

Herzlich Willkommen
zum Wettbewerb

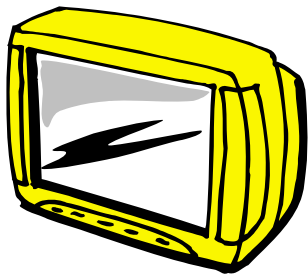
Eine erkenntnisreiche
Teilnahme am
WS 1 „Energieträger“

wünscht Ihnen



Thomas Königstein

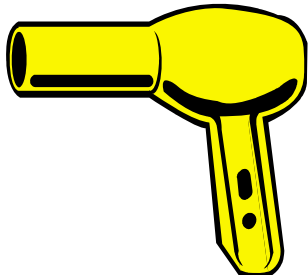
Leistung [W bzw. kW] und Arbeit [kWh]



Kleine Leistung x viel Zeit = Arbeit

$$7 \text{ W} = 0,007 \text{ kW}; 0,007 \text{ kW} \times 20 \text{ h/d} \times 365 \text{ d/a} = 51,1 \text{ kWh/a}$$

$$51,1 \text{ kWh/a} \times 0,215 \text{ €/kWh} = 10,99 \text{ €/a}$$



Große Leistung x wenig Zeit = Arbeit

$$1.400 \text{ W} = 1,4 \text{ kW}; 1,4 \text{ kW} \times 0,10 \text{ h/d} \times 365 \text{ d/a} = 51,1 \text{ kWh/a}$$

$$51,1 \text{ kWh/a} \times 0,215 \text{ €/kWh} = 10,99 \text{ €/a}$$

Leistung [W bzw. kW] und Arbeit [kWh]



Kleiner Kessel x viel Zeit = Arbeit

$$15 \text{ kW} \times 2.000 \text{ h/a} = 30.000 \text{ kWh/a}$$

Arbeit : Leistung = Zeit

$$30.000 \text{ kWh/a} : 15 \text{ kW} = 2.000 \text{ h/a}$$



Großer Kessel x wenig Zeit = Arbeit

$$50 \text{ kW} \times 600 \text{ h/a} = 30.000 \text{ kWh/a}$$

Arbeit : Leistung = Zeit

$$30.000 \text{ kWh/a} : 50 \text{ kW} = 600 \text{ h/a}$$

Wirkungsgrad und Nutzungsgrad (bei Kesselanlagen)



Die Begriffe beschreiben das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand

der Wirkungsgrad

beschreibt das Verhältnis von Leistungen

15 kW (Nutzen = Output) : 17 kW (Aufwand = Input) = 0,88
bzw. 88%

der Nutzungsgrad

beschreibt das Verhältnis von Arbeit

24.000 kWh (Nutzen = Output) : 30.000 kWh (Aufwand = Input) = 0,80
bzw. 80%

Leistungszahl und Arbeitszahl (bei Wärmepumpen)



Die Begriffe beschreiben das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand

die Leistungszahl beschreibt das Verhältnis von Leistungen
 $21 \text{ kW (Nutzen = Output) : 5 \text{ kW (Aufwand = Input) = 4,2}$

die Arbeitszahl beschreibt das Verhältnis von Arbeit
 $27.200 \text{ kWh (Nutzen = Output) : 8.000 \text{ kWh (Aufwand = Input) = 3,4}$

Energieträger

Primärenergie

Energie in ihrer ursprünglichen Form

z.B. Rohöl in Saudi-Arabien, Naturgas in Russland, Uran in Kanada

Endenergie (z.B. Heizenergiebedarf)

Energie, die wir bestellen und bezahlen (vor der letzten Umwandlung)

z.B. Heizöl im Tank, Strom am Zähler, Holz im Vorratslager

Nutzenergie (z.B. Heizwärmebedarf)

Energie, die wir nutzen (nach der letzten technischen Umwandlung)

z.B. Raumwärme aus dem Heizkörper, Licht aus der Lampe, Warmwasser aus der Dusche, Kälte im Kühlschrank

Liefereinheit

Energieträger

Liefereinheit

Heizöl	l (Liter)
Flüssiggas	l (Liter) oder kg
Pellets	kg (Kilogramm)
Holzhackschnitzel	Srm (Schüttraummeter)
Pappel	rm (Raummeter) oder Ster
Fichte	rm (Raummeter) oder Ster
Kiefer	rm (Raummeter)
Buche	rm (Raummeter)
Eiche	rm (Raummeter)
Strom	kWh (Kilowattstunde)

Heizwert H_i [kWh/Liefereinheit]

