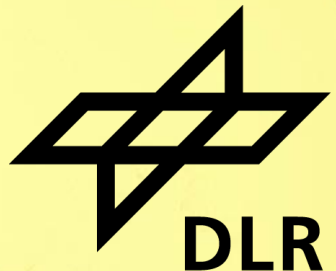


SONNE IM FOKUS: SOLARE WÄRME FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Volkshochschule Stuttgart. Veranstaltungsreihe „Fragen an die Wissenschaft“

18. März 2025, TREFFPUNKT Rotebühlplatz, Stuttgart

Dr.-Ing. Tobias Hirsch, DLR Institut für Solarforschung



Was Sie erwartet ...



- Das DLR Institut für Solarforschung
- Unsere Sonne als Energiequelle
- Prinzip der solaren Konzentration
- Wärmebedarf in der Industrie
- Solarkollektoren für unterschiedliche Temperaturen
- Beispiele realisierter Anlagen
- Vorteile solarthermischer Systeme
- Zusammenfassung

Forschungszentrum + Raumfahrtagentur + Projektträger



LUFTFAHRT



RAUMFAHRT



ENERGIE



VERKEHR



SICHERHEIT

zivile & wehrtechnische Sicherheitsforschung



DIGITALISIERUNG

Quantentechnologien & Systemmodellierung



- Größtes Forschungszentrum Europas für Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr
- Enge Zusammenarbeit mit Wissenschaft, Wirtschaft und Behörden
- Beteiligungsführendes Ministerium BMWK, institutionelle Förderung durch BMVg, Projektförderung durch BMI, BMBF, BMDV u.v.m.



Ihr Referent



Dr.-Ing. Tobias Hirsch

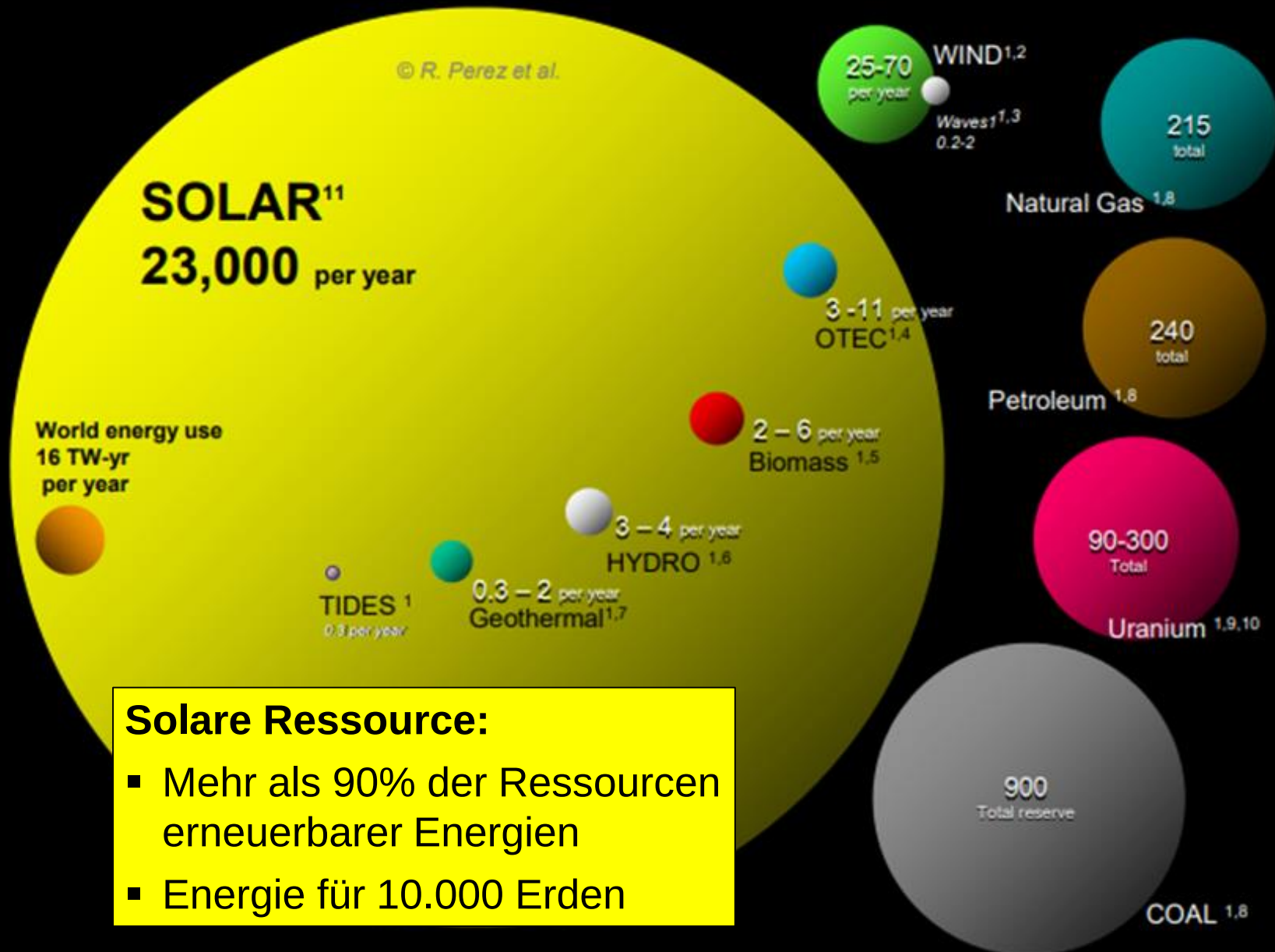
DLR Institut für Solarforschung

Abteilung Nachhaltige Systemverfahrenstechnik

Teamleiter für Systemmodellierung

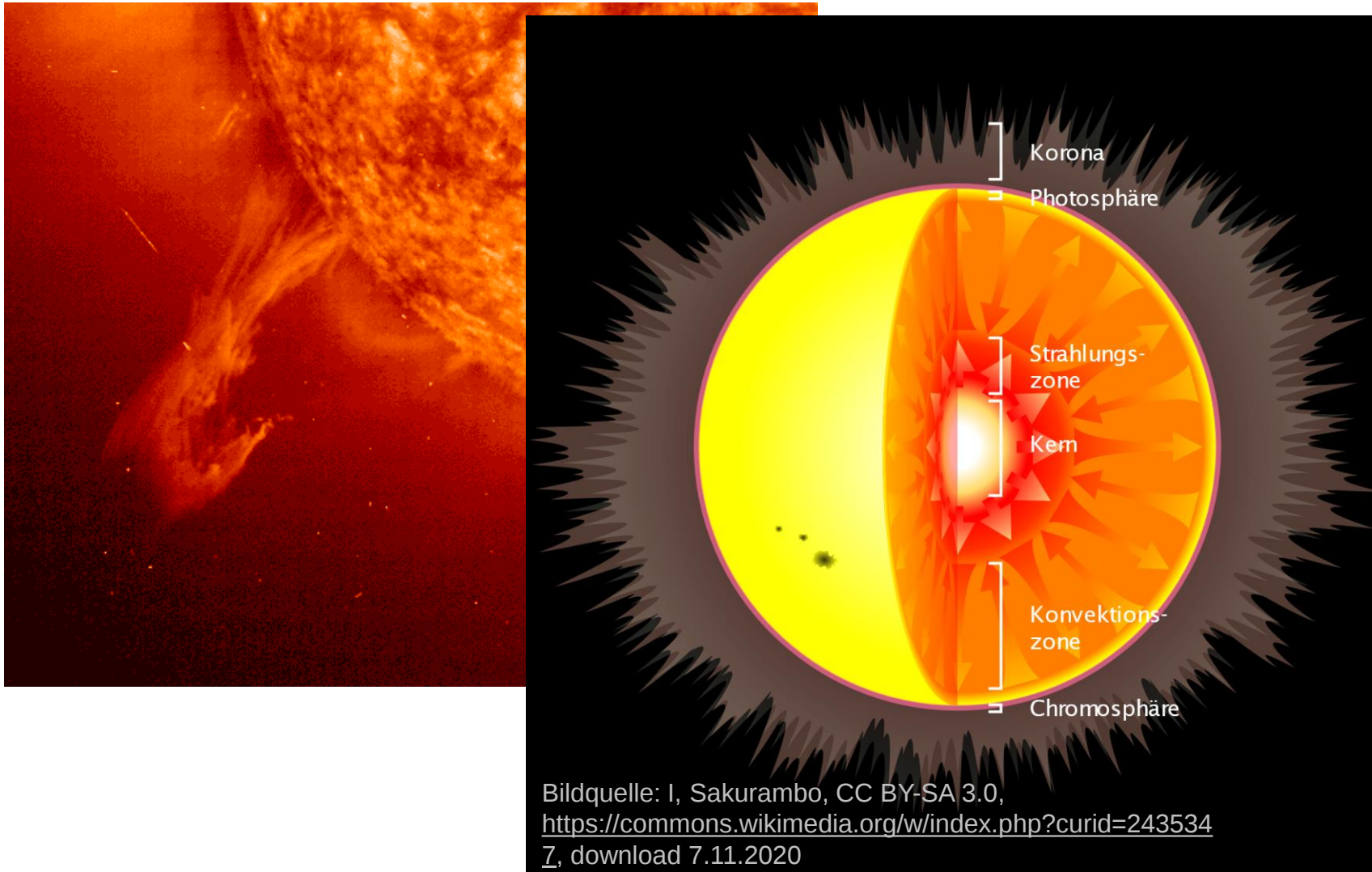
Lehrbeauftragter an der Universität Stuttgart

Die Sonne: Energie für die Zukunft



Erläuterung: Verhältnisse sind als Kugeln dargestellt.

