



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

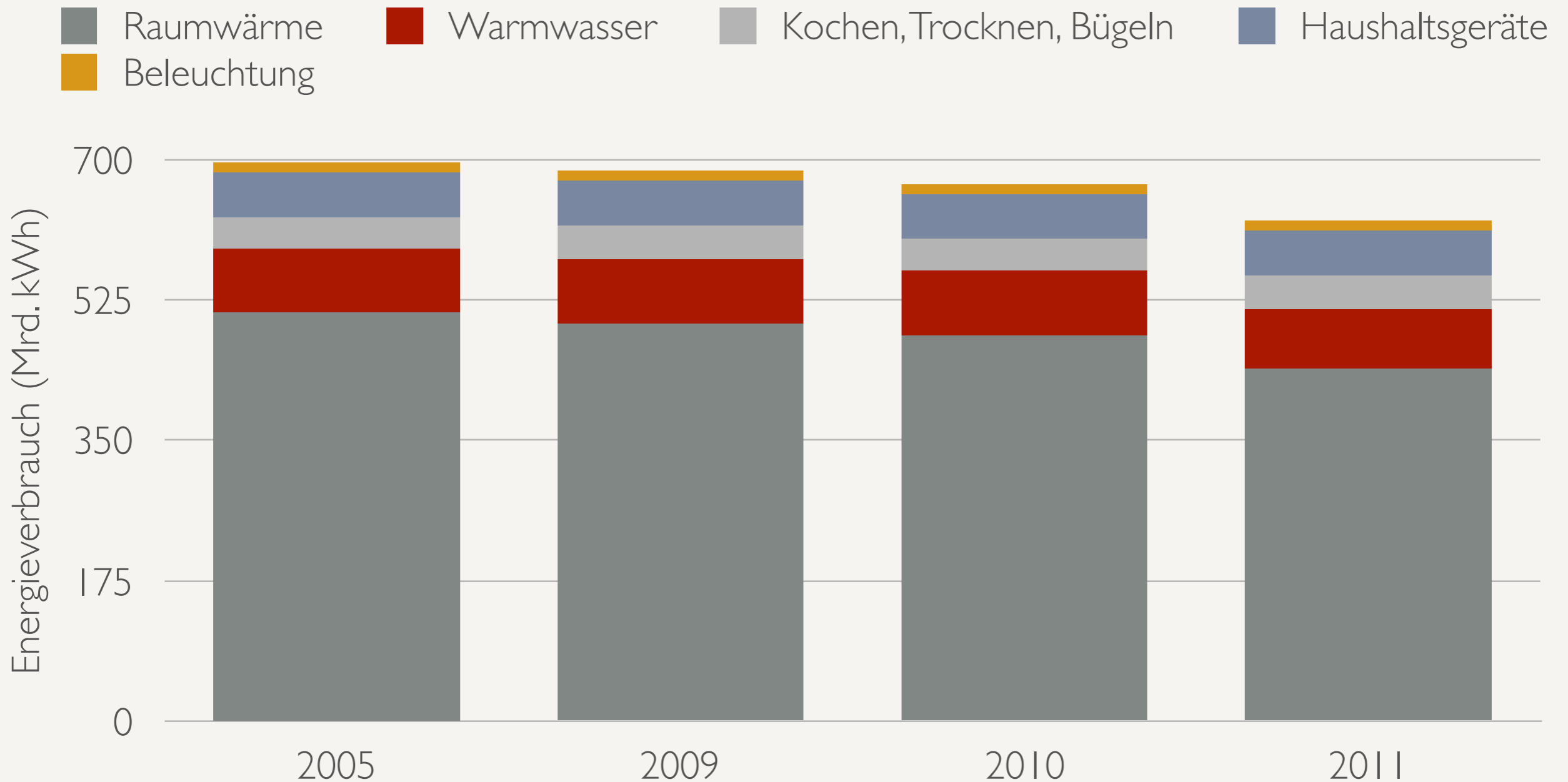
|  TÜVRheinland® DIN CERTCO | |  ISFH | | Page 1/2 | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|-----------------------|--|-----------------------------------|---|-------------|------------------------------------|-------------|-------------|
| Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate | | | Licence number | 011-751554 F | | | | | | |
| | | | Date of issue | 28.11.2012 | | | | | | |
| Company holding the licence | Wagner & Co. Solartechnik GmbH | | Country | Germany | | | | | | |
| Brand (optional) | - | | Website | www.wagner-solar.com | | | | | | |
| Street, number | Zimmermannstr. 12 | | E-mail | info@wagner-solar.de | | | | | | |
| Postal Code | 35091 | | Tel. | +49 (0)6421 8007-0 | | | | | | |
| City | Cölbe | | Fax | +49 (0)6421 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) | Gross length | Gross width | Gross height | Gross area (A_G) | Power output per collector unit G = 1000 W/m ² T _m -T _a : | | | | |
| | [m ²] | [mm] | [mm] | [mm] | [m ²] | 0 K [W] | 10 K [W] | 30 K [W] | 50 K [W] | 70 K [W] |
| EURO L22 AR | 2.01 | 1933 | 1163 | 110 | 2.25 | 1676 | 1602 | 1435 | 1245 | 1032 |
| Collector efficiency parameters related to aperture area (A_a) | | | | | | η _{0a} | 0.833 | - | | |
| Type of fluid and flow rate see note 1 | | | | | | β _{1a} | 3.55 | W/(m ² K) | | |
| | | | | | | β _{2a} | 0.0146 | W/(m ² K ²) | | |
| Stagnation temperature - Weather conditions see note 2 | | | | | | t _{stg} | 208 | °C | | |
| Effective thermal capacity | | | | | | C _{eff} = C/A _a | 5.5 | kJ/(m ² K) | | |
| Max. operation pressure - see note 3 | | | | | | p _{max} | 1000 | kPa | | |
| | | | | | | θ _r / θ _i | 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

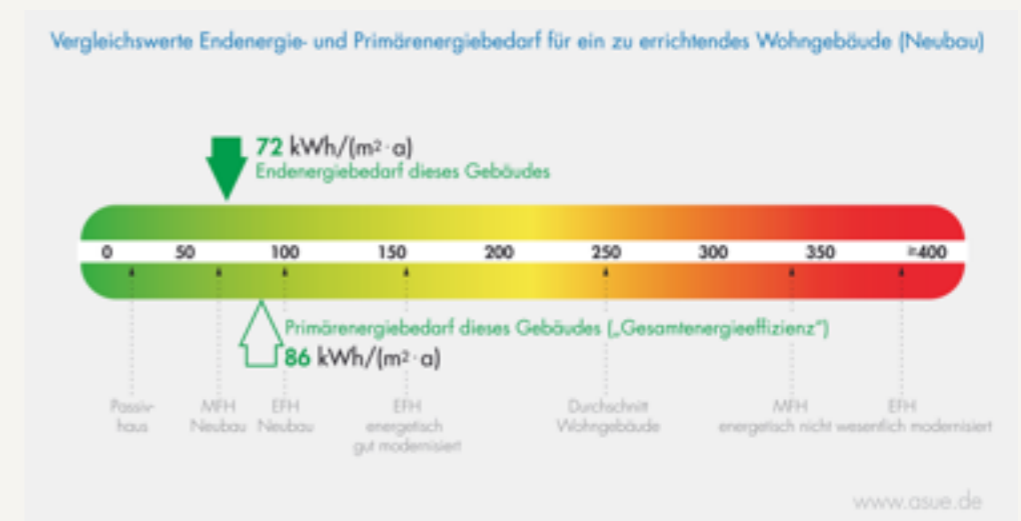
Energieverbrauch in Privathaushalten



Quelle: Destatis

Primärenergiebedarf

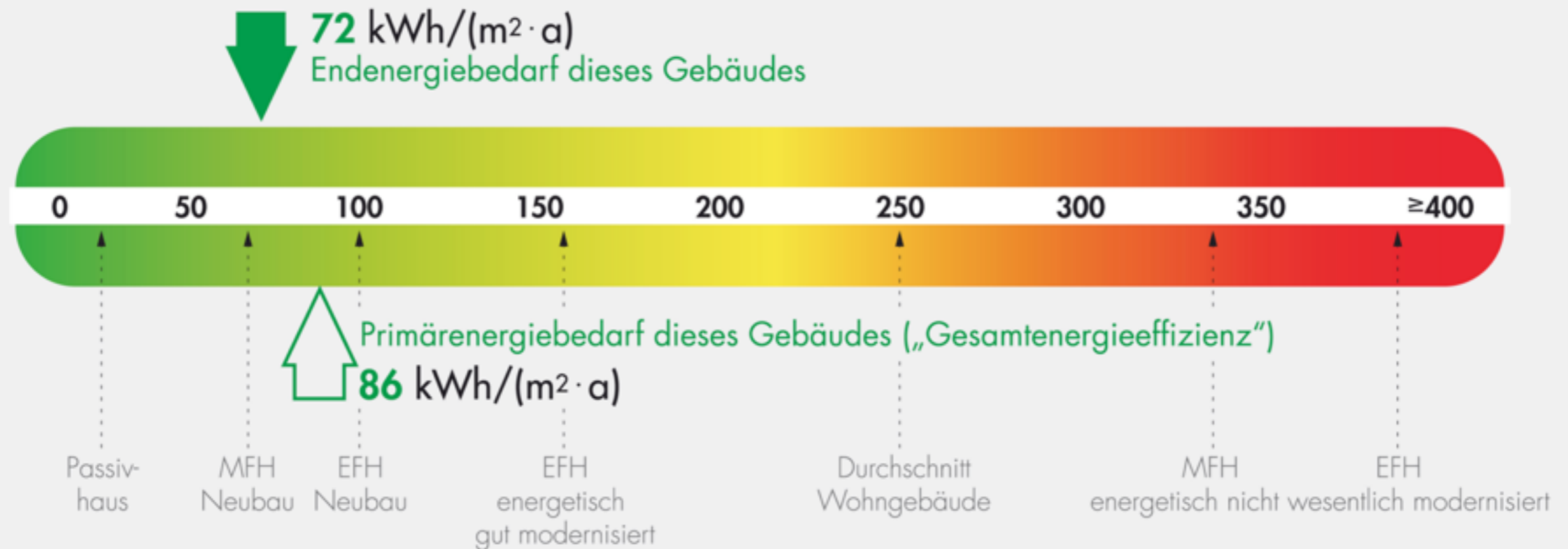
- Endenergiebedarf ist die in einem Haus im Jahr verbrauchte Energie.
- Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die (energetischen) Energie-Entstehungskosten
- Beispiel: 1 kWh Haushalts-Strom wird durch ca. 3 kWh Wärme-Energie im Kohlekraftwerk erzeugt.
- Für Haushalte gibt es den Energieausweis, der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

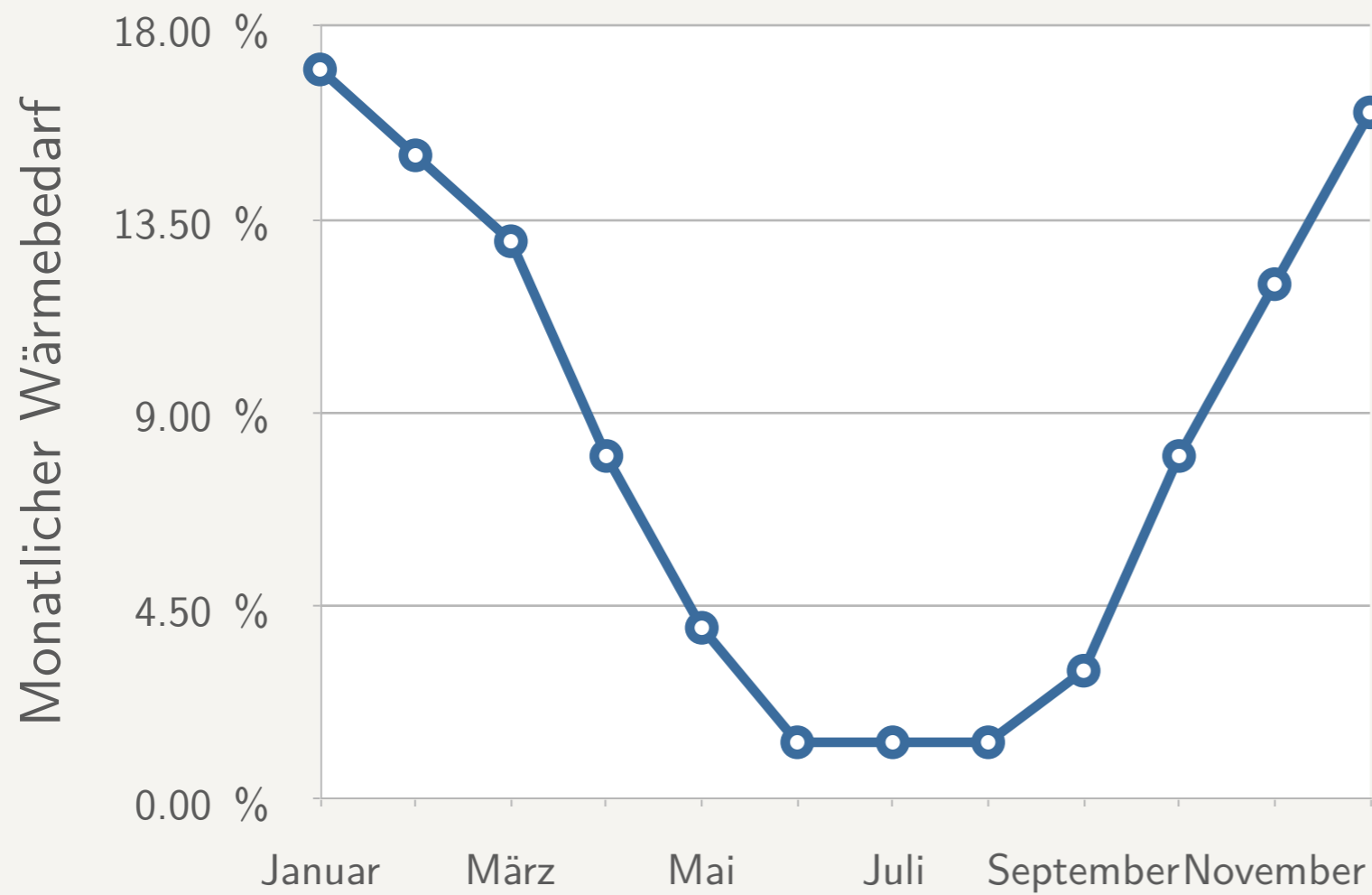
Heizbedarf nach DIN 4713

- 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

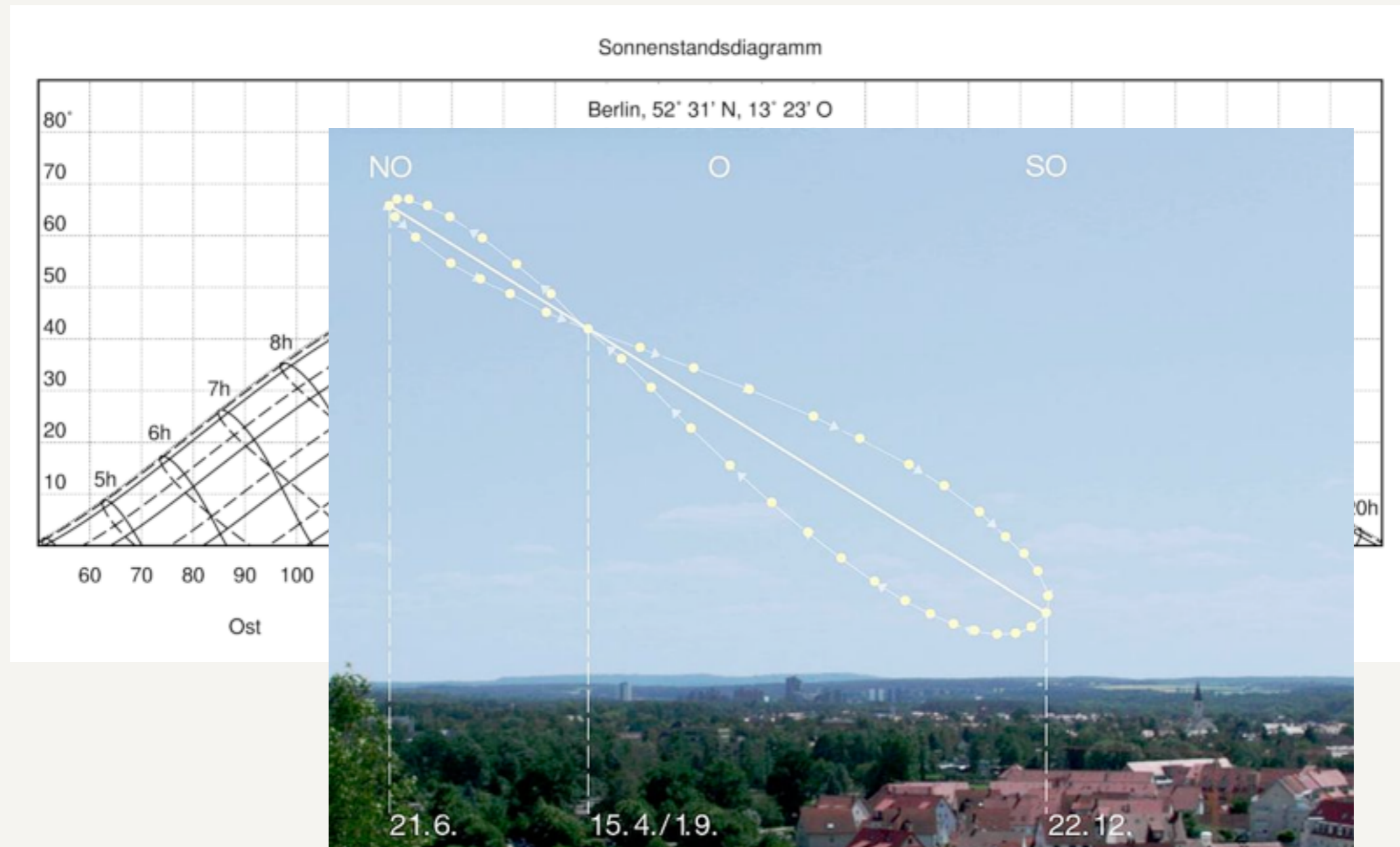


in Prozent (nach DIN 4713)

