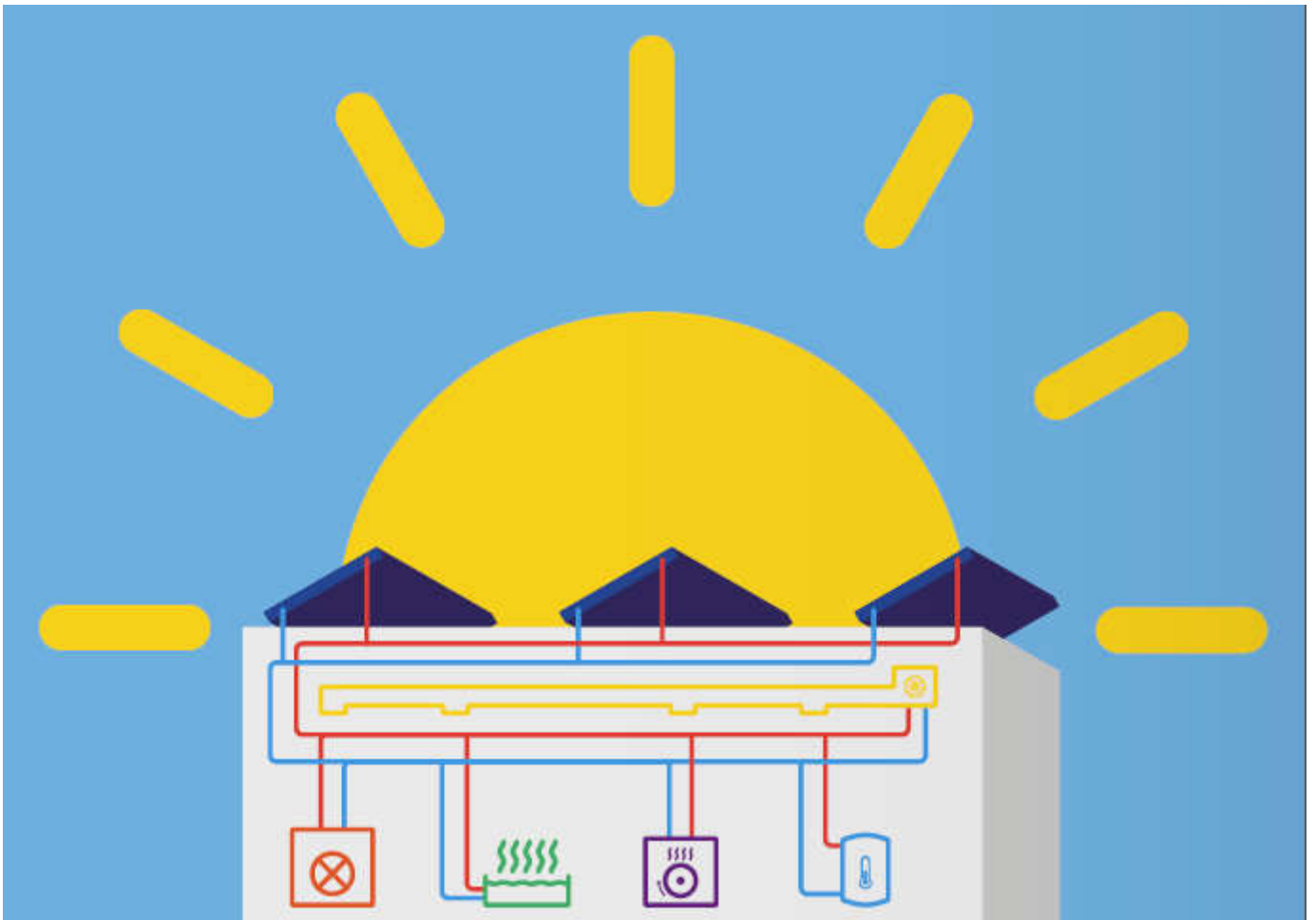


Fact Sheets – Solare Prozesswärme

Integrationsmöglichkeiten und Beispielanlagen



Herausgeber

Universität Kassel
Fachgebiet Umweltgerechte Produkte und Prozesse
Kurt-Wolters-Str. 3
34125 Kassel
www.upp-kassel.de

Autoren

Florian Schlosser, Ulrich Trabert, Felix Pag, Dr. Bastian Schmitt
Universität Kassel, FG Umweltgerechte Produkte und Prozesse
FG Solar-und Anlagentechnik

Unterstützt durch

STREKS -Stiftung für Ressourcen-Effizienz und Klimaschutz, Karlsruhe
AEE –Institut für Nachhaltige Technologien, Gleisdorf

Kontakt

Felix Pag
Universität Kassel
Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik
Tel.: +49 561 / 804 -1971
prozesswaerme@uni-kassel.de
www.solare-prozesswaerme.info