Unsere Sonne als Energiequelle



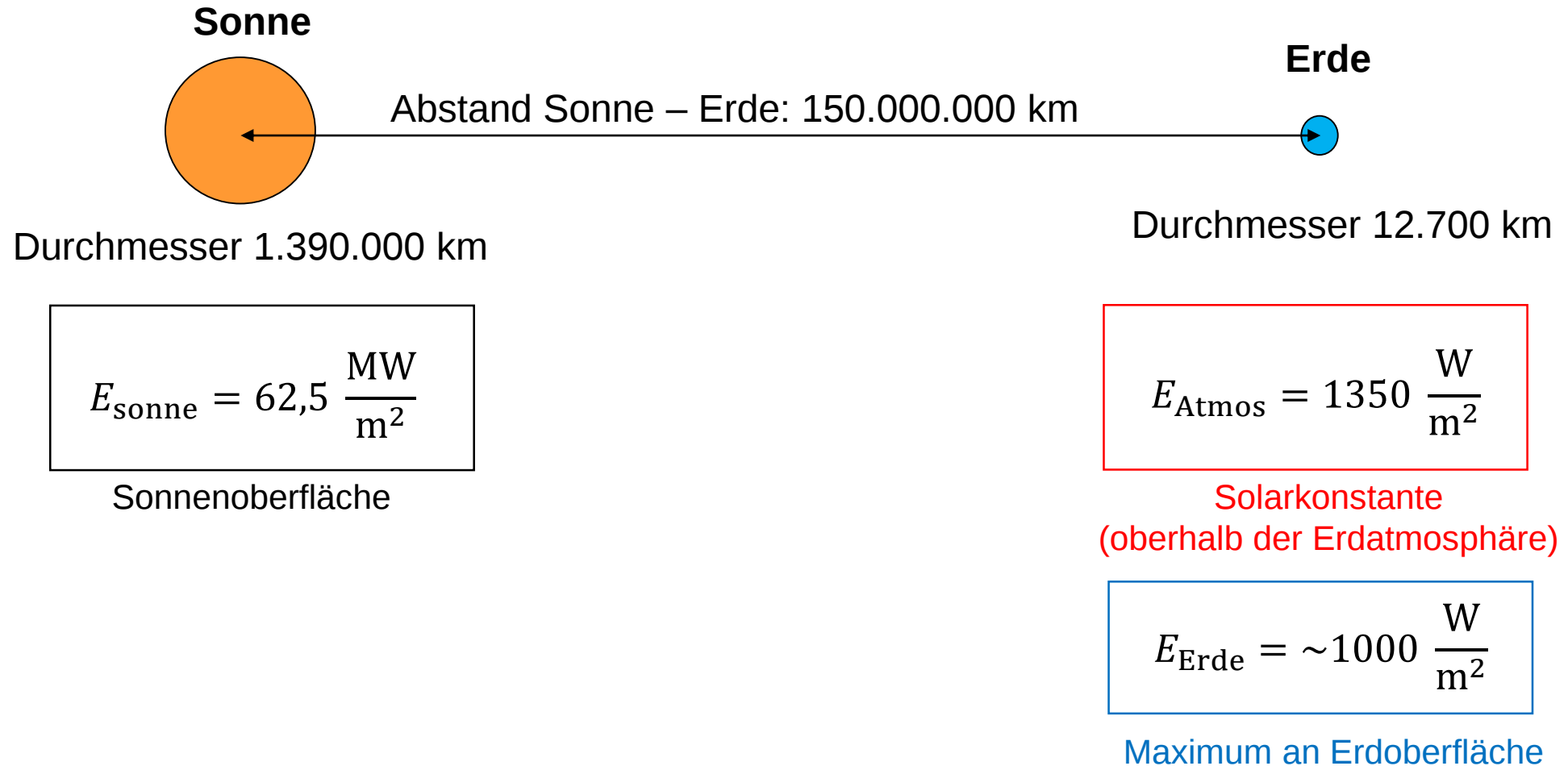
Abstrahlleistung an
Sonnenoberfläche:

$$E_{\text{sonne}} = 62,5 \frac{\text{MW}}{\text{m}^2}$$

Zum Vergleich:
Leistung einer Kochplatte:
ca. 0,002 MW

Leistung von 30.000
Kochplatten auf einem
Quadratmeter!

Strahlungsleistung auf der Erde

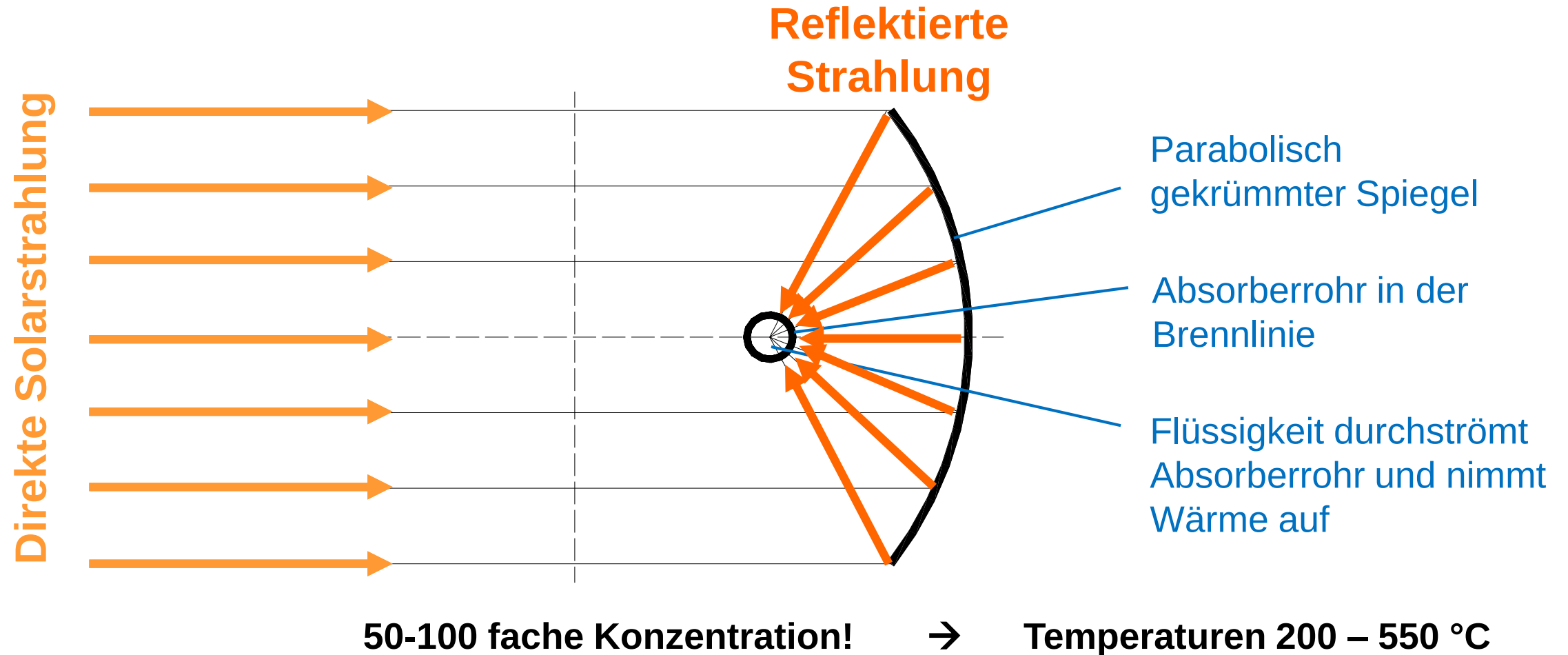


Wie kann Energie aus Solarstrahlung gewonnen werden?



©www.ClipartsFree.de

Konzentration von Solarstrahlung mittels Parabolrinnenkollektoren



Konzentration von Solarstrahlung mittels Parabolrinnenkollektoren

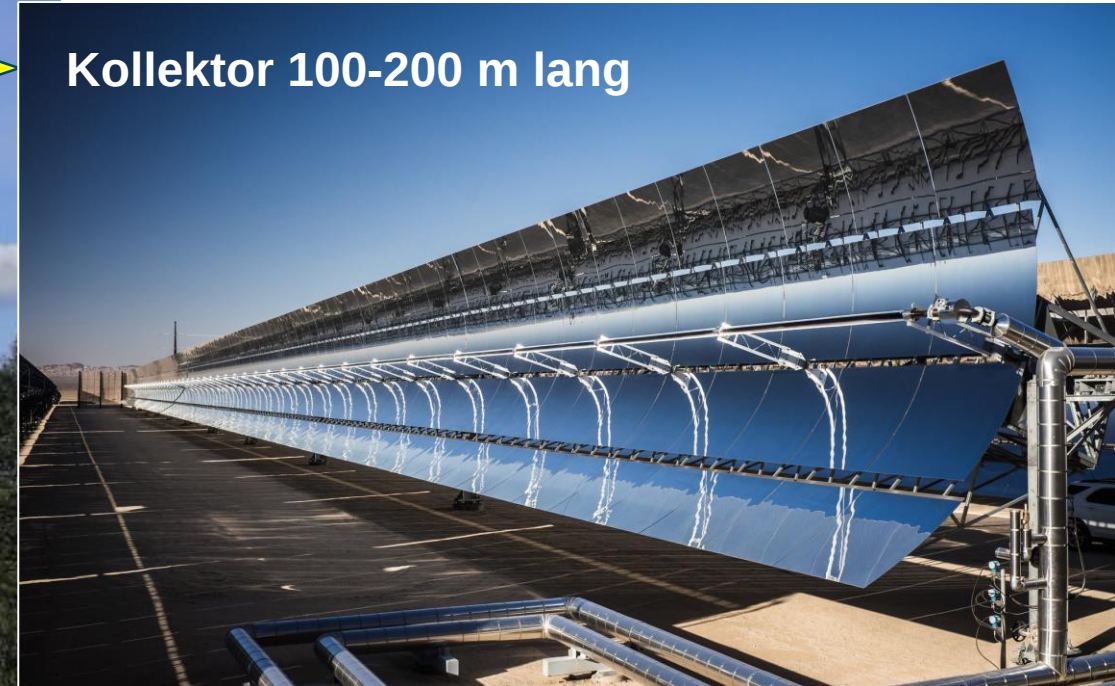
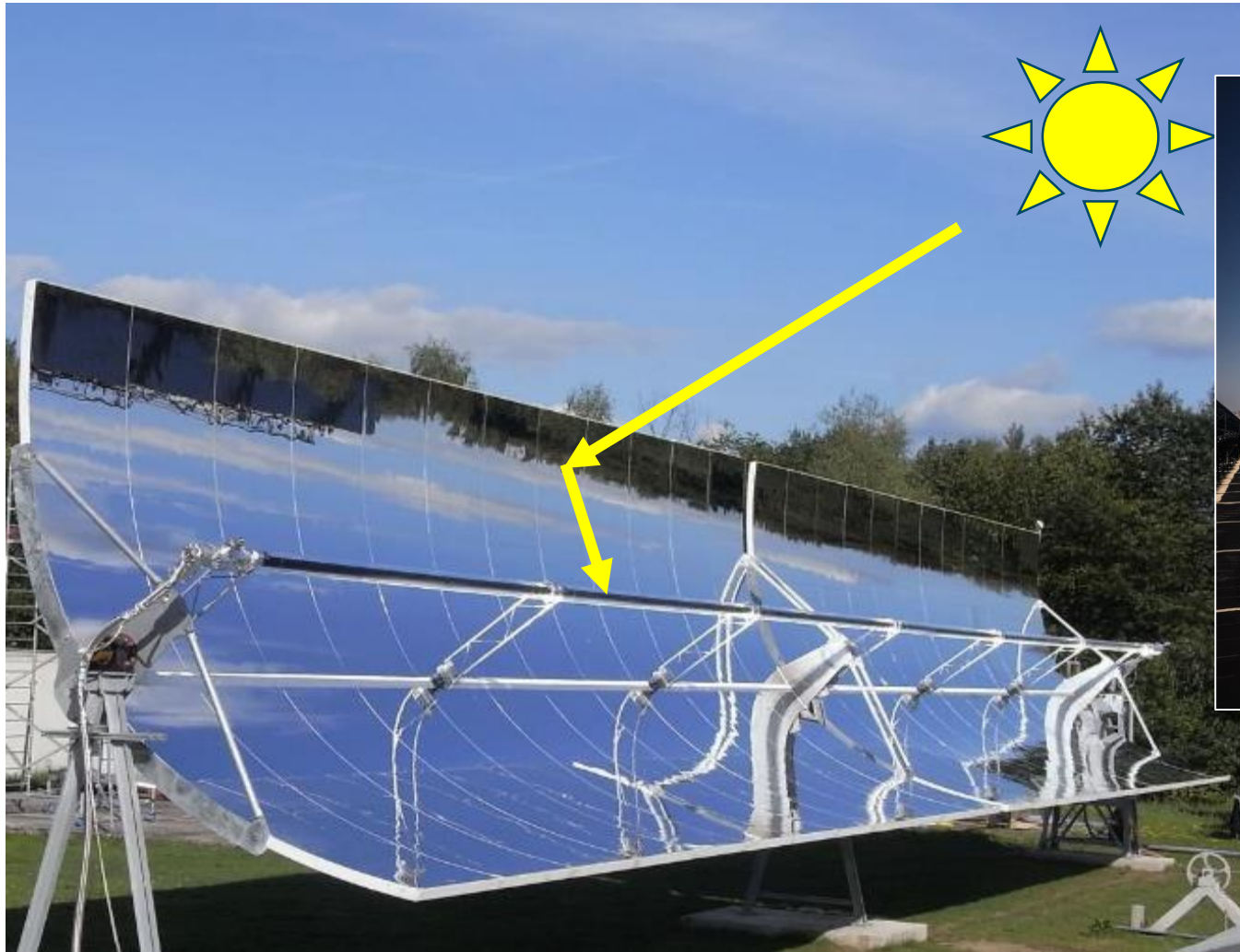