| 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 |

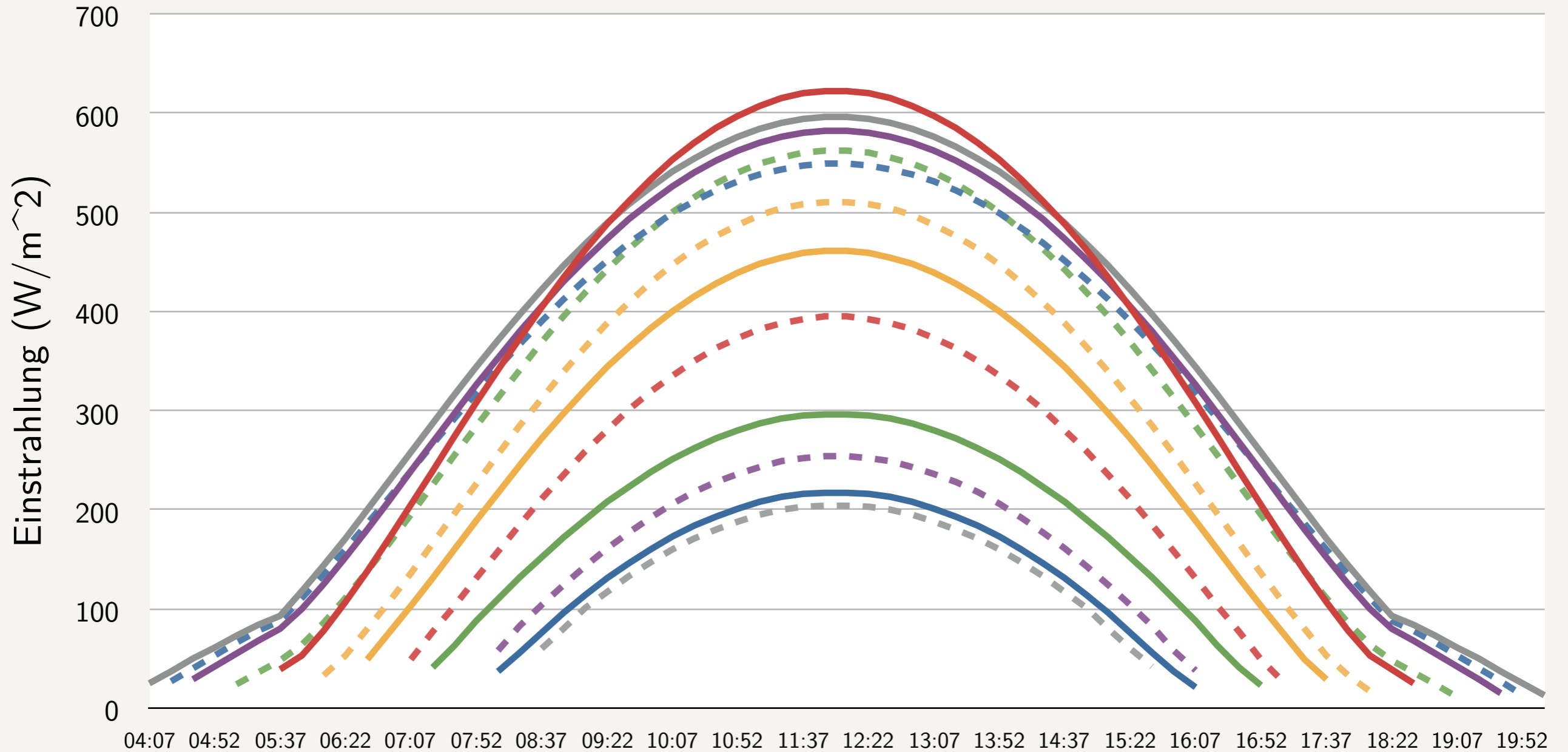
http://de.wikipedia.org/wiki/DIN_4713

Sonnenstand im Laufe des Tages und des Jahres



Tägliche Einstrahlung

Tagesverlauf der Sonneinstrahlung bei optimalen Winkel 37°

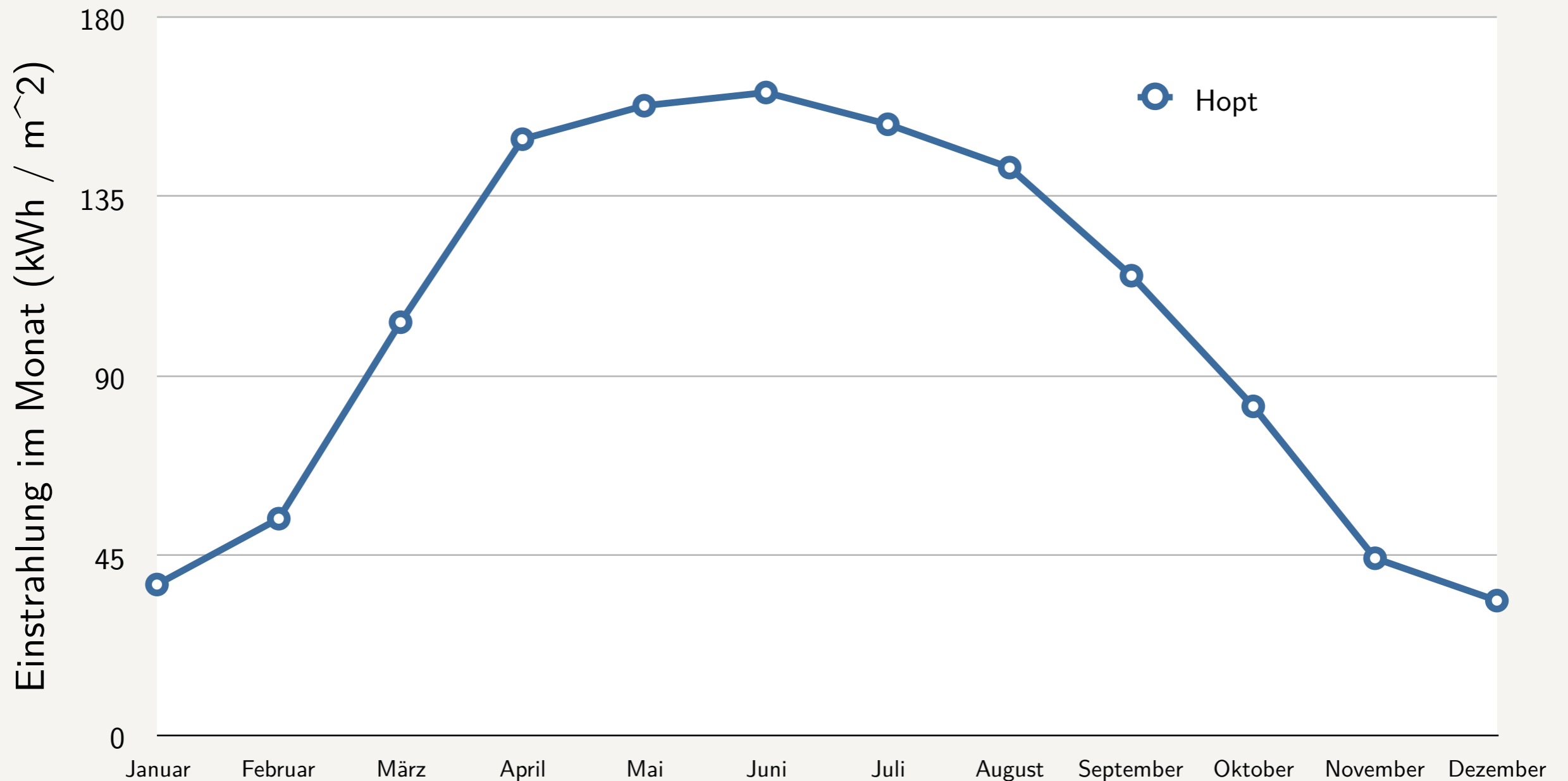


- Januar
- Februar
- März
- April
- Mai
- Juni
- Juli
- August
- September
- Oktober
- November
- Dezember

Standort Düsseldorf

Monatliche Einstrahlung

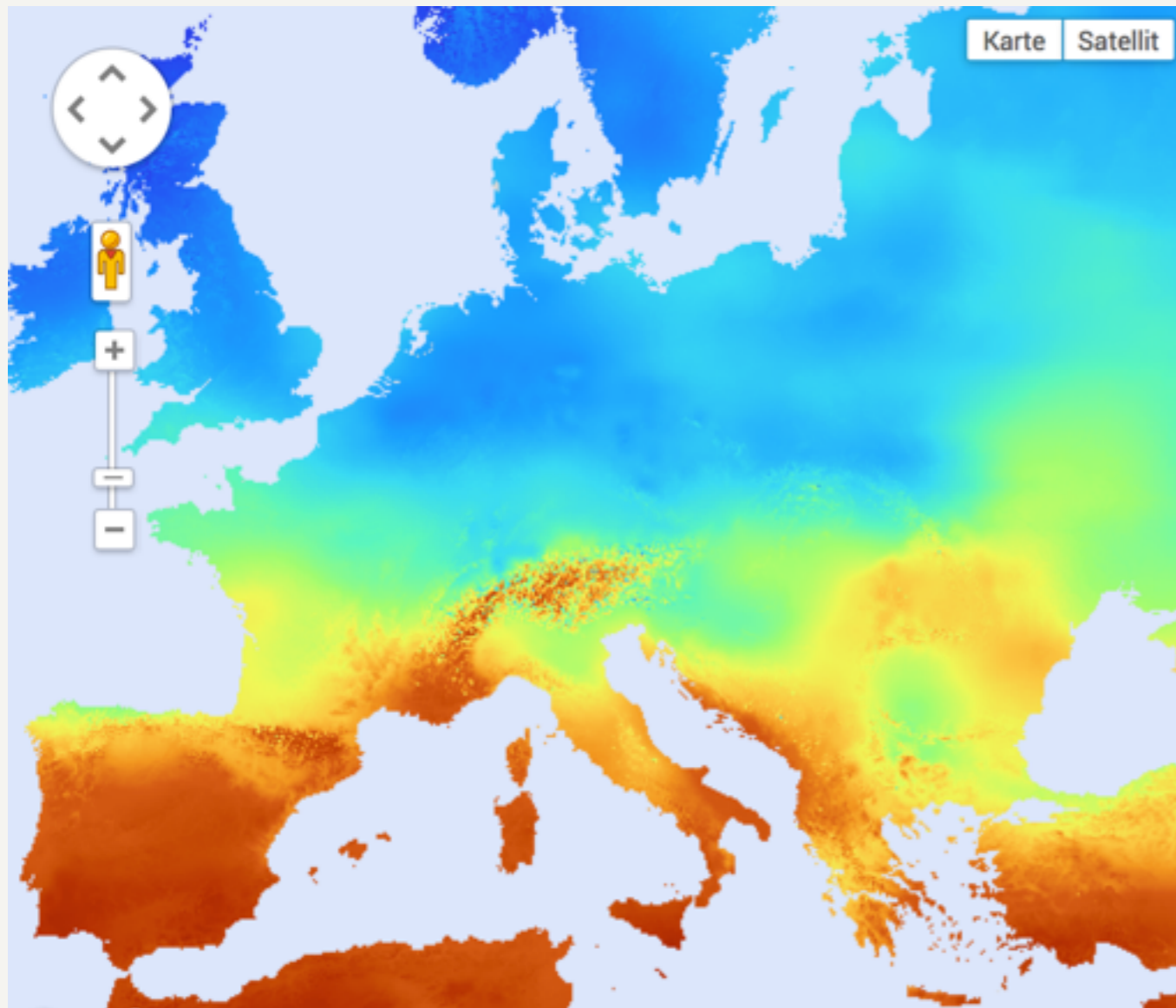
Monatliche Sonneneinstrahlung bei optimalen Winkel 37°



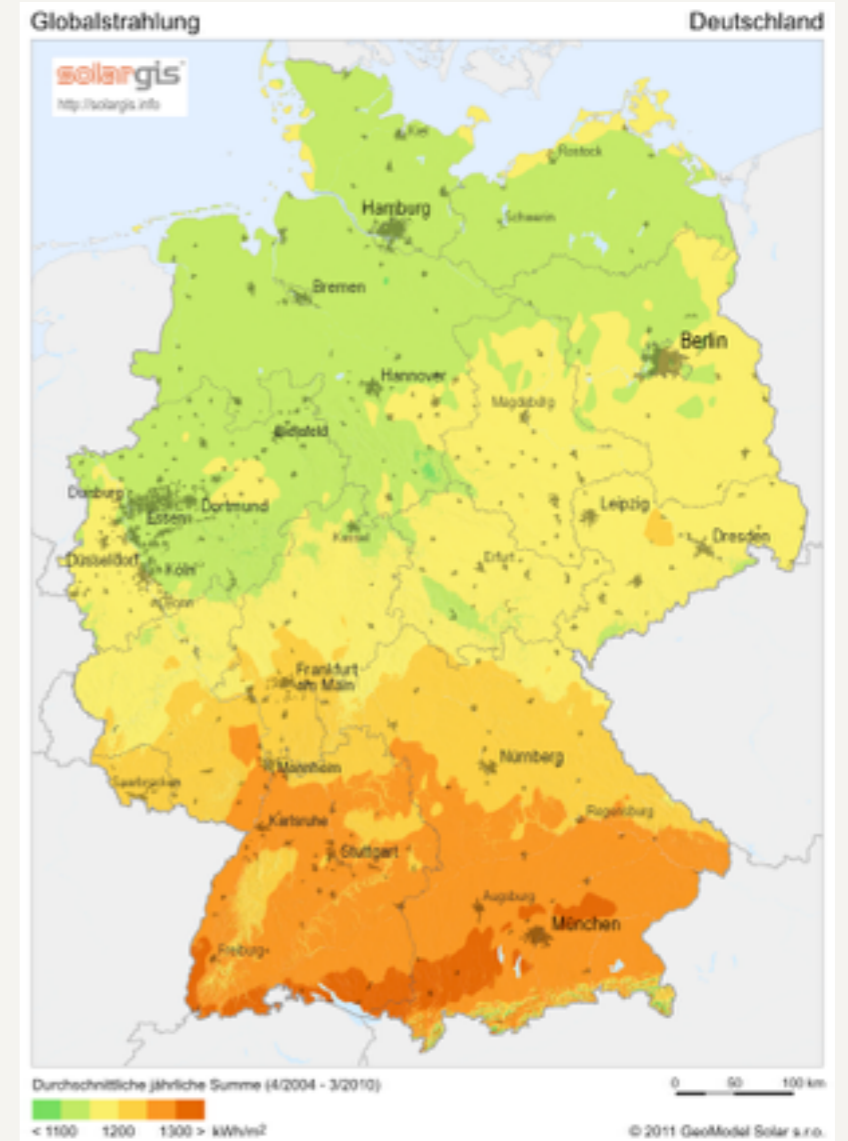
Standort Düsseldorf

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)