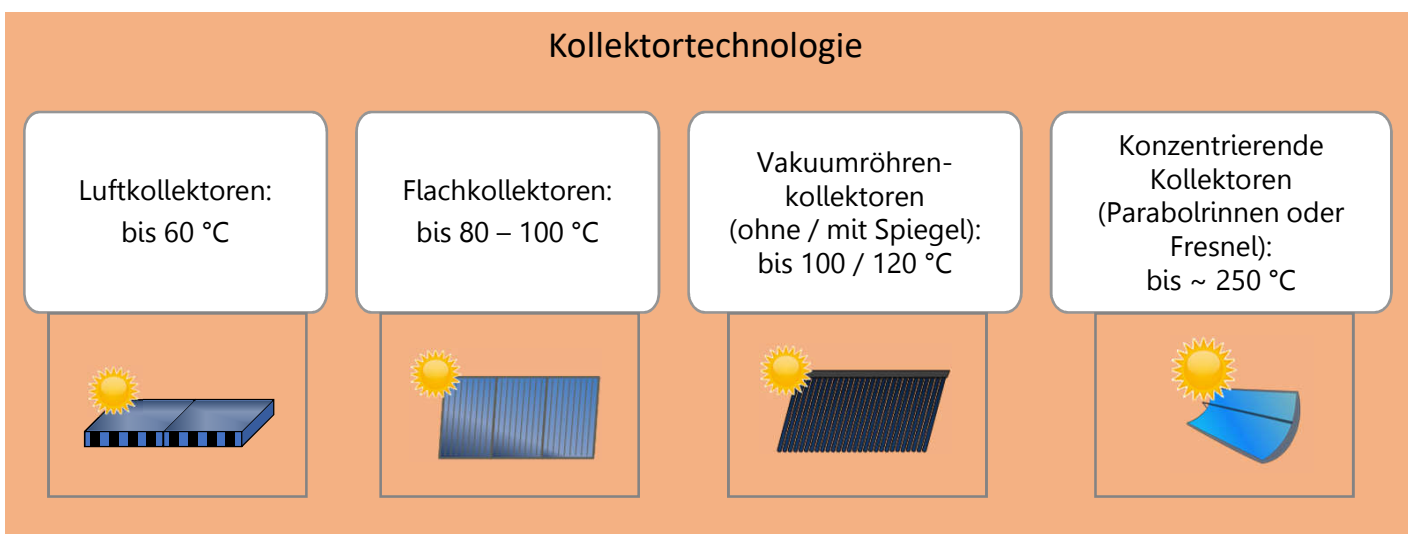
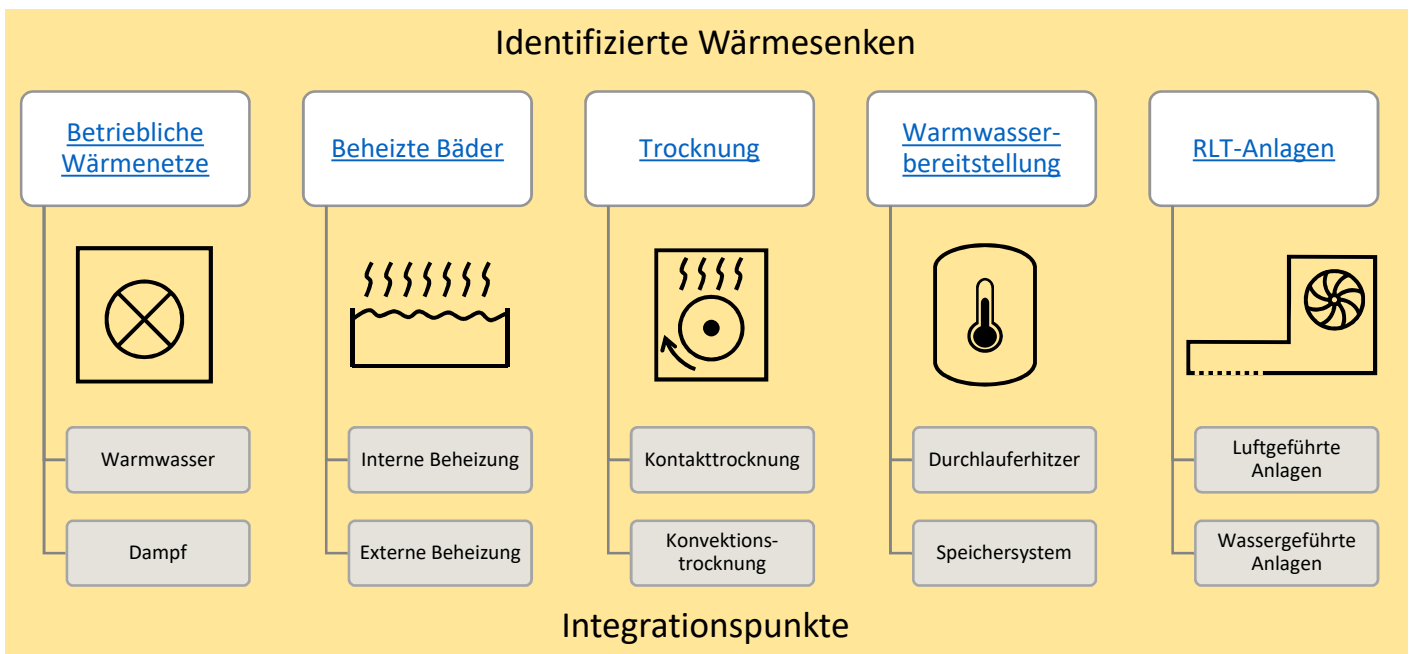
Erstellt im Rahmen des deutsch-österreichischen F&E Vorhabens SolarAutomotive – Solare Prozesswärme für die Automobil- und Zulieferindustrie. Das Projekt (FKZ: 0325863A) wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie auf der Grundlage einer Entscheidung des Deutschen Bundestages sowie dem österreichischen Klima- und Energiefonds (Projektnummer: 848925) finanziert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Über die Fact Sheets

Die Fact Sheets wurden im Rahmen des Projekts "SolarAutomotive - Solare Prozesswärme für die Automobil- und Zulieferindustrie" entwickelt.

