

Steffen Froehlich Projektleiter Grammer Solar



Immer  
auf der  
Sonnenseite

Basisseminar



# GRAMMER Solar GmbH - Firmengruppe

**GRAMMER Solar GmbH**  
D-Amberg

Marktführer SolarLuft-Systeme  
Systemlieferant SolarStrom

seit 1977



**GRAMMER Solar S.L.**  
E-Valencia



**SASU GRAMMER  
Solar France**  
F-Montrottier



**GRAMMER Solar SpA  
Chile**  
CL-Santiago de Chile



**SBB Solar GmbH**  
D-Amberg

**Eigentümer und Betreiber von  
SolarStrom-Anlagen**



# GRAMMER SolarStrom-Systeme



Wohnhäuser



Dachparallel



Aufgeständert



Fassaden



Betreiberanlagen



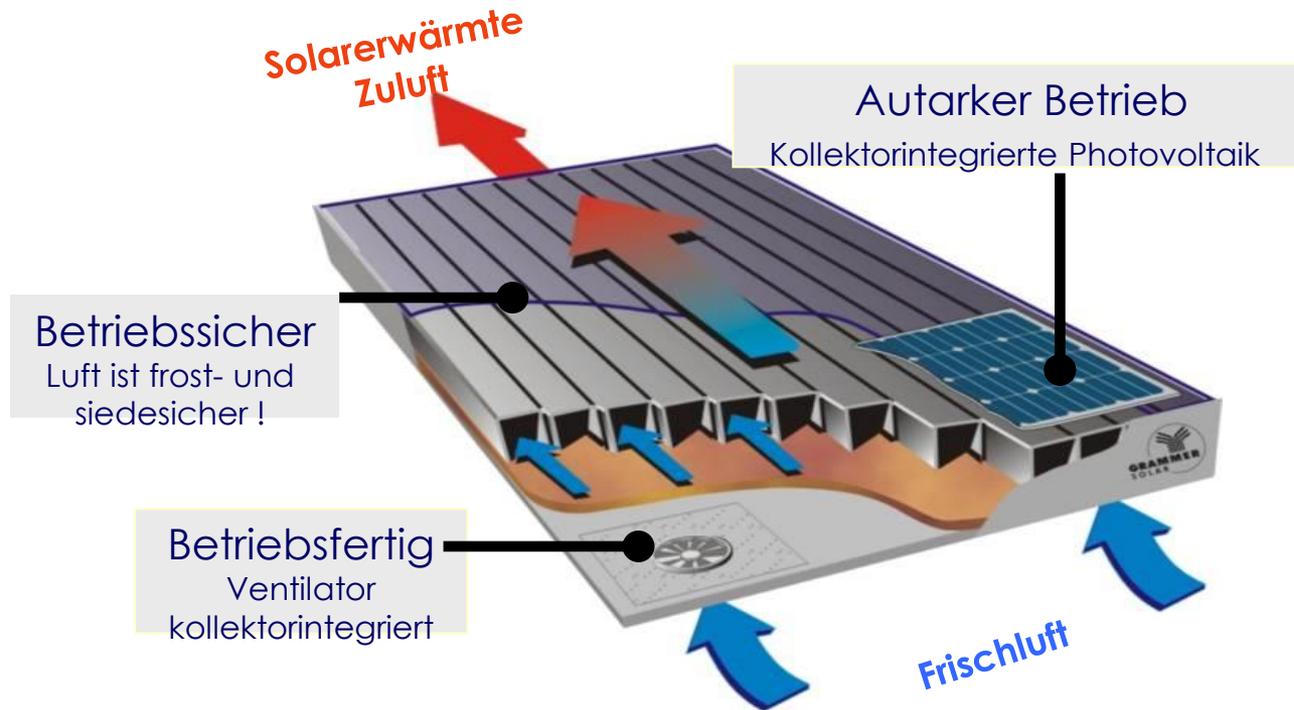
Sonderkonstruktionen

Luftkollektoren für frische Luft...  
nicht nur draußen



# SolarLüften mit TWINSOLAR compact

Einfach, effizient und ruck zuck montiert



- + Einfache dezentrale Lüftung ohne Verrohrungsaufwand
- + Plusenergielüftung mit Solarenergie
- + Nutzung / Verteilung aktiver und passiver Solargewinne
- + Ideal für die Altbausanierung

# SolarLüften – vielfach einsetzbar

Einfach und effizient ...

