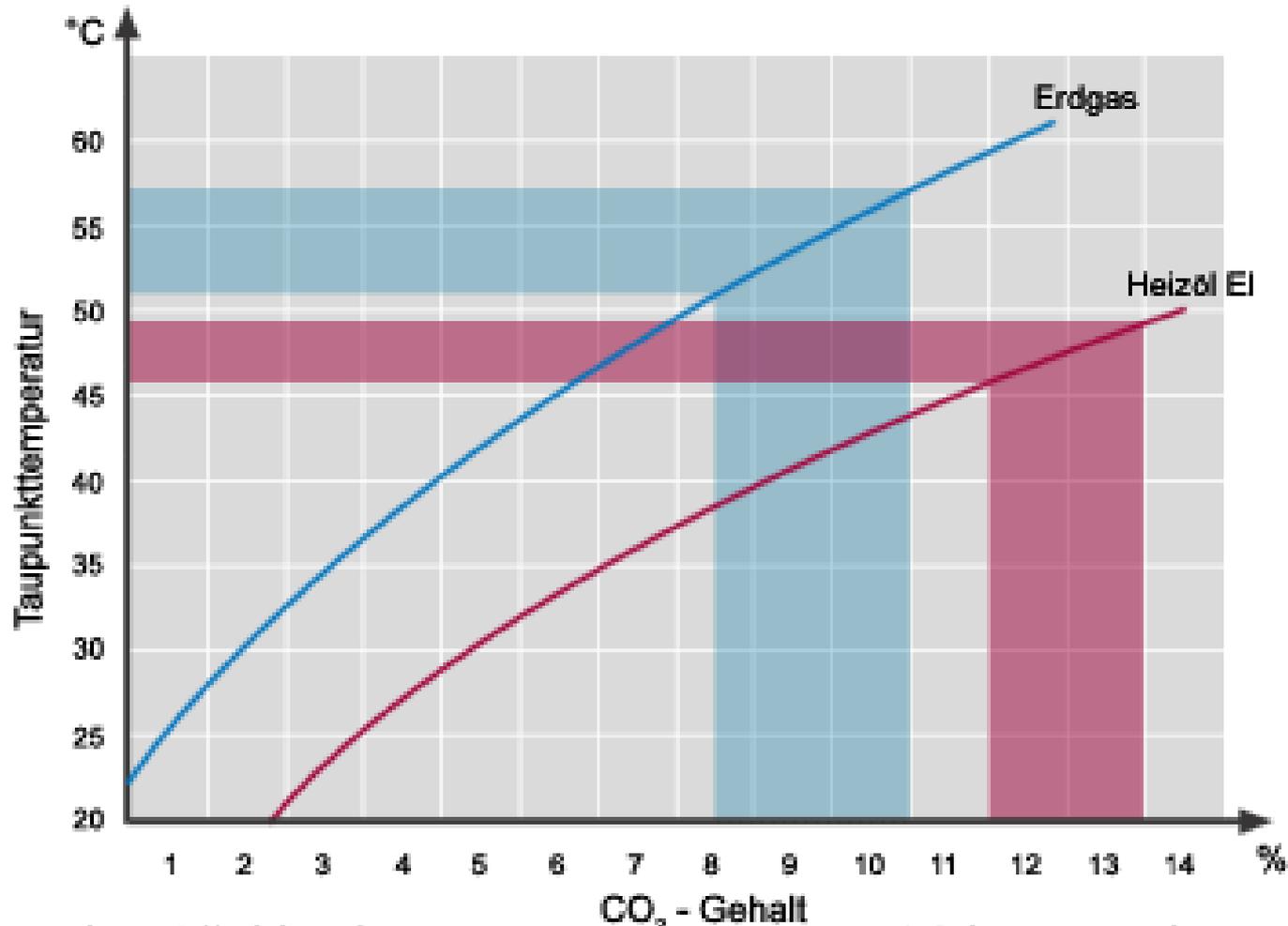
$$\eta_a = 95\%$$

ca. 10% größerer Nutzungsgrad
durch

Rückgewinnung der
Kondensationsenergie im Abgas.



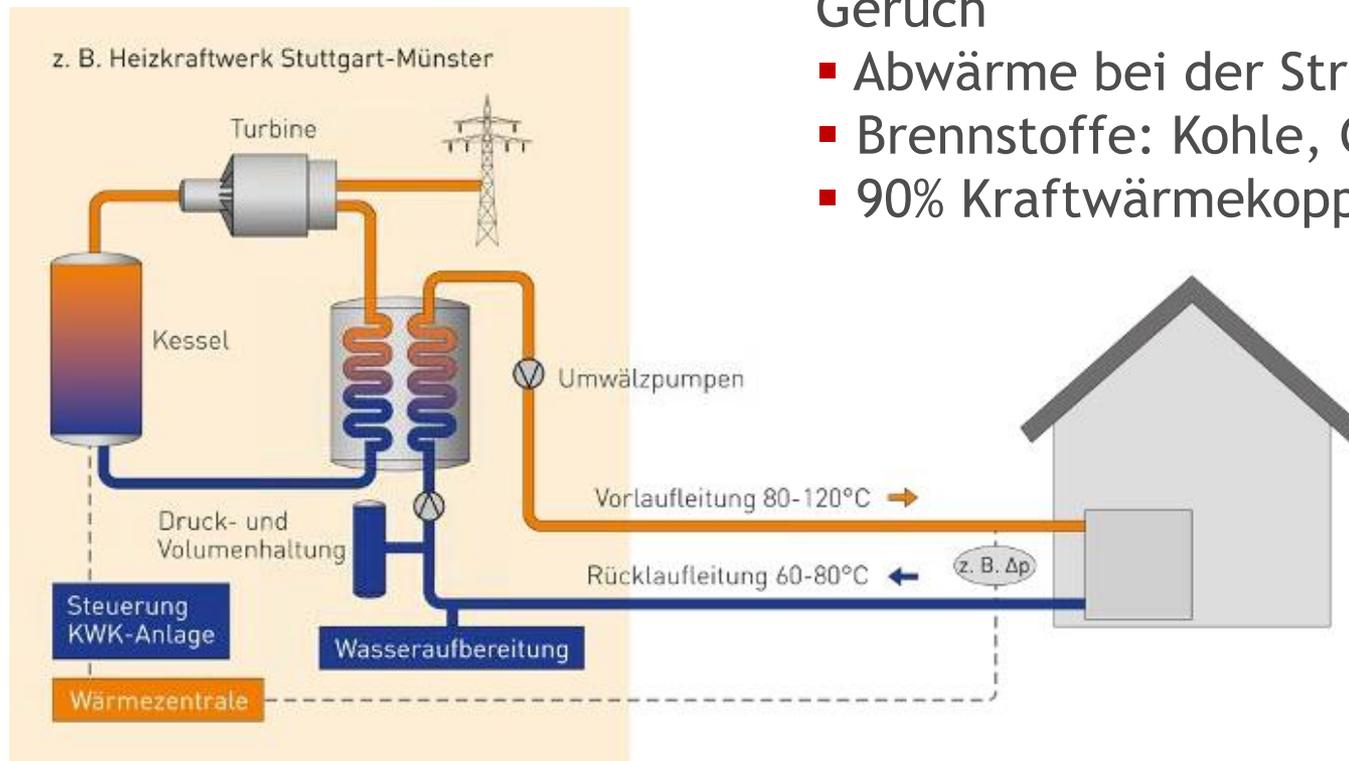
KONDENSATION UND TAUPUNKT



Erst bei Rücklauftemperaturen unter 55 °C beginnt der Brennwertnutzen.



- geringer Raumbedarf
- Brennstoffbezug und -lagerung entfällt
- lokal weder: Schmutz, Ruß noch Geruch
- Abwärme bei der Stromerzeugung
- Brennstoffe: Kohle, Gas, Öl, Müll
- 90% Kraftwärmekopplung in Stuttgart



Quelle: EnBW

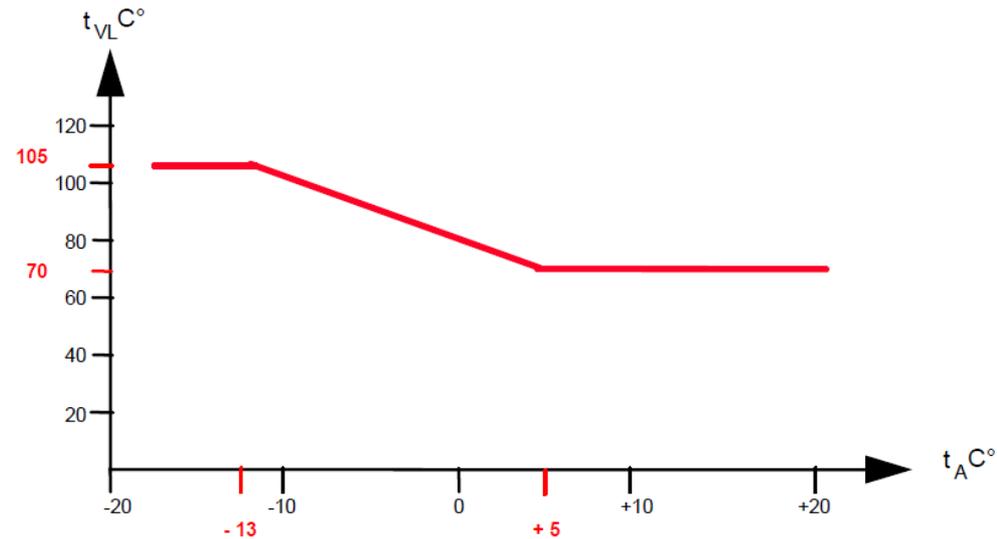


Heizleistung ist bestimmt durch

- Vorlauftemperatur FW
 - Wasserdurchsatz FW
 - Rücklauftemperatur HZG
 - Wasserdurchsatz HZG
- ➔ Vorlauftemperatur HZG

Probleme

- Vorlauftemperatur FW lt. Vorgaben?
- Messen der Wassermenge FW mittels Stoppuhr und Wasserzähler
- Rücklauftemperatur HZG sehr hoch?
- Differenz FW mit Differenz HZG vergleichen → Wassermenge HZG zu hoch



Quelle: EnBW: Technische Anschlussbedingungen Netz Stadtmitte



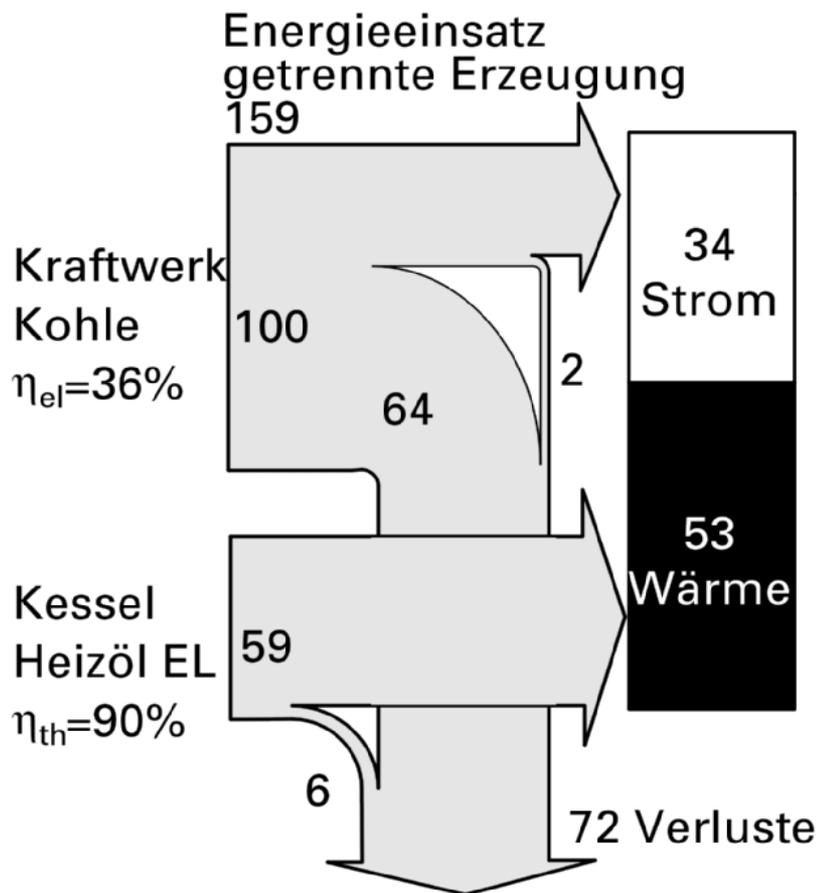
BLOCKHEIZKRAFTWERK (BHKW)



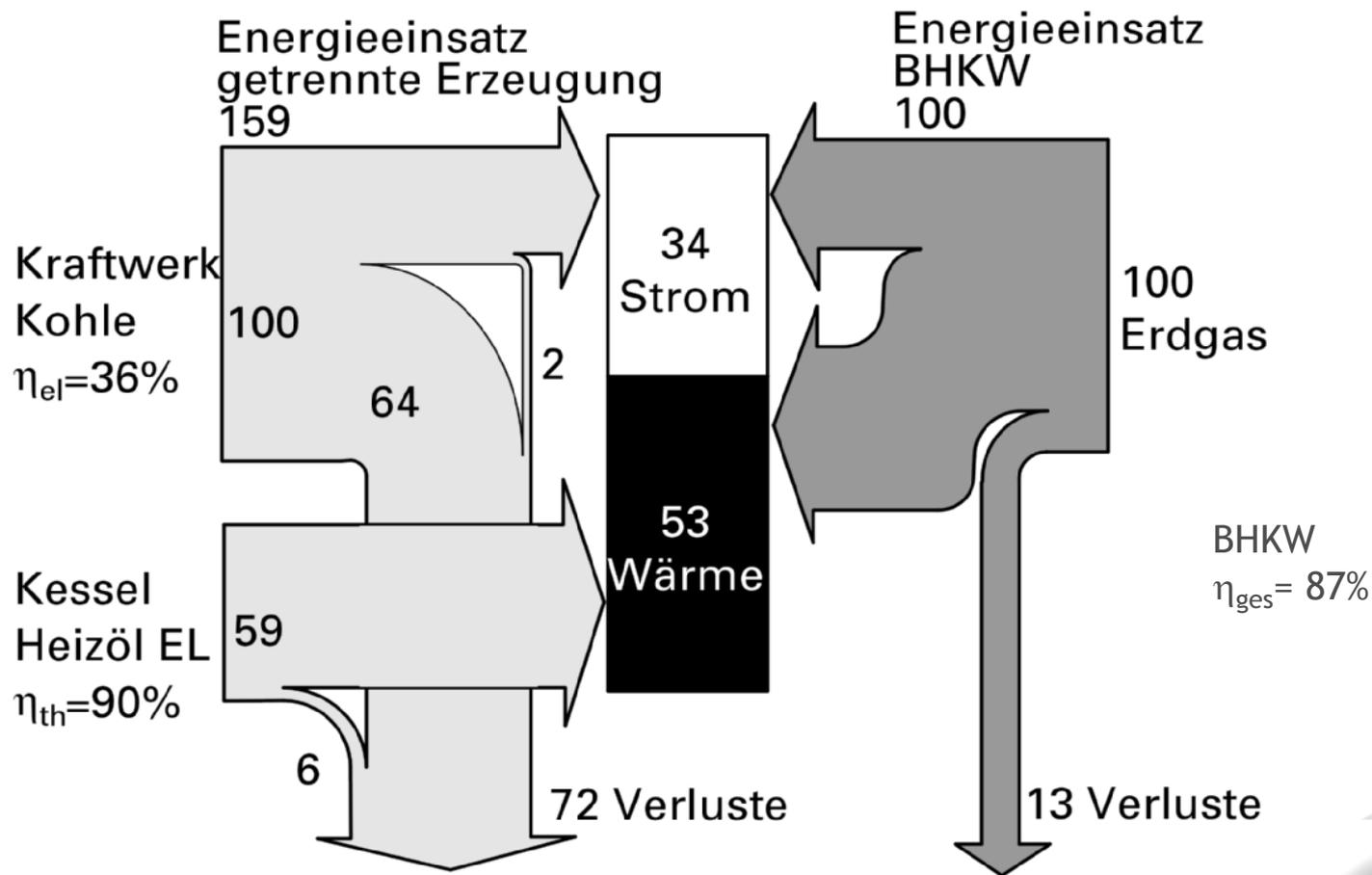
Abgaswärmetauscher



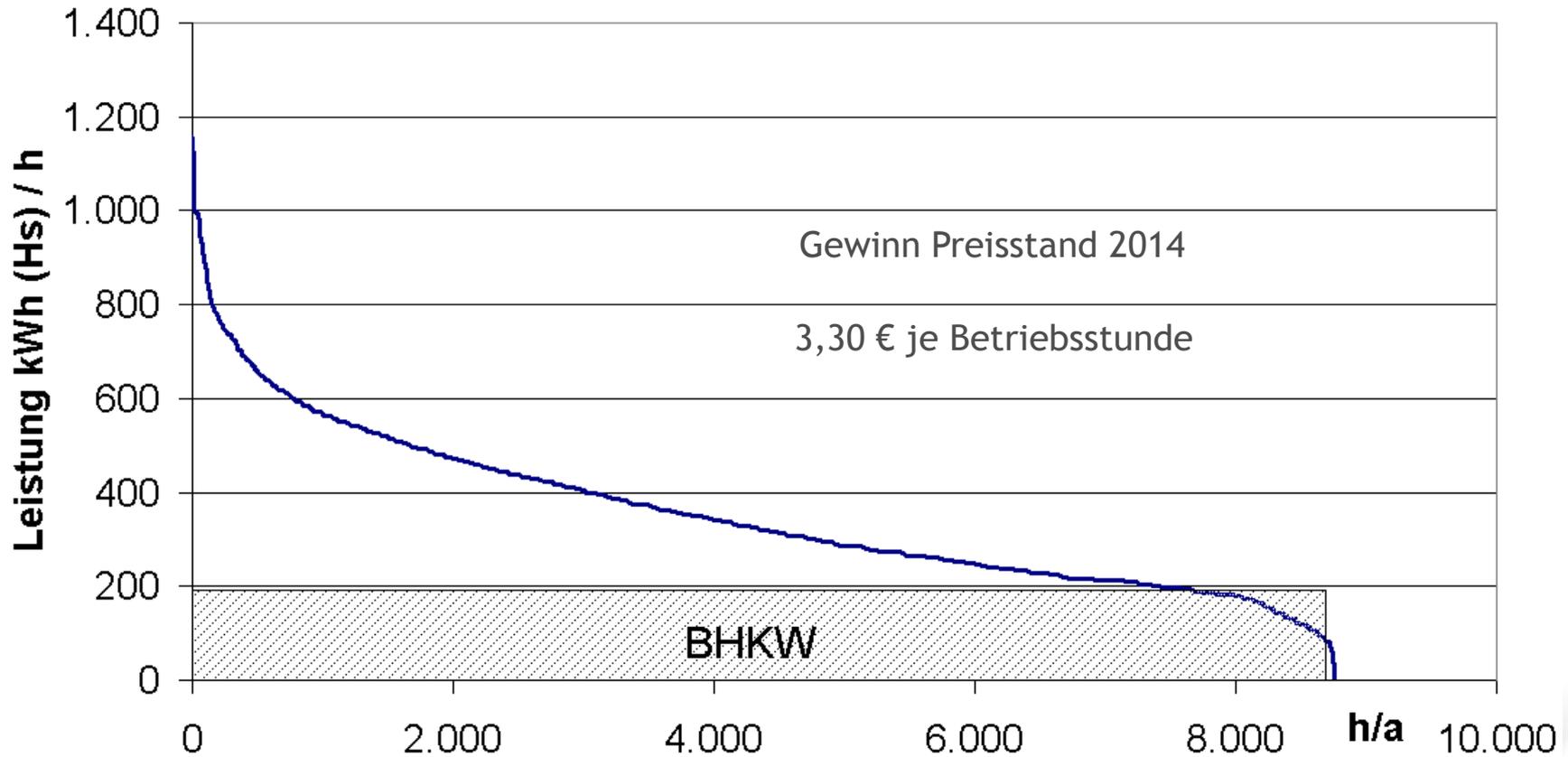
ENERGIEEINSPARUNG DURCH BHKW



ENERGIEEINSPARUNG DURCH BHKW



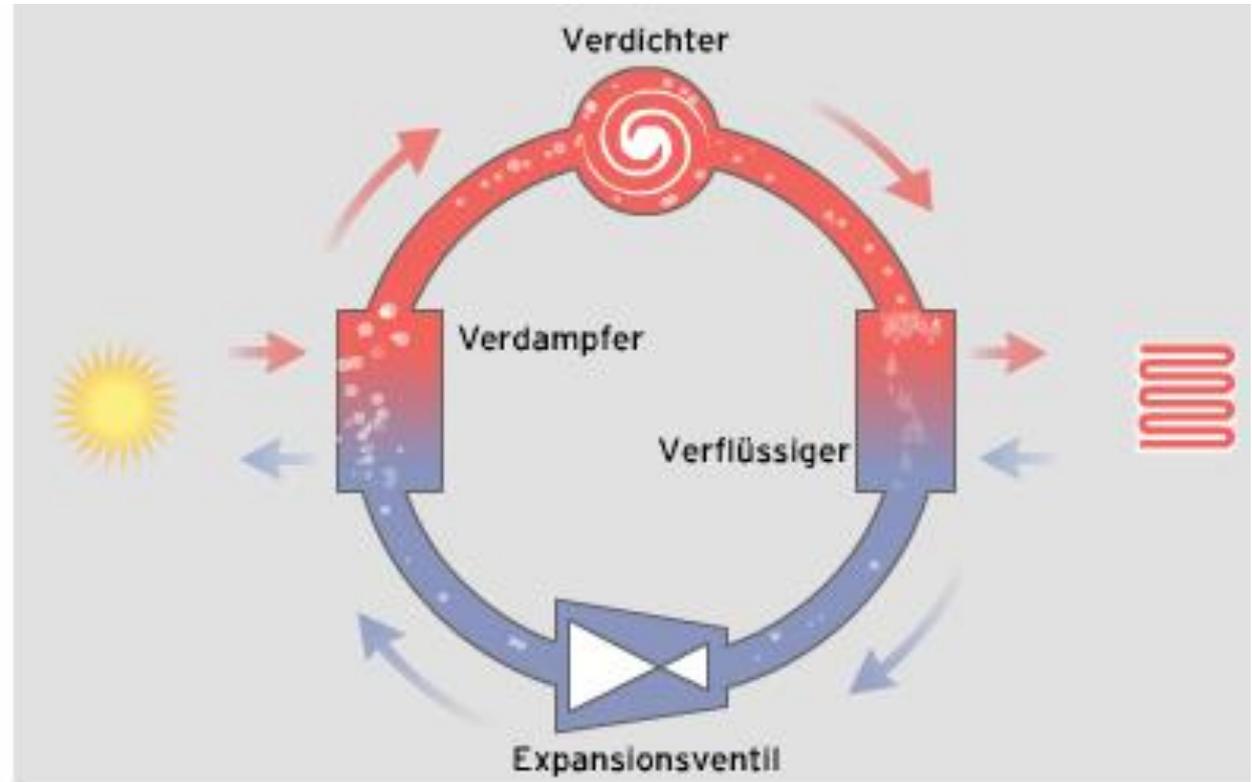
GEORDNETE JAHRESDAUERLINIE HALLENBAD MIT TURNHALLE



