

Was Sie schon immer über solare Prozesswärme wissen wollten ...

Einführung

Marktübersicht Deutschland

Kosten, Förderung, Wirtschaftlichkeit

Anwendungsbeispiele

Machbarkeitsabschätzung und VDI 3988

Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik (SAT)

Angewandte F&E zu thermischen Energiesystemen

≈ 30 MitarbeiterInnen + HiWis, DiplomandInnen, Ausgründungen

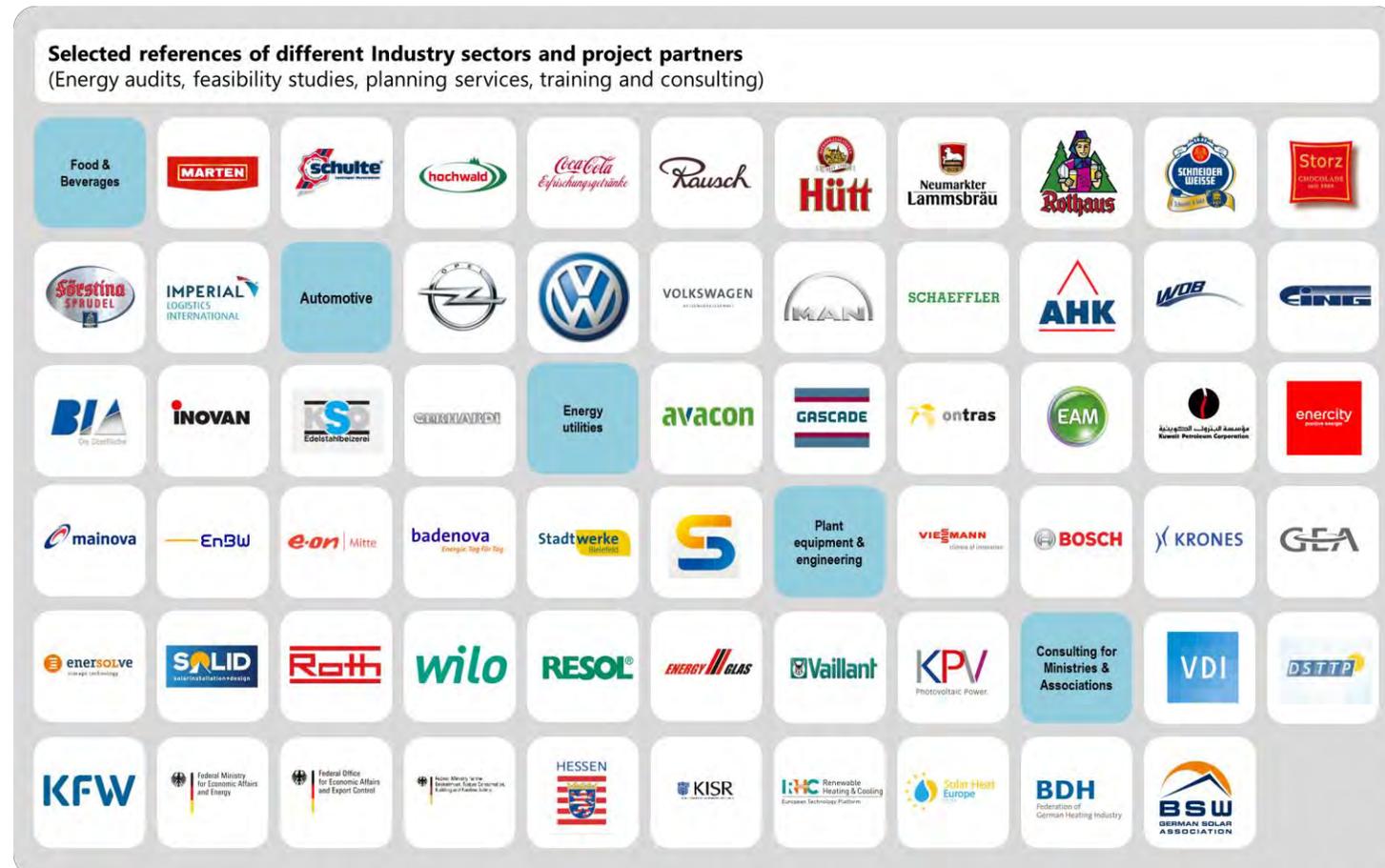
Drei thematische Bereiche:

- Thermische Komponenten und Systeme
- Prozesswärme
- Sorption



F&E Aktivitäten im Bereich Prozesswärme

- Integrierte Energiesysteme
Energieeffizienz, WRG, Solarthermie, Wärmepumpe, KWK
- Öffentlich geförderte F&E-Vorhaben
- Industrieaufträge und Dienstleistungen
- Beratung von BMWi, BAFA und KfW
- Beteiligung an IEA Tasks und VDI Gremien



Definition „Solare Prozesswärme“

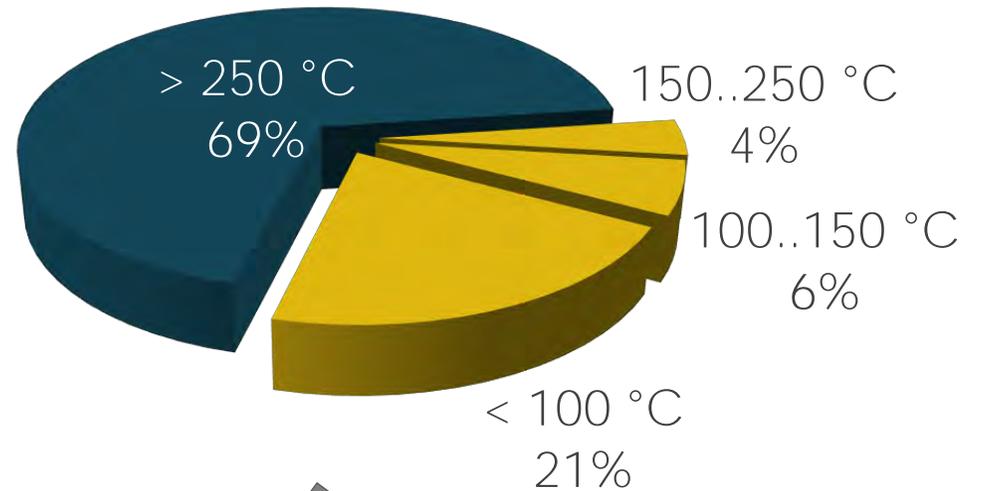
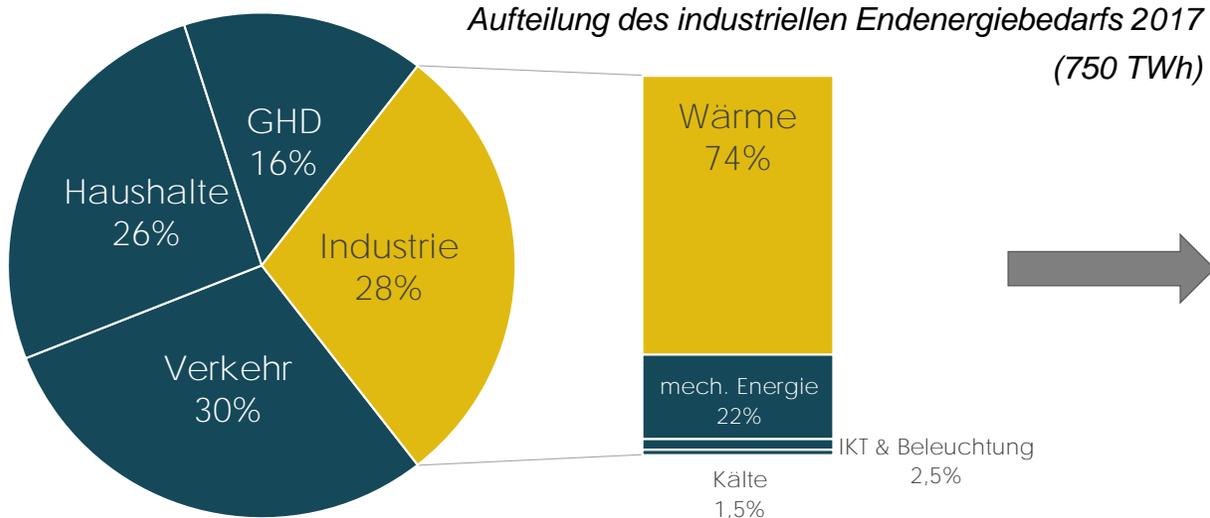
Auszug aus neuer RiLi (Stand 01.01.2019)

„Anlagen zur Bereitstellung von Wärme aus Solarkollektoranlagen, Wärmepumpen oder Biomasse-Anlagen, deren Wärme zu über 50 % für Prozesse, das heißt zur **Herstellung, Weiterverarbeitung oder Veredelung von Produkten** oder zur **Erbringung von Dienstleistungen** verwendet wird.“

- Eine anteilige Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser oder thermisch angetriebene Kühlung ist möglich (< 50 %)

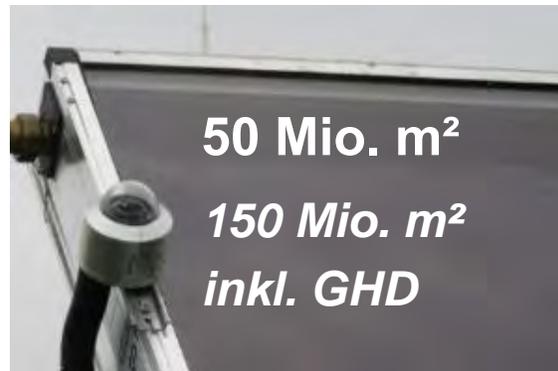


Potential solarer bzw. Prozesswärme



Datenbasis:
Energiedaten BMWi, 2018

Zielgruppe für ST, KWK, WP



20 TWh
+40 TWh in GHD

Vergleich

Ende 2016 waren in DE
insgesamt 20 Mio. m² installiert

PV Ende 2015 ca. 510 Mio. m²
(Frei- & Dachflächen ca. 50/50)

Anwendungen

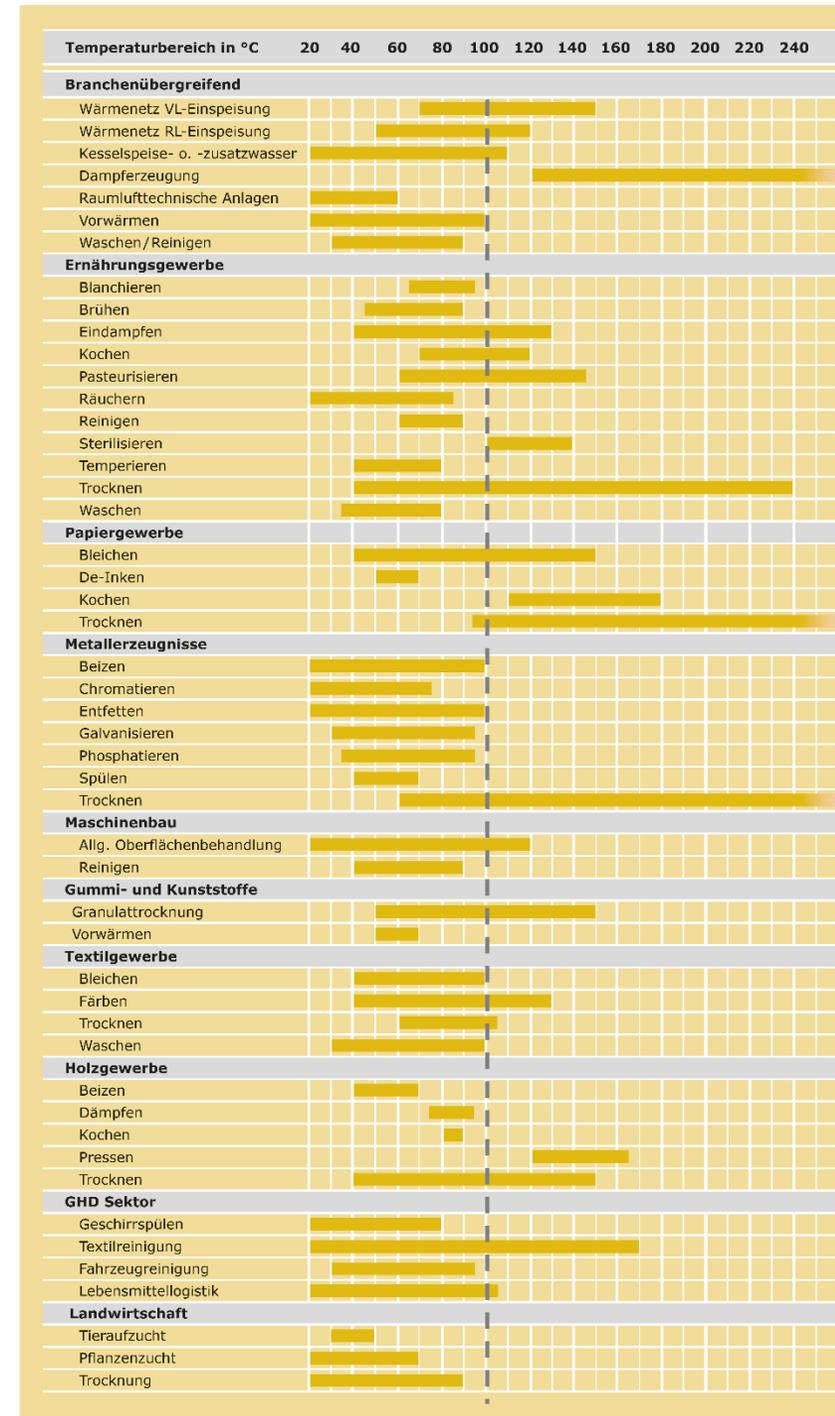
Viele Einsatzmöglichkeiten in Industrie, GHD und Landwirtschaft

Must have:

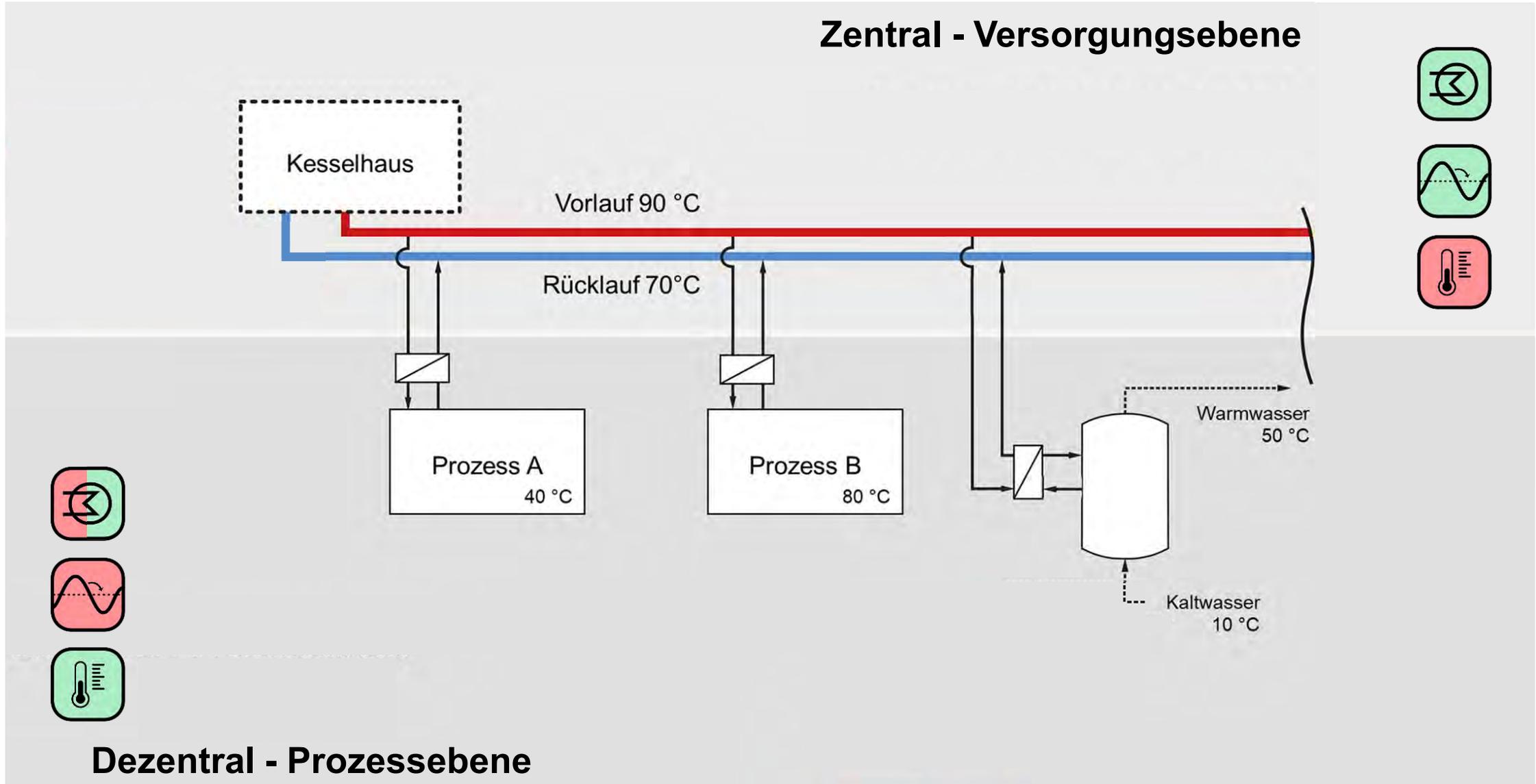
- Wärmebedarf im Sommerhalbjahr
- niedrige Temperaturen (bis 100 °C)
- kontinuierlicher Verbrauch

Nice to have:

- „solarfreundliches“ Lastprofil
- Wasser als Prozessmedium
- Konventionelle Beheizung mittels externen WÜT



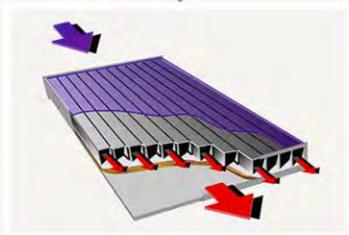
Einbindung von Solarwärme



Temperaturbereich solarer Prozesswärme



Flachkollektoren



Parabolrinnen- oder Fresnelkollektoren



Vakuurröhren-/CPC Kollektoren



Flachkollektoren: links © Grammer Solar GmbH; rechts © Wagner Solar GmbH

Vakuurröhren / CPC Kollektoren: links © Viessmann Group; rechts © www.andyschroder.com

Parabolrinnen- oder Fresnelkollektoren: links © NEP SOLAR Pty Ltd; rechts © Industrial Solar GmbH

Einführung

Marktübersicht Deutschland

Kosten, Förderung, Wirtschaftlichkeit

Anwendungsbeispiele

Machbarkeitsabschätzung und VDI 3988

Abschlussrunde

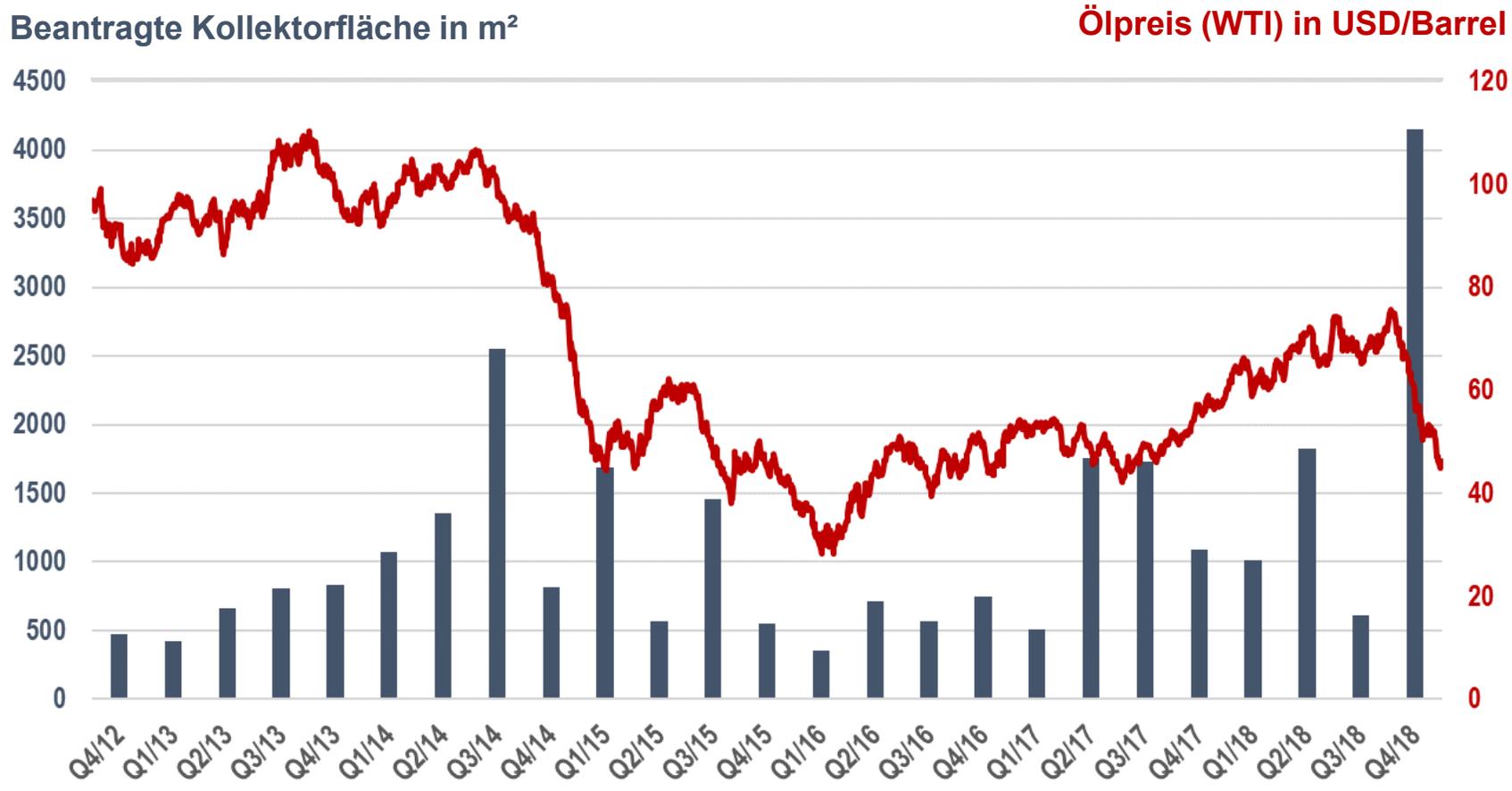
Marktentwicklung Deutschland

335 Anlagen mit 33.670 m² wurden seit 08/2012 bewilligt (Stand 31.12.19)

80 % der Fläche außerhalb des produzierenden Gewerbes (GHD, Land- und Forstwirtschaft)

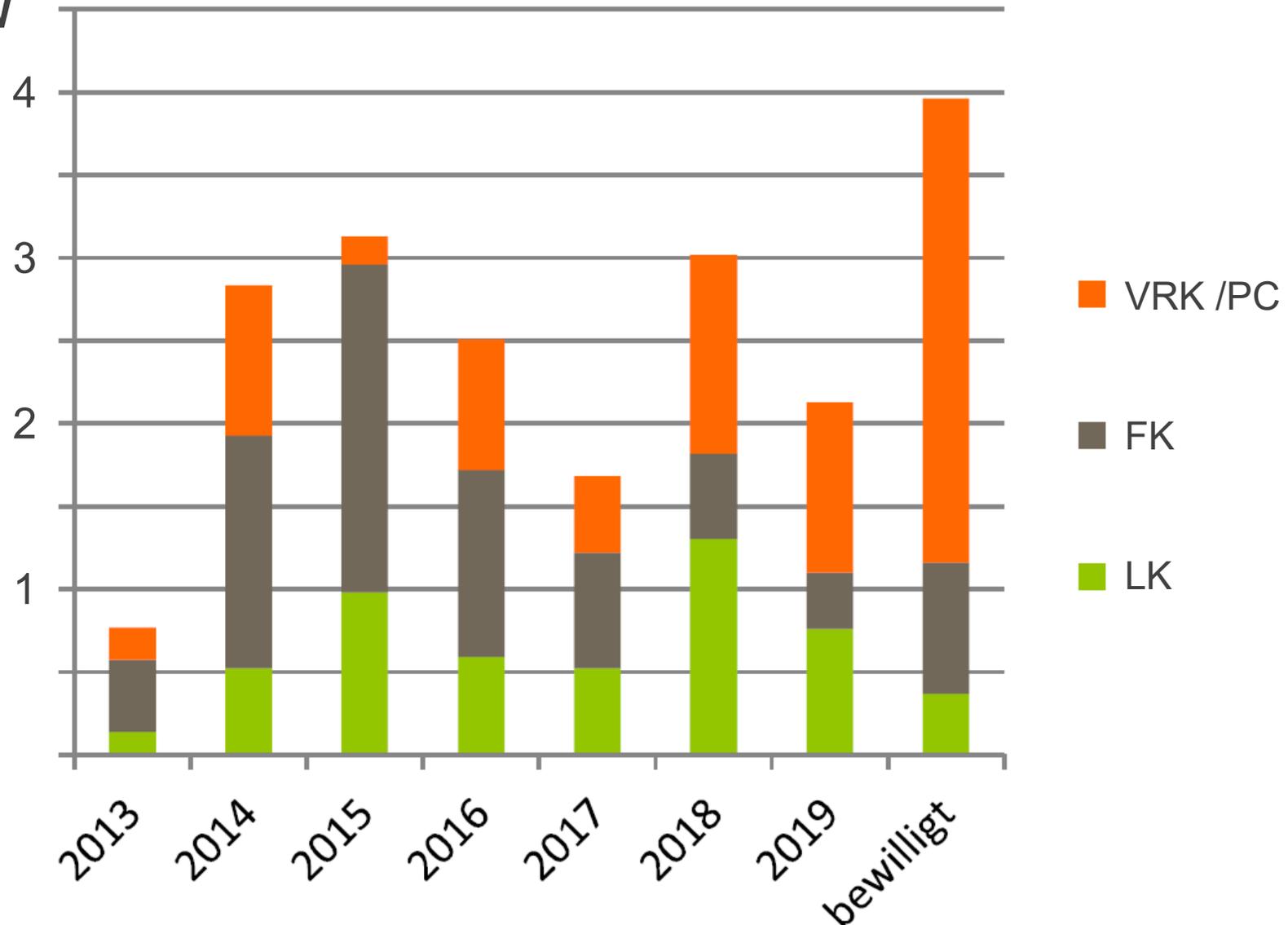
Hintergründe

1. Höhere Energiekosten
2. Flachere Hierarchien und Entscheidungs routinen
3. Längerfristiger Planungshorizont und damit höhere Amortisationszeiten
4. Weniger komplex bzgl. Anzahl Wärmequellen und -senken