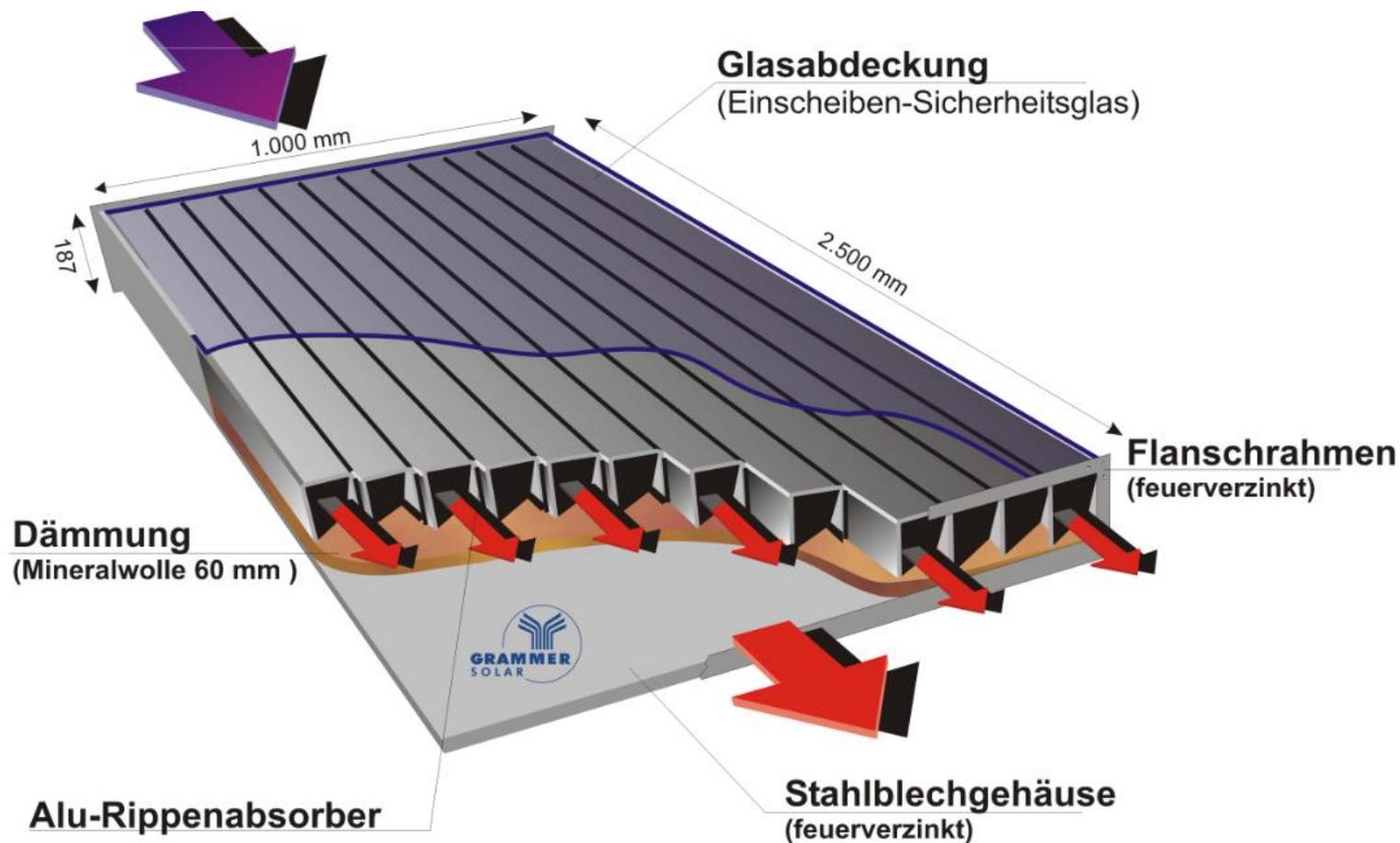
... auch wenn niemand zuhause ist



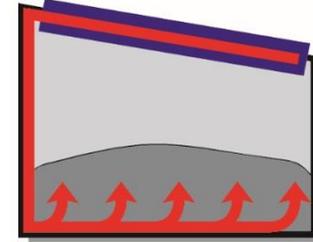
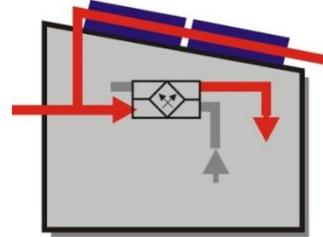
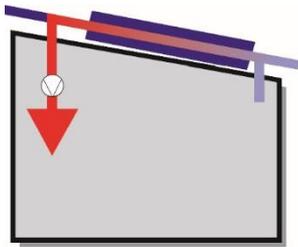
Ideal für:

- ➔ Wohnhäuser (Altbausanierung)
- ➔ Ferien- und Wochenendhäuser
- ➔ Einzelne Wohnräume
- ➔ Keller und Garagen
- ➔ Vereinsheime und Berghütten

# GLK: Grammer – Luft - Kollektoren



# Einsatzgebiete für GLK = Grammer – Luft – Kollektoren



- ➔ Öffentliche Einrichtungen, Vereinsheime
- ➔ Kindergärten und Schulen
- ➔ Sport- und Schwimmhallen
- ➔ Große Wohnhäuser
- ➔ Industrieobjekte / Hallen
- ➔ Trocknungsanlagen / Solare Prozesswärme

# Solarlüften, Entfeuchtung und Temperierung der Dusch- und Umkleieräume



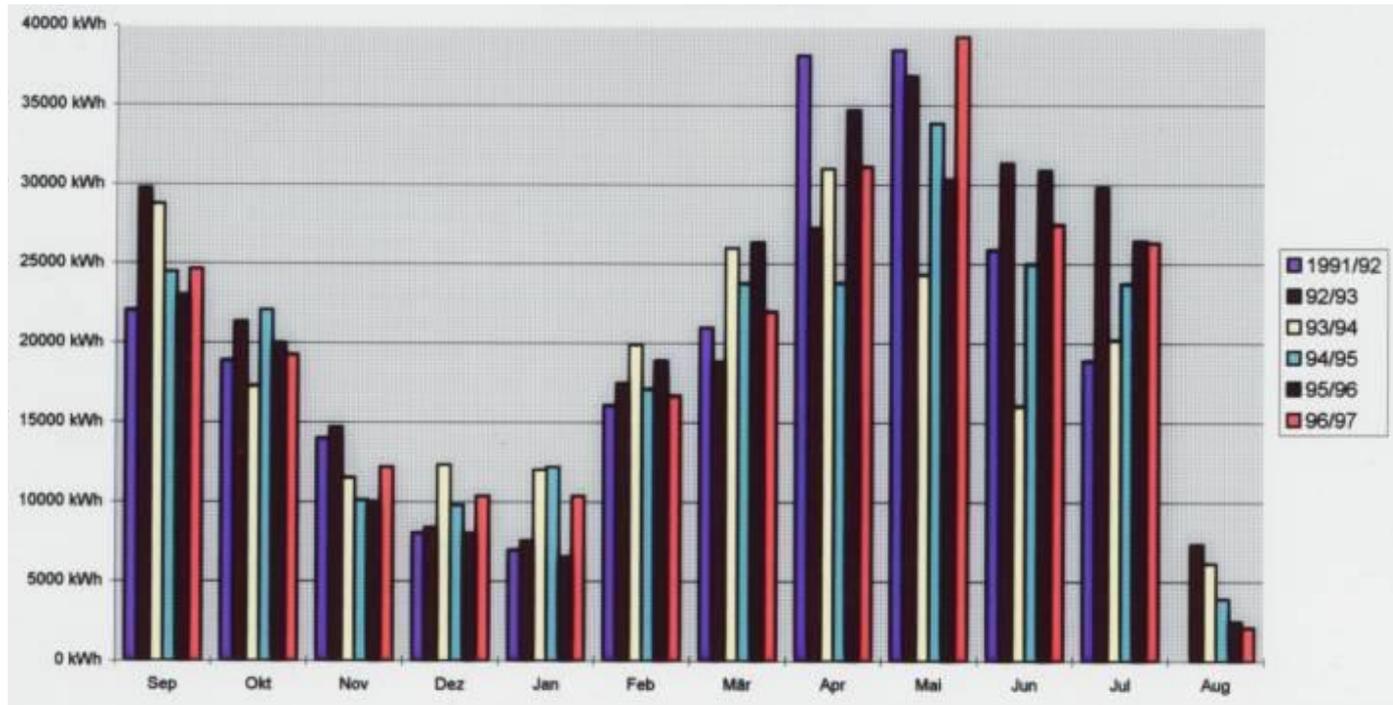
# Solarlüften und Solarleizen - Schulturnhalle



# Schwimmhalle Ingolstadt - 1991



# Schwimmhalle Ingolstadt - Solarerträge



Gesamte Ernte 91/92: 228.550 kWh (653 kWh pro m<sup>2</sup>-Kollektorfläche)

Gesamte Ernte 92/93: 250.700 kWh (716 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 93/94: 225.496 kWh (644 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 94/95: 229.959 kWh (657 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 95/96: 237.639 kWh (679 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 97/98: 213.558 kWh (610 kWh/m<sup>2</sup>)