Energieträger

Heizwert

Heizöl	10 kWh/l
Flüssiggas	6,6 kWh/l oder 12,9 kWh/kg
Pellets	4,9 kWh/kg
Holzhackschnitzel (w=30%)	750 kWh/Srm
Pappel (w=20%)	1.200 kWh/rm
Fichte (w=20%)	1.350 kWh/rm
Kiefer (w=20%)	1.500 kWh/rm
Buche (w=20%)	1.900 kWh/rm
Eiche (w=20%)	1.950 kWh/rm
Strom	1 kWh/kWh

WS 1 Energieträger

Kosten € [€/Liefereinheit]

Energieträger	Kosten
Heizöl	0,695 €/l
Flüssiggas	0,515 €/l
Pellets	0,223 €/kg
Holzhackschnitzel (w=30%)	21 €/Srm
Pappel (w=20%)	45 €/rm
Fichte (w=20%)	50 €/rm
Kiefer (w=20%)	55 €/rm
Buche (w=20%)	75 €/rm
Eiche (w=20%)	80 €/rm
Strom	0,215 €/kWh

WS 1 Energieträger

Kosten € [€/kWh]

Energieträger

Kosten

Heizöl	0,0695 €/kWh	(= 6,95 Ct)
Flüssiggas	0,0780 €/kWh	(= 7,80 Ct)
Pellets	0,0455 €/kWh	(= 4,55 Ct)
Holzhackschnitzel (w=30%)	0,0270 €/kWh	(= 2,70 Ct)
Pappel (w=20%)	0,0375 €/kWh	(= 3,75 Ct)
Fichte (w=20%)	0,0370 €/kWh	(= 3,70 Ct)
Kiefer (w=20%)	0,0367 €/kWh	(= 3,67 Ct)
Buche (w=20%)	0,0395 €/kWh	(= 3,95 Ct)
Eiche (w=20%)	0,0410 €/kWh	(= 4,10 Ct)
Strom	0,2150 €/kWh	(= 21,50 Ct)
	0,1382 €/kWh	

WS 1 Energieträger

Emissionen [g/kWh]

Energieträger	CO ₂ ,äquiv.	SO ₂	NO _x	Staub
Heizöl	321	0,5	0,2	0,02
Flüssiggas	278	0,3	0,2	0,02
Pellets	25	0,3	0,3	0,06
Holzhackschnitzel	26	0,4	0,4	0,22
Scheitholz	17	0,3	0,2	0,19
Strom	644	0,9	0,6	0,04

Kosten und CO₂-Emissionen je kWh

Energieträger	Kosten	CO ₂	
Heizöl	6,95 Ct	321 g	☹
Flüssiggas	7,80 Ct	278 g	☹
Pellets	4,55 Ct	25 g	☑
Holzackschnitzel	2,70 Ct	26 g	☑
Scheitholz	3,85 Ct	17 g	☑
Strom	21,50 Ct HH	644 g	☒
	16,03 Ct WP		☒
	13,82 Ct NT		☒

WS 1 Energieträger

Überblick

Energieträger	Liefereinheit	Kosten LE	H _i	H _s	Kosten H _i	Kosten H _s	Nutzungsgrad	Kosten η	CO ₂	SO ₂	NO _x	Staub
Einheit	LE	€/LE	kWh/LE	kWh/LE	Ct/kWh	Ct/kWh	η	Ct/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
Heizöl	l	0,695	10,0	10,6	6,95	6,55	0,87	7,99	321	0,5	0,2	0,02
Flüssiggas	l	0,515	6,6	7,3	7,80	7,05	0,97	8,04	278	0,3	0,2	0,02
Erdgas	m ³	0,612	9,8	10,9	6,25	5,62	0,97	6,44	253	0,1	0,2	0,01
Pellets	kg	0,223	4,9	-	4,55	-	0,80	5,69	25	0,3	0,3	0,06
Nadelholz	rm	50,000	1.500,0	-	3,70	-	0,78	4,74	17	0,3	0,2	0,19
Laubholz	rm	75,000	1.900,0	-	4,05	-	0,78	5,19	17	0,3	0,2	0,19
HHS	Srm	21,000	750,0	-	2,70	-	0,78	3,46	26	0,4	0,4	0,22
Strom	kWh	0,215	1,0	-	21,50	-	0,99	21,71	644	0,9	0,6	0,04
Nahwärme	MWh	115,000	1.000,0	-	11,50	-	1,00	11,50				

Drei Rechenbeispiele

A. Ihr Heizölverbrauch beträgt durchschnittlich 3.350 l Heizöl pro Jahr. Sie haben gerade für 63,4 Ct pro Liter getankt.

1. Was kostet die kWh Heizöl in Bezug auf den Heizwert?
2. Wie hoch sind Ihre jährlichen CO₂-Emissionen?
3. Wie viel kg Pellets entspricht Ihr durchschnittlicher Heizölverbrauch?
4. Wie hoch sind Ihre jährlichen Kosten beim derzeitigen Ölpreis im Vergleich zu Pellets für 22,3 Ct pro kg?