Bild: links: DLR; rechts:
https://www.sbp.de/fileadmin/sbp.de/projects/213F0D4D0849B333C1258401003602B7_0_1_2014-10-10_DSC06608_MAX.jpg; download 21.11.2020

Parabolrinnenkraftwerke zur Stromerzeugung

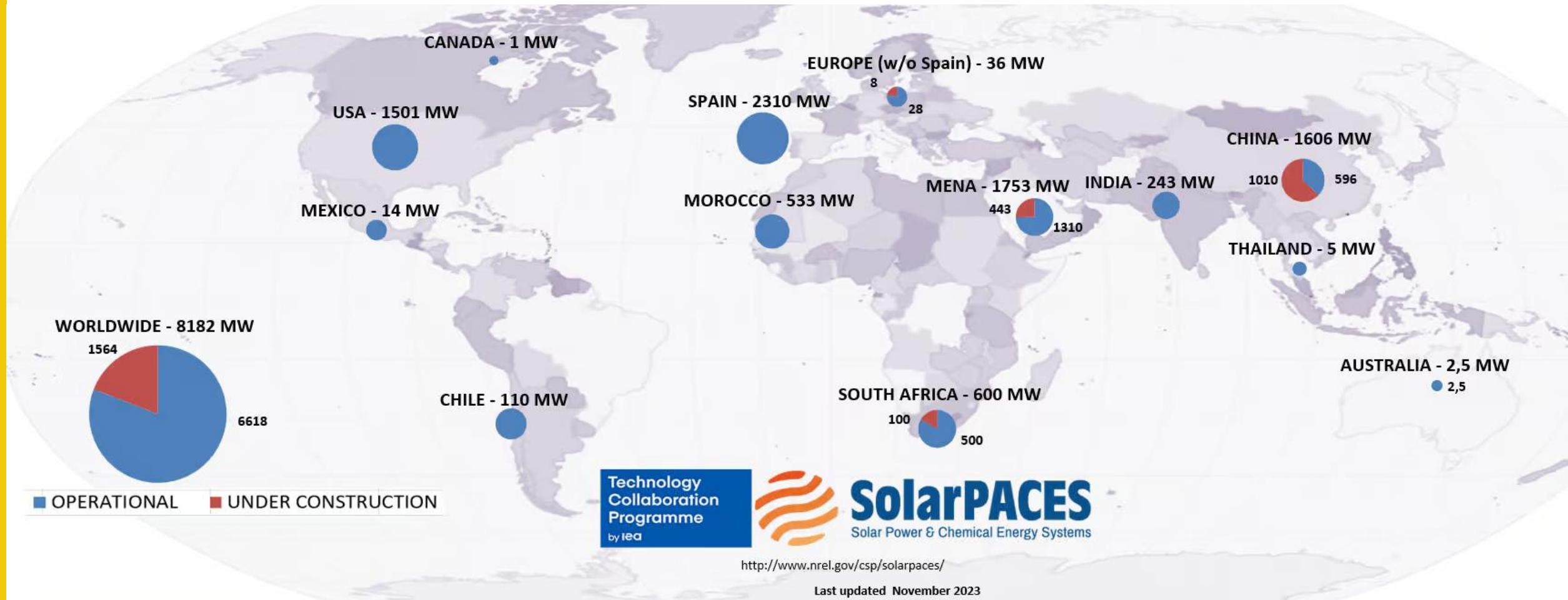


Andasol 1-3 (Spanien):
1.5 Millionen qm Kollektorfläche
Elektrische Leistung 3x50 MW
Speicherkapazität 8 h

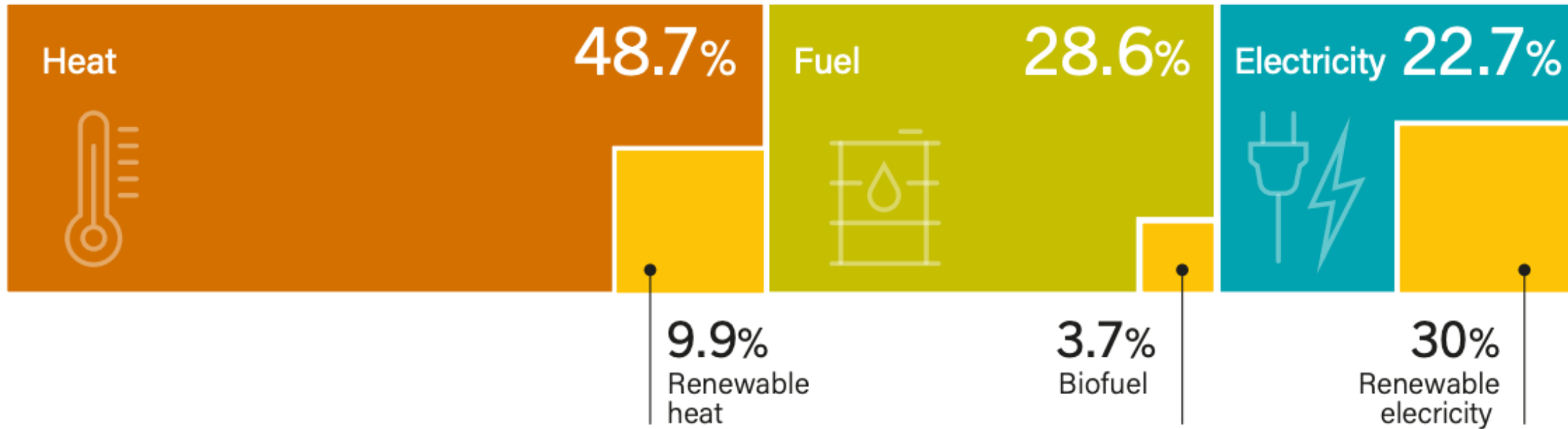


Solana (USA):
2.2 Millionen qm Kollektorfläche
Elektrische Leistung 2x125 MW
Speicherkapazität 10 h

Etablierte Technologie für die solare Stromproduktion



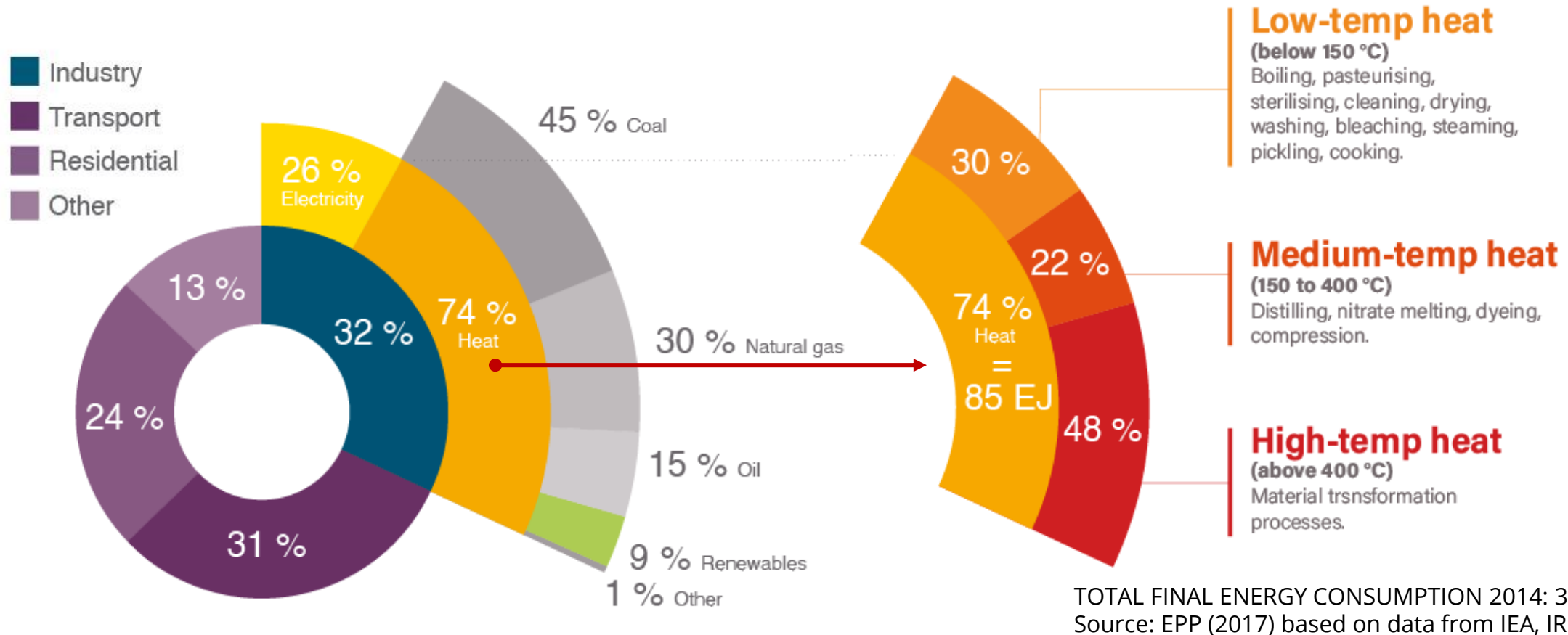
Energiewende: Heat is Half!



Anteile des weltweiten Endenergieverbrauchs nach Energieträgern und jeweiliger Anteil erneuerbarer Bereitstellung, 2020

Quelle: REN 21, Renewables 2023 Global Status Report – Renewables Energy Supply, p12.