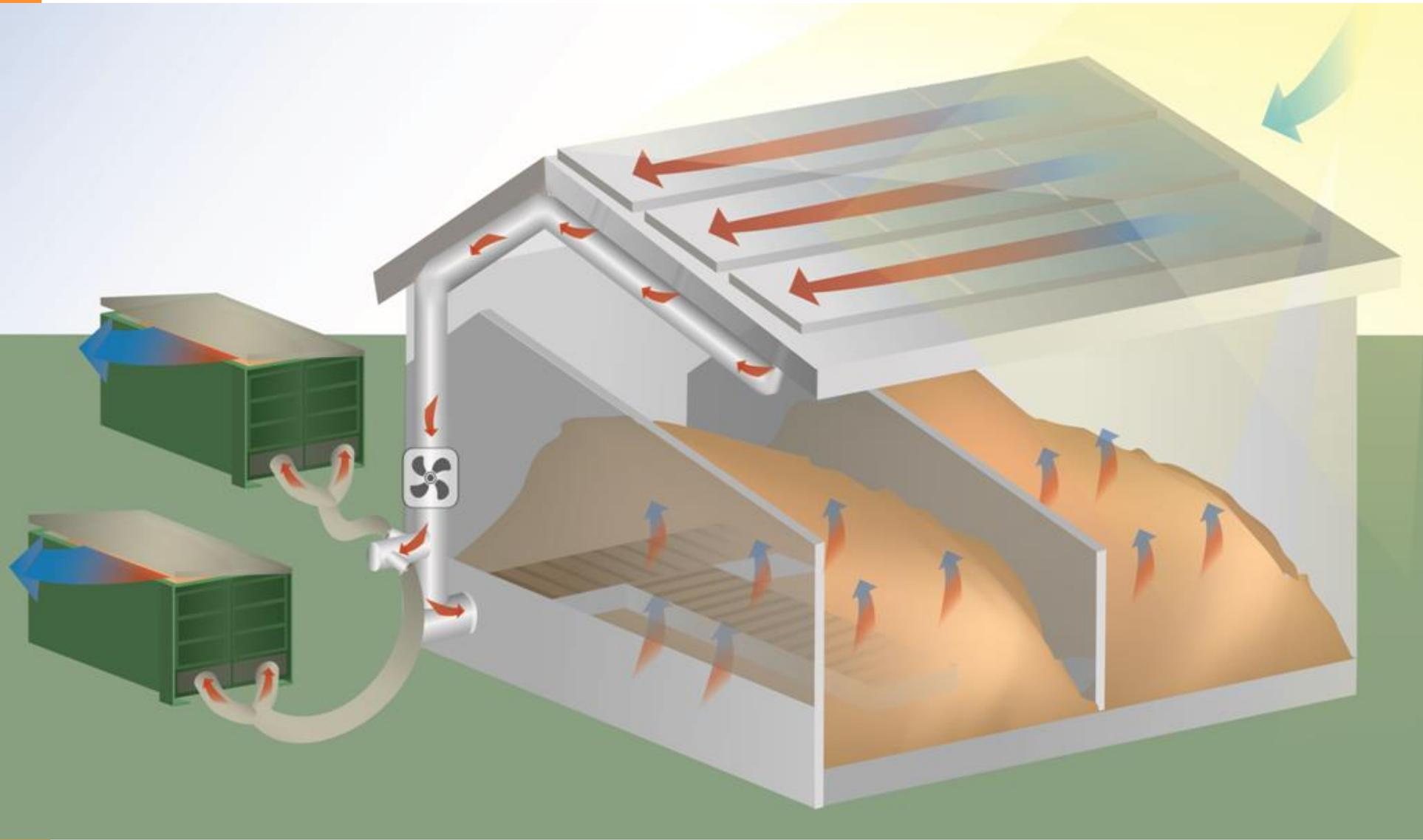
Ertrag im Schnitt 650 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)

Basisseminar

# Schwimmhalle Ingolstadt in 2008, nach 17 Jahren Betrieb!



# Solare Prozesswärme für Trocknung von Biomasse



# Solare Prozesswärme 1977



# Heutrocknung in D-9348 Hohenwarth/ Bad Kötzing

## Biohof Mühlbauer



<b>Bruttokollektorfläche:</b>	<b>361,44</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Spitzenleistung-thermisch:</b>	<b>266,8</b>	<b>kWp</b>
<b>Luftvolumenstrom - möglicher Bereich durch Solaranlage:</b>	<b>10.000 bis 40.000</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>

# Heutrocknung in D-9348 Hohenwarth/ Bad Kötzing

## Biohof Mühlbauer

- **Kühe, welche natürliches, kräuterreiches Heu als Futter anstatt von Silage erhalten leben gesünder und länger: weniger Keime, Bazillen, Clostridien, sinkende Arztkosten – das bestätigt Herr Mühlbauer bereits nach einem Jahr „Betriebszeit“ mit Heufütterung**
- **Heumilch ist geschmackvoller, wohlriechender und v.a. gesünder als Silomilch: mehr Omega-3 Fettsäuren (Schutz vor Herz- und Kreislauferkrankungen) und konjugierte Linolsäuren (CLA, Schutz vor Krebserkrankungen, Reduktion des Körperfettanteils, Verbesserung der Cholesterinwerte).**
- **Grundvoraussetzung für eine funktionierende Heumilchproduktion ist die ganzjährige Verfügbarkeit von Qualitätsheu: wenig Bröckelverluste, hoher Energieinhalt und trocken (Trockensubstanzgehalt mindestens 87%)**
- **Dies funktioniert mit einer kurzen Vortrocknung auf dem Feld bei gleichzeitig minimiertem Wenden und mit nachfolgender effektiver Belüftungstrocknung unter Dach (Lose- oder Ballentrocknung).**
- **Durch die Bereitstellung der erforderlichen Trocknungsenergie aus Solarwärme und betriebseigenen Holzhackschnitzeln (welche vorher ebenfalls mit der Luftkollektoranlage solar getrocknet werden) sind die Betriebskosten langfristig kalkulierbar.**
- **Fazit: Die Heumilchproduktion verbessert die Haltungsbedingungen der Kühe und stellt einen Weg zur Existenzsicherung für die Landwirtschaft dar. Durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien in Form von Luftkollektortechnik und solar getrockneten Holzhackschnitzeln leisten Landwirte zudem einen wichtigen Beitrag für die Energiewende und gegen den Klimawandel!**



# Trocknung von Holzhackschnitzel, Scheitholz



- **einfach, effizient und wartungsarm**
- **steigert Heizwert um bis zu 100 %**
- **staatliche Fördermittel bis zu 55%**
- **macht Brennstoffe lagerfähig**