Auf Basis einer Prozessanalyse konnten fünf typische Wärmesenken abgeleitet werden, die sich für die Integration solarer Prozesswärme eignen und sich in vielen Unternehmen wiederfinden: betriebliche Wärmenetze, beheizte Bäder, Trocknungsprozesse, Warmwasserbereitstellung, sowie raumluftechnische Anlagen. Konkrete Integrationsmöglichkeiten für diese Wärmesenken, die zu wählende Kollektortechnologie sowie Informationen zu Leuchtturmprojekten sind auf den folgenden Seiten dargestellt. Hilfestellung zur Bewertung eines Integrationskonzeptes ist im Leitfaden „Solare Prozesswärme“¹ zu finden.



¹ www.solare-prozesswärme.info



0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

Möglichkeit zur Einbindung der Solarwärme

HW/WW-Netz

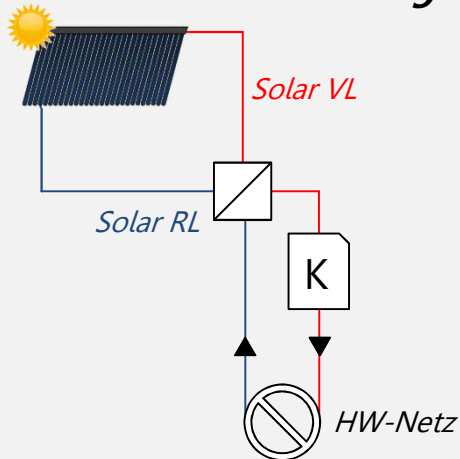
- Heizungsvorlauf
- Heizungsrücklauf

Dampfnetz

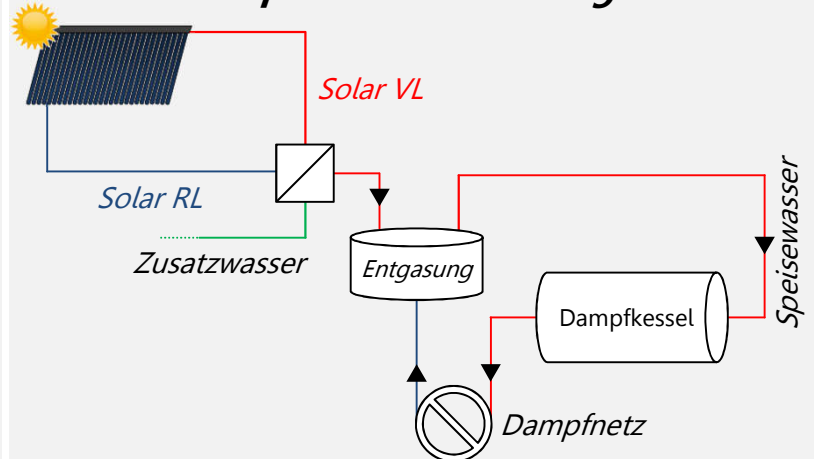
- Vorwärmung Speise- oder Zusatzwasser
- Dampferzeugung

Integrationschemata

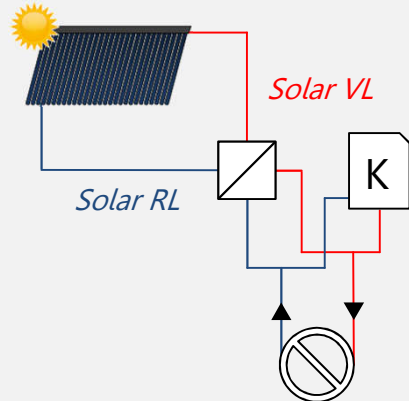
Rücklaufanhebung



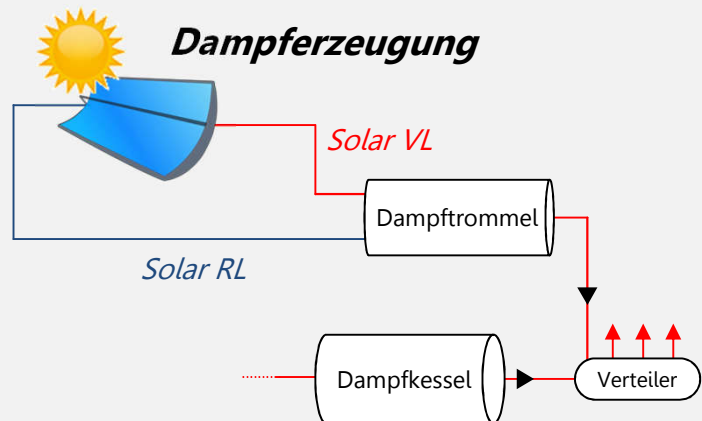
Dampfnetz Vorwärmung



Parallele Einbindung



Dampferzeugung

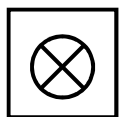


Charakteristik



- + Hoher ausgeglichener Wärmebedarf
- + Grundlast außerhalb von Produktionszeiten
- + Versorgung aller Prozesse mit Solarwärme
- + Einfache Integration über Wärmeübertrager
- + Einfache Regelung

- Integration auf Temperaturniveau des Betriebsnetzes und damit oft der höchsten Prozesstemperatur



Best Practice - Betriebliche Wärmenetze

SOLAR
AUTOMOTIVE

Beispiel 1 - Rücklaufanhebung

Die **Heinz Daurer & Söhne GmbH & Co. KG, Metall-Veredlung Lampertheim** beschichtet als Dienstleistungsunternehmen funktionelle und dekorative Metalloberflächen für Industrie und Handwerk. In 2014 investierte das Unternehmen in eine Solarthermieanlage zur teilweisen Deckung des Wärmebedarfs.