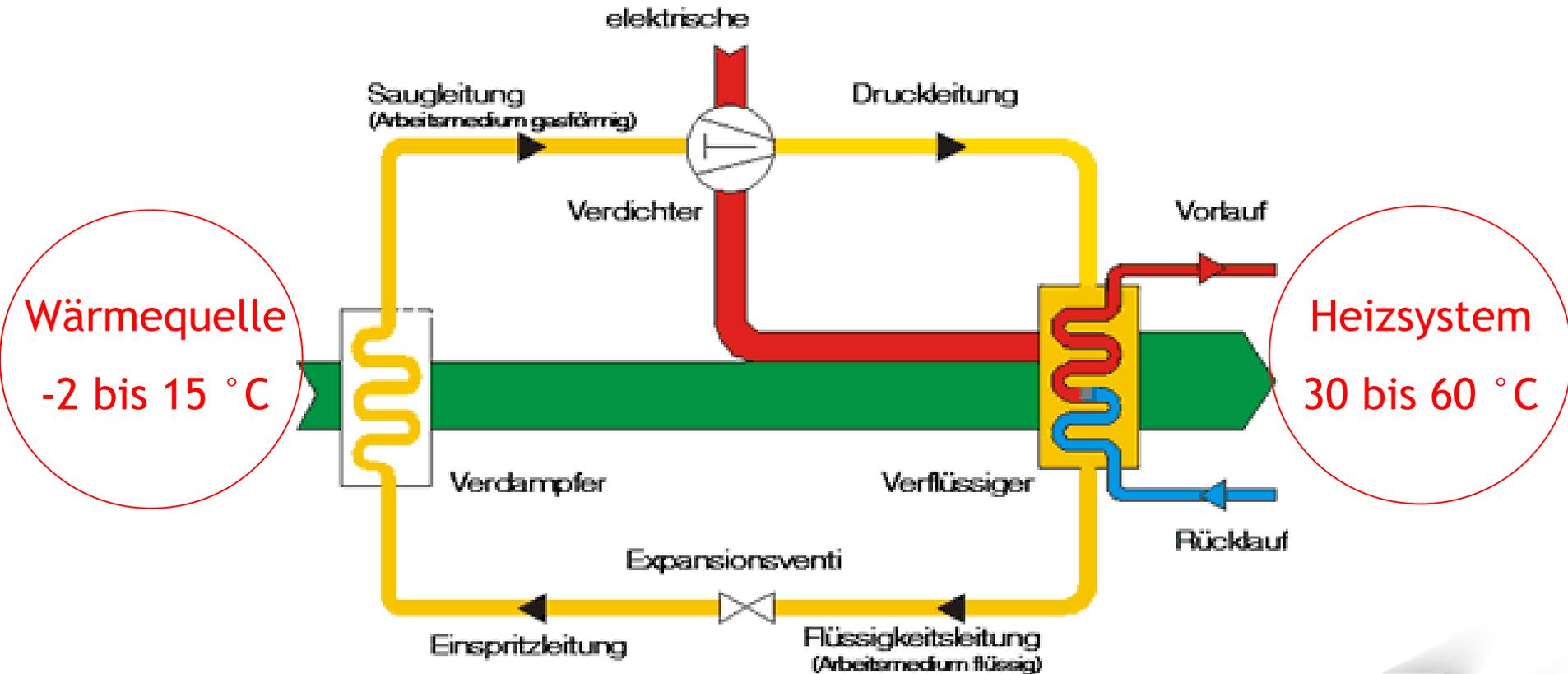
- möglichst hohe Betriebsstunden (>4000 h)
- Kessel in Betrieb, BHKW nicht?
 Fehlfunktion
- Anforderung über Temperaturen am Speicher
- Rücklauftemperatur min 70° C (RL-Anhebung integriert)
- Wasserdurchsatz konstant



DIE WÄRMEPUMPE (WP)



PRINZIP: WÄRMEPUMPE



Temperaturniveau im Winter

Außenluft

ca. -2 °C

Erdreich Flächenabsorber

ca. 0 °C

Grundwasser

ca. 8 °C

Abwasserwärme

ca. 12 °C

Möglich Heizsysteme

Vorlauf /
Rücklauf

Auslegung nach Energieerlass

60 / 40 °C

Fußbodenheizung

40 / 25 °C

Bauteiltemperierung

29 / 25 °C



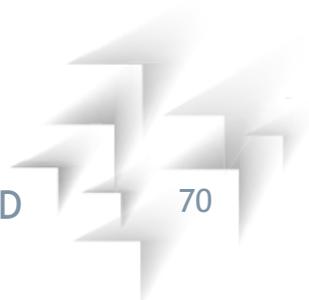
DIE ARBEITSAHLE EINES WÄRMEPUMPEN

Je größer der Temperaturhub zwischen Wärmequelle und Heizsystem

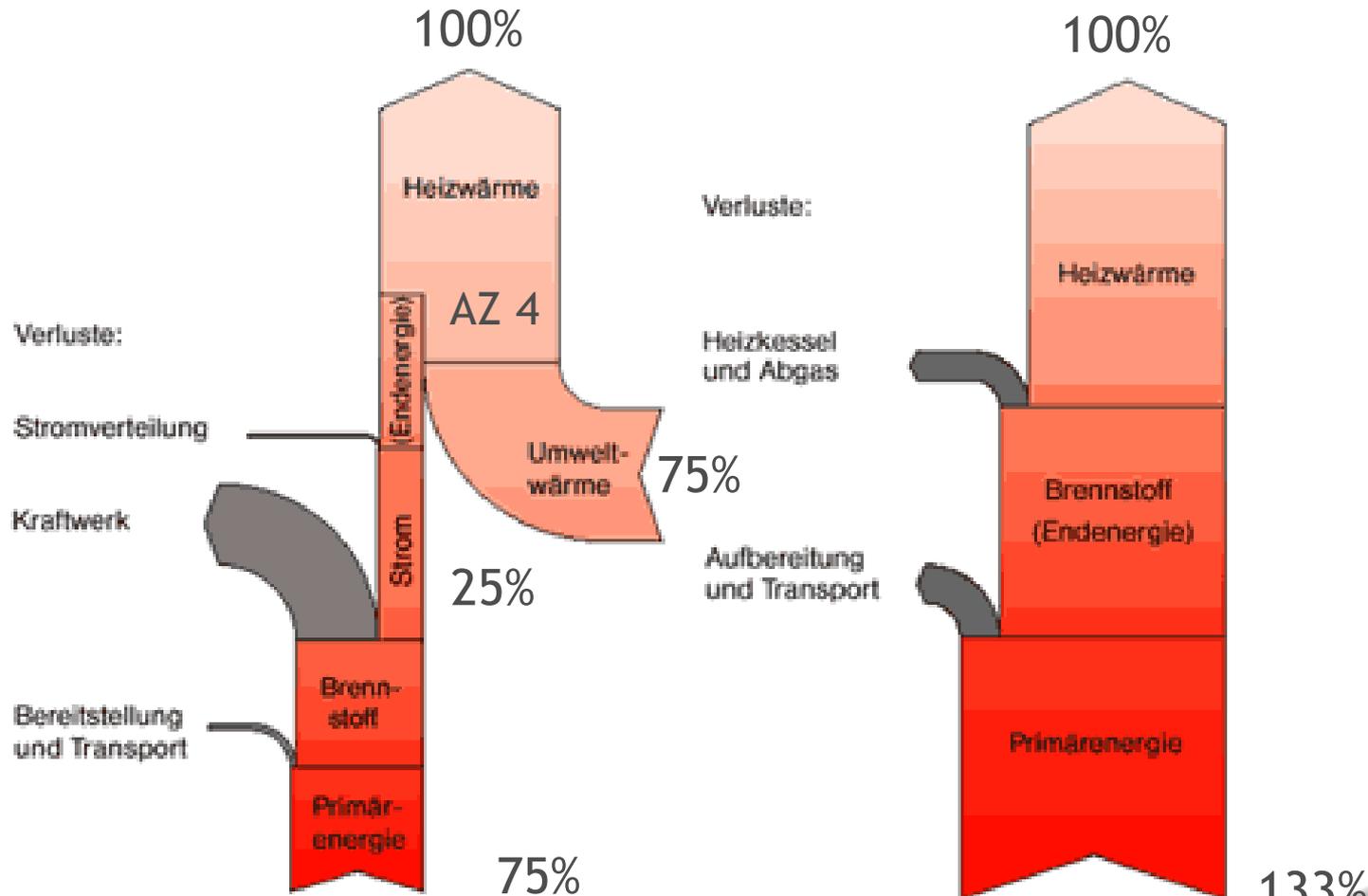
desto kleiner die Arbeitszahl (AZ)

$$AZ = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} = \frac{\text{abgegebene Wärmemenge}}{\text{Strombezug}}$$

Ziel: $AZ > 3,5$ mindestens



VERGLEICH ELEKTRISCHE WÄRMEPUMPE UND GASHEIZUNG





- CO₂-Einsparung 1.845 t CO₂/a
- Reduktion der Energiekosten 356.000 €/a
- Vermiedene Entsorgungskosten 110.400 €/a
- Investitionsbedarf 3,6 Mio. €
- Statische Kapitalrückflusszeit 10,7 a

Februar 2004 Inbetriebnahme der 1. Anlage
Oktober 2004 Inbetriebnahme der 2. Anlage
April 2005 Inbetriebnahme der 3. Anlage
November 2012 Inbetriebnahme 4. Anlage

Auszeichnung mit
climate star



PUFFERSPEICHER UND STAUBFILTER

Pufferspeicher



E-Filter



- Bestellungen organisieren
- geölte Pellets verbessern die Fließfähigkeit und reduzieren die Staubentwicklung, die Verwendung muss aber vom Hersteller freigegeben sein. Aber: Beschaffung teurer
- Ascheentsorgung
evtl. über Reinigungsfirma organisieren



THERMISCHE SOLARANLAGEN ZUR WARMWASSERERZEUGUNG



Hans-Rehn-Stift	280 m ²
Rohrer Höhe (Seniorenwohnanlage)	160 m ²
Filderhof (Altenpflegeheim)	60 m ²
AWS-Betriebsgelände	42 m ²
Robert-Koch-Realschule	15 m ²
Geschwister-Scholl-Gymnasium	15 m ²
Birkenrealschule	13 m ²
<hr/>	
Kollektorfläche:	585 m ²

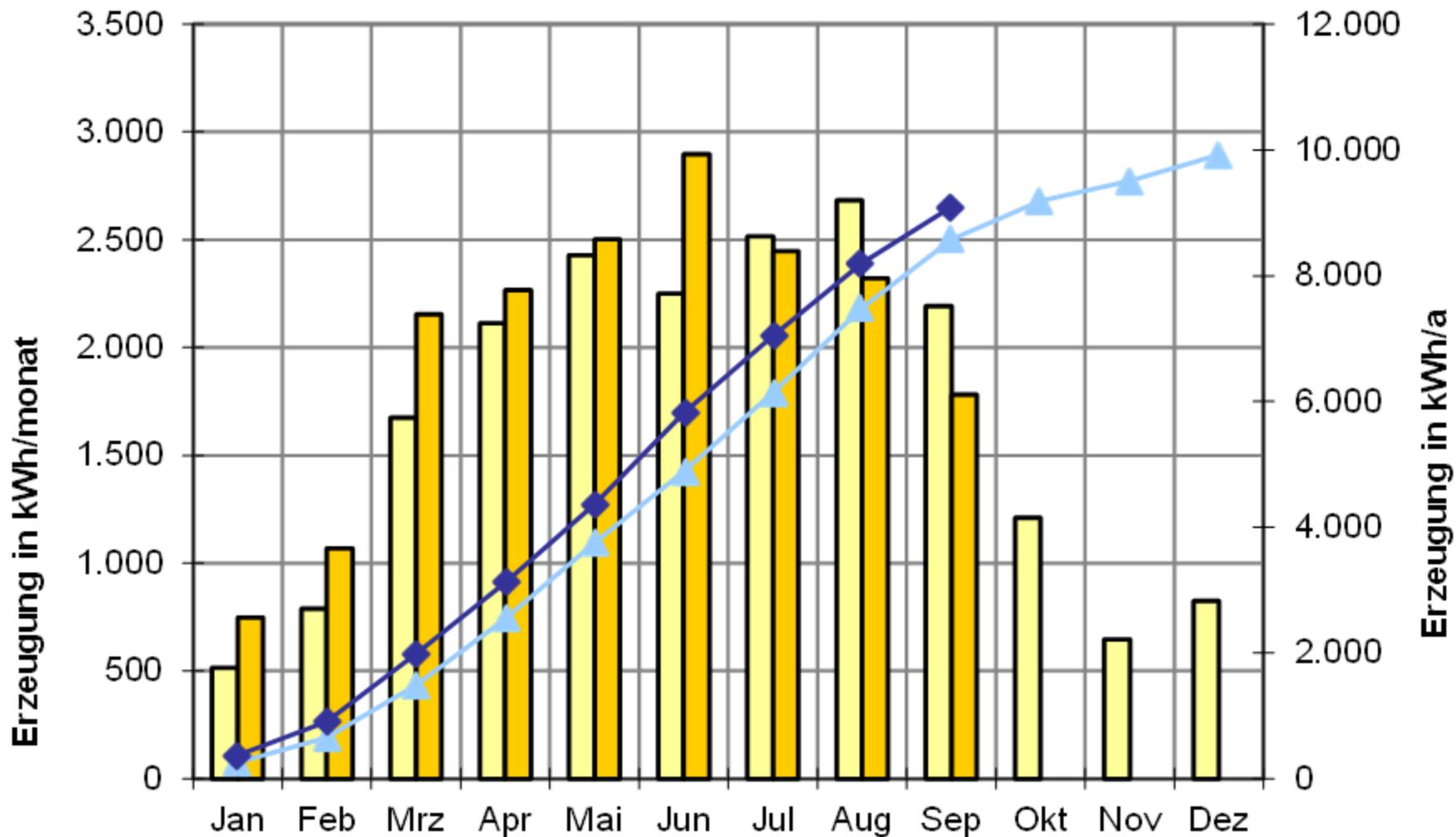
Einsparung: 294.000 kWh/a
78,2 t CO₂/a
20.700 €/a

Investitionskosten: 317.000 €

Statische Kapitalrückflussdauer: 15 Jahre



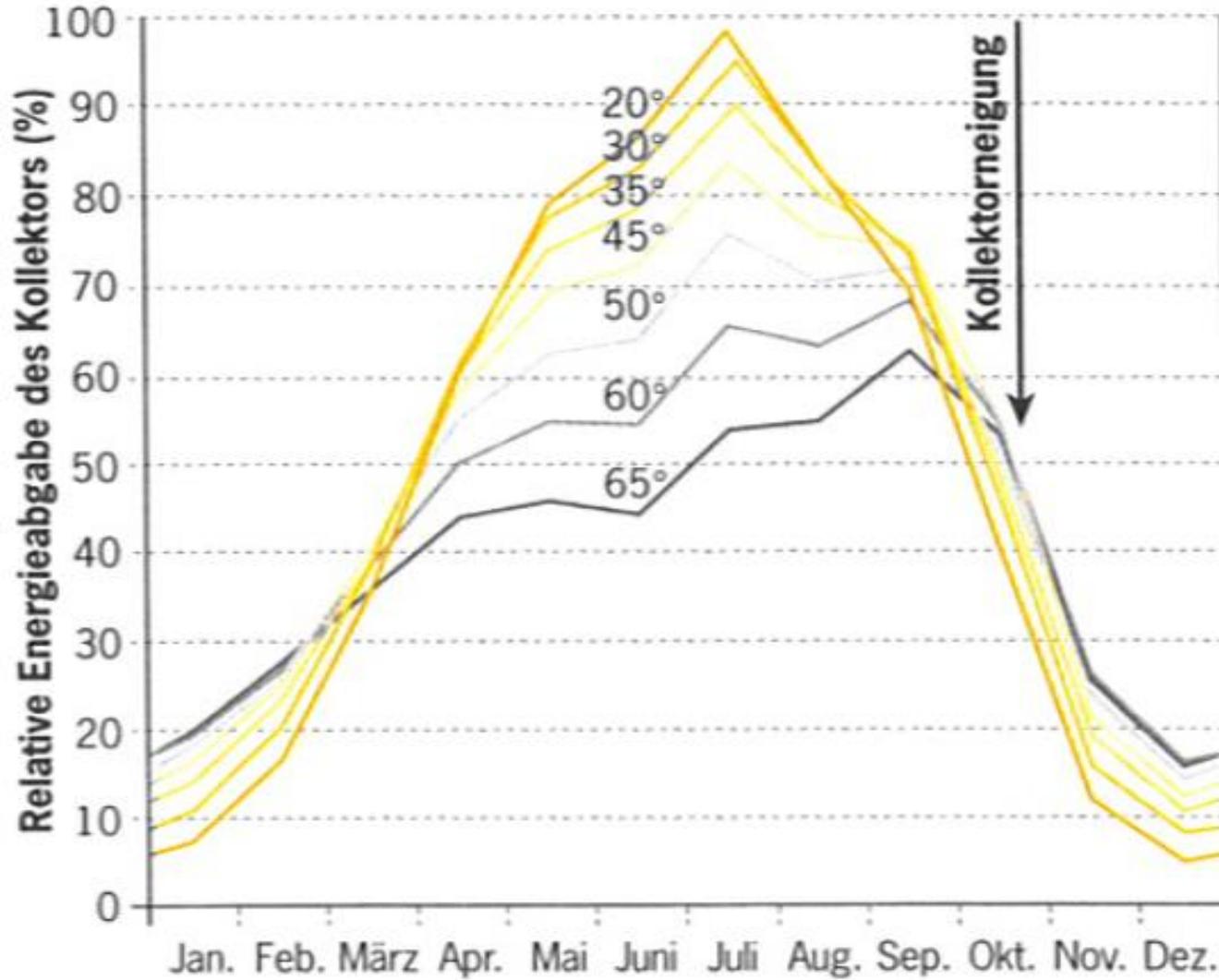
WÄRMEMENGE SOLARANLAGE



19,8 MWh/a (in 2016)

TAKING COOPERATION FORWARD

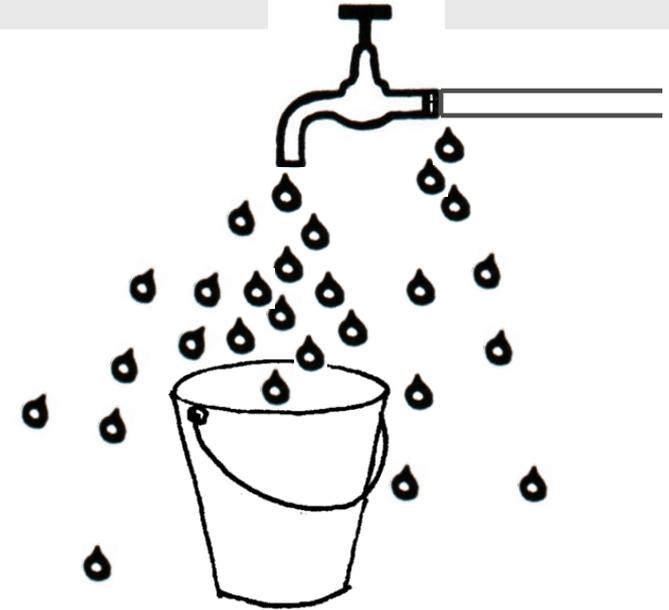




Quelle: Solarfibel



- Summe aller Verluste
 - Stillstandsverluste
 - undichte Wasserleitung
 - Anfahrverluste
 - erste nicht nutzbare Wasserschwall beim Öffnen
 - Betriebsverluste
 - Wassertropfen, die neben den Eimer fallen
- Nutzen
 - Inhalt im Eimer
- Aufwand
 - Wassermenge nach Wasserzähler



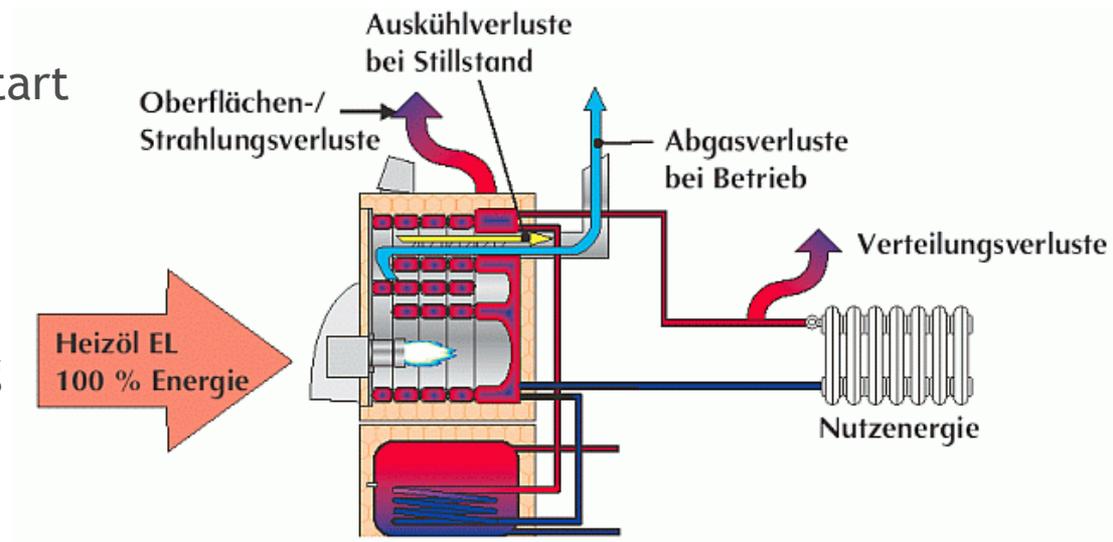
- Energieeinsatz abzüglich der aller Verluste
 - Stillstandsverluste

Abstrahlverluste des Kessels

- Anfahrverluste
- Spülverluste beim Brennerstart
- Betriebsverluste

Abgasverluste

- Nutzen
abgegebene Jahresheizleistung
- Aufwand
Brennstoffeinsatz nach Zähler



JAHRESWIRKUNGSGRAD - BERECHNUNG

$$\eta_a = \frac{\eta_K}{\left(\frac{1}{\varphi} - 1\right) * q_B + 1}$$

$$\eta_K = 1 - q_K - q_S$$

$q_K = 6,3\%$ lt. Schornsteinfegermessung

$q_S = 0,5\%$ Erfahrungswert

$$\eta_K = 93,2\%$$

$$\varphi = \frac{b_{VK}}{b} \quad \text{oder} \quad \frac{Q_m}{Q_K}$$

$b_{VK} = 2.555$ h Gasverbrauch durch Kesselleistung

$b = 4.368$ h -> Betriebszeit der Heizung z.B. 1.10 bis 1.4.

$Q_m = 328$ kW

$Q_K = 560$ kW

$Q_a = 1.431.047$ kWh Gasverbrauch in Hs

Definition eines Schornsteinfeger-Protokolls

Definition eines Schornsteinfeger-Protokolls GebNr 2227/KbNr 1/1/SProt 9991

Geschwister-Scholl-Gymnasium [002227] Kessel 1, Spezialkessel mit Öl-/Gasgebläse
 Richard-Schmid-Str. 025, Nutzfläche 9.797 m² Brennstoff Erdgas [E2]

Allgemeine Daten

Datum: Einstufungsmessung

Schornsteinfeger:

Bemerkung:

Meßwerte

Rußzahl:

Wärmeträgertemperatur in °C:

Ölderivate:

Verbrennungslufttemperatur in °C:

Abgasverlust in %:

Abgastemperatur in °C:

Volumengehalt CO2 in %: O2 in %:

Zug (Druckdifferenz) in hPa:

Berechnete Werte

Lambdawert: Die Grenzwerte der 1.BimschV werden eingehalten!

Abgasverlust in %: Die städteigenen Grenzwerte werden eingehalten!