# Scheitholztrocknung in D-72181 Starzach-Bierlingen

## Solare Trocknung von Scheithholz



### Energiewende <sup>4</sup>

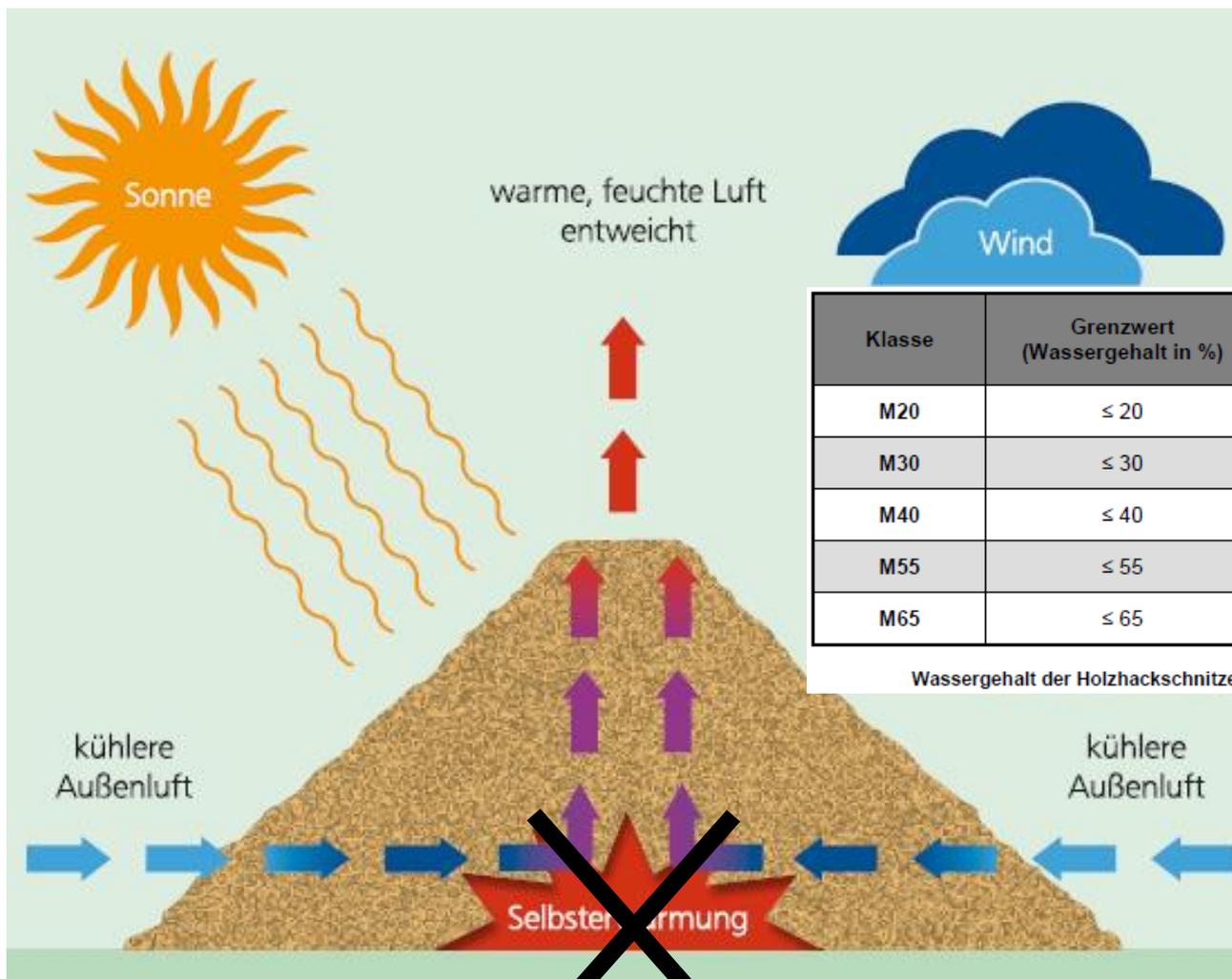
- GLK und VRK-Anlage liefern SOLPRO
- PV-Anlage für Eigenstromversorgung
- Schonung der EE-Ressource „Holz“
- Dezentrale Energieversorgung

# Schneider Penzing



# Lagerung v. Holzbrennstoffen: Belüftung ist ein Muss!

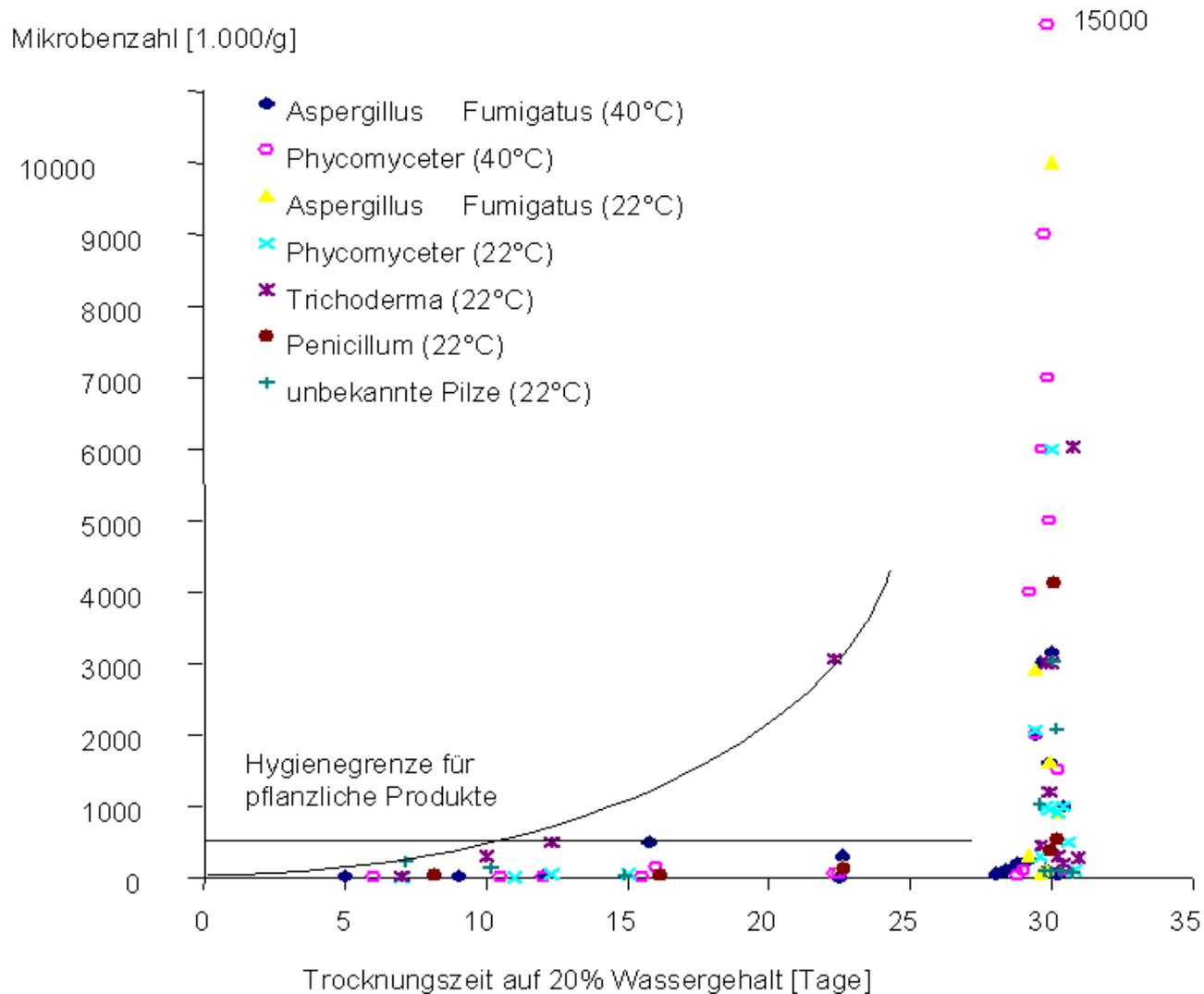
Quelle: www.lwf.de



Klasse	Grenzwert (Wassergehalt in %)	Bezeichnung
M20	≤ 20	getrocknet
M30	≤ 30	geeignet für die Lagerung
M40	≤ 40	begrenzt lagerungsfähig
M55	≤ 55	
M65	≤ 65	