Die Solaranlage, bestehend aus knapp **300 m² CPC-Kollektoren** und einem **15 m³ Speicher** sind zentral in die Wärmeversorgung des Unternehmens eingebunden. Das Kollektorfeld ist direkt, also ohne Wärmetauscher, an den Pufferspeicher angeschlossen, über den wiederum das betriebliche Warmwassernetz versorgt wird. Damit können die angeschlossenen Verbraucher mit Temperaturanforderungen zwischen 50 und 90°C (Galvanikbecken, Trocknung, Raumlufttechnische Anlagen, Warmwasserbereitstellung und Gebäudeheizung) von der Solarwärme profitieren.

Die Solaranlage liefert im Jahr etwa **105 MWh** Wärme und substituiert damit rund 20 % des jährlichen Heizöl-einsatzes. An guten Sommertagen kann der Ölkessel komplett ausbleiben, da die Solaranlage den Wärmebedarf des Unternehmens zu 100 % deckt. Die Investitionskosten von knapp einer viertel Million Euro (Turn-Key) wurden zur Hälfte durch das BAFA gefördert.



Beispiel 2 – Parallele Einbindung

Die **Hustert Galvanik GmbH in Rahden** ist ein Lohngalvanikbetrieb und bietet Galvanische Verzinkungen nach DIN 50979 als Blau passiviert und Blau Dickschicht passiviert an. Im Juli 2011 wurde eine Solarthermieanlage in Betrieb genommen, die nun eine Ölkesselanlage bei der Beheizung der Tauchbecken und Trockenkammern unterstützt.

Die Solaranlage besteht aus **45 CPC-Kollektoren mit 221 m² Bruttokollektorfläche**. Die Einspeisung der Solarwärme erfolgt direkt in die hydraulische Weiche der Kesselanlage. Da die Anlage **ohne Speicher** betrieben wird, puffern die Tauchbecken sommerliche Peaks ab. Die Vorlauftemperatur wird zwischen 75 und 90 °C dynamisch an den Bedarf angepasst.

Der Ertrag der Solaranlage liegt bei etwa **95 MWh** Wärme im Jahr, wodurch bis zu 15.000 Liter Heizöl eingespart werden.



Quelle: Hustert Galvanik GmbH



Beheizte Bäder

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

Möglichkeit zur Einbindung der Solarwärme

EWÜT / IWÜT

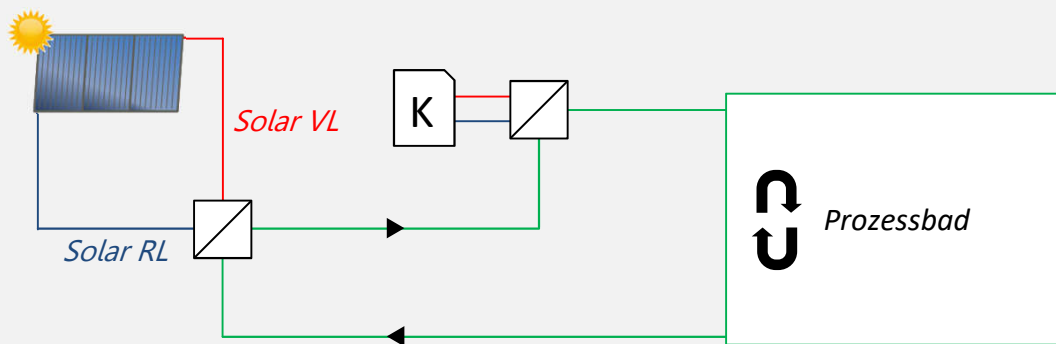
- Reinigen
- Entfetten
- Spülen

EWÜT / IWÜT

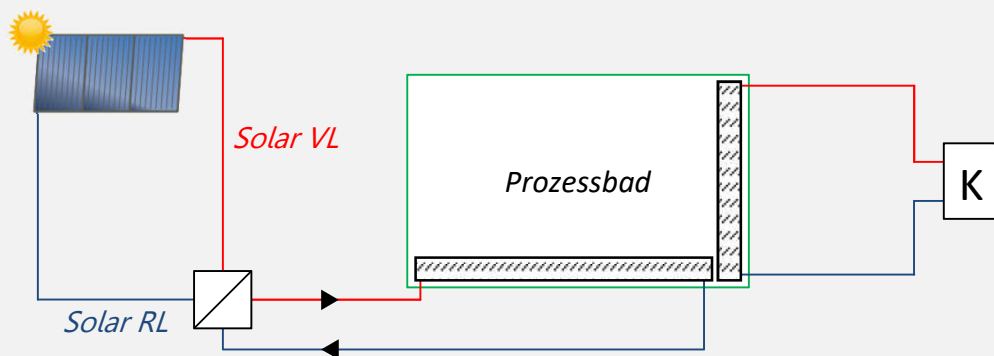
- Prozessbäder (z.B. Beizen, chem. Beschichtung, Glänzen, Klären)

Integrationsschemata

Externer Wärmeübertrager (EWÜT)



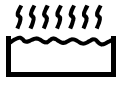
Interner Wärmeübertrager (IWÜT)