Berechnung mit Protokoll

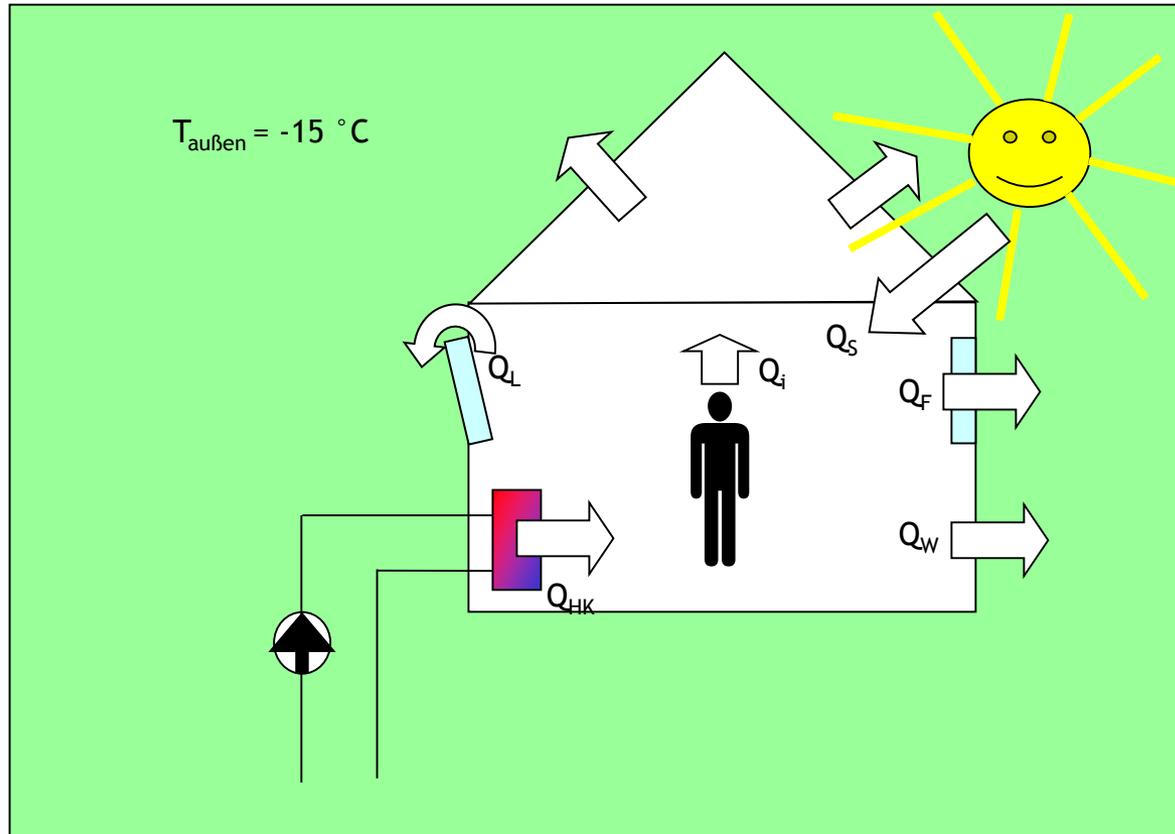
SEKSLHS | GÖ | 13.09.2017 10:46:50

$$\eta_a = 93,0\%$$



- Hintergründe Energie und Klima
- Energiemanagement der Stadt Stuttgart
- Energetische Vorgaben
- Systeme von haustechnischen Anlagen
- **Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit**
- Einsparung von Energie und Energiekosten
- Nutzersensibilisierung





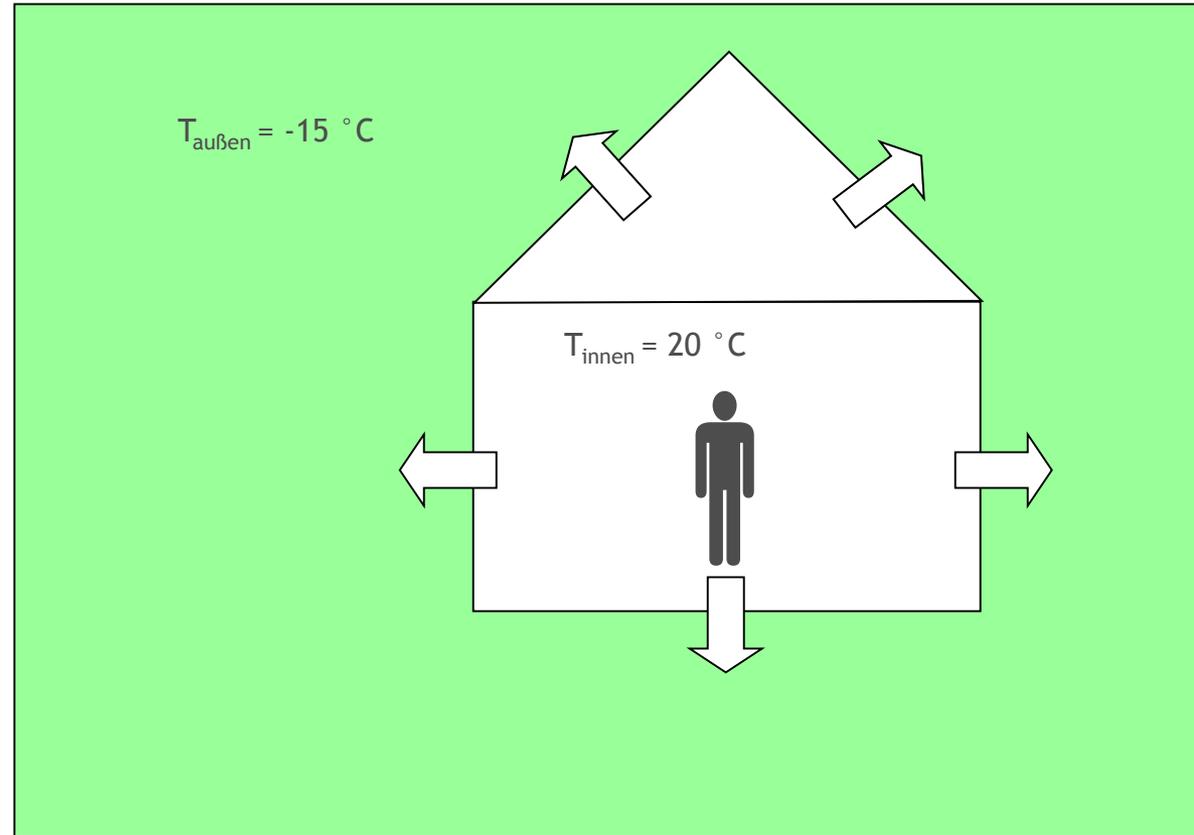
Wärmegewinne = Wärmeverluste

$$Q_{HK} + Q_i + Q_S = Q_F + Q_W + Q_L$$



WÄRMEVERLUSTE UND RAUMTEMPERATUR

Ein Raum verliert Wärme über seine Außenflächen



Wärmeverlust = Wärmedurchlasswiderstand mal Hüllfläche mal Temperaturunterschied

$$Q_{\text{verl}} = U \times A \times \Delta T$$

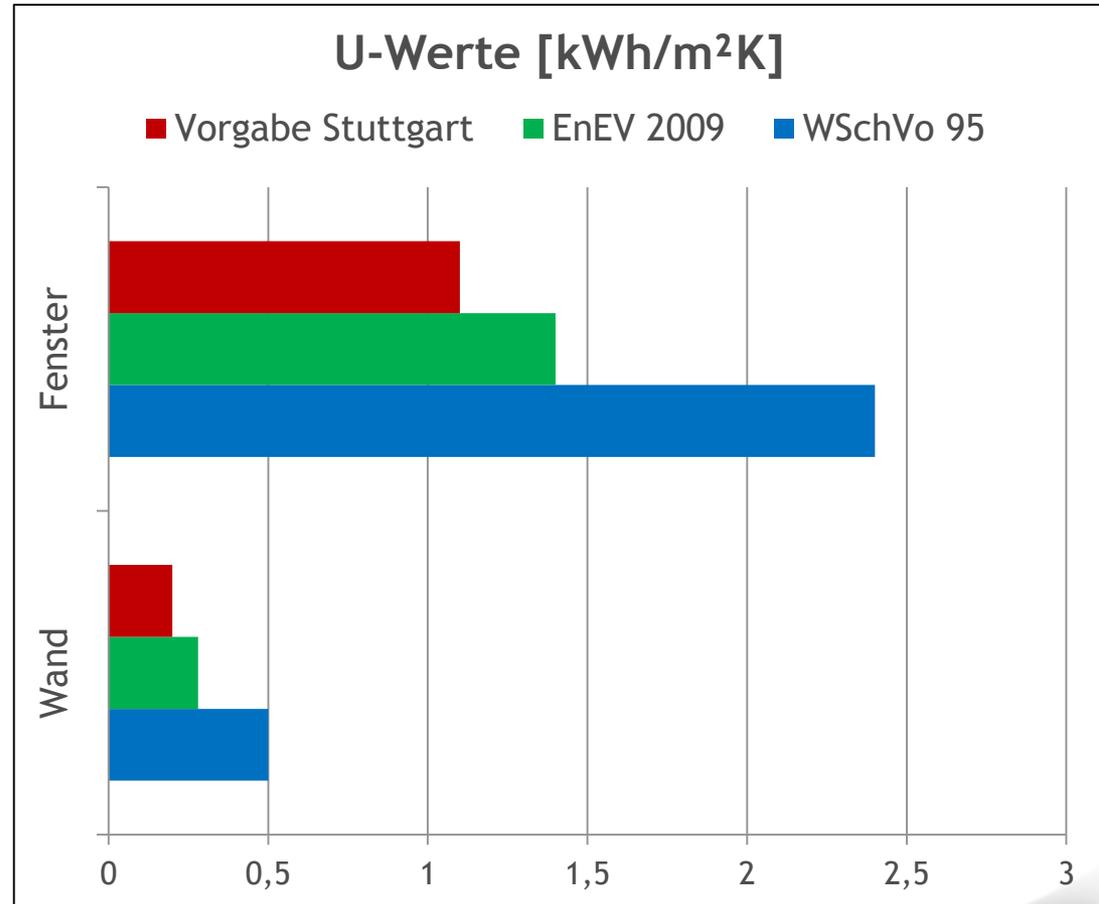


WÄRMEDURCHLASSWIDERSTAND - U-WERTE

Einheit:
Wärmeverlust je Grad
Temperaturdifferenz
bezogen auf die
Bauteilfläche

Vorgabe Stadt Stuttgart:
EnEV 2009 -20%

Vergleichswert:
EnEV 2009
WSchVo 1995



Ein Fenster verliert ca. 5 mal so viel Wärme als eine Wand



DÄMMUNG DER FASSADE, DACH UND DER KELLERDECKE



Außenwand $U = 0,24 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Neue Fenster $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



Dach $U = 0,13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



TAKING COOPERATION FORWARD

Kellerdecke = $0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$





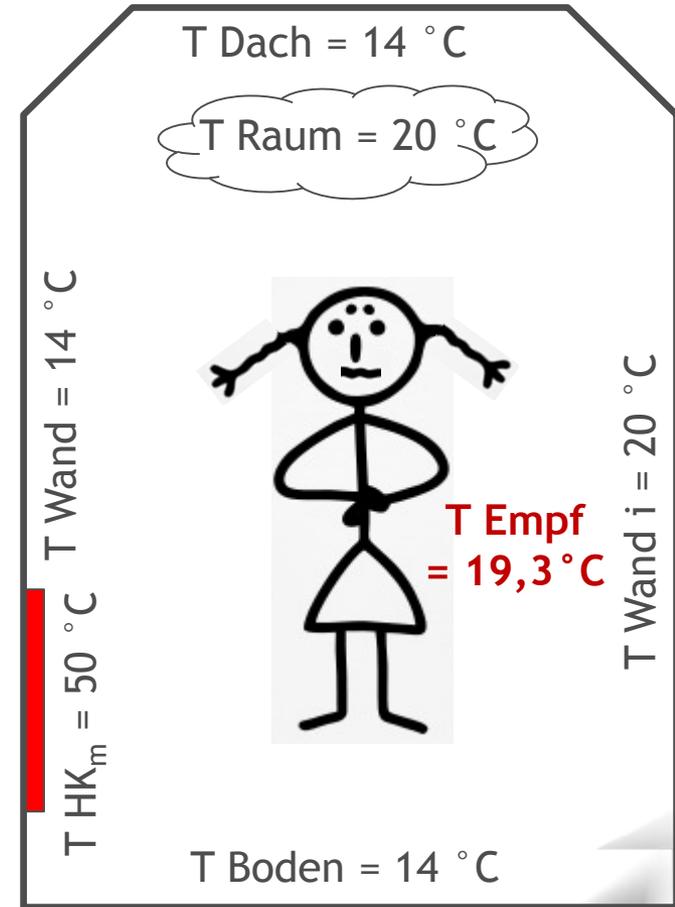
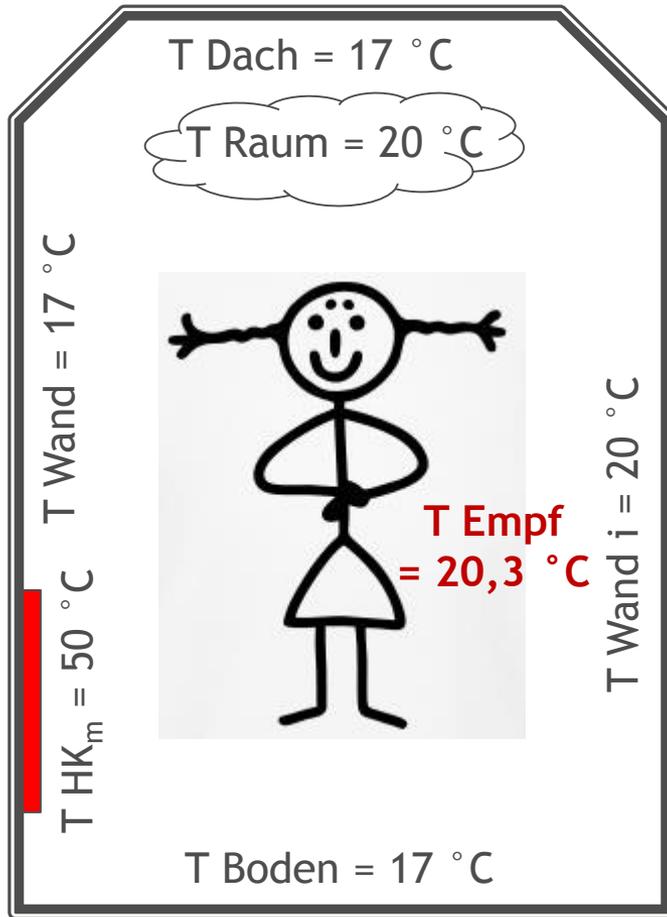
- Person
 - Tätigkeit
 - Kleidung -> vgl. Dämmung Haus
 - Gesundheit
 - Nahrungsaufnahme
 - Stress / pers. Zufriedenheit

- Temperatur
 - Luft
 - Wandflächen
- Luftfeuchtigkeit
 - Relative Feuchte in %
- Luftgeschwindigkeit
 - Luftauslässe
 - Undichte Fenster

**Behaglichkeit ist
subjektiv!**

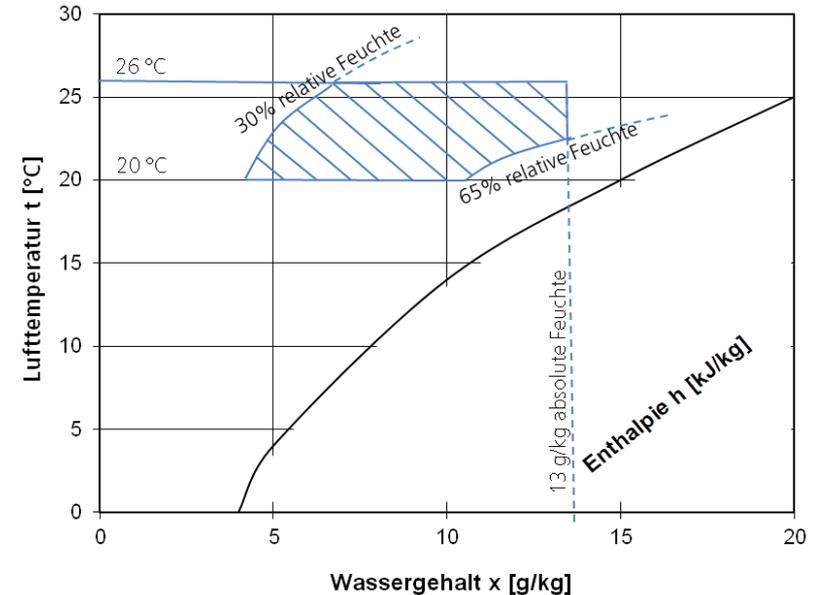


EMPFUNDENE TEMPERATUR



- Temperatur
 - von 20 °C bis 26 °C
 - maximale Differenz zwischen
 - Wänden und der Luft 4 Grad
 - Kopf- und Fußbereich 3 Grad
 - Außenwänden 5 Grad
- Luftfeuchtigkeit
 - min. 30%
 - max. 65%
 - absolut max. 13 g/m³ (5 und 12 g/kg Luft)
- keine Zugerscheinungen

hx-Diagramm





Planungsphase

- Heizkörper vor den Fensterscheiben
→ daher keine bodentiefe

Verglasung

Prüfen des Bestands

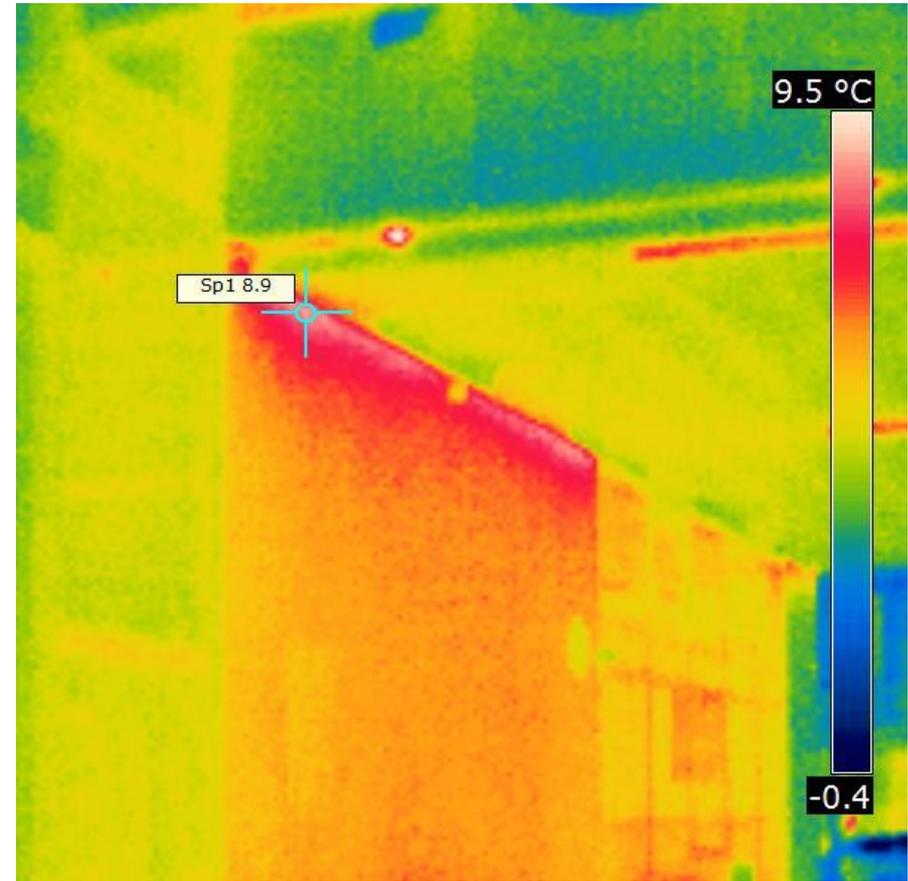
- Thermographieaufnahme
- Rauchversuch

Sofortmaßnahmen am Arbeitsplatz

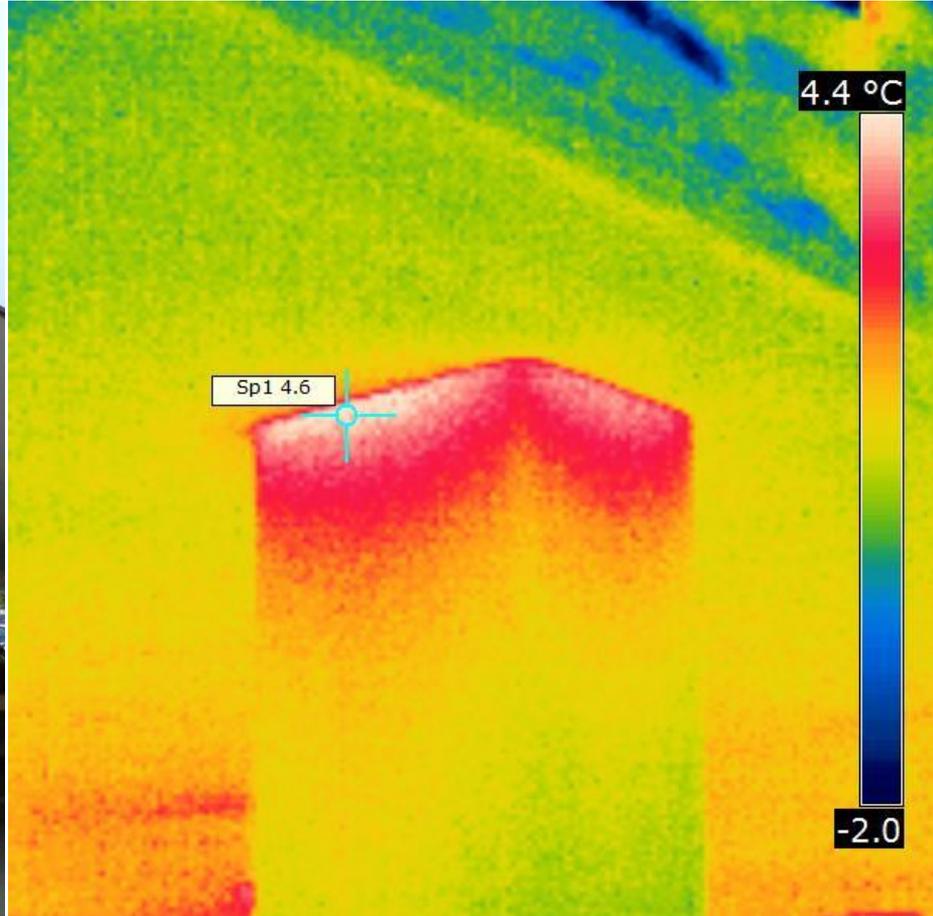
- Fußmatten
- Arbeitsplatz verschieben
- gemütliche Weste bereitlegen



BEISPIEL 1 THERMOGRAPHIE



BEISPIEL 2 THERMOGRAPHIE



Hintergründe Energie und Klima

Energiemanagement der Stadt Stuttgart

Energetische Vorgaben

Systeme von haustechnischen Anlagen

Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit

Einsparung von Energie und Energiekosten

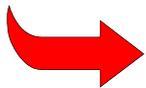
Nutzersensibilisierung



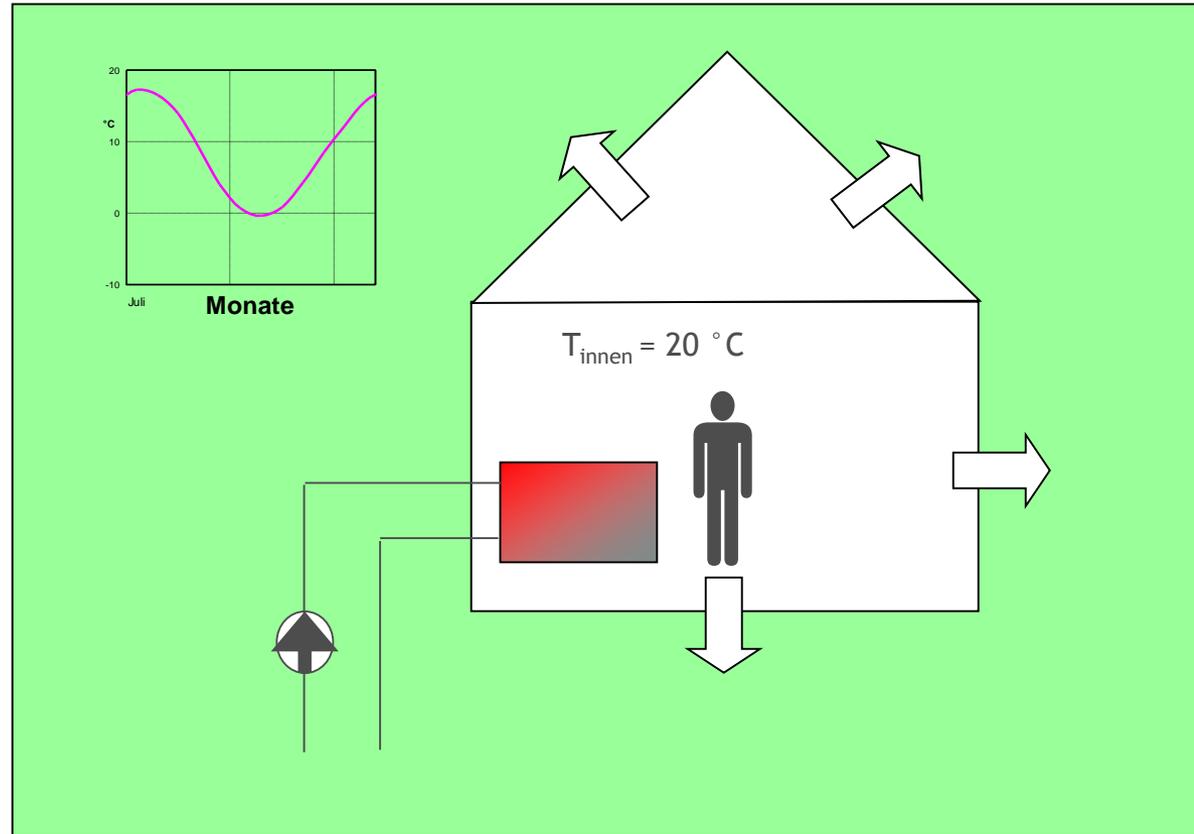
Ein Raum verliert
Wärme über seine
Außenflächen

Die Heizkörper gleicht
diesen Wärmeverlust
aus

- 1) Bauart des Heizkörpers
- 2) Witterungsgeführte
Vorlauftemperatur



Heizkurve



Wärmeleistung = Wasserdurchfluss mal Wärmehalt mal Temperaturunterschied

$$Q_{HK} = m \times c_{pW} \times \Delta T_{(VL-RL)}$$





Plattenheizkörper

Kompaktkörper

Radiatoren

Konvektoren

Wärmeabgabe überwiegend durch Strahlung:

→ Der Heizkörper muss frei stehen und darf nicht zugestellt werden

Wärmeabgabe überwiegend durch Konvektion:

→ Die Luft muss ungehindert durch den Heizkörper strömen können, der HK darf weder oberhalb noch unterhalb zugestellt werden.