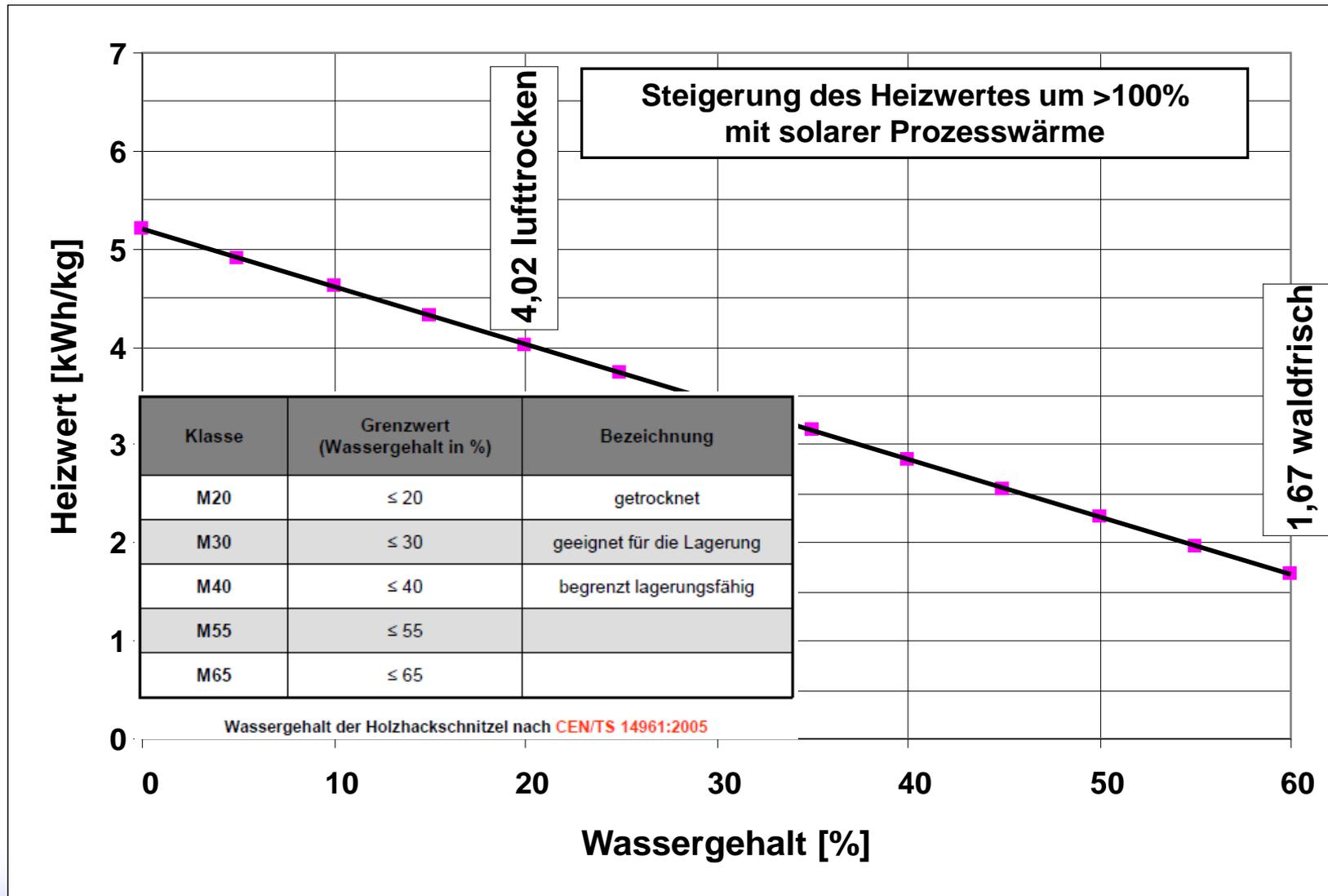
Wassergehalt der Holzhackschnitzel nach CEN/TS 14961:2005

# Vermeidung von Schimmelpilzwachstum



# Heizwertsteigerung durch solare Trocknung = Ressourcenschonung

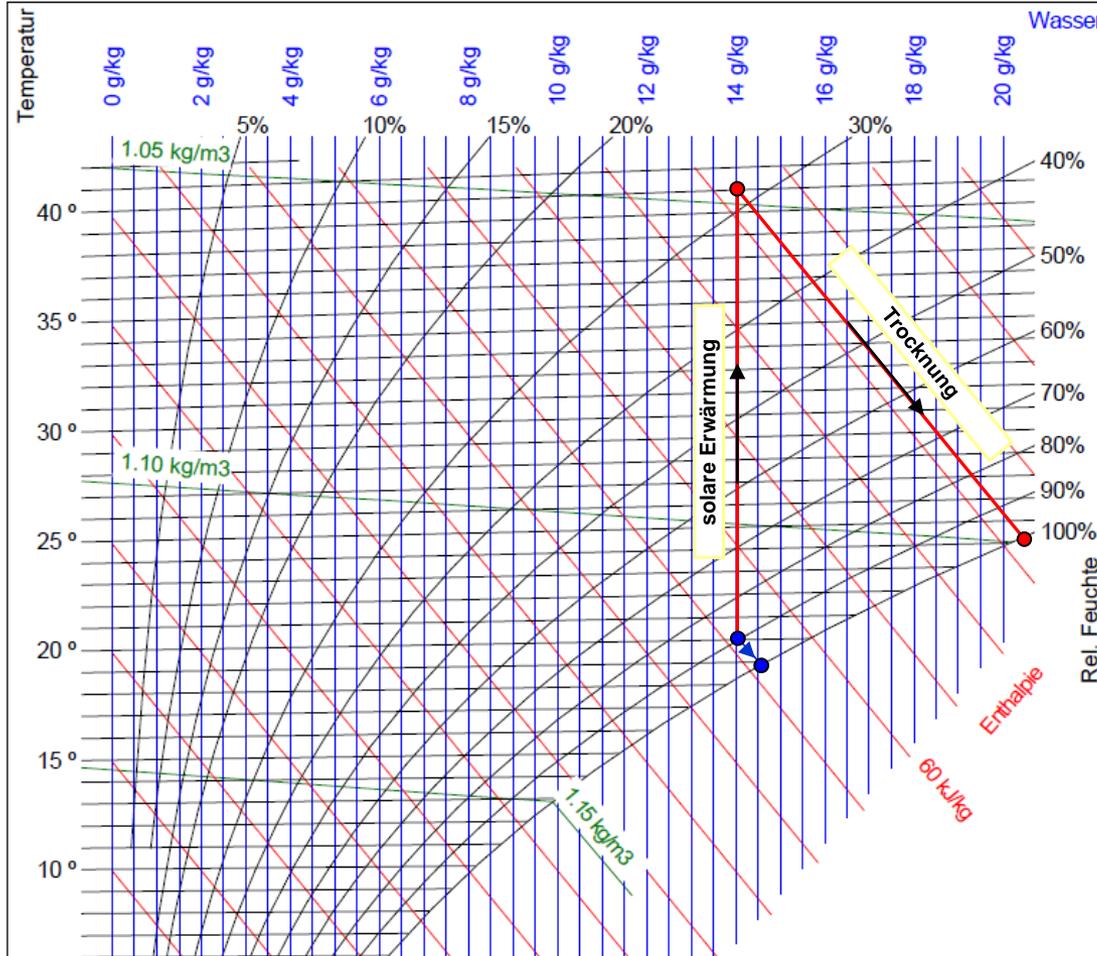
Heizwert von Nadelholz = f (Wassergehalt)



# Solare Temperaturerhöhung = Solare Prozesswärme

= Steigerung des Wasseraufnahmevermögens der Luft

Mollier- / hx-Diagramm



Aussenluft

- Temperatur: 20°C
- relative Luftfeuchtigkeit: 90%
- Wasseraufnahmevermögen: **0,6 g/kg**

Solar erwärmte Luft

- Temperatur: 40°C
- relative Luftfeuchtigkeit: 28%
- Wasseraufnahmevermögen: **6,5 g/kg**