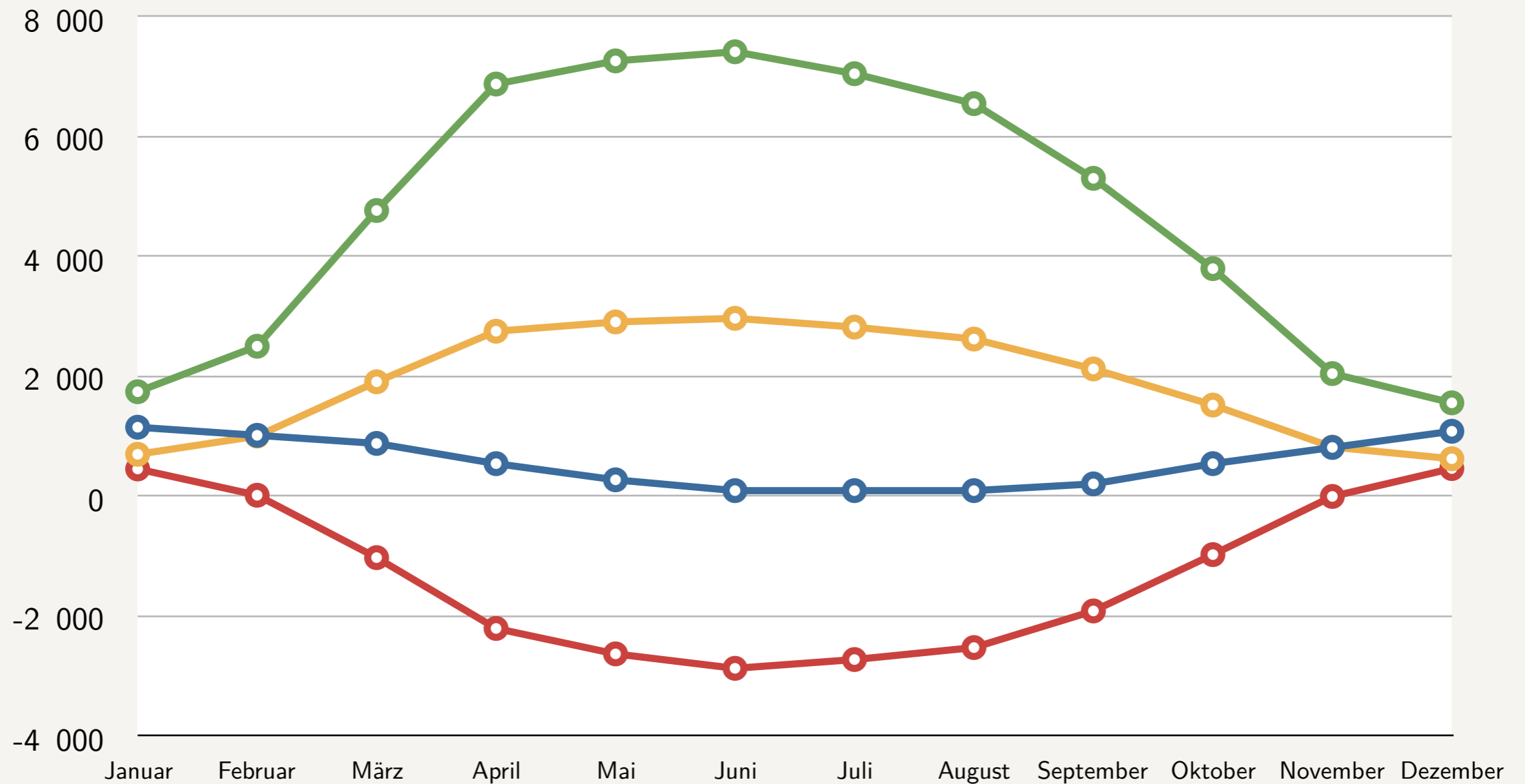
T_{HG} : Heizgrenze (°C)

<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/ropa.eu/pvgis/apps4/pvest.php |
| | Solardaten | ropa.eu/pvgis/apps4/pvest.php |
| | Verbrauchsverlauf | wikipedia.org/wiki/DIN_4713 |

| |
|--------------------|
| Einheit |
| Eingabe |
| Berechnet |
| Woanders berechnet |

Energieautarkes Haus

im Winter

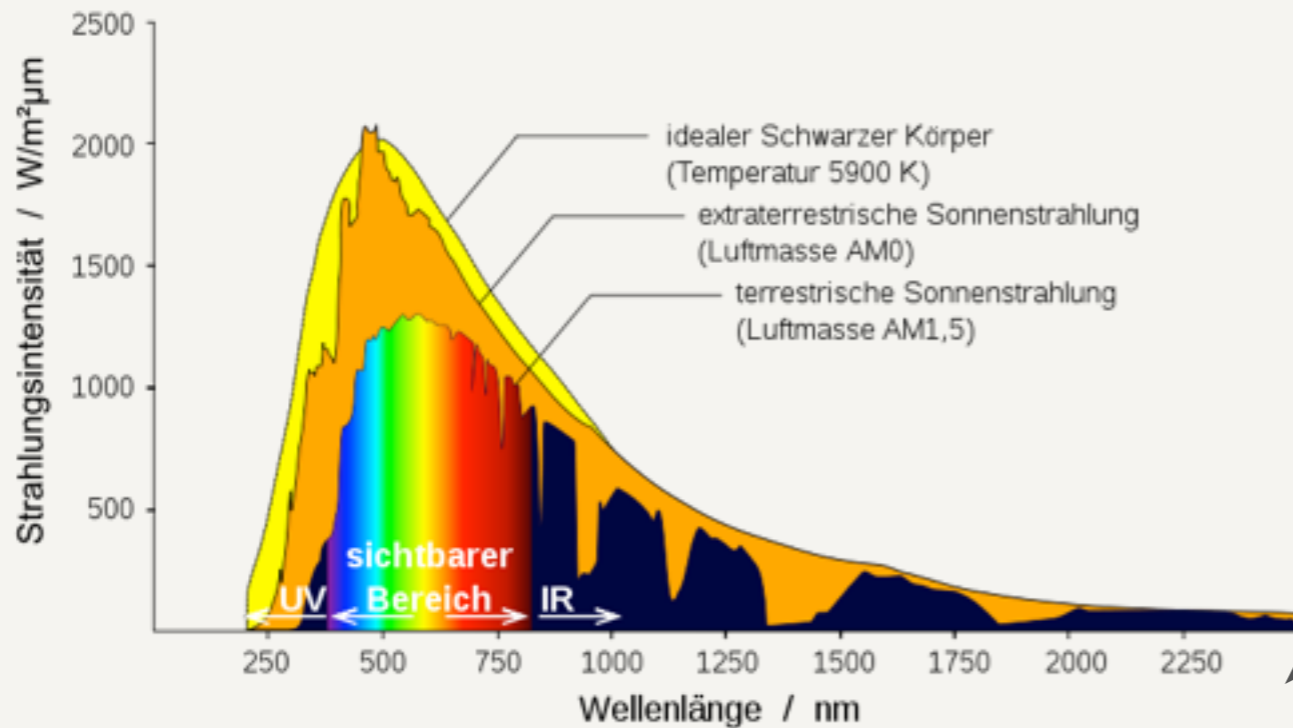
| | |
|--|----------|
| Heizbedarf pro Monat (Dez., Jan., Feb.) | 1100 kWh |
| Einstrahlung pro Monat (Dez., Jan., Feb.) | 750 kWh |
| Fehlbetrag pro Monat (Dez., Jan., Feb.) | 350 kWh |
| Wasserspeicher 9300 l, $\Delta T = 50K$ | 543 kWh |
| 1 Raummeter Buchenholz | 2000 kWh |