Drei Rechenbeispiele

B. Der Stromverbrauch Ihrer Nachtspeicherheizung liegt durchschnittlich bei 29.000 kWh/a, der Stromverbrauch im Haushalt bei 3.950 kWh/a.

1. Wie hoch sind Ihre gesamten Energiekosten bei einem Preis von 13,82 bzw. 20,72 Ct/kWh?
2. Wie hoch sind Ihre jährlichen CO₂-Emissionen?
3. Sie wollen auf eine Scheitholzesselanlage umstellen und Nadelholz nutzen. Wie hoch sind dann Ihre Energiekosten und Ihre CO₂-Emissionen?

Drei Rechenbeispiele

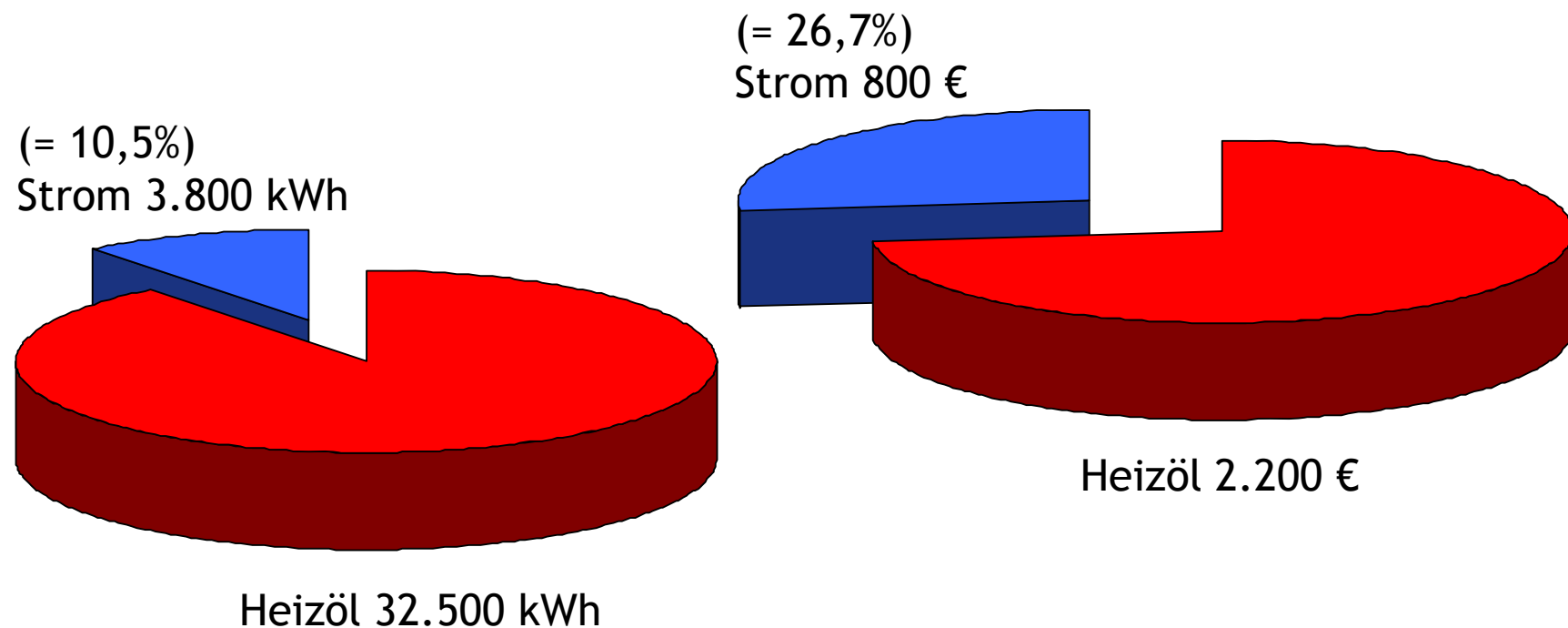
C. Ihre Holzheizung braucht jährlich 15 Ster zweijährig gelagertes gespaltenes Buchenholz (Wassergehalt 20%).

1. Wie hoch sind Ihr jährlicher Energieverbrauch in kWh und Ihre Energiekosten bei einem Preis von 75 €/rm?
2. Wie hoch sind Jahr für Jahr Ihre CO₂- und Staub-Emissionen?
3. Wie hoch sind der jährlichen Verbrauch in Ster und die Kosten bei einer Umstellung auf Fichte als Brennholz (bei 50 €/rm)?