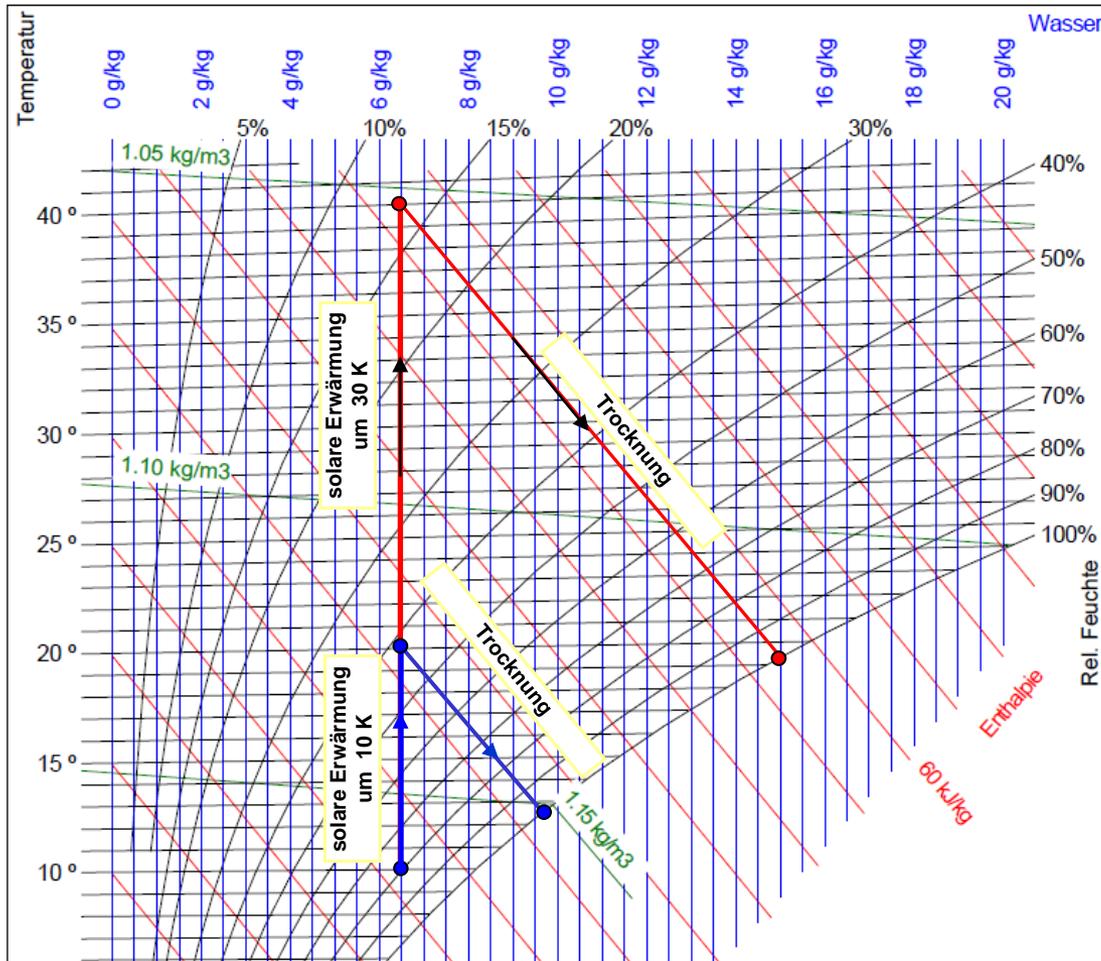
Steigerung des Wasseraufnahme-  
vermögens der Aussenluft

(g Wasseraufnahme / kg trockene Luft)

durch die solare Erwärmung um

**> Faktor 10**

# Steigerung der Trocknungsleistung bei Temperaturerhöhung um 30 K gegenüber 10 K Mollier- / hx-Diagramm



## Temperaturerhöhung = 10 K:

- Aussenlufttemperatur: 10°C
- relative Aussenluftfeuchtigkeit: 80%
- Trocknungstemperatur: 20°C
- relative Trocknungsluftfeuchtigkeit: 42%
- Wasseraufnahmevermögen: **3,2 g/kg**



## Temperaturerhöhung = 30 K:

- Aussenlufttemperatur: 10°C
- relative Aussenluftfeuchtigkeit: 80%
- Trocknungstemperatur: 40°C
- relative Trocknungsluftfeuchtigkeit: 13%
- Wasseraufnahmevermögen: **8,5 g/kg**

Steigerung der Trocknungsleistung  
bei Temperaturerhöhung um 30 K:

**> Faktor 2,7**

# Solare Trocknung von Holzhackschnitzel im Schwarzwald WSO eG in D-77797 Ohlsbach

Gefördert vom Bundesamt für Wirtschaft  
und Ausfuhrkontrolle (BAFA) im Rahmen  
des Marktanzreizprogramms MAP Bereich  
Solare Prozesswärme ([www.bafa.de](http://www.bafa.de))



# Referenzanlage WSO eG in D-77797 Ohlsbach



<b>Bruttokollektorfläche:</b>	<b>240,96</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Spitzenleistung-thermisch:</b>	<b>177,9</b>	<b>kWp</b>
<b>Nennleistung-thermisch bei Temperaturhub von 10K:</b>	<b>156,6</b>	<b>kWp</b>
<b>Ausrichtung / Azimut:</b>	<b>-30°</b>	<b>Süd-Süd-Ost</b>
<b>Dachneigung:</b>	<b>7,0</b>	<b>°</b>



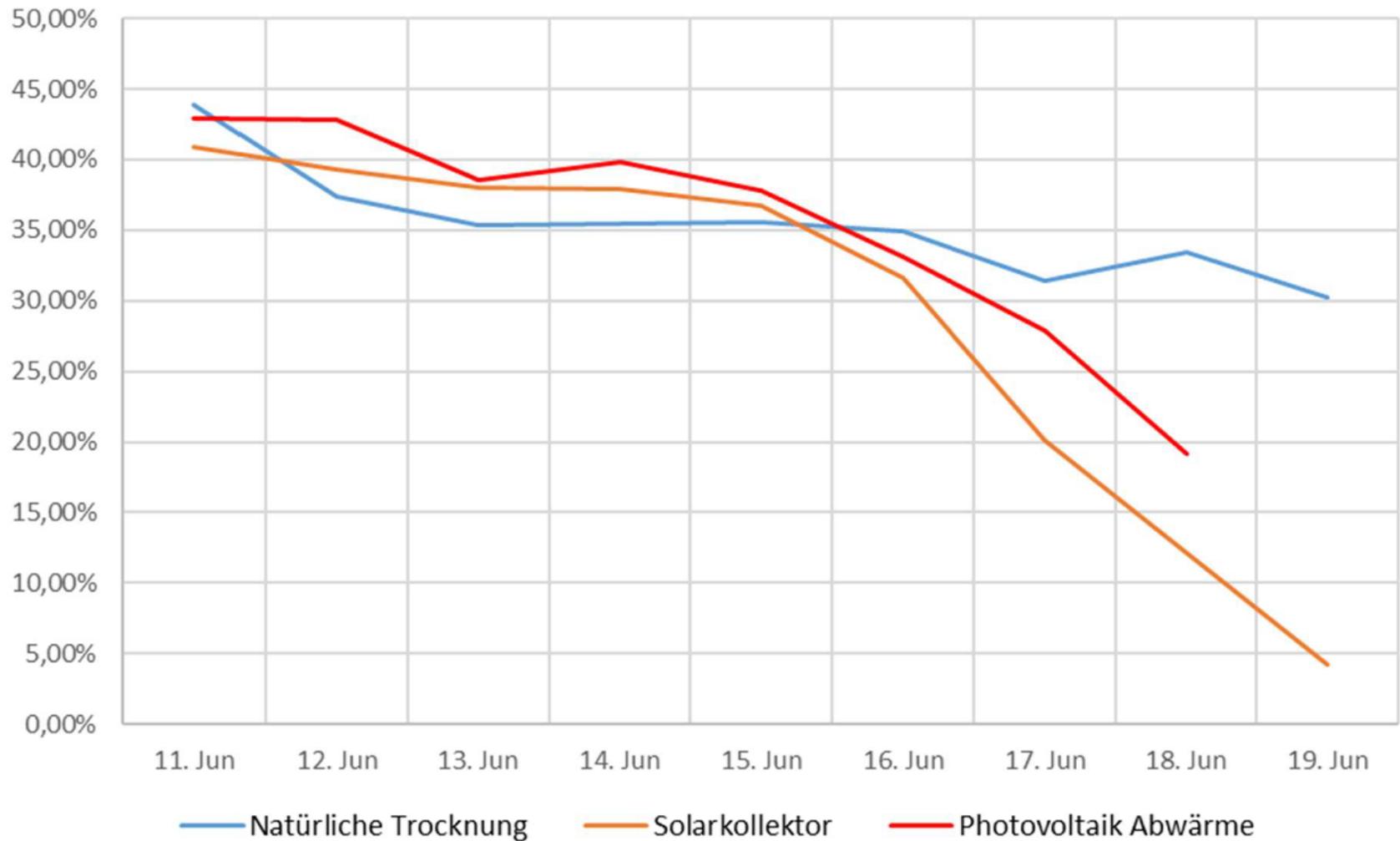
www.reizal-...  
www.reizal-...

