



Solarenergie



Solarthermie im Hausbetrieb

Stenbråtlia in der Nähe von Oslo



<http://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/presseinformationen-2014/innovationen-unter-skandinavischer-sonne>

Zertifikate des Wirkungsgrads

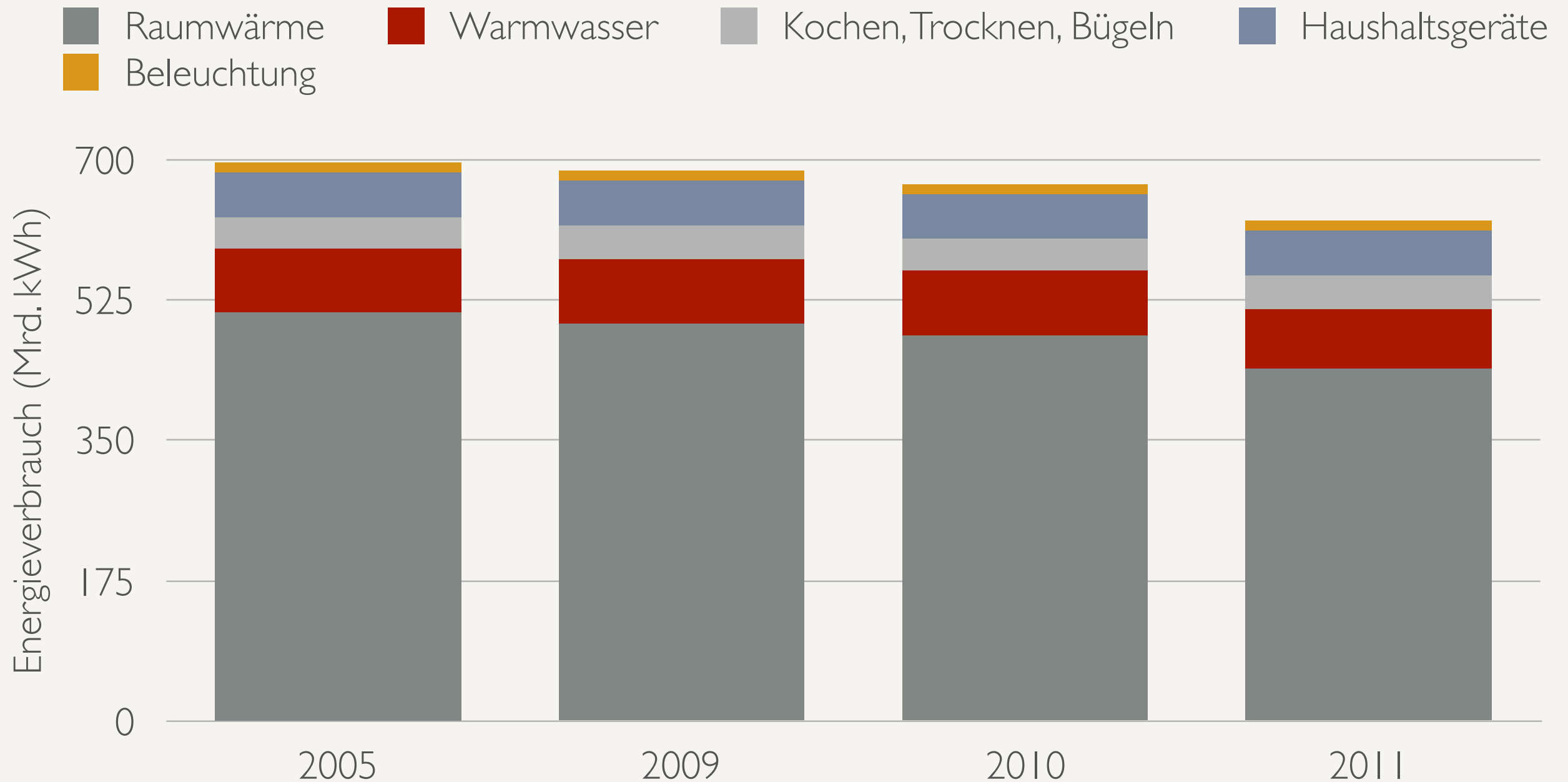
 TÜVRheinland® DIN CERTCO		 ISFH		Page 1/2						
Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate			Licence number		011-751554 F					
			Date of issue		28.11.2012					
Company holding the licence		Wagner & Co. Solartechnik GmbH		Country						
Brand (optional)		-		Website						
Street, number		Zimmermannstr. 12		E-mail						
Postal Code		35091		Tel.						
City		Cologne		+49 (0)5421 8007-0						
				Fax						
				+49 (0)5421 8007-77						
Collector Type (flat plate / evacuated tubular / un-glazed)			Flat plate collector							
Integration in the roof possible ?			No							
Collector name	Aperture area (A_a) [m ²]	Gross length [mm]	Gross width [mm]	Gross height [mm]	Gross area (A_c) [m ²]	Power output per collector unit G = 1000 W/m ² T _m -T _a :				
						0 K [W]	10 K [W]	30 K [W]	50 K [W]	70 K [W]
EURO L22 AR	2.01	1 933	1 183	110	2.25	1.676	1.602	1.435	1.245	1.032
Collector efficiency parameters related to aperture area (A_a)						η _{0a}	0.833	-		
Type of fluid and flow rate see note 1.						S _{ra}	3.55	W _f /(m ² K)		
						S _{rs}	0.0146	W _f /(m ² K ²)		
Stagnation temperature - Weather conditions see note 2						t _{sq}	208	°C		
Effective thermal capacity						c _{eff} = C/A _a	6.8	kJ/(m ² K)		
Max. operation pressure - see note 3						p _{max}	1000	kPa		
						θ _i / θ _L	50°			

<http://www.dincertco.tuv.com/registrations/60073333?locale=de>

http://www.dincertco.tuv.com/search/companies_with_product?locale=de&title_id=30

Energiebedarf und -Verfügbarkeit

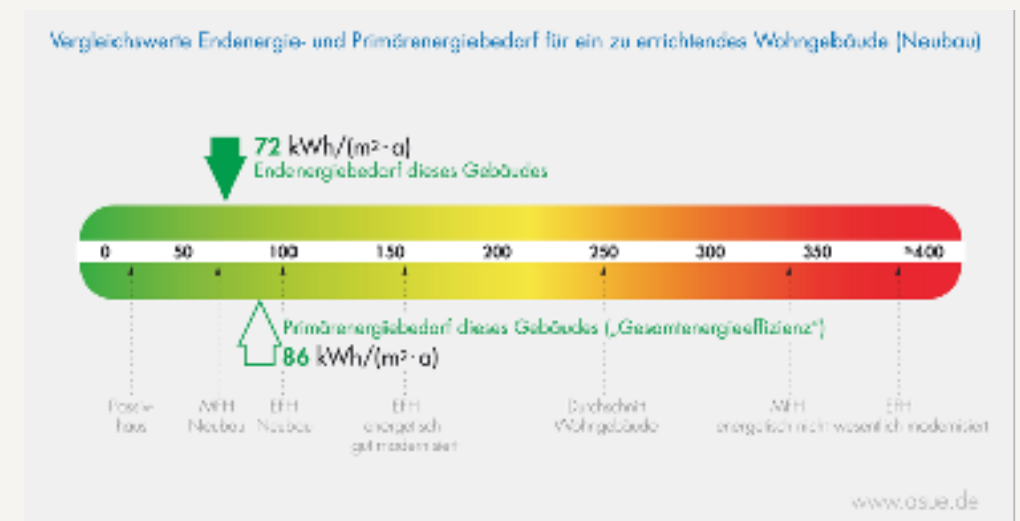
Energieverbrauch in Privathaushalten



Quelle: Destatis

Primärenergiebedarf

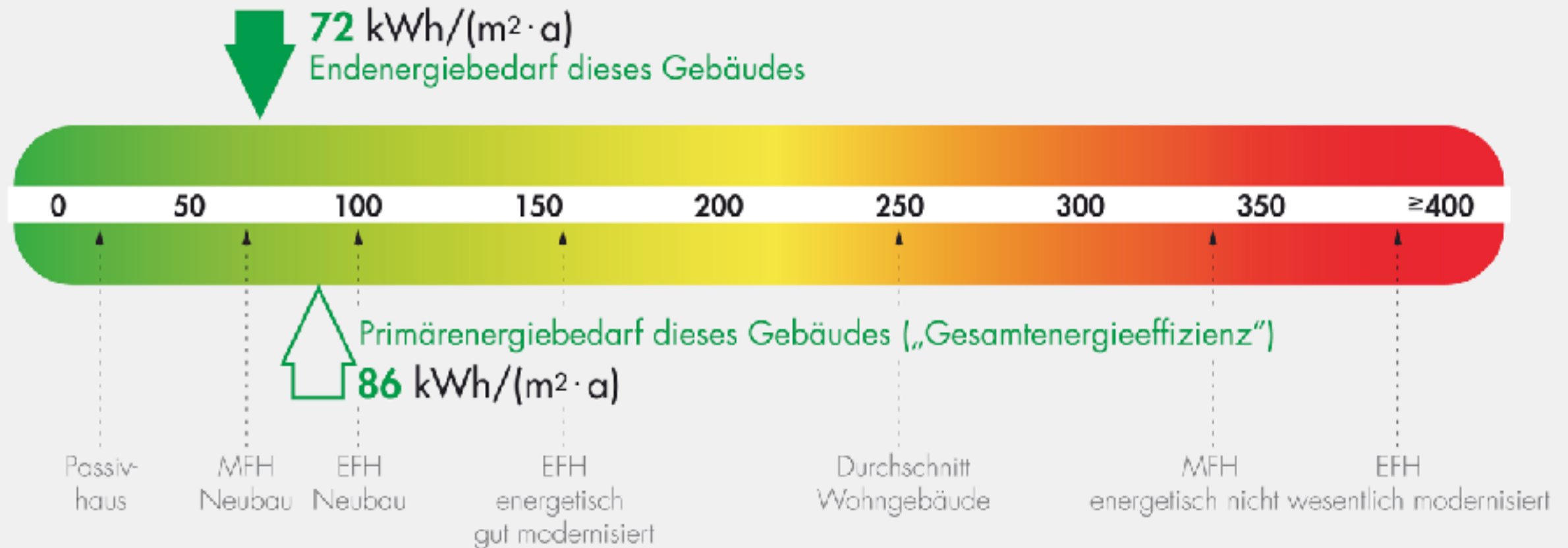
- Endenergiebedarf ist die in einem Haus im Jahr verbrauchte Energie.
- Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die (energetischen) Energie-Entstehungskosten
- Beispiel: 1 kWh Haushalts-Strom wird durch ca. 3 kWh Wärme-Energie im Kohlekraftwerk erzeugt.
- Für Haushalte gibt es den Energieausweis, der den Primärenergiebedarf einordnet.



http://asue.de/themen/enev/grafiken/grafik_09c_2009_006.html

Primärenergiebedarf

Vergleichswerte Endenergie- und Primärenergiebedarf für ein zu errichtendes Wohngebäude (Neubau)

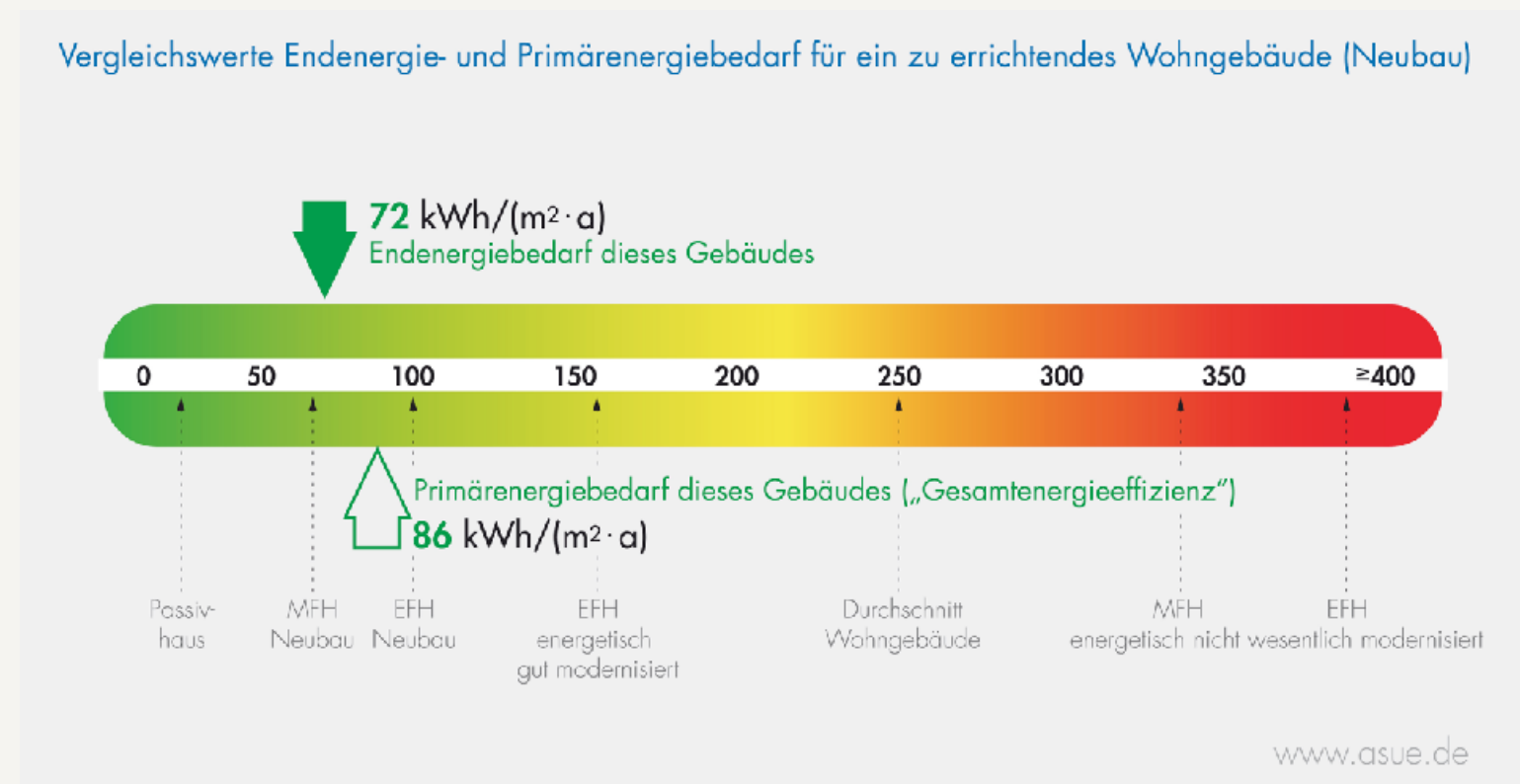


www.asue.de

http://asue.de/themen/enev/grafiken/grafik_09c_2009_006.html

Primärenergiebedarf

- Kann in einem Haus der Primärenergie-Bedarf **geringer** sein als der Endenergie-Bedarf?



http://asue.de/themen/enev/grafiken/grafik_09c_2009_006.html

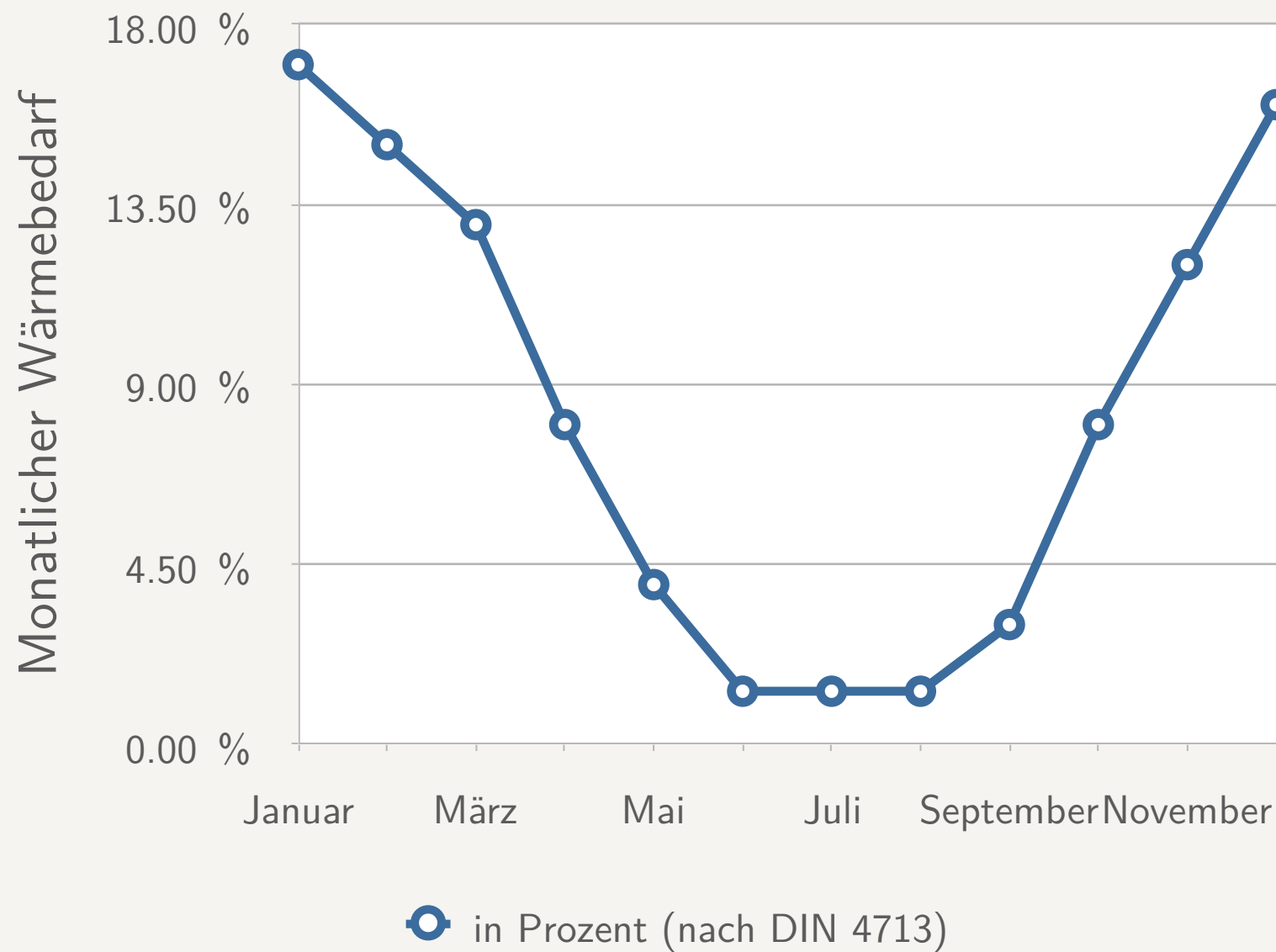
Heizbedarf nach DIN 4713

- Der Heizbedarf wird für Nebenkostenabrechnungen in der DIN 4713 festgelegt.
- Sie legt pro Monat fest welchen Anteil in Prozent ein Monat am Gesamtwärmeverbrauch des Jahres hat.
- Basiert auf langjährigem Mittel.
- Eine genauere auf das jeweilige Jahr angepasste Rechnung wird mit Gradtagzahlen durchgeführt.