Charakteristik



- + Gleichmäßiger Wärmebedarf
- + Ggf. regelmäßige Neubefüllung
- + Bad selbst kann je nach Badinhalt und Größe als Speicher genutzt werden
- + Ggf. Wärmebedarf am Wochenende durch Temperaturhaltung
- + Ggf. hohe Solltemperatur der Solaranlage aufgrund Parallelschaltung zur konv. Beheizung
- Je nach konventioneller Beheizung ggf. hoher Aufwand zur Einbindung der Solarwärme



Best Practice – Beheizte Bäder

SOLAR
AUTOMOTIVE

Beispiel 1 – Externer Wärmeübertrager

Die **Leder- und Pelzgerberei Beuleke** fertigt am Standort im hessischen Runkel eigene Leder- und Fellprodukte oder verarbeitet im Lohnauftrag eine breite Bandbreite von Tierhäuten.

Im Jahr 2016 wurde im Unternehmen eine Solaranlage mit **98 m² Vakuumröhrenkollektoren** zur Beheizung des Gerbbeckens installiert. Ein **Speicher mit 7,5 m³** Volumen ergänzt die Anlage, die den Prozess über einen externen Wärmeübertrager mit Solarwärme versorgt. Das Gerbbecken benötigt Temperaturen bis zu 65 °C.

Auf diese Weise können etwa **29 MWh** Ertrag im Jahr erzielt werden, sodass 15 % der benötigten Wärme für das Gerben von der Solaranlage bereitgestellt werden können.

Die Investitionskosten von knapp unter 90.000 Euro wurden zur Hälfte durch das BAFA gefördert.



Quelle: ETS Technologies

Beispiel 2 – Interner Wärmeübertrager

Die **Entlackungsfabrik GmbH** in Welzheim-Breitenfürst ist Spezialist für die Entlackung. Das thermische Entlacken sowie die Vorbehandlung der Karossen findet in Bädern statt, welche durch interne Wärmeübertrager beheizt werden.

Die Beheizung übernimmt seit 2014 eine Solaranlage mit **158 m² CPC-Vakuumröhrenkollektoren** in Kombination mit einem BHKW. Diese speisen einen **10 m³ Speicher**. Die Kollektoren stellen die Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 65 und 85 °C bereit.

Die Solaranlage liefert **66 MWh** Wärme im Jahr und kann damit ca. 30 % des Wärmebedarfs des Prozesses decken. Die Investitionskosten von etwa 180.000 Euro wurden zur Hälfte durch das BAFA gefördert.



Quelle: Entlackungsfabrik GmbH



Trocknung

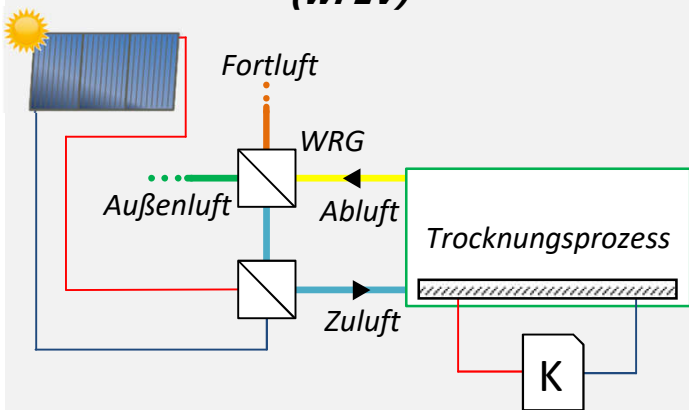
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

Möglichkeit zur Einbindung der Solarwärme

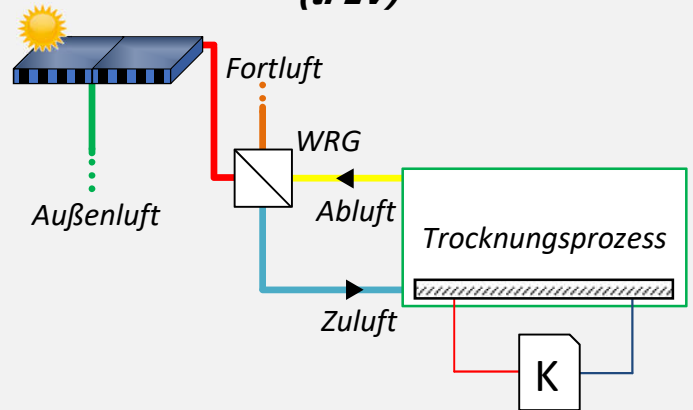
wFLV / lFLV	KT	wFLV / lFLV
- Konvektionstrocknung	- Kontaktstrocknung	- Granulattrocknung (Kunststoff)

Integrationschemata

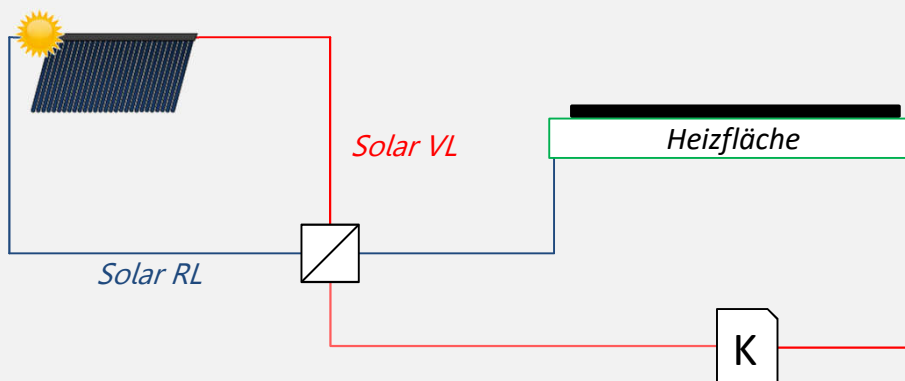
Wassergeführte Frischluftvorwärmung (wFLV)