Jahresverbrauch und -kosten

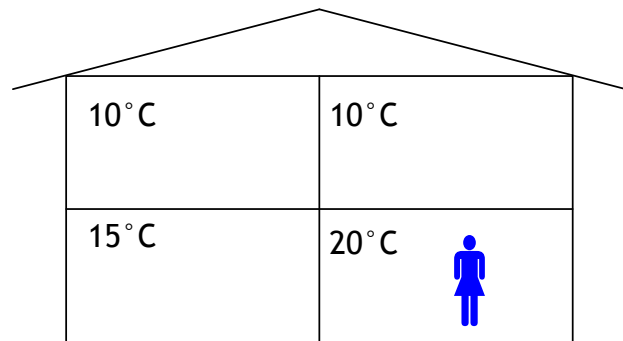
Ein Netto-Monatsgehalt für die Energierechnung: 3.000 €

Einfamilienhaus mit 150 m² - 4 Personen

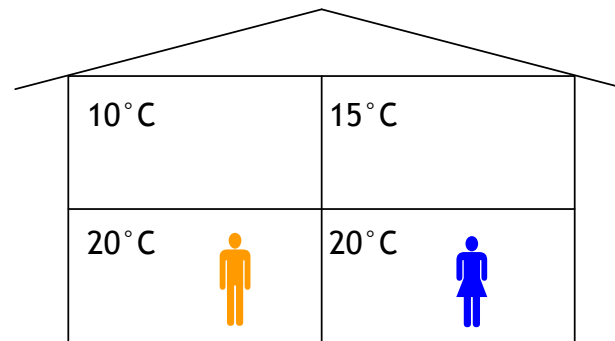


Nutzung und Verbrauch

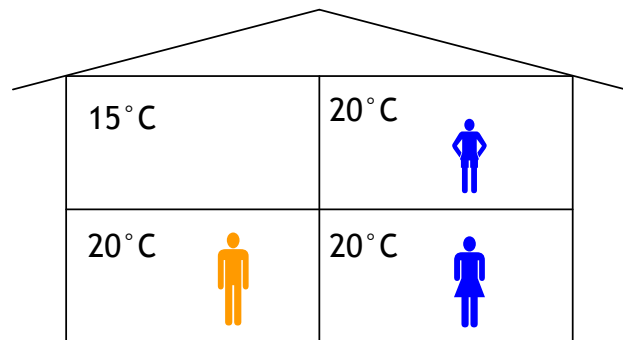
Einfamilienhaus mit 150 m² Wohnfläche



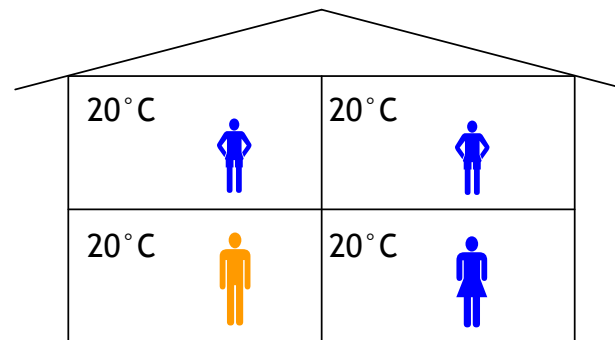
1 Person:
Ø Raumtemperatur 13,8°C



2 Personen:
Ø Raumtemperatur 16,3°C



3 Personen:
Ø Raumtemperatur 18,8°C



4 Personen:
Ø Raumtemperatur 20,0°C

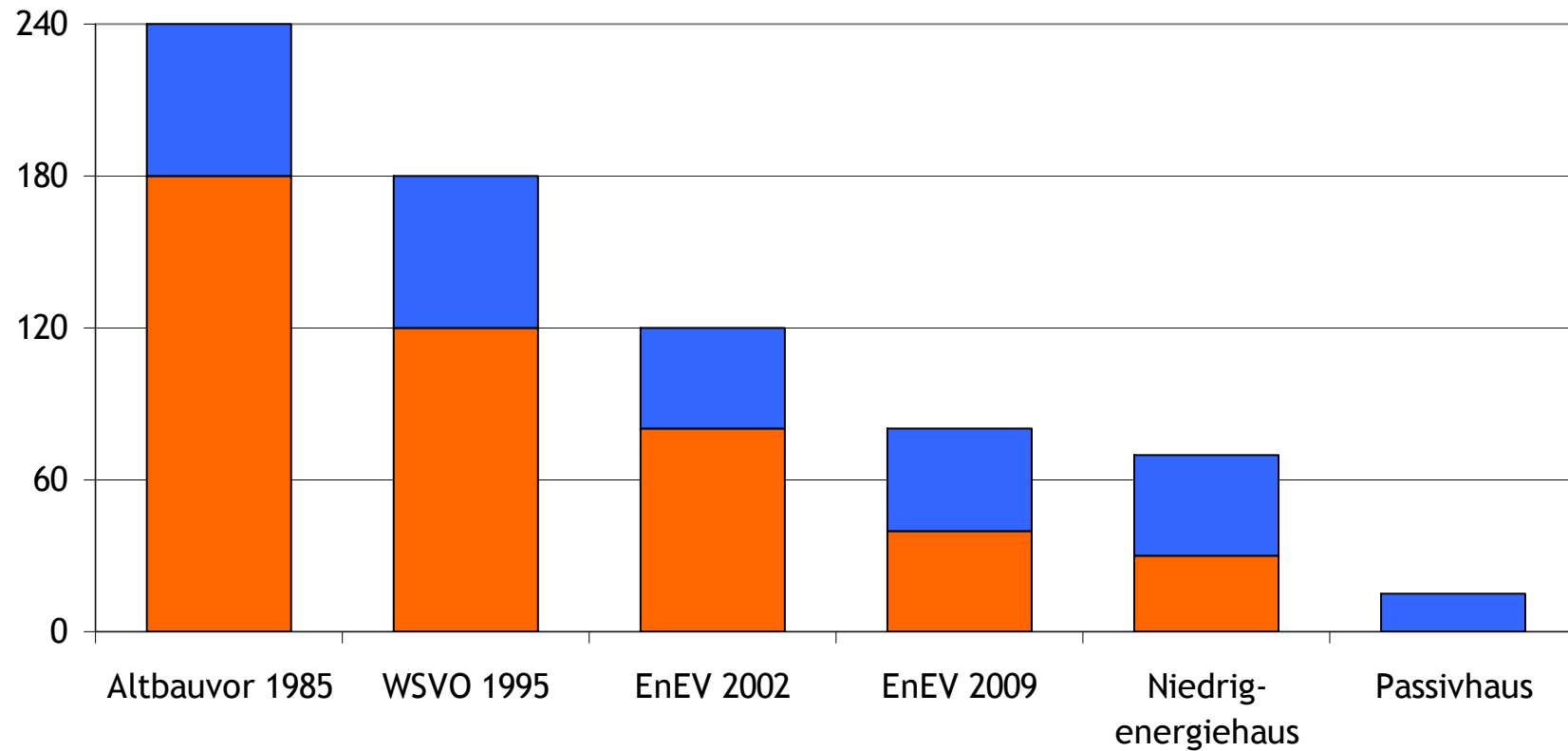
Und da wären noch:

- Nachtabsenkung
- Lüftung
- Wärmegewinne

Vergleichszahlen - Benchmarks

Raumwärme: Bezugsgröße m^2 beheizte Wohnfläche

kWh/(m^2a) Heizwärmebedarf (Nutzenergie)



Vergleichszahlen - Benchmarks

Raumwärme: Bezugsgröße m^2 Wohnfläche

Bundesweiter Heizspiegel 2010 (Abrechnungsjahr 2009):






(Endenergie) Verbrauch in $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$: Heizöl

Gebäudefläche	niedrig	mittel	erhöht	zu hoch
100 - 250	< 98	98 - 162	163 - 238	> 238