Monat	Anteil in %	Anteil je Tag in ‰
Januar	170	$170/31 = 5,48$
Februar	150	$150/28 = 5,35$ $150/29 = 5,17$
März	130	$130/31 = 4,19$
April	80	$80/30 = 2,66$
Mai	40	$40/31 = 1,29$
Juni bis August zusammen	40	$40/92 = 0,43$
September	30	$30/30 = 1,00$
Oktober	80	$80/31 = 2,58$
November	120	$120/30 = 4,00$
Dezember	160	$160/31 = 5,16$

http://de.wikipedia.org/wiki/DIN_4713

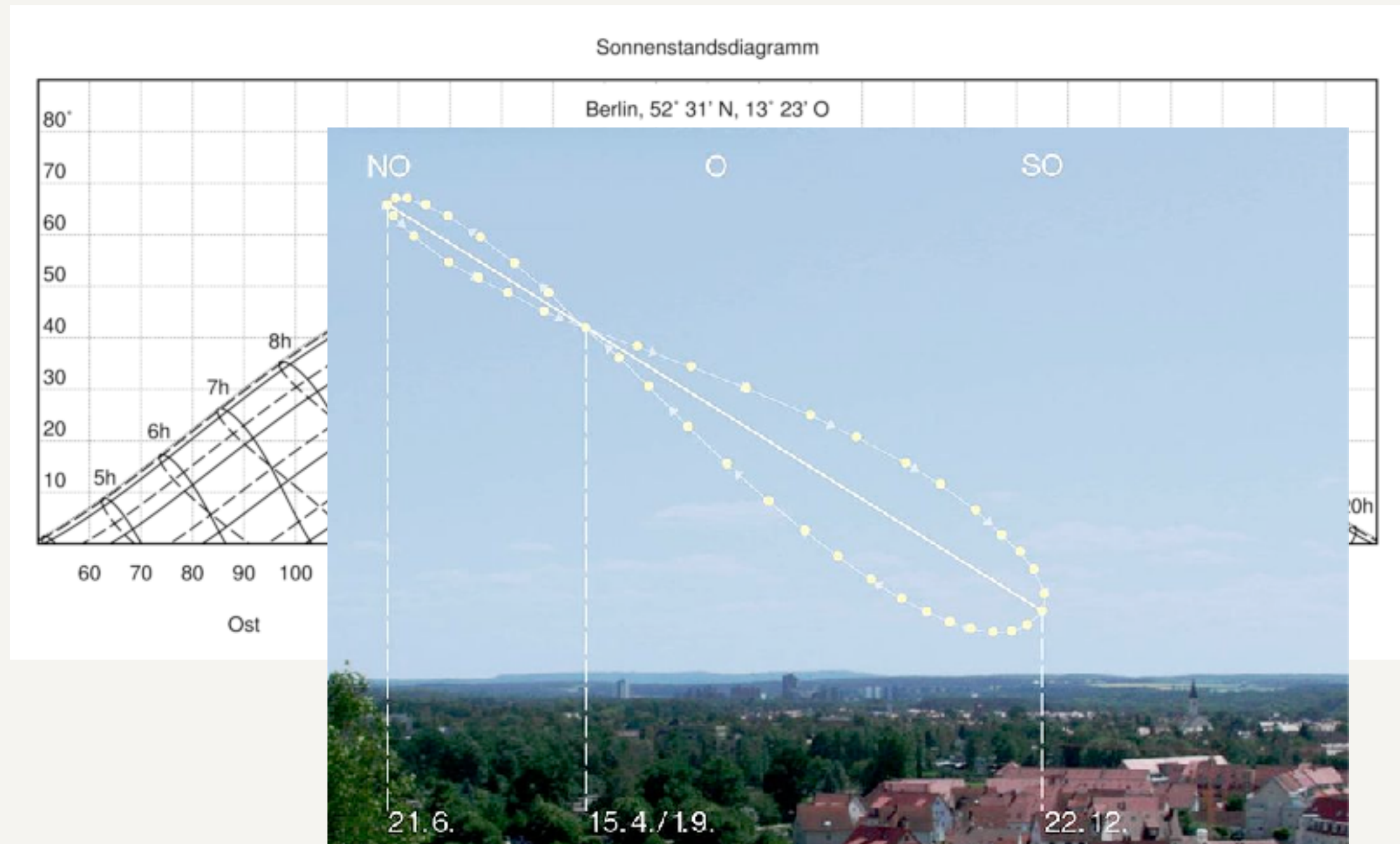
Heizbedarf nach DIN 4713



Monat	Anteil in %	Anteil je Tag in %
Januar	170	170/31 = 5,48
Februar	150	150/28 = 5,35 150/29 = 5,17
März	130	130/31 = 4,19
April	80	80/30 = 2,66
Mai	40	40/31 = 1,29
Juni bis August zusammen	40	40/92 = 0,43
September	30	30/30 = 1,00
Oktober	80	80/31 = 2,58
November	120	120/30 = 4,00
Dezember	160	160/31 = 5,16

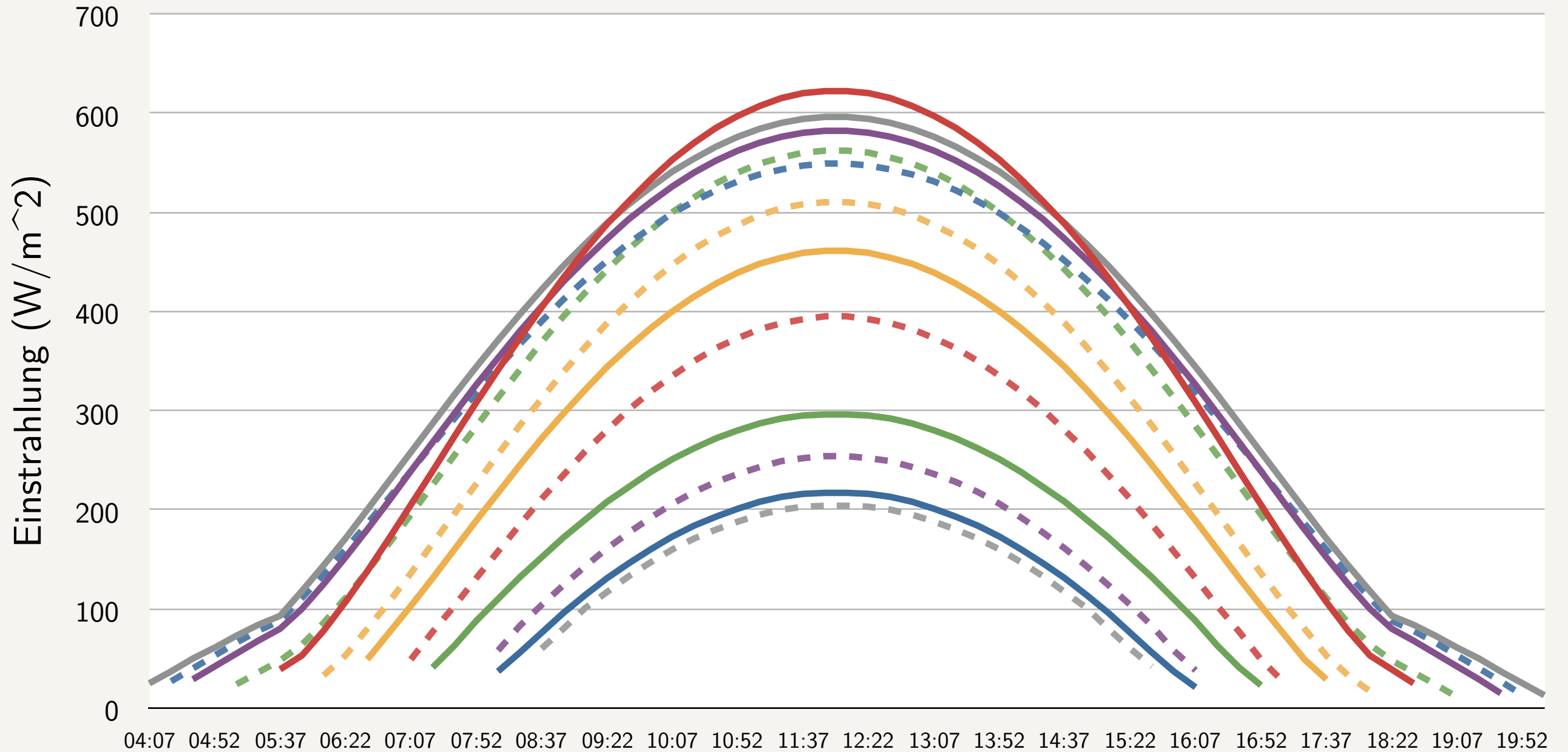
http://de.wikipedia.org/wiki/DIN_4713

Sonnenstand im Laufe des Tages und des Jahres



Tägliche Einstrahlung

Tagesverlauf der Sonneinstrahlung bei optimalen Winkel 37°

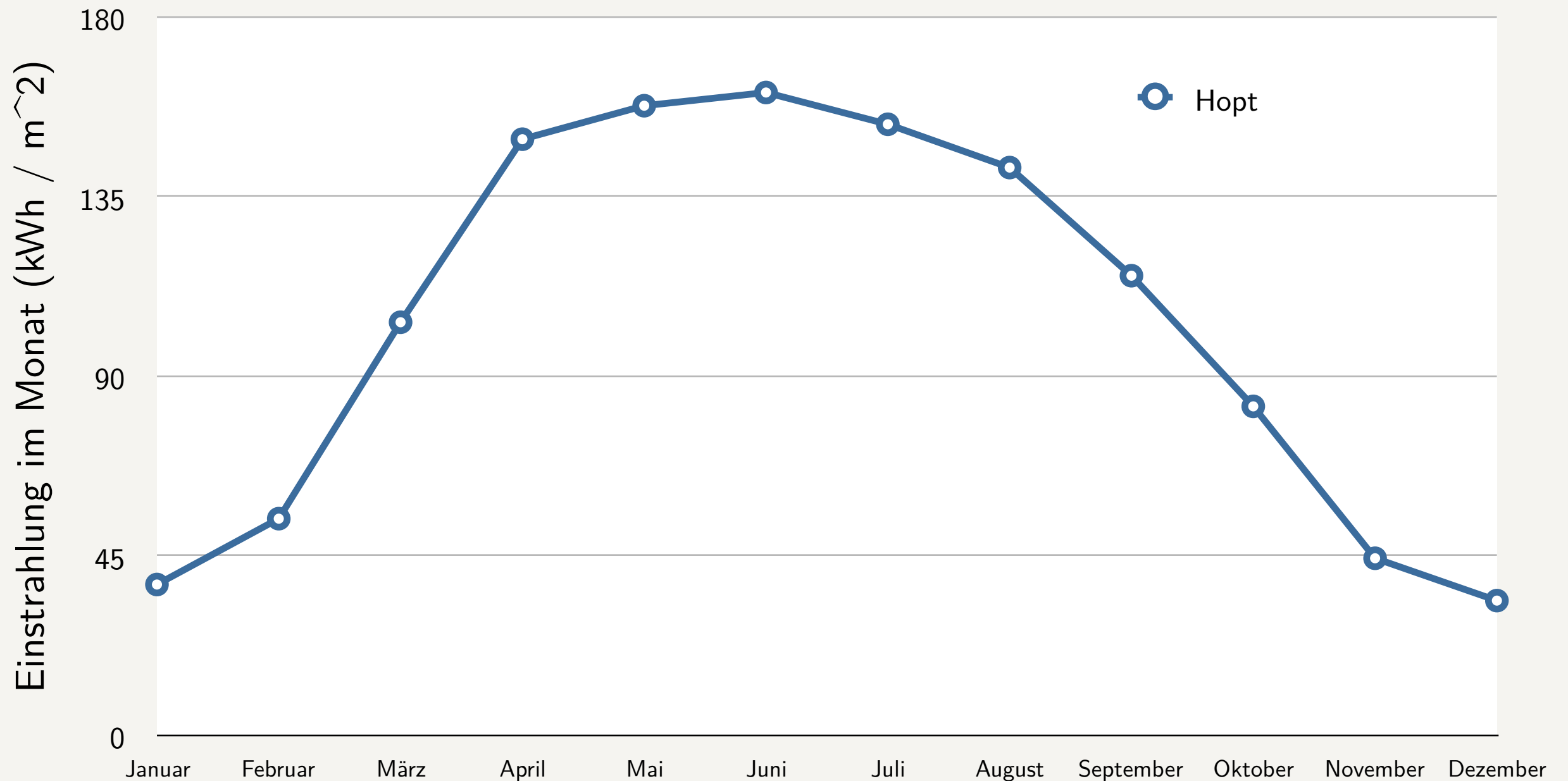


- Januar
- Februar
- März
- April
- Mai
- Juni
- Juli
- August
- September
- Oktober
- November
- Dezember

Standort Düsseldorf

Monatliche Einstrahlung

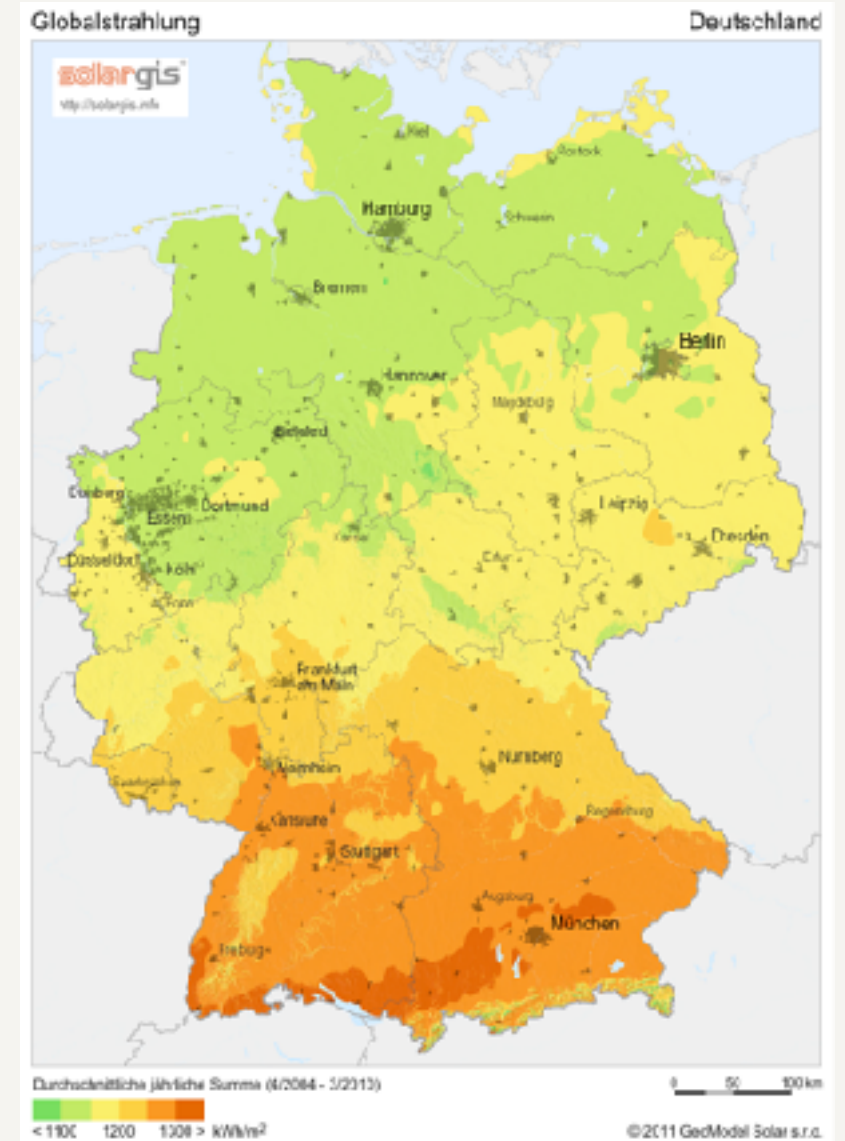
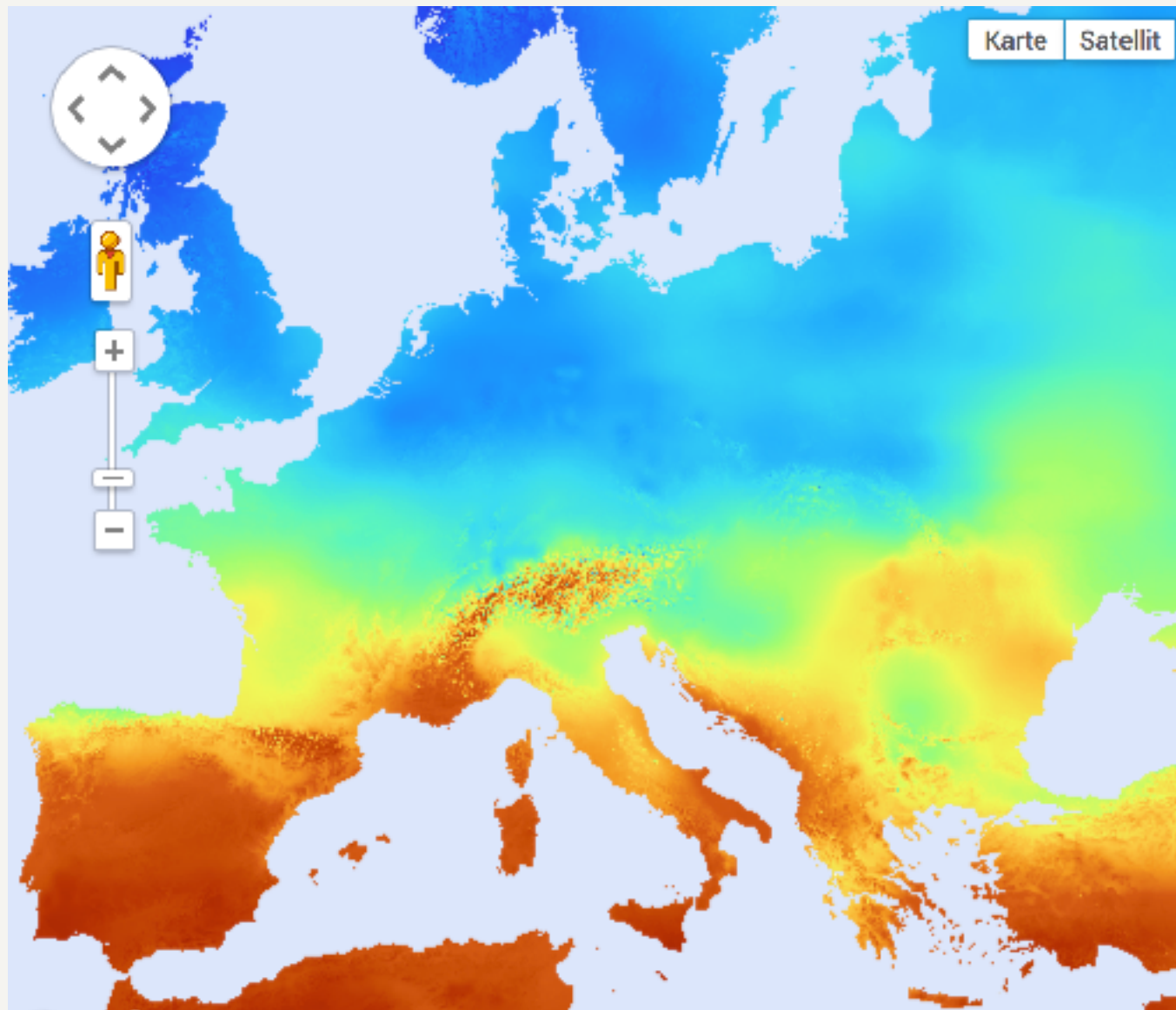
Monatliche Sonneneinstrahlung bei optimalen Winkel 37°