Um die Konvektion zu erzwingen sind gegenüber Strahlungsheizkörpern, höhere Heizwassertemperaturen erforderlich



Pflichtleistung nach VOB Teil C

Protokoll über den hydraulischen Abgleich einfordern

Hinweise auf mangelhaften hydr. Abgleich

- Einzelne Heizkörper werden nicht warm, andere sind überversorgt
- Strömungsgeräusche an Heizkörperventile und Rohrleitungen
- Schlechtes Regelverhalten von Heizkörperventilen



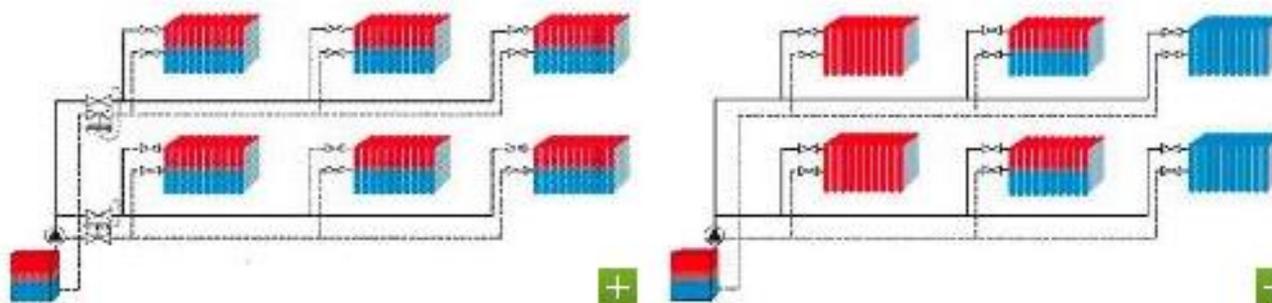
Auswirkung eines mangelhaften Abgleichs:

Der Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers verschlechtert sich, da die Anlage mit zu hohen Temperaturen und stark schwankenden Volumenströmen betrieben wird.

Hohe Vorlauftemperatur verschlechtern beim Einsatz von Wärmepumpen den Nutzungsgrad.

Hohe Rücklauftemperaturen verschlechtern beim Einsatz moderner Brennwerttechnik ebenfalls den Nutzungsgrad.

Abgeglichenes vs. nicht abgeglichenes System



Abgeglichenes System

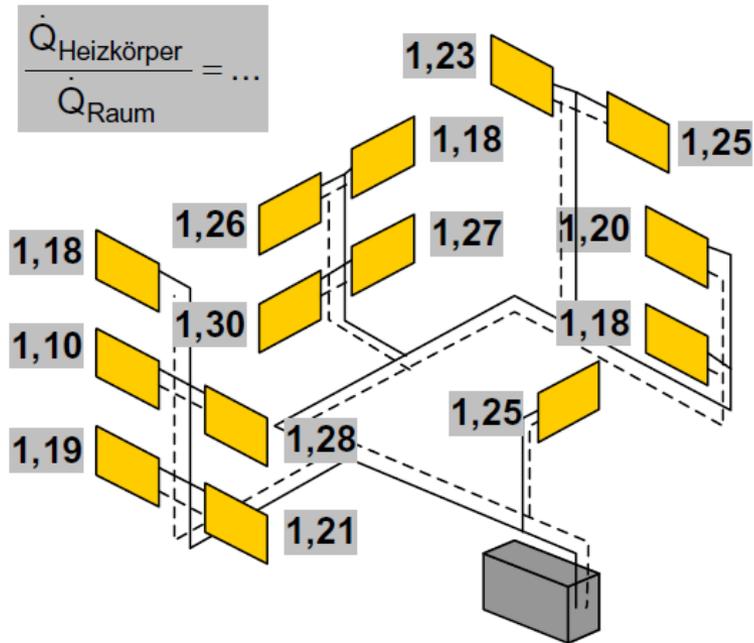
Nicht abgeglichenes System

Quelle:

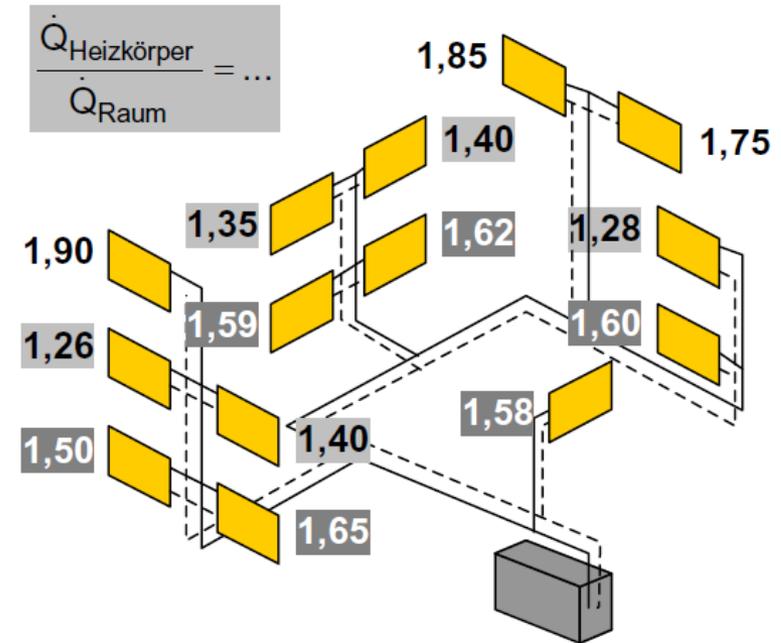
www.Kermi.de



HYDRAULISCHER ABGLEICH - NACH SANIERUNGEN



vor



bzw. nach einer Sanierung:

Profitieren Räume unterschiedlich stark durch eine ausgeführten Dämmung (z.B. nur Dämmung des Dachs und der Kellerdecke) ist ein Anpassen der durchströmenden Wassermengen notwendig.



MESS-, STEUER-, REGELTECHNIK BEI SANIERUNG/ NEUBAU

Regel- und Steuerungskonzept mit allen Planungsbeteiligten der Gewerke Heizung, Lüftung, Klima und Elektro unter Berücksichtigung der Nutzungsanforderungen und Betriebszeiten

Gebäudeleittechnik mit hoher Bedienerfreundlichkeit oberste Priorität inkl. Anlagendokumentation mit Regelschema, Regelungsbeschreibung, Einstellwerten und Betriebszeiten

Regelung mit nutzerfreundlichen Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung (Jahresprogramm), die oberhalb einer Außentemperatur von 5 °C auch die Kessel- und Heizkreispumpen abschaltet



Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Vorlauftemperatur der Heizung / Heizgruppe und Betriebszeiten

Standardregler

- eindeutige Regelabläufe
- Selbstständiges Arbeiten
- aufwändige Eingabe z.B. Ferienzeiten
- ...



Frei programmierbarer Regler

- Regelabläufe oft nicht transparent
- oft keine Visualisierung vorhanden
- „black box“
- hohe Abhängigkeit vom Programmierer
- ...



Einweisung Betriebspersonal!

TAKINC

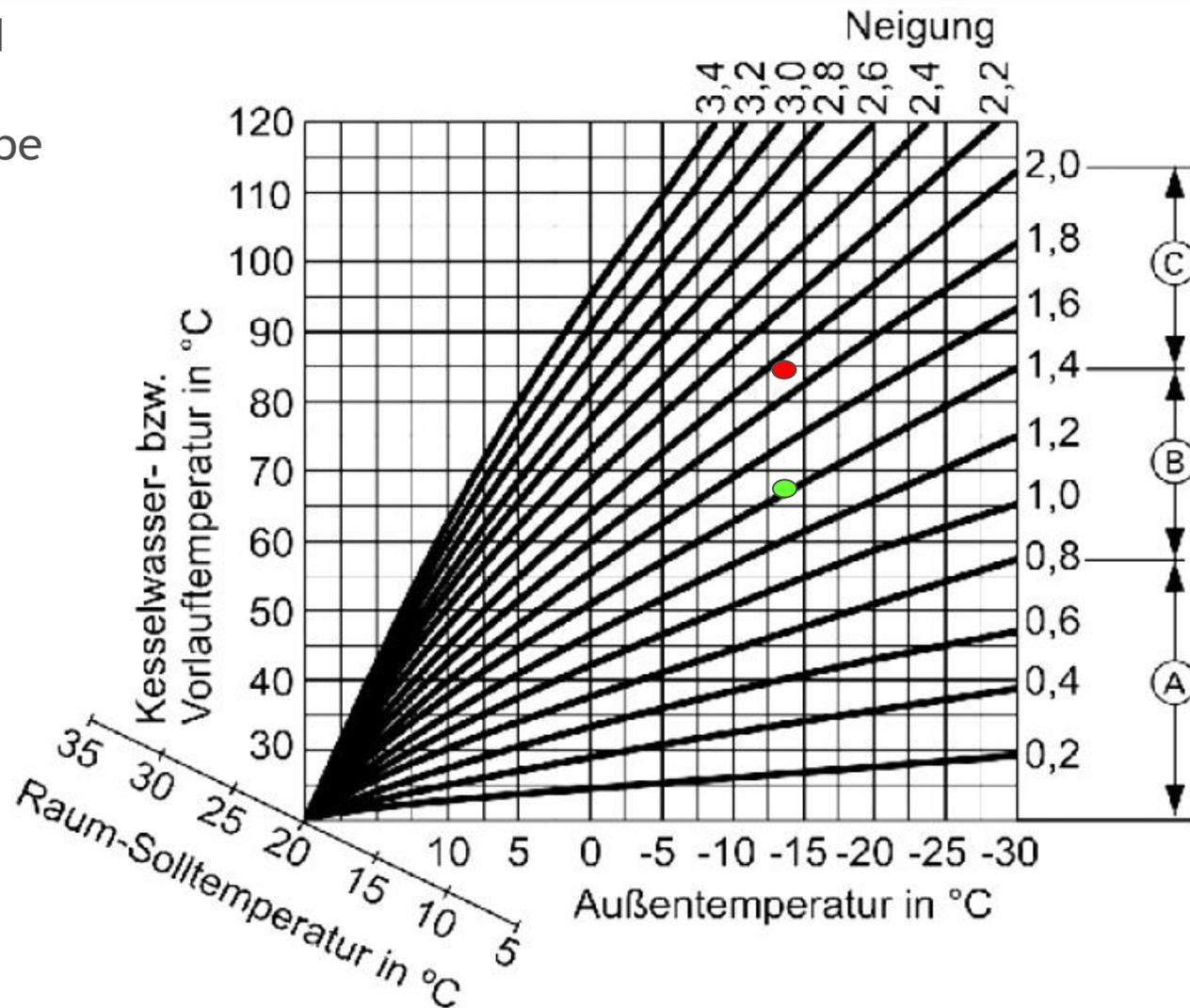


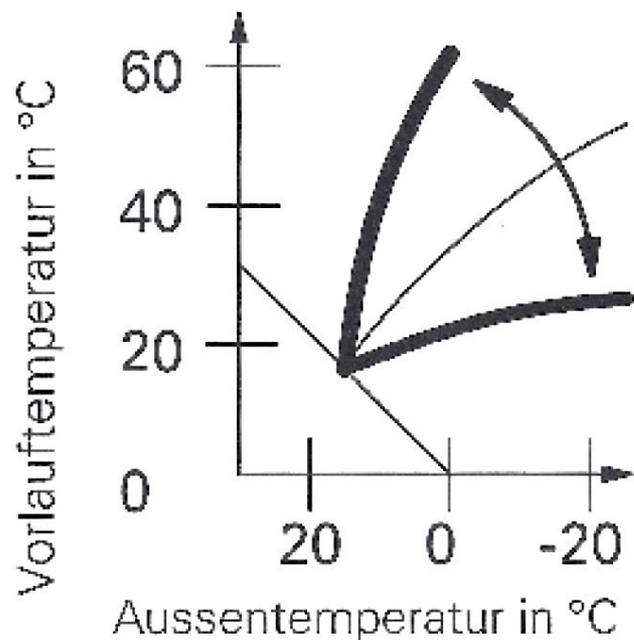
HEIZKURVEN

Zusammenhang zwischen
Außentemperatur und
Vorlauftemperatur
der Heizung / Heizgruppe

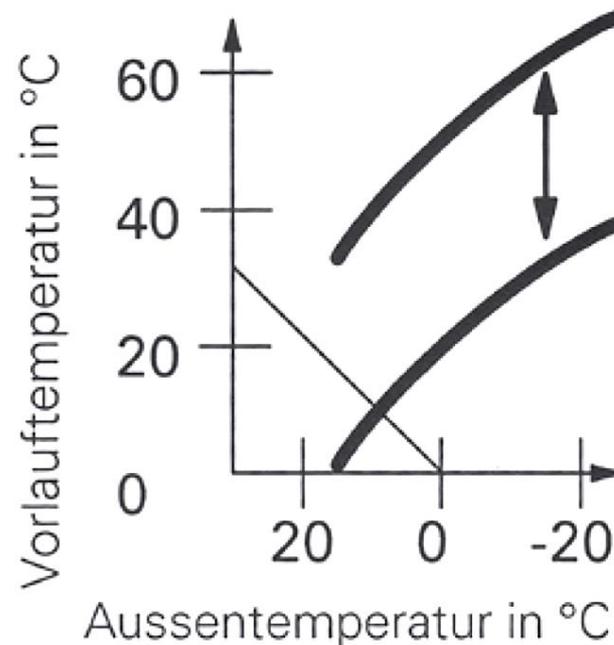
- A Fußbodenheizung
- B Niedertemperaturheizung
- C Auslegung über 75 °C
- Voreinstellung
- Auslegung nach E- Erlass

Voreinstellung des
Herstellers überprüfen!!





Einstellen der Neigung



Parallelverschiebung

Kombination aus Neigung und Parallelverschiebung
TAKING COOPERATION FORWARD



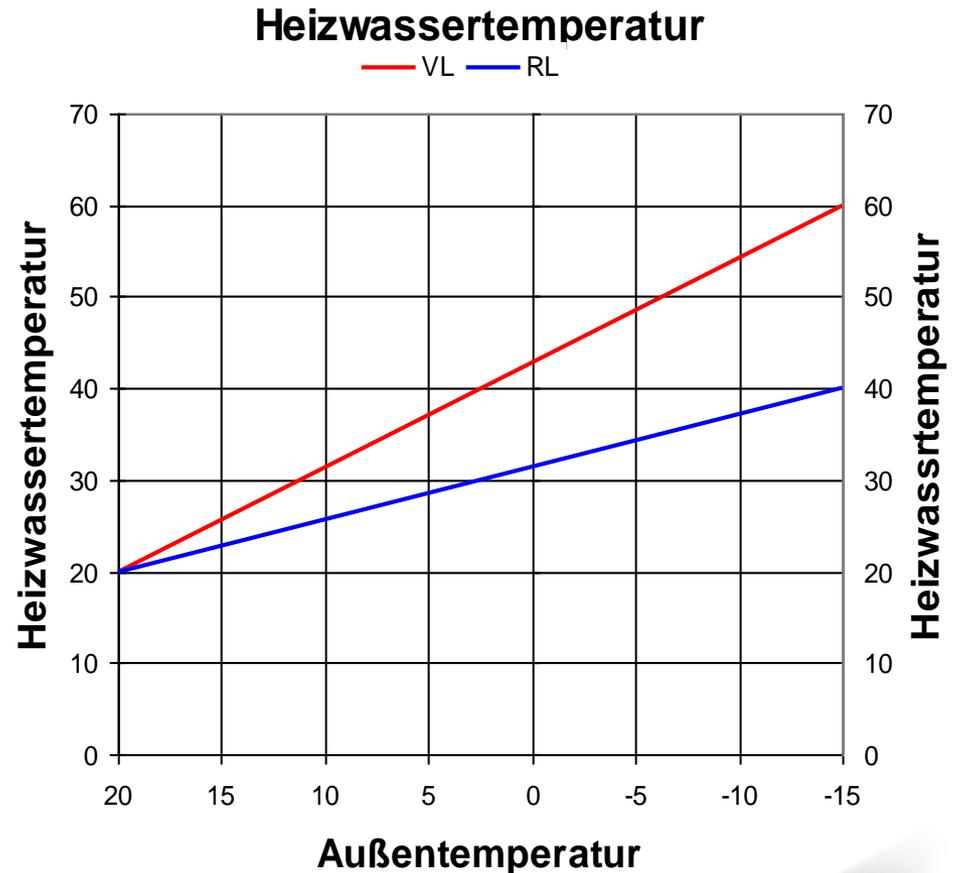
STATIONÄRE BEHEIZUNG EINES RAUMES

Wasserdurchfluss konstant

wärme Außentemperaturen

geringerer
Wärmeverlust

kleinere
Temperaturdifferenz

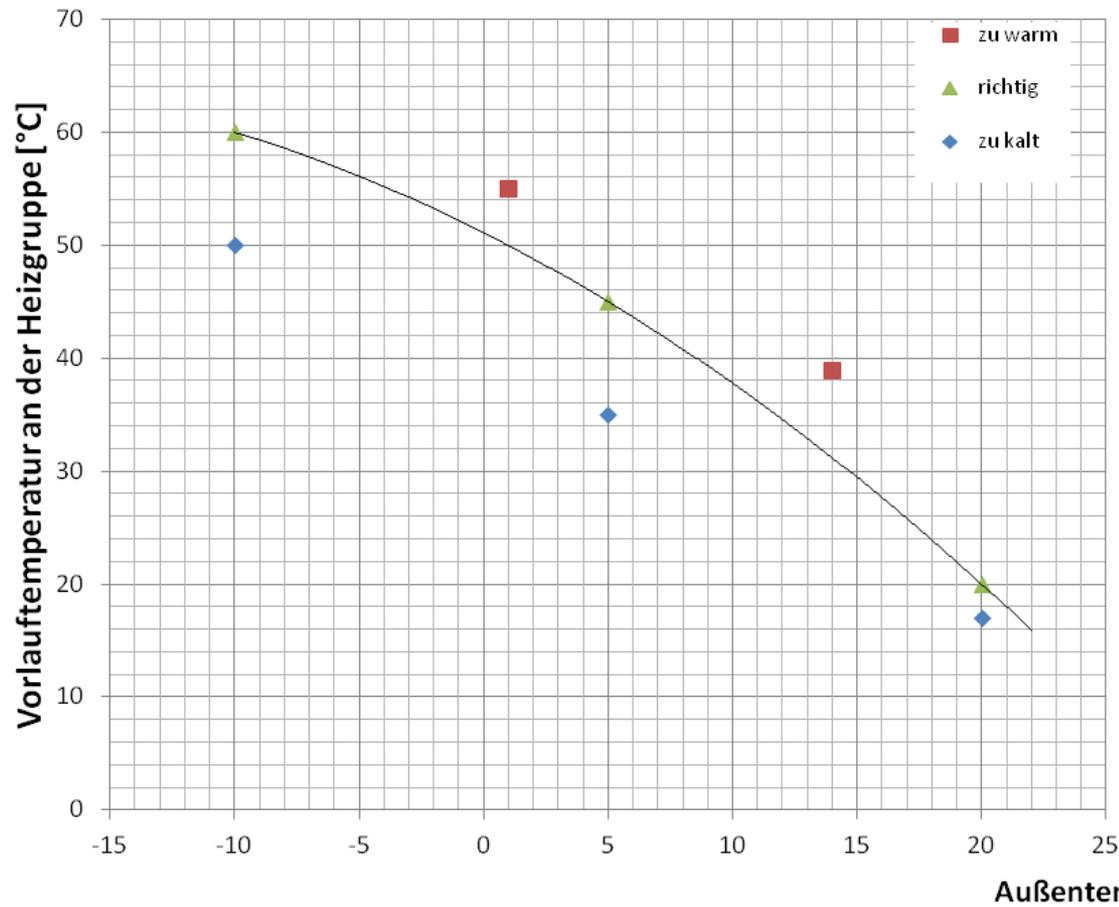


Prüfen der Spreizung: Vorlauf- minus Rücklauftemperatur
Empfohlene Tageszeit: morgens



ÜBERPRÜFUNG UND ANPASSUNG DER HEIZKURVE

Überprüfung und Anpassung der Heizkurve



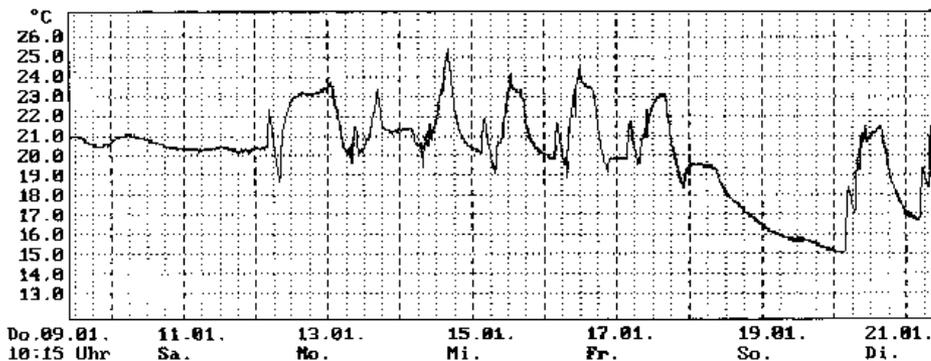
Messung der Raumtemperatur (ohne Thermostateingriff und Fremdwärme)