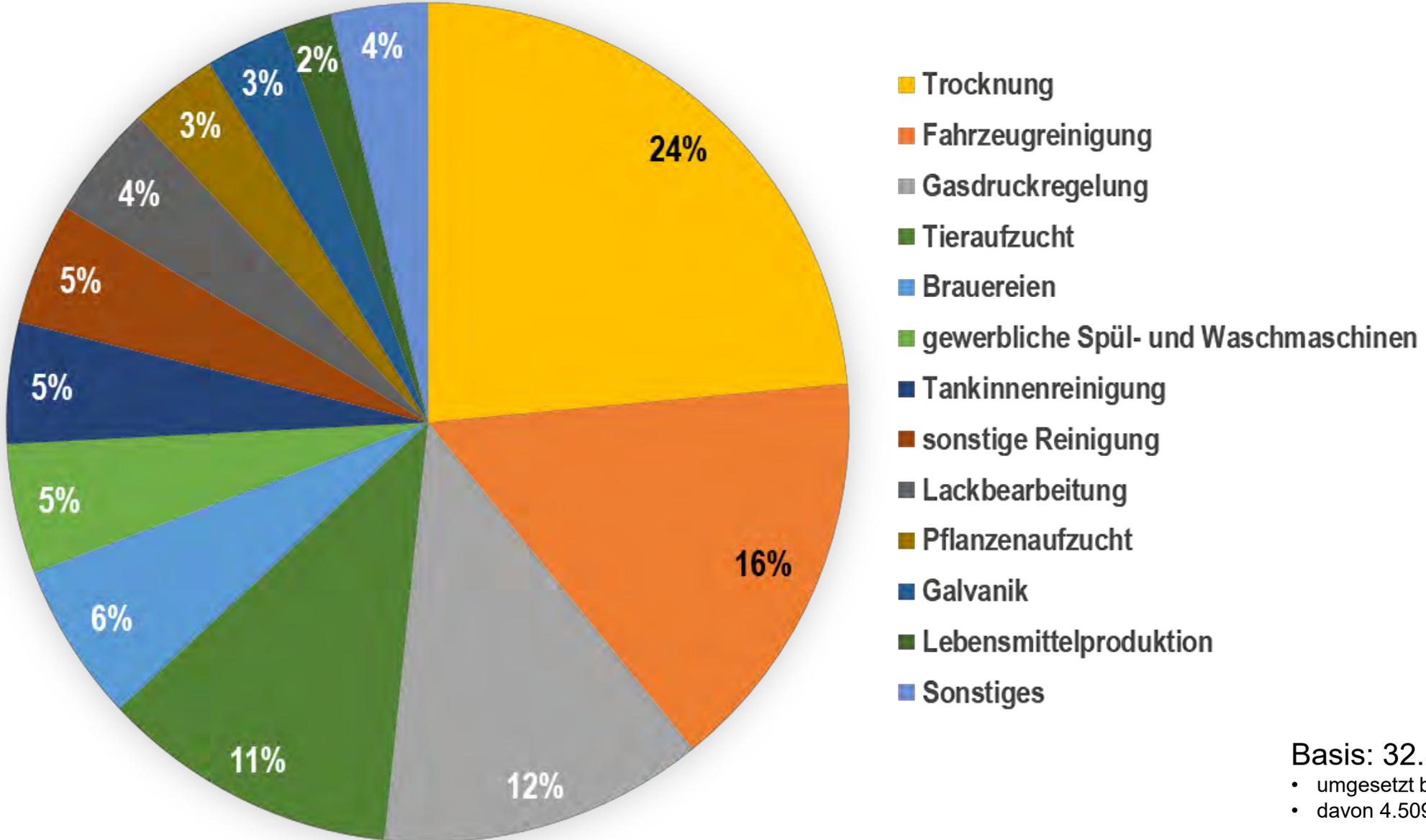


Kollektorleistung und -Typ

Leistung in MW



Marktübersicht Deutschland



Basis: 32.863 m²

- umgesetzt bzw. aktuell in Umsetzung
- davon 4.509 m² vor Aug 2012

Einführung

Marktübersicht Deutschland

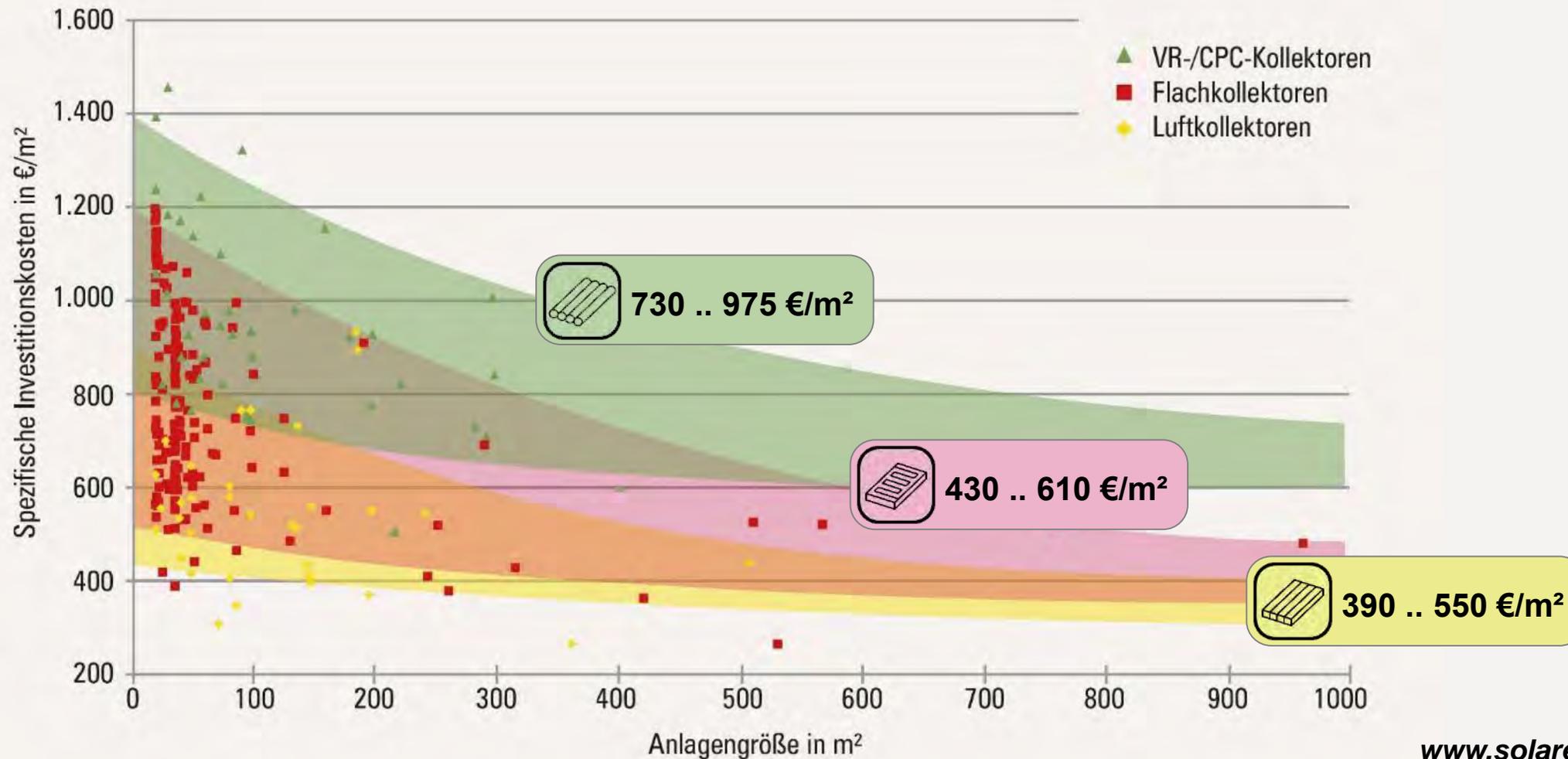
Kosten, Förderung, Wirtschaftlichkeit

Anwendungsbeispiele

Machbarkeitsabschätzung und VDI 3988

Abschlussrunde

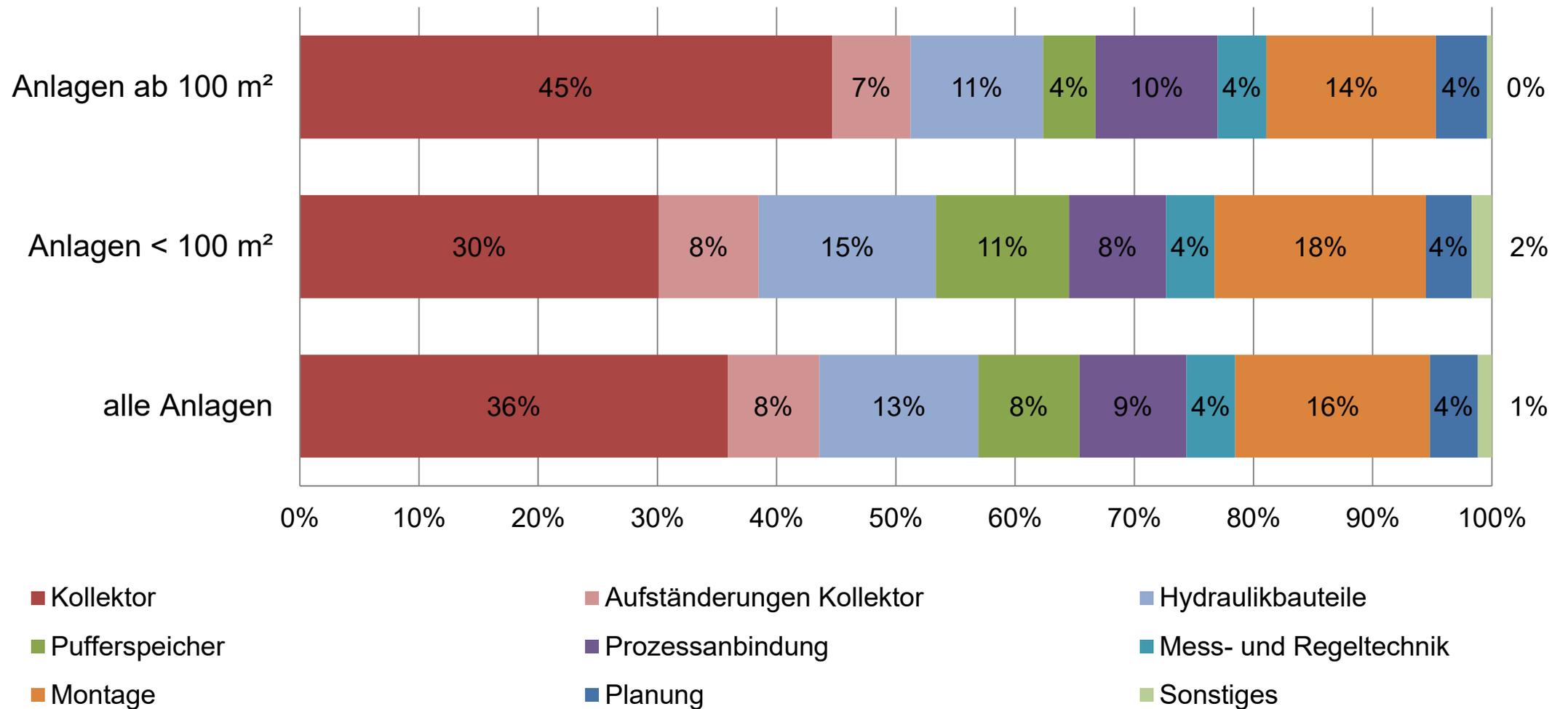
Turnkey-Kosten solare Prozesswärme (netto)



www.solare-prozesswärme.info

Kostenverteilung

- Gut ein Drittel der Kosten entfällt auf Kollektoren



- Richtlinie für die Förderung von Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft



DEUTSCHLAND MACHT'S EFFIZIENT. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

HOTLINE 0800 - 0115 000 INFOTHEK FAQ KONTAKT

Im Alltag Eigenheim **Unternehmen** Kommunen Förderprogramme Service Suchen

CO2 und Kosten senken mit neuer Technik

Wir fördern die Energiewende in Ihrem Unternehmen. Mit dem neuen Förderpaket „Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft“ fasst das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Vielfalt der Förderprogramme für Unternehmen in zwei Richtlinien zusammen. Damit wird es noch einfacher, Energiekosten und Treibhausgase zu reduzieren.

Infos
Beratung
Geld vom Staat
Fragen + Antworten

MEHR ERFAHREN

Modul 1:
Querschnittstechnologien

Modul 2:
Prozesswärme aus erneuerbaren Energien

Modul 3:
Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Sensorik und Energiemanagement-Software

Modul 4:
Energiebezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen

Förderung erneuerbarer Prozesswärme

- Solarkollektoranlagen, Wärmepumpen und Biomasseanlagen (nicht KWK)



Förderung der Turnkey-Kosten

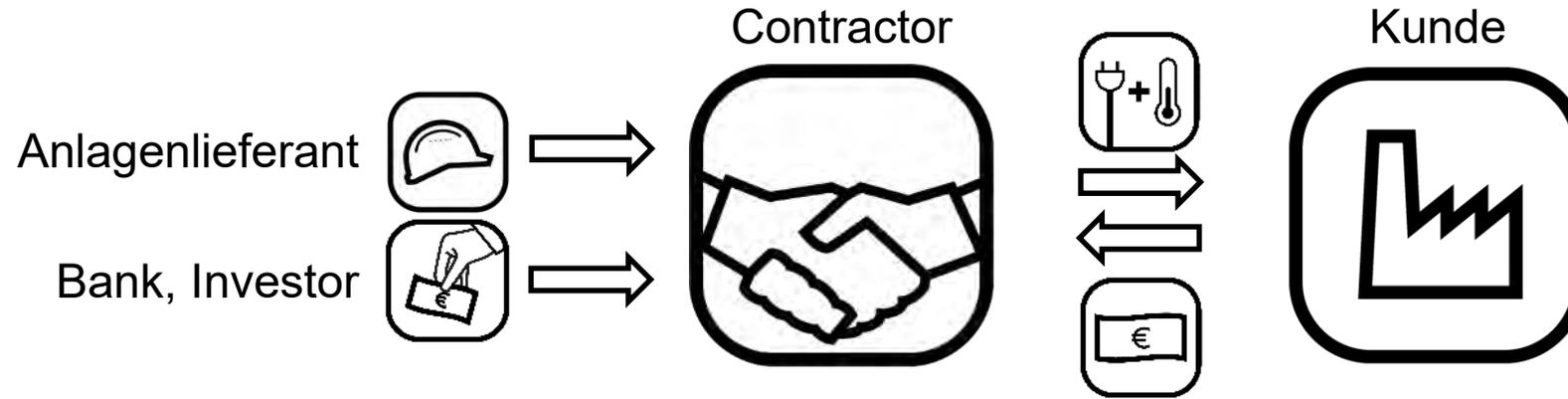
Planung, Hardware, Installation,
Prozessanbindung, Messtechnik

Förderung bis zu 10 Mio. €
je Investitionsvorhaben

Technische Mindestanforderungen
als Voraussetzung

Vorzeitiger Maßnahmenbeginn
seit 1.1.20 (wieder) möglich

Alternative: Wärmeliefercontracting



- Contractor plant, finanziert, baut und betreibt die Solaranlage (oder ggf. die gesamte Energieversorgung)
- Kunde kauft Wärme (und evtl. Strom, Druckluft...) zu einem vertraglich geregelten Preis (bspw. an den Gaspreis gekoppelt)