Standort Düsseldorf

Sonnenstrahlung

Sonnenstrahlung bei optimiertem Winkel (37°)



500 925 1350 1775 2200 [kWh/m²]

Durchschnittliche Einstrahlung
pro Jahr

Quelle: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>

Gradtagzahl

- Zwei Grenzen:
 - Raumtemperatur: 20°C
 - Heizgrenze: 15°C
- Wenn die mittlere Temperatur eines Tages unter der Heizgrenze (15°C) liegt wird der Tag als Heiztag gewertet.
- Die Gradtagzahl dieses Tages ist dann die Differenz des Mittelwertes zur Raumtemperatur (20°C).
- Die Gradtagzahl einer Heizperiode ist die Summe der Gradtagzahlen aller Heiztage.
- Damit wird für ein spezifisches Jahr der Heizbedarf der einzelnen Tage / Monate ermittelt.

$$G = \sum_z (T_R - T_{HG})$$

G : Gradtagzahl

z : Anzahl Heiztage

T_R : Raumtemperatur (°C)

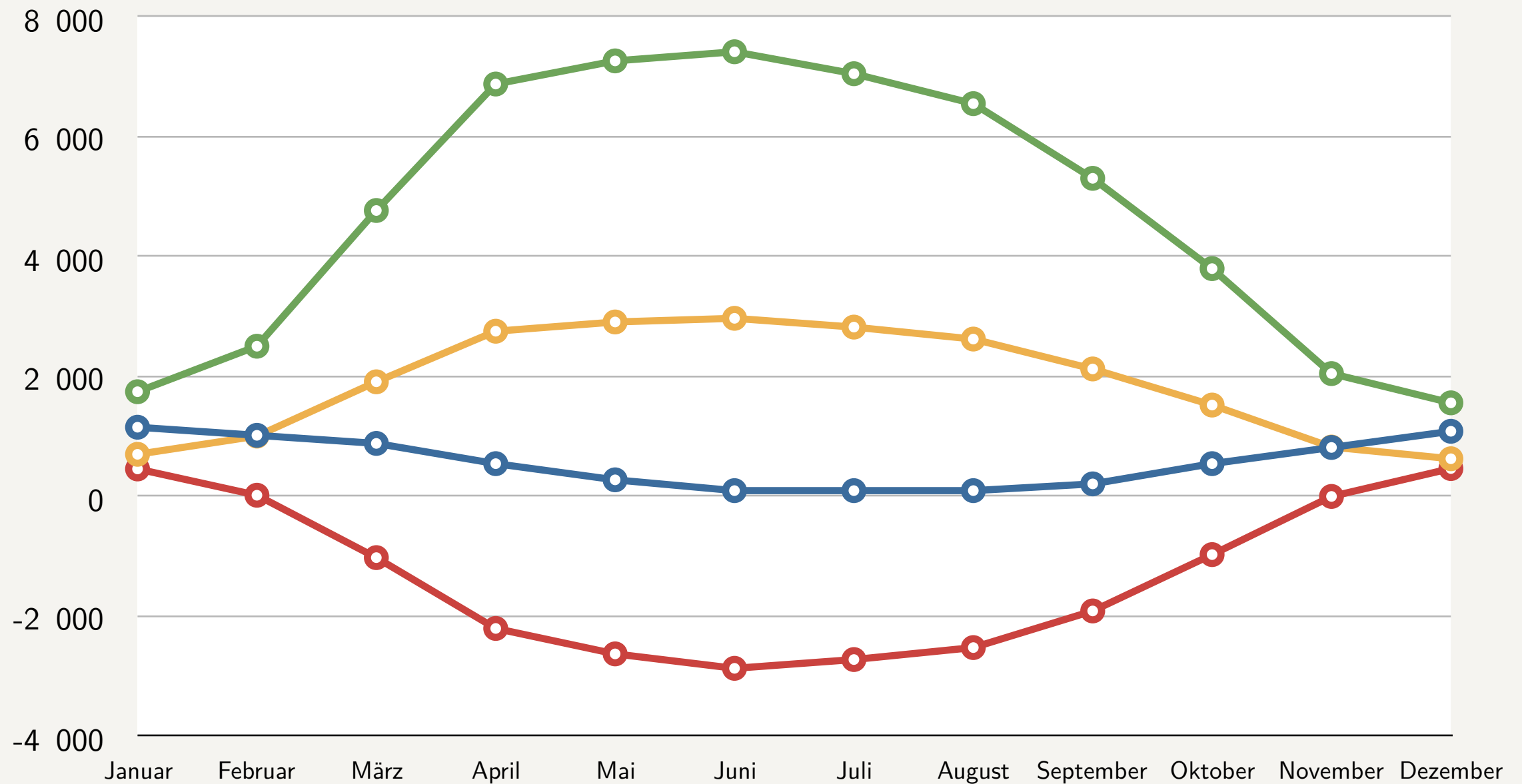
T_{HG} : Heizgrenze (°C)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Heizgradtag>

Energiebedarf

● Energiebedarf in kWh ● Einstrahlung in kWh ● Nutzbare Energie in kWh ● Fehlbetrag in kWh

Monatliche Energiebilanz



Energiebedarf

Monat	Energiebedarf in kWh	in Prozent (nach DIN 4713)	Hopt (Wh / m ² / day)	Anzahl Tage	Hopt (kWh / m ² / month)	Einstrahlung in kWh	Nutzbare Energie in kWh	Fehlbetrag in kWh
Januar	1148	17 %	1220	31	38	1740	696	452
Februar	1013	15 %	1940	28	54	2499	999	13
März	878	13 %	3340	31	104	4763	1905	-1028
April	540	8 %	4980	30	149	6872	2749	-2209
Mai	270	4 %	5090	31	158	7258	2903	-2633
Juni	90	1.3 %	5370	30	161	7411	2964	-2874
Juli	90	1.3 %	4940	31	153	7044	2818	-2728
August	90	1.3 %	4590	31	142	6545	2618	-2528
September	203	3 %	3840	30	115	5299	2120	-1917
Oktober	540	8 %	2660	31	82	3793	1517	-977
November	810	12 %	1480	30	44	2042	817	-7
Dezember	1080	16 %	1090	31	34	1554	622	458
Summe	6750	100 %	40540	365	1235	56822	22729	-15979

Spezifischer Wärmebedarf

Wohnfläche	45	kWh/(m ² a)
Energiebedarf pro Jahr	150	m ²
Kollektorfläche	6750	kWh
Effizienz	46	m ²
Fehlbetrag im Winter	0.4	
Überschuss im Sommer	922.888	kWh
ΔT im Wasserspeicher	-16901.488	kWh
Energiedichte im Wasserspeicher	50	K
Wasserspeicher	58.3	kWh / m ³
Wasserspeicher	9.3	m ³
Wasserspeicher benötigt	542.5	kWh
Speicherfehlbetrag	15.8	m ³
Speicherfehlbetrag	6.5	m ³
Heizwert Buchenscheite	380.4	kWh
Heizwert Buchenscheite	4	kWh / kg
Benötigtes Holz	1920	kWh / Rm
	0.2	Rm

65	kWh/m ² /a	spricht 1.0 EnEV 2009
45	kWh/m ² /a	spricht 0.7 EnEV bzw. KfW 70
35	kWh/m ² /a	spricht 0.55 EnEV bzw. KfW 55
	Brennwert von Holz	wikipedia.org/wiki/Brennholz
	Effizienz	/lexikon/wirkungsgrad-der-solarthermie/rope.eu/pvgis/apps4/pvest.php
	Solardaten	rope.eu/pvgis/apps4/pvest.php
	Verbrauchsverlauf	wikipedia.org/wiki/DIN_4713

Einheit
Eingabe
Berechnet
Woanders berechnet

Energieautarkes Haus

im Winter

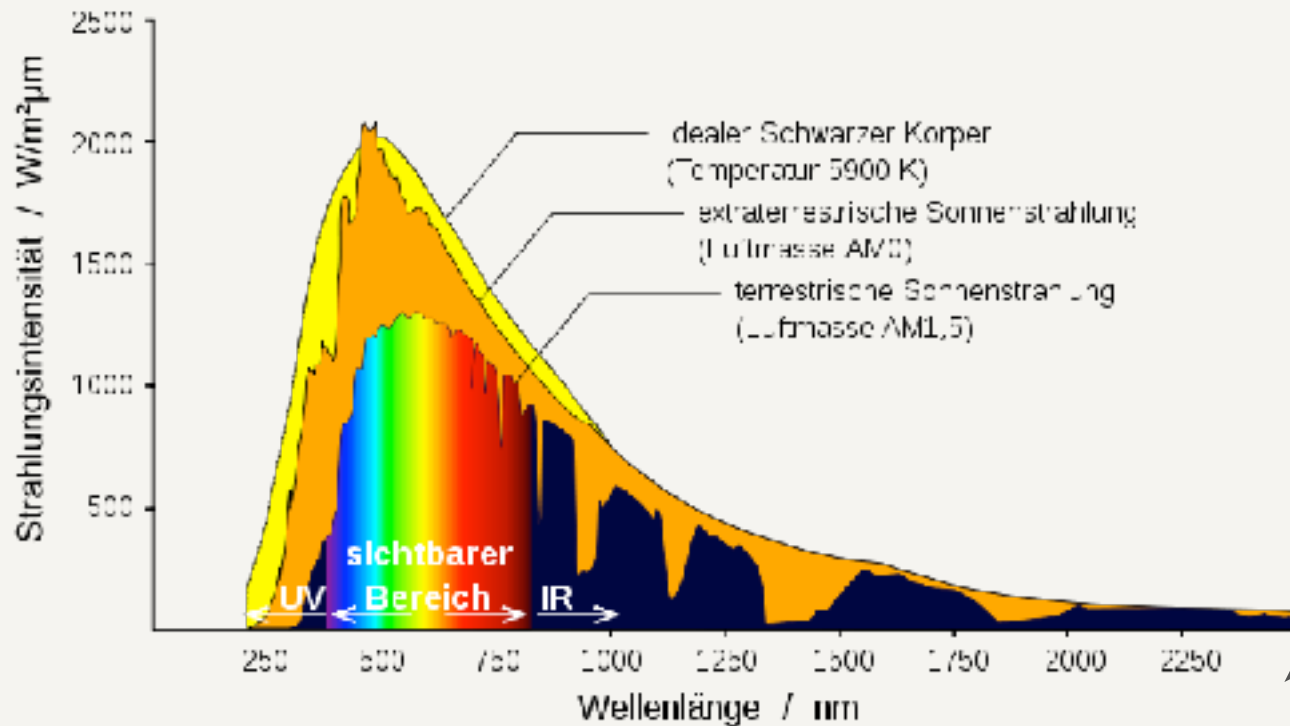
Heizbedarf pro Monat (Dez., Jan., Feb.)	1100 kWh
Einstrahlung pro Monat (Dez., Jan., Feb.)	750 kWh
Fehlbetrag pro Monat (Dez., Jan., Feb.)	350 kWh
Wasserspeicher 9300 l, $\Delta T = 50K$	543 kWh
1 Raummeter Buchenholz	2000 kWh

Zahlenwerte ungefähr; Details s. Berechnungstabelle

Strahlungsverwertung

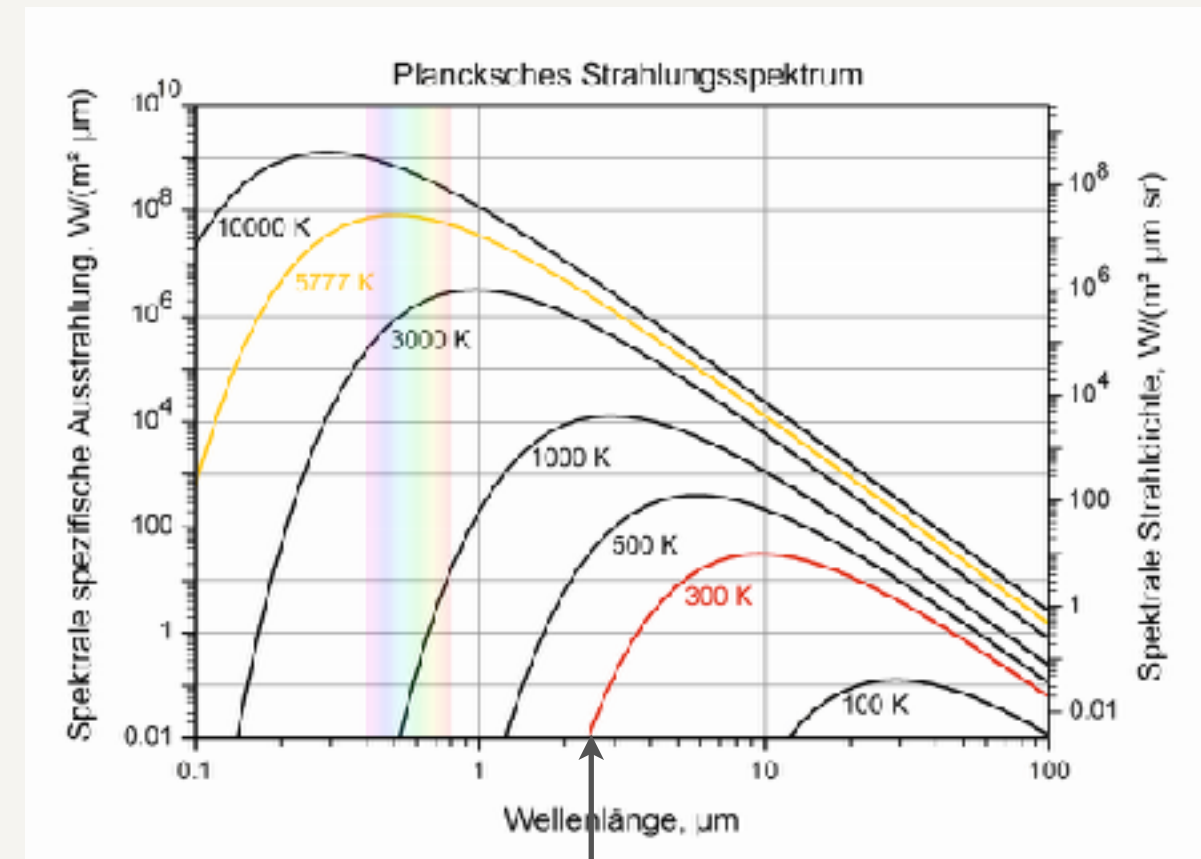
Solarthermie - Spektren

Sonnenspektrum



Endet bei ca. $2.5\mu\text{m}$

Spektrum des idealen schwarzen Strahlers

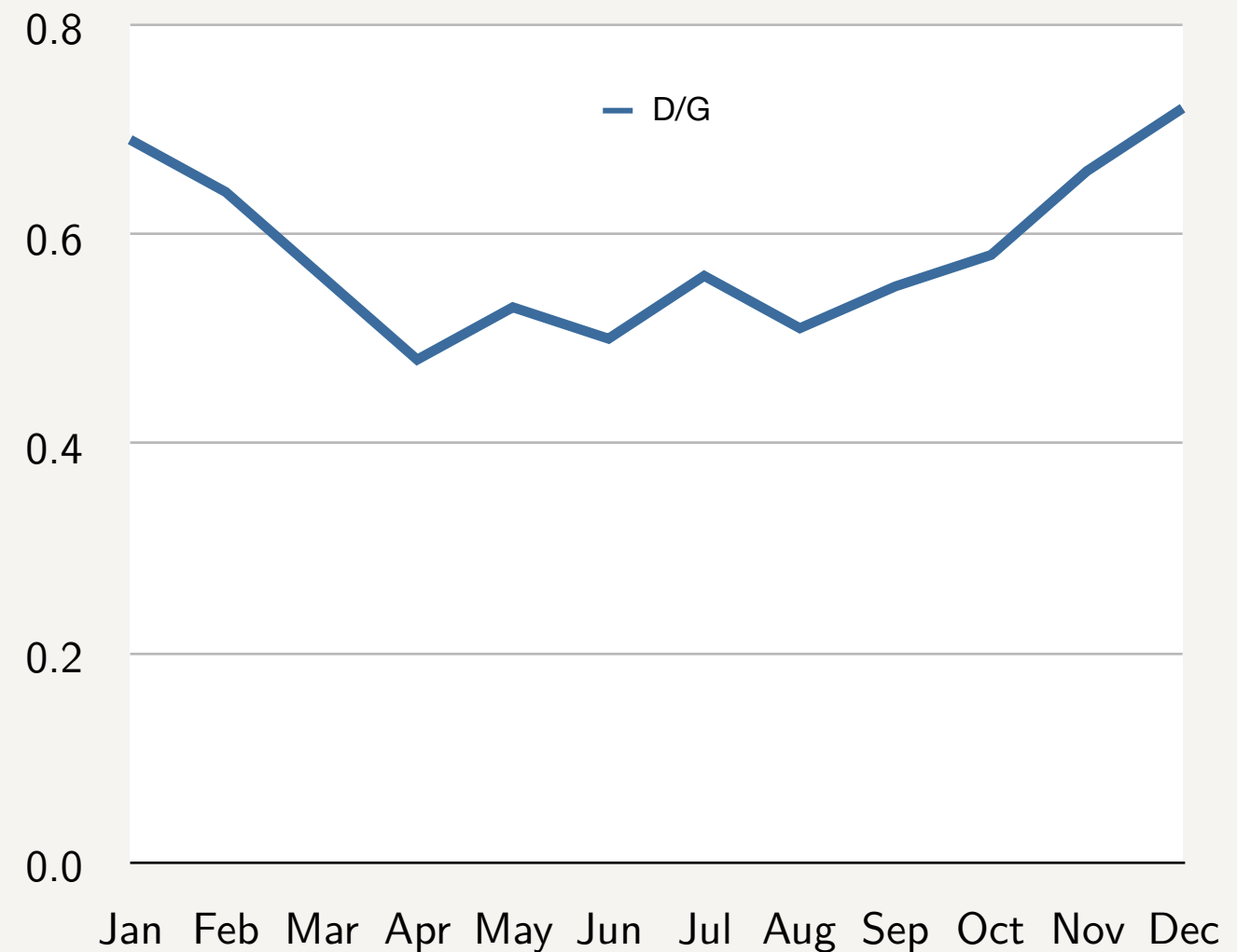


Beginnt bei ca. $2.5\mu\text{m}$

Anteil diffuser und direkter Sonnenstrahlung

- Diffuse Strahlung kann nicht fokussiert werden!
- Aktuell in der Prüfnorm DIN EN 12975 nicht berücksichtigt.
- Sind Vakuum-Röhrenkollektoren damit zu bewerten?