Wärmebedarf in der Industrie

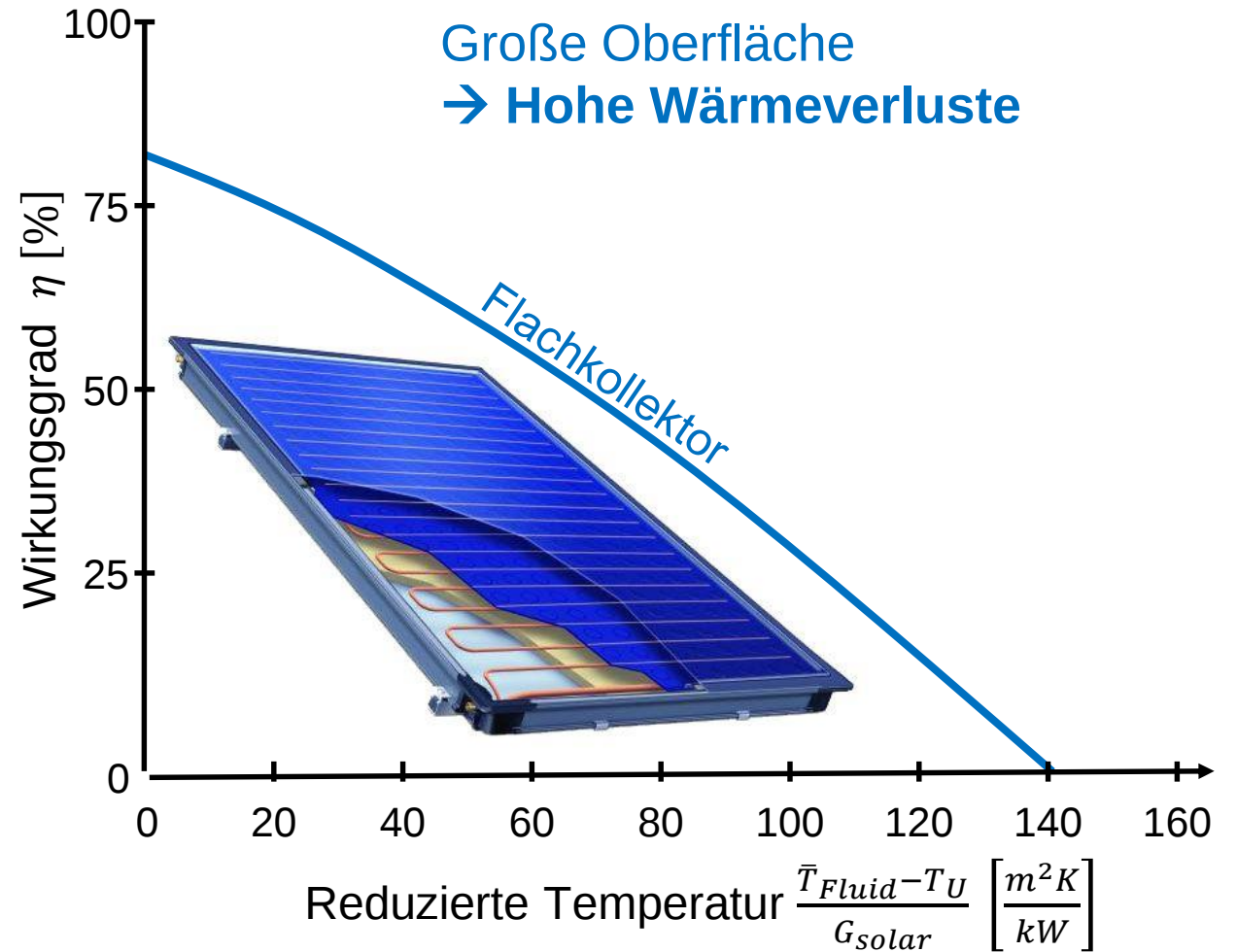
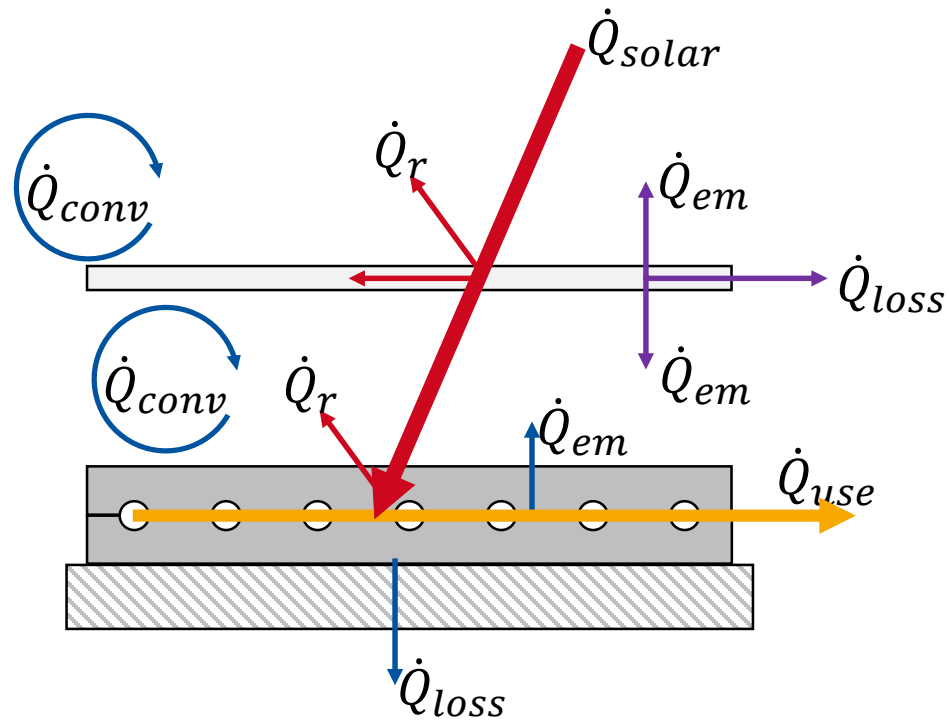


Schätzungen gehen davon aus, dass bis zu 10% des Wärmebedarfs mittels konzentrierender Solarsysteme gedeckt werden könnten!

Wirkungsgrad eines Flachkollektors

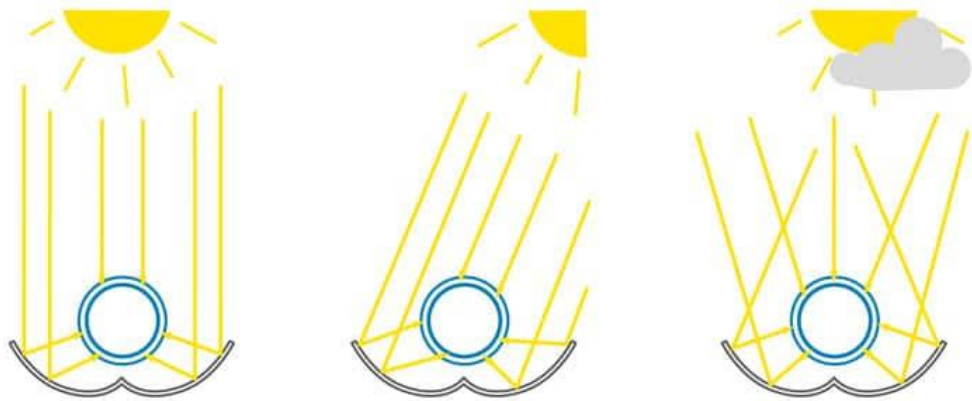
Wärmebilanz am Flachkollektor

nach Schabbach et al.: Solarthermie, 2014; Solarbayer

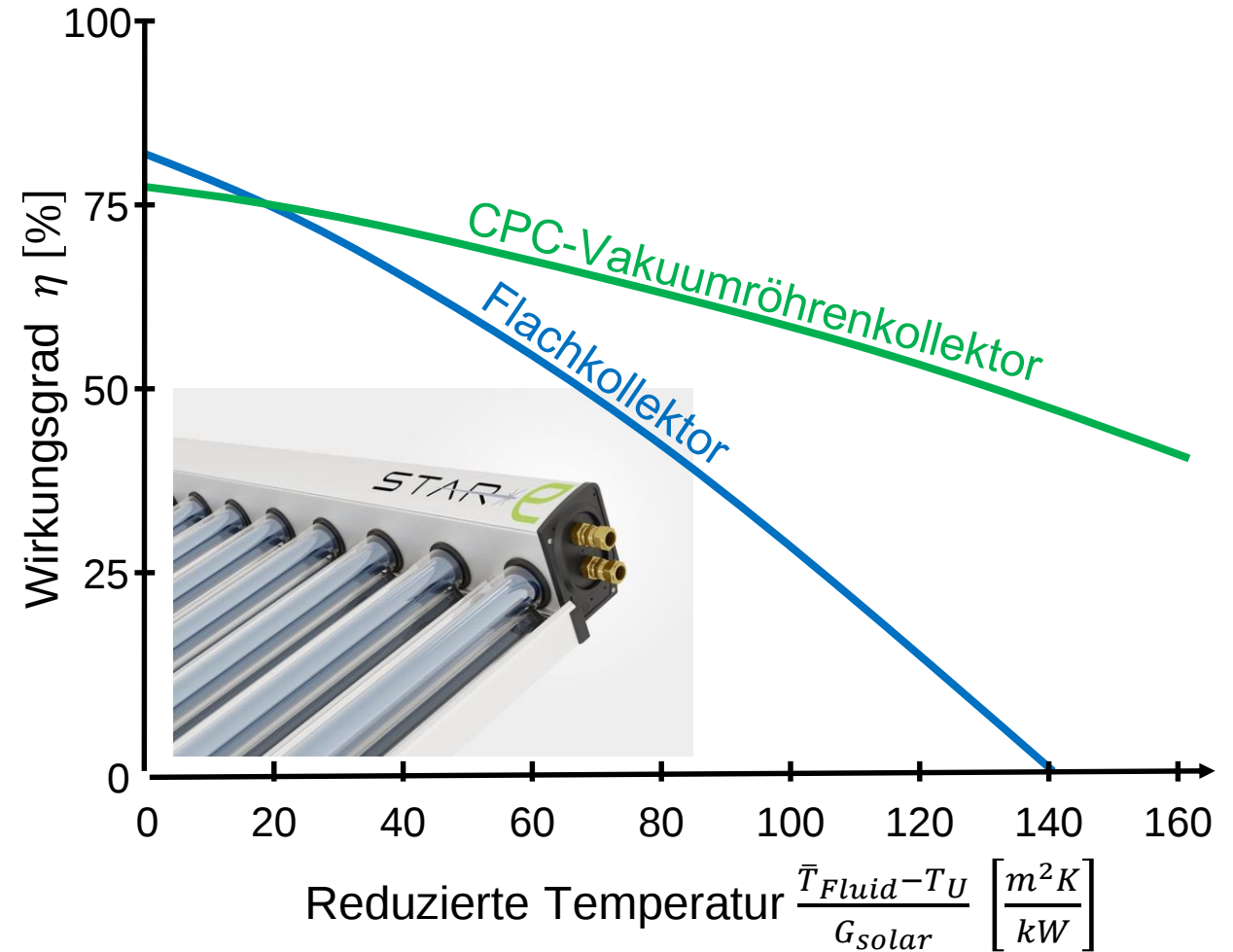


Wirkungsgrad eines CPC-Vakuumröhrenkollektors

Funktionsprinzip Vakuumröhrenkollektors mit CPC-Spiegeln

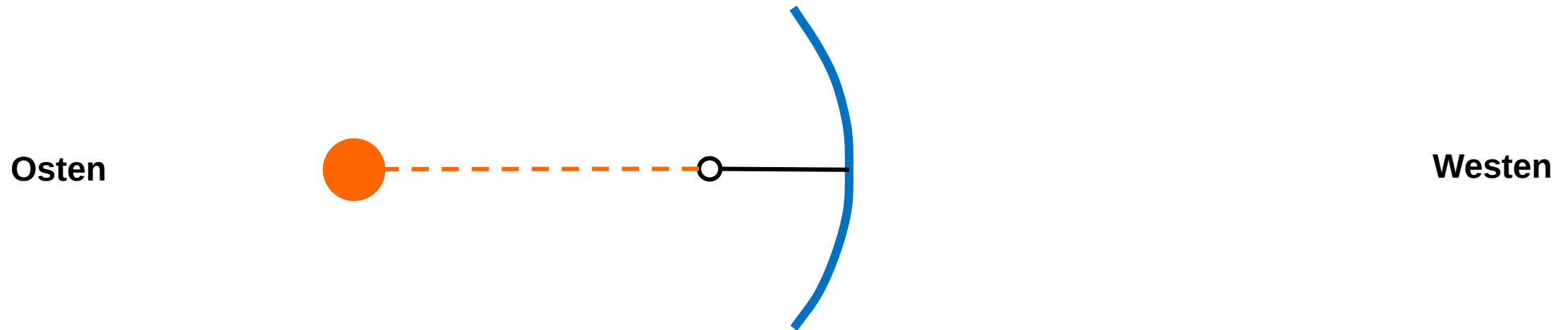


- Konzentration der Strahlung durch Spiegel reduziert die Oberfläche des Absorberrohrs
- Glashüllrohr mit Vakuum reduziert Wärmeverluste an die Umgebung.
- Konzentration begrenzt, da feststehende Spiegel