Notieren des Wertepaars Außentemperatur und der Vorlauftemperatur

→ entwickeln der optimalen Heizkurve

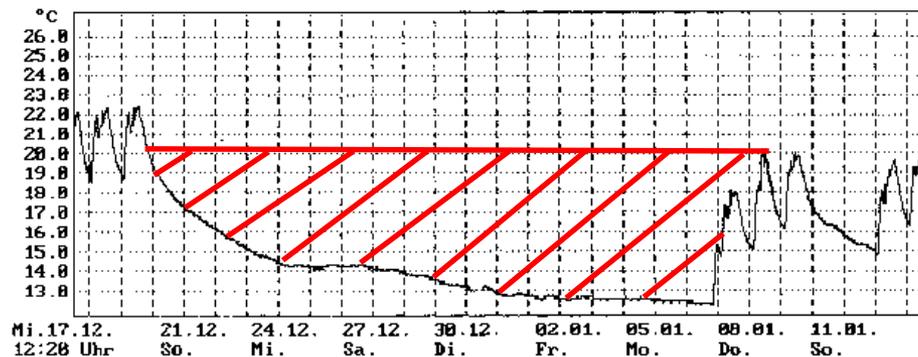


Start/Stop Optimierung



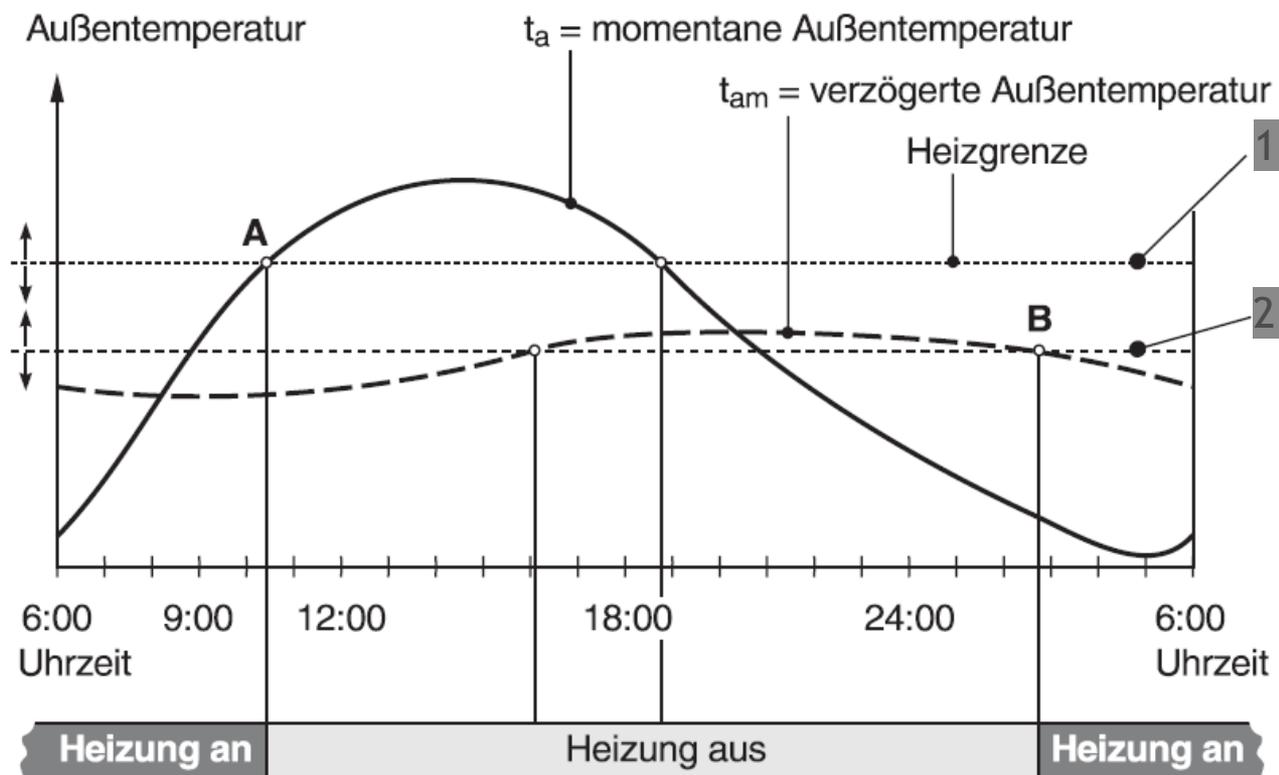
Kesselregelung

Nach Optimierung



EINSTELLUNG REGELUNG - HEIZGRENZE

- **A:** Heizung aus
→ momentane AT
über Grenzwert
- **B:** Heizung ein
→ verzögerte AT
unter Grenzwert



Quelle: Handbuch MCR 200 Honeywell



- Regelungsparameter prüfen:
aktuelle Zeit, programmierte Schaltzeiten, Heizkurve, Warmwasser, ...
- Funktion der Regelung prüfen: Vorlauftemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur plausibel?
- Nacht- und Ferienabsenkung, Absenkung bei Nichtbelegung
Nutzung der Räume außerhalb des Schulbetriebs beachten
- Raumtemperaturen während der Nutzung einhalten, außerhalb der Nutzung 10 Grad absenken, bei modernen Gebäuden eine zeitweise Abschaltung möglich Speicherverhalten berücksichtigen
- Zu Nutzungsbeginn Temperaturpuffer schaffen (1-2 Grad unter Sollwert)
- bei Mehrkesselanlagen nicht benötigte Kessel abschalten und abschiebern (Störumschaltung ermöglichen)
- Anlage wöchentlich kontrollieren (T_{VL} , T_{RL} , Regler, Kessel, ...)
- Heizkörper notwendig? Heizkörper versteckt?



- Beginn Heizperiode:
 - Außentemperatur an 5 Tagen unter 15 °C bzw.
 - Solltemperatur in mehreren Räumen um 2 Grad unterschritten
- Ende der Heizperiode
 - Außentemperatur an 5 Tagen über 15 °C
- Am Ende der Heizperiode Brenner und Pumpen abschalten
- Übergangszeit nur zeitweise Heizungsanlage in Betrieb nehmen
- Wartung der Anlagen regelmäßig durchführen
günstig vor Beginn der Heizperiode



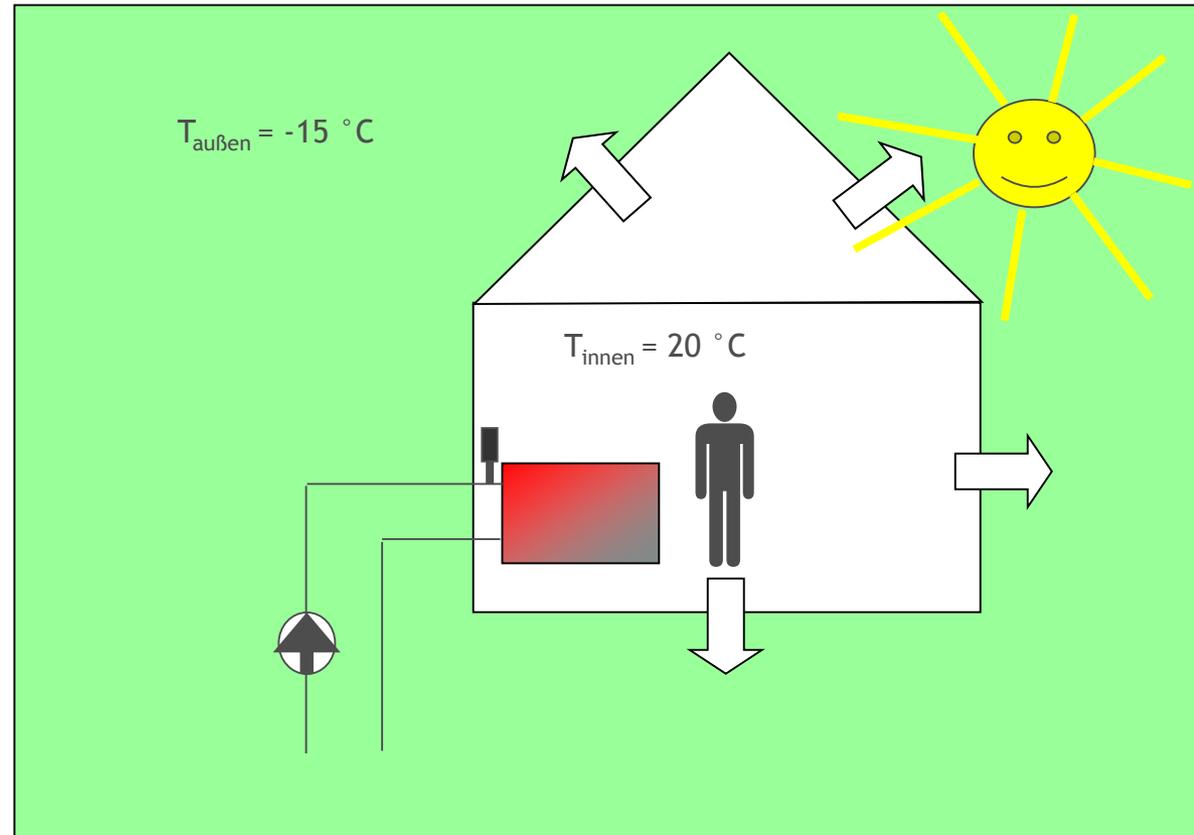
- Messen der objektiven Raumtemperatur
- Funktionsprüfung Thermostatventil
- Regelung richtig einstellen
- Ursachen für unzureichende Raumtemperatur
 - gekippten/offenen Fenster/Türen
 - freistehende Heizkörper
 - Heizkörper entlüftet
- richtige Wasserverteilung im System (Hydraulischer Abgleich)
- bauliche Mängel prüfen



Ein Raum verliert Wärme über seine Außenflächen

Die Heizkörper gleicht diesen Wärmeverlust aus

Das Thermostatventil gleicht den Fremdwärmeeinfluss aus

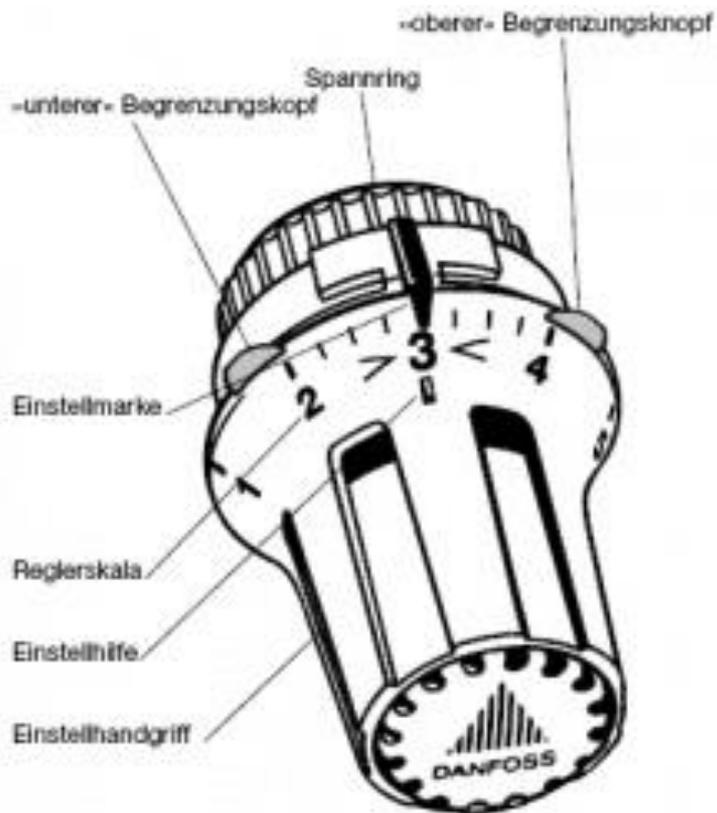


Wärmeleistung reduziert durch Drosselung des Wasserdurchflusses

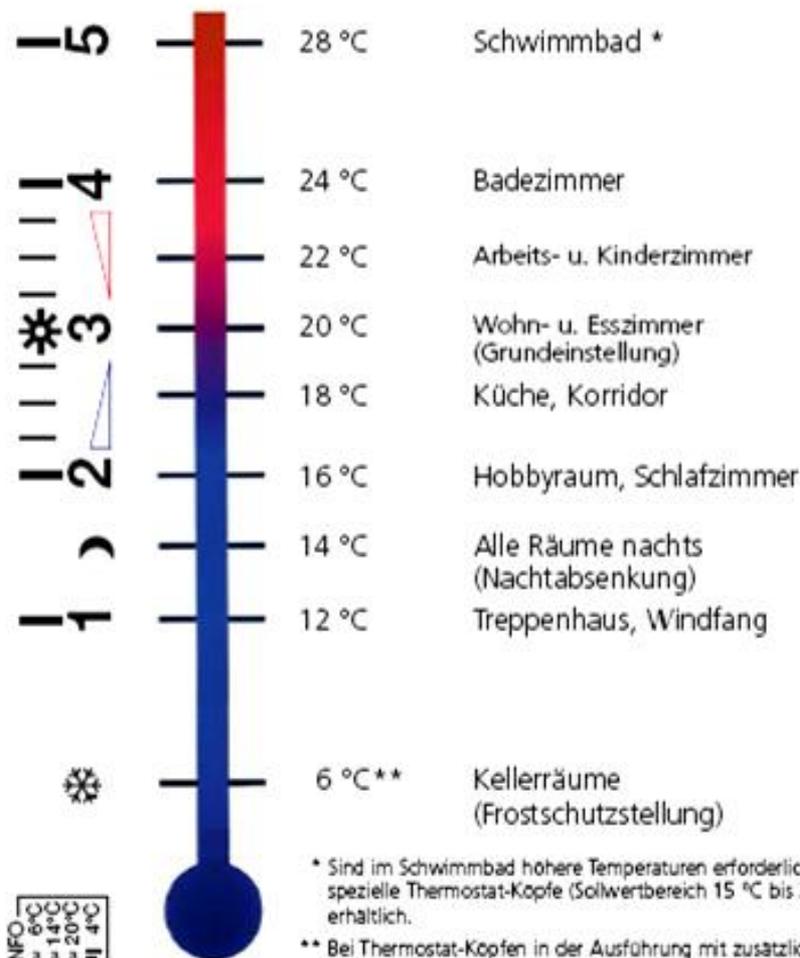
TAKING COOPERATION FORWARD



THERMOSTATVENTIL



Einstell-Position	Raumtemperatur ca.	empfohlen für z.B.
-------------------	--------------------	--------------------



* Sind im Schwimmbad höhere Temperaturen erforderlich, so sind spezielle Thermostat-Köpfe (Sollwertbereich 15 °C bis 35 °C) erhältlich.

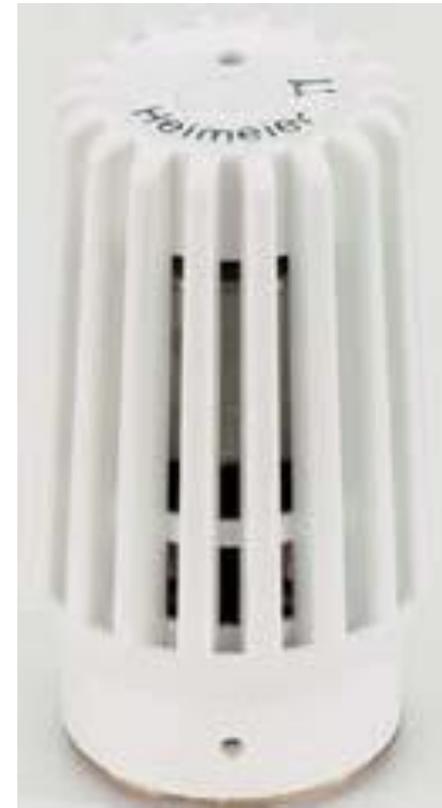
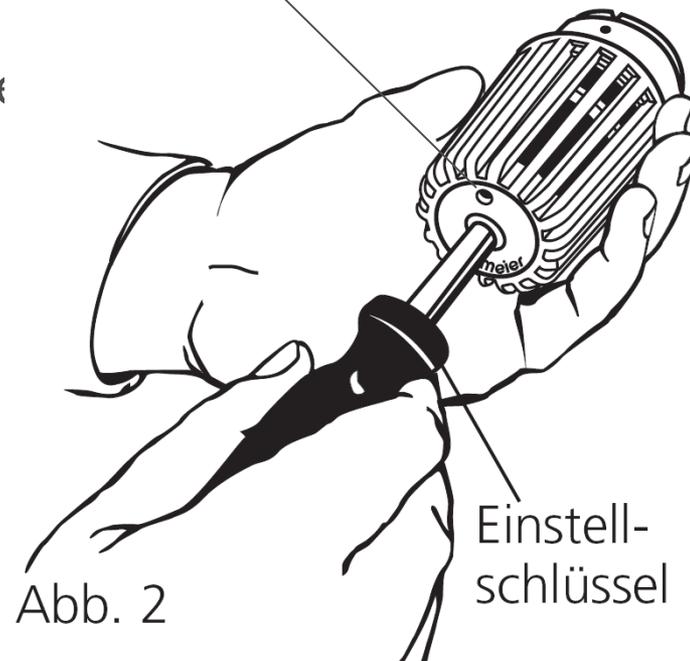
** Bei Thermostat-Köpfen in der Ausführung mit zusätzlicher Nullstellung ist die niedrigste Einstellung 0 °C.



Nur mit Werkzeug verstellbar.

Sichtfenster

Skala im Sichtfenster



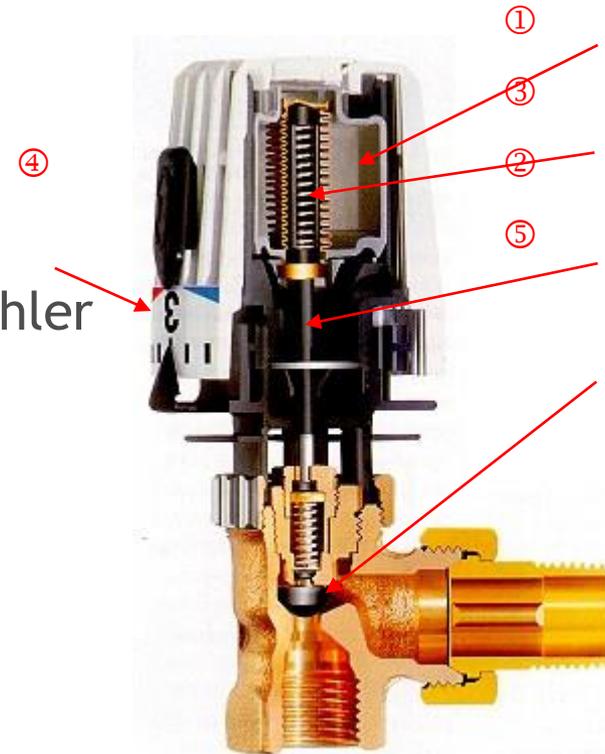
An öffentlich zugänglichen Stellen sind Behördenmodelle vorgeschrieben, die kein Verstellen ermöglichen.



Thermostatkopf + Heizkörperventil.

- im Kopf befindet sich der Temperaturfühler
- das Ventil dient zum Regulieren des Heizwasserdurchlaufes

- ① Temperaturfühler (Ausdehnungsgefäß)
- ② Stößel zur Übertragung
- ③ Feder
- ④ Einstellring
- ⑤ Ventilsitz



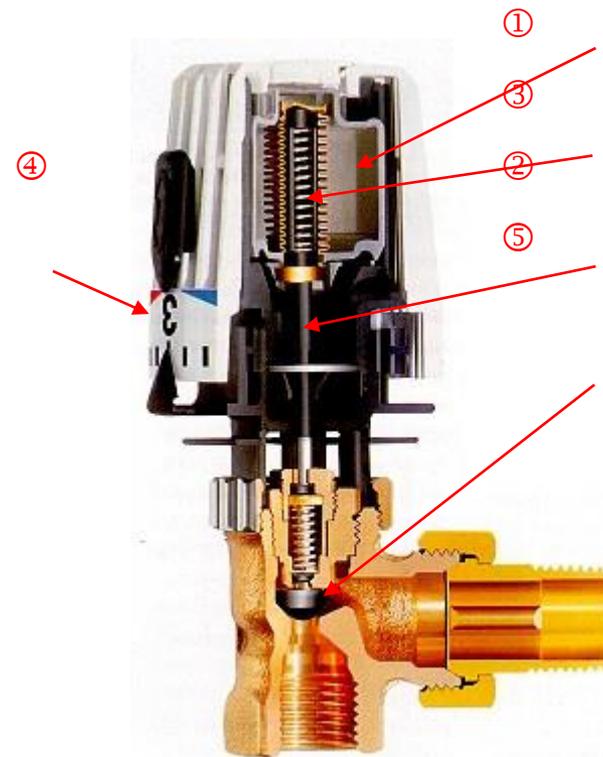
Wirkungsprinzip eines Thermostatventils:
Temperaturabhängiges regulieren des Heizwasserdurchflusses



FUNKTION EINES THERMOSTATVENTILS

(1) *Der Temperaturfühler* : Es handelt sich um ein geschlossenes Gefäß, welches entweder mit Gas oder mit Flüssigkeit gefüllt ist. Erhöht sich die Temperatur des Gefäßes, so steigt durch die Ausdehnung der Füllung der Innendruck. Dieser Druck wird auf den Stößel (2) übertragen. Das bewirkt eine Verringerung des Durchflusses am Ventil an der Stelle (5).

(4) *Die Temperatureinstellvorrichtung* : Mit diesem Griff verändert man die Spannung der Feder (3) und die Durchlassweite an der Stelle (5). Wenn z.B. der Griff nach rechts gedreht wird, so drückt der innere Teil des Thermostatkopfes auf die Feder, und das Ventil (5) wird weiter geschlossen; Folge: weniger Heizwasser fließt hindurch und die Raumtemperatur sinkt. Erst wenn die eingestellte Temperatur unterschritten wird, zieht sich das Ausdehnungsgefäß (1) so sehr zusammen, dass das Ventil durch die vorher gespannte Feder wieder etwas weiter geöffnet wird.