Zahlenwerte ungefähr, Details s. Berechnungstabelle

Strahlungsverwertung

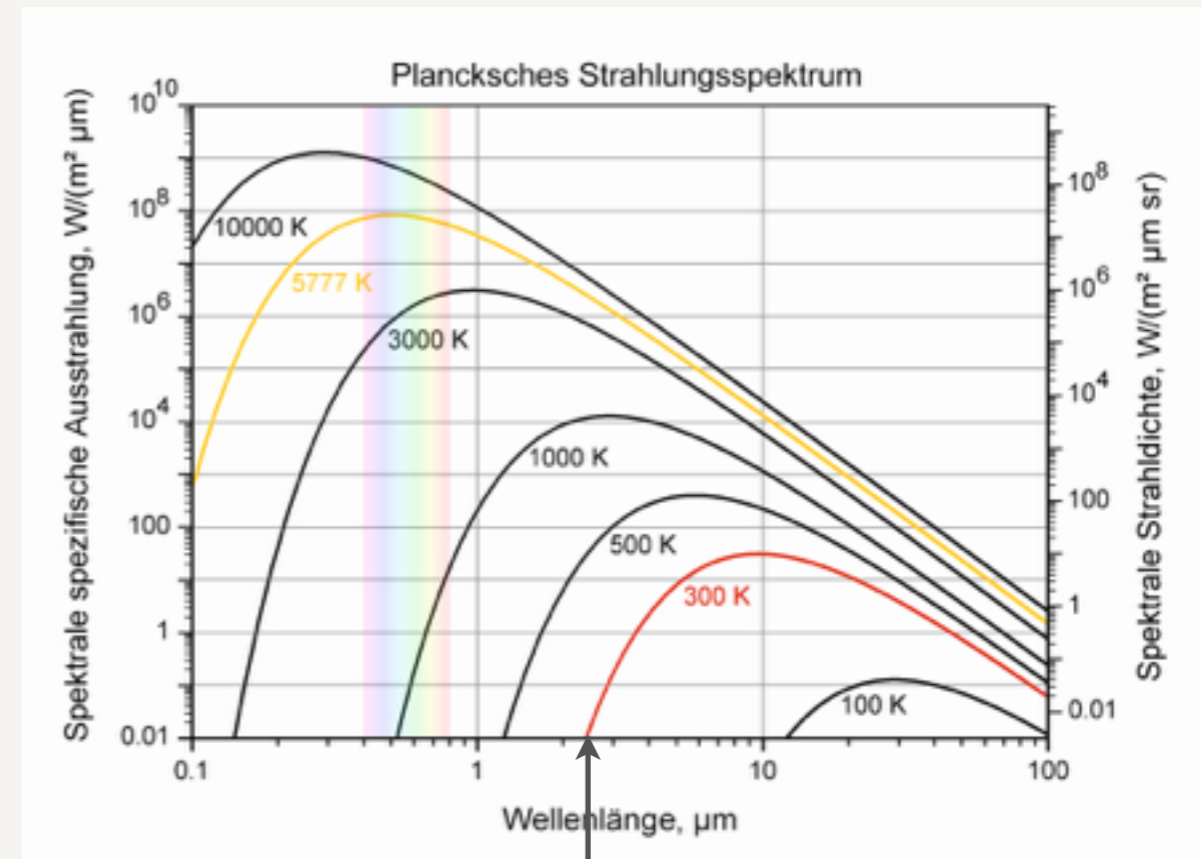
Solarthermie - Spektren

Sonnenspektrum



Endet bei ca. $2.5\mu m$

Spektrum des idealen schwarzen Strahlers

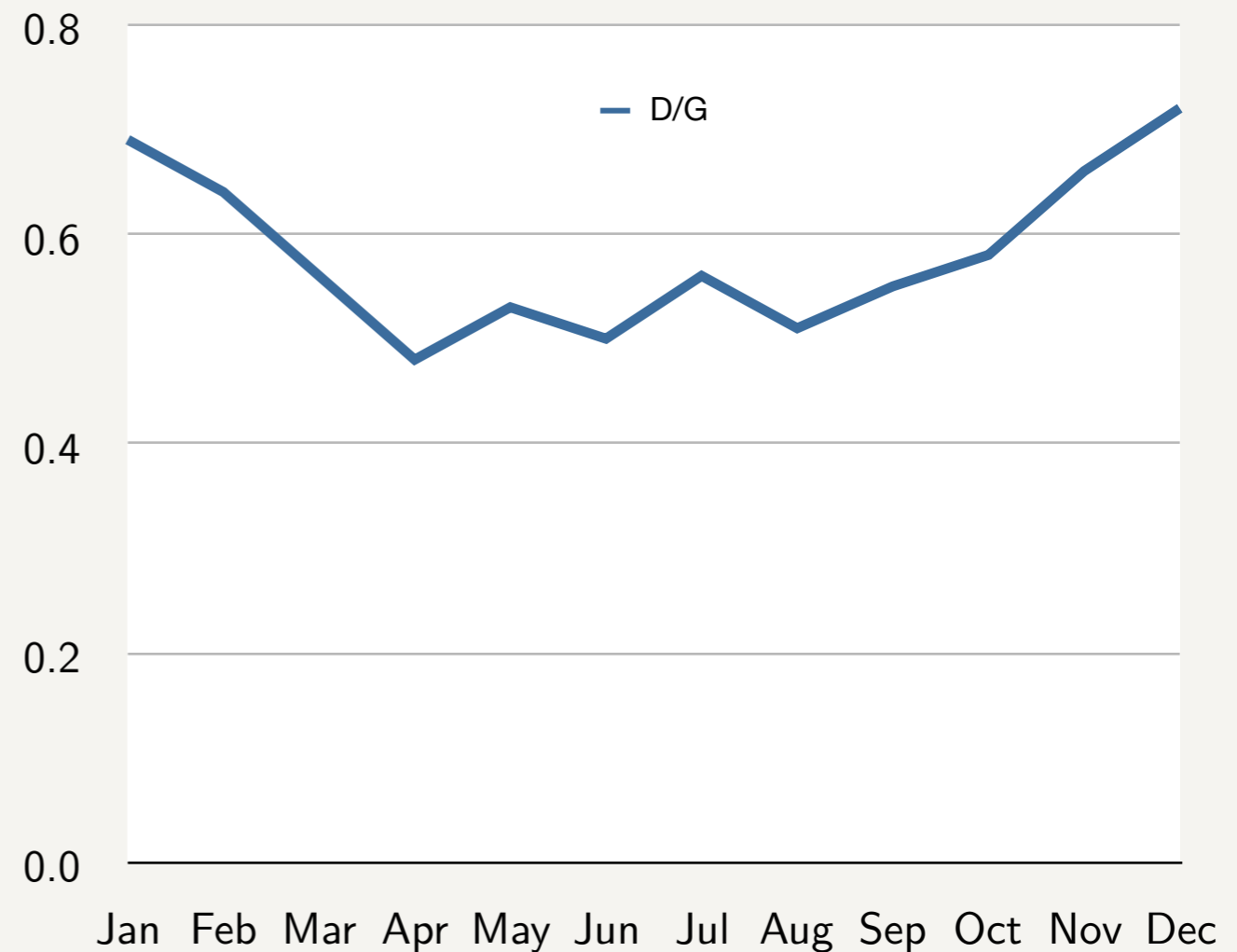


Beginnt bei ca. $2.5\mu m$

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

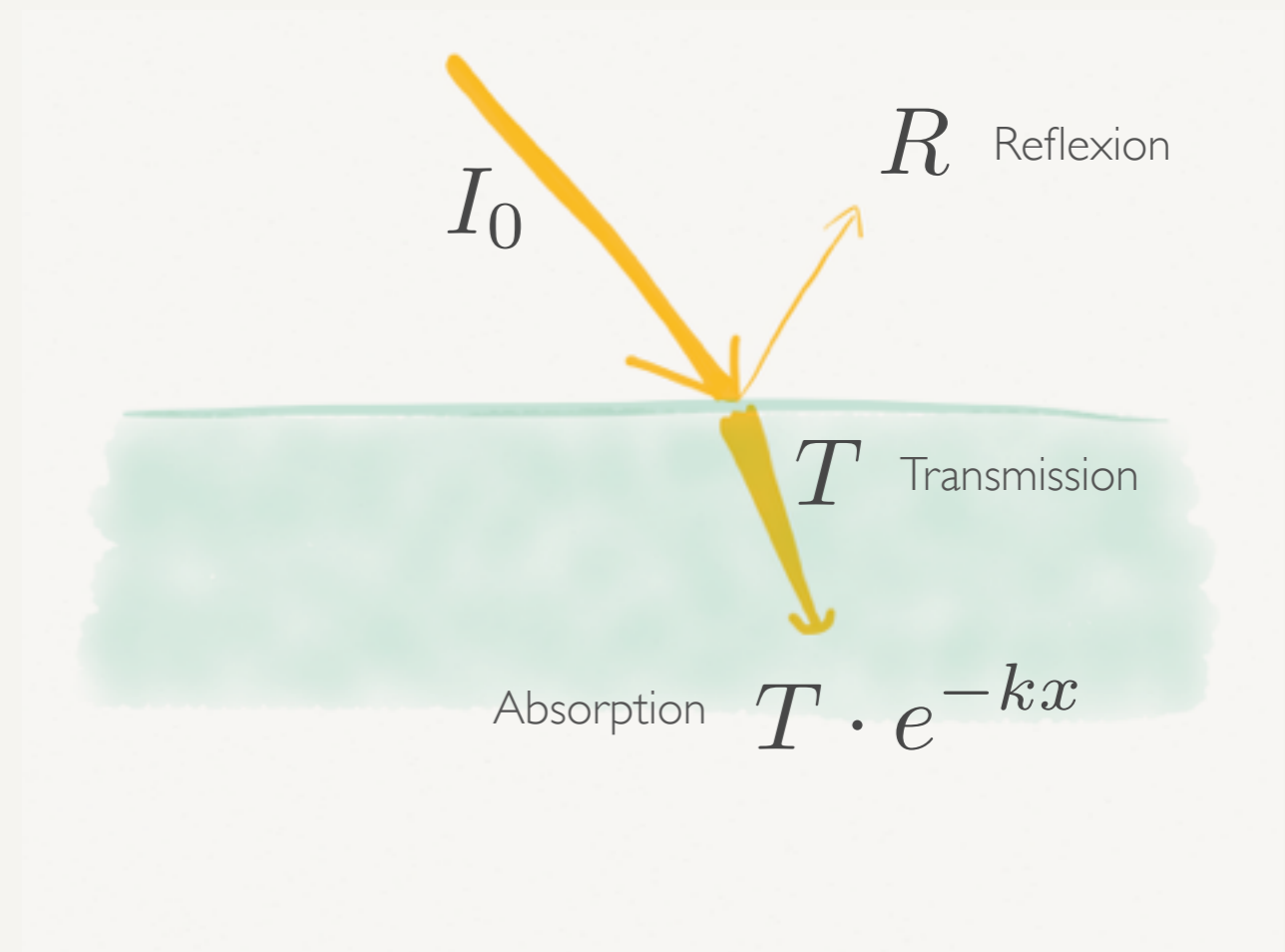
PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

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



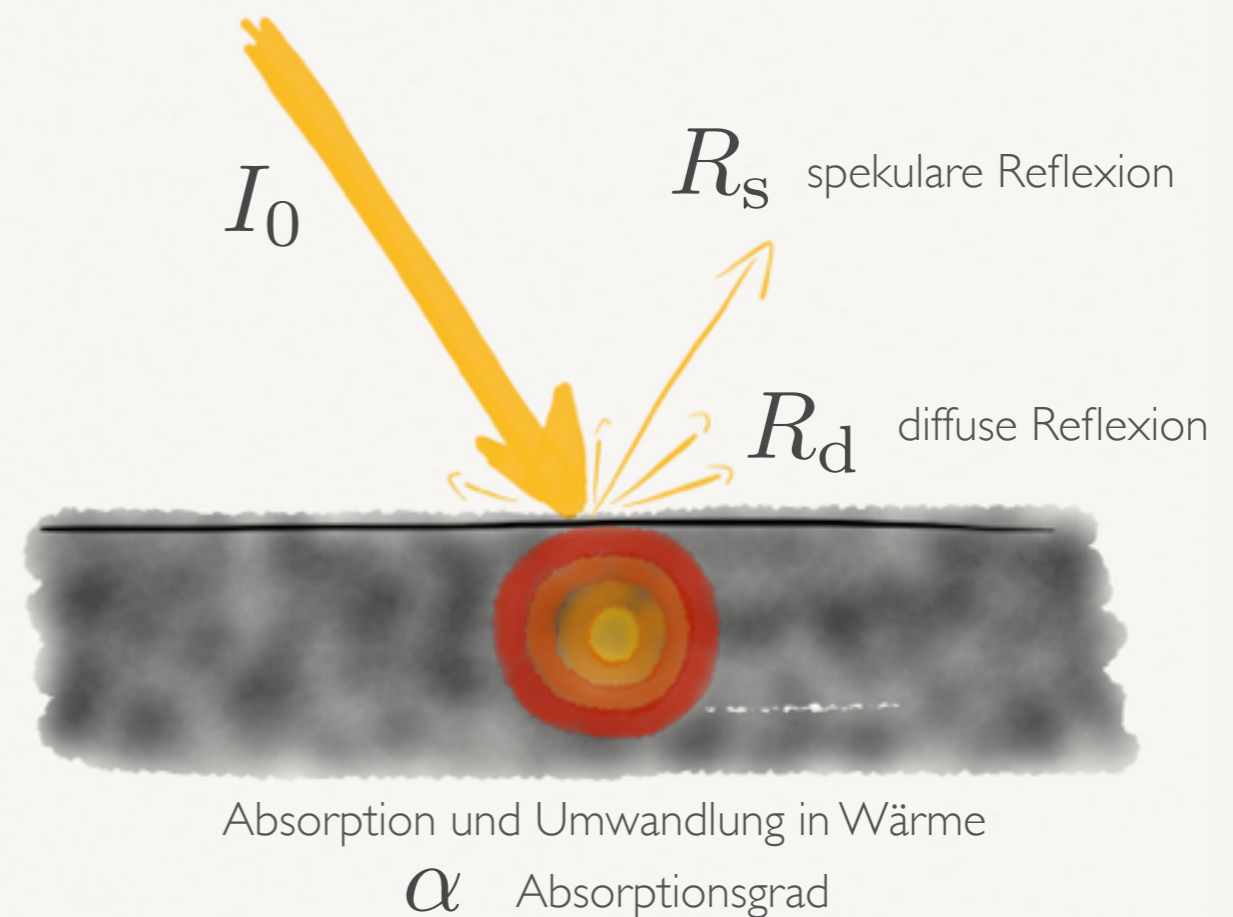
z.B. Deckglas des Kollektors

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



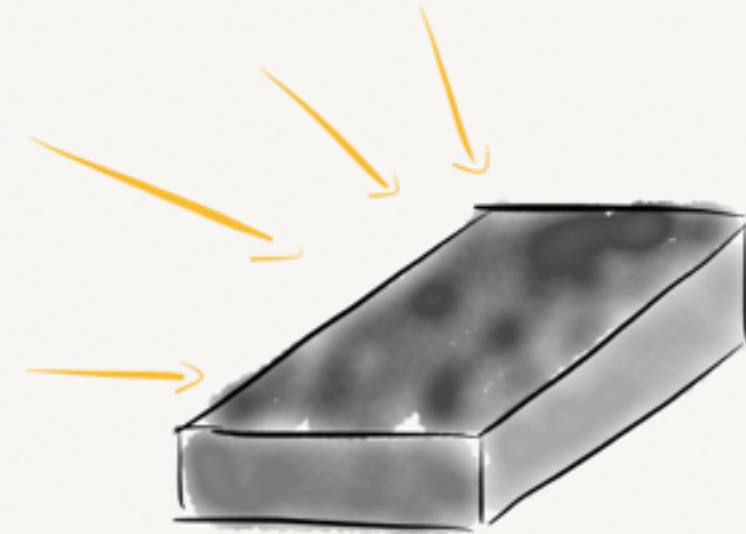
z.B. Absorber des Kollektors

Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz

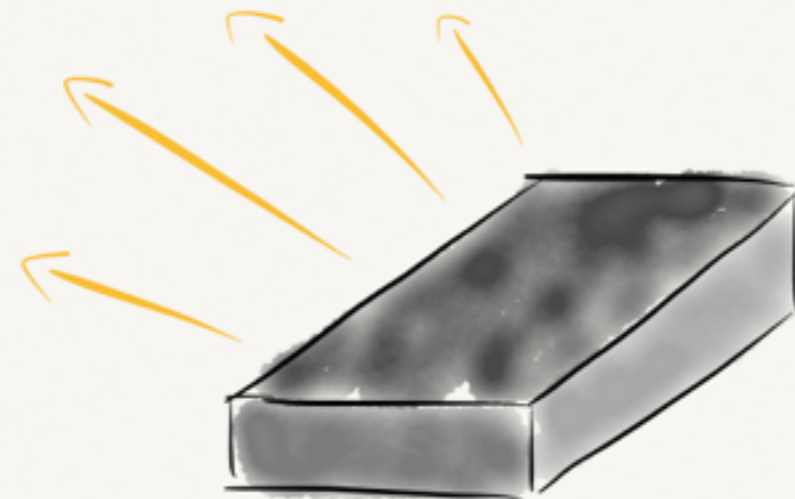
- Ein Körper, der gut Strahlung absorbiert, strahlt diese auch wieder gut ab (Emission).
- Im thermodynamischen Gleichgewicht ist die absorbierte Energie gleich der emittierten:

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

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



Absorptionsgrad $\alpha(\lambda)$

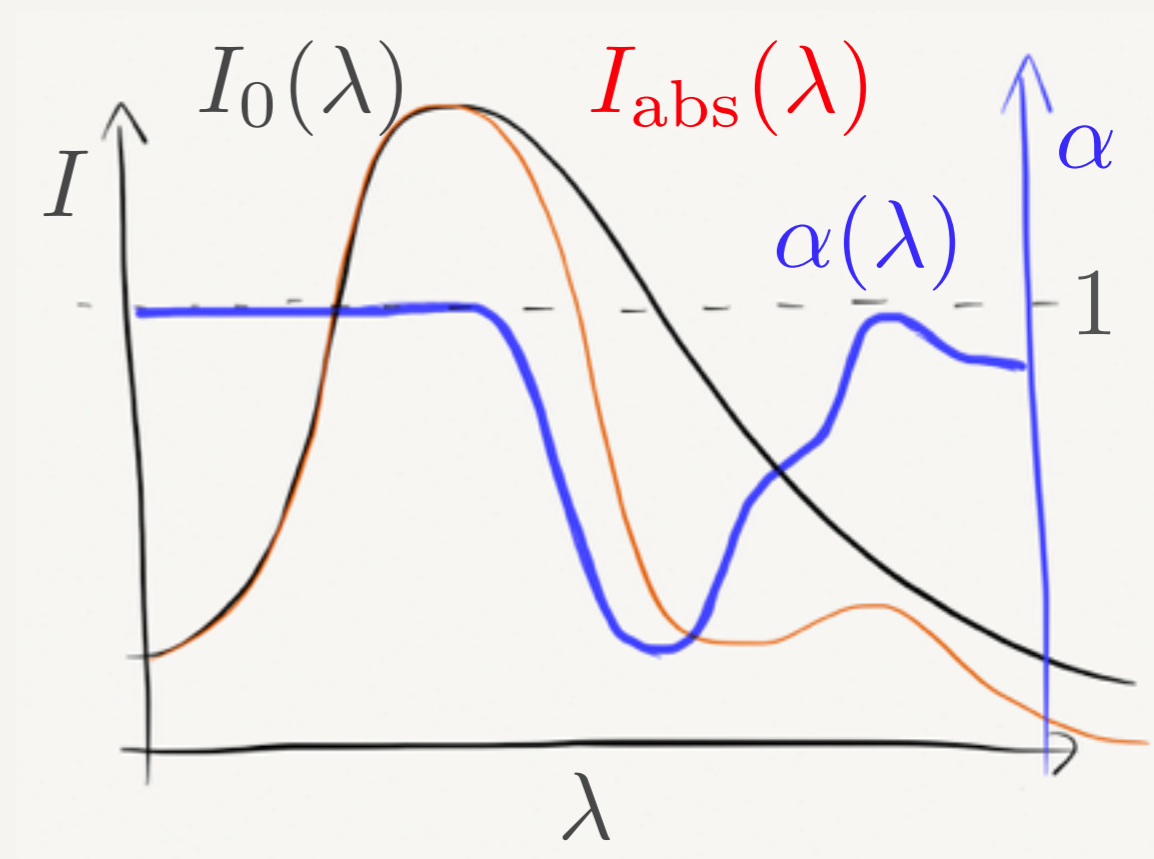


Emissionsgrad $\varepsilon(\lambda)$

Absorptionsgrad

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

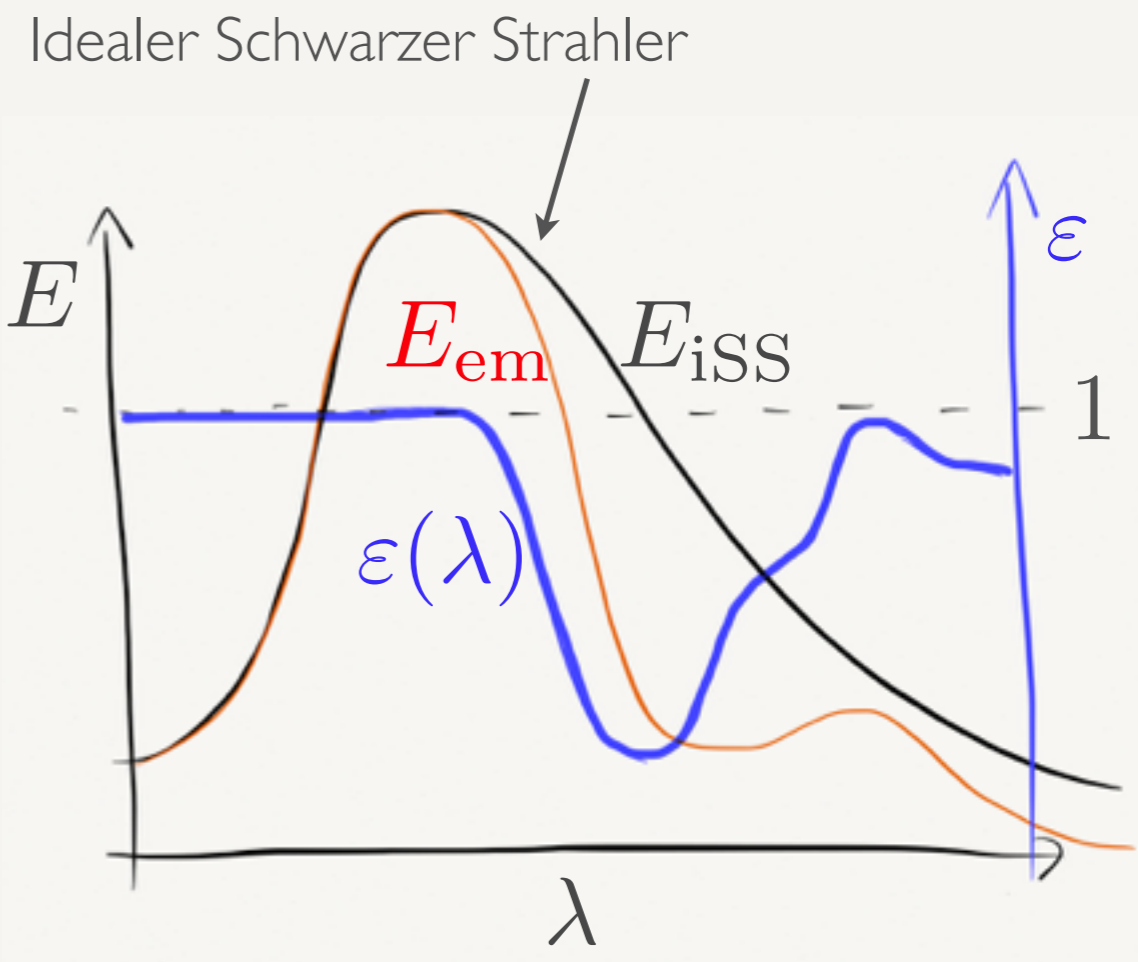
$$\alpha(\lambda) = \frac{I_{\text{abs}}(\lambda)}{I_0(\lambda)}$$