Einführung

Marktübersicht Deutschland

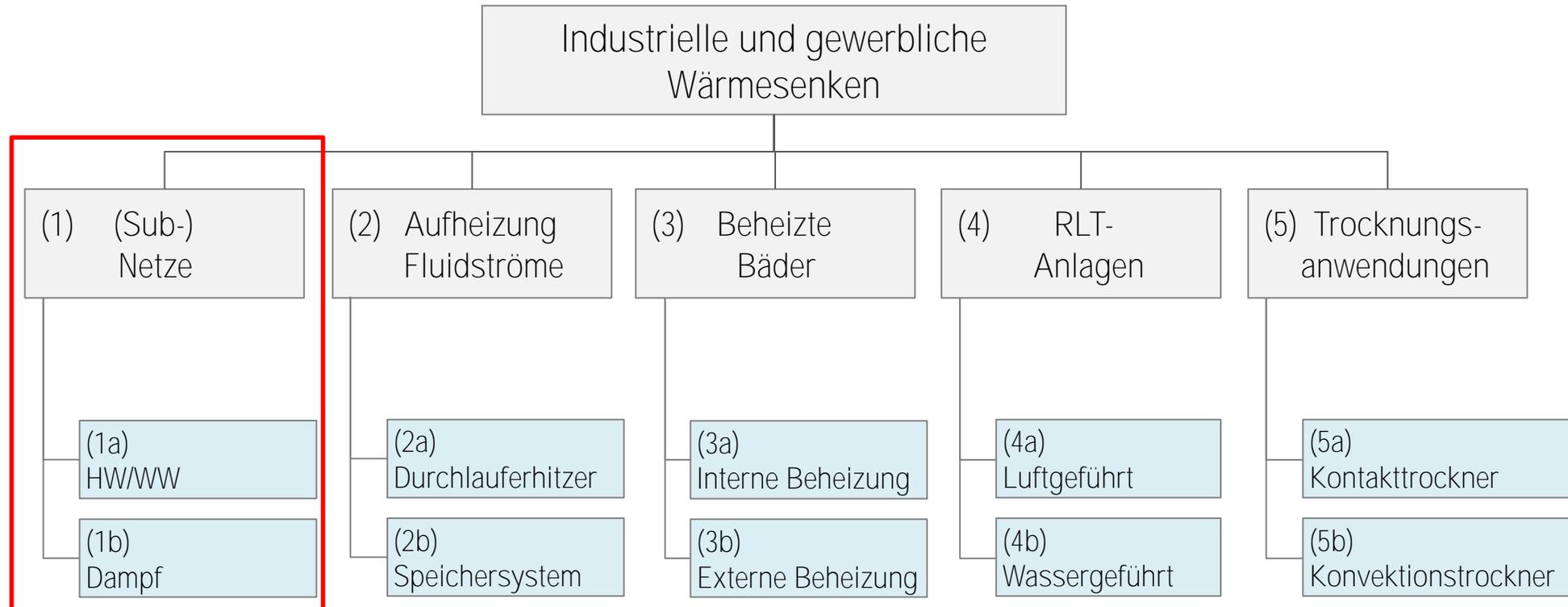
Kosten, Förderung, Wirtschaftlichkeit

Anwendungsbeispiele

Machbarkeitsabschätzung und VDI 3988

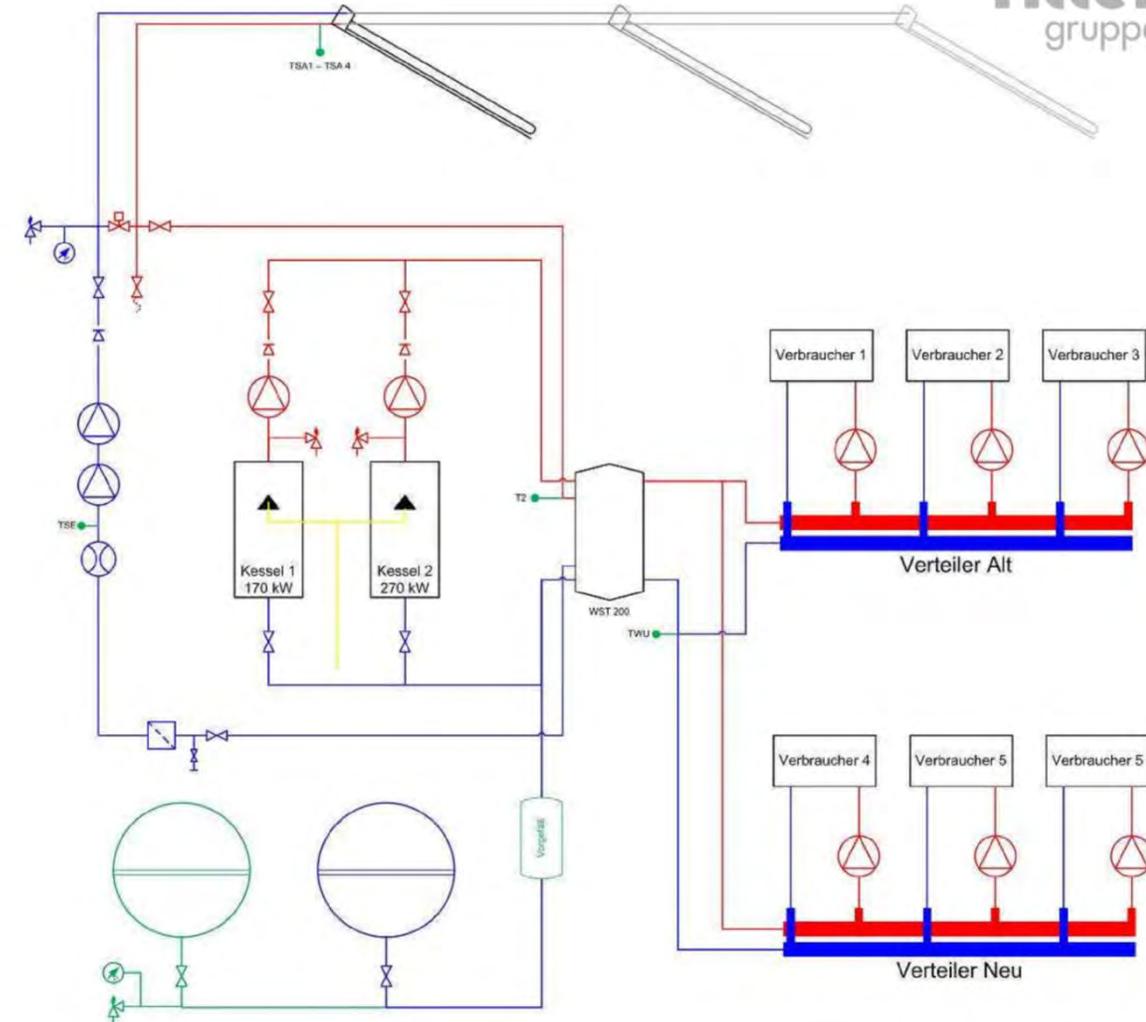
Abschlussrunde

Industrielle und gewerbliche Wärmesenken



Hustert Galvanik, Deutschland

- Bäderbeheizung bei 90 °C
- Parallele Wärmebereitstellung zum Kessel
- 220 m² CPC (150 kW), ohne Speicher
- 40 % Solare Deckungsrate
- 95 MWh/a (430 kWh/m²a)



Metallveredlung

- 297 m² CPC-Kollektoren, 15 m³ Pufferspeicher
- 7 Reihen mit je 9 Kollektoren, 10° Neigung
- 4 Reihen nach NO, 3 nach SW orientiert
- Beheizung verschiedener dezentraler Wärmesenken

MVL Lampertheim

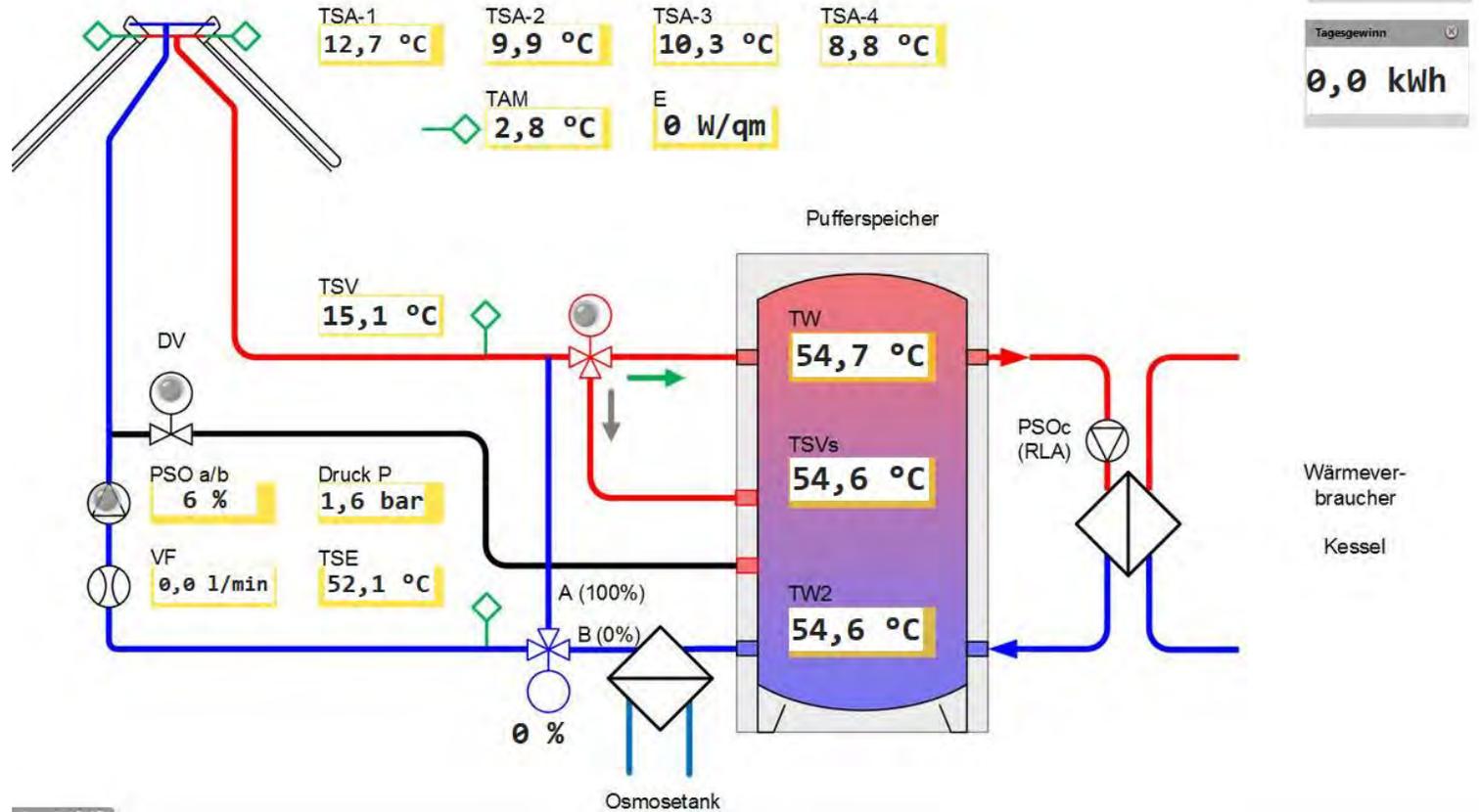


Mr. Wash AG

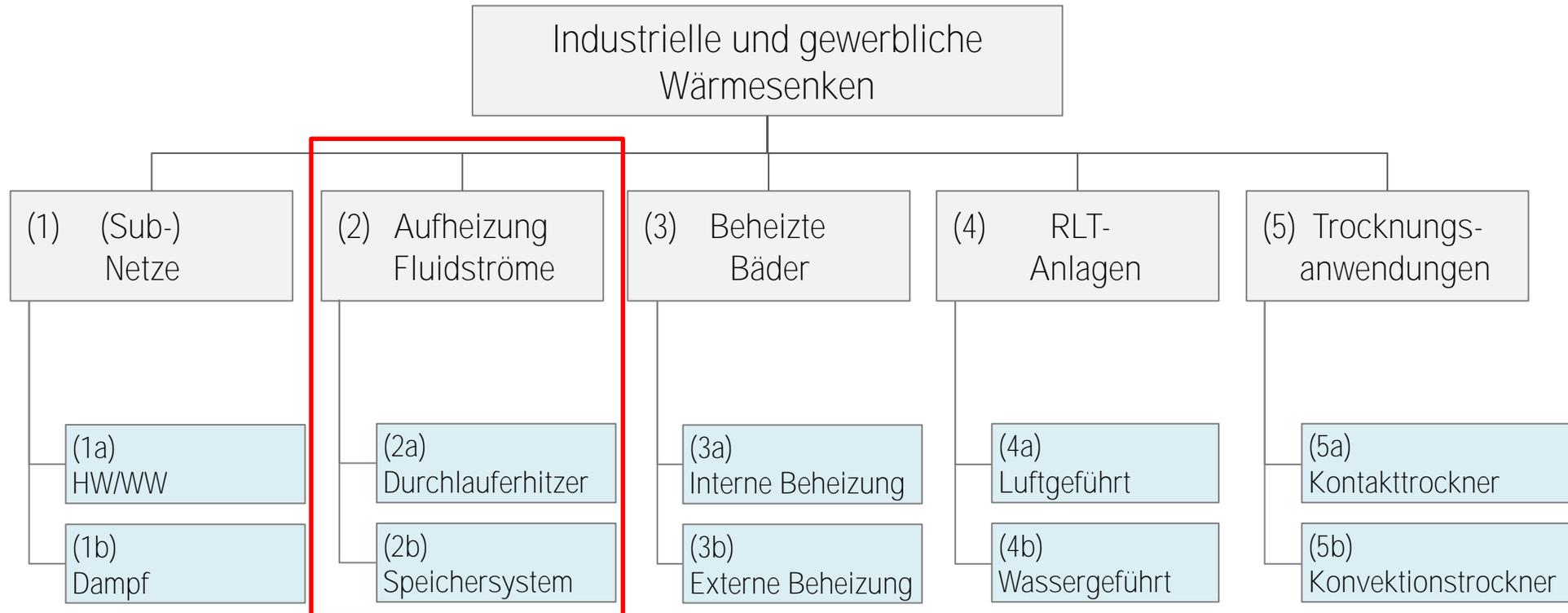
- Solaranlage ist Bestandteil bei jedem Neubau
- Bislang 1.500 Quadratmeter Kollektorfläche installiert in Hannover, Bremen, Kassel, Mannheim und demnächst Bonn



Funktionshydraulik Solar Projekt P17_2579 Mr. Wash Kassel



Industrielle und gewerbliche Wärmesenken



Bitumenherstellung

- 190 m² Flachkollektoren, 20 m³ Puffer und 50 m³ Rohbitumenspeicher
- Prozesse: Emulsionsherstellung, Kesselspeisewasser, Flüssighaltung Rohbitumen, Hallenbeheizung (50...120 °C)



- Gute Übereinstimmung von solarem Angebot und Wärmebedarf
- Hohe solare Deckungsrate bei projektierten 400 kWh/m²a möglich
- Inbetriebnahme im Juni 2015