Bis der ganze Ventilhub zurückgelegt ist, ergibt sich eine Temperaturabweichung von ca. 2 Kelvin



REGELDIFFERENZ

Jeder Temperatur ist ein bestimmter Ventilhub zugeordnet,

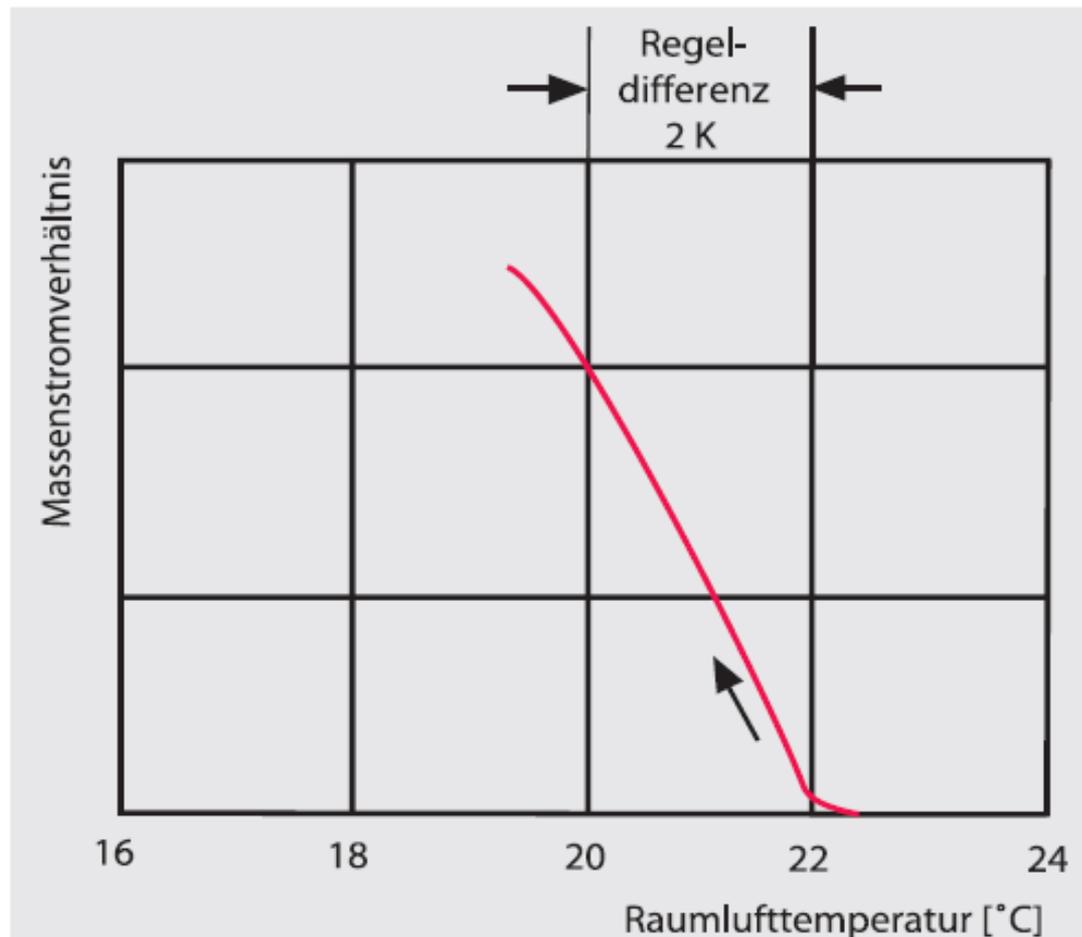
dadurch kommt es zu der

-für diese Art der Regelung typischen

-

Regelabweichung

Bis das Ventil geschlossen ist, ergibt sich eine Temperaturabweichung von ca. 2 Kelvin



1 Kelvin Temperaturabweichung entspricht ca. 6% Energieverbrauch

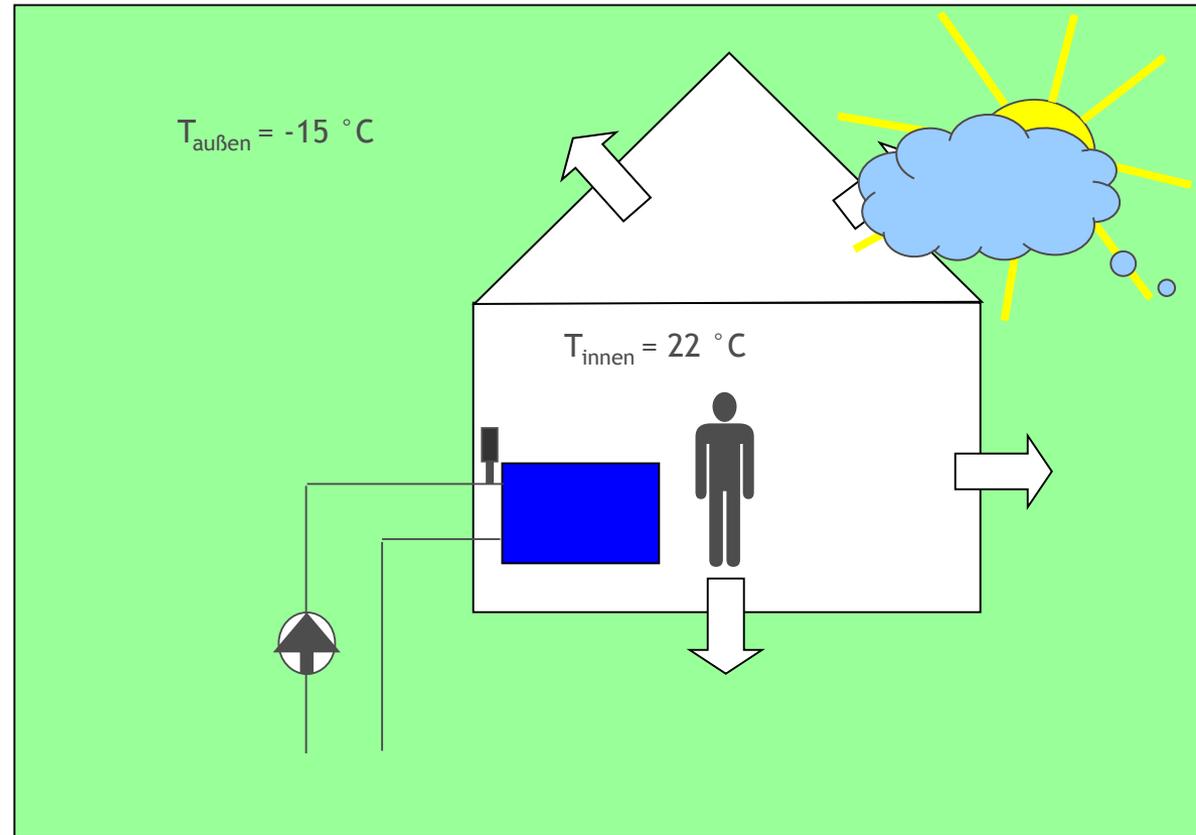


SCHLIEßEN DES THERMOSTATVENTILS

Ein Raum verliert Wärme über seine Außenflächen

Die Heizkörper gleicht diesen Wärmeverlust aus

Das Thermostatventil gleicht den Fremdwärmeeinfluss aus



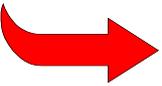
Wärmeleistung = Wasserdurchfluss mal Wärmehalt mal Temperaturunterschied

$$Q_{\text{HK}} = 0 \times c_{pW} \times \Delta T_{(\text{VL-RL})} = 0 \text{ kW}$$

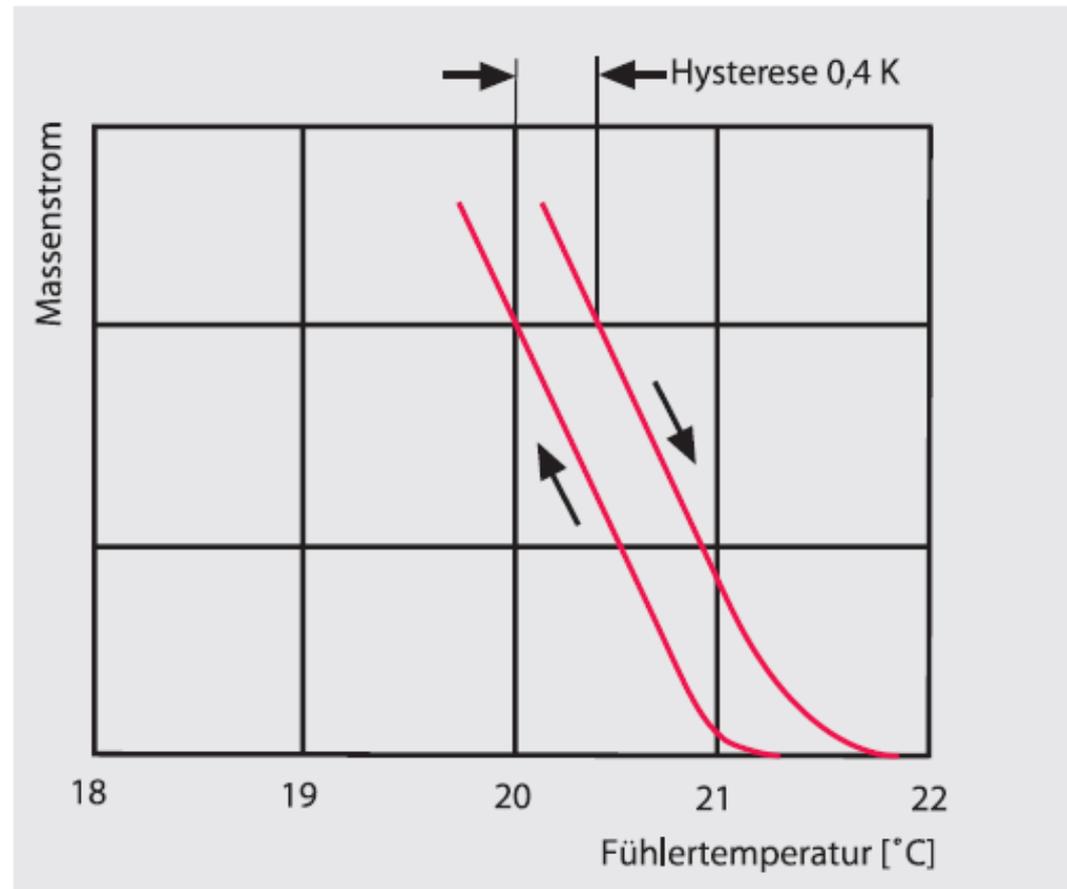


HYSTERESE

- Spindelspiel
- Kompressible Füllung
- Haftreibung



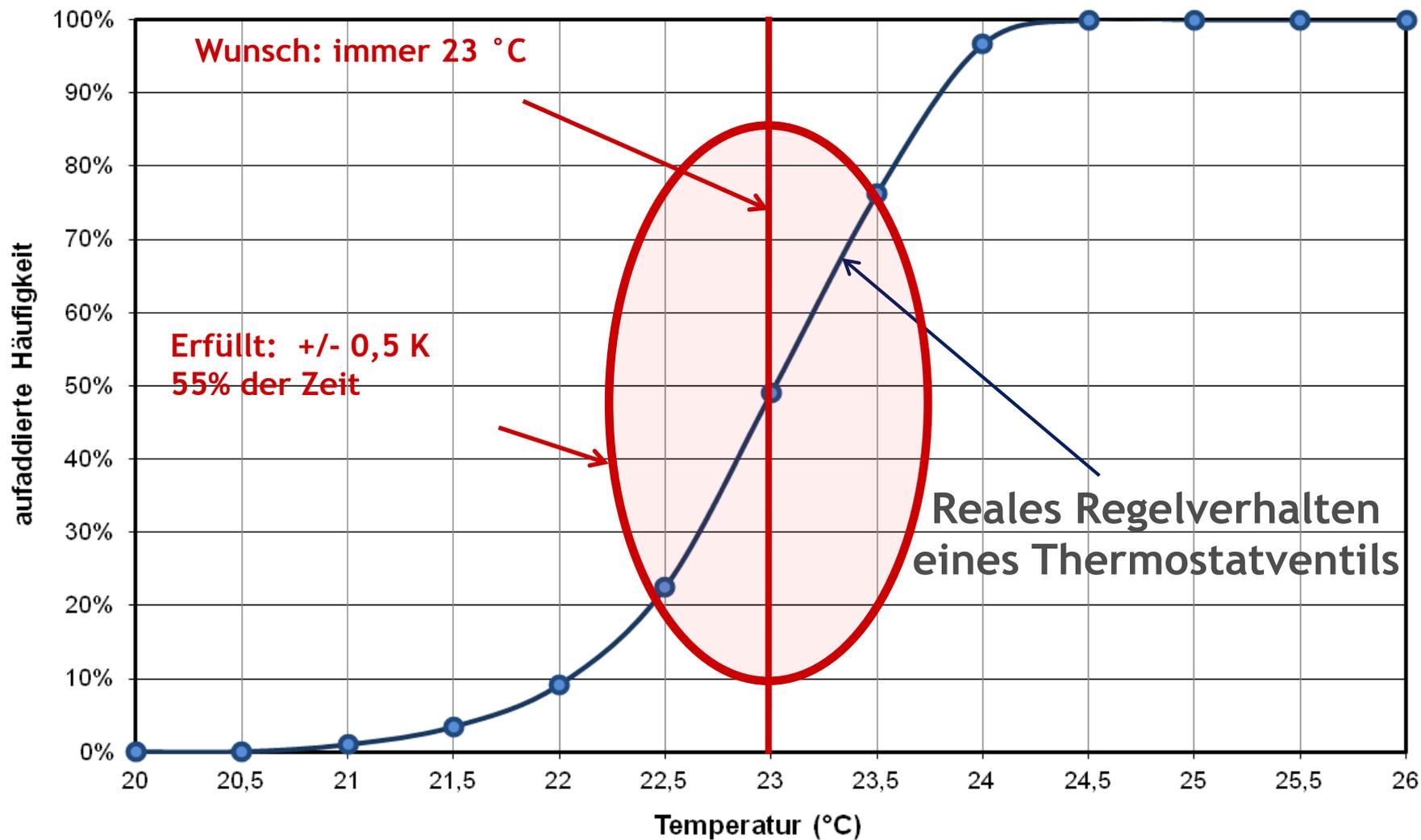
- Vergrößerung der Regeldifferenz
- Verzögerung der Wiederaufheizung



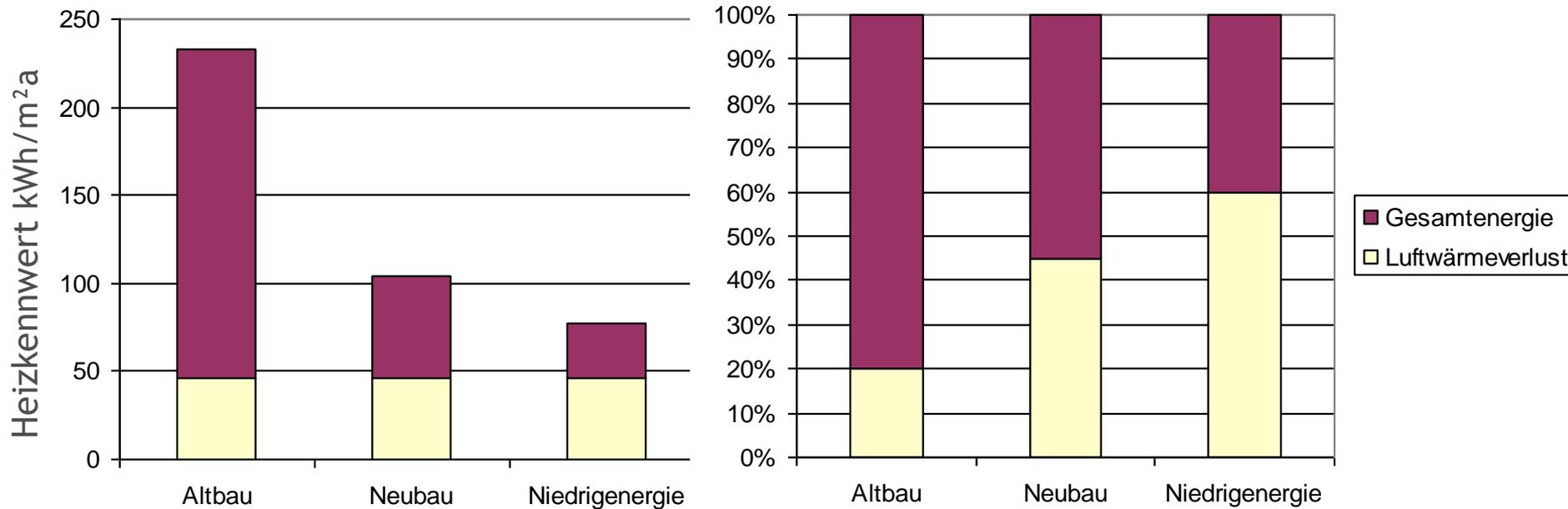
Zu große Hysterese: Beweglichkeit des Ventils prüfen!



BSP. RAUM 0.28 IM FILDERHOF (ALTENHEIM)



ENTWICKLUNG DES HEIZKENNWERTS

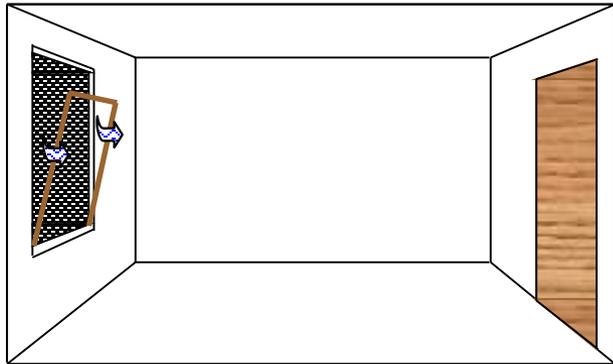


Je besser der Dämmstandard

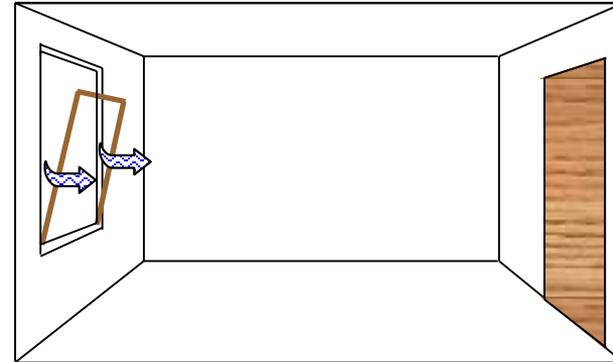
... desto höherer ist Einfluss der Lüftungswärmeverluste.