Emissionsgrad

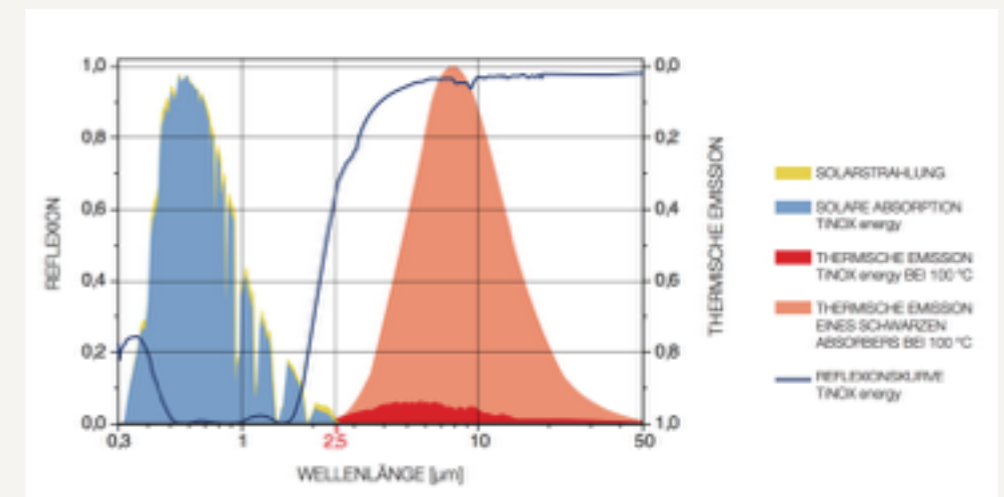
- Verhältnis zwischen abgestrahlter Leistung und der Strahlungsleistung eines schwarzen Strahlers der gleichen Temperatur.
- Kein Material kann mehr emittieren als ein schwarzer Körper: Zahl bzw. Kurve zwischen 0 und 1.
- Wellenlängenabhängig.

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

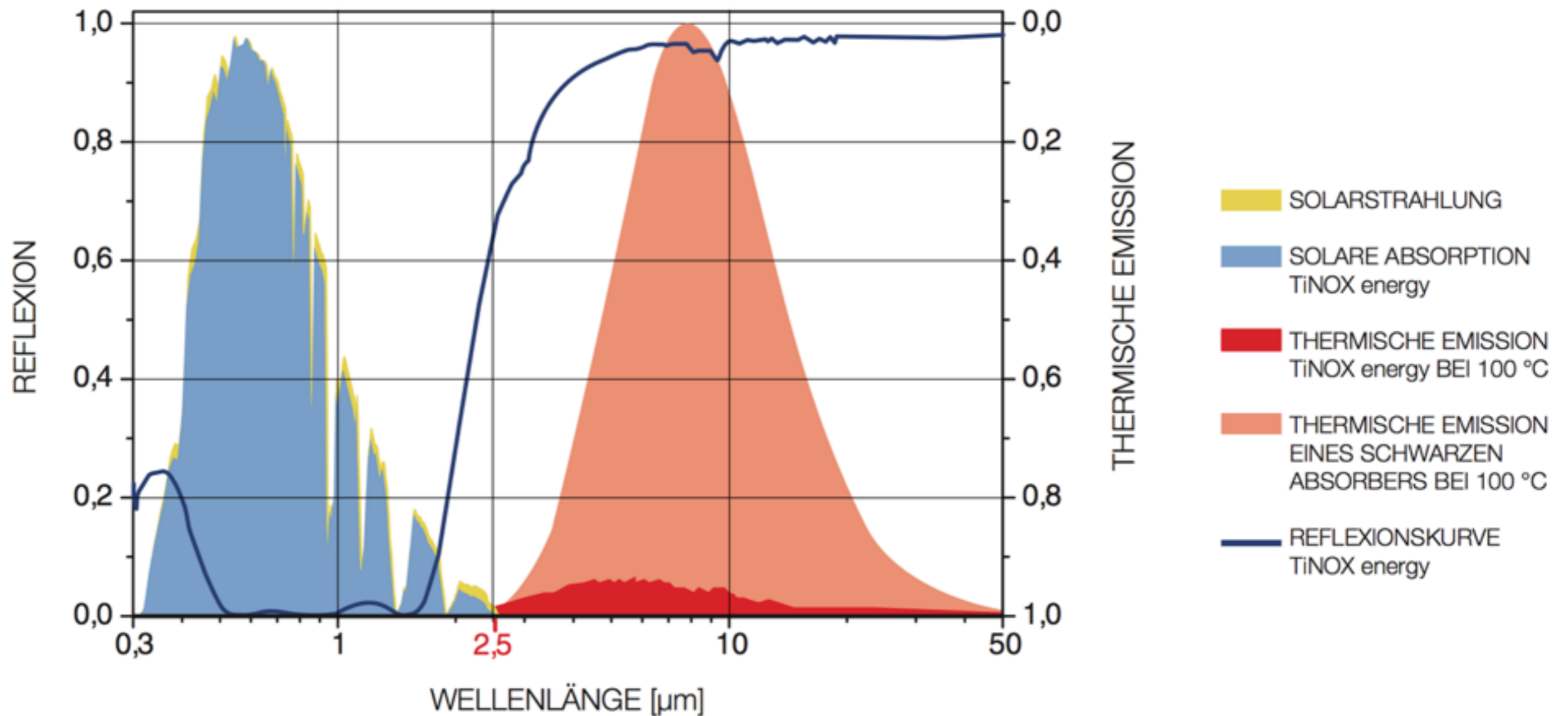


Selektive Absorption

- 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.



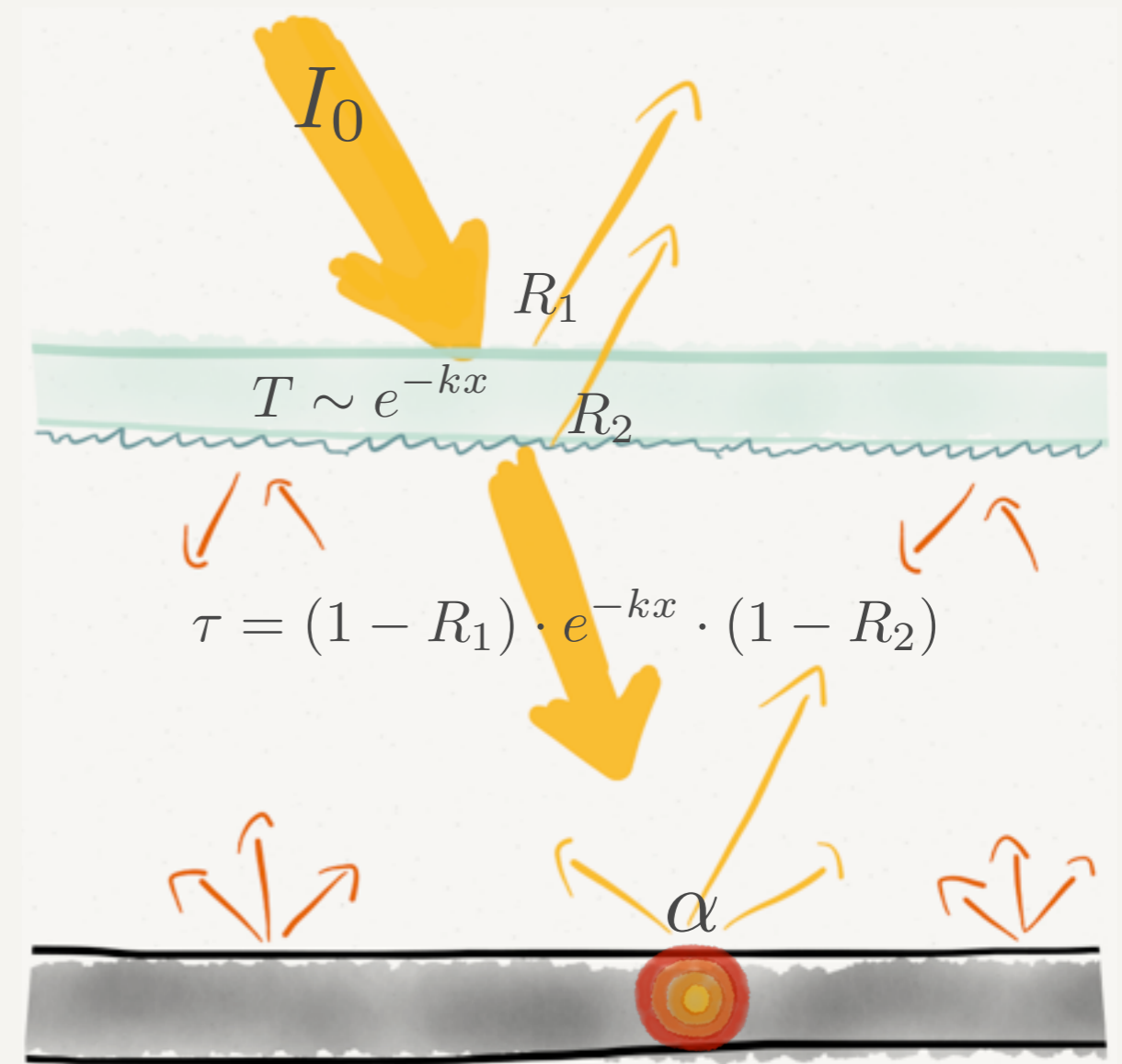
Selektive Absorption



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.

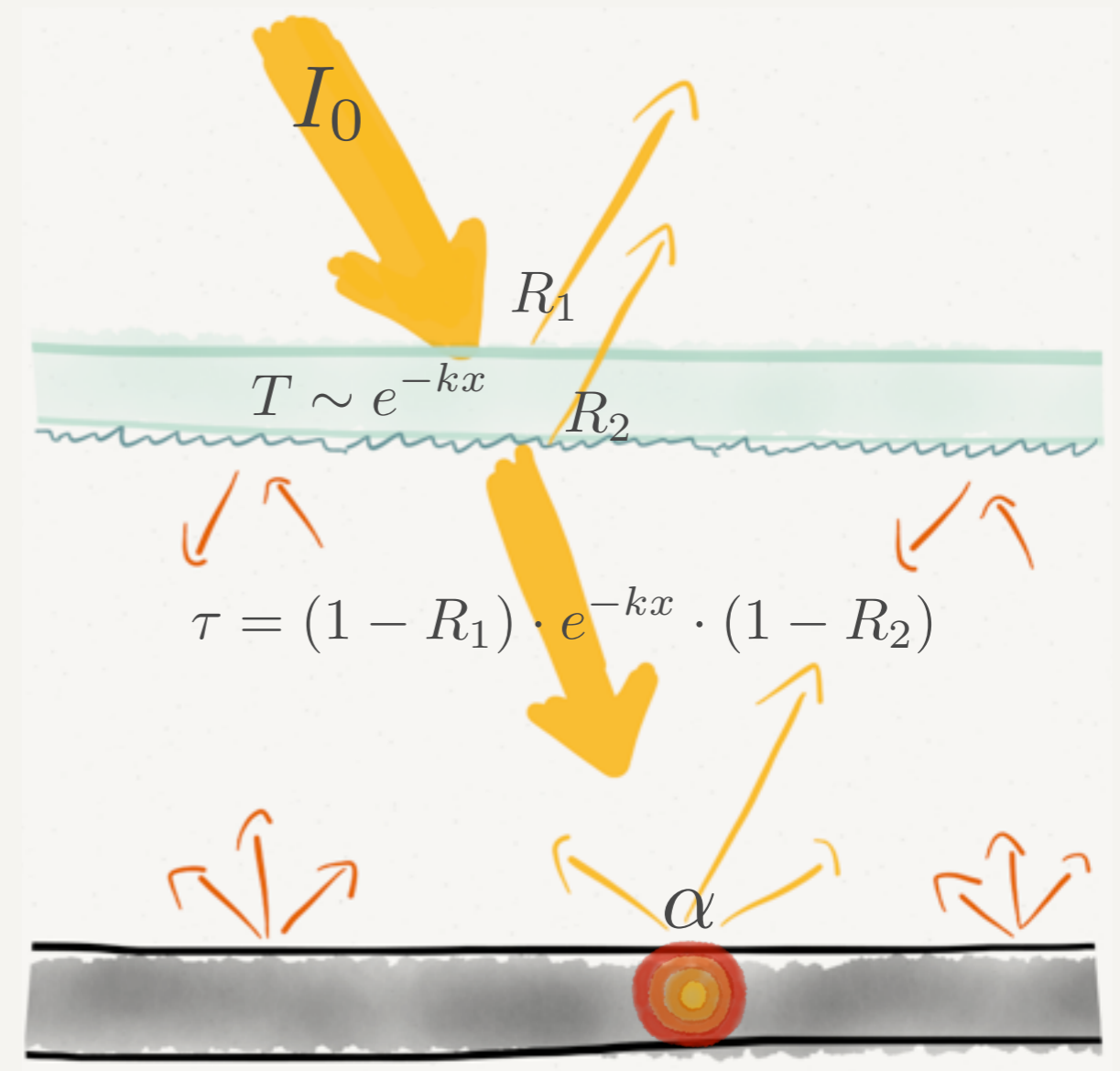


τ Gesamttransmission Deckglass
 $\alpha \cdot \tau$ Optischer Wirkungsgrad

Strahlungsbilanz

Die gesamte vom
Absorber aufgenommene
Energie entspricht:

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

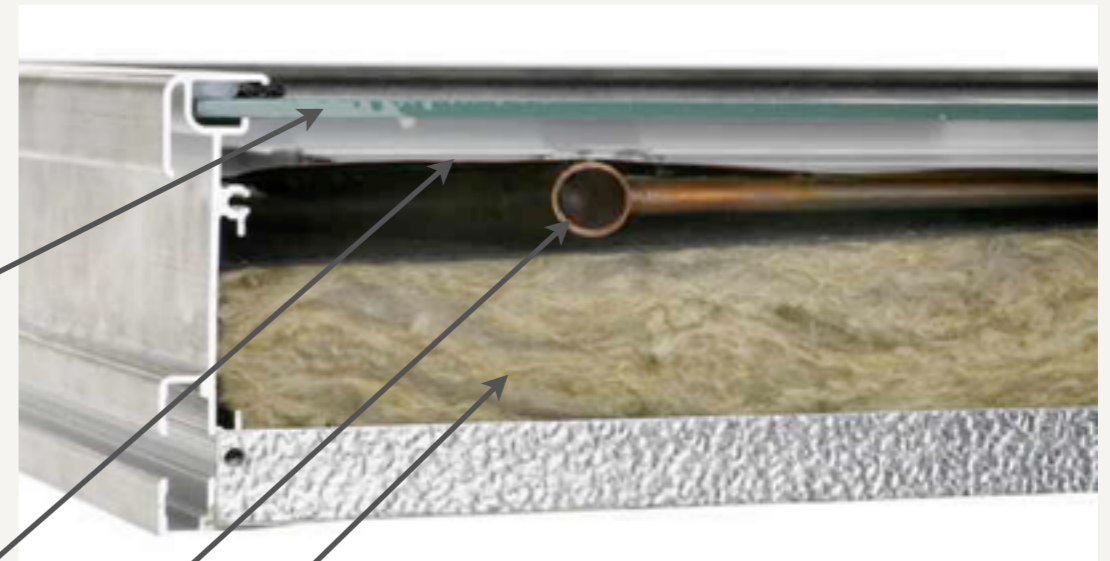
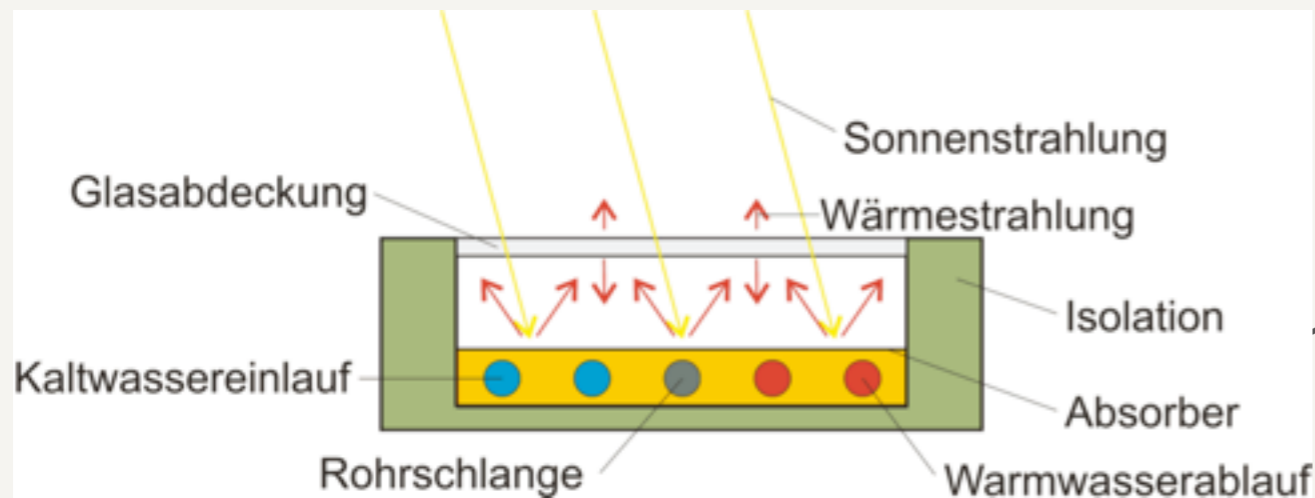


τ Gesamttransmission Deckglass

$\alpha \cdot \tau$ Optischer Wirkungsgrad

Kollektoren

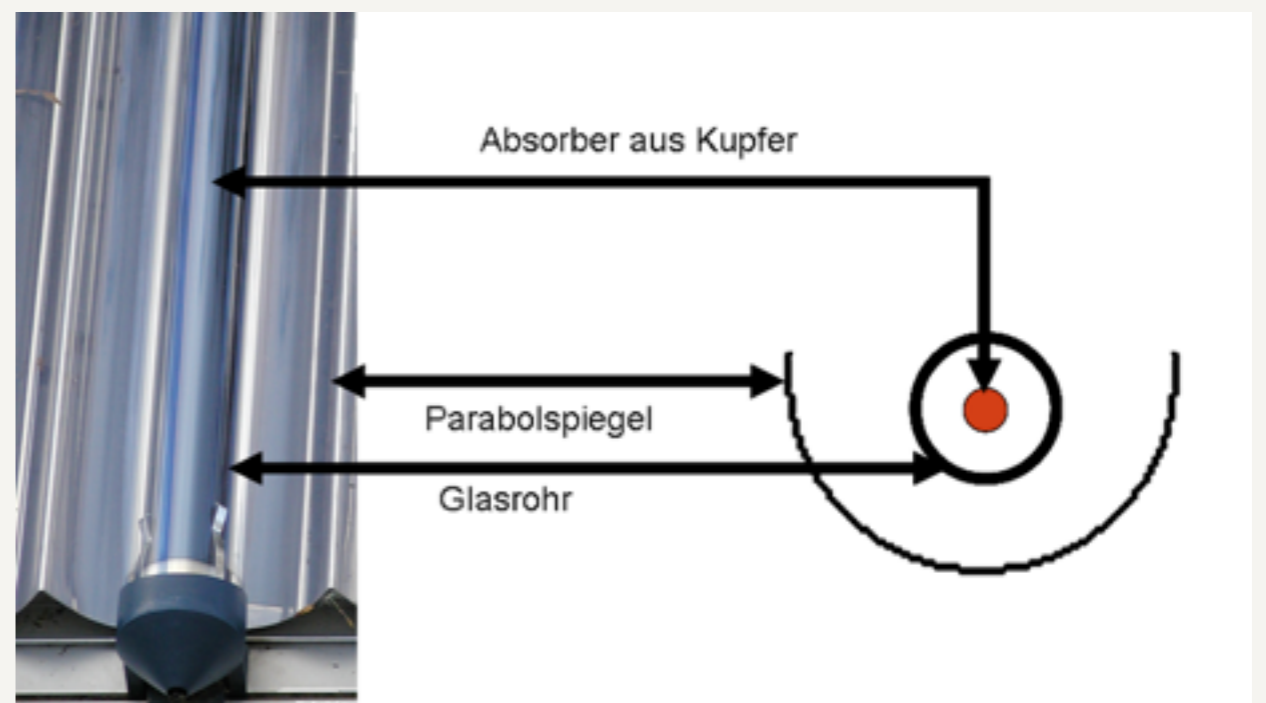
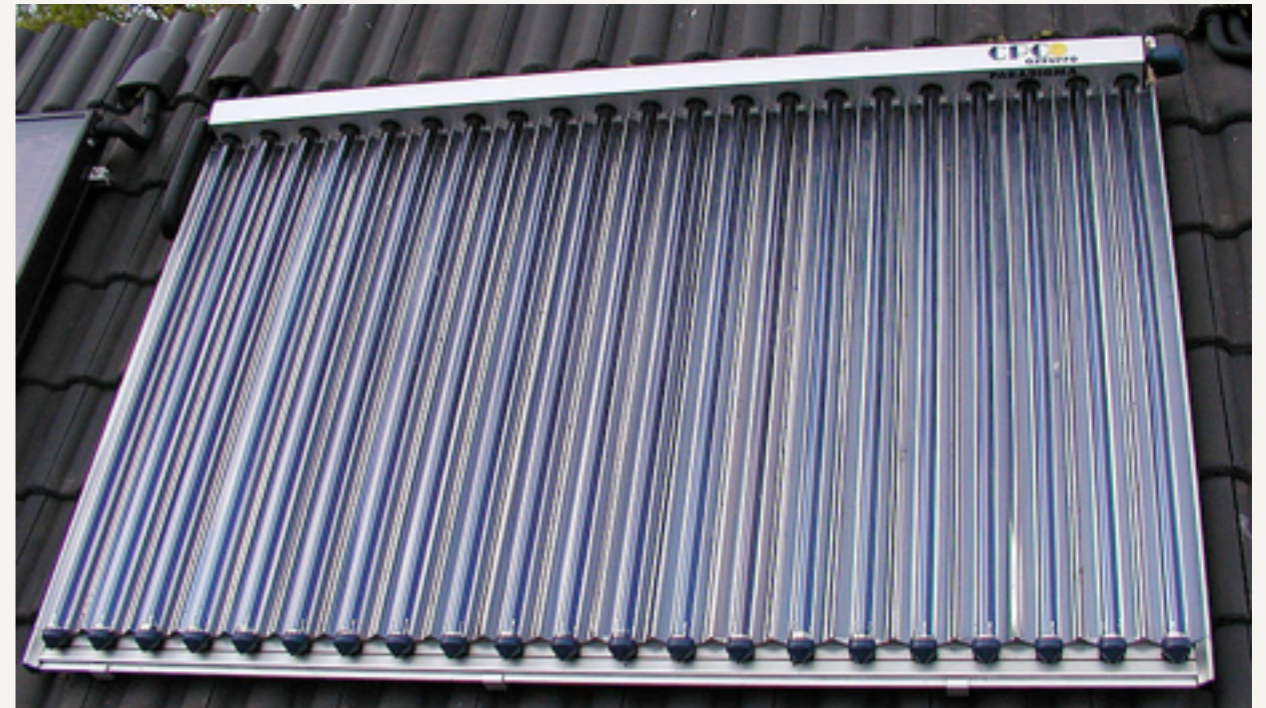
Flachkollektoren



- 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)