251 - 500	< 91	91 - 152	153 - 227	> 227

Kosten in $\text{€}/(\text{m}^2\text{a})$ inkl. Warmwasser: Heizöl

Gebäudefläche	niedrig	mittel	erhöht	zu hoch
100 - 250	< 7,00	7,00 - 10,20	10,21 - 13,90	> 13,90
251 - 500	< 6,60	6,60 - 9,60	9,61 - 13,20	> 13,20

Vergleichszahlen - Benchmarks

Personen pro Haushalt	Stromverbrauch in kWh/a	Bewertung
	< 1.100 1.100 - 1.600 1.600 - 2.000 > 2.000	sehr gut gut durchschnittlich zu hoch
	< 1.800 1.800 - 2.500 2.500 - 3.100 > 3.100	sehr gut gut durchschnittlich zu hoch
	unter 2.400 2.400 - 3.200 3.200 - 3.900 > 3.900	sehr gut gut durchschnittlich zu hoch
	< 2.800 2.800 - 3.700 3.700 - 4.500 > 4.500	sehr gut gut durchschnittlich zu hoch
	< 3.400 3.400 - 4.400 4.400 - 5.300 > 5.300	sehr gut gut durchschnittlich zu hoch

Eigene Beispiele

1. Nehmen Sie Ihren Heizölverbrauch pro Jahr, teilen Sie ihn durch Ihre beheizte Wohnfläche und vergleichen Sie selbst!
2. Nehmen Sie Ihren Stromverbrauch pro Jahr, ordnen Sie ihn der Personenzahl zu und vergleichen Sie selbst!