Diffuse / Global Ratio



Für Standort Düsseldorf

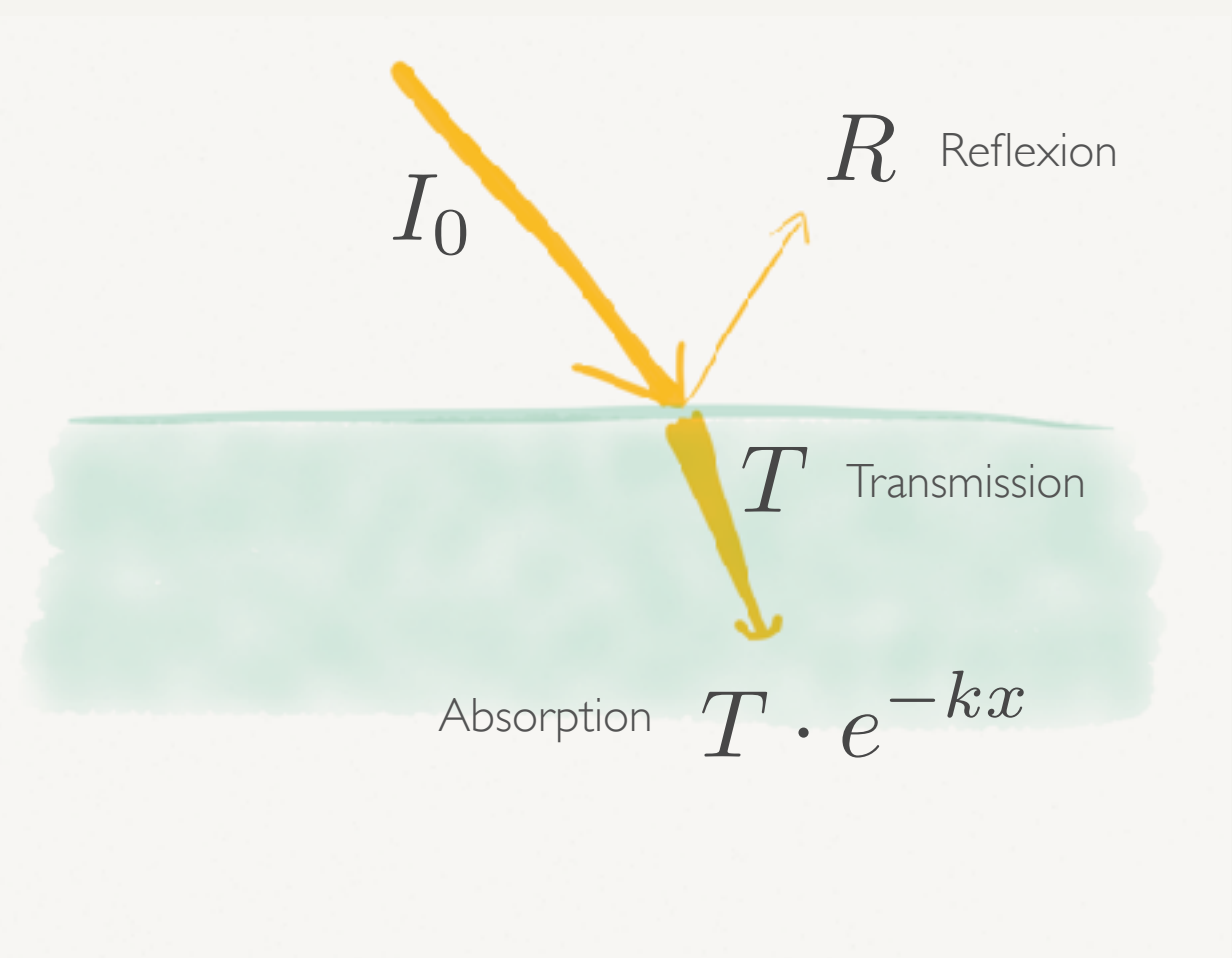
PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Strahlungsbilanz

Transparente Materialien

- Elektromagnetische Strahlung (Licht, Wärmestrahlung) kann reflektiert, transmittiert oder absorbiert werden, wenn es auf einen Gegenstand trifft.
- Unterscheidung zwischen transparenten und opaken (=undurchlässig) Materialien.
- Die Oberflächenstruktur ist für die Reflexion entscheidend.
- Reflexion und Transmission werden durch die Fresnel'schen Formeln beschrieben.
- Absorption wird durch das Lambert-Beer'sche Gesetz beschrieben.
- Die Energie bleibt erhalten!

Transparentes Material, glatte Oberfläche



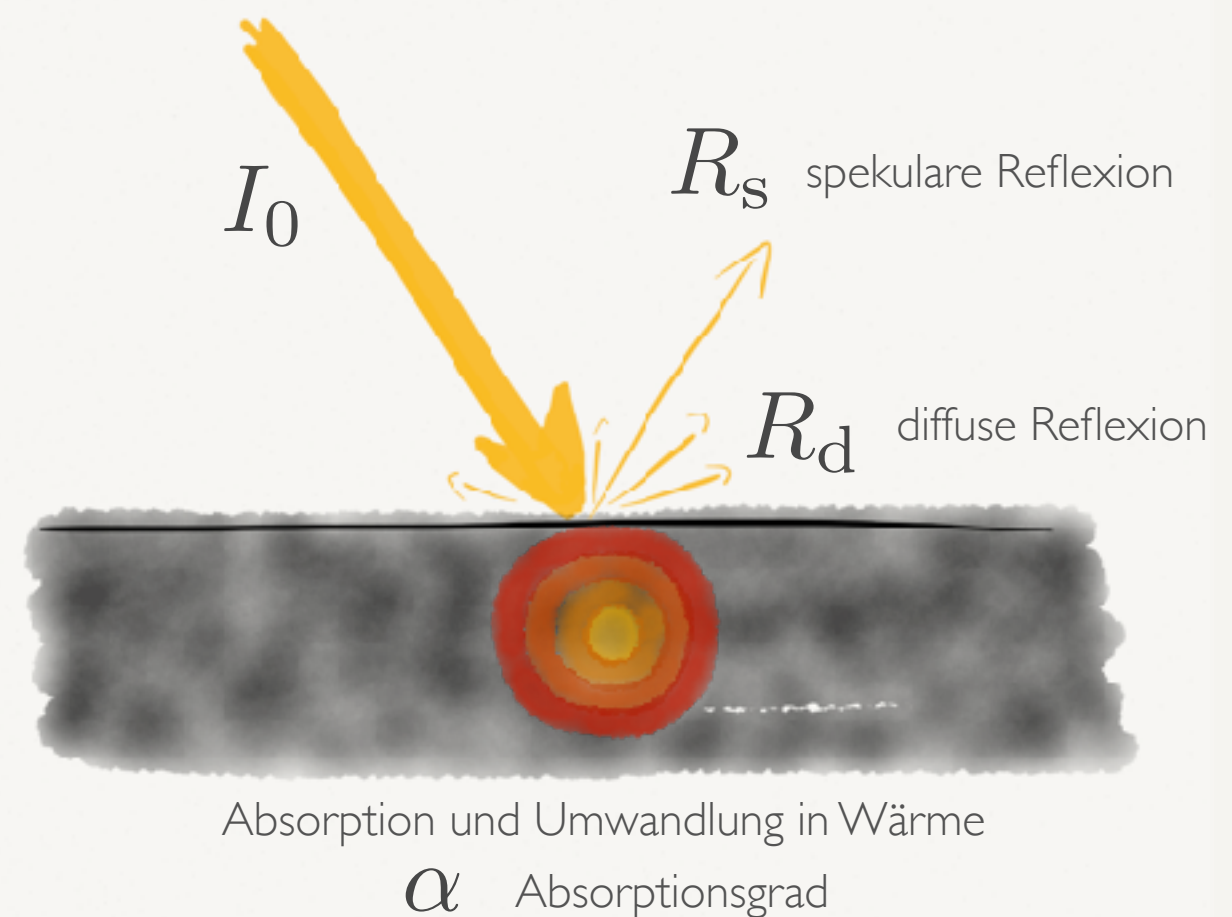
z.B. Deckglas des Kollektors

Strahlungsbilanz

Opake Materialien

- Elektromagnetische Strahlung (Licht, Wärmestrahlung) kann reflektiert, transmittiert oder absorbiert werden, wenn es auf einen Gegenstand trifft.
- Bei opaken Materialien wird die Transmission vernachlässigt.
- Die Strahlung wird entweder reflektiert oder absorbiert.
- Die Oberfläche ist oft nicht glatt, sondern diffus streuend.
- Reflexion ist i.A. kompliziert zu beschreiben. Es gibt einen spekularen (gerichtet) und einen diffusen Anteil.
- Absorption wird durch den Absorptionsgrad beschrieben.
- Die Energie bleibt erhalten!

Opakes Material, raue Oberfläche



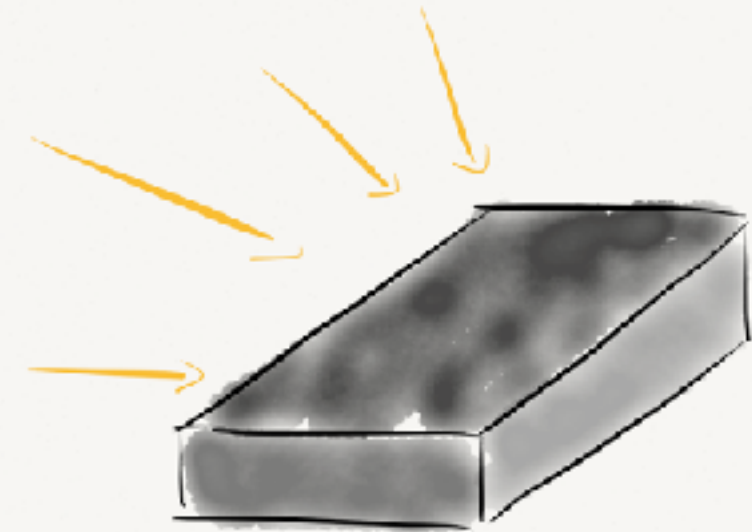
z.B. Absorber des Kollektors

Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz

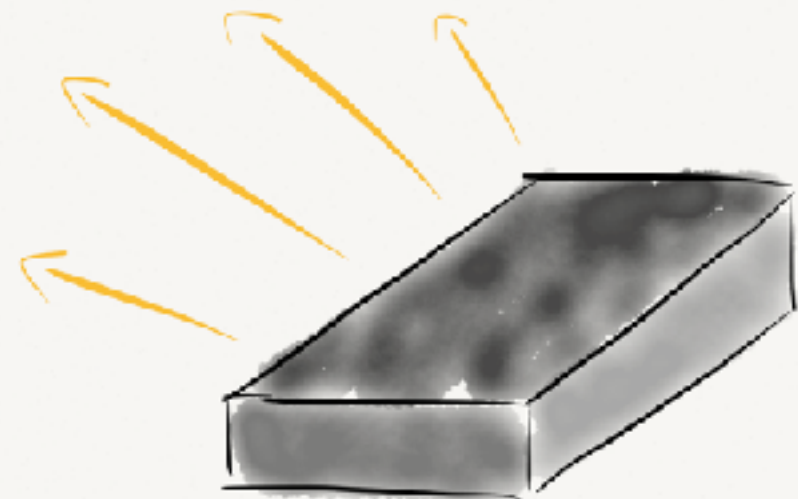
- Ein Körper, der gut Strahlung absorbiert, strahlt diese auch wieder gut ab (Emission).
- Im thermodynamischen Gleichgewicht ist die absorbierte Energie gleich der emittierten:

$$\alpha(\lambda) = \varepsilon(\lambda)$$

- Deswegen kann kein Körper mehr Strahlung absorbieren oder emittieren als der ideale schwarze Körper!



Absorptionsgrad $\alpha(\lambda)$

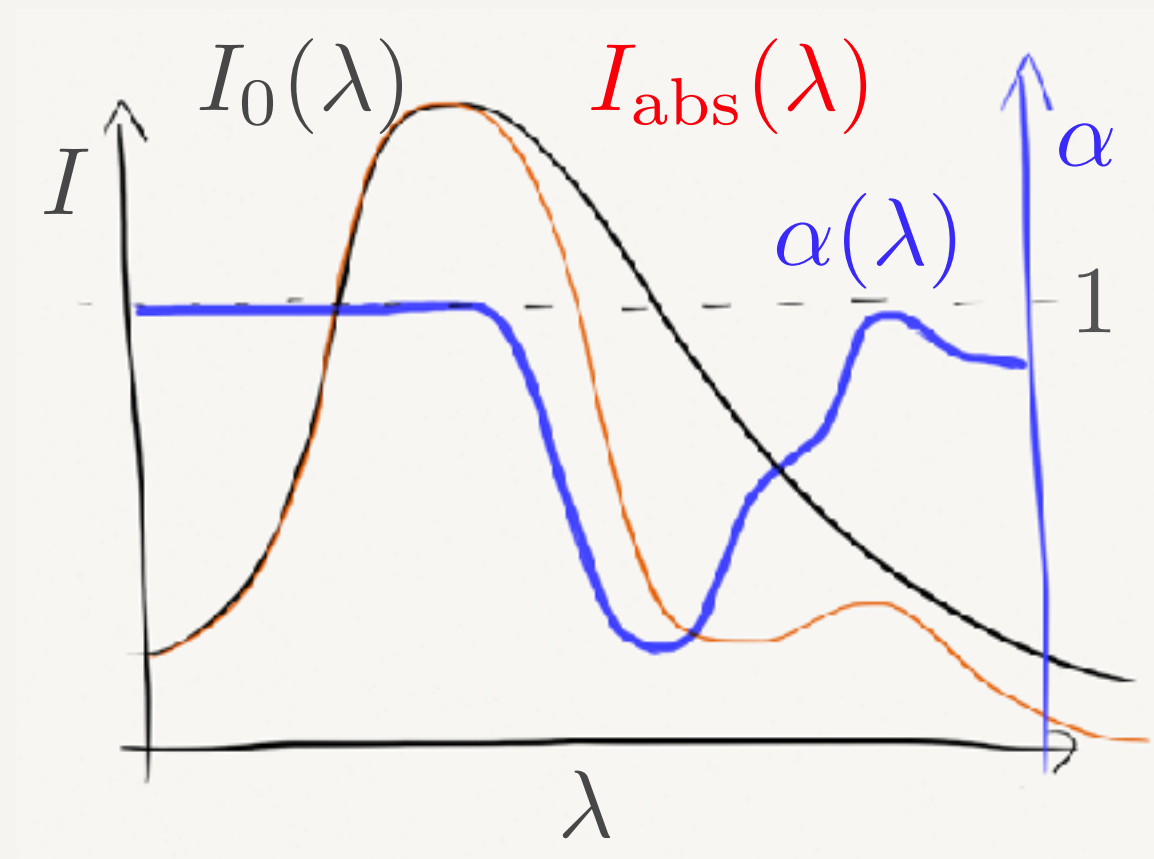


Emissionsgrad $\varepsilon(\lambda)$

Absorptionsgrad

- Verhältnis zwischen eingestrahelter und absorbiertes Strahlungsleistung.
- Zahl bzw. Kurve zwischen 0 und 1
- Wellenlängenabhängig
- Allgemein: Richtungsabhängig
- Hier: Spektraler Absorptionsgrad