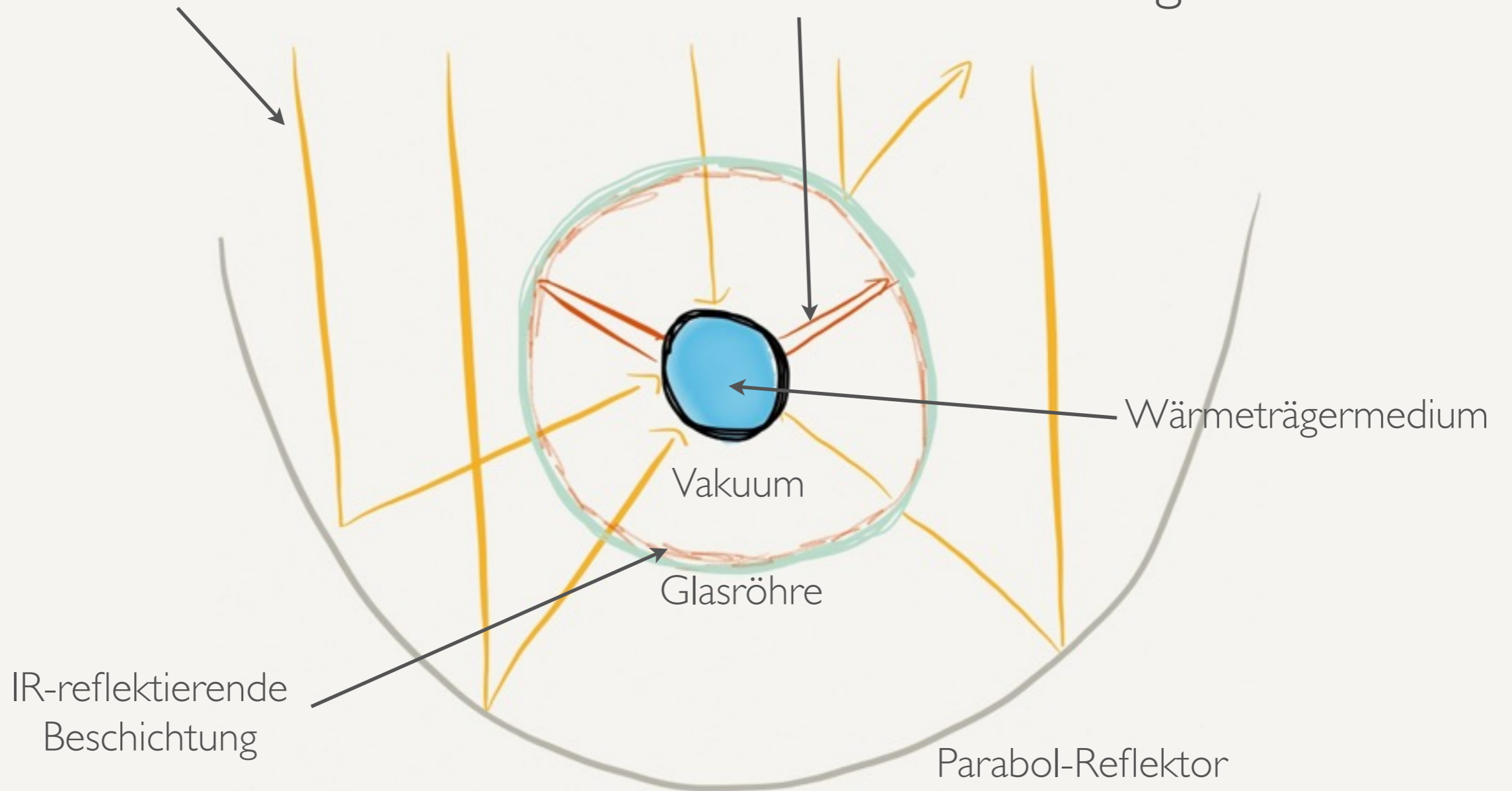


Vakuum-Röhrenkollektoren

Optik

Sonnenstrahlen

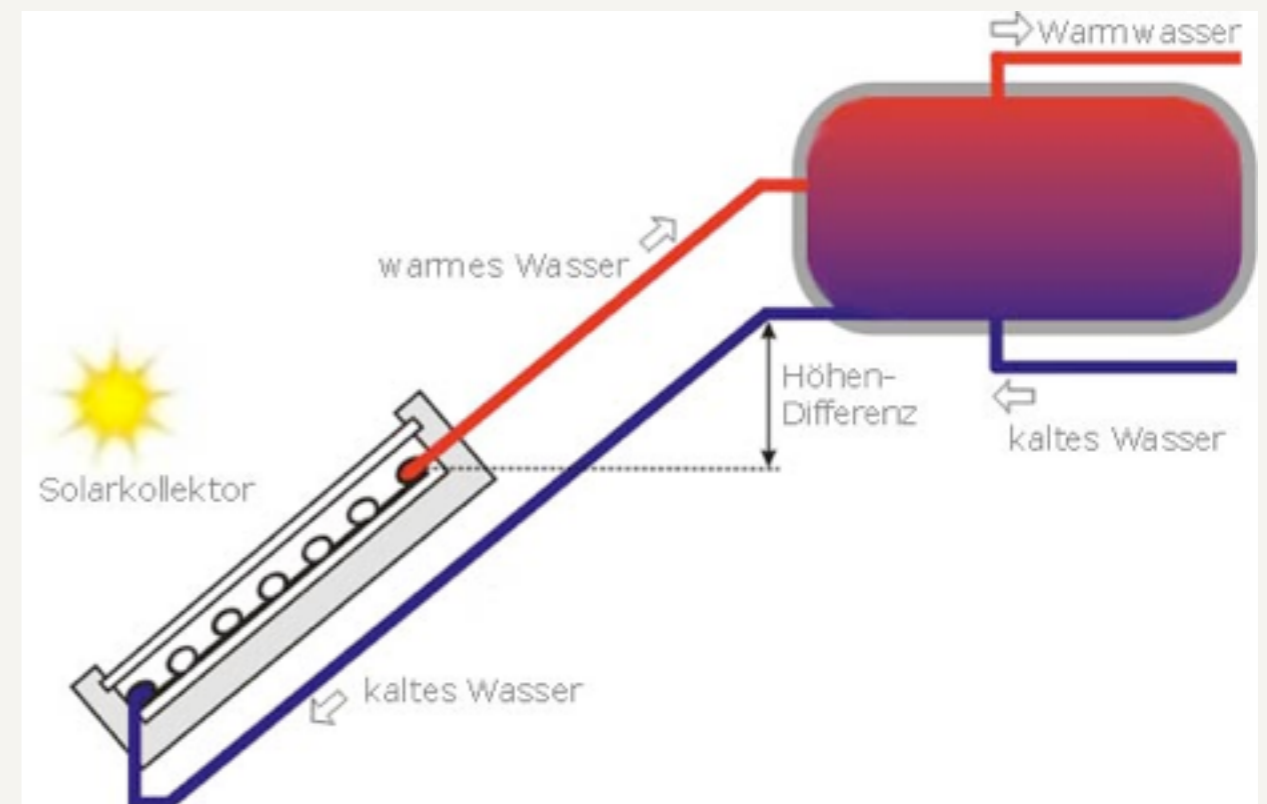
Wärmestrahlung



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

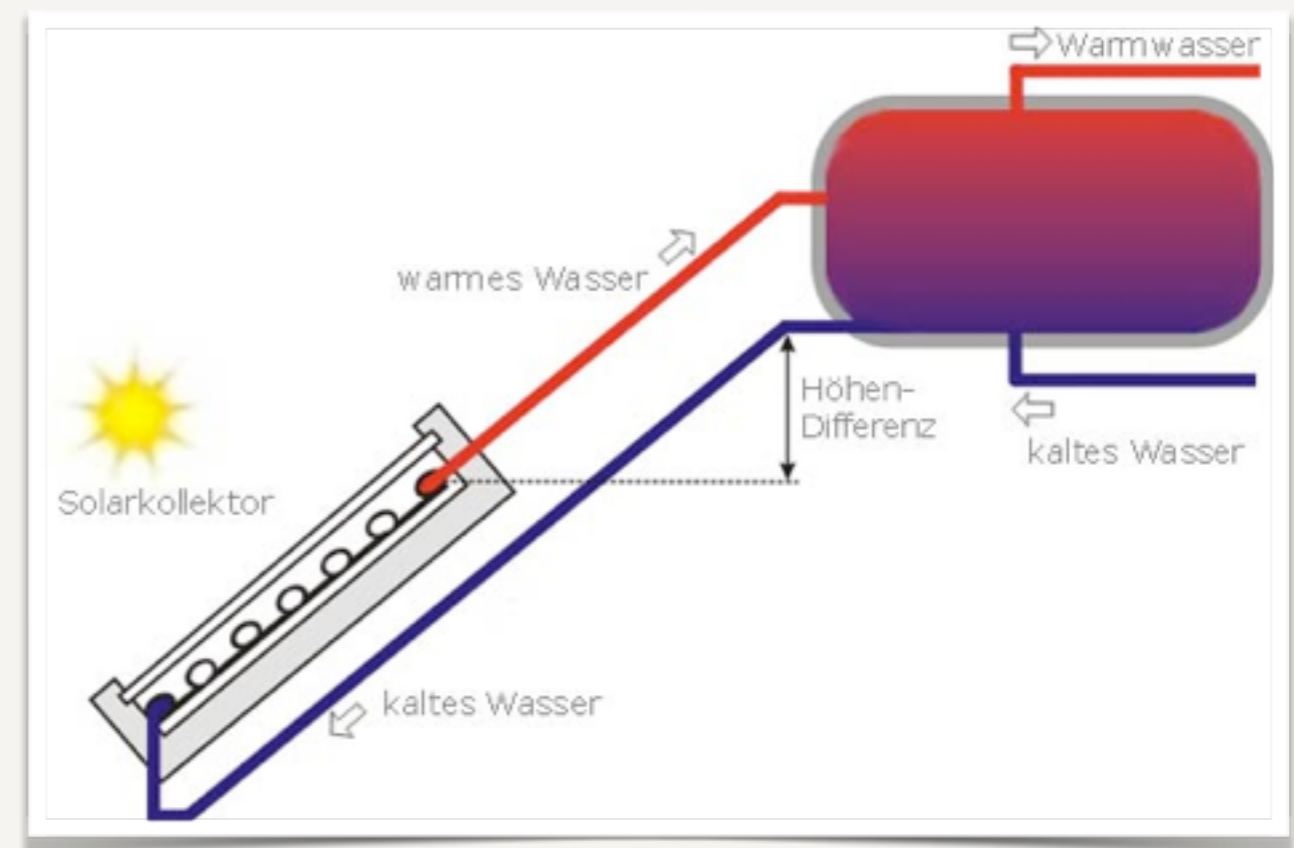


<http://www.paradigma.de/lexikon/thermosiphon/>

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

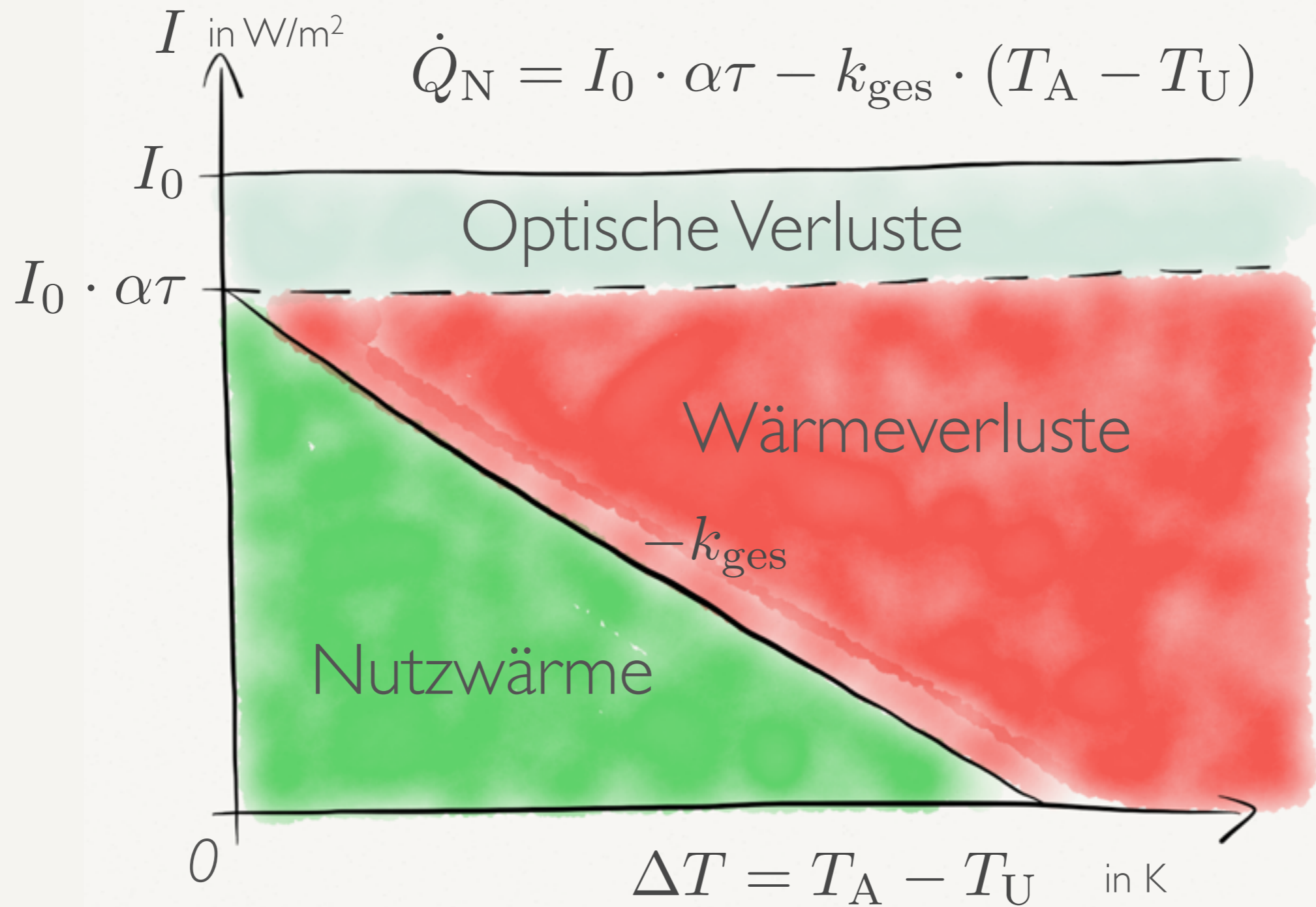
- Die eingestrahlte Energie wird teilweise am Deckglas reflektiert und nur teilweise absorbiert.
- Davon werden die Wärmeverluste abgezogen.

\dot{Q}_{Verlust}

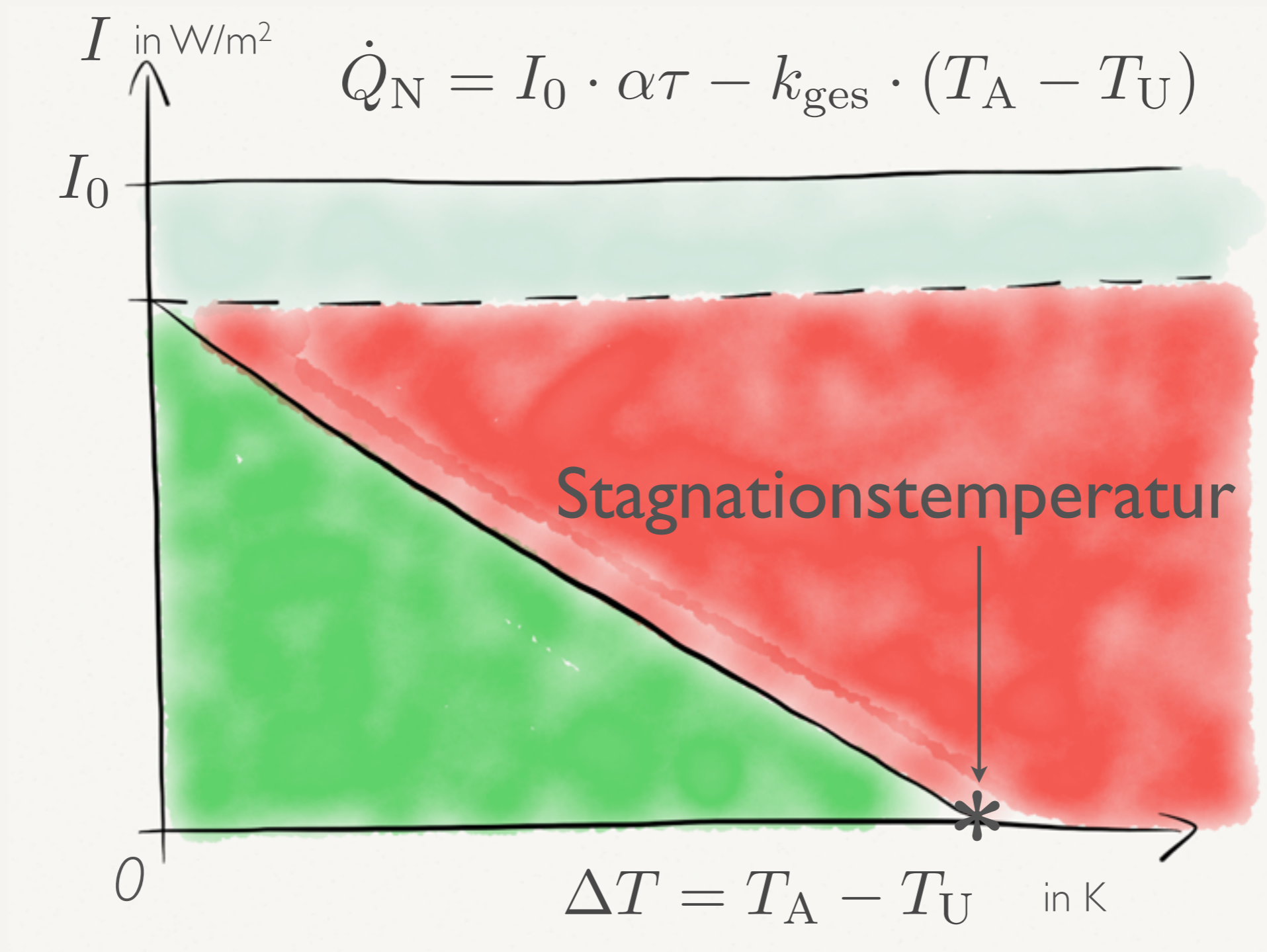
$$\dot{Q}_{\text{N}} = I_0 \cdot \alpha \tau - k_{\text{ges}} \cdot (T_{\text{A}} - T_{\text{U}})$$

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| \dot{Q}_{N} | Nutzwärme pro Zeit J/s = W |
| α | Absorption am Absorber |
| τ | Transmission Deckglas |
| I_0 | Sonnenstrahlung W/m ² |

Nutzwärme

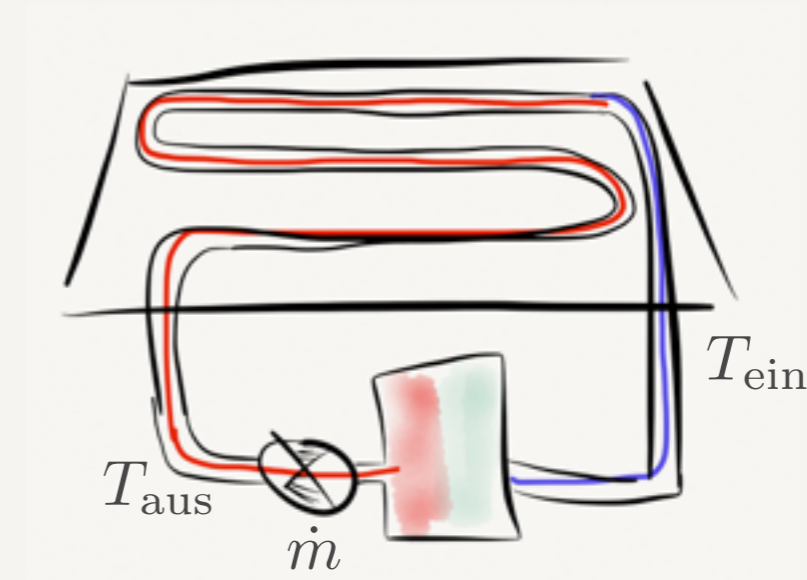


Stagnationstemperatur



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

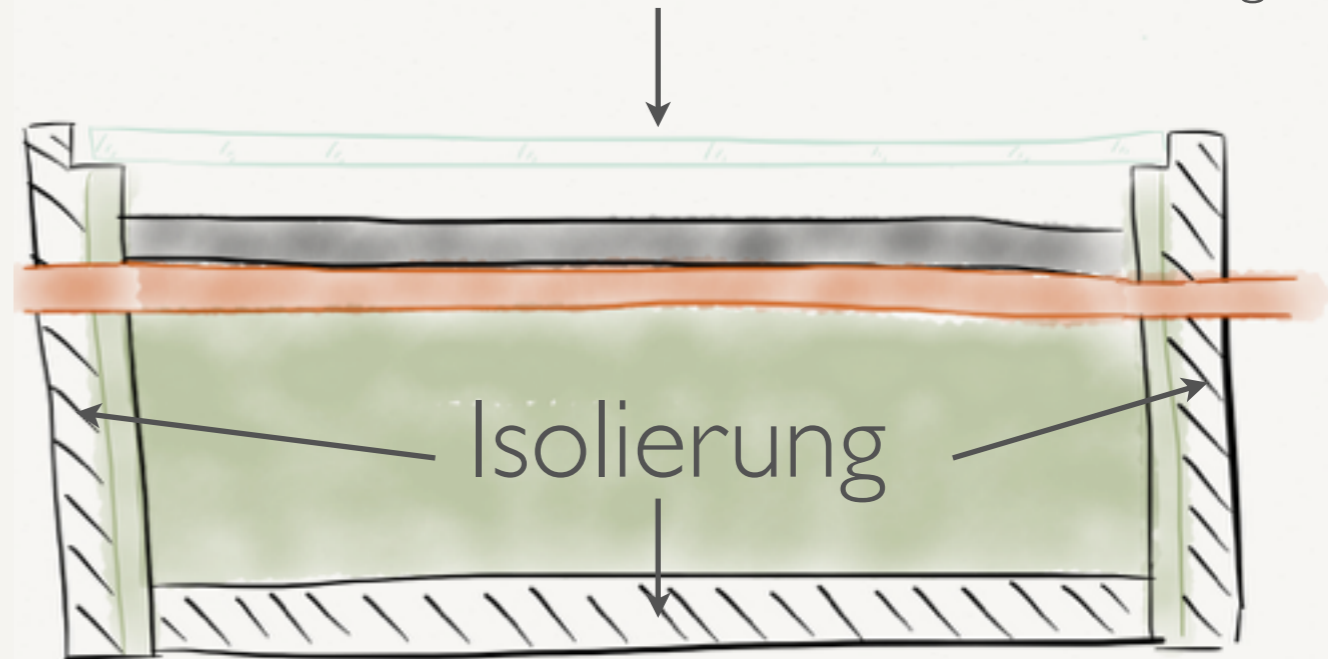
↑
Wärmekapazität

↑
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.