Energiemanagement

Seit 1.8.2009 ‚DIN EN 16001 Energiemanagementsysteme‘ ... für Unternehmen!

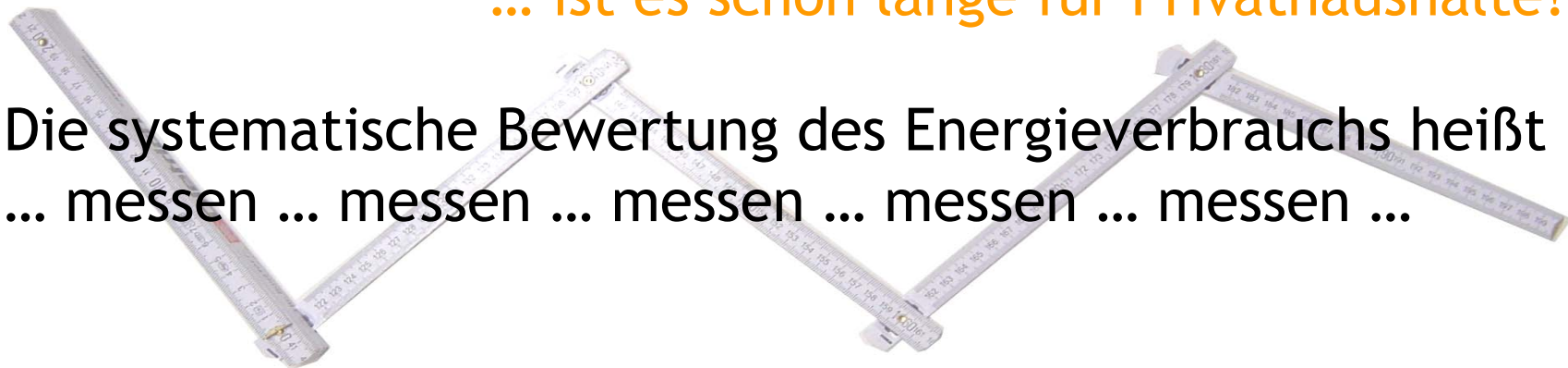
Es geht dabei um die systematische Bewertung des Energieverbrauchs

- zur Verbesserung der Energieeffizienz
- zur Kosteneinsparung

Was für ein Unternehmen gut ist ...

... ist es schon lange für Privathaushalte!

Die systematische Bewertung des Energieverbrauchs heißt
... messen ... messen ... messen ... messen ... messen ...



Leitungsgebundene Energie - Stromtarife

ÜWAG Fulda		HT (Ct/kWh)	NT (Ct/kWh) [20:30 - 06:30]	(€/Monat)
Raumheizung	WP	16,03	12,61	5,52
	Nachtspeicher	13,82	-----	4,54
	Direktheizung	16,03	13,82	5,52
Haushalt	Grundversorgung 1	22,80	-----	6,06
	Grundversorgung 2	23,85	17,28	8,55
	mini (bis 2.500 kWh)	21,67	-----	8,33
	privat (bis 10.000 kWh)	20,72	-----	8,33
	öko	21,07	-----	8,33

Leitungsgebundene Energie - Stromtarife

EWF Korbach		HT (Ct/kWh)	NT (Ct/kWh) [Mo-Fr 13:00-17:00] [Mo-Fr 22:00-06:00] [Samstag, Sonntag]	(€/Monat)
Raumheizung	WP	16,52	12,67	6,43
	Nachtspeicher	12,32	-----	6,97
Haushalt	Grundversorgung 1	20,33	-----	6,97
	Grundversorgung 2	20,94	17,58	7,97
	Vario (bis 30.000 kWh)	19,47	-----	6,97
	Aktiv (bis 30.000 kWh)	23,47	15,47	9,40
	naturstrom	19,94	-----	6,97

Leitungsgebundene Energie - Stromtarife

entega Darmstadt		HT (Ct/kWh)	NT (Ct/kWh)	(€/Monat)
Raumheizung	WP (NaturPur)	17,67	-----	7,88
	Nachtspeicher	16,07	-----	7,88
Haushalt	Grundversorgung	22,97	-----	11,08
	NATURpur Strom fix	21,29	-----	8,00
	NATURpur regional	21,72	-----	7,92

WS 1 Energiemanagement

Leitungsgebundene Energie - Strom

Messen ist ein Kinderspiel - man muss es nur tun!