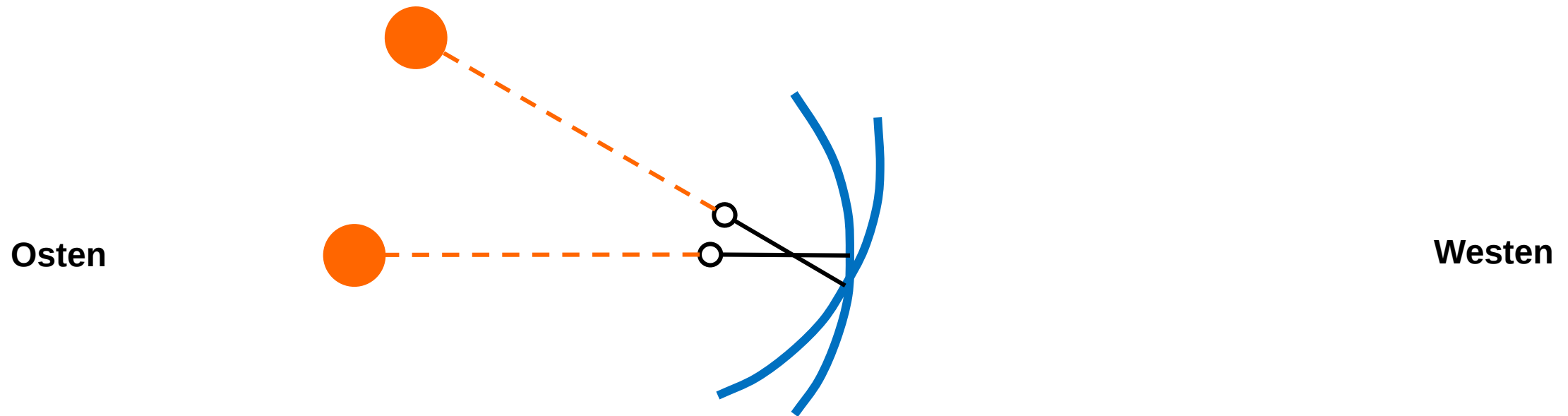


Quelle Bilder: Paradigma: <https://www.paradigma.de/produkte/solarthermie/solarkollektoren/>, download 14.03.2025

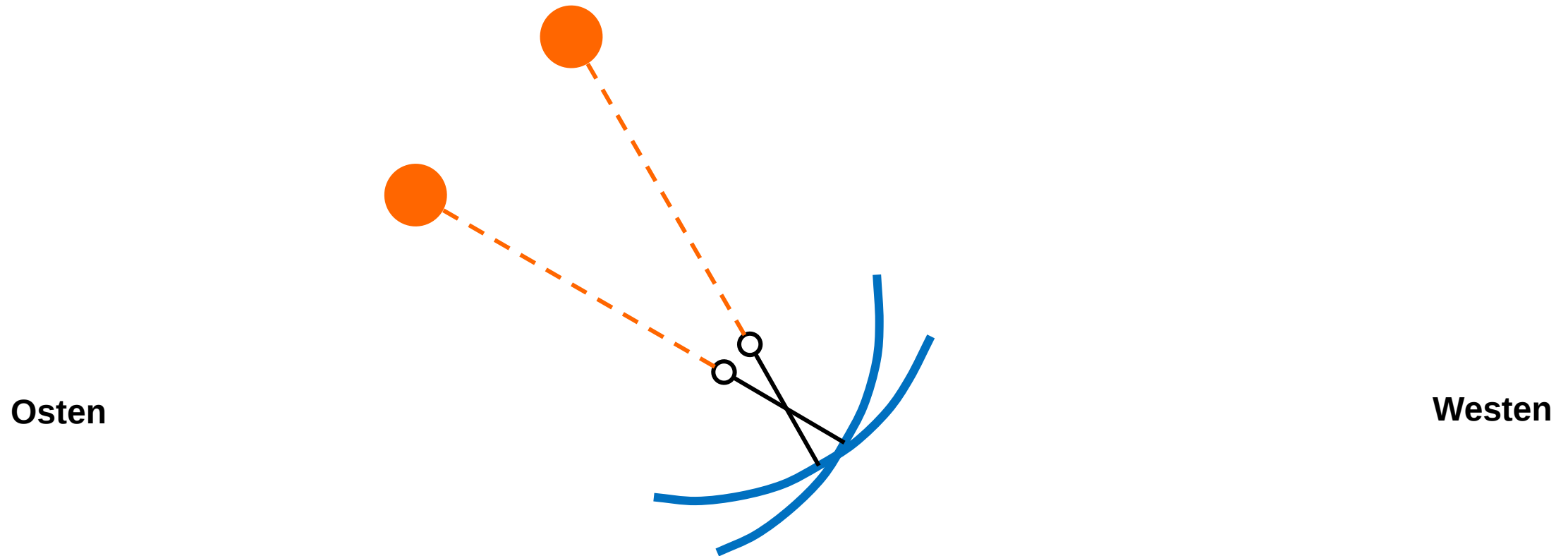
Nachführung eines Parabolrinnenkollektors



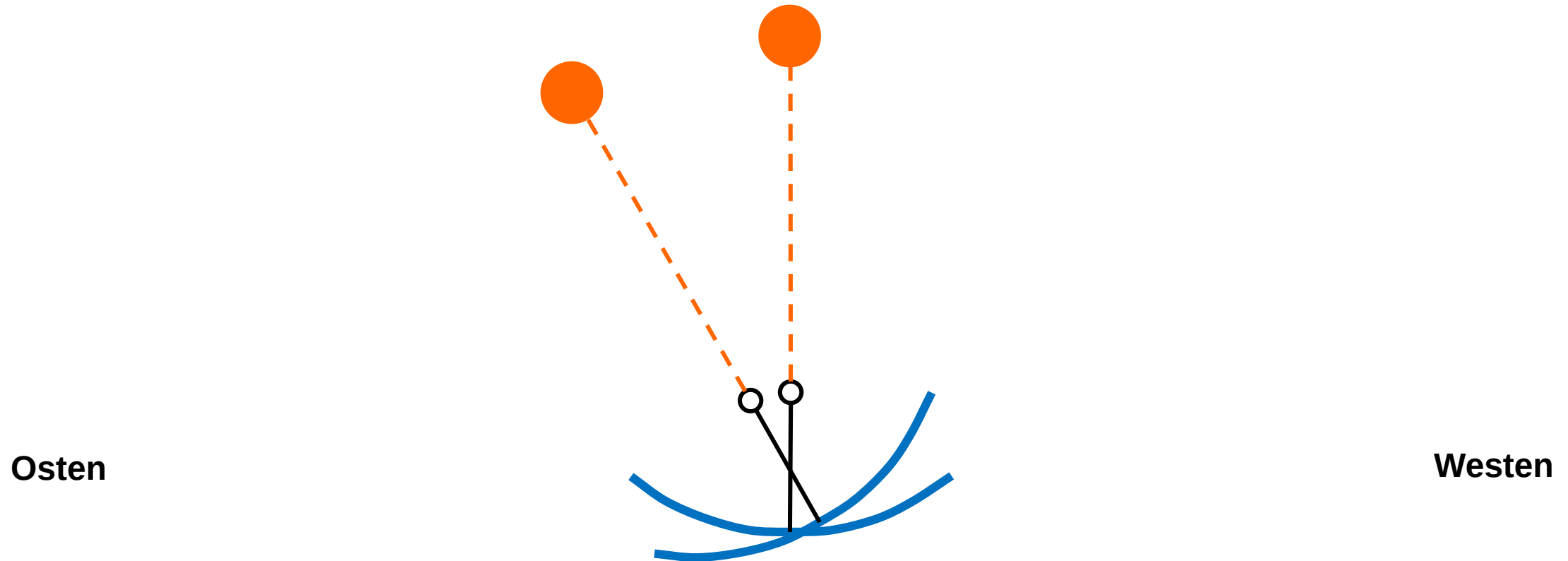
Nachführung eines Parabolrinnenkollektors



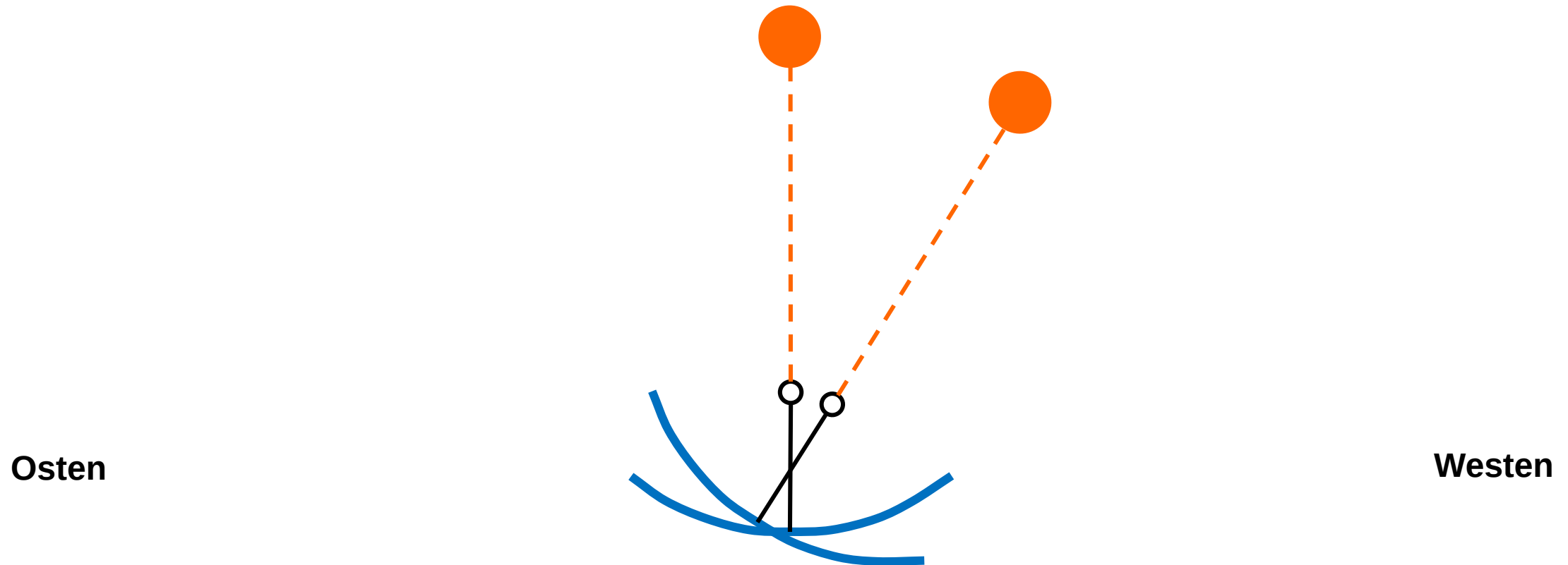
Nachführung eines Parabolrinnenkollektors