Luftgeführte Frischluftvorwärmung (lFLV)



Kontaktstrocknung (KT)



Charakteristik



- + Auch im Sommer hoher Wärmebedarf
- + Je nach Produkt niedrige Systemtemperaturen und damit hoher Solarertrag
- + Niedrige Systemkosten mit Luftkollektoren
- Wassergeführte Einbindung:
 - > Niedrigere Erträge und teurer als luftgeführtes System
- Luftgeführte Einbindung:
 - > Große Rohrquerschnitte
 - > kein Solarspeicher
 - > hauptsächlich für kontinuierlich am Tag betriebene Prozesse



Best Practice – Trocknung

Beispiel 1 – Wassergeführte Frischluftvorwärmung

Die **911er Klinik GmbH** ist ein KFZ-Service-Betrieb, der insbesondere auf die Unfall- und Karosserieinstandsetzung spezialisiert ist. Am Standort in Hanau Klein-Auheim investierte das Unternehmen im Jahr 2016 in eine Solaranlage zur Beheizung von zwei Lackierkabinen.

Um die Frischluft für die Lackierkabinen vorzuwärmen, wurden **134 m² Vakuumröhrenkollektoren** mit einem **6 m³ Speicher** installiert. Diese beliefern den Prozess mit Wärme bei einer Temperatur zwischen 40 und 65 °C. Damit die Anlage hohe Erträge erzielt, wird überschüssige Solarwärme für das Heißwasser des Hochdruckreinigers und die Beheizung der Werkstätten verwendet.

Die Solaranlage liefert im Jahr etwa **57 MWh** Wärme, womit etwa 23 % des Wärmebedarfs der Prozesse gedeckt werden kann. Die Investitionskosten von etwa 132.000 Euro wurden zur Hälfte durch das BAFA gefördert.



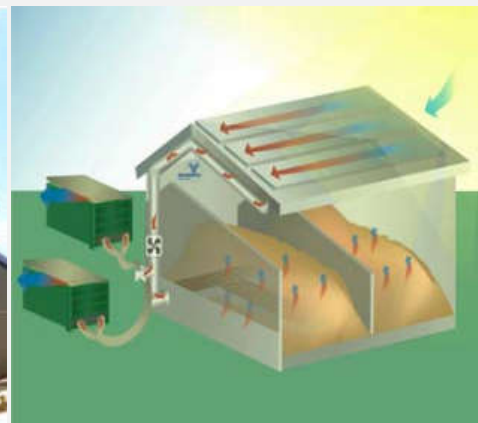
Quelle: 911er Klinik GmbH

Beispiel 2 – Luftgeführte Frischluftvorwärmung

Die **Waldservice Ortenau GmbH (WSO)** ist ein Forstwirtschaftsbetrieb in Ohlsbach im Kinzigtal. In 2015 investierte der Energieholzveredler in eine Solaranlage zur Trocknung von Holzhackgut.

Auf einer Lagerhalle für Hackschnitzel sind **240 m² Luftkollektoren** installiert, die die Zuluft (10.000 m³/h) zur Trocknung von Holzhackschnitzeln durch Stützventilatoren und Belüftungslanzen und/oder Container bis auf 60 °C erhitzt.

Die Solaranlage liefert im Jahr bis zu **170 MWh** Wärme. Die Investitionskosten von 117.000 Euro wurden zur Hälfte durch das BAFA gefördert.