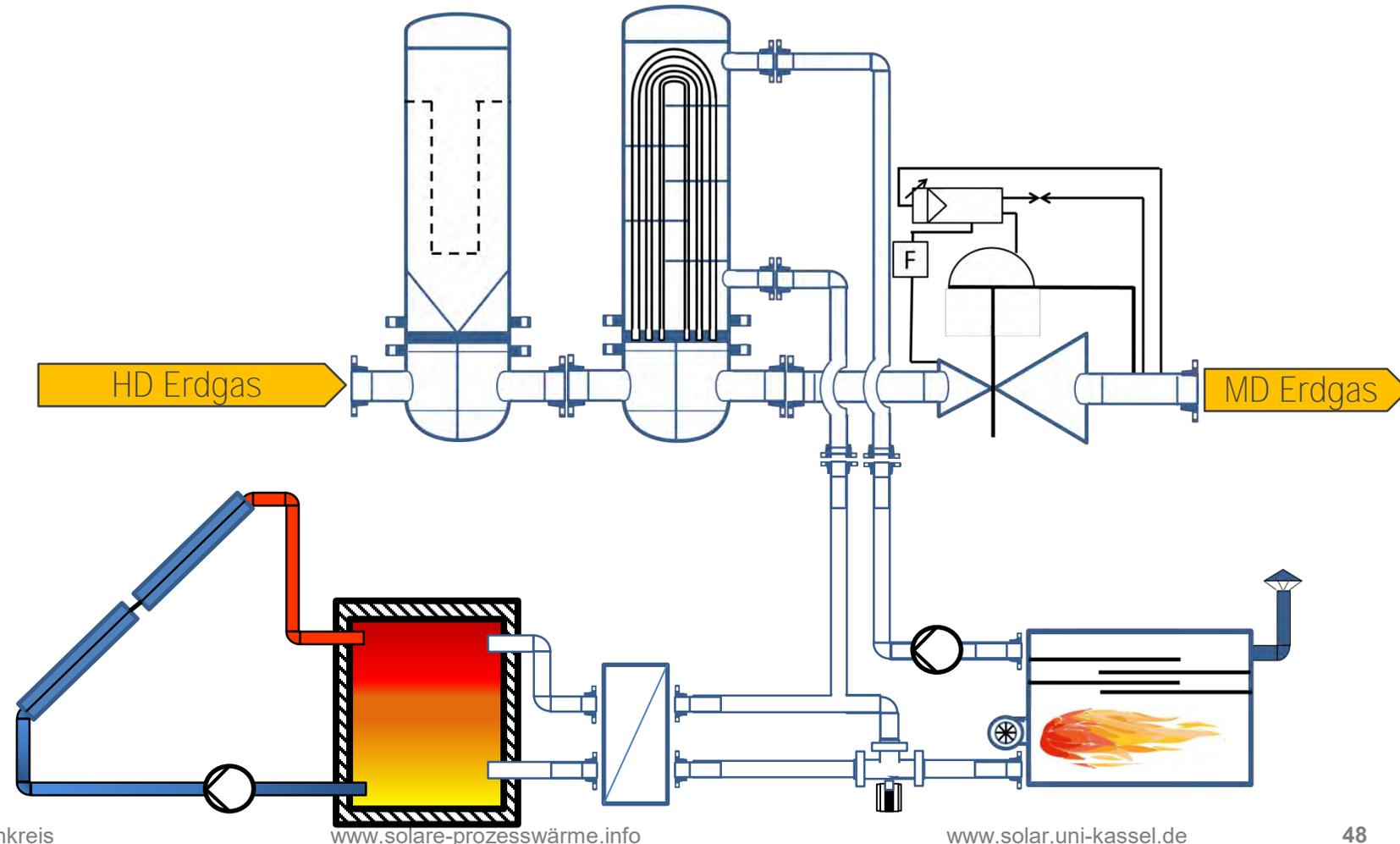
Hütt Brauerei Kassel

- Mittelständische Brauerei
- 5 GWh für ca. 60.000 hl
- Neues Kochverfahren
- Optimierung
Wärmerückgewinnung
- Integration thermische Solaranlage
- 155 m² FK (110 kW)
- 10 m³ Pufferspeicher
- 50 €/MWh_{sol}



Gas-Druckregelanlagen

- Gasentspannung vor lokalem Gasnetz (z.B 90..16 bar)
→ Gasvorwärmung um ca. 30 K
- Wärmebedarf etwa 0,2 % des durchgesetzten Gases (0,5 bis 4 GWh/a bei großen Stationen)



Beispiele umgesetzter Anlagen (EnergieNetz Mitte)

355 m² FK, 25 m³ Speicher, kombiniert mit Nahwärme (Biogas)



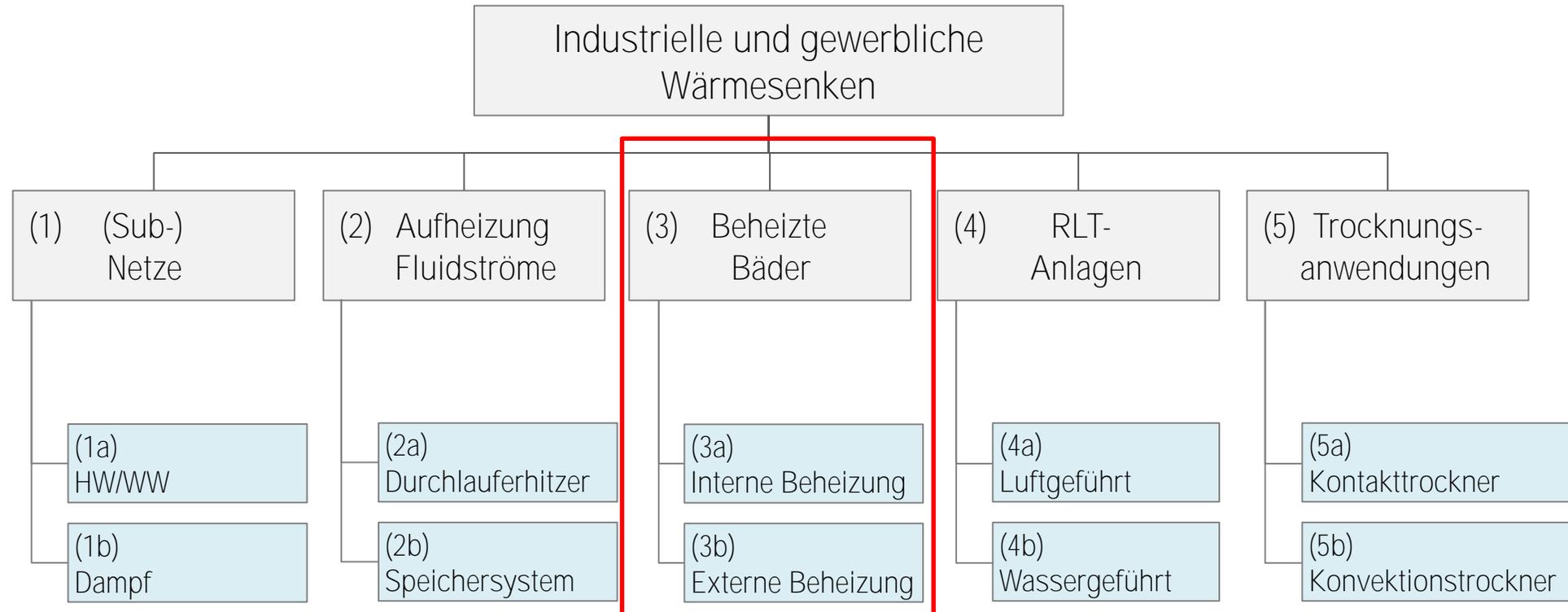
135 m² FK, 10 m³ Speicher



420 m² FK, 20 m³ Speicher



Industrielle und gewerbliche Wärmesenken



Solare Flaschenreinigung bei der Rothaus Brauerei

- 1.000 m² seit Oktober 2018 in Betrieb
- Vakuumröhrenkollektor (Heat Pipe)
- Aufstellungsort: Hallendächer und Fassade

Besonderheiten:

- Besonders leichte Aufdachkonstruktion ermöglicht Aufstellung auf Produktionshallendächern
- Automatische Abschalttemperatur der Röhren bei 140°C zur Vermeidung von Stagnation
- Röhren können im Sammler optimal ausgerichtet werden



Solare Flaschenreinigung bei der Rothaus Brauerei

Anlagenintegration:

- Beheizung FlaWaMa bei T-niveau von 80..120 °C
- Brauwassererwärmung
- Einbindung über eigenes solares Heißwassernetz

Wärmeschichtenspeicher:

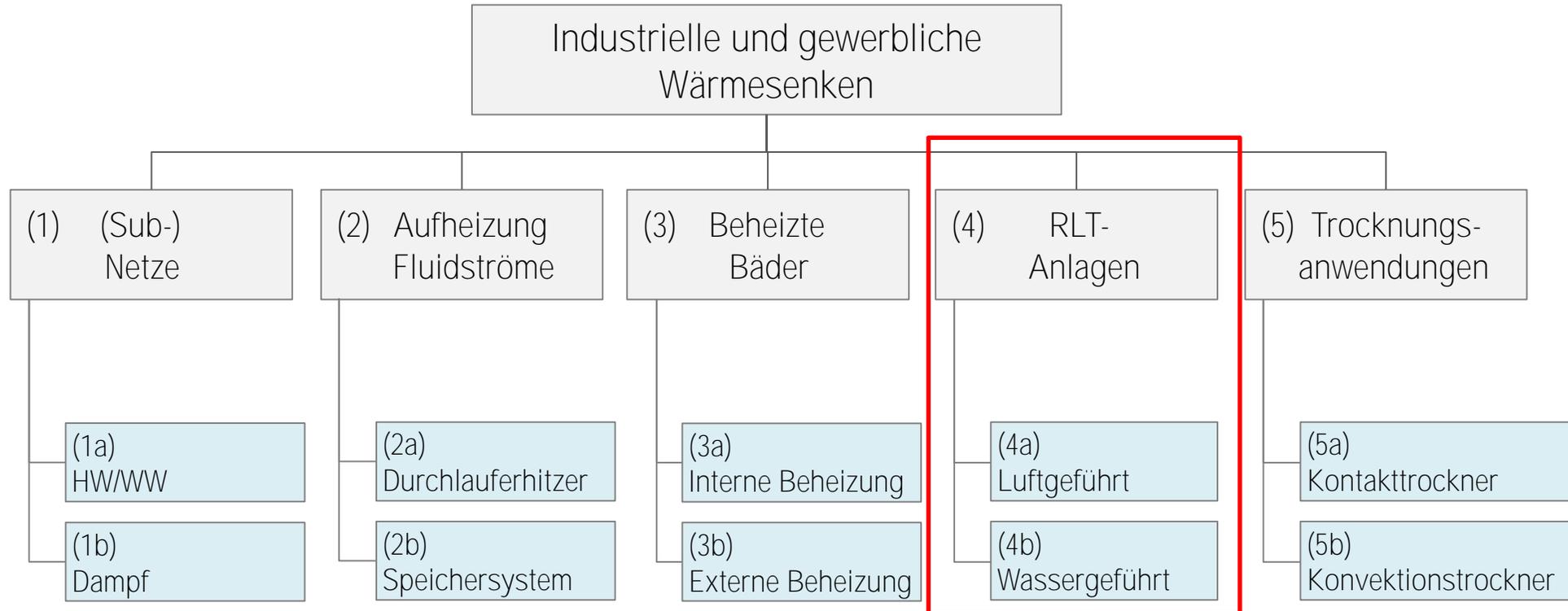
- Heißwasserspeicher mit 50 m³ bis 120 °C
- Außenaufstellung

Prognostizierte Erträge:

- Solarertrag: 426.000 kWh/a
- Solare Deckungsrate: 25%
- Erwartete CO₂ Einsparung: ca. 120.000 kg/a



Industrielle und gewerbliche Wärmesenken



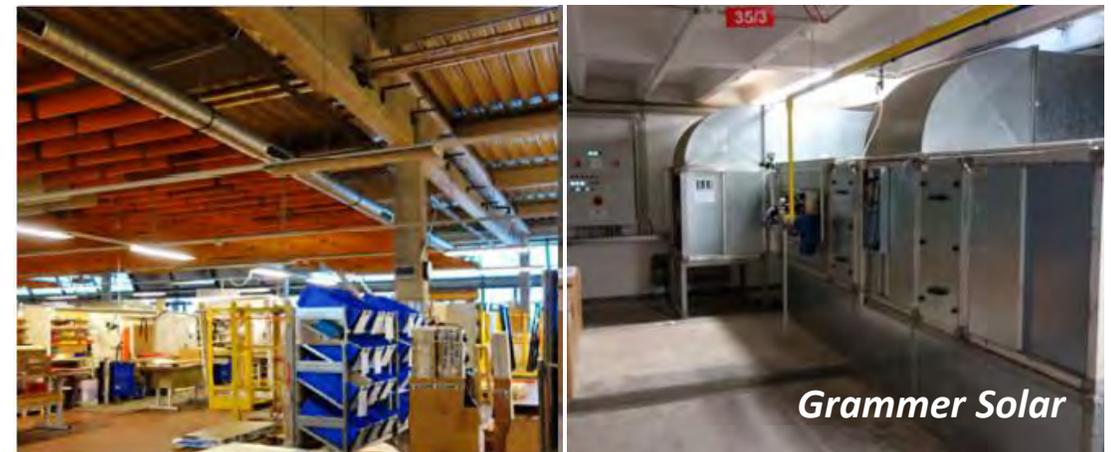
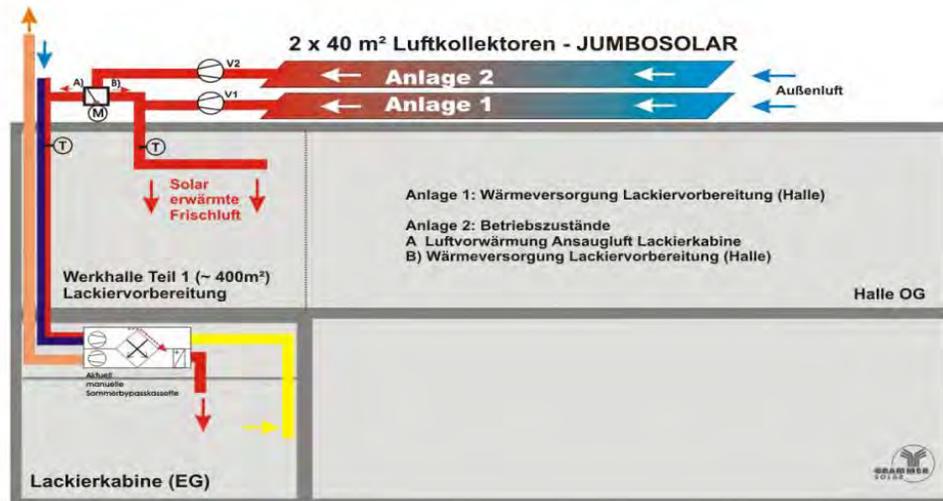
Demeter Gewächshaus Singen-Bohlingen

- Entfeuchtung und Beheizung von neun Gewächshäusern
- 1,5 GWh Wärmebedarf pro Jahr
- 300 kW Hackschnitzelheizung, 350 kW Stückholzheizung, 30 m³ Puffer
- Mai 2015: Inbetriebnahme 960 m² Flachkollektoren, 50 m³ Pufferspeicher
- T_{soll} Beheizung: 70 °C, T_{soll} Entfeuchtung 40 °C