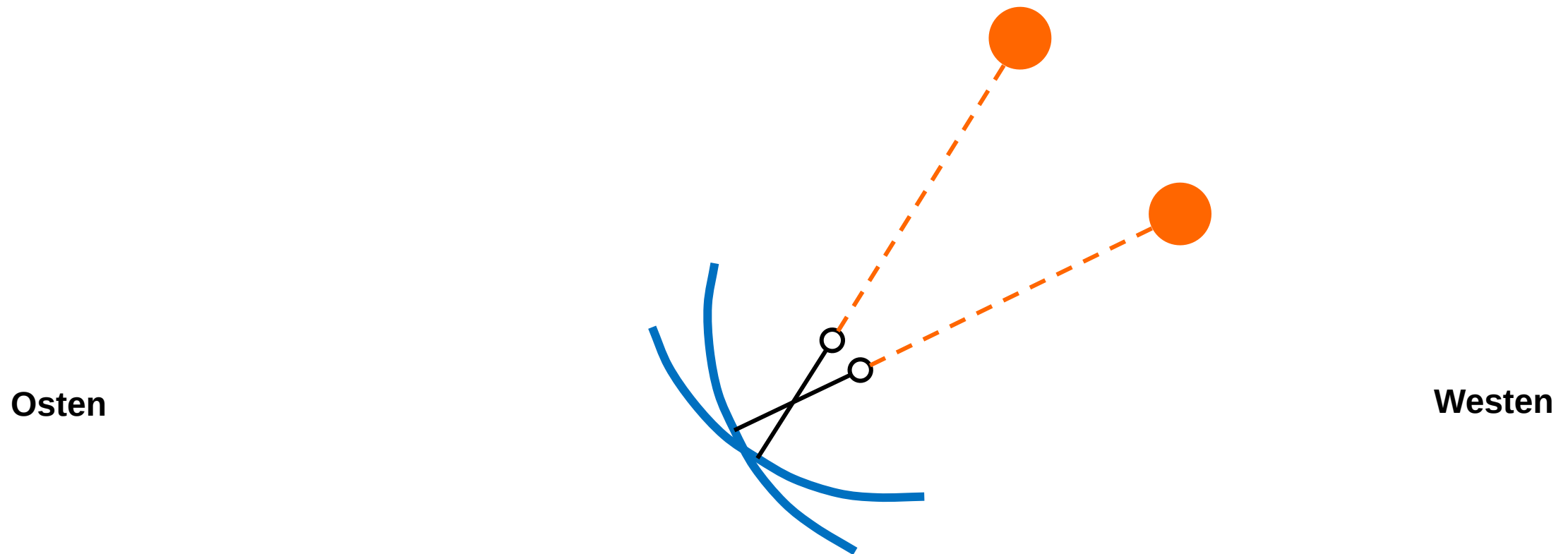
Nachführung eines Parabolrinnenkollektors



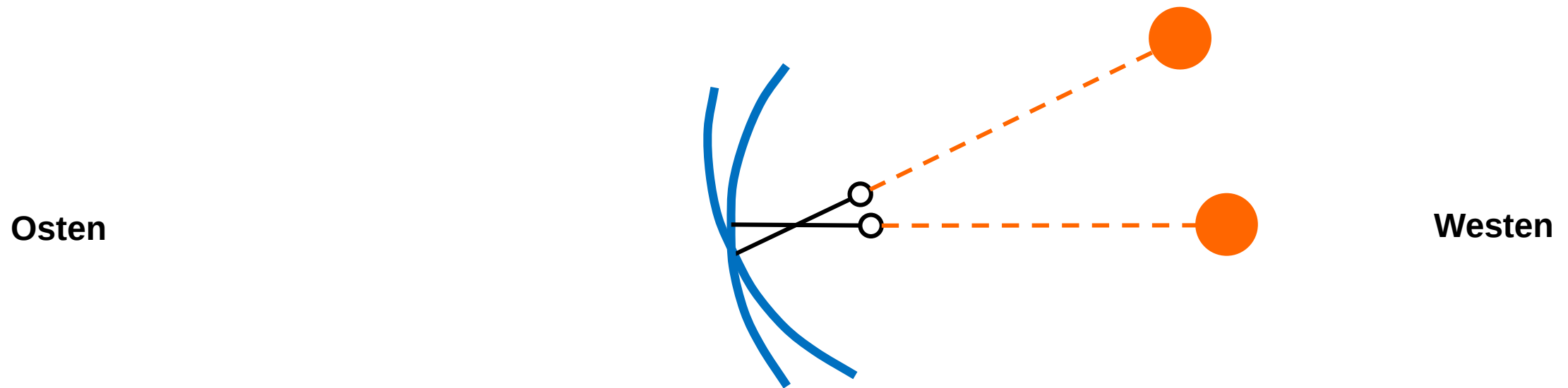
Nachführung eines Parabolrinnenkollektors



Nachführung eines Parabolrinnenkollektors



Nachführung eines Parabolrinnenkollektors



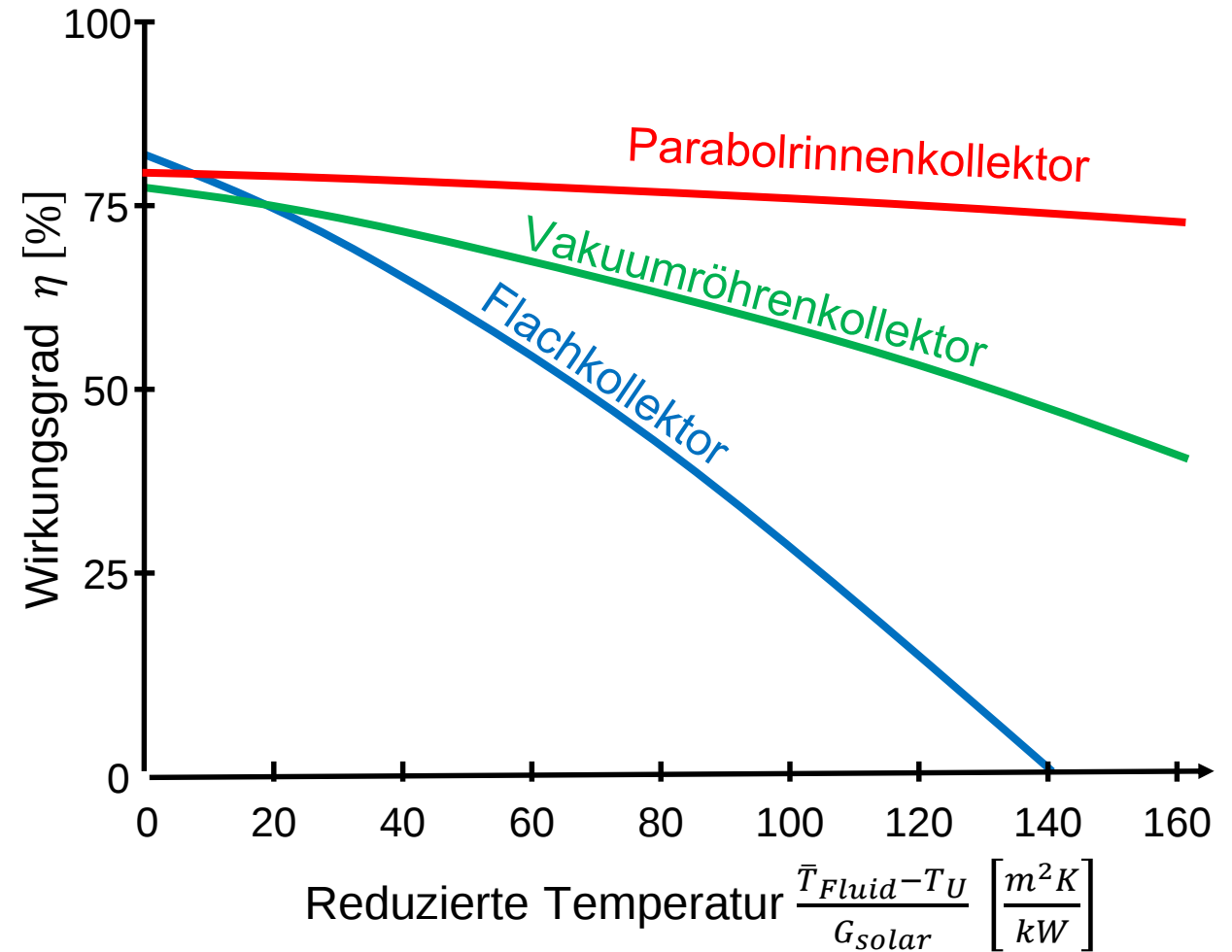
Hochkonzentrierendes System mit nachgeführten Spiegeln

Nachgeführte Spiegel erlauben optische Konzentration um Faktor 50-100!



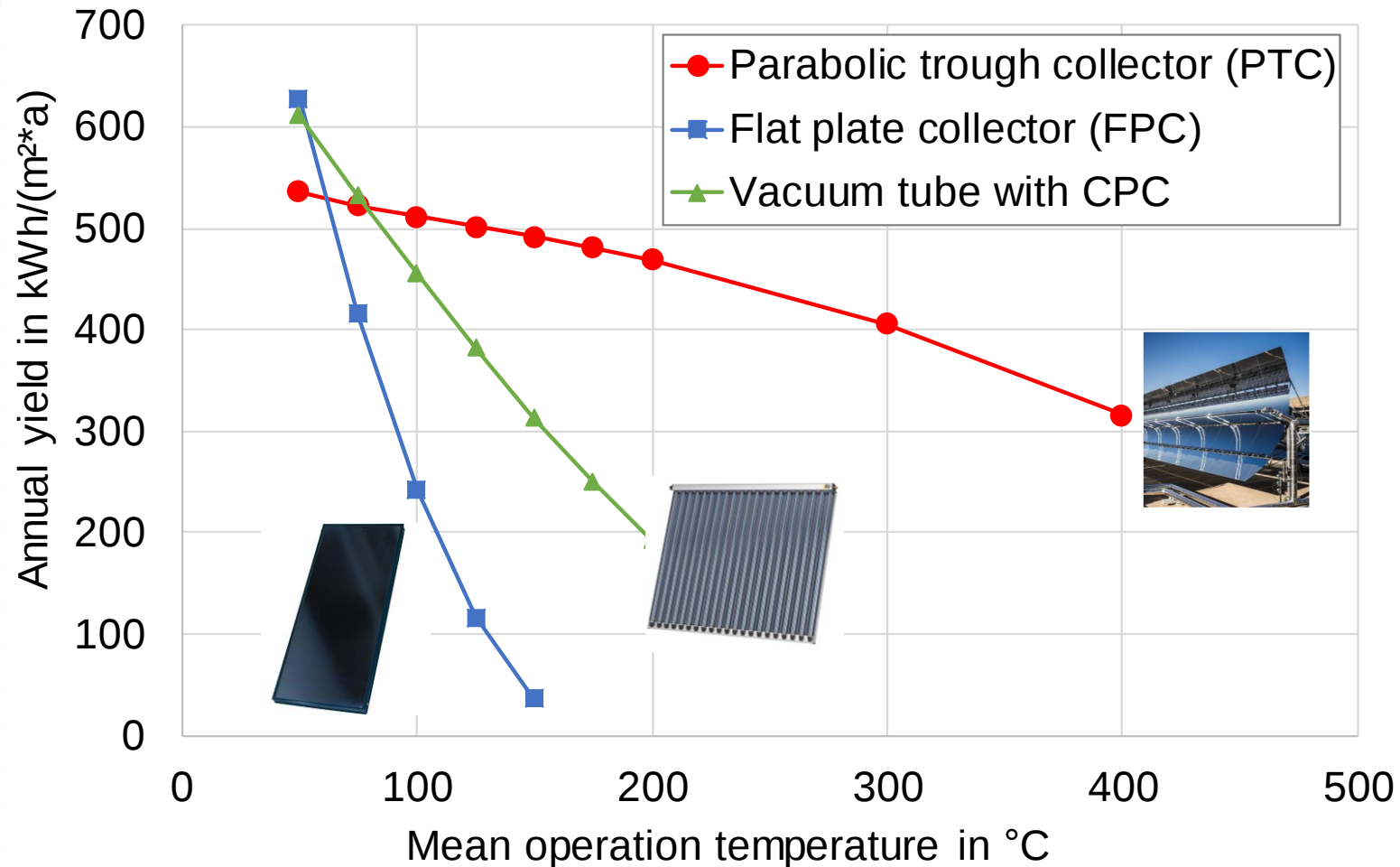
Vakuumiertes Absorberrohr

Quellen: DLR



Einsatzbereiche der Kollektoren

Jahreserträge in kWh/m² für die unterschiedlichen Kollektoren



Bildquellen:

Diagramm: DLR

Vakuumröhrenkollektor: <https://www.ritter-xl-solar.de/cpc-vakuum-roehrenkollektoren/>, download am 14.03.2025

Flachkollektor:

<https://www.heima24.de/shop/images/products/main/VMZK02453.jpg>, download 14.03.2025

Parabolrinnenkollektor:

https://www.sbp.de/fileadmin/sbp.de/projects/213F0D4D0849B333C1258401003602B7_0_1_2014-10-10_DSC06608_MAX.jpg; download 21.11.2020

Solare Prozesswärme für Heineken-Brauerei in Sevilla

Leistung Solarfeld: 30 MW

Kollektorfläche: 43.414 m²

Druckwasser im Solarfeld 210 °C

8 Druckwasserspeicher á 100 m³

In Betrieb seit Juli 2023

**Ca. 50% des Jahresbedarfs an
Prozesswärme werden
durch die Anlage gedeckt!**



Bild: Solarlite



Bild: Heineken

Enhanced Oil Recovery (Miraah, Oman)

Leistung Solarfeld: 330 MW
Kollektorfläche: 622.080 m²
Direkte Dampferzeugung im Receiver
Dampfleistung 2000 Tonnen/Tag
Parabolrinne mit Glas überdacht
→ Schutz vor Sandstürmen
In Betrieb seit 2017



Eingehauster Parabolrinnenkollektor der Firma Glasspoint

Quelle: <https://www.glasspoint.com/technology>, download 14.03.2025

Solare Prozesswärme in Belgien

Nominale Leistung jeweils 600 kW

Parabolrinnenfeld mit 1100 m²

Temperatur im Solarfeld:

330°C Vorlauf, 220°C Rücklauf

Temperatur Kundenprozess:

Prozessdampf bei 6 bar, 155 °C
und 11 bar, 185 °C

In Betrieb seit 2019/2020

Contracting-Modell:

Chemiebetrieb kauft Wärme vom
Betreiber der Anlage



Antwerpen, Belgien
Photo: DLR



Oostende, Belgien
Photo: Solarlite

Bild: Solarlite

Solare Prozesswärme für Klebstofffabrik in Belgien

Thermische Leistung Solarfeld: 3.5 MW
Kollektorfläche: 5.540 m²
Arbeitsmedium: Silikonöl im Solarfeld bis 380°C
Integrierter Speicher
Aktuell in Inbetriebnahme

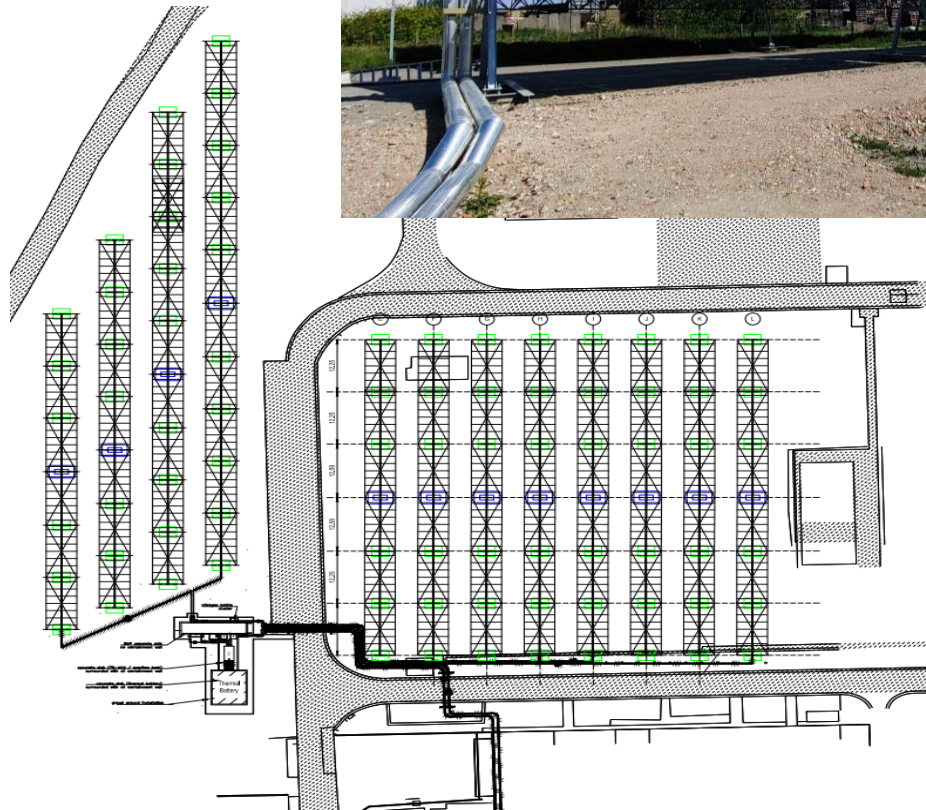
**Ca. 20% des Jahresbedarfs
an Prozesswärme werden
durch die Anlage gedeckt!**



Bild: Solarlite

Parabolrinnenfeld

Bild: Solarlite



Solarfeld eingepasst in
vorhandene Flächen

Konzentrierende Solarenergie für Fernwärmenetze

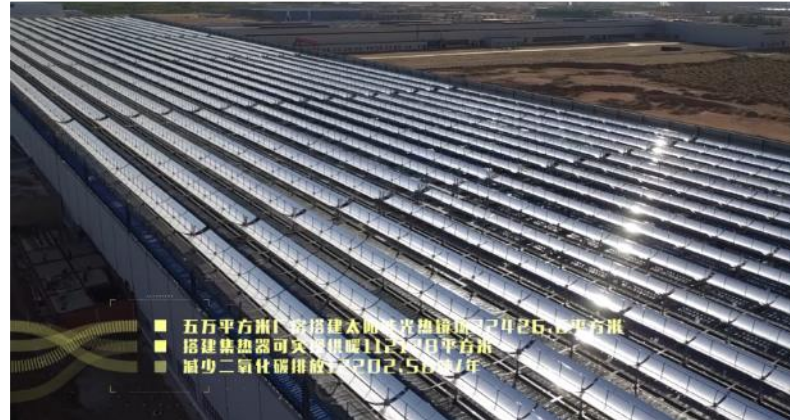
Standort: Baotou, Innere Mongolei, China

93,000 m² in Betrieb seit 2016, davon 22.000 m² Aufdach

Schätzung: 50 MW

66,000 m³ Wasserspeicher bis 95°C

Einspeisung in Fernwärmenetz



Photos: Xuchen

Solare Fernwärme ganz im Norden

Standort: Härnösand, Schweden

1,000 m² in Betrieb

Einspeisung in Wärmenetz
bei 73-120 °C



Photo: Absolicon

Solare Fernwärme mit konzentrierenden Kollektoren

Standort: Kornwestheim

14,800 m² Flachkollektoren
in Betrieb seit 2020

2,000 m³ Wasserspeicher

Einspeisung in
Fernwärmenetz der Städte
Kornwestheim und
Ludwigsburg

Unser Ziel:

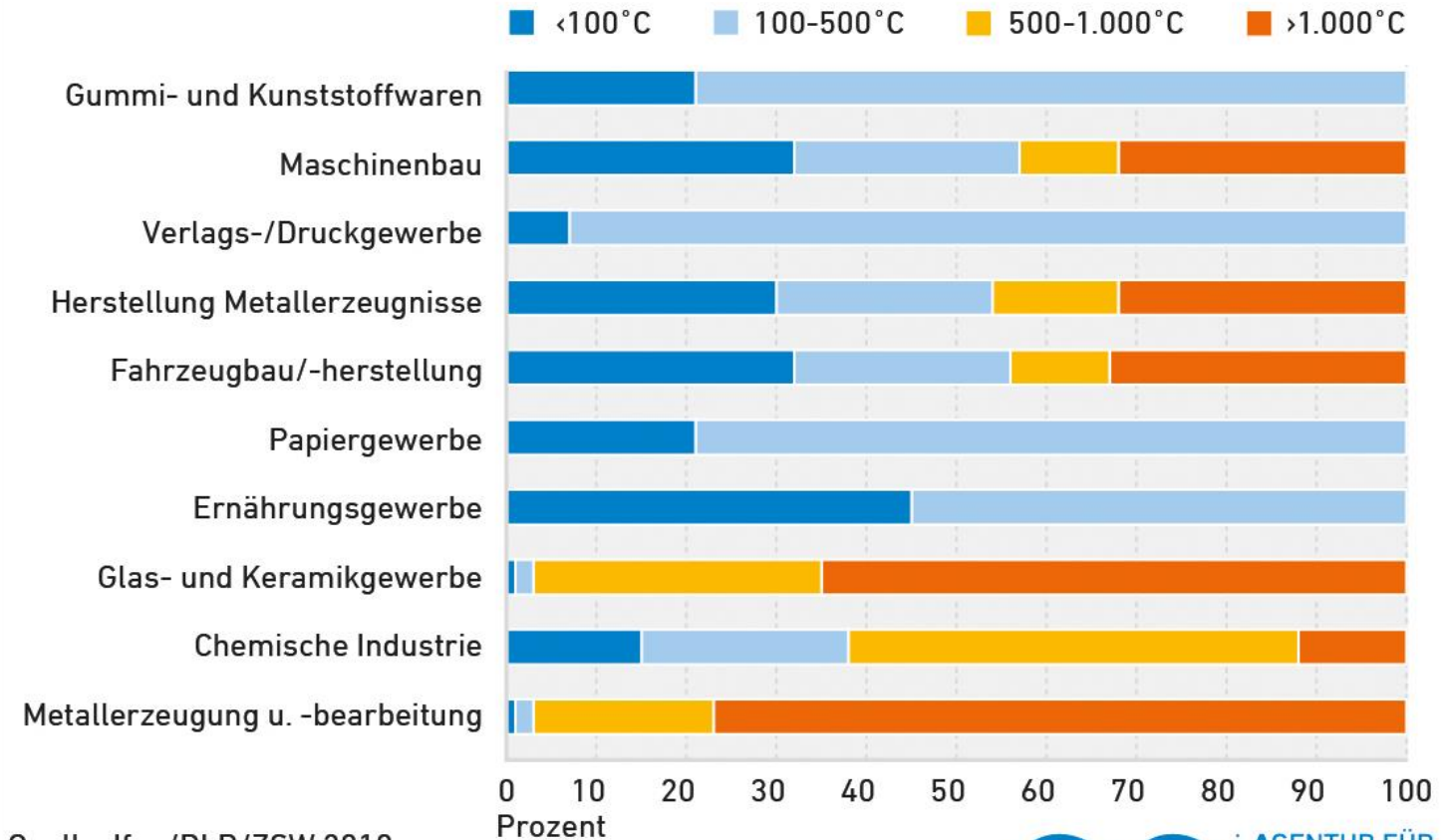
**Zukünftige Anlagen auch mit
Parabolrinnenkollektoren!**



Bilder: unten: <https://www.klimaschutz.de/de/projekte/solarheatgrid>, download 14.03.2025; oben: Solarlite

Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen

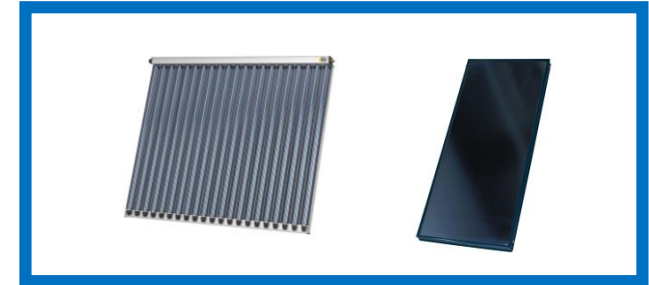
Nach Temperaturniveaus in Grad Celsius (°C)



Quelle: Ifeu/DLR/ZSW 2010

Stand: 6/2017

© 2017 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



1000 °C mit Solarenergie?