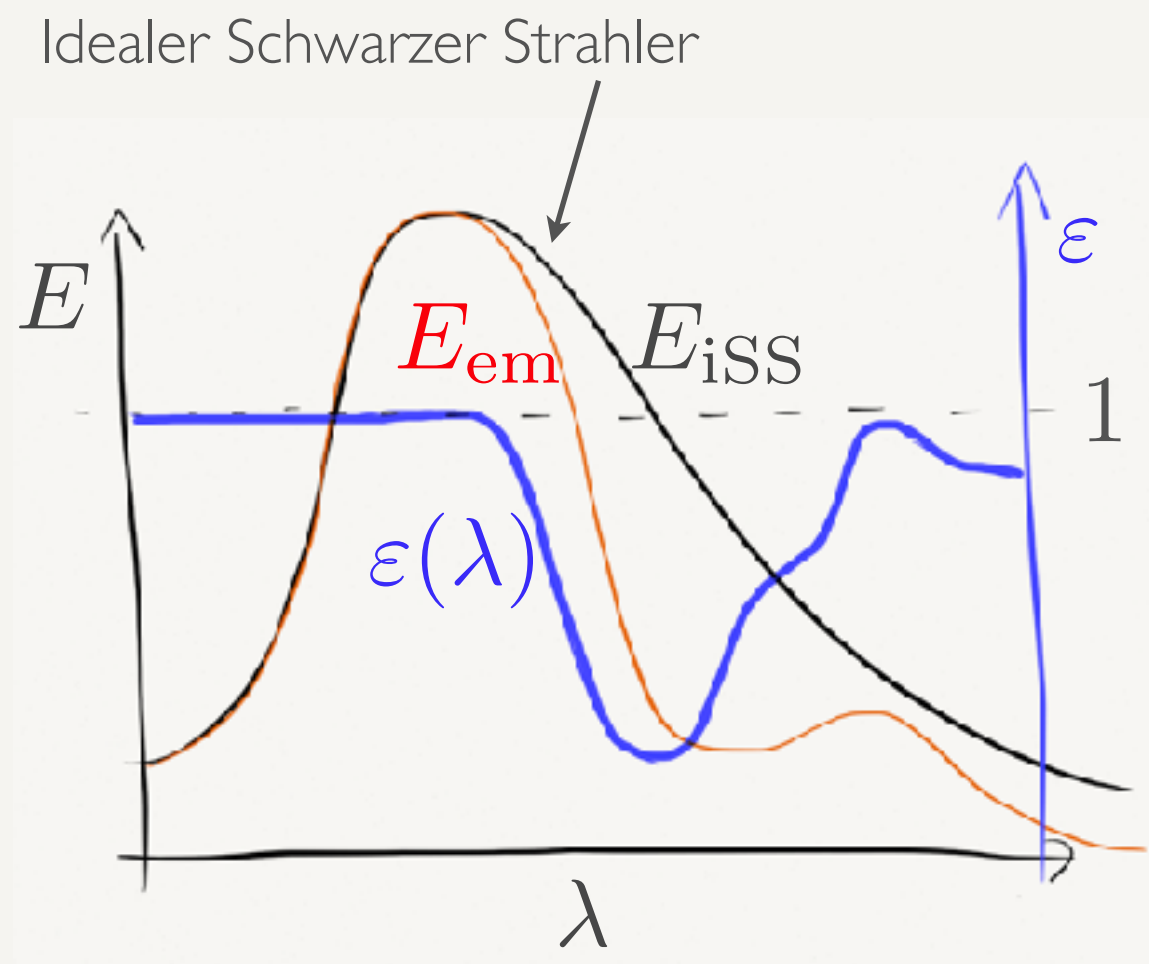
$$\alpha(\lambda) = \frac{I_{\text{abs}}(\lambda)}{I_0(\lambda)}$$



Emissionsgrad

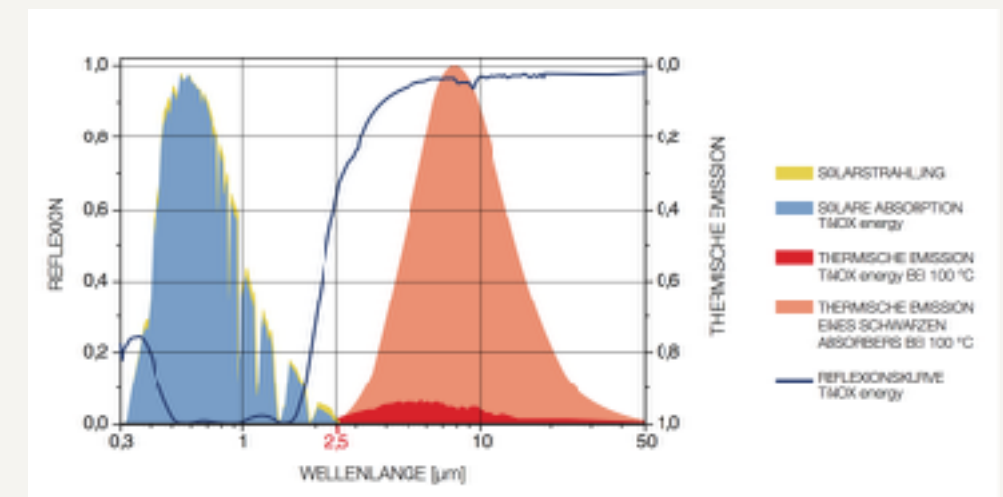
- Verhältnis zwischen abgestrahlter Leistung und der Strahlungsleistung eines schwarzen Strahlers der gleichen Temperatur.
- Kein Material kann mehr emittieren als ein schwarzer Körper: Zahl bzw. Kurve zwischen 0 und 1.
- Wellenlängenabhängig.

$$\varepsilon(\lambda) = \frac{E_{\text{em}}(\lambda)}{E_{\text{iSS}}(\lambda)}$$

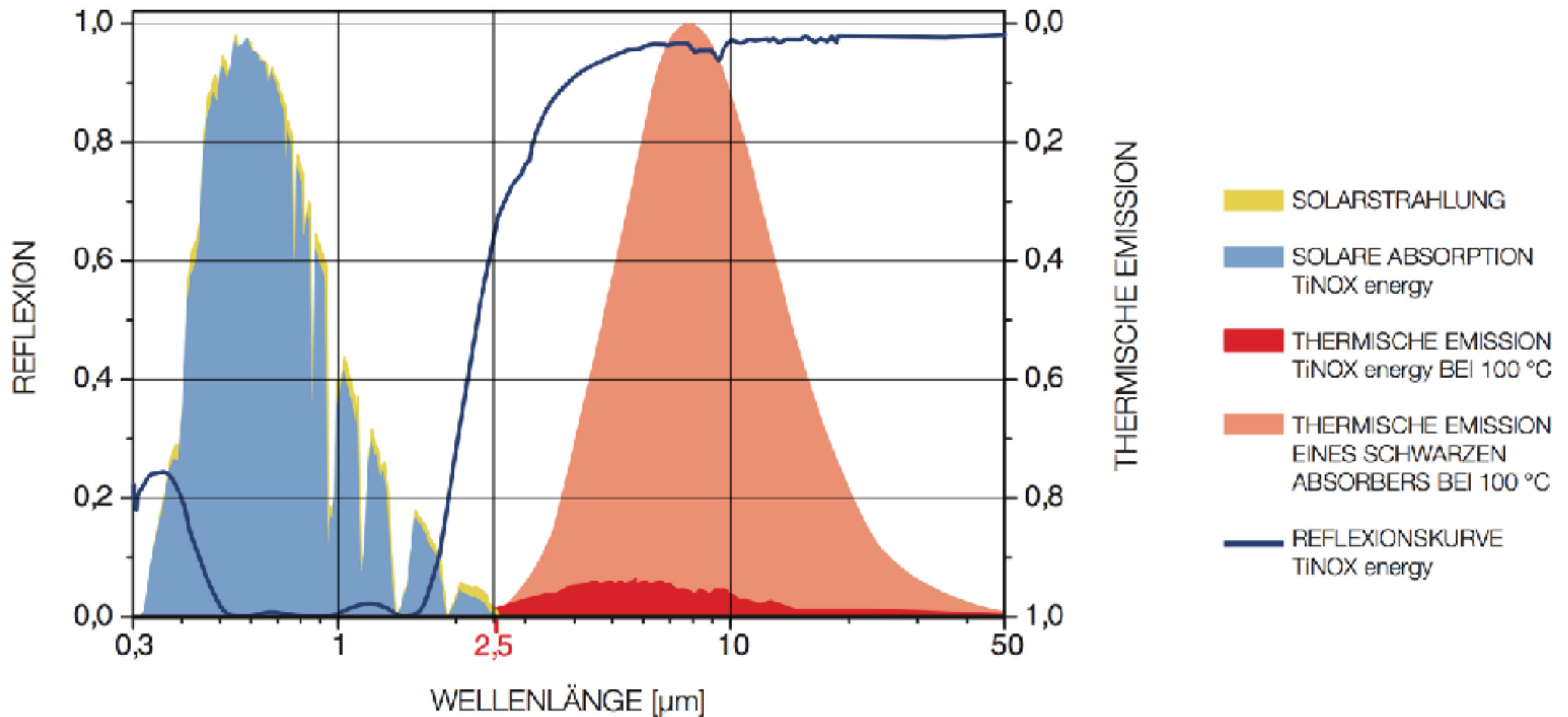


Selektive Absorption

- Sonnenstrahlung fast ausschließlich $< 2.5\mu\text{m}$
- Wärmestrahlung des Kollektors bei 100°C fast ausschließlich $> 2.5\mu\text{m}$.
- Suche ein Material, dass gut die Sonnenstrahlung absorbiert und schlecht Wärmestrahlung emittiert.



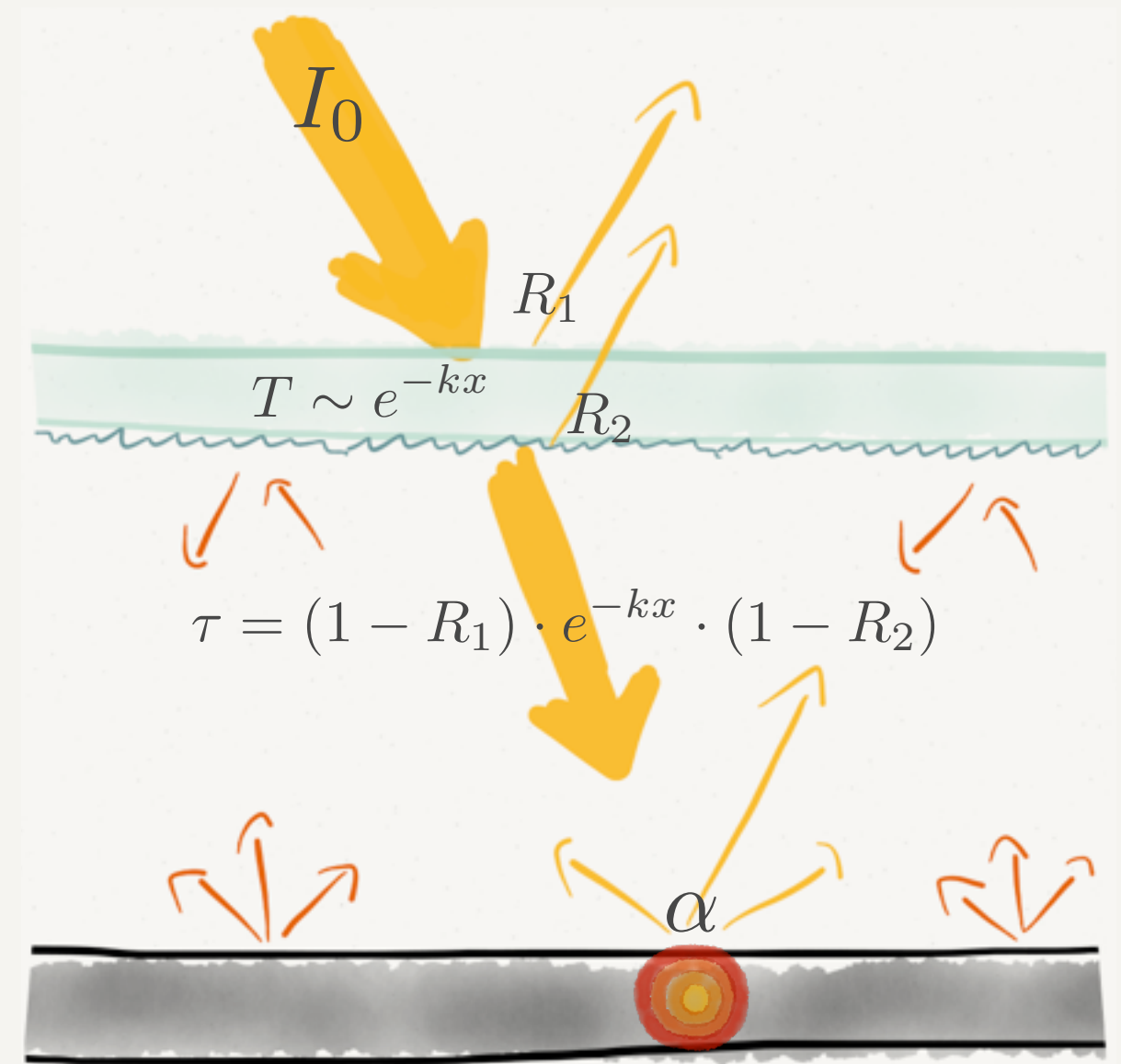
Selektive Absorption



Quelle: http://www.almecosolar.com/Brochure/tinox_energy_new_de.pdf

Strahlungsbilanz

- Reflexions- und Transmissionsverluste am Deckglass.
- Teilweise Absorption, geringe Reflexion am Absorber.
- Wärmestrahlung vom Absorber.
- Produkt aus Gesamttransmission Deckglass und Absorption ist der **optische Wirkungsgrad**.
- Selektive Schicht auf dem Absorber reduziert Wärmestrahlung.
- Selektive AR-Schicht auf der Innenseite des Deckglases reflektiert Wärmestrahlung.

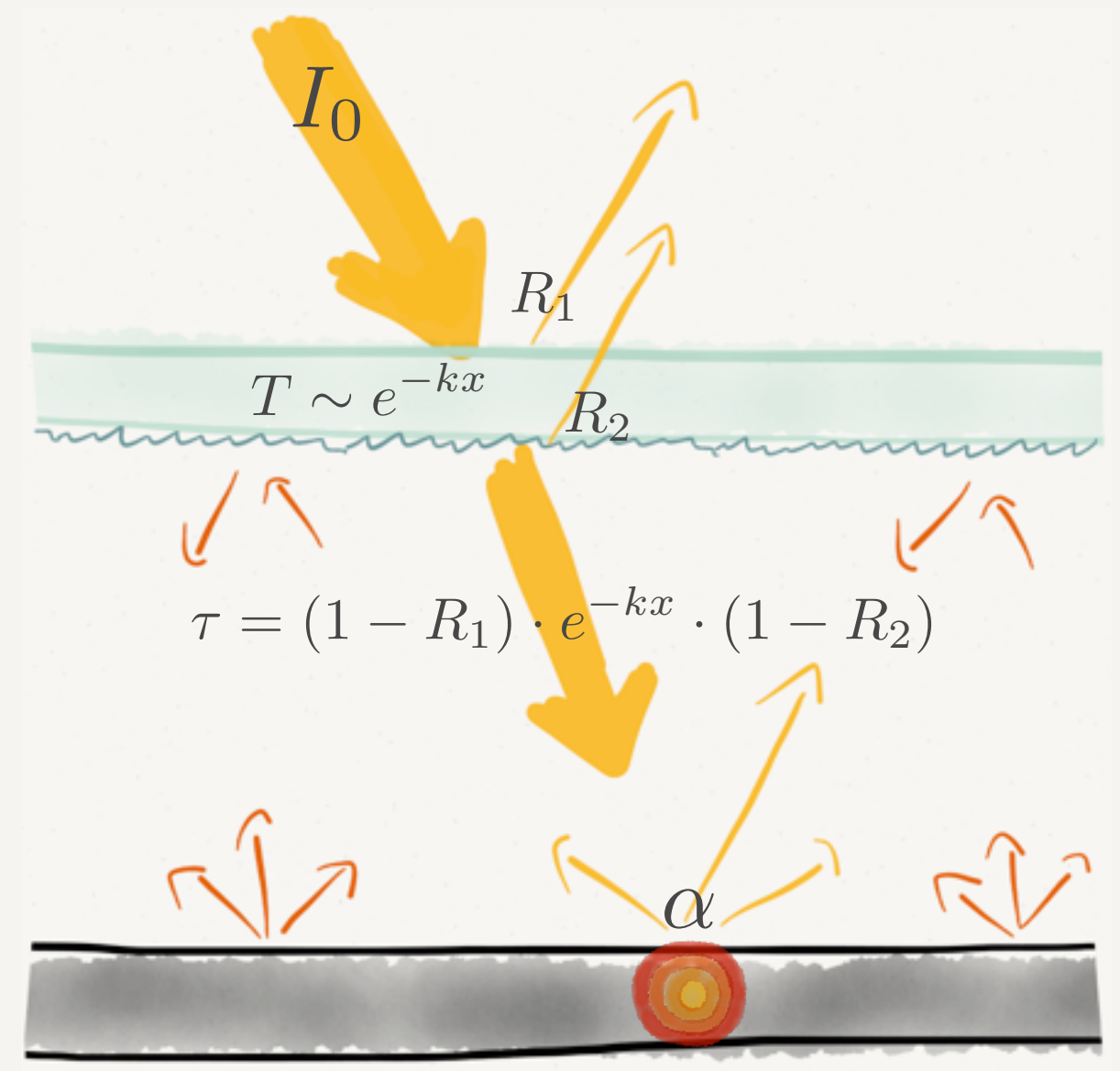


τ Gesamttransmission Deckglass
 $\alpha \cdot \tau$ Optischer Wirkungsgrad

Strahlungsbilanz

Die gesamte vom
Absorber aufgenommene
Energie entspricht:

$$I_0 \cdot \alpha \cdot \tau$$

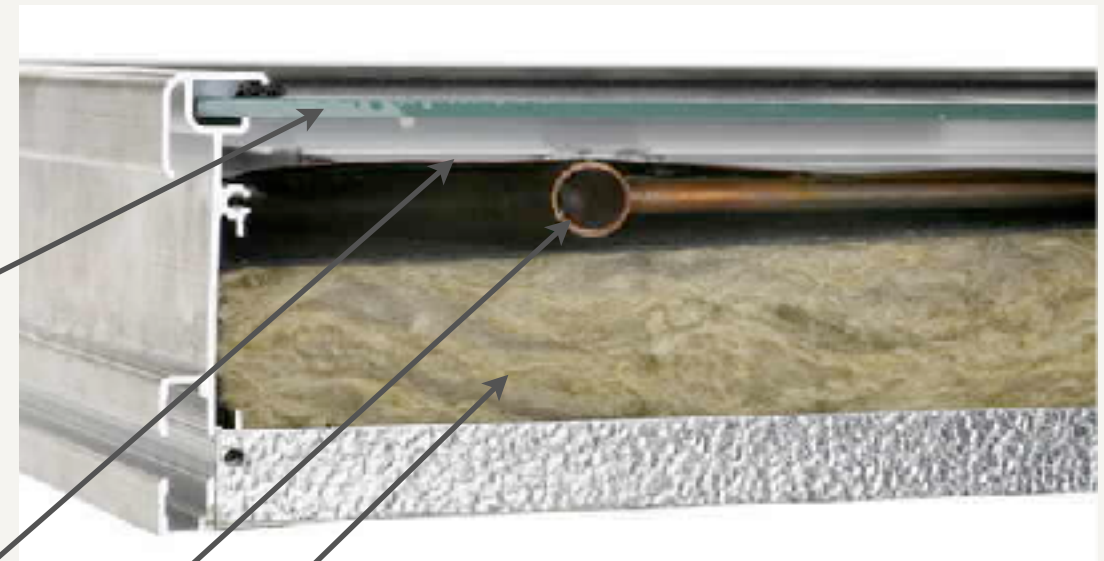
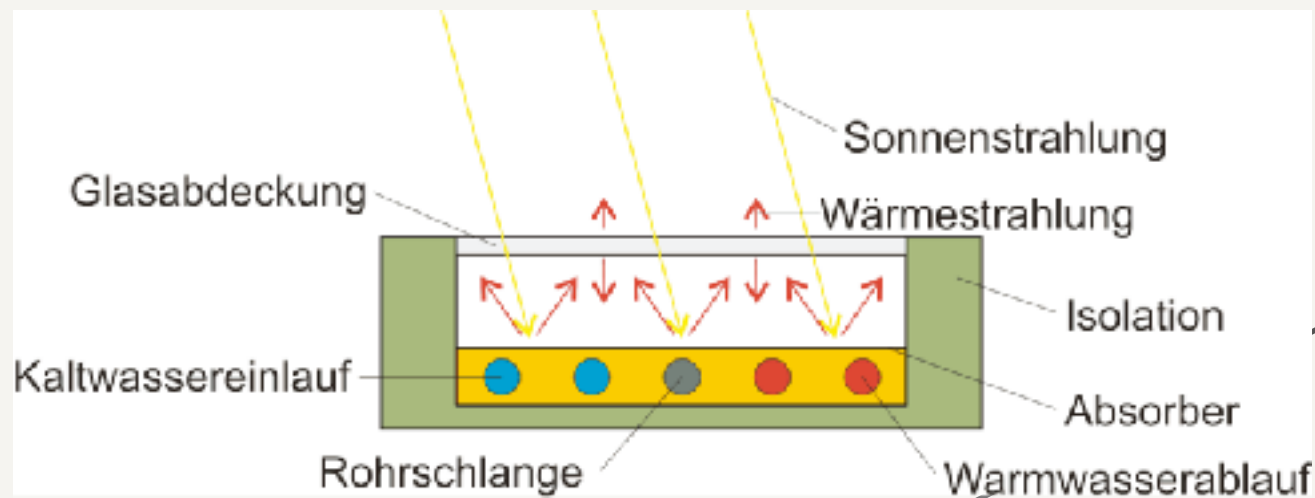