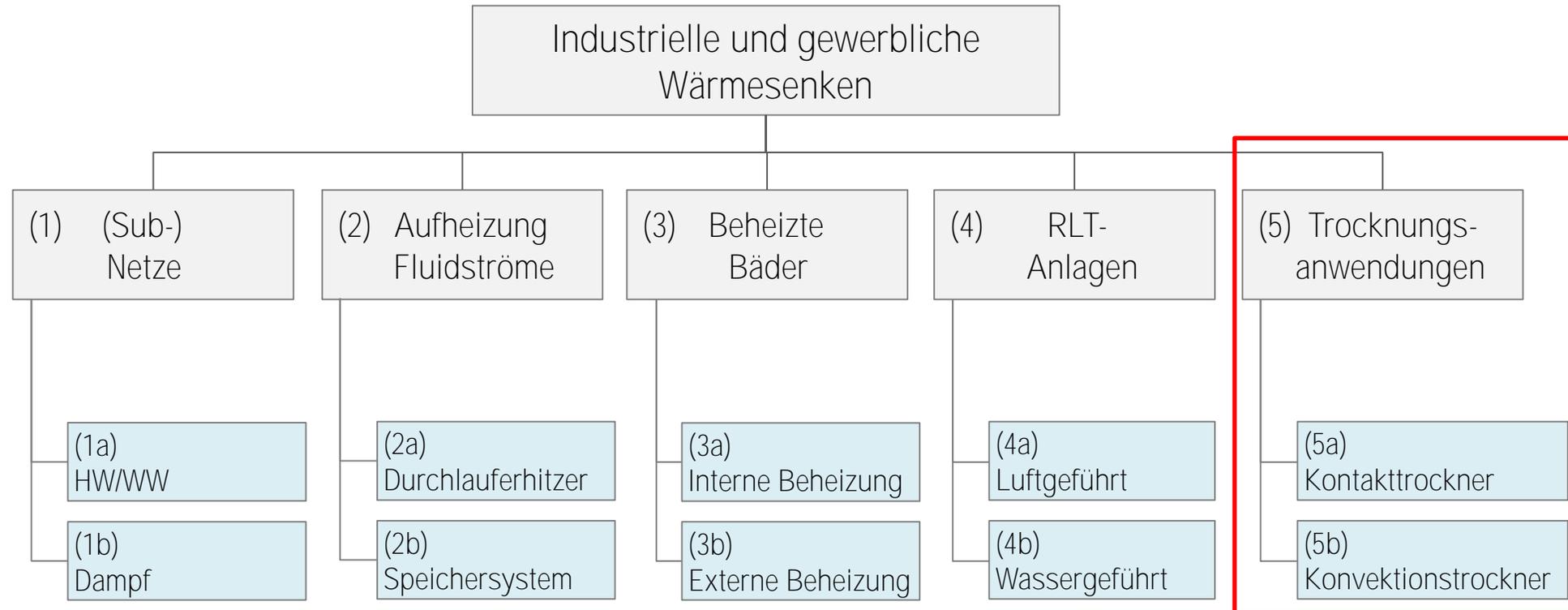


Fa. Lethe GmbH in Hamburg

- Herstellung von Schiffen & Jachten
- 80 m² Luftkollektoren (54 kW)
- 2.800 m³/h
- Prozesswärme für
 - Außenluftvorerwärmung für Lackierprozess
 - Raumerwärmung der Lackiervorbereitung

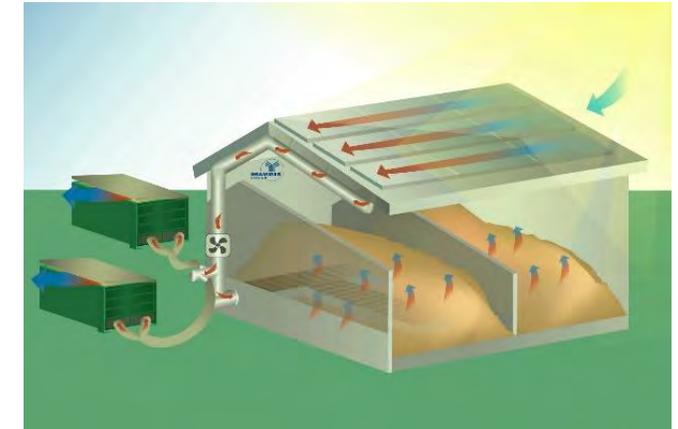


Industrielle und gewerbliche Wärmesenken



Solare Holzhackguttrocknung im Odenwald

- 507 m² Luftkollektoren
(entspricht Nennleistung von 340 kW)
- Inbetriebnahme: 2015
- max. Luftleistung: 28.000 m³/h
- Ertrag von mehr als 600 kWh/m²*a



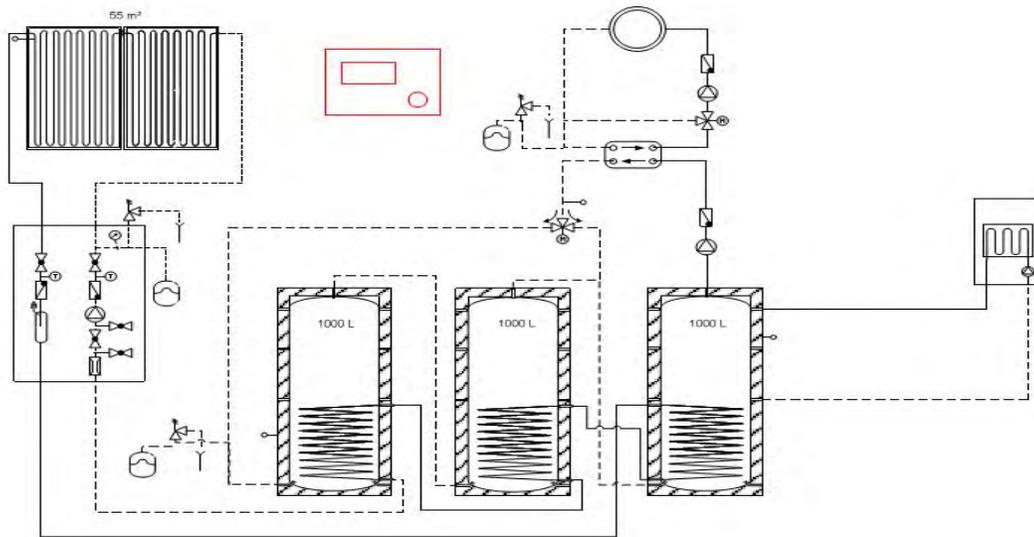
Lackiercenter Schulte in Meppen

- 134 m² Vakuumröhrenkollektoren mit 2 x 5 m³ Speicher
- Luft-Wasser-Wärmetauscher mit bis zu 85 °C Vorlauftemperatur
- Prozesswärme für
 - Außenluftvorerwärmung für Lackierprozess (24 °C, 22.000 m³/h)
 - Trocknung (70 °C, 1.200 m³/h)
- Jahreswärmebedarf: 180 MWh
- 30 % solare Deckung



Solare Ferkelnester

- Anlage Eppert in Ibbenbüren
- 84 solarunterstützte Ferkelnester
- 55 m² Flachkollektoren
- 3 m³ Pufferspeicher



Schüco

- ca. 20 % Energieeinsparung

Datenbank mit einigen Anlagen weltweit

SOLARE PROZESSWÄRME Home Technik Markt Wirtschaftlichkeit Vorplanung Best Practice

Bundesland Branche Anwendung Kollektortyp Kollektorfeldgröße [FILTER LÖSCHEN](#)



Planer und Anlagenbauer

ECOSCOPT Trier » zeige Anlagen dieses Planers	Enersolve GmbH » zeige Anlagen dieses Planers	Paradigma » zeige Anlagen dieses Planers
---	---	--



Einführung

Marktübersicht Deutschland

Kosten, Förderung, Wirtschaftlichkeit

Anwendungsbeispiele

Machbarkeitsabschätzung und VDI 3988

Abschlussrunde

Am Anfang steht die ...

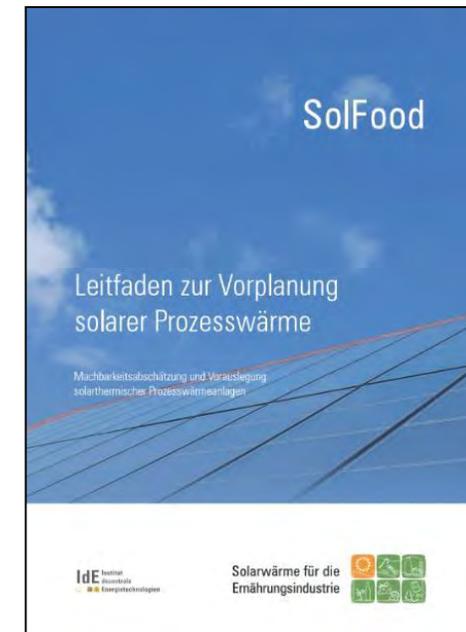
... Machbarkeitsabschätzung



- Kann ein Kunde in seinem Unternehmen sinnvoll Solarwärme nutzen?
- Wie groß müsste eine Solaranlage sein?
- Was bringt die Solaranlage?
- Ist das wirtschaftlich?

Leitfaden mit relevanten Infos zu

- Vorgehen
- Einbindung von Solarwärme
- Vorauslegung Kollektor, Speicher
- Ertragsabschätzung



VDI 3988 - Solarthermische Prozesswärme

ICS ##.###.###		VDI-RICHTLINIEN		Juli 2018	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Solarthermische Prozesswärme		VDI 3988	
				Entwurf	
Solar thermal process heat		Einsprüche bis 2018-12-31			
		<ul style="list-style-type: none"> vorzugeweisen über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal http://www.vdi.de/einspruchsportal in Papierform an: VDI e.V. Gesellschaft Energie und Umwelt Postfach 10 11 89 40002 Düsseldorf 			
Inhalt		Seite			
Vorbemerkung		3			
Einleitung		3			
1 Anwendungsbereich		4			
2 Begriffe		4			
3 Formelzeichen und Abkürzungen		8			
4 Potenziale und geeignete Anwendungsfelder		10			
5 Grundlagenermittlung / Voruntersuchung		12			
5.1 Voraussetzungen zur Nutzung solarer Prozesswärme		13			
5.2 Erfassung des energetischen Ist-Zustands		13			
5.3 Örtliche Gegebenheiten und mögliche Einspeisepunkte		14			
5.4 Checkliste zur Voruntersuchung		16			
6 Vorplanung und grobe Kostenschätzung		18			
6.1 Kollektorauswahl		18			
6.2 Hydraulikkonzepte		22			
6.3 Grobdimensionierung der thermischen Solaranlage		26			
6.4 Kosten und Einsparungen		33			
7 Entwurfsplanung und Kostenberechnung		39			
7.1 Ertragssimulation		41			
7.2 Kollektorfelddesign		42			
7.3 Speicherbeladung und -dimensionierung		49			
7.4 Speichereinladung und Einspeisung		54			
7.5 Regelungskonzept		56			
7.6 Kostenberechnung		56			
8 Hinweise zur Genehmigungsplanung		58			
8.1 Bauordnungsrechtliche Hinweise		58			
8.2 Thermische Solaranlagen und das Bauproduktengesetz		59			
8.3 Thermische Solaranlagen und Betriebssicherheitsverordnung		59			
8.4 Thermische Solaranlagen und Statik		59			
8.5 Hinweise zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen		60			
9 Hinweise zur Ausführungsplanung		60			
10 Hinweise zur Installation, Inbetriebnahme, Abnahme, Instandhaltung		60			
<p style="text-align: center;">VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt Fachbereich Energiewandlung und -umwandlung</p> <p style="text-align: center;">VDI-Handbuch Energietechnik VDI Handbuch Wärme-/Heiztechnik</p>					

- legt den Stand der Technik fest
 - garantiert Planungssicherheit
 - vermeidet (unnötige) Fehler
 - sichert Wissenstransfer
-
- Aktuell Erstellung des Weißdrucks
 - Ab 01.01.2019 Fördervoraussetzung

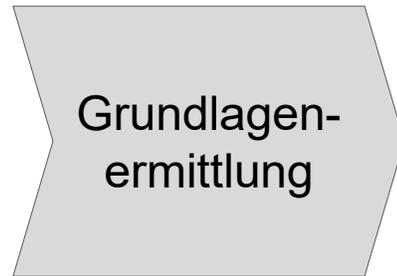
Inhalte der Richtlinie

1. - 3. bei allen VDI Richtlinien gleich
4. Potentiale/Anwendungsgebiete
5. Grundlagenermittlung
- 6. Vorplanung und Kostenschätzung**
- 7. Entwurfsplanung und Kostenberechnung**
8. Hinweise Genehmigungsplanung
9. Hinweise Ausführungsplanung
10. Hinweise Inst., Inbetriebn., Abnahme, Instandhaltung
11. Messtechnische Überwachung
12. Besondere Anwendungsgebiete
(Fernwärme, HT, Luft, Kälte)

IC 5 ##.##.###		VDI-RICHTLINIEN		Juli 2018	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Solarthermische Prozesswärme		VDI 3988	
				Entwurf	
Solar thermal process heat		Einsprüche bis 2018-12-31		• vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal: http://www.vdi.de/einspruchsportal	
				• in Papierform an: VDI e.V. Gesellschaft Energie und Umwelt Postfach 10 11 39 40002 Düsseldorf	
Inhalt		Seite			
Vorbemerkung		3			
Einleitung		3			
1 Anwendungsbereich		4			
2 Begriffe		4			
3 Formelzeichen und Abkürzungen		8			
4 Potenziale und geeignete Anwendungsfelder		10			
5 Grundlagenermittlung /Voruntersuchung		12			
5.1 Voraussetzungen zur Nutzung solarer Prozesswärme		13			
5.2 Erfassung des energetischen Ist-Zustands		13			
5.3 Örtliche Gegebenheiten und mögliche Einsparungspunkte		14			
5.4 Checkliste zur Voruntersuchung		16			
6 Vorplanung und grobe Kostenschätzung		18			
6.1 Kollektorauswahl		18			
6.2 Hydraulikkonzepte		22			
6.3 Grobdimensionierung der thermischen Solaranlage		26			
6.4 Kosten und Einsparungen		33			
7 Entwurfsplanung und Kostenberechnung		39			
7.1 Ertragssimulation		41			
7.2 Kollektorfelddesign		42			
7.3 Speicherbeladung und -dimensionierung		49			
7.4 Speicherenladung und Entspeisung		54			
7.5 Regelungskonzept		56			
7.6 Kostenberechnung		56			
8 Hinweise zur Genehmigungsplanung		58			
8.1 Bauordnungsrechtliche Hinweise		58			
8.2 Thermische Solaranlagen und das Bauproduktengesetz		59			
8.3 Thermische Solaranlagen und Betriebssicherheitsverordnung		59			
8.4 Thermische Solaranlagen und Statik		59			
8.5 Hinweise zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen		60			
9 Hinweise zur Ausführungsplanung		60			
10 Hinweise zur Installation, Inbetriebnahme, Abnahme, Instandhaltung		60			