**Solartürme ermöglichen Konzentrationsfaktor von 1000 und mehr
→ kleine Oberfläche → wenig Wärmeverluste → hohe Temperaturen über 1000 °C erreichbar**

Quelle: DLR

Speicherung ist Schlüssel zu hohem Deckungsgrad



Wärmespeicher

Speicherung ist Schlüssel zu hohem Deckungsgrad

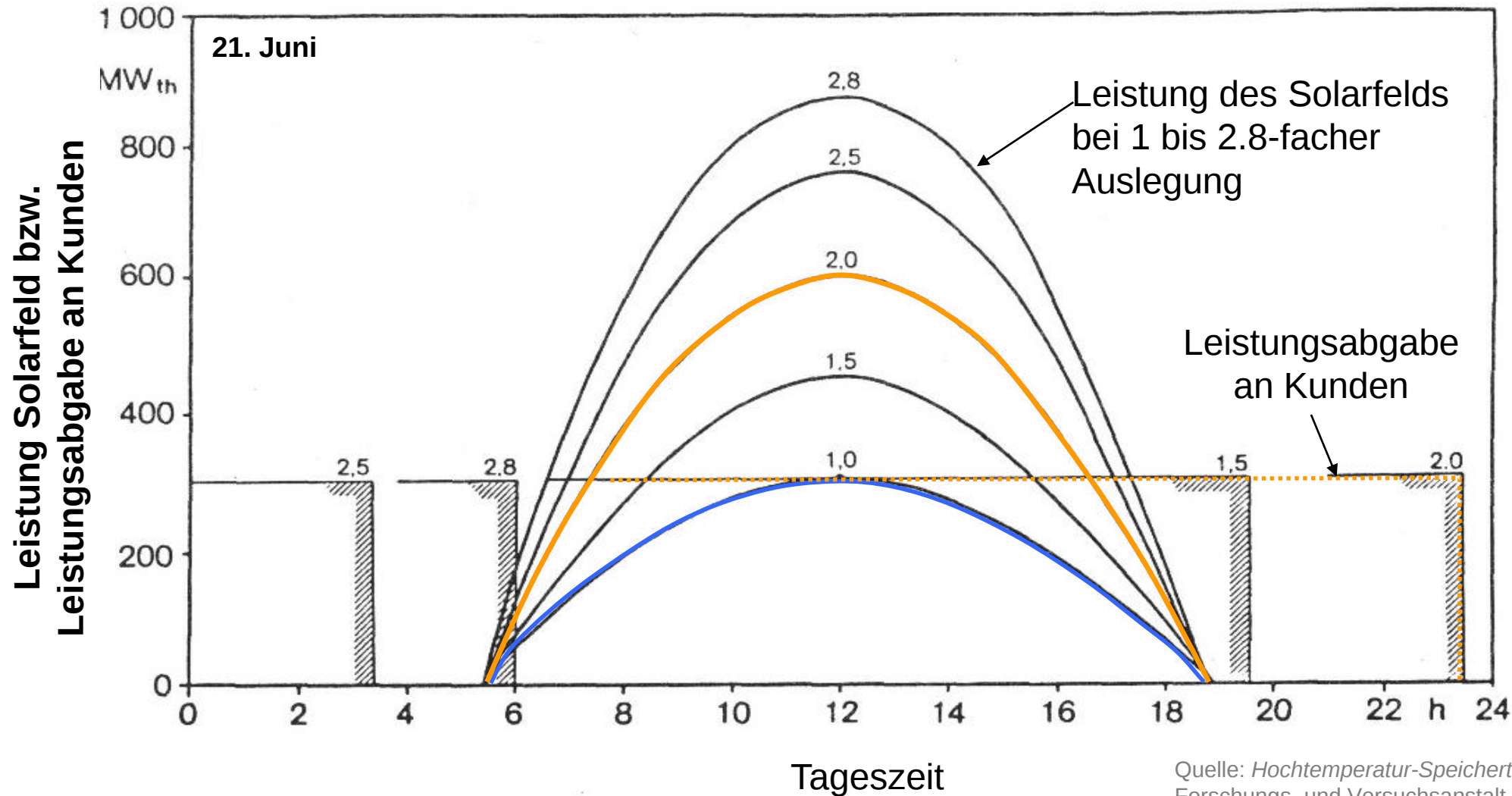


Quelle: Solar Millennium

Thermische Speicher

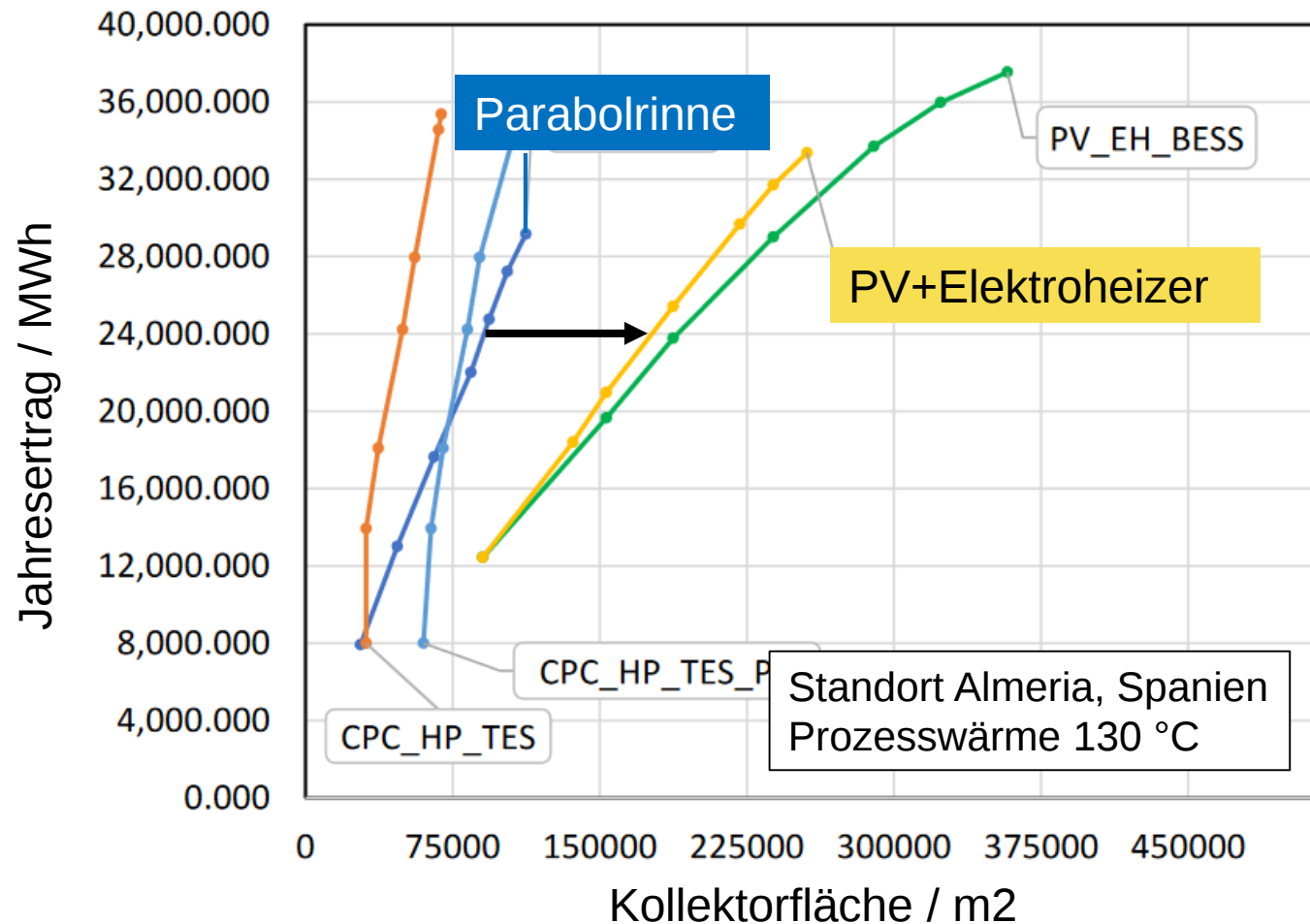
- Kostengünstige Zwischenspeicherung von Energie
- ermöglichen Wärmelieferung auch nachts
- eignen sich für die Einbindung von Backup-Energiequellen z.B. Biomasse „Energy-HUB“
- entkoppeln das Einsammeln der Energie und deren Verwendung

Speicher erlauben Betrieb rund um die Uhr



Quelle: Hochtemperatur-Speichertechnologie, M. Geyer, Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Köln.

Flächenbedarf



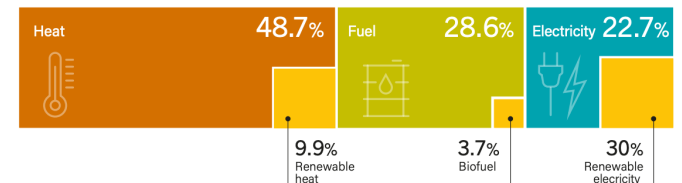
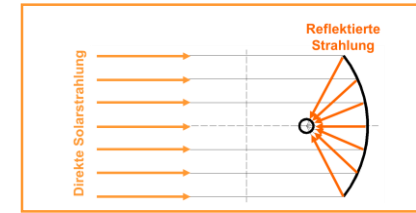
Bei gleichem Jahresertrag benötigt PV+Elektroheizer mehr als doppelt so viel Fläche wie Parabolrinne!

Besonders relevant für industrielle Anwendungen.

Quelle: Oltmann, Tim: Techno-economic comparison of different paths for solar generation of process heat at a temperature level of 130 °C, Masterarbeit RWTH Aachen, 2022.

Zusammenfassung

- Konzentration von Solarstrahlung ermöglicht hohe Energiedichten und damit hohe Temperaturen
- Parabolrinnenkollektoren für Temperaturen bis 500 °C
- Solarturmsysteme für Temperaturen über 500 °C
- Thermischer Speicher ermöglicht Energieentnahme nach Bedarf
- Riesiger Bedarf an Wärme:
 - 50% des weltweiten Energiebedarfs in Form von Wärme
 - 75% des Energiebedarfs in der Industrie in Form von Wärme
- Konzentrierende solarthermische Systeme sind wichtige Elemente auch für die Energiewende in Deutschland



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Tobias Hirsch, DLR Institut für Solarforschung



<https://www.dlr.de/de/sf/>

Tobias Hirsch, Institut für Solarforschung, 18.03.2025

Pro Sol Netz
PARTNER EVENT
BERLIN ENERGY TRANSITION DIALOGUE II
Siemens Energy 2024

High-temperature solutions for solar process heat and district heating up to 400 °C

Thursday, 20 March 2025 | 2 to 3:30 pm
EUREF Campus in Berlin / online

 Shervin Balali German Energy Agency dena	 Juliane Hinsch BSW - German Solar Association	 Navina Konz German Aerospace Centre DLR
 Joachim Krüger Solarlita	 Martin Scheuerer Protargel	 Gregor Bern Fraunhofer ISE

<https://www.solarwirtschaft.de/event/betd-side-event-up-to-400c-high-temperature-solutions-for-solar-process-heat-and-district-heating/>