Quelle: GRAMMER Solar



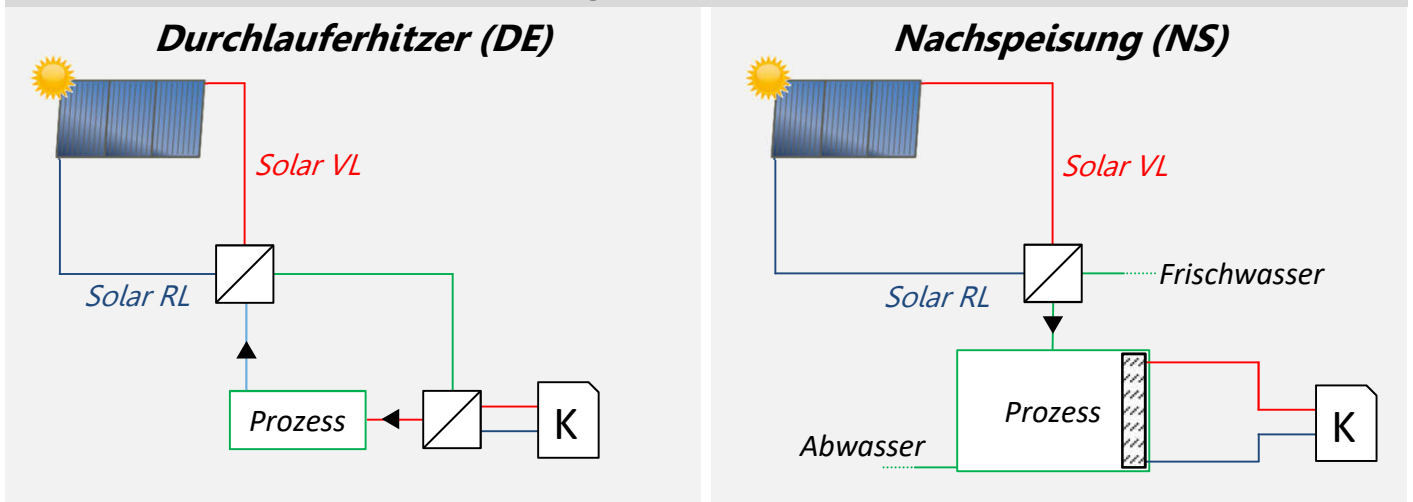
Warmwasserbereitstellung

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

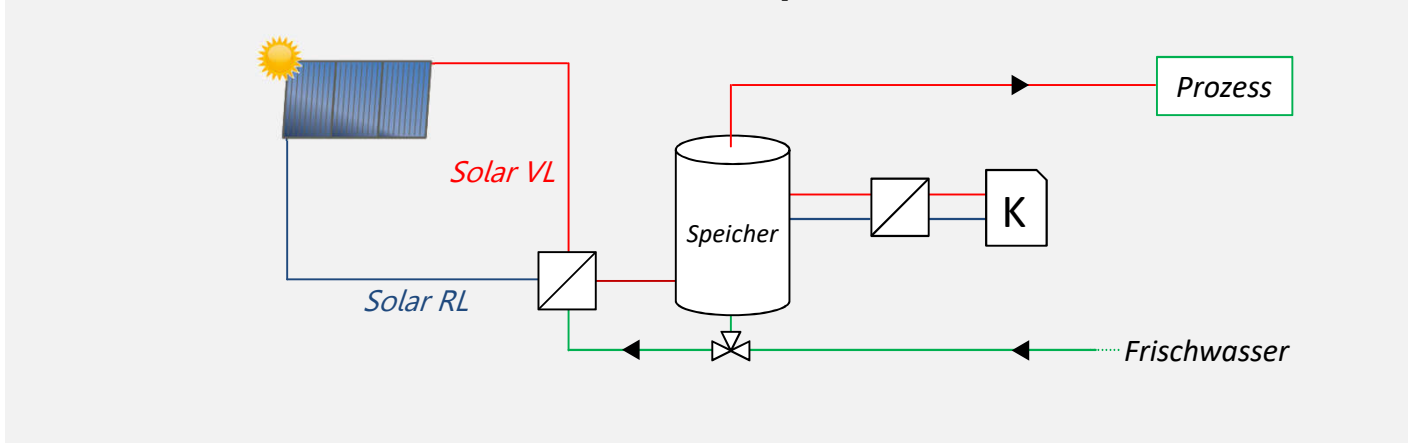
Möglichkeit zur Einbindung der Solarwärme

DE / NS	DE / NS	NS / PuS
– Entfetten	– Waschen – Reinigen	– Wässrige Vorbehandlung – Färben

Integrationschemata



Prozessmedium und Speicher (PuS)



Charakteristik



- + Niedriges Temperaturniveau und potentiell hohe Solarerträge
- + Speicherinfrastruktur häufig bereits vorhanden, verkleinert ggf. den notwendigen Solarspeicher

- In der Regel keine Grundlast, dafür jedoch große Peaks im Verbrauch



Best Practice – Warmwasserbereitstellung

SOLAR
AUTOMOTIVE

Beispiel 1 – Rücklaufanhebung / Prozessmedium und Speicher

Der Standort Bremen der **Mr. Wash Autoservice AG** hat in 2018 eine zentral eingebundene solare Prozesswärmanlage installiert, die alle thermischen Prozesse der Fahrzeugreinigung unterstützt.

Auf dem Dach des Standortes wurden ca. **500 m² CPC-Kollektoren** installiert, die den Rücklauf des Gaskessels auf bis zu 85 °C aufheizen. Da die Anlage nur über einen sehr kleinen Speicher von 4 m³ verfügt, der als hydraulische Weiche dient, werden solare Wärmeüberschüsse in einen Osmosewasserspeicher eingebracht.

Die Solaranlage liefert im Jahr rund **265 MWh** Wärme, womit knapp **22 %** des Wärmebedarfs am Standort gedeckt werden können.

Die Kosten von rund 515.000 Euro wurden zu 45 % durch das BAFA gefördert.



Quelle: Mr. Wash Autoservice AG

Beispiel 2 – Prozessmedium und Speicher

Die **Spedition Petri GmbH** ist spezialisiert auf den Gütertransport in Silos. Zudem bieten sie am Standort in Montabaur die innere Reinigung von Siloauflegern an.

Die Reinigungsanlage hat einen Frischwasserbedarf von 16,5 m³/d. Seit 2018 wird die Aufheizung des Frischwassers durch eine Solaranlage unterstützt. Hierzu wurden **256 m² Vakuumröhrenkollektoren** installiert, die das Frischwasser auf bis zu 80 °C erwärmen. Die Anlage wird durch einen **15 m³ Speicher** ergänzt.

Im Jahr können so **140 MWh** Wärme bereit gestellt werden, sodass etwa 34 % des Wärmebedarfs des Prozesses von der Solaranlage gedeckt werden.

Das Investitionsvolumen von 150.000 Euro wurde zur Hälfte durch das BAFA gefördert.