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt
Fachbereich Energieumwandlung und -nutzung
VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

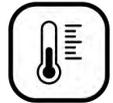
1. Schritt - Grundlagen



Grundvoraussetzungen prüfen



Aufstellflächen



T-Niveau/ sommerlicher Wärmebedarf



Entfernung zum Einspeisepunkt



Investitionserwartung



Temperaturniveau



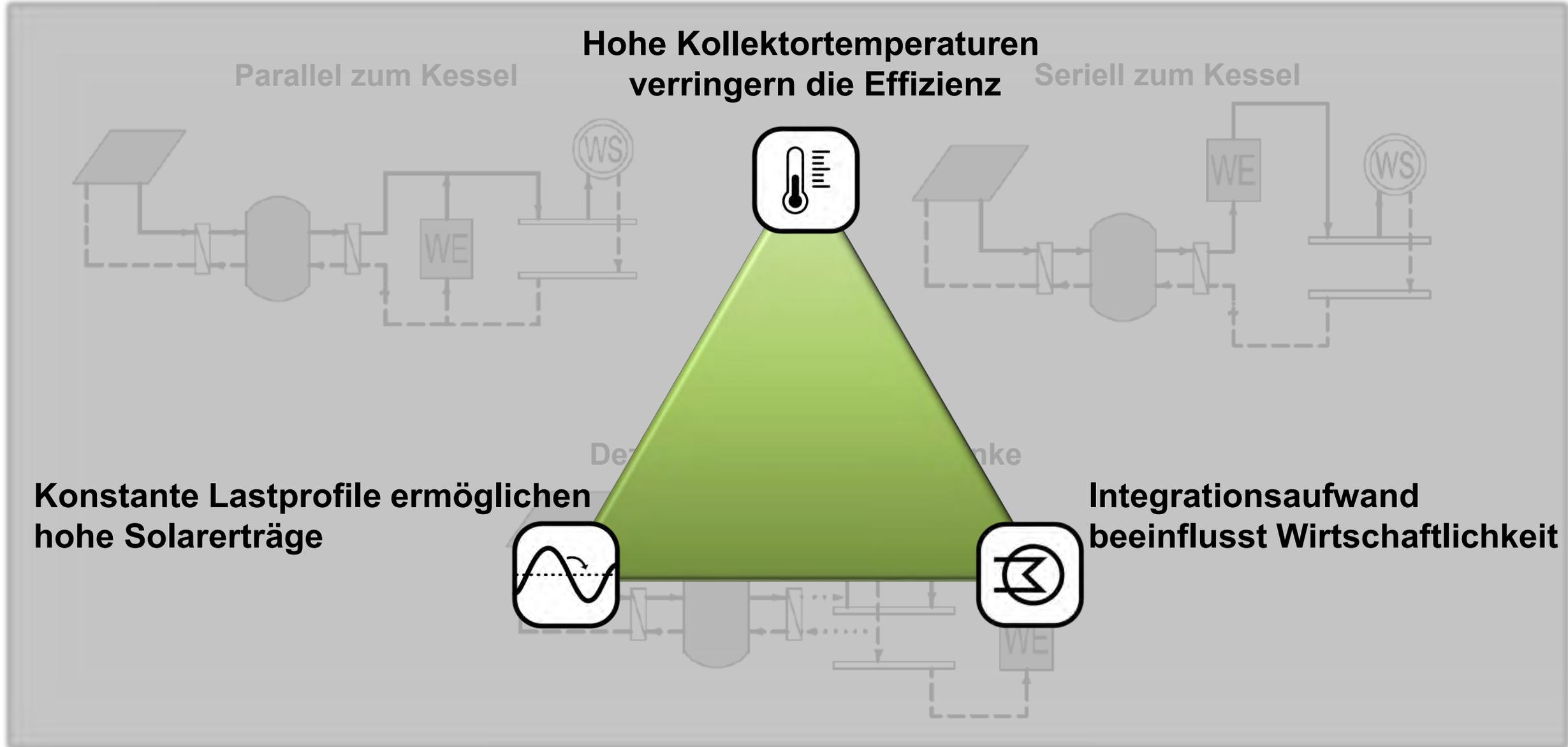
Lastprofil



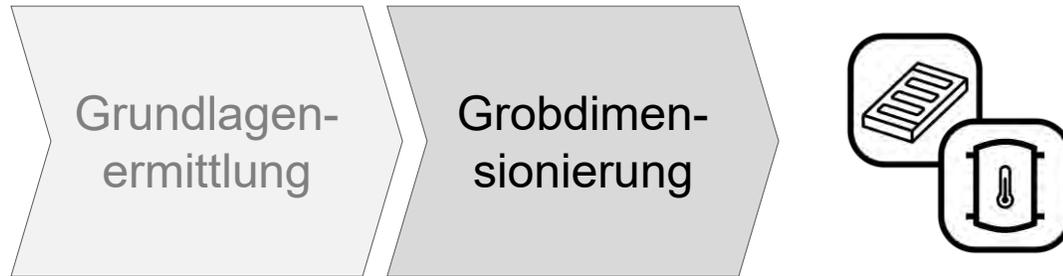
Integrationsaufwand



Dach-/Freiflächen



2. Schritt - Auslegung

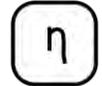


Wie groß sollten Kollektorfeld und Speicher sein?

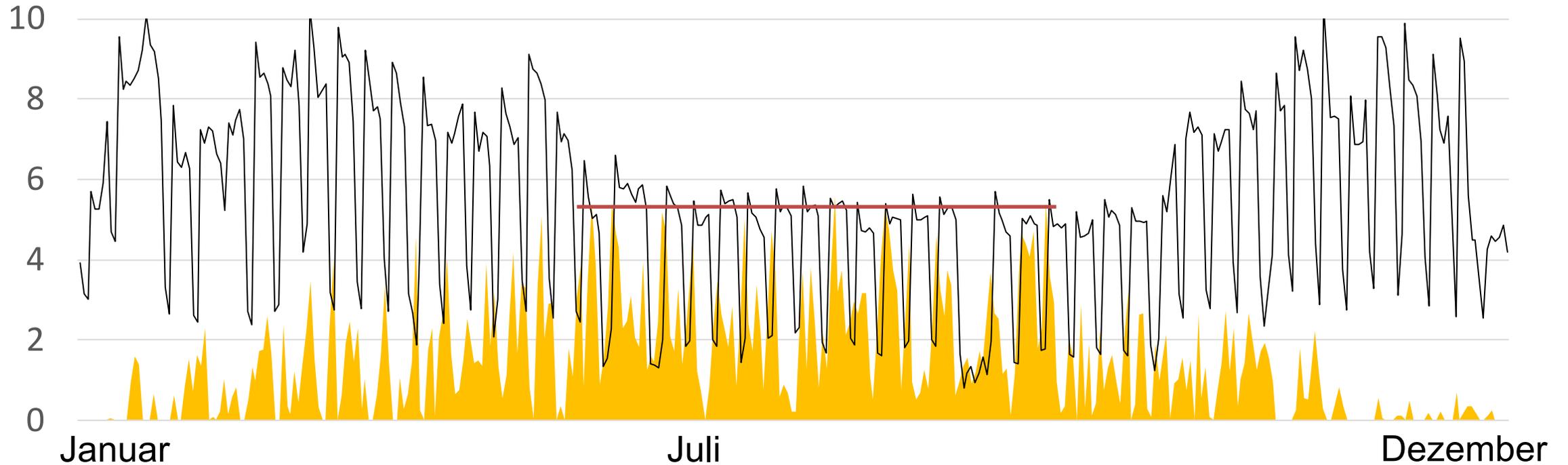
Auslegung auf sommerlichen Wärmebedarf (Autarkie an gutem Sommertag)

- Kollektorfeld: abhängig von Temperatur, Wochenprofil und Ausrichtung
- Speichervolumen: abhängig von Temperaturniveau und Wochenprofil

Sommerlicher Wärmebedarf

-  Voldeckung an einem einstrahlungsreichen Tag (8 kWh/d)
-  Keine Überschüsse → Wirtschaftliche Optimierung

Wärme in MWh/d

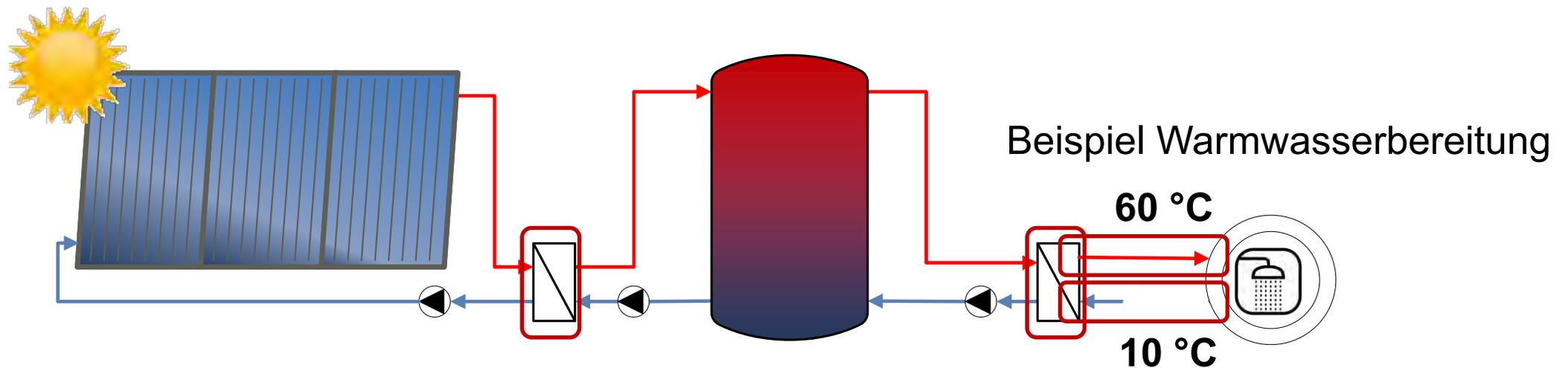


Kollektormitteltemperatur

- Effizienz der Solarsystems verringert sich mit steigenden Prozesstemperaturen
- Mittlere Kollektortemperatur ($T_{kol,m}$) entscheidender Parameter für Auslegung

$$T_{kol,m} = \frac{T_{WS,VL} + T_{WS,RL}}{2} + n \cdot 5 K$$

Vorlauftemperatur Wärmesenke Rücklauftemperatur Wärmesenke
Anzahl Wärmeübertrager



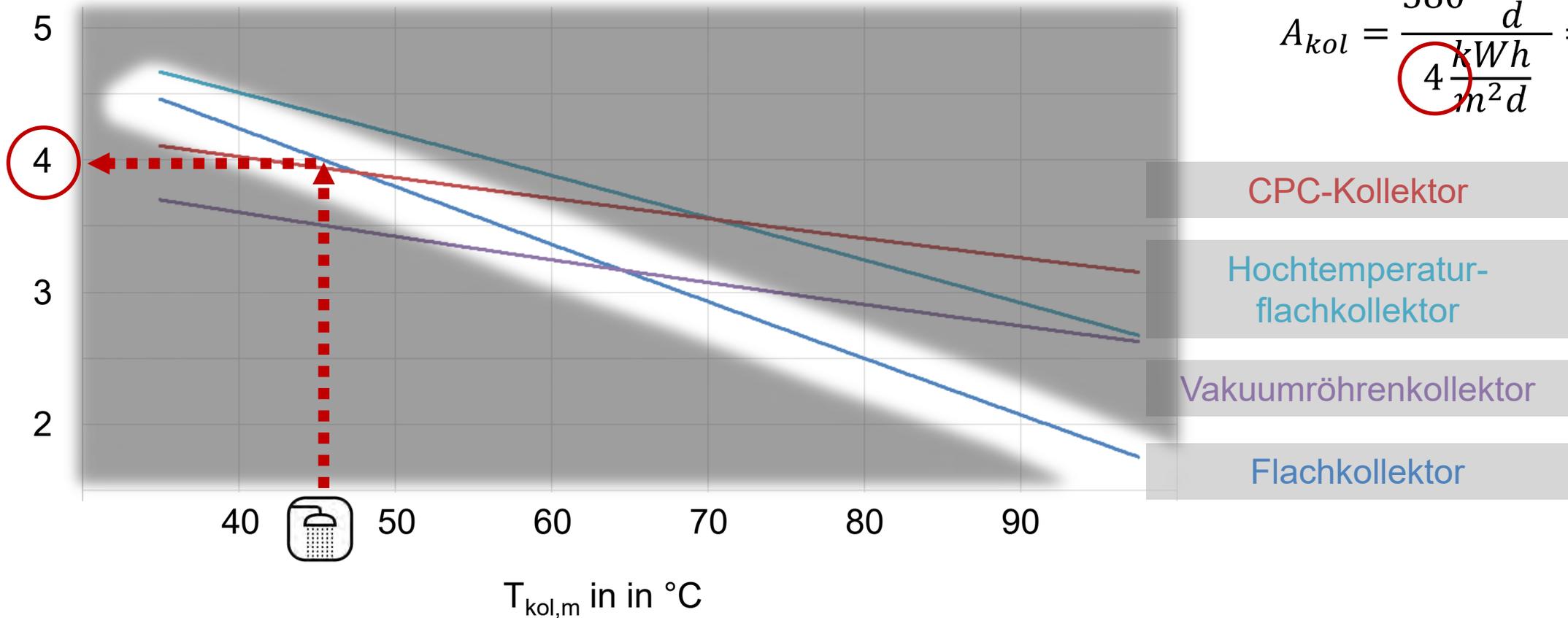
Bestimmung der Auslegungsgröße

$$f_{\text{Kol}} \text{ in kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \cong \frac{\text{täglicher Wärmebedarf}}{\text{Kollektorfläche}}$$



$$10 \text{ m}^3/\text{d} \rightarrow 580 \text{ kWh}/\text{d}$$

$$A_{\text{kol}} = \frac{580 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}}{4 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{d}}} = 145 \text{ m}^2$$