Ferraris-Zähler (Galileo Ferraris)

- elektromechanischer Stromzähler
- Drehscheibe **mit rotem Strich**
- z.B. 75 U/kWh



Leitungsgebundene Energie - Strom

Messen ist ein Kinderspiel - man muss es nur tun!



Smart Meter (intelligenter Zähler)

- elektronischer, digitaler Stromzähler
- mit Zusatzfunktionen
Fernablesung, Lastanzeige, ...
- seit 1.01.2010 bei Neubau vorgeschrieben
- nicht geplant, aber notwendig
Visualisierung in der Wohnung

Leitungsgebundene Energie - Strom

Messen ist ein Kinderspiel - man muss es nur tun!

Eigene Ablesung - täglich - wöchentlich - monatlich:

Datum	Ablesung kWh	Verbrauch 2010	2011	2012	2013	Monat
31.12.	27.678					
31.01.	28.090	412	398	325	322	Januar
28.02.	28.448	358	345	298	284	Februar
31.03.	28.842	394	367	316	297	März
30.04.	29.157	315	280	235	219	April
31.05.	29.455	298	271	233	220	Mai
30.06.	29.757	302	266	199	178	Juni
31.07.	29.904	147	269	86	76	Juli
.....	
31.12.	31.538	3.860	3.588	3.102	2.916	Jahr

Nicht leitungsgebundene Energie - Heizöl

Messen ist kein Kinderspiel - aber möglich!

Eigene Ablesung - täglich - wöchentlich - monatlich:

Datum	Ablesung Liter	Verbrauch 2010	2011	2012	2013	Monat
31.12.	27.700					
31.01.	28.220	520	490	320	360	Januar
28.02.	28.710	490	510	300	290	Februar
31.03.	29.220	510	530	290	310	März
30.04.	29.550	330	320	180	200	April
31.05.	29.790	240	250	200	170	Mai
30.06.	29.910	120	130	20	30	Juni
31.07.	29.900	80	120	0	0	Juli
.....	
31.12.	31.800	4.100	3.440	1.920	1.870	Jahr

Nicht leitungsgebundene Energie - Heizöl

Messen ist kein Kinderspiel - aber möglich!

Auf den Tank kommt es an!

- Keller-Kunststofftank

Volumen und
cm-Abstände
berechnen
und mit Zollstock
messen



WS 1 Energiemanagement

Inhaltstabelle für Tank FF (3.300 Liter)

B x L x H: 1,49 x 1,49 x 1,49 m

h (cm)	v (liter)	h (cm)	v (liter)	h (cm)	v (liter)	h (cm)	v (liter)	h (cm)	v (liter)
1	22	31	682	61	1.342	91	2.002	121	2.662
2	44	32	704	62	1.364	92	2.024	122	2.684
3	66	33	726	63	1.386	93	2.046	123	2.706
4	88	34	748	64	1.408	94	2.068	124	2.728
5	110	35	770	65	1.430	95	2.090	125	2.750
6	132	36	792	66	1.452	96	2.112	126	2.772
7	154	37	814	67	1.474	97	2.134	127	2.794
8	176	38	836	68	1.496	98	2.156	128	2.816
9	198	39	858	69	1.518	99	2.178	129	2.838
10	220	40	880	70	1.540	100	2.200	130	2.860
11	242	41	902	71	1.562	101	2.222	131	2.882
12	264	42	924	72	1.584	102	2.244	132	2.904
13	286	43	946	73	1.606	103	2.266	133	2.926
14	308	44	968	74	1.628	104	2.288	134	2.948
15	330	45	990	75	1.650	105	2.310	135	2.970
16	352	46	1.012	76	1.672	106	2.332	136	2.992
17	374	47	1.034	77	1.694	107	2.354	137	3.014
18	396	48	1.056	78	1.716	108	2.376	138	3.036
19	418	49	1.078	79	1.738	109	2.398	139	3.058
20	440	50	1.100	80	1.760	110	2.420	140	3.080
21	462	51	1.122	81	1.782	111	2.442	141	3.102
22	484	52	1.144	82	1.804	112	2.464	142	3.124
23	506	53	1.166	83	1.826	113	2.486	143	3.146
24	528	54	1.188	84	1.848	114	2.508	144	3.168
25	550	55	1.210	85	1.870	115	2.530	145	3.190
26	572	56	1.232	86	1.892	116	2.552	146	3.212
27	594	57	1.254	87	1.914	117	2.574	147	3.234
28	616	58	1.276	88	1.936	118	2.596	148	3.256
29	638	59	1.298	89	1.958	119	2.618	149	3.278
30	660	60	1.320	90	1.980	120	2.640	150	3.300