Quelle: Spedition Petri GmbH

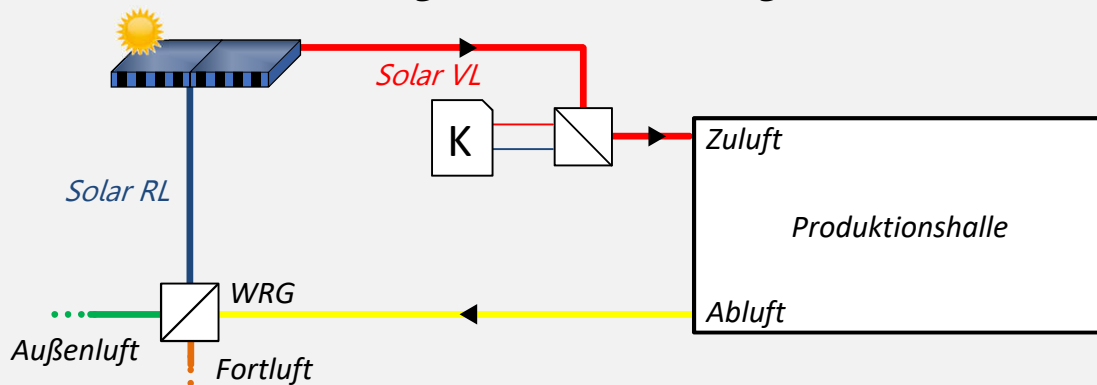
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

Möglichkeit zur Einbindung der Solarwärme

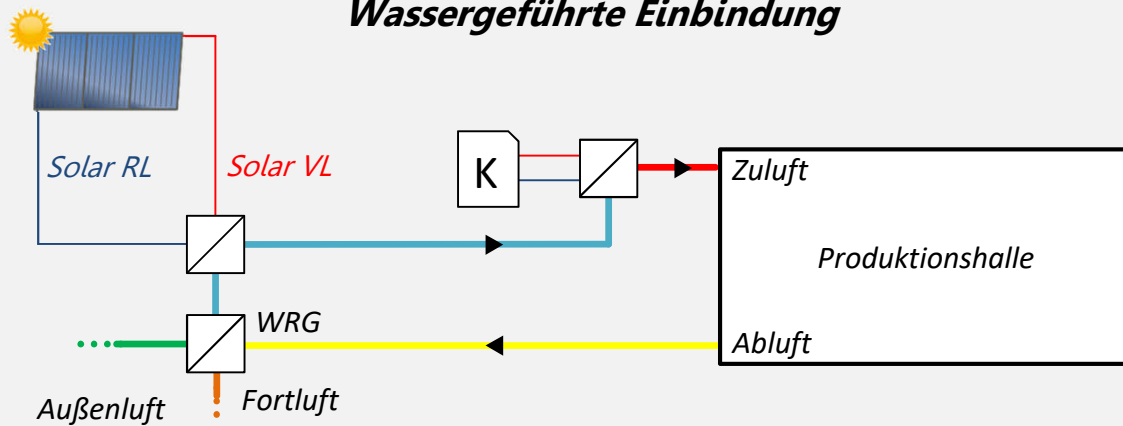
- Luftkonditionierung von Produktionsräumen

Integrationsschemata

Luftgeführte Einbindung



Wassergeführte Einbindung

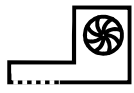


Charakteristik



- + Niedriges Temperaturniveau
- + Hoher Wärmebedarf bei aktiver Entfeuchtung

- Hohe Außentemperaturabhängigkeit des Wärmebedarfs → reduzierte solare Deckung im Jahresverlauf



Best Practice – RLT-Anlagen

Beispiel 1 – Luftgeführte Einbindung

Die **Lethe GmbH** in Hamburg bietet viele Produkte aus Stahl, Edelstahl oder Aluminium zur Ausstattung von Schiffen an. Im Jahr 2015 investierte das Unternehmen in eine Solarthermieanlage zur teilweisen Deckung des Prozesswärmebedarfs.

Die Solaranlage besteht aus **80 m² Luftkollektoren**, die 2.800 m³ Frischluft pro Stunde auf 22 °C erwärmen können. Die vorgewärmte Außenluft wird anschließend im Lackierprozess benötigt oder für die Raumerwärmung der Lackiervorbereitung eingesetzt.

Im Jahr können so **35 MWh** Wärme bereit gestellt werden, sodass etwa 40 % des Wärmebedarfs von der Solaranlage gedeckt werden. Das Investitionsvolumen von 45.000 Euro wurde zur Hälfte durch das BAFA gefördert.



Quelle: GRAMMER Solar

Beispiel 2 – Wassergeführte Einbindung

Im **Lackiercenter Schulte** in Meppen werden überwiegend Reparaturlackierungen, aber auch jegliche Lackierungen von Karosserieteilen durchgeführt. Aufgrund des hohen Energieverbrauchs ließ das Unternehmen im Jahr 2008 eine Solarthermieanlage installieren.

Die Anlage besteht aus **137 m² Vakuumröhrenkollektoren** und **zwei 5 m³ Speichern**. Über Wasser-Luft-Wärmeübertrager werden nun die Lackier- und die Trocknungskammern mit Solarwärme versorgt. Der Lackierprozess findet bei lediglich 24 °C statt, während für die Trocknung 70 °C benötigt werden.

Die Solaranlage liefert im Jahr etwa **54 MWh** Wärme und deckt damit rund 30 % des jährlichen Wärmebedarfs ab.



Quellen: S-Power,
Sonne Wind & Wärme 3/2009