τ Gesamttransmission Deckglass

$\alpha \cdot \tau$ Optischer Wirkungsgrad

Kollektoren

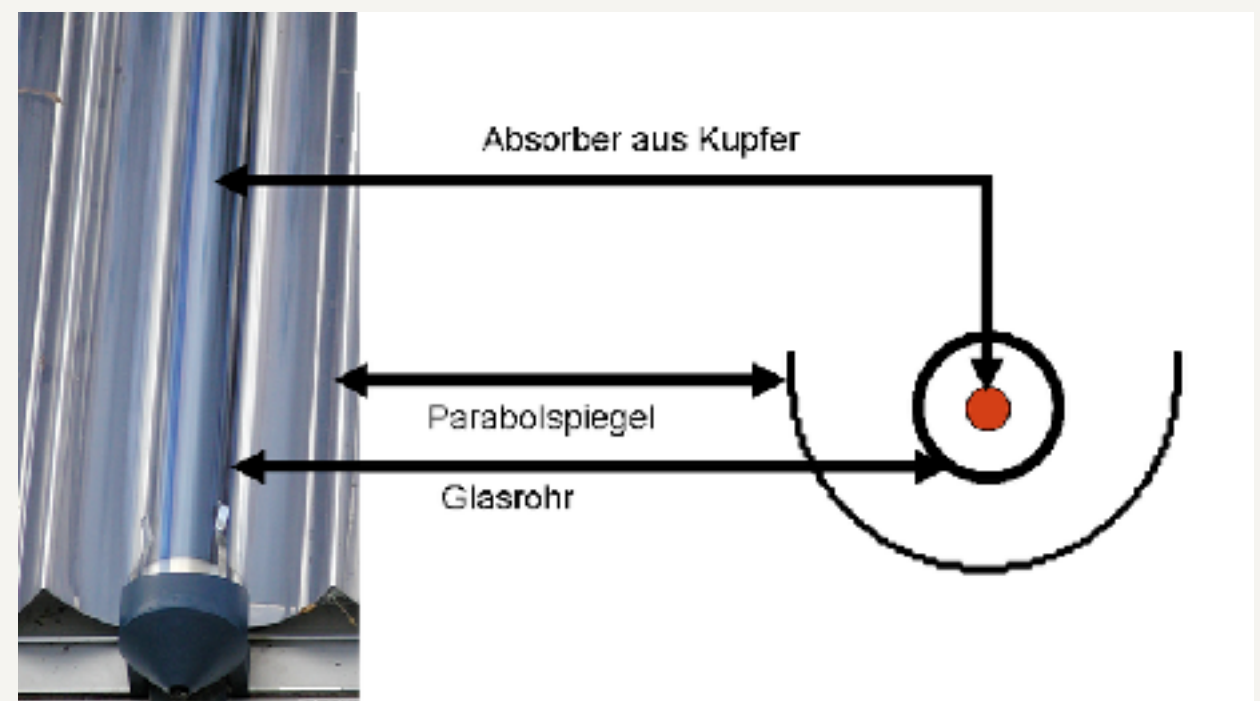
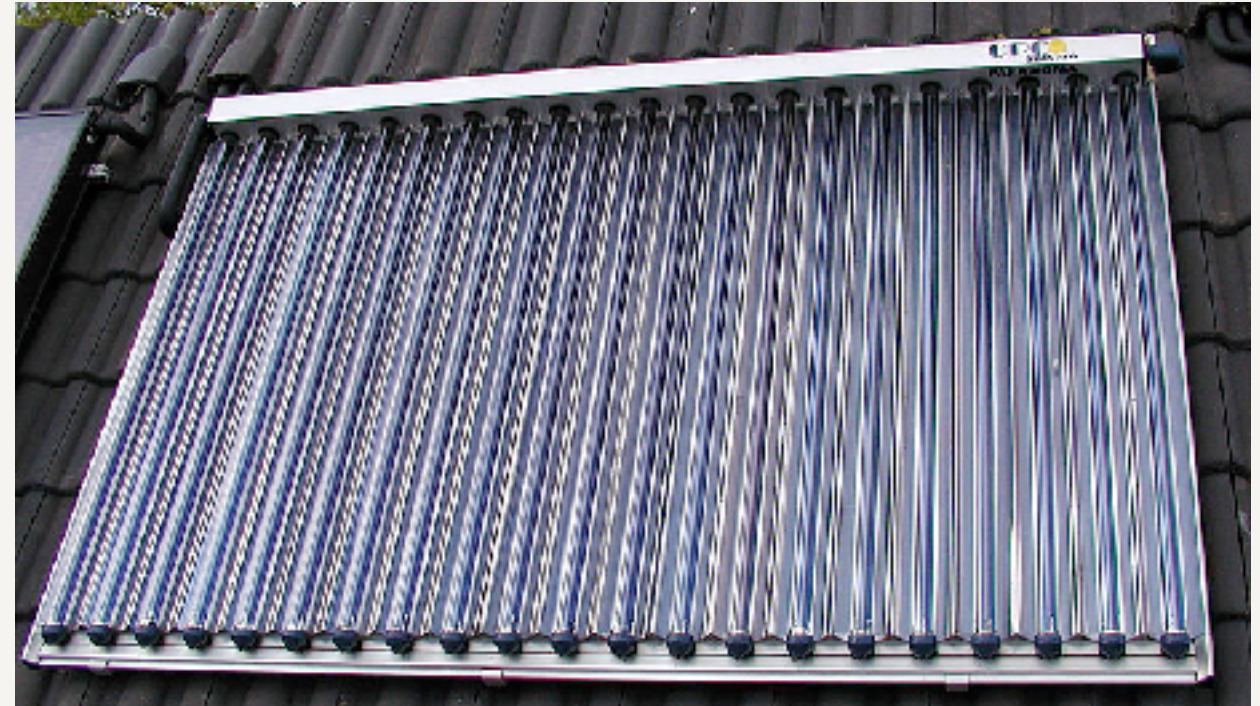
Flachkollektoren



- Glasfront
- Absorber (selektiv)
- Röhrensystem für Wärmeträgerflüssigkeit
- Rückseiten-Dämmung

Vakuum-Röhrenkollektoren

- Glasrohr mit evakuiertem Zwischenraum
- Absorber im Zentrum fängt Sonnenlicht auf und wird heiß
- Mehrere Konstruktionen die Wärme abzuführen
- Reduziert Konvektions- und Leitungsverluste, besonders im Winter
- Kann zusätzlich mit IR-reflektierenden Schichten bedampft werden
- Wesentlich höhere Betriebstemperaturen möglich als mit Flachkollektoren (max. 350°C)

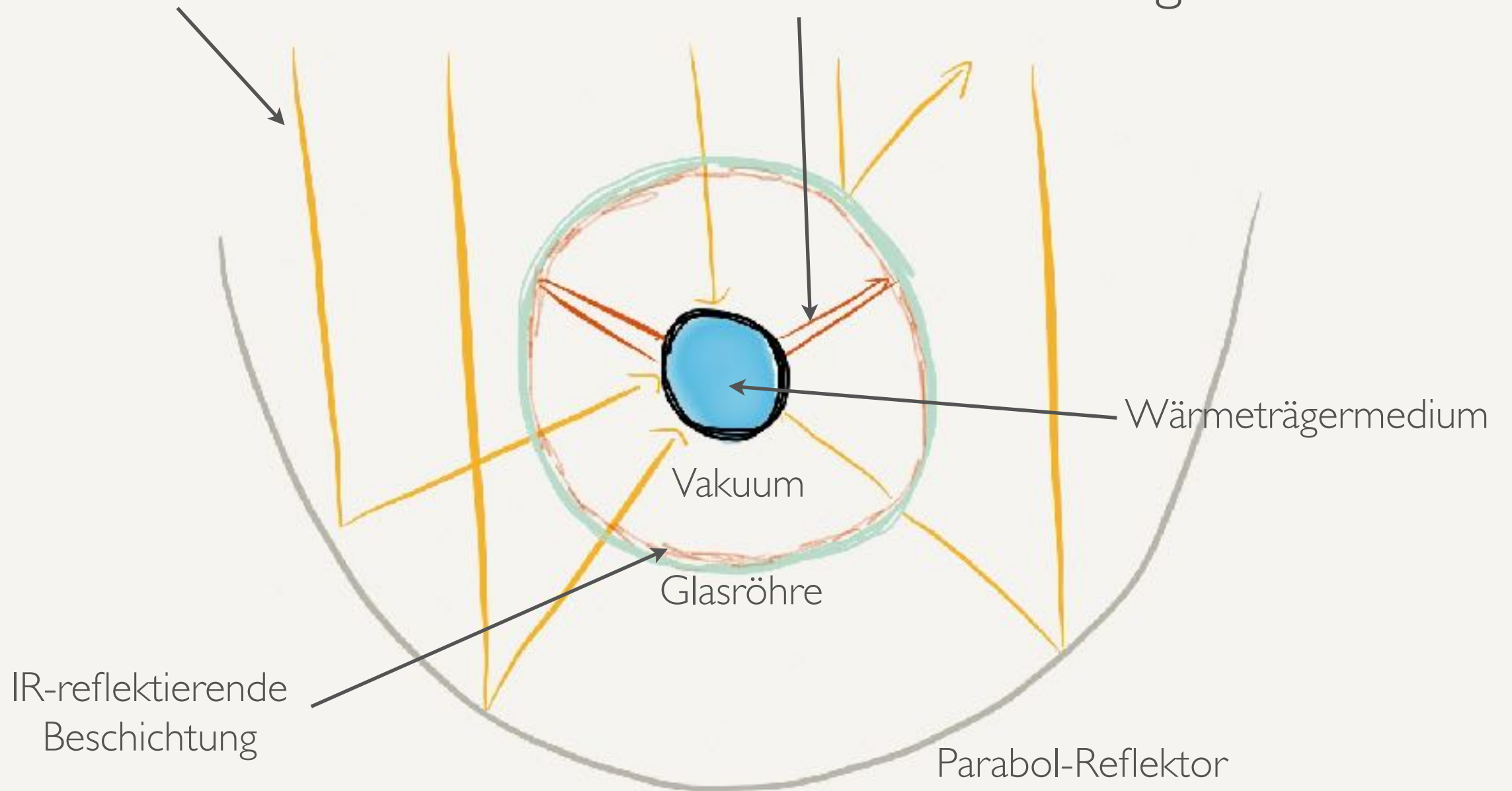


Vakuum-Röhrenkollektoren

Optik

Sonnenstrahlen

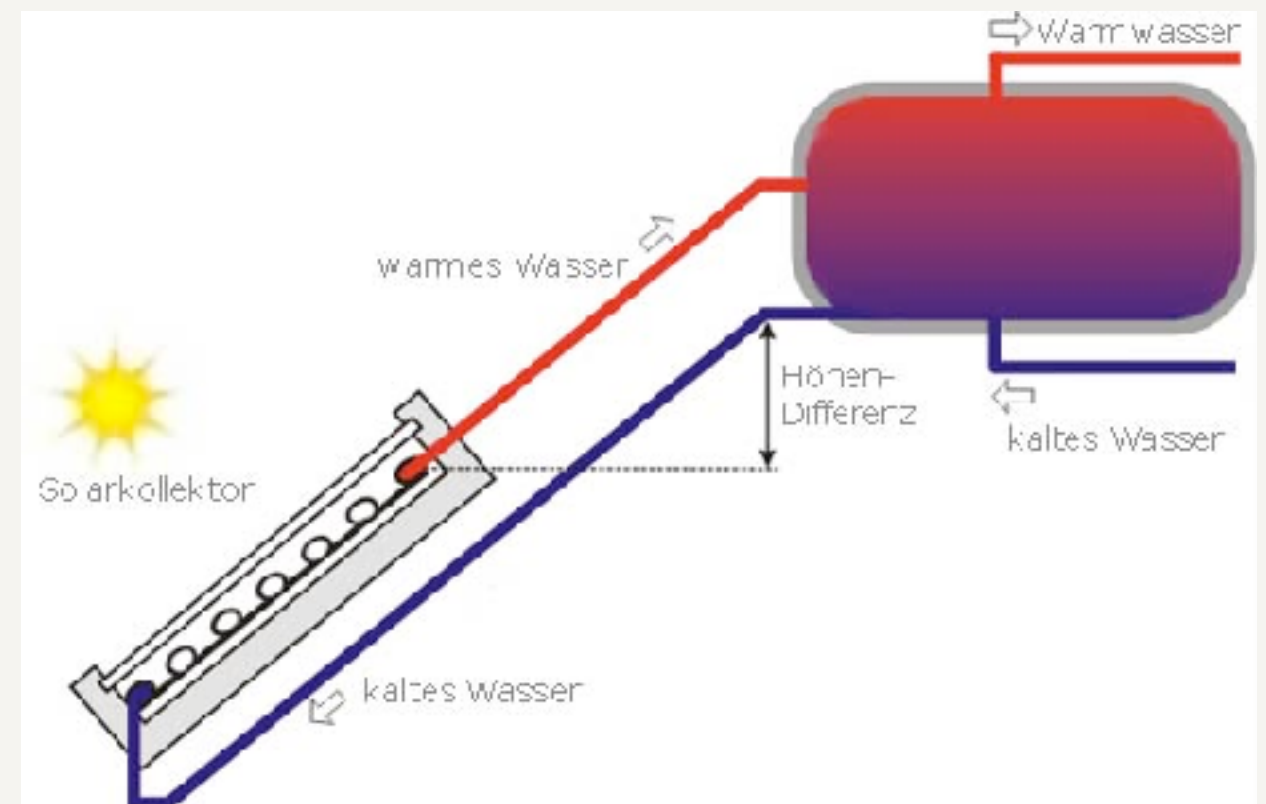
Wärmestrahlung



Freie Konvektion im Solarkollektor

- Solarthermie-Speicher mit Eigenantrieb.
- Es wird keine Umwälzpumpe eingesetzt.
- Der Dichteunterschied zwischen warmen und kalten Wasser lässt das aufgewärmte Wasser in den Speicher steigen.
- Diese muss dazu oberhalb der Kollektorfläche angebracht werden.