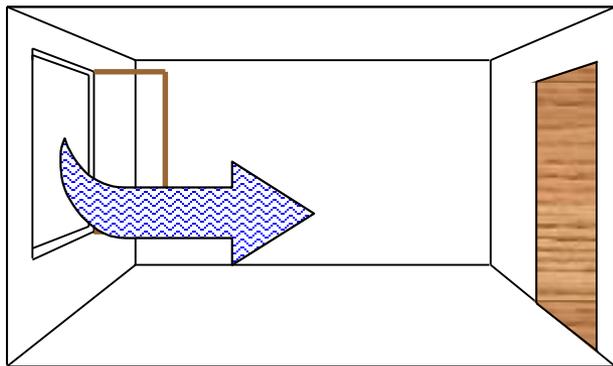
ARTEN VON FENSTERLÜFTUNG



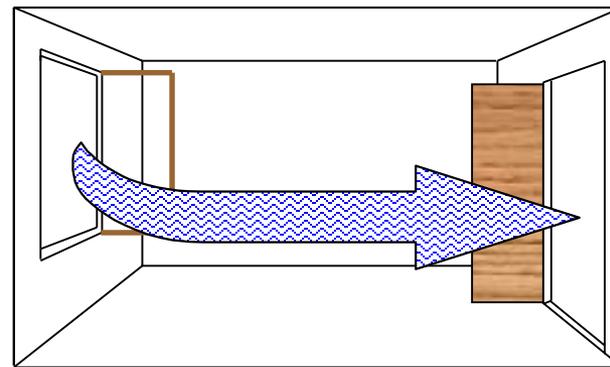
Fenster gekippt / Rollläden
zu



Fenster gekippt / Rollläden auf



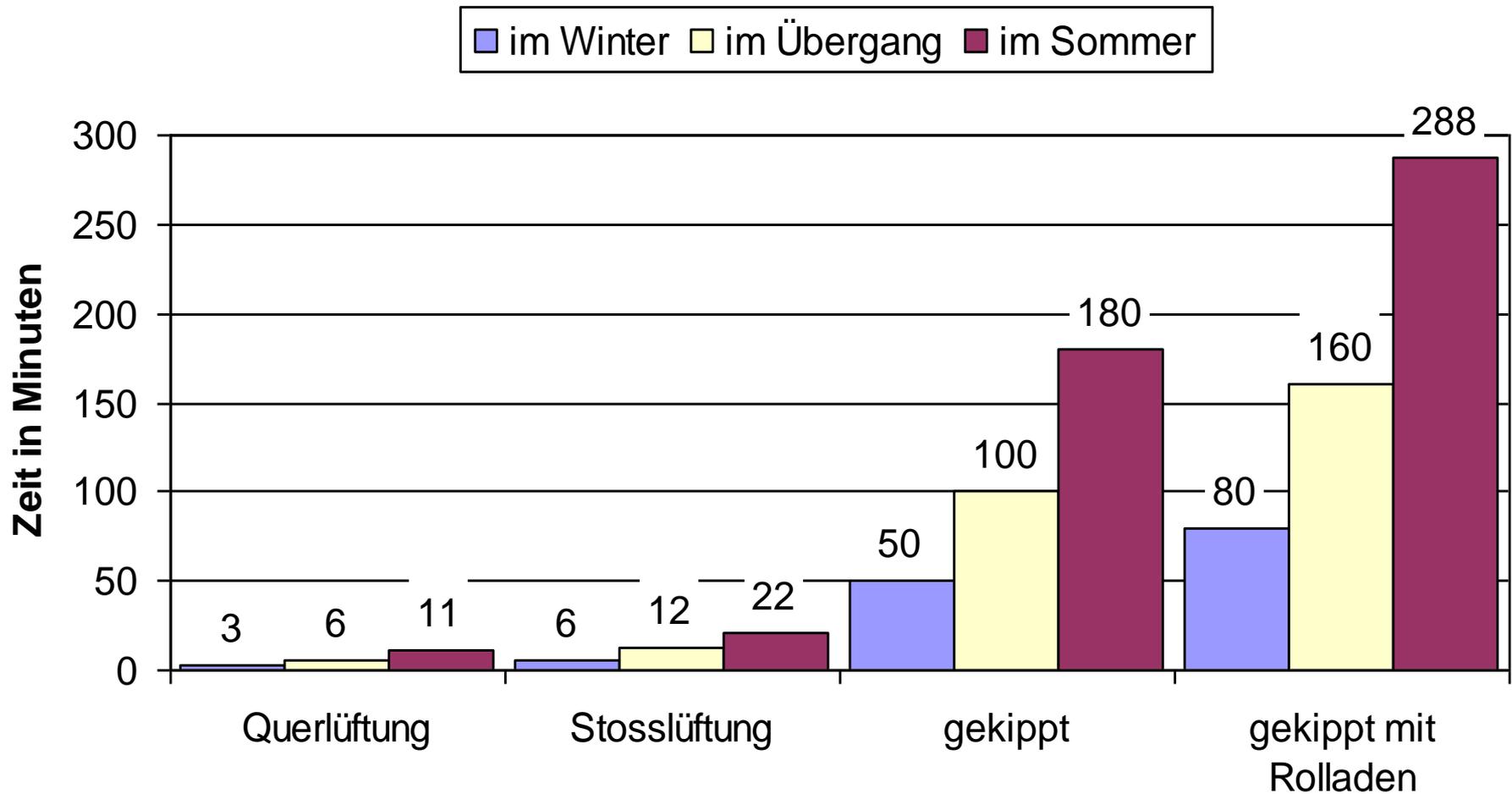
Fenster ganz offen/
Stoßlüftung



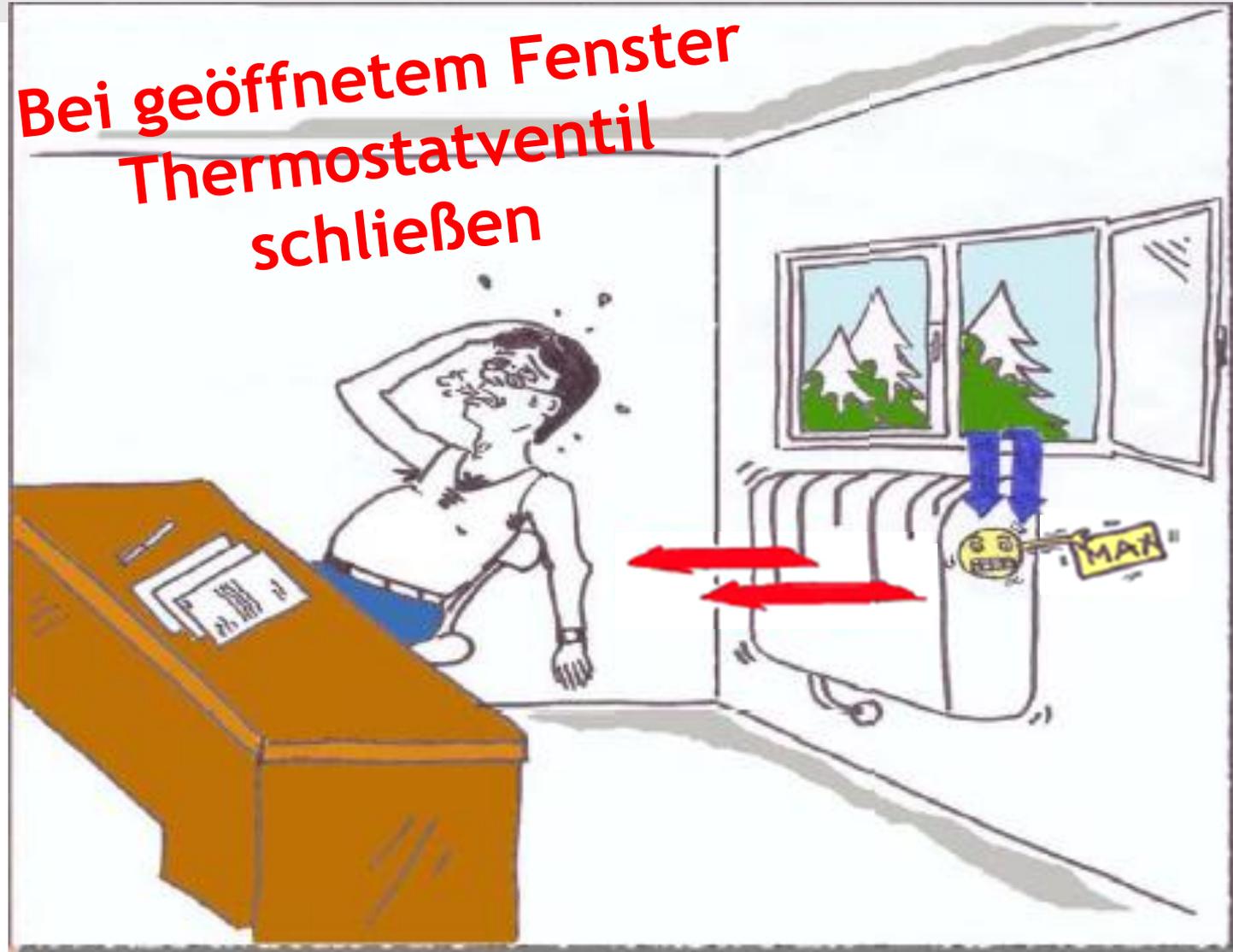
Fenster und Türe offen /
Querlüftung



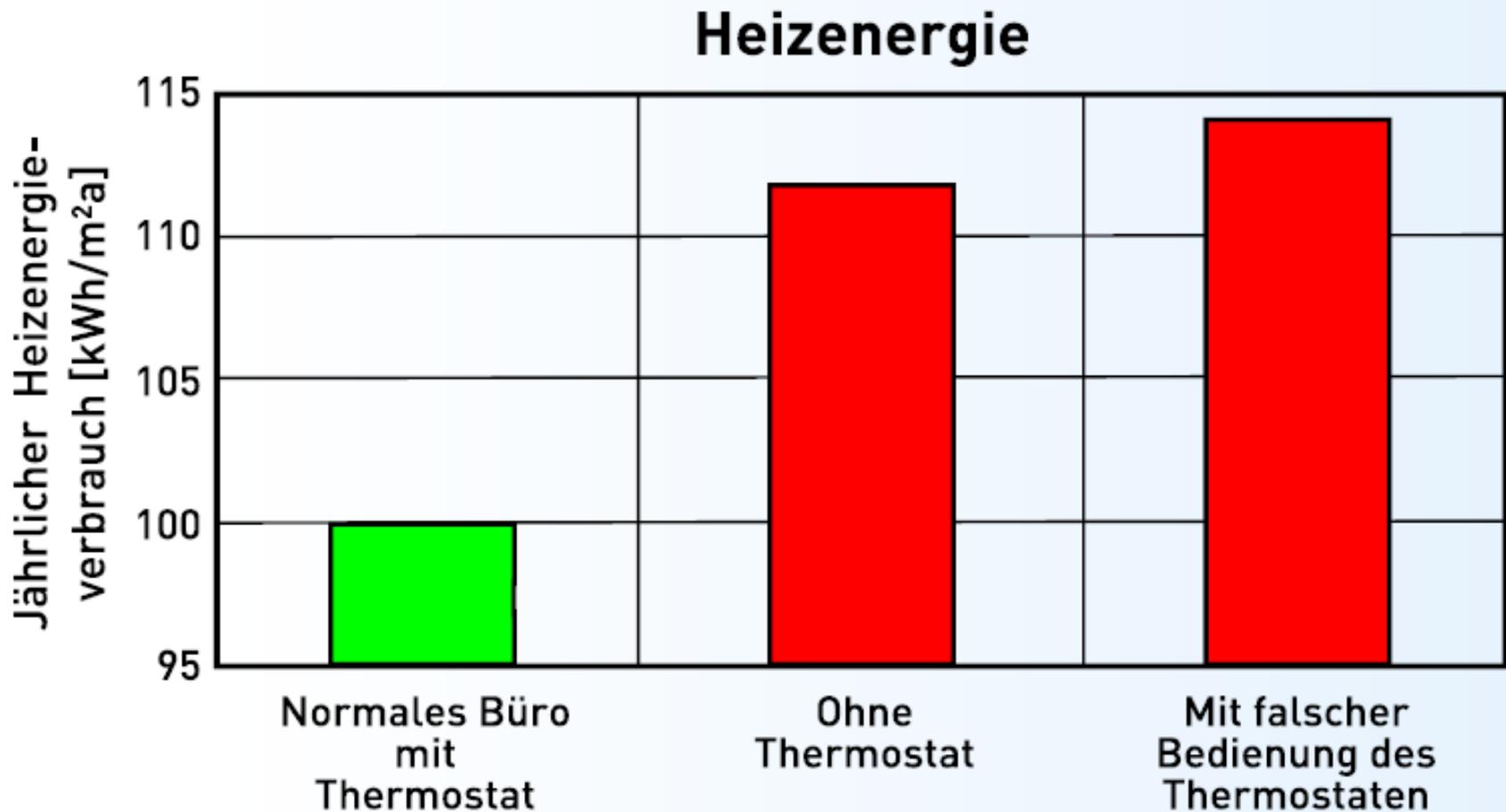
DAUER UM DIE LUFT EINMAL AUSZUTAUSCHEN



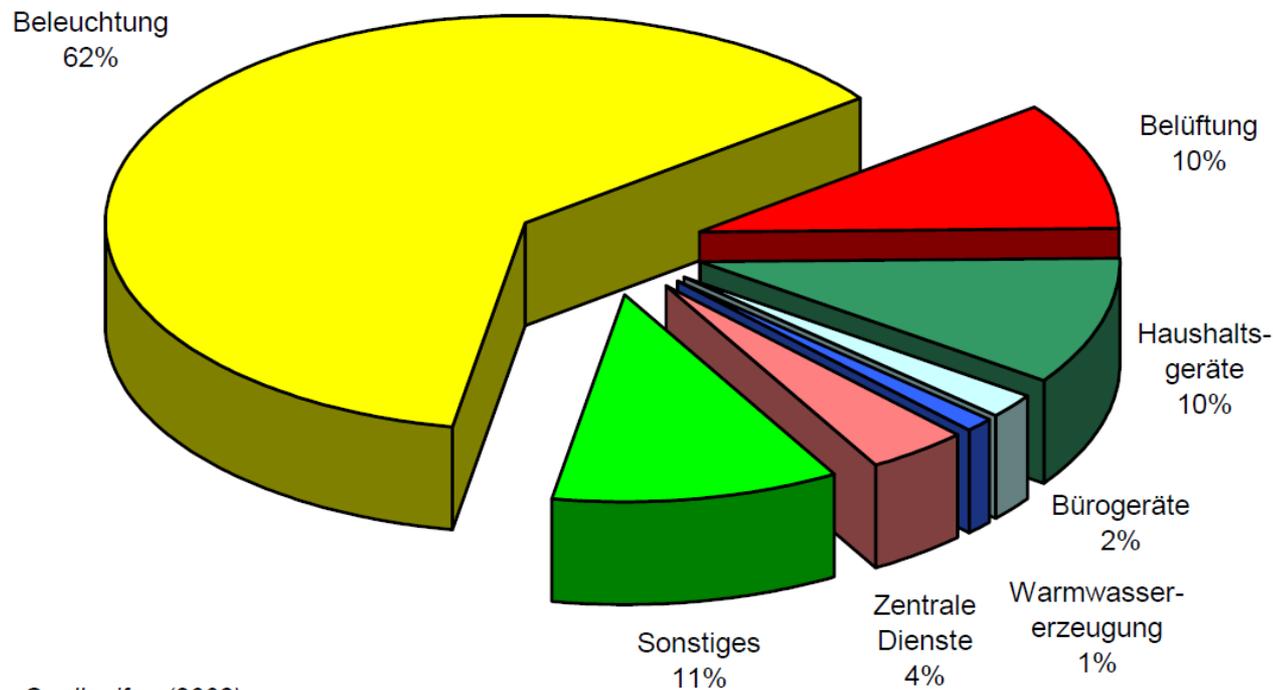
CARTOON FENSTERLÜFTUNG



HEIZENERGIEVERBRAUCH - FEHLBEDIENUNG THV



DURCHSCHNITTLLICHE STROMVERTEILUNG IN SCHULEN



Quelle: ifeu (2003)



KENNGRÖßEN DER BELEUCHTUNG

Größe	SI - Einheit	Beschreibung
Elektrische Leistung	Watt (W)	Anschlussleistung, aufgenommene Leistung
Beleuchtungsstärke	Lux (lx)	Lichtstrom pro beleuchteter Fläche (wie intensiv wird eine Fläche beleuchtet)
Lichtstrom	Lumen (lm)	Strahlungsleistung einer Lichtquelle in alle Richtungen
Lichtausbeute	lm/W	Gibt die Effizienz der Lichtquelle an
Ausstrahlungswinkel	Grad (°)	Öffnungswinkel des Lichtbündels
Farbtemperatur	Kelvin (K)	Je niedriger der Zahlenwert desto wärmer



Lichtfarbe als Maß für Gemütlichkeit

Die Lichtfarben im Überblick.

warmweiß

neutralweiß

tageslichtweiß

< 3.300 Kelvin

3.300 – 5.300 Kelvin

> 5.300 Kelvin

◀◀ Gemütliche Wohnsituation

Sachliche Arbeitssituation ▶▶

Lumen als Maß für Helligkeit

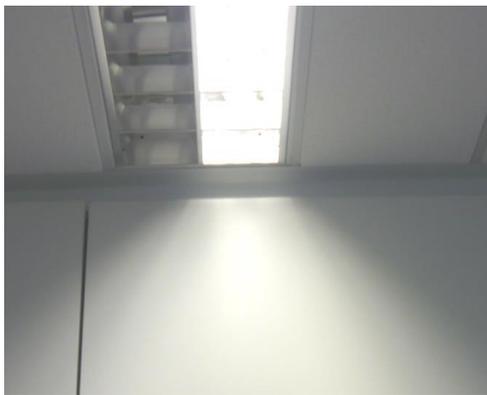
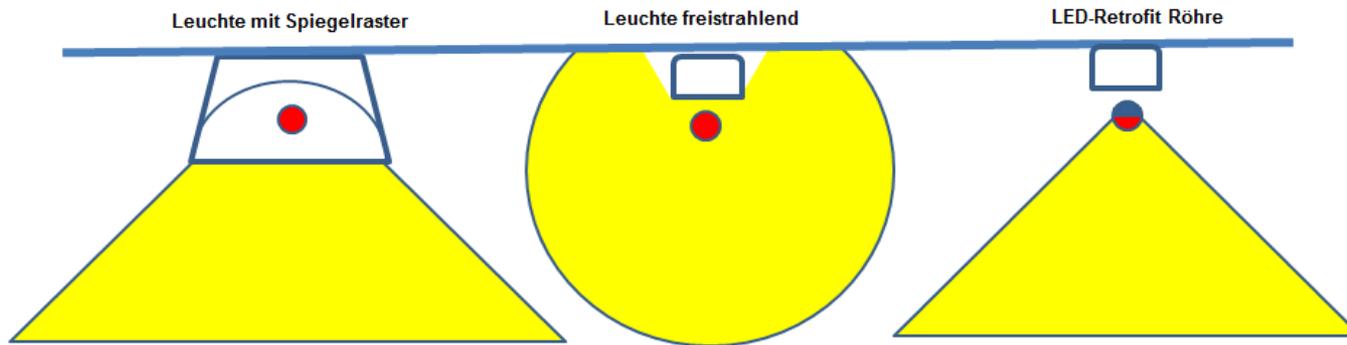
Helligkeit in Lumen	Leuchtdiode (LED)	Energiesparlampe	Halogenlampe	Glühlampe
1.300		20 W	70 W	100 W
1.100	17 W			
900		15 W	53 W	75 W
700	11 W	11 W	42 W	60 W
500	9 W	7 W		40 W
300	6 W	5 W	28 W	25 W
100	3 W		18 W	15 W

Aus DENA:
Kleiner Ratgeber für den Lampenkauf



AUSSTRAHLUNGSWINKEL - LICHTVERTEILUNG

Schematische Darstellung der Lichtverteilung



Glühlampe



Halogenlampe



Leuchtstofflampe



LED-Lampe



Leistung	60 Watt	52 Watt	15 Watt	8 Watt
Lichtstrom	710 lm	840 lm	850 lm	806 lm
Effizienz	11,8 lm/W	16,2 lm/W	56,7 lm/W	100,7 lm/W
Lebensdauer	1.000 h	2.000 h	10.000 h	15.000 h
Einzelkaufpreis	0,8 Euro	2,4 Euro	10 Euro	8 Euro

Kosten über 15 Jahre bei einer jährlichen Brenndauer von 1.000 Stunden und einem Strompreis von 28 Cent/kWh

Anzahl	15 Stück	7,5 Stück	1,5 Stück	1 Stück
Lampenkosten	12,00 Euro	18,00 Euro	15,00 Euro	8,00 Euro
Energiekosten	252,00 Euro	218,40 Euro	63,00 Euro	33,60 Euro
Gesamtkosten	264,00 Euro	236,40 Euro	78,00 Euro	41,60 Euro



LED RETROFIT, KÜCHE PFLEGEHEIM PARKHEIM BERG



vorher 58 Watt



nachher 30 Watt
(high power Variante)

Umrüstkosten
ca. 45 Euro/Röhre
(bei Eigeneinbau)

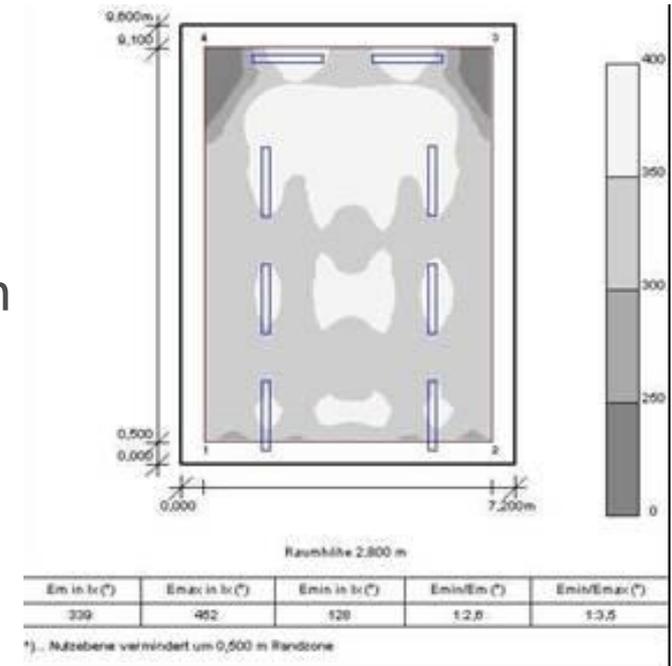
Brenndauer
ca. 3.000 h/a

Amortisation
ca. 2,8 Jahre
(4 Jahre inkl.
Einbau)

Vgl.
Klassenzimmer
Brenndauer
ca. 1.000 h/a

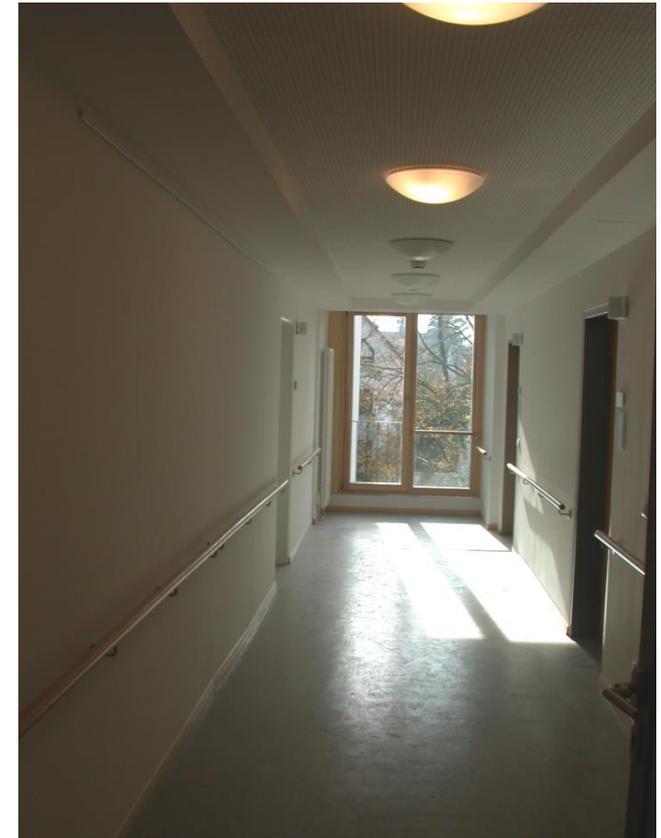


- direkte Beleuchtung
- Helle Räume (hoher Reflexionsgrad der Decke, Wand, Arbeitsebene)
- Installierte Leistung 2 W/m² pro 100 Lux
- Entladungslampen mit el. Vorschaltgeräten
- Wenig frequentierte Räume wie Flure, Treppenhäuser, Lagerräume, Keller, Sanitär- und Umkleideräume mit Zeitrelais: Nachlaufzeit einstellbar, Standardwert: 3 min.
oder
Präsenzmeldern ggf. über Lichtsensor ausstatten
- 300 Lux im Mittel sind ausreichend (Klassenzimmer)
- 500 Lux für Fachklassenräume





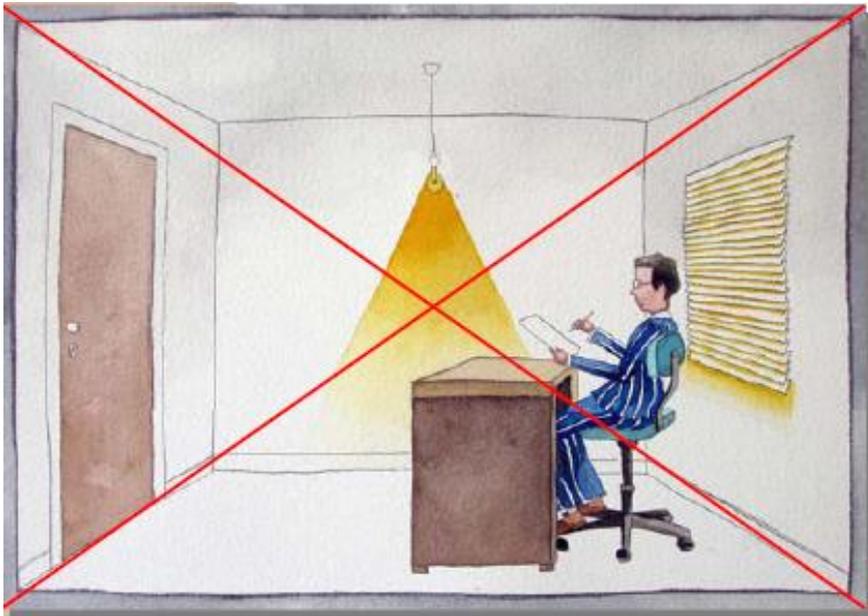
Tageslichtlenksystem



tageslichtabhängige Regelung



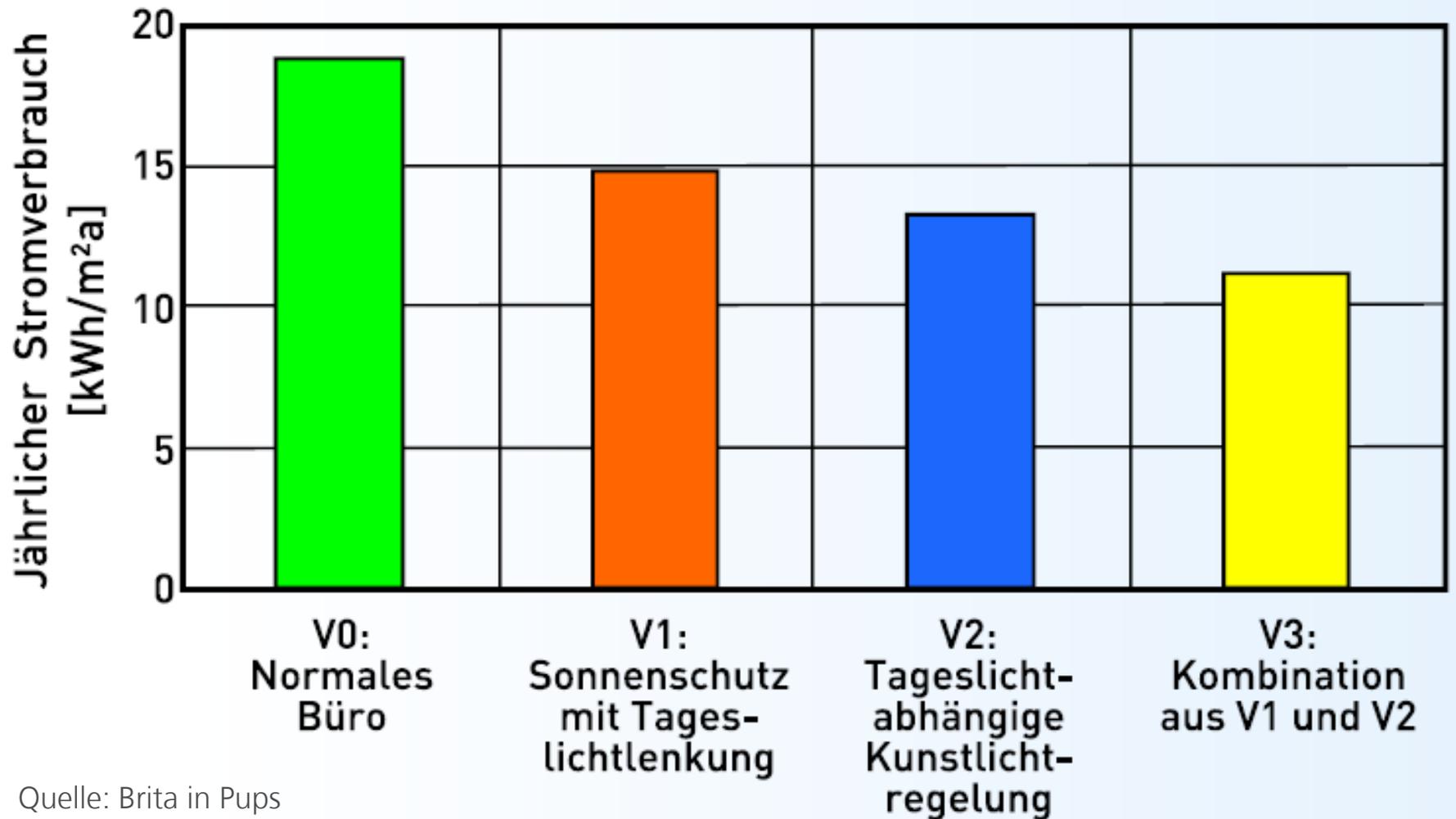
Kunstlicht bedeutet Stromverbrauch und Wärmeeintrag



Jalousien so stellen, dass Licht rein kann, die Wärme aber draußen bleibt



VERGLEICH BELEUCHTUNGSREGELUNG



Quelle: Brita in Pups

- nicht benötigte Lampen abschalten
(bei ausreichendem Tageslicht, Pausen, Unterrichtsende, ..)
- überflüssige Lampen entfernen
- Reinigung der Lampen
- Sonnenschutz so fixieren, dass kein Licht benötigt wird
- Renovierung der Räume (helle Wände)
- beim Verlassen des Raumes Licht aus
- Wenig frequentierte Räume wie Flure, Treppenhäuser, Lagerräume, Keller, Sanitär- und Umkleideräume) dem Hinweisschild „Licht aus“ ausstatten.