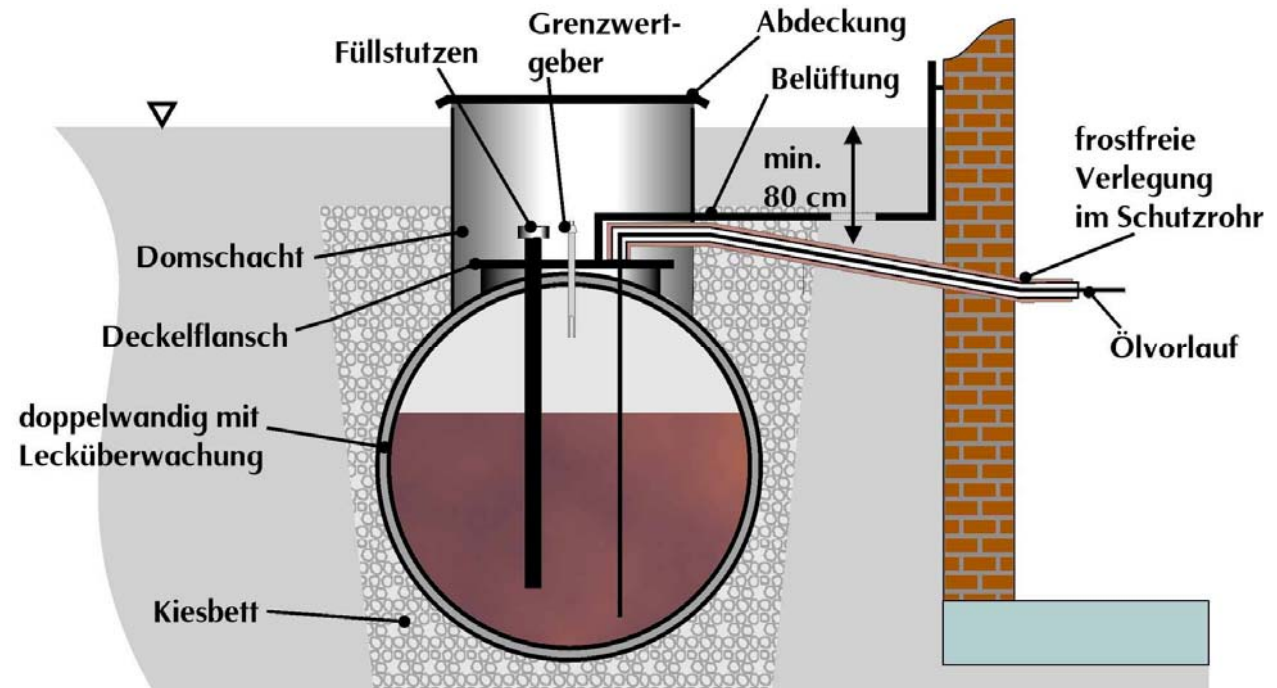
Nicht leitungsgebundene Energie - Heizöl

Messen ist kein Kinderspiel - aber möglich!

Auf den Tank kommt es an!

- Erdtank
- runder Stahltank
- eckiger Stahltank

Volumen und
cm-Abstände
berechnen
und mit Zollstock
messen



WS 1 Energiemanagement

Nicht leitungsgebundene Energie - Heizöl

Messen ist ein Kinderspiel - kostet aber!

Füllstandsanzeiger!

- pneumatisch
- elektronisch
- mechanisch



Nicht leitungsgebundene Energie - Flüssiggas

Messen ist ein Kinderspiel - aber es kostet!

Gaszähler!



Flüssiggasversorger bieten die verschiedensten Messgeräte:

- Spiegelanzeiger
- "Watchman" für drinnen
- Gaszähler „Chekker“



Nicht leitungsgebundene Energie - Scheitholz

Messen ist ein Kinderspiel - man muss es nur tun!

„Raummeterzähler“!



Messen des jeweils verbrauchten Volumens mit dem Zollstock.

Nicht leitungsgebundene Energie - Pellets

Messen ist kein Kinderspiel - und auch kaum möglich!



Leitungsgebundene (Energie) - Wasser

Messen ist ein Kinderspiel - man muss es nur tun!

Wasserzähler!



Wasseruhr (Gemeinde/Stadt)

- Einstrahl-Flügelrad-Zähler

Leitungsgebundene (Energie) - Wasser

Messen ist kein Kinderspiel - aber es kostet!

(Warm)Wasserzähler!



Wasserzähler (Zwischenzähler)

- Einstrahl-Flügelrad-Zähler
- nicht geeicht für Kaltwasser
- in den Kaltwasserzulauf des Warmwasserspeichers

Aufhangzettel an die Haustür!