3. Schritt - Ertrag

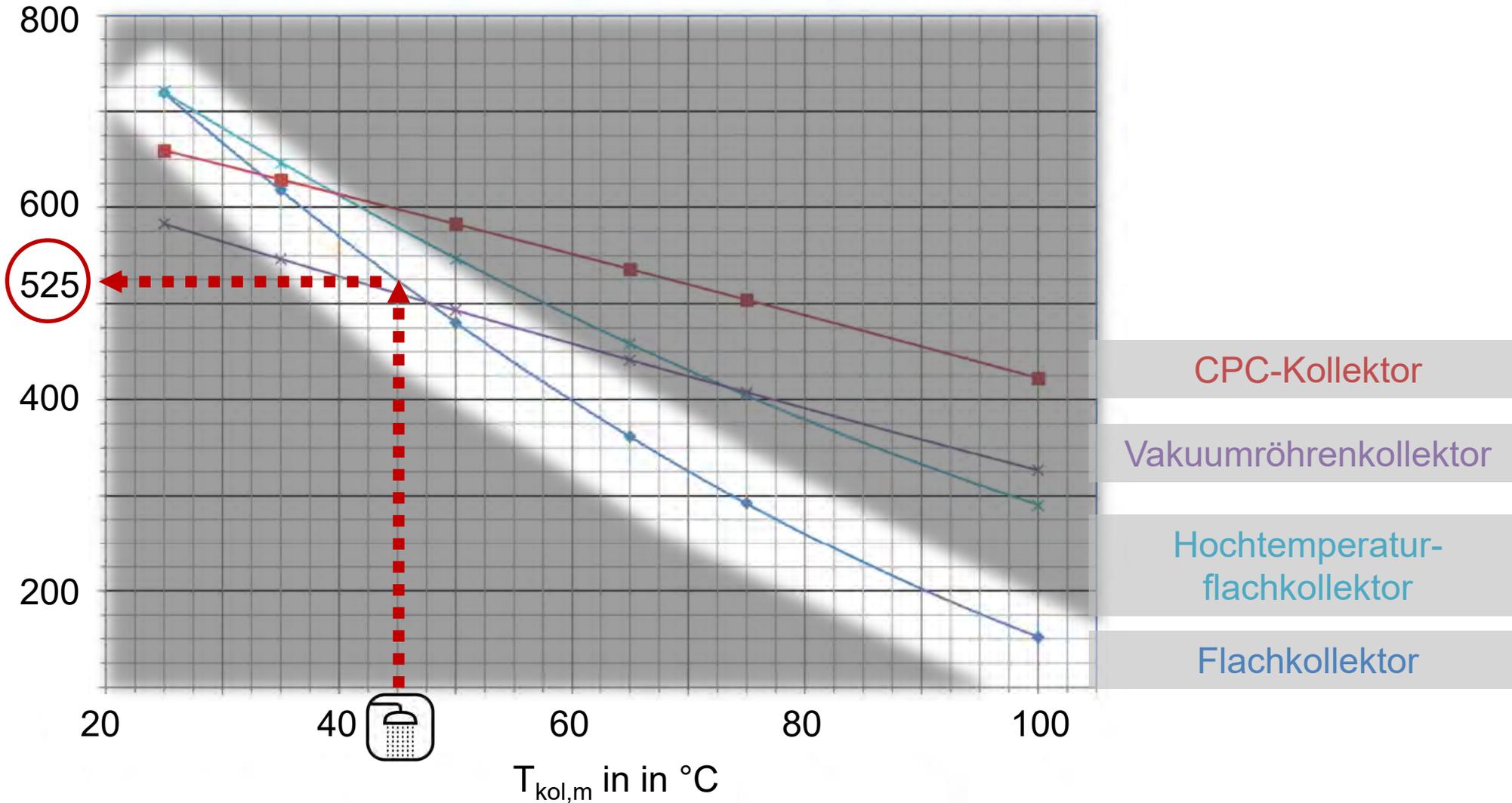


Wie viel Energie liefert meine Solaranlage im Jahresverlauf?

- Temperaturniveau
- Wochen- und Jahresprofil
- Erfolgt häufig mittels Simulationen

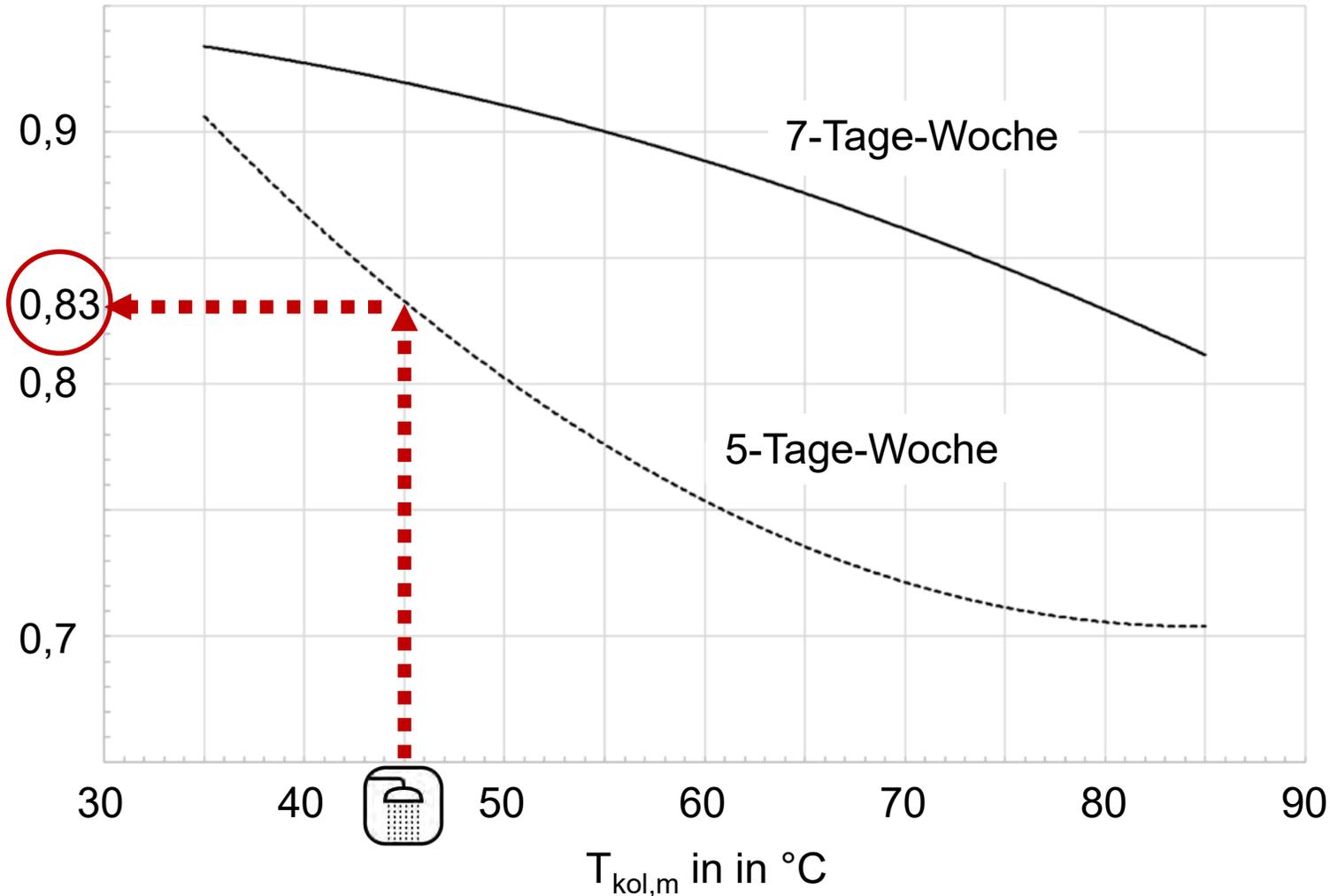
Bestimmung des Kollektorertrages

q_{ACO} in kWh/(m²·a)



Korrekturfaktor Wochenprofil

Auslegungsfaktor f_{ACO}



Kollektortemperatur ↑
Speicherverluste ↑
Systemertrag ↓

$$q_{ACO} = 525 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$$

$$q = 525 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ a}} \cdot 0,83$$

$$= \underline{\underline{434 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}}}$$

- Speichervolumen im Wesentlichen von Lastprofil und Temperatur der Wärmesenke bestimmt



0 l/m²: Durchgehende Wärmeabnahme



50 l/m²: Moderates Temperaturniveau 50..70 °C, 7-Tage-Woche

75 l/m²: Moderates Temperaturniveau 50..70 °C, 5-Tage-Woche



100 l/m²: Solltemperatur Wärmesenke > 70 °C

> 100 l/m²: Starke Verbrauchsspitzen

$$\begin{aligned} V_{Sp} &= A_{kol} \cdot 75 \frac{l}{m^2} \\ &= 145 m^2 \cdot 75 \frac{l}{m^2} \\ &= \underline{\underline{11 m^3}} \end{aligned}$$

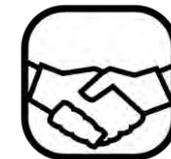
Ergebnis der Vorauslegung

Warmwasserbereitung

- Wärmebedarf: **10 m³/d bzw. 580 kWh/d**
- Prozesstemperatur: **10..60 °C**
- Kollektormitteltemperatur: **45 °C**
- Kollektortyp: **Flachkollektor**
- Kollektorfläche: **145 m²** (Auslegungswert: 4 kWh/m²_{kol})
- Speichervolumen: **11 m³**
- Projektierter Ertrag: **434 kWh/m²a**

→ **Input für Wirtschaftlichkeitsberechnung**

→ **Positive Entscheidung: Detailplanung + Simulation**

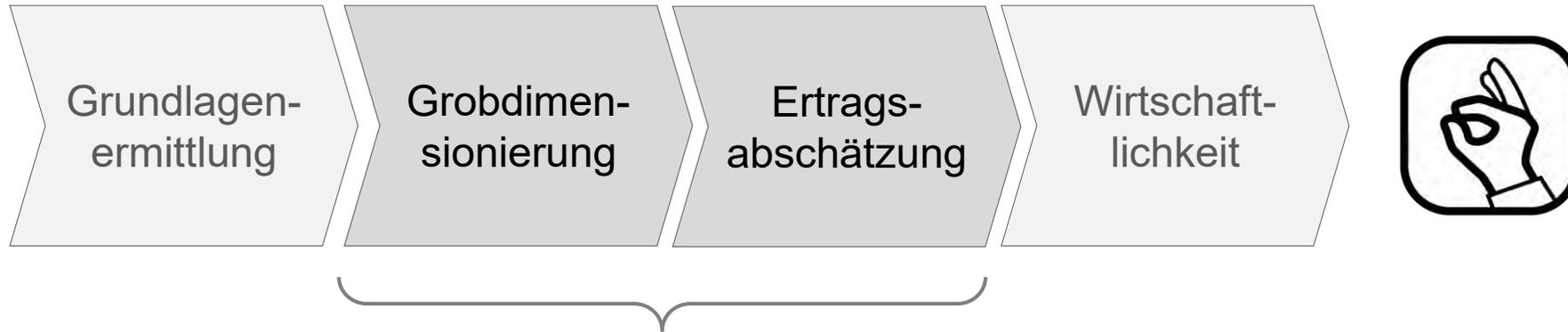


4. Schritt - Wirtschaftlichkeit



- Investitionskosten und Förderung
- Nutzungsdauer, AfA, Kalkulationszins und Preissteigerung
- Bedarfs- und betriebsgebundene Kosten
 - Solare Wärmegestehungskosten

Solarwärme ja oder nein - Machbarkeitsabschätzung



Online Vorauslegungstool



SOLARE PROZESSWÄRME Home Technik Markt Wirtschaftlichkeit **Vorauslegung** Best Practice Forschung

Vorauslegung Solaranlage

Dieses Tool ermöglicht die schnelle Vorauslegung einer Solaranlage zur Bereitstellung solarer Prozesswärme. Nach Eingabe der wichtigsten Parameter werden Kollektorfläche und Speichervolumen berechnet, die zur Deckung des sommerlichen Wärmebedarfs der solar zu unterstützenden Warmesenke benötigt werden. Zusätzlich wird der Jahresnutzungsgrad und Ertrag der Solaranlage berechnet.

Die mit Sternchen (*) gekennzeichneten Eingabefelder bitte ausfüllen, die ohne Sternchen weisen umen können Sie bei Bedarf noch zusätzlich, optional ausfüllen.

WELCHER KOLLEKTORTYP?
Welcher Kollektor am besten geeignet ist, hängt im Wesentlichen von der Prozess-temperatur ab. In dem Abschnitt zu **Bedauk** finden sich hier gute Rahmenwerte und Informationen zu den verschiedenen Technologien.

Prozesstemperatur

Rücklauf-temperatur*	Vorlauf-temperatur*
<input type="text" value="z.B. 15"/>	<input type="text" value="z.B. 40"/>

Kollektortyp

<input type="text" value="Flachkollektor"/>	<input type="text" value="Verbessertes Kollektor"/>
---	---

Anzahl Wärmetauscher

Prozesstemperatur *

Rücklauftemperatur * ?

Vorlauftemperatur * ?

Kollektortyp *

Flachkollektor ?

Hocheffizienzkollektor ?

Anzahl Wärmetauscher *

?

Lastprofil *

Tägliches Lastprofil * ?

Wöchentliches Lastprofil * ?

Tageslast ?

5 Tagewoche ?

Standort *

Deutschland ?

PLZ * ?

Sommerlicher täglicher Wärmebedarf in kWh/d *

?

Spez. Speicherkapazität *

Eigene Eingabe * ?

Empfehlung ?



Ergebnisse / Ausgabewerte

Bruttokollektorfläche in m ²	<input type="text" value="205"/> ?
Speichervolumen in m ³	<input type="text" value="10"/> ?
Spez. Ertrag in kWh/(m ² _{br} ·a)	<input type="text" value="456"/> ?
Ertrag in MWh	<input type="text" value="93"/> ?
Systemnutzungsgrad in %	<input type="text" value="36"/> ?
Auslegungswert in kWh/(m ² _{br} ·d)	<input type="text" value="3.7"/> ?
Optimaler Anstellwinkel in °	<input type="text" value="35"/> ?

Informationsmöglichkeiten

www.solare-prozesswaerme.info

- Leitfäden & Flyer, BINE Themeninfo
- VDI-Richtlinie
- Webinar „Solarthermie in der Prozesswärme“
<https://www.mittelstand-energiewende.de/webinare/>



Felix Pag



Solar-Expertenkreis



www.solare-prozesswaerme.info



www.solar.uni-kassel.de

Zusammenfassung



Solarthermie auch in Industrie und Gewerbe
hervorragende Möglichkeit zur **Wärmebereitstellung**



Attraktive Förderung ermöglicht **niedrige Wärmepreise**,
teils deutlich unterhalb fossiler Energie



Hilft bei kontinuierlichen Verbesserungsprozessen
und Steigerung der Nachhaltigkeit



Solare Prozesswärme als eine sinnvolle Möglichkeit
zur Reduktion der Energiekosten und Emissionen



Solarthermie lässt sich hervorragend mit effizienten
Wärmeerzeugern wie KWK oder Wärmepumpen kombinieren

Vielen Dank!

prozesswaerme@uni-kassel.de