- Grundsatz weiterhin Fensterlüftung
- Für intensiv genutzte Gruppenräumen (z.B. Klassenzimmer) ist eine Lüftungsunterstützung grundsätzlich sinnvoll
- Wärmerückgewinnung > 80 %
- Luftmenge und der Außenluftanteil auf das unbedingt notwendige Maß beschränken (20 m³ /h und Person)
- Einhaltung der Effizienzklasse SFP 1 oder SFP 2 (Standard)
- Grundsätzlich drehzahlgeregelte Hochleistungsventilatoren
- Regelung bedarfsgerecht (mindestens über Zeitprogramme), bedarfsabhängig mit Tastern, Feuchte- oder CO₂-Sensoren



- Grundsatz Kühlung vermeiden
- freie Nachtlüftung und adiabate Kühlung
- Räume mit aktiver Kühlung: Nachweismittels eines qualifizierten Verfahrens (z.B. dynamische Gebäudesimulation) mit Aussagen zur Kühlarbeit und zum Ausmaß der Komforteinschränkungen
- Prüfung von natürlichen Wärmesenken, freier Nachtkühlung und direkter Erd-/ Grundwasserkühlung
- Für maschinelle Kühlung Ausweis der Anlagenaufwandszahl (Energieaufwand im Verhältnis zur abgeführten Wärme) und des flächenspezifischen Energieeinsatzes
- Bei Fernwärme oder BHKW ist der Einsatz von Absorptionskälte zu prüfen



www.stuttgart.de/gesunde-stadt

GROßE HITZE – WAS TUN?

Räume und Belüftung

Häuser und Wohnungen, insbesondere solche mit einer großen Fensterfläche nach Süden, heizen sich bei Sonneneinstrahlung sehr stark auf. Deshalb sollte eine Beschattung der Fenster über den Tag möglich sein. Lüften Sie vor allem in den Morgen- und Abendstunden und halten Sie die Fenster am Mittag und Nachmittag geschlossen.



FASSADENANSICHT

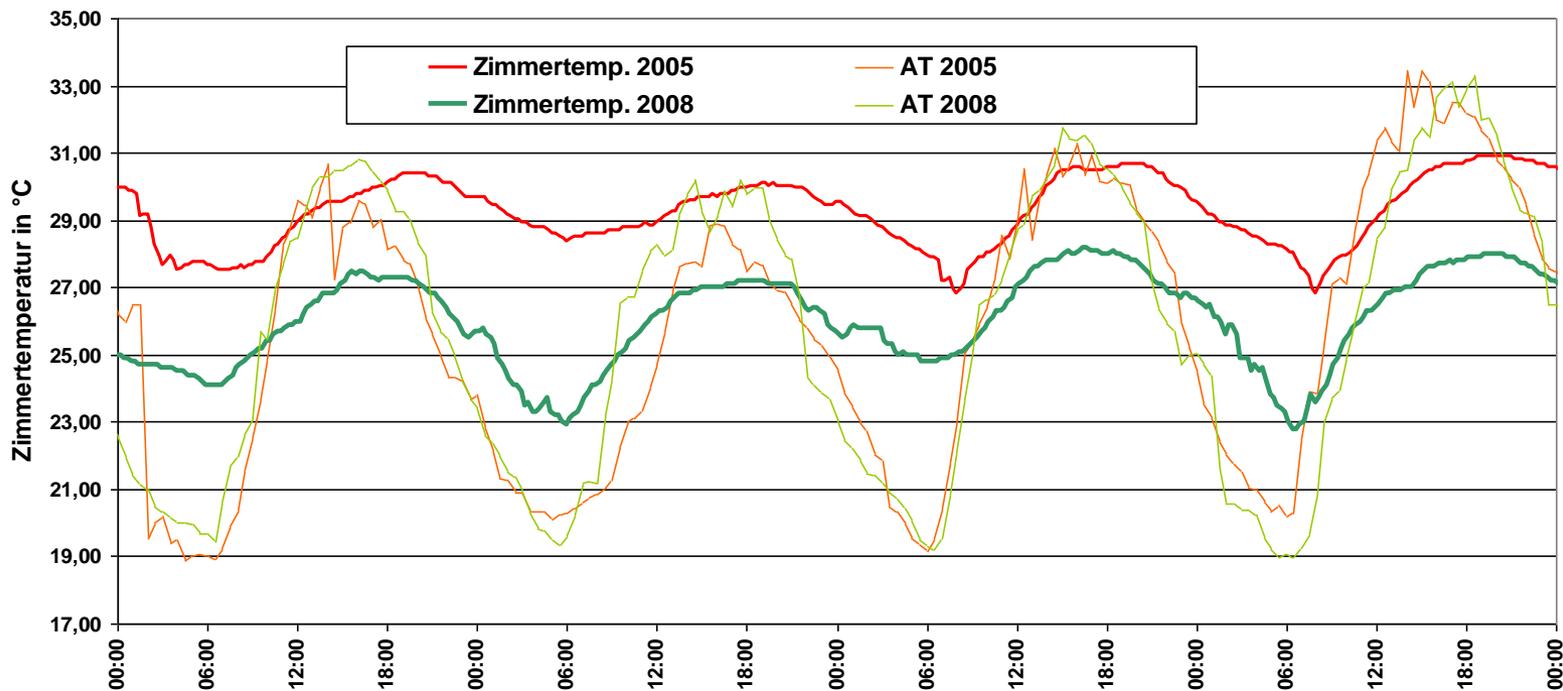
vorher

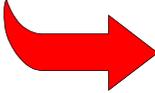


nachher



Vergleich vor / nach Fenstersanierung einschl. neuem Sonnenschutz



- Strom ist die edelste Energieform  sparsamer Umgang !
- Geräte außerhalb der Betriebszeit aus, bei festen Bedarfszeiten Zeitschaltuhren einsetzen
- bei Kühl- und Gefrierschränken bzw. Getränkeautomaten auf richtige Temperatureinstellung achten (Ferien aus)
- bei der Beschaffung sparsame Geräte bevorzugen Effizienzklassen (z.B. A++) beachten
- keine elektrische Heizgeräte
- Netzersatzanlagen nach Möglichkeit als BHKW
- Kompensationsanlagen zur Blindstromvermeidung



- Wasserspararmaturen mit Selbstschlussarmaturen
Waschtischen 5 l/min, Zeitintervall 5 s
Duschen mit 7 l/min, Zeitintervall 30 s
- Trockenurinale
- Wasserversorgung von WC's als getrenntes System
- Einsatz von Regen- oder Brauchwasser für Nutzungszwecke, die keine Trinkwasserqualität erfordern
- Bepflanzungen mit hohem Wasserbedarf vermeiden
→ auch für Temperaturabsenkungen in Ferienzeiten relevant
Temperatur Empfindlichkeit der Pflanzen
Feuchteintrag
- Festlegung der Raumausstattung
ohne Wasseranschluss : Büroräume, Gruppenräume, Lehrerzimmer, ...
Kaltwasser: WC-Vorräume, Unterrichtsräume mit Tafel, ...
Kalt- und Warmwasser: Teeküchen, Küchen, Wasch- und Duschräume



- Trinkwassererwärmung nah an Verbrauchsstellen
- Leitungsvolumina minimieren
- Keine Speicherung von Warmwasser, sondern über Frischwasserstationen mit Speicherung des Heizungswassers in Pufferspeichern
- für stagnierendes Wasser ab 3 (lt. VDI) bzw. 7 (lt. TrinkVO) Tage ist ein Spülplan zu erstellen.
Neuanlagen: Ringleitungen
- für nur gelegentlich genutzten Duschen und Handwaschbecken (Sozialbereich, Küchen) besser Klein-Durchlauferhitzer verwenden
- Gartenleitung: außerhalb der Nutzung am Verteiler entleeren
Vorsicht: Erwärmung durch Sonne etc. verhindern.
- Überwachung der Warmwassertemperatur
TWW 60°C / Zirkulation 55°C (Hydraulischer Abgleich)
- Abschalten der Zirkulationspumpe max. täglich 8 Stunden



- Wasser ist ein Lebensmittel !
- Tropfende Wasserhähne, ... reparieren!
- Gibt es einen Verbrauch außerhalb der Nutzungszeit? Leckage?
- Läuft die Urinalspülung unnötig?
- Werden die Spartasten der Toilettenspülkästen genutzt?
- Sind die Spülkästen dicht?
- Selbstschlussarmaturen auf ca. 30 Sekunden einstellen
- Werden Waschmaschinen/Geschirrspüler nur genutzt, wenn sie voll sind?
- Außenentnahmestellen von Oktober bis April absperren und entleeren



- Hintergründe Energie und Klima
- Energiemanagement der Stadt Stuttgart
- Energetische Vorgaben
- Systeme von haustechnischen Anlagen
- Baulicher Wärmeschutz und Behaglichkeit
- Einsparung von Energie und Energiekosten
- Nutzersensibilisierung



- Raumtemperatur korrekt einstellen
- Stoss- oder Querlüften
dabei wenn möglich die Thermostatventile schließen
- Eingangstüren, Windfänge und Lüftungsklappen geschlossen halten
- Bei ständig gekippten Fenstern
 Vorlauftemperatur absenken
- Private elektrische Heizgeräte sind verboten



Wer?

- Planer
- Betreiber
- Mitarbeiter
- Nutzer

WO?

- Gebäude/ Anlage
- Regelung / Wartung
- Arbeitsplatz
- im Gebäude/Fahrzeug

WIE?

- einmalige Auswahl
- regelmäßiges Prüfen
- durch seine Arbeit
- ständiges Mitdenken
- **handeln nach Routinen**

Mitarbeiter = z.B. technische Arbeitsplätze

Nutzer = z.B. Schüler/Lehrer, Büroangestellte

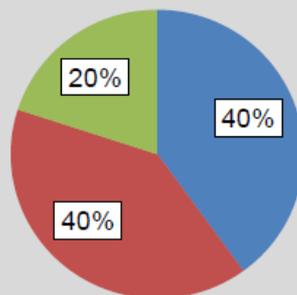


EINFLUSS DES NUTZERS ABHÄNGIG VON DER GEBÄUDETECHNIK

Elektrischer Energieverbrauch : Durch Nutzer beeinflussbar und einsparbar

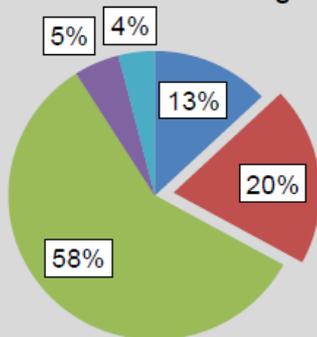
Durchschnittlicher Stromverbrauch lt. dena

Beeinflussbar: 100%,
Einsparpotential: 28%



- Bürogeräte
- Beleuchtung
- Lüftung & Klimatisierung

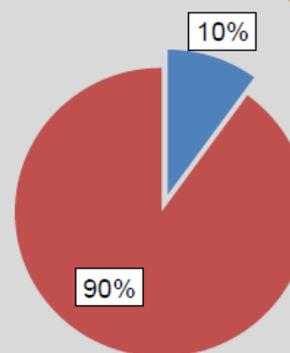
Stromverbrauch Bürogebäude Vattenfall



- DV Technik
- Stromverbrauch Büros
- Anlagentechnik
- Küche u. Restaurant
- Schalt- und Verteilnetz

Beeinflussbar 20 %, Einsparziel davon 7% – 10%

Stromverbrauch Bürogebäude Hafencity



- DV Technik
- Stromverbrauch Büros und Fahrstuhl

Beeinflussbar 90%, Einsparziel davon 17%

→ Durch den Nutzer beeinflussbar 20-90 %, Einsparpotential ca. 1-15 %

→ Stark abhängig vom Gebäude



ENERGIEVERTEILUNG AUF ENDVERBRAUCHER IM VERGLEICH

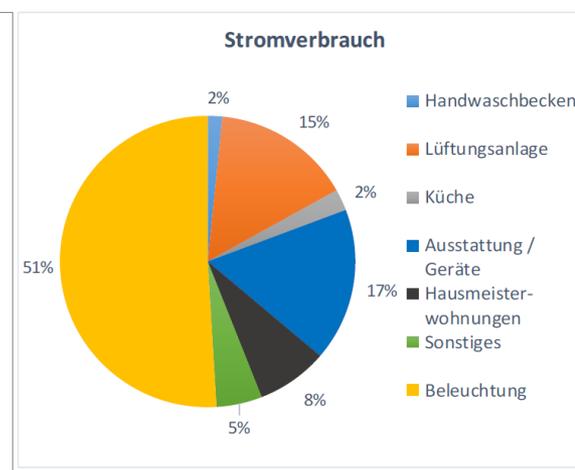
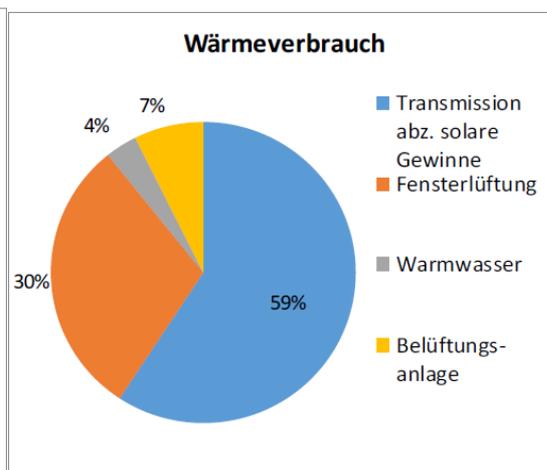
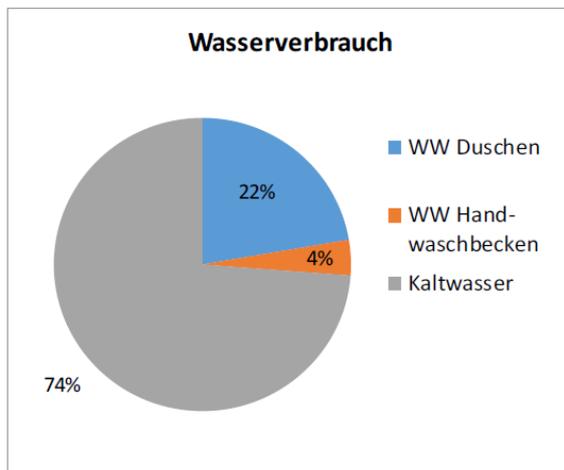


Bild 8 - Aufteilung des Wasser- und Wärmeverbrauchs nach Endverbraucher [%]

Bild 9 - Aufteilung des Stromverbrauchs nach Endverbraucher [%]

oben: Ferdinand-Porsche-Gymnasium

unten: Birkenrealschule

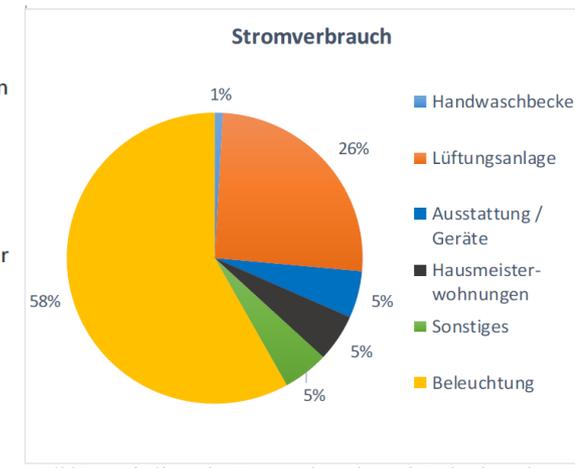
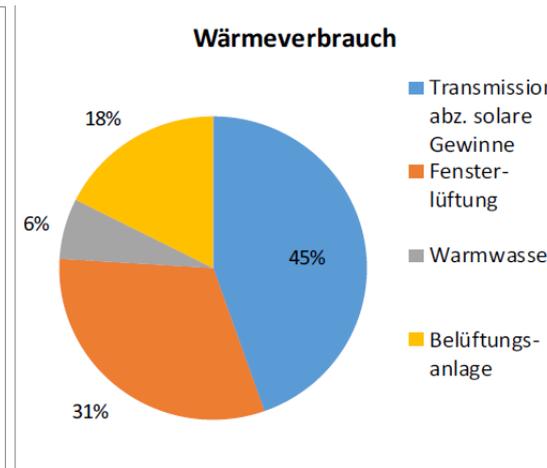
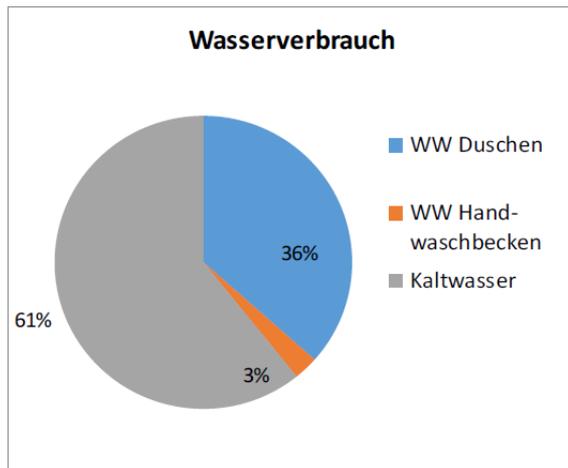


Bild 8 - Aufteilung des Wasser- und Wärmeverbrauchs nach Endverbraucher [%]

Bild 9 - Aufteilung des Stromverbrauchs nach Endverbraucher [%]



DIE DAUER MACHT ´S

1 Watt Dauerleistung
an 365 Tagen im Jahr
zu je 24 Stunden
mit einem Energiepreis von 25 Cent je Kilowattstunde Strom
→ 2,20 € im Jahr

							
DVB-T Receiver	PC + Monitor + Drucker	Hi-Fi-Anlage	DVD-Rekorder	DSL-Router (mit WLAN)	TV (alt)	Spielkonsole	TV (neu)
17 €	16 €	16 €	14 €	12 €	10 €	5 €	2 €

Beispiel aus Energiefachliche Grundlagen MISSION E / EnergieAgentur.NRW (DENA)



Aus der Forschung ist bekannt

- Handeln ist von Routinen geprägt
- Vorbehalte gegenüber Energieeinsparung
- Anpassung des Verhaltens durch
 - Information - Motivation - Feedback / soziale Kontrolle

Fazit

- Bessere Aufklärung
 - Potenziale
 - Hintergründe von Maßnahmen
- Feedback bei Anregungen / Beschwerden
- Interesse an Verbrauchszahlen



- Ansprechende Gestaltung
- Gemeinsame Ausarbeitung der Top-Punkte
- Aufhängen an oft frequentierten Plätzen



ENERGIE SCHENKT FREUDE

Clever Energie Sparen - mach mit!

Tipps für clevere Energiesparer in der Pflege

- **Tipp 1: Effizient Lüften und Heizen**
 - Ich drehe die Heizung ab und öffne erst dann das Fenster weit.
 - Ich Sorge dafür, dass das Fenster nach einigen Minuten Lüften wieder geschlossen wird.
 - Ich stelle das Fenster nicht auf „Dauerkip“.
- **Tipp 2: Licht ausschalten nicht vergessen**
 - Ich schalte das Licht aus, wenn ich Räume verlasse.
- **Tipp 3: Wasser und Energie sparen**
 - Ich vermeide laufendes Wasser während ich die Bewohner wasche.





ERINNERUNGEN ALS AUFKLEBER



VERBESSERUNGSVORSCHLAG

Verbesserungsvorschlag



VON

Name:

Datum:

Telefon:

.....
sleitung

PROBLEM

.....
.....

Vorschlag

.....
.....

UMSETZUNG

Ja Nein aufgeschoben bis

.....
.....



LUKRATIVES ENERGIESPAREN IN STUTTGARTER SCHULEN (LESS)

Motivation für das Projekt

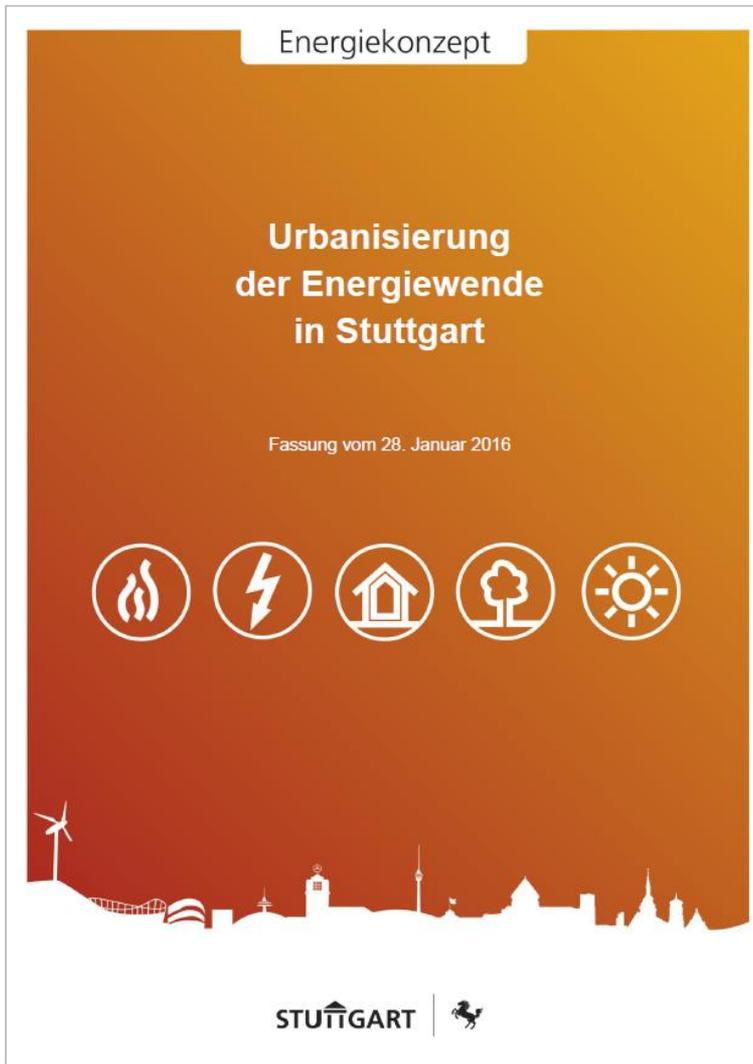
- Senkung des Energie- und Wasserverbrauchs
- Integration der Themenbereiche Energie und Wasser
- Erweiterung des Schulprofils
- Identifikation der Schüler mit der Schule
- Gebäudeschwachstellen lokalisieren
- Finanzielle Vorteile für die Schule



technische Veränderungen (Sanierungen) und nutzungsbedingte Veränderungen sind nicht Inhalt des Projekts



VIEL ERFOLG BEIM ENERGIESPAREN !



Inhalt des Konzepts:

Bis 2020

- soll der Energieverbrauch um 20 % reduziert
- der Anteil der erneuerbaren Energien auf 20 % gesteigert werden.

Im Jahr 2050

- soll Stuttgart dann seine gesamte Energie aus regenerativen Energiequellen beziehen,
- der Energieverbrauch soll bis dahin um 65 % niedriger sein als im Jahr 1990.

www.stuttgart.de/energiekonzept