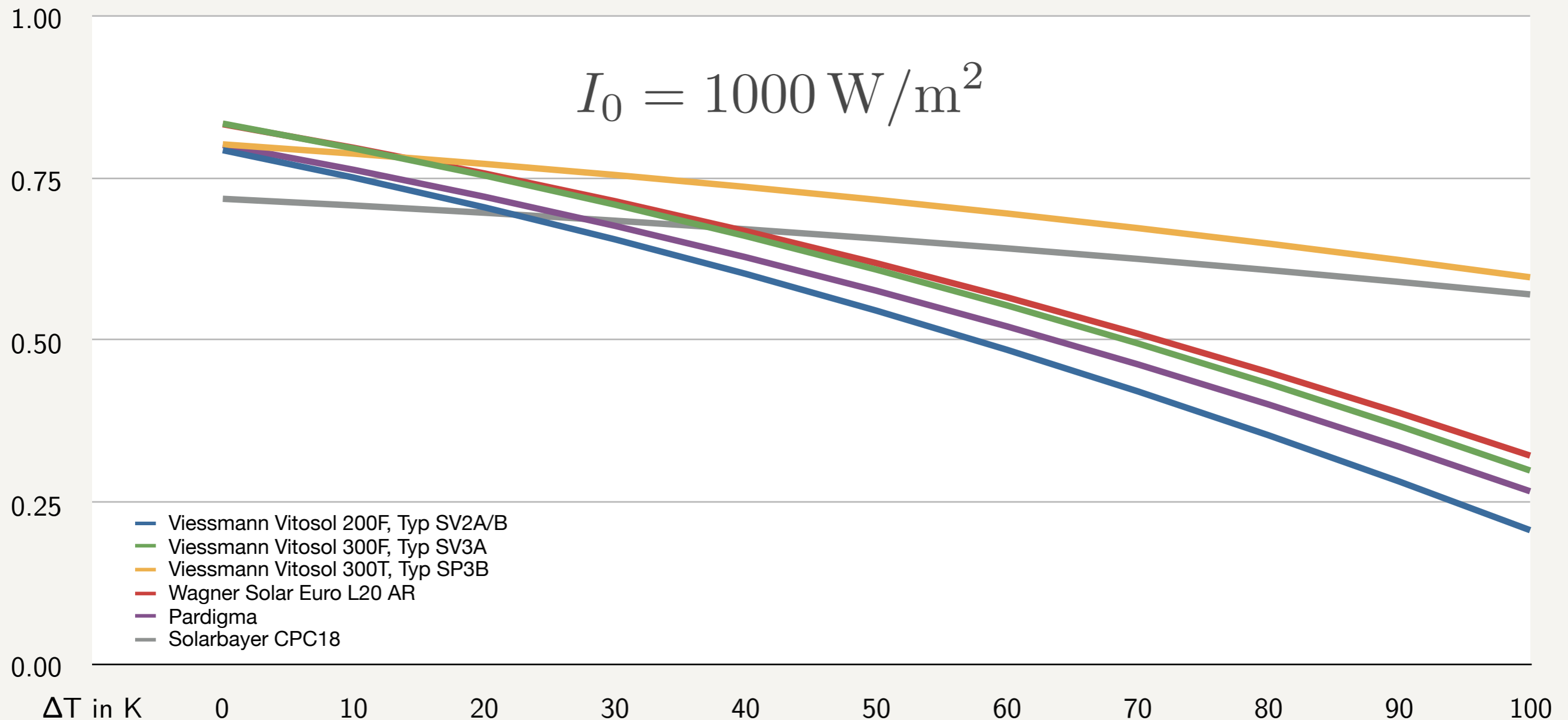
$$\eta = \frac{\dot{Q}_N}{I_0} = \alpha\tau - \frac{1}{I_0} \cdot [k_1 \cdot (T_A - T_U) + k_2 \cdot (T_A - T_U)^2]$$

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 |

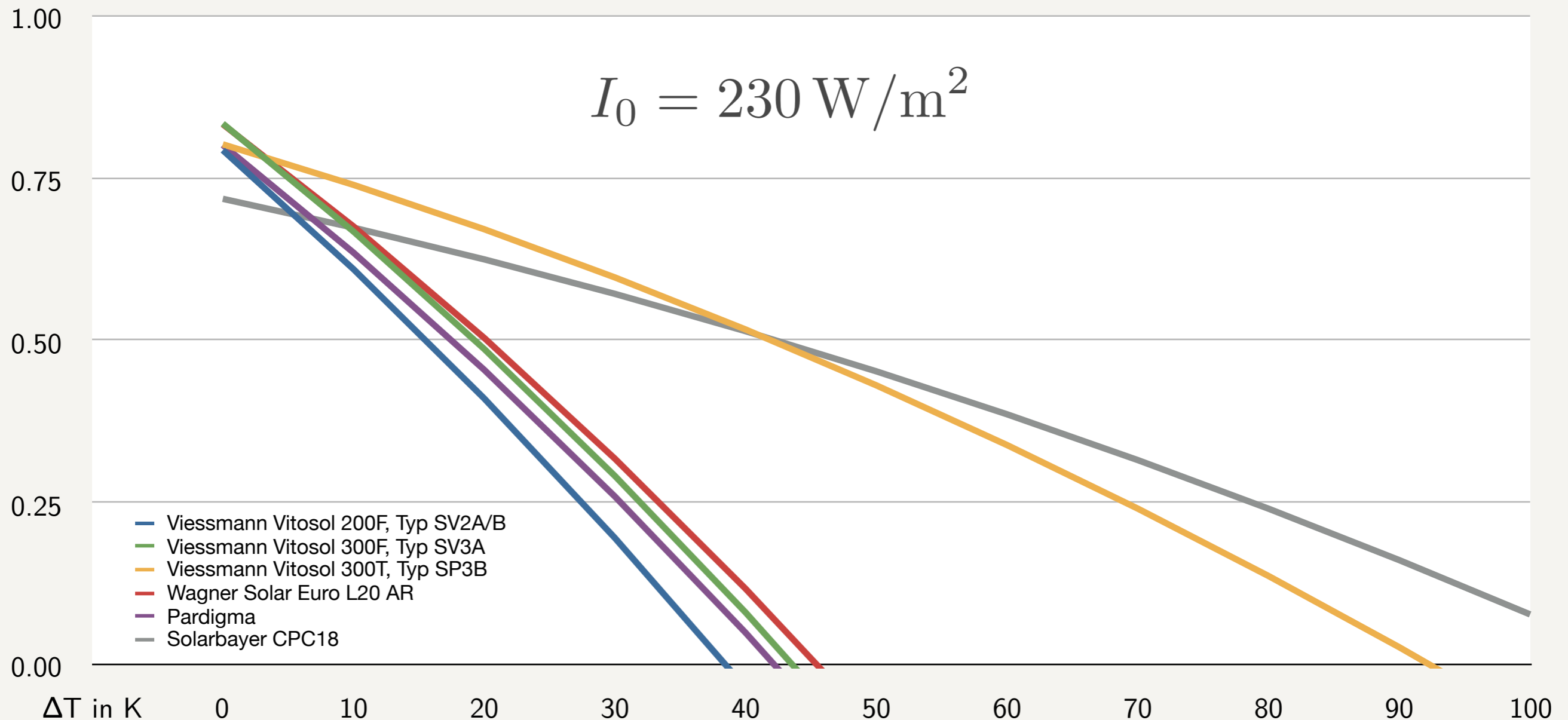
Wirkungsgrad auf dem Markt

Wirkungsgrade Solarkollektoren



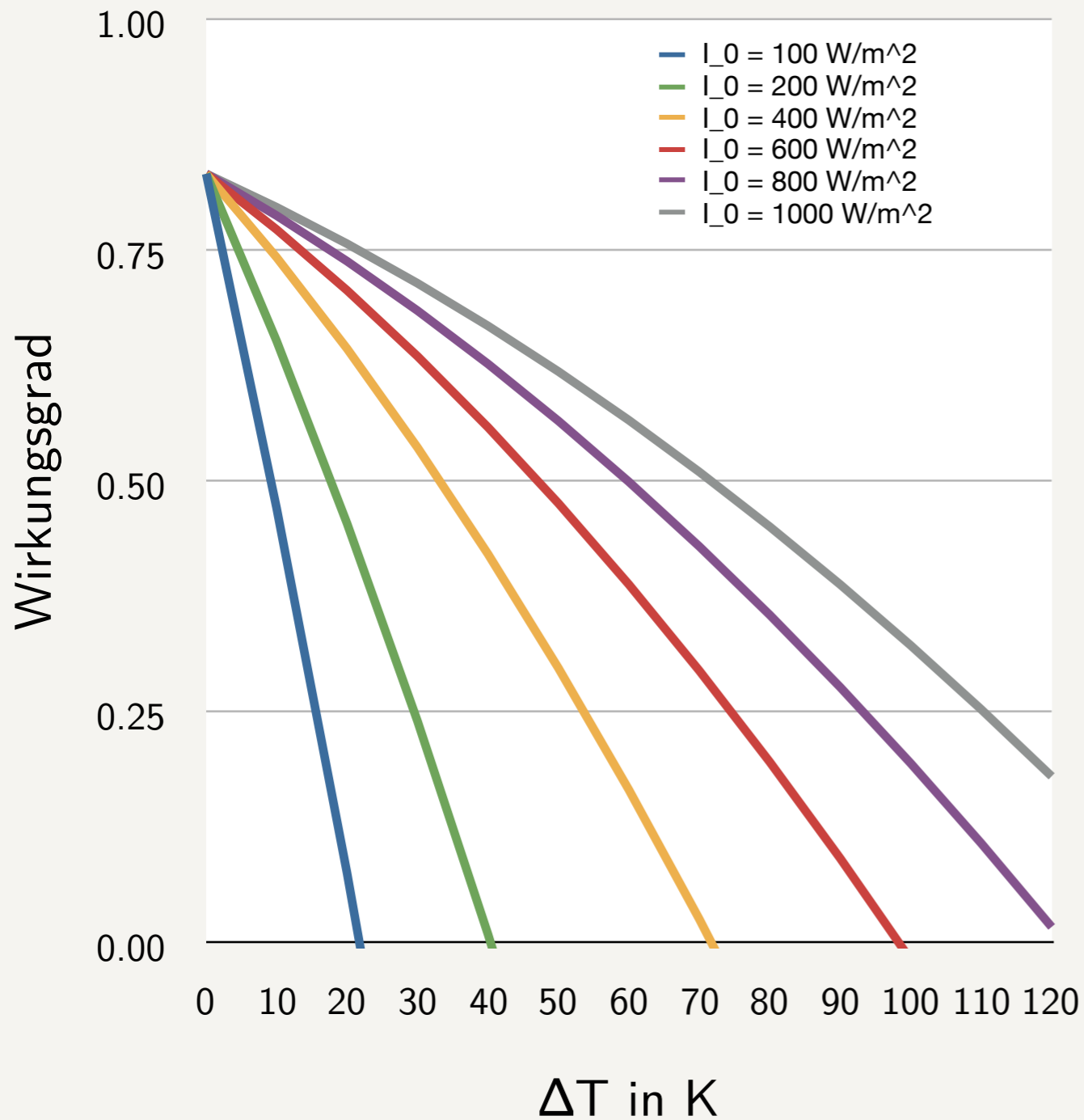
Wirkungsgrad auf dem Markt

Wirkungsgrade Solarkollektoren

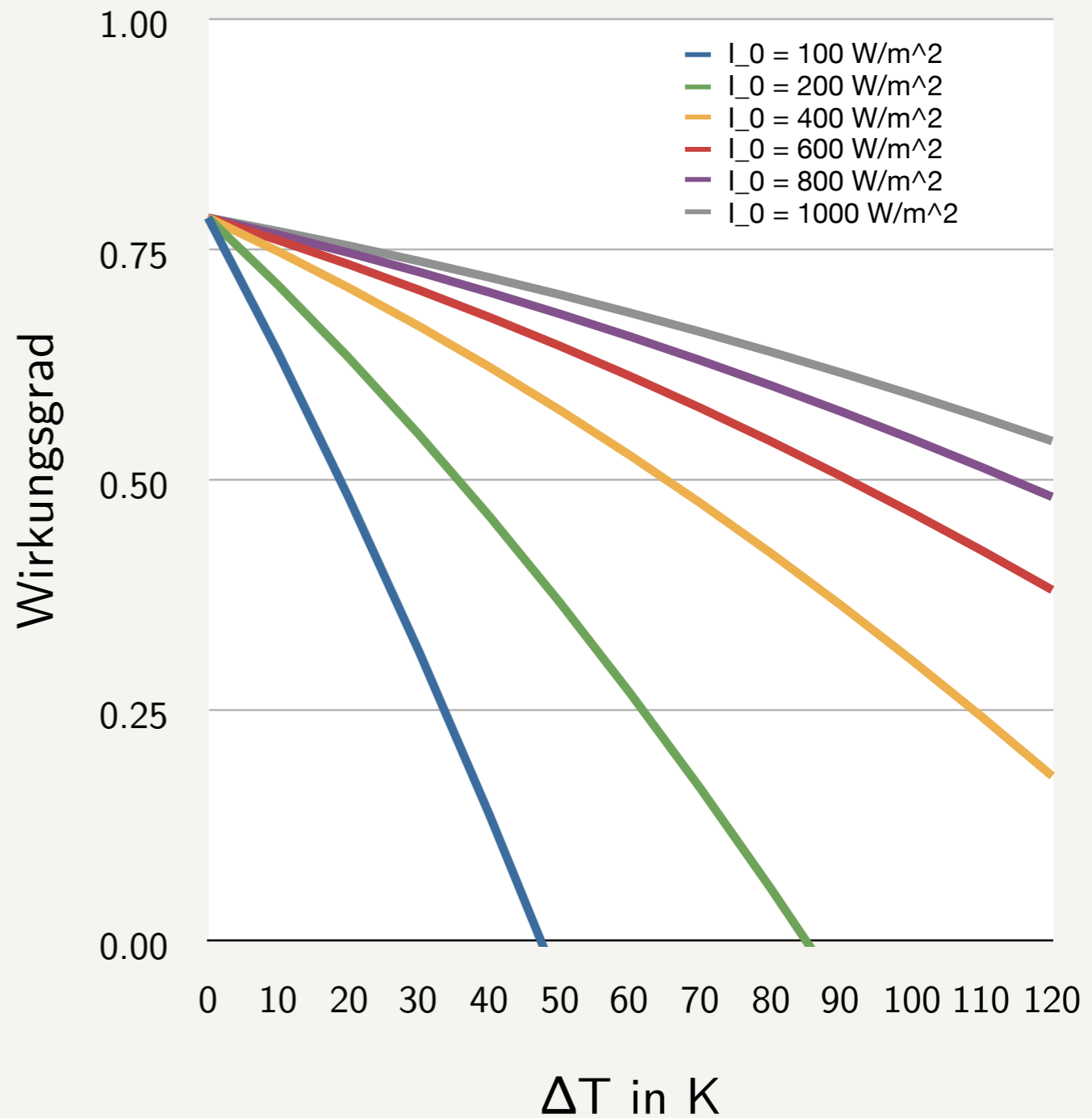


Wirkungsgrad auf dem Markt



Flachkollektor



Röhrenkollektor



Zielsetzung für Heute

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)6421 8007-0 | | |
| City | | | Cölbe | | | Fax | | +49 (0)6421 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) | Gross length | Gross width | Gross height | Gross area (A _G) | Power output per collector unit G = 1000 W/m ² T _m -T _a : | | | | |
| | [m ²] | [mm] | [mm] | [mm] | [m ²] | 0 K [W] | 10 K [W] | 30 K [W] | 50 K [W] | 70 K [W] |
| EURO L22 AR | 2.01 | 1933 | 1163 | 110 | 2.25 | 1676 | 1602 | 1435 | 1245 | 1032 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Collector efficiency parameters related to aperture area (A_a) | | | | | | η _{0a} | | 0.833 | | - |
| Type of fluid and flow rate see note 1 | | | | | | β _{1a} | | 3.55 | | W/(m ² K) |
| | | | | | | β _{2a} | | 0.0146 | | W/(m ² K ²) |
| Stagnation temperature - Weather conditions see note 2 | | | | | | t _{stg} | | 208 | | °C |
| Effective thermal capacity | | | | | | C _{eff} = C/A _a | | 5.5 | | kJ/(m ² K) |
| Max. operation pressure - see note 3 | | | | | | p _{max} | | 1000 | | kPa |
| | | | | | | θ _r / θ _i | | 50° | | |

<http://www.dincertco.tuv.com/registrations/60073333?locale=de>
http://www.dincertco.tuv.com/search/companies_with_product?locale=de&title_id=30