09/12/2015



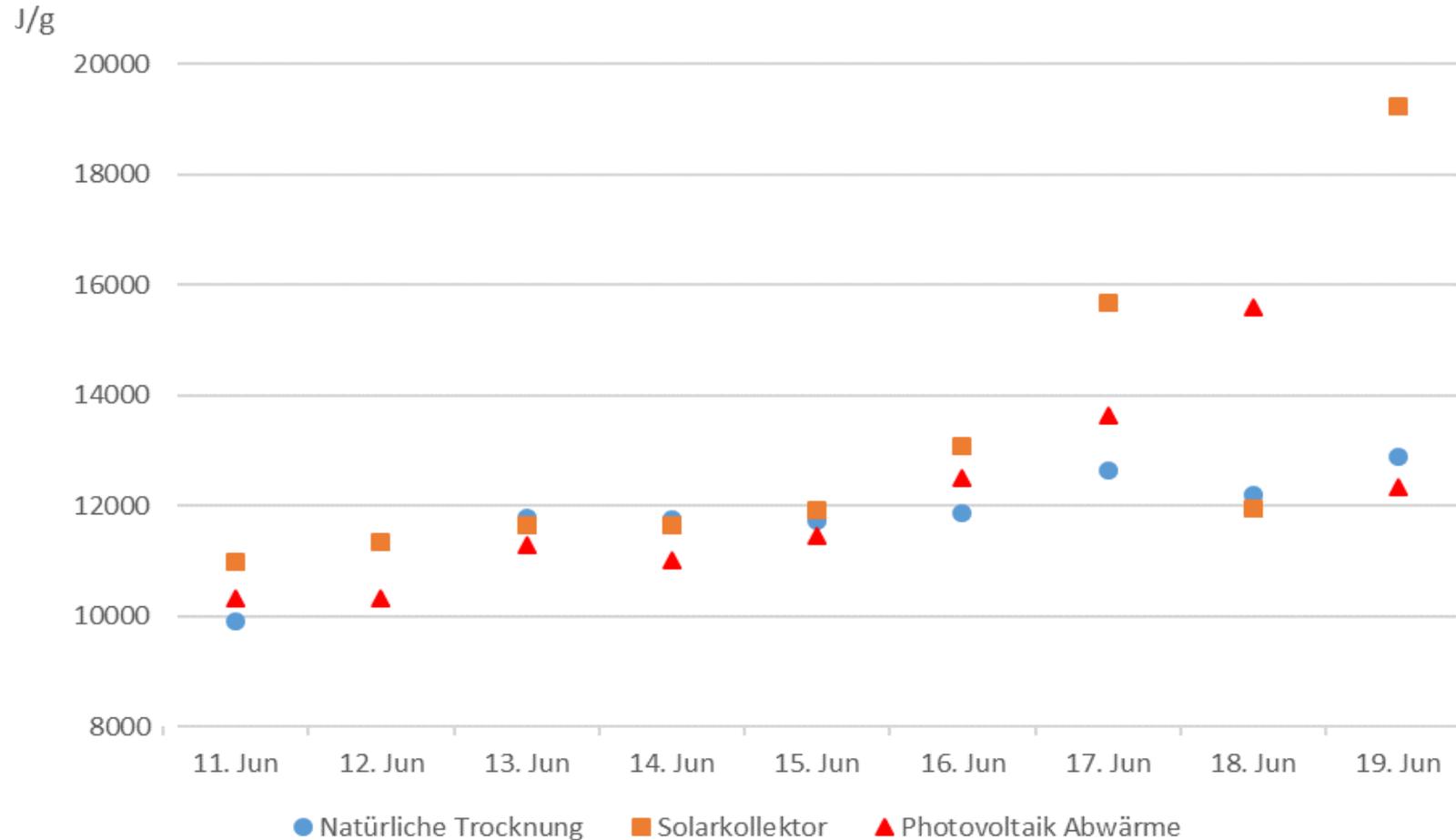
# Reduzierung des Wassergehalts

Ergebnisse Bachelorarbeit von Robin Zachert HFR Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg



# Heizwertsteigerung

Ergebnisse Bachelorarbeit von Robin Zachert HFR Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg



# Grubmüller D-94508 Schöllnach



# Grubmüller D-94508 Schöllnach

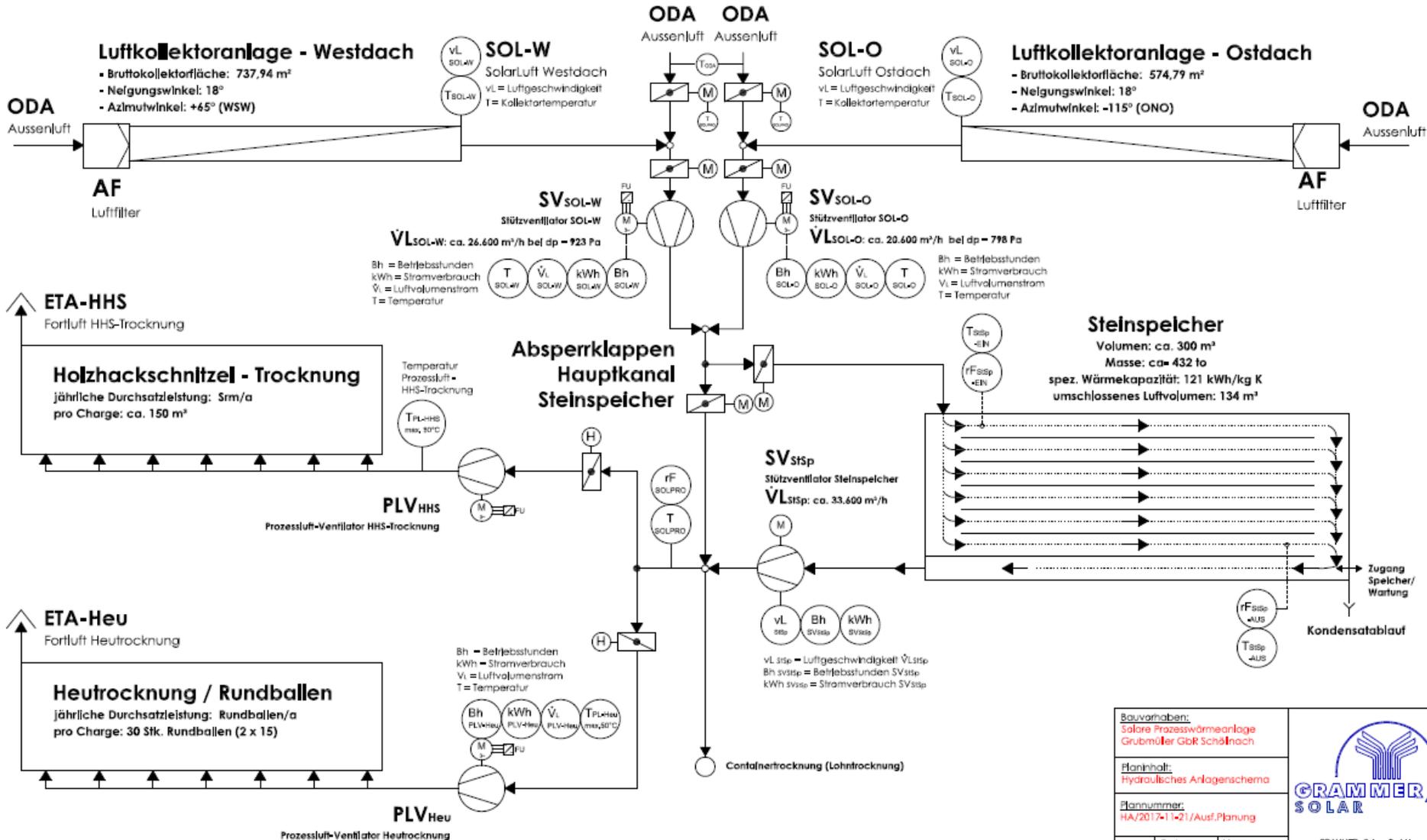


Bruttokollektorfläche:	1.312,73m <sup>2</sup>
Spitzenleistung-thermisch:	969,1kWp
Ausrichtung / Azimut:	-115° und +65°ONO und WSW
Dachneigung:	18°dachparallel
Durchsatzleistung - Holzhackgut (Feuchtgut): (= f(Solarstrahlung, Wassergehalt vorher und nachher)	7.000Srm/a
Durchsatzleistung - Heu (Feuchtgut): (= f(Solarstrahlung, Wassergehalt vorher und nachher)	1.680Ballen/a
pro. solarer Nutzwärmeertrag - Prozesswärme:	996,84MWh/a

# Grubmüller D-94508 Schöllnach

## Luftkollektoranlage - gesamt

Bruttokollektorfläche: 1.312,73 m<sup>2</sup> / Aperturfläche: 1.218,59 m<sup>2</sup>



Bauverhaben:  
Solare Prozesswärmanlage  
Grubmüller GbR Schöllnach

Planinhalt:  
Hydraulisches Anlagenschema

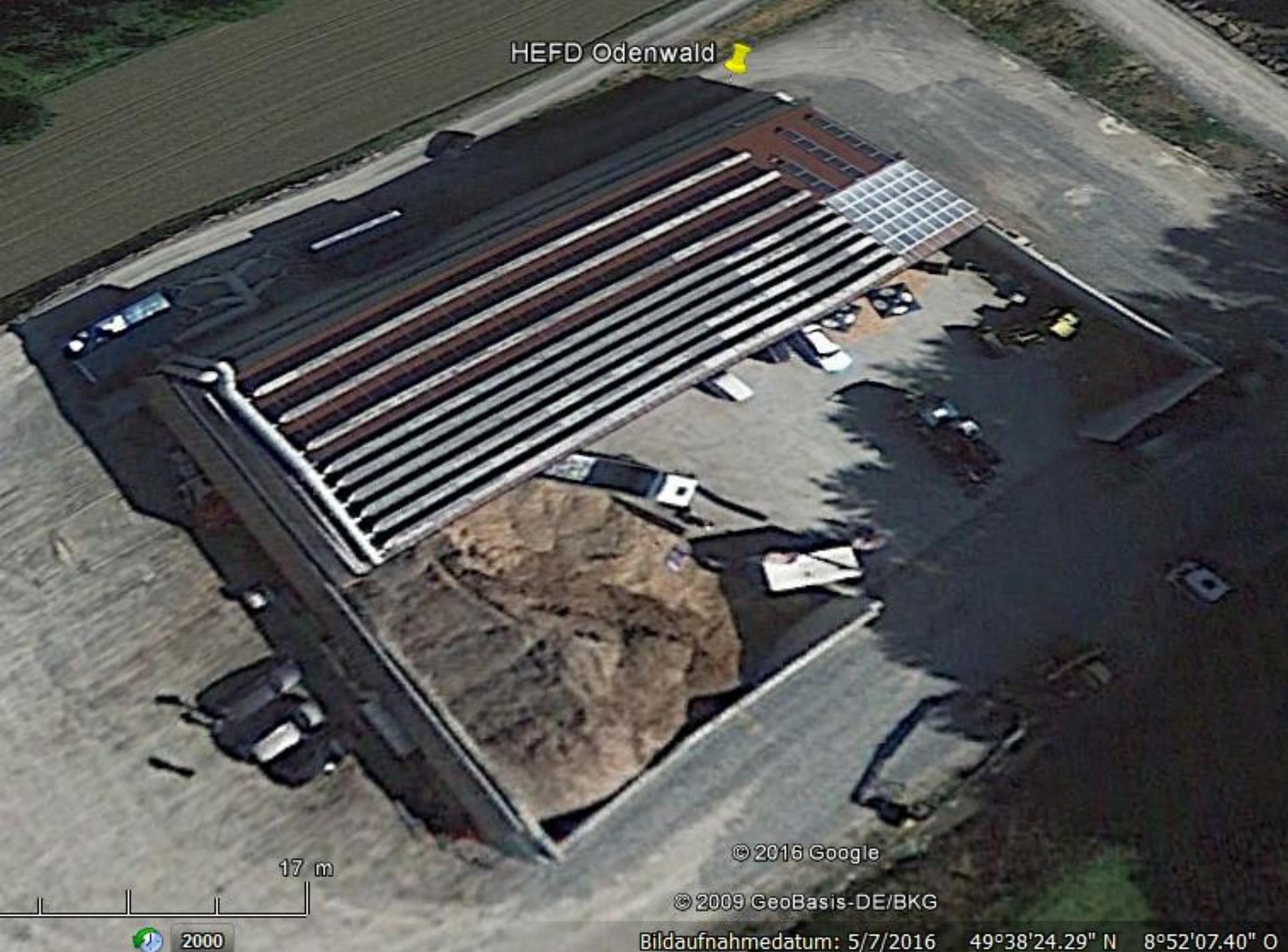
Plannummer:  
HA/2017-1-21/Ausf. Planung

Datum	Name
gez. 2018-01-24	Renner
gep.	



GRAMMER Solar GmbH  
Dalkor-von-Miller-Str. 8  
D-92224 Airoberg

HEFD Odenwald 



17 m

© 2016 Google

© 2009 GeoBasis-DE/BKG

 2000

Bildaufnahmedatum: 5/7/2016 49°38'24.29" N 8°52'07.40" O

# Solare Holzhackgutd Trocknung im Odenwald

HEFD GbR, D-64689 Gras-Ellenbach

derzeit (2016) weltweit größte, solare Holzhackgutd Trocknungsanlage