Prinzip Thermosiphon

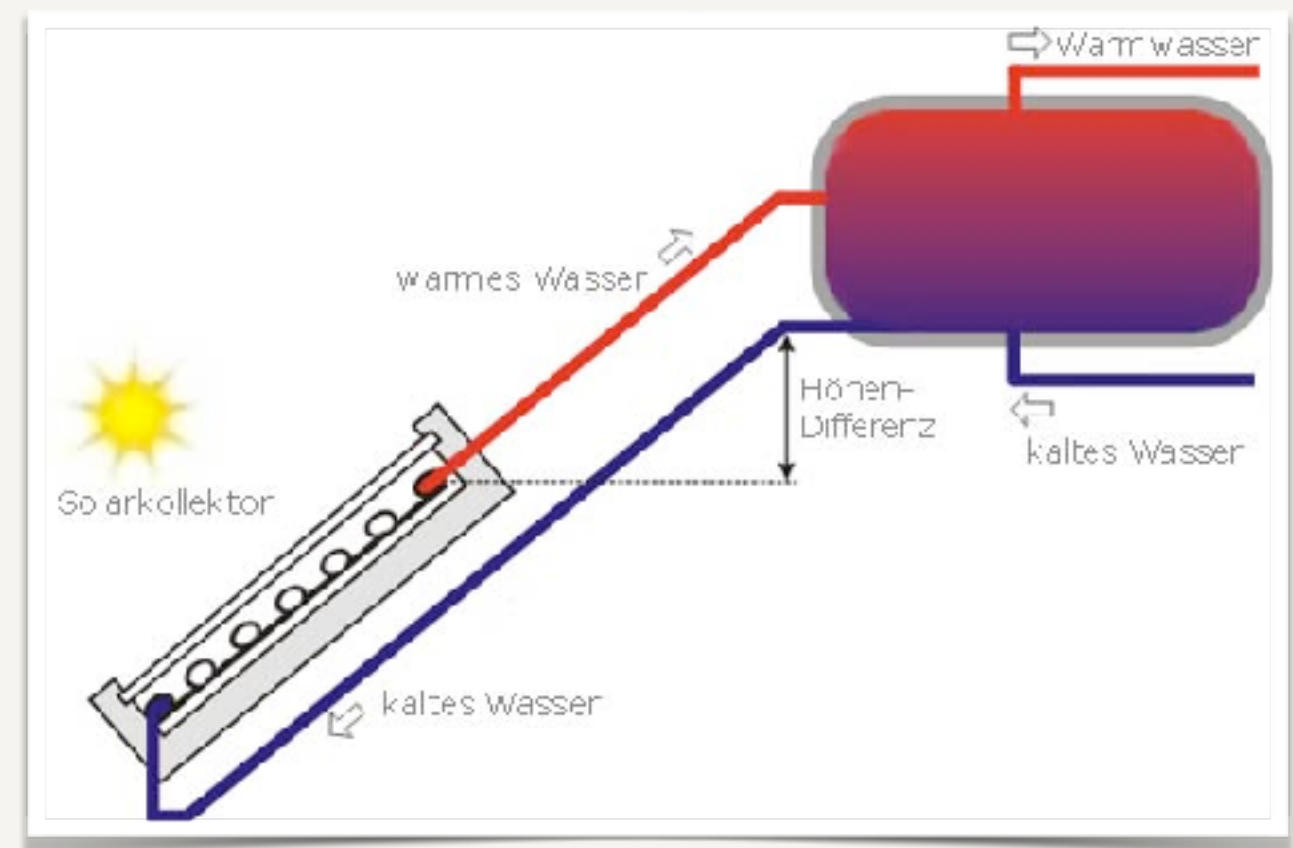


<http://www.paradigma.de/lexikon/thermosiphon/>

Freie Konvektion im Solarkollektor

- Vorteil:
 - keine Umwälzpumpe nötig.
- Nachteile:
 - Speicher muss oberhalb liegen (Größe)
 - Nicht steuerbar sondern selbstregelnd
 - Frostanfällig

Prinzip Thermosiphon



<http://www.paradigma.de/lexikon/thermosiphon/>

Wärmeverluste

- Einfaches Modell: die Verluste nehmen proportional zur Temperaturdifferenz zwischen Absorber und Umgebung zu.
- Die Wärmeverluste werden bei Solaranlagen spezifisch angegeben (pro Fläche).
- Die Konstante wird normalerweise experimentell ermittelt.

Wärme pro Zeit und Fläche
 $\text{J/s/m}^2 = \text{W/m}^2$

Umgebungstemperatur

$$\dot{Q}_{\text{Verlust}} = -k_{\text{ges}} \cdot (T_{\text{A}} - T_{\text{U}})$$

Absorber-Temperatur

Nutzwärme

- Die eingestrahlte Energie wird teilweise am Deckglas reflektiert und nur teilweise absorbiert.
- Davon werden die Wärmeverluste abgezogen.

\dot{Q}_{Verlust}

$$\dot{Q}_{\text{N}} = I_0 \cdot \alpha \tau - k_{\text{ges}} \cdot (T_{\text{A}} - T_{\text{U}})$$

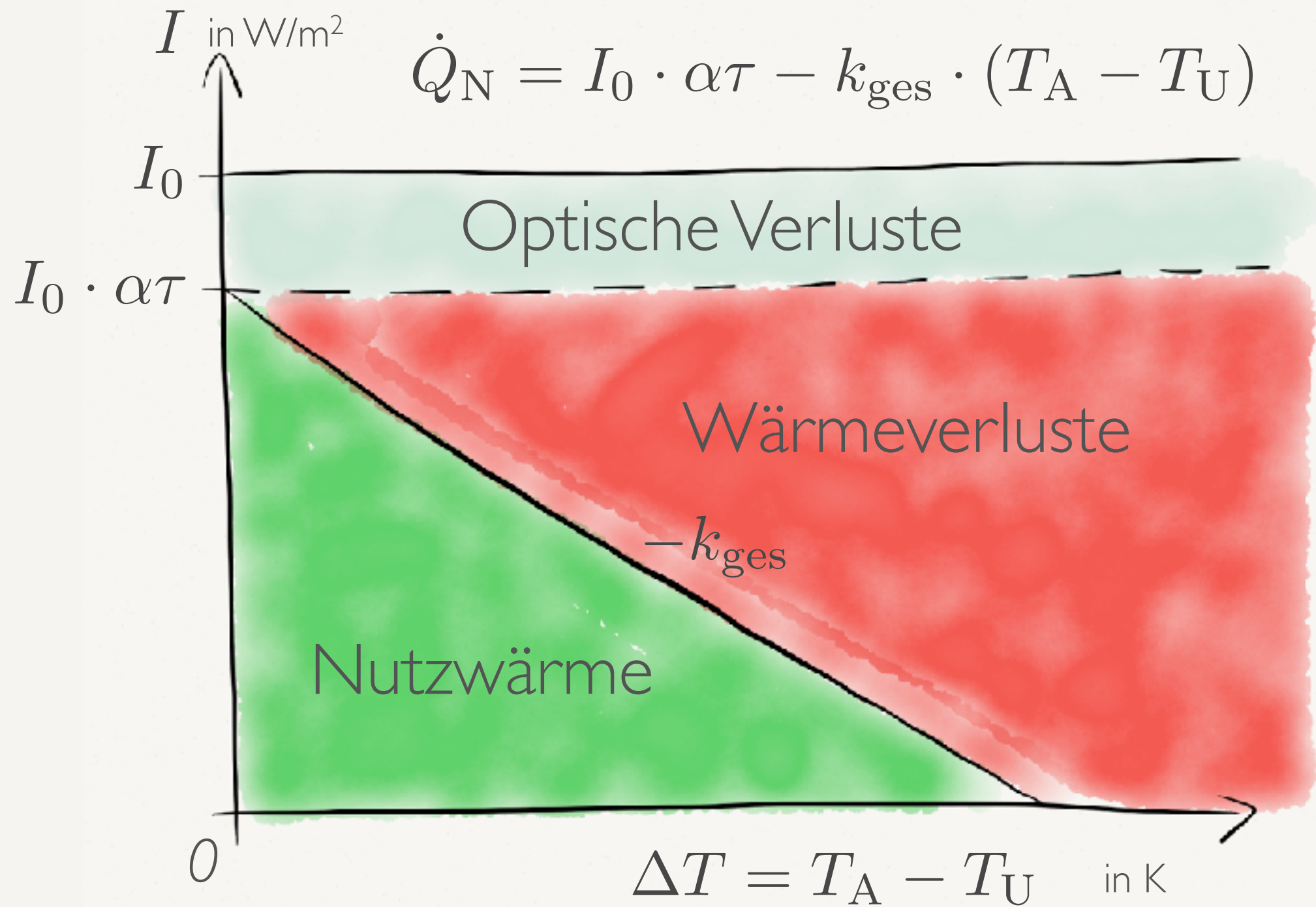
\dot{Q}_{N} Nutzwärme pro Zeit und Fläche
 $\text{J} / \text{s} / \text{m}^2 = \text{W} / \text{m}^2$

α Absorption am Absorber

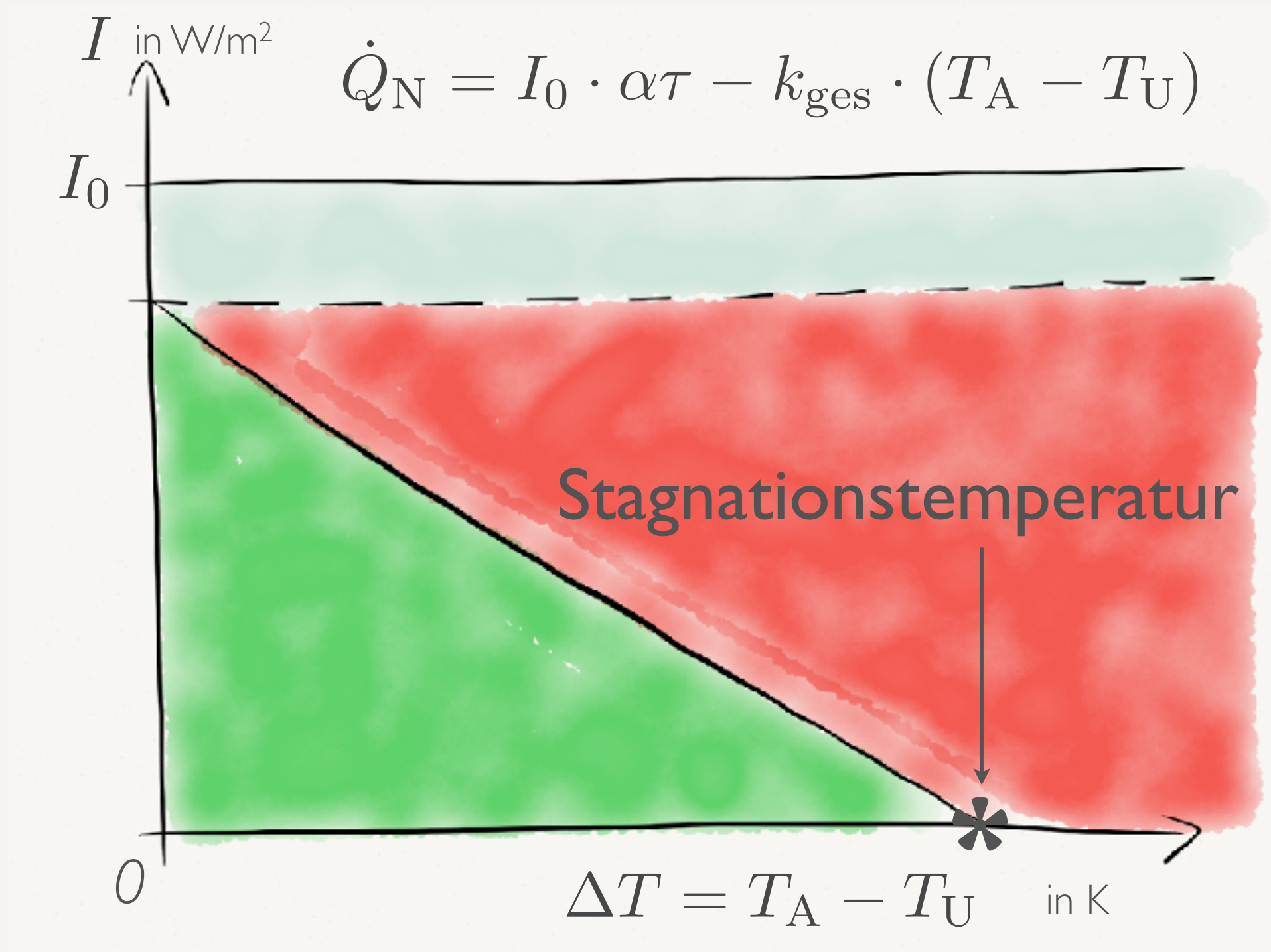
τ Transmission Deckglas

I_0 Sonnenstrahlung
 W / m^2

Nutzwärme

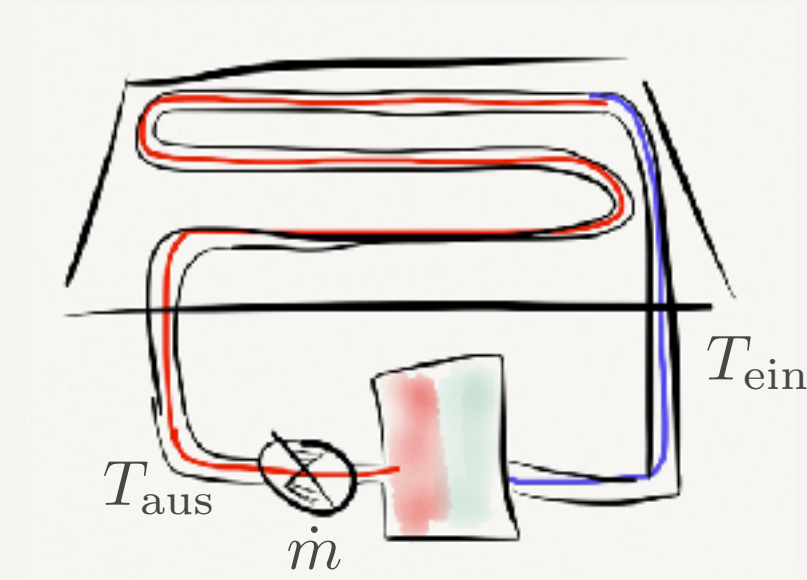


Stagnationstemperatur



Messung der Nutzwärme

- Durch den Kollektor wird der Wärmeträger (z.B. Wasser) erhitzt.
- Die Nutzwärme entspricht dann einfach der zugeführten Wärme.
- Diese kann leicht durch Messung von Eingangs- und Austrittstemperatur sowie Massenfluss bestimmt werden.
- So wird nach der DIN EN 12975 gemessen.



Austrittstemperatur



$$\dot{Q}_N = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{\text{aus}} - T_{\text{ein}})$$

↑
Massenfluss

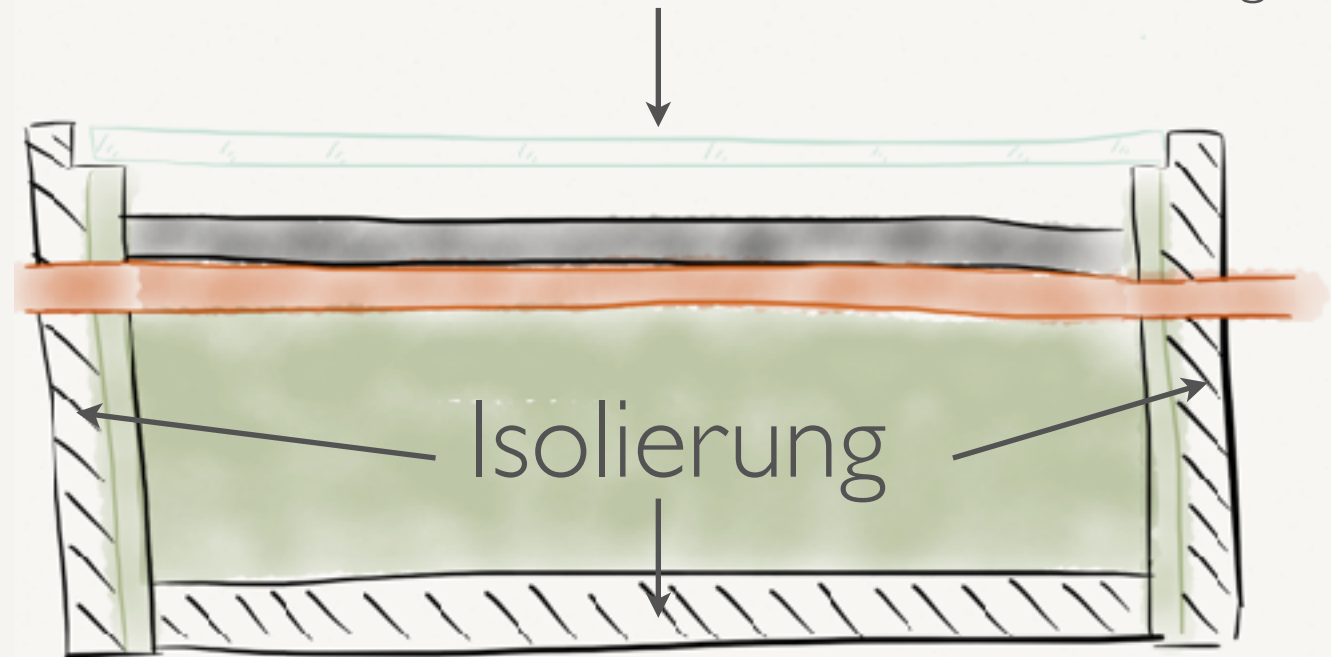
↑
Wärmekapazität

↑
Eingangstemperatur

Diskussion Wärmeverluste

- Wärmeverlust an Rück- und Seitenwand, und Glassfront.
- Konvektive, konduktive und strahlende Wärmeübertragung des Absorbers an den Rest.
- Konvektion und Konduktion sind durch Isolierung oder Vakuum gut zu begrenzen.
- **Haupt-Verlustquelle ist Wärmestrahlung!**
- Wärmeverluste deswegen nach Stefan-Boltzmann-Gesetz proportional zu T^4 !!

Deckglass verhindert Konvektion mit Umwelt
Selektive AR-Schicht reflektiert Wärmestrahlung



Wärmeverluste II

- Bei der Berechnung des Wirkungsgrads werden die Verluste etwas genauer genähert.
- Wichtige weitere Verluste sind Wärmestrahlung des Kollektors, die nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz mit T^4 gehen.
- Im Sinne einer Taylor-Reihe wird jedoch nur ein quadratischer Term hinzugefügt.

$$\dot{Q}_{\text{Verlust}} = -k_1 \cdot (T_A - T_U) - k_2 \cdot (T_A - T_U)^2$$

Die Konstanten werden auch mal a_1 und a_2 genannt.

Wirkungsgrad

- Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis aus eingestrahelter Energie und Nutzwärme.
- Der Wirkungsgrad hängt von der eingestrahlten Energie ab!
- Grade im Winter von Bedeutung.

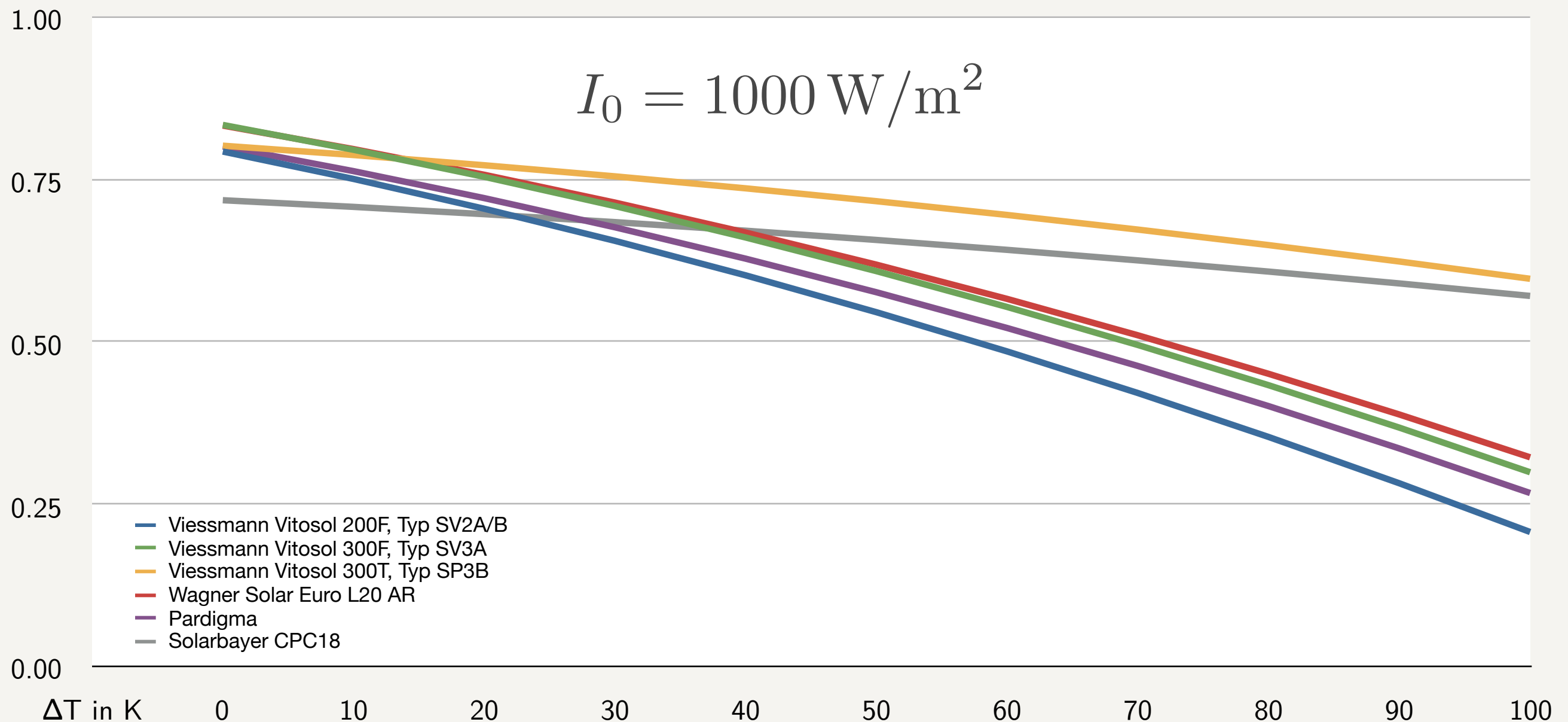
$$\eta = \frac{\dot{Q}_N}{I_0} = \alpha\tau - \frac{1}{I_0} \cdot [k_1 \cdot (T_A - T_U) + k_2 \cdot (T_A - T_U)^2]$$

Wirkungsgrad auf dem Markt

	Viessmann Vitosol 200F, Typ SV2A/B	Viessmann Vitosol 200F, Typ 5DIA	Viessmann Vitosol 300F, Typ SV3A	Viessmann Vitosol 200T, Typ 2SPA	Viessmann Vitosol 300T, Typ SP3B	Wagner Solar Euro L20 AR	Wagner Solar SolarRoof	Pardigma	Vaillant VFK 112	Solarbayer CPC18
Fläche (brutto) in m ²	2.51	5.41	2.51	4.62	4.62	2.61	Individuell			3.21
Fläche Absorber in m ²	2.32	4.75	2.32	3.03	3.03	2.36		1.97	1.92	2.84
Optischer Wirkungsgrad in %	79.30 %	78.50 %	83.40 %	78.50 %	80.20 %	83.30 %	80.50 %	80.10 %	78.50 %	71.80 %
k1 in W / (m ² K)	4.04	4.10	3.66	1.42	1.37	3.46	4.14	3.65	3.72	0.97
k2 in W / (m ² K ²)	0.0182	0.0065	0.0169	0.005	0.0068	0.0165	0.008	0.0169	0.012	0.005
Stagnationstemperatur in °C	186	220	206	292	160			203	203	249
Gewicht in kg	41	105	41	79	79	48				65
Spez. Gewicht (kg / m ²)	16.3	19.4	16.3	17.1	17.1	18.4	30.0			20.2
Einstrahlung in W/m ²	230	W / m ²								
ΔT in K										
0	0.79	0.79	0.83	0.79	0.80	0.83	0.81	0.80	0.79	0.72
10	0.61	0.60	0.67	0.72	0.74	0.68	0.62	0.63	0.62	0.67
20	0.41	0.42	0.49	0.65	0.67	0.50	0.43	0.45	0.44	0.62
30	0.19	0.22	0.29	0.58	0.60	0.32	0.23	0.26	0.25	0.57
40	-0.04	0.03	0.08	0.50	0.52	0.12	0.03	0.05	0.05	0.51
50	-0.28	-0.18	-0.15	0.42	0.43	-0.10	-0.18	-0.18	-0.15	0.45
60	-0.55	-0.39	-0.39	0.34	0.34	-0.33	-0.40	-0.42	-0.37	0.39
70	-0.82	-0.60	-0.64	0.25	0.24	-0.57	-0.62	-0.67	-0.60	0.32
80	-1.12	-0.82	-0.91	0.15	0.14	-0.83	-0.86	-0.94	-0.84	0.24
90	-1.43	-1.05	-1.19	0.05	0.03	-1.10	-1.10	-1.22	-1.09	0.16
100	-1.75	-1.28	-1.49	-0.05	-0.09	-1.39	-1.34	-1.52	-1.36	0.08

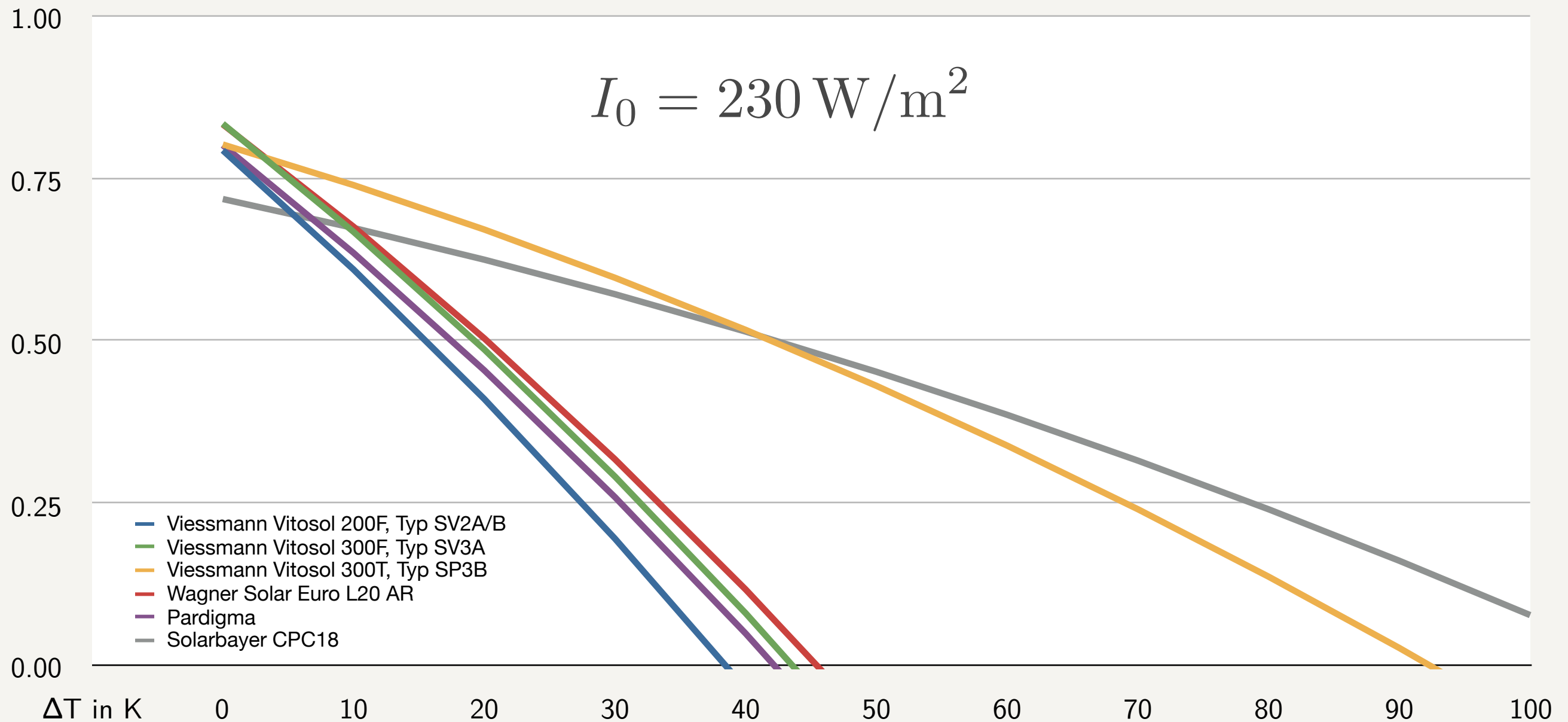
Wirkungsgrad auf dem Markt

Wirkungsgrade Solarkollektoren



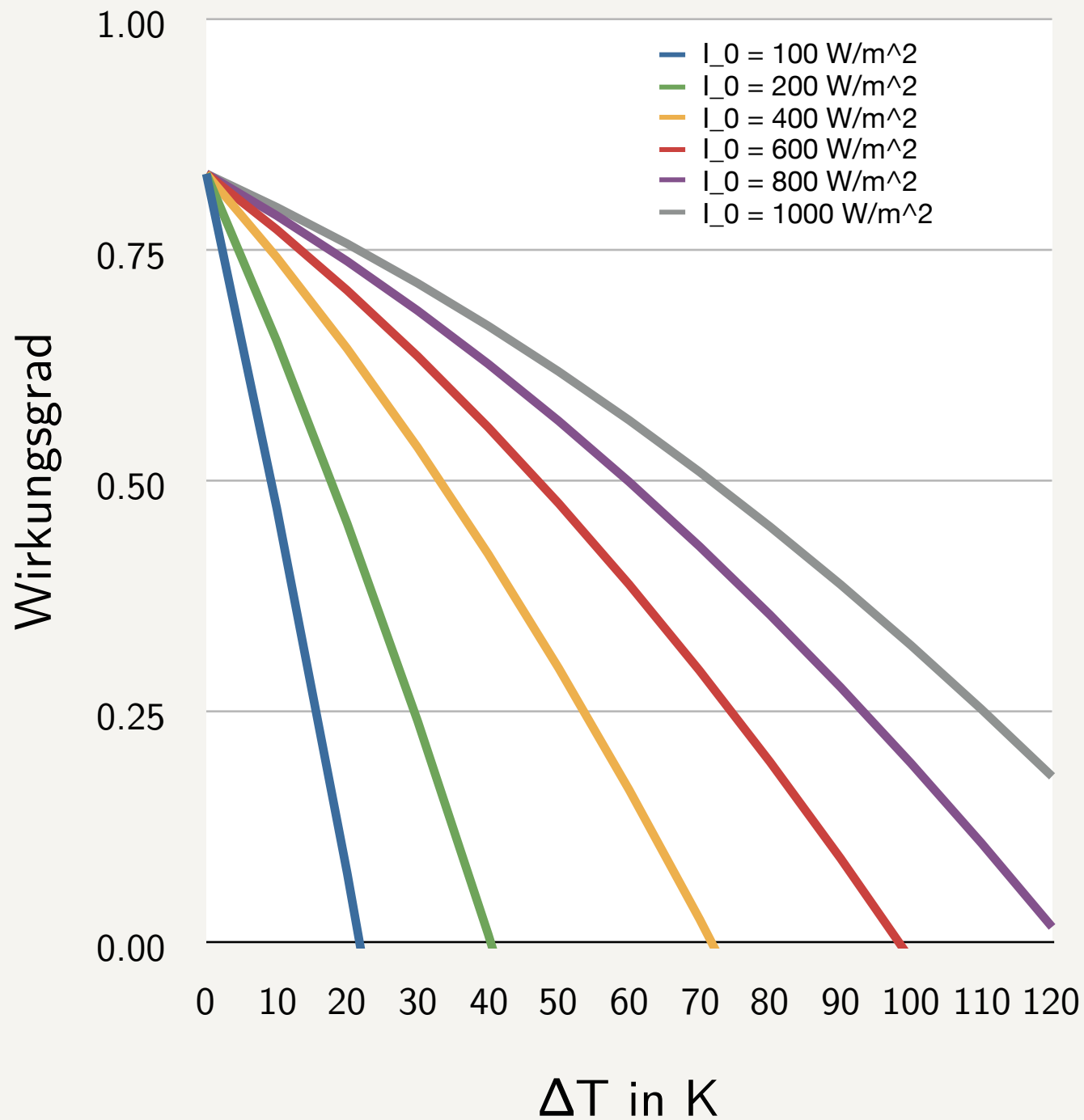
Wirkungsgrad auf dem Markt

Wirkungsgrade Solarkollektoren

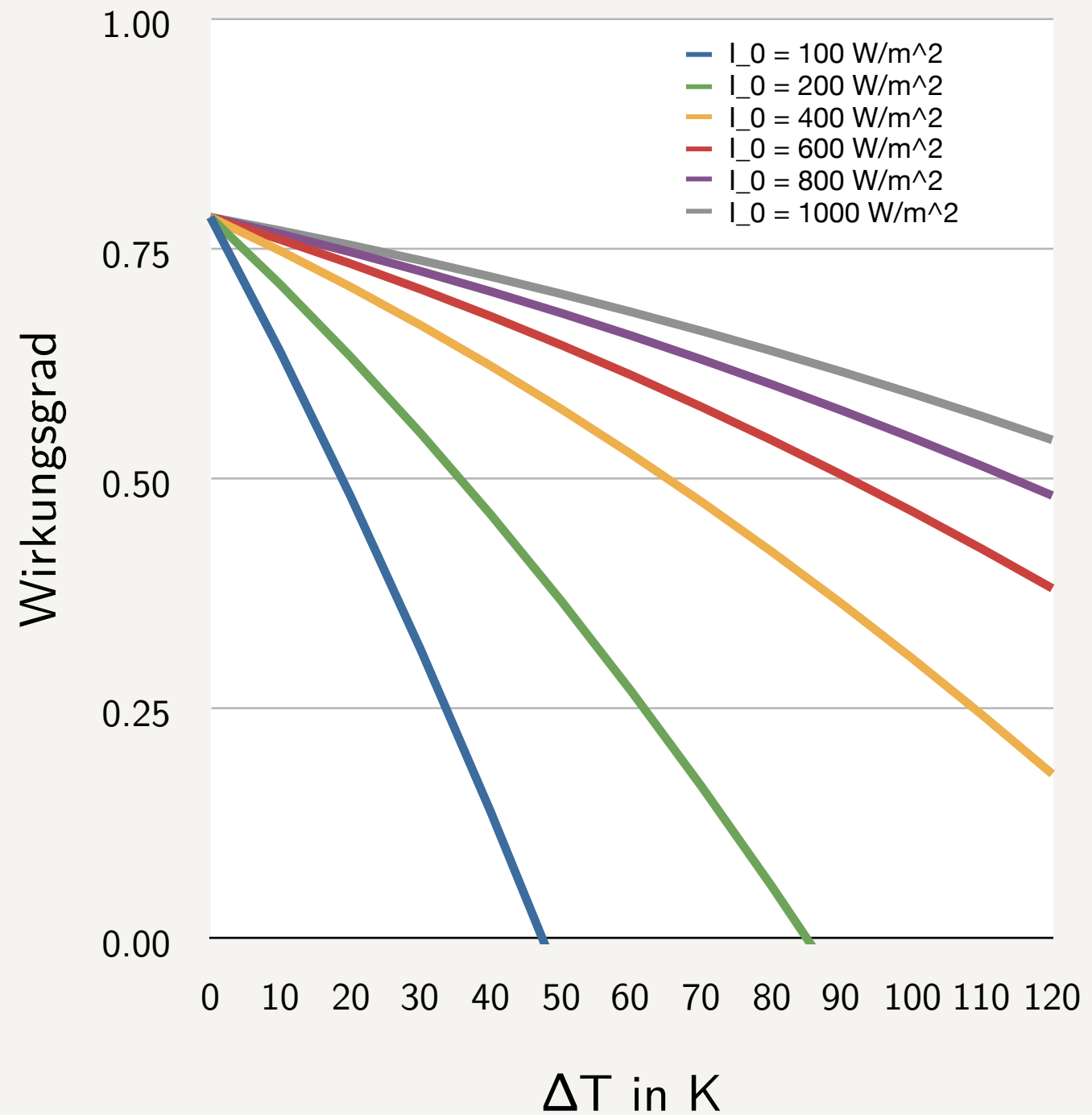


Wirkungsgrad auf dem Markt



Flachkollektor



Röhrenkollektor



Zielsetzung für Heute

 TÜVRheinland® DIN CERTCO		 ISFH		Page 1/2						
Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate			Licence number		011-751554 F					
			Date of issue		28.11.2012					
Company holding the licence		Wagner & Co. Solartechnik GmbH		Country		Germany				
Brand (optional)		-		Website		www.wagner-solar.com				
Street, number		Zimmermannstr. 12		E-mail		info@wagner-solar.de				
Postal Code		35091		Tel.		+49 (0)5421 8007-0				
City		Cölbe		Fax		+49 (0)5421 8007-22				
Collector Type (flat plate / evacuate tubular / un-glazed)			Flat plate collector							
Integration in the roof possible ?			No							
Collector name	Aperture area (A _a) [m ²]	Gross length [mm]	Gross width [mm]	Gross height [mm]	Gross area (A _c) [m ²]	Power output per collector unit G = 1000 W/m ² T _m -T _a :				
						0 K [W]	10 K [W]	30 K [W]	50 K [W]	70 K [W]
EURO L22 AR	2.01	1 933	1 183	110	2.25	1.675	1.602	1.435	1.245	1.032
Collector efficiency parameters related to aperture area (A_a) Type of fluid and flow rate see note 1						η _{0a}	0.833	-		
						S _{ra}	3.55	W _f /(m ² K)		
						S _{rs}	0.0146	W _f /(m ² K ²)		
Stagnation temperature - Weather conditions see note 2						t _{sq}	208	°C		
Effective thermal capacity						c _{eff} = C/A _a	6.8	kJ/(m ² K)		
Max. operation pressure - see note 3						p _{max}	1000	kPa		
						θ _f / θ _L	50°			

<http://www.dincertco.tuv.com/registrations/60073333?locale=de>

http://www.dincertco.tuv.com/search/companies_with_product?locale=de&title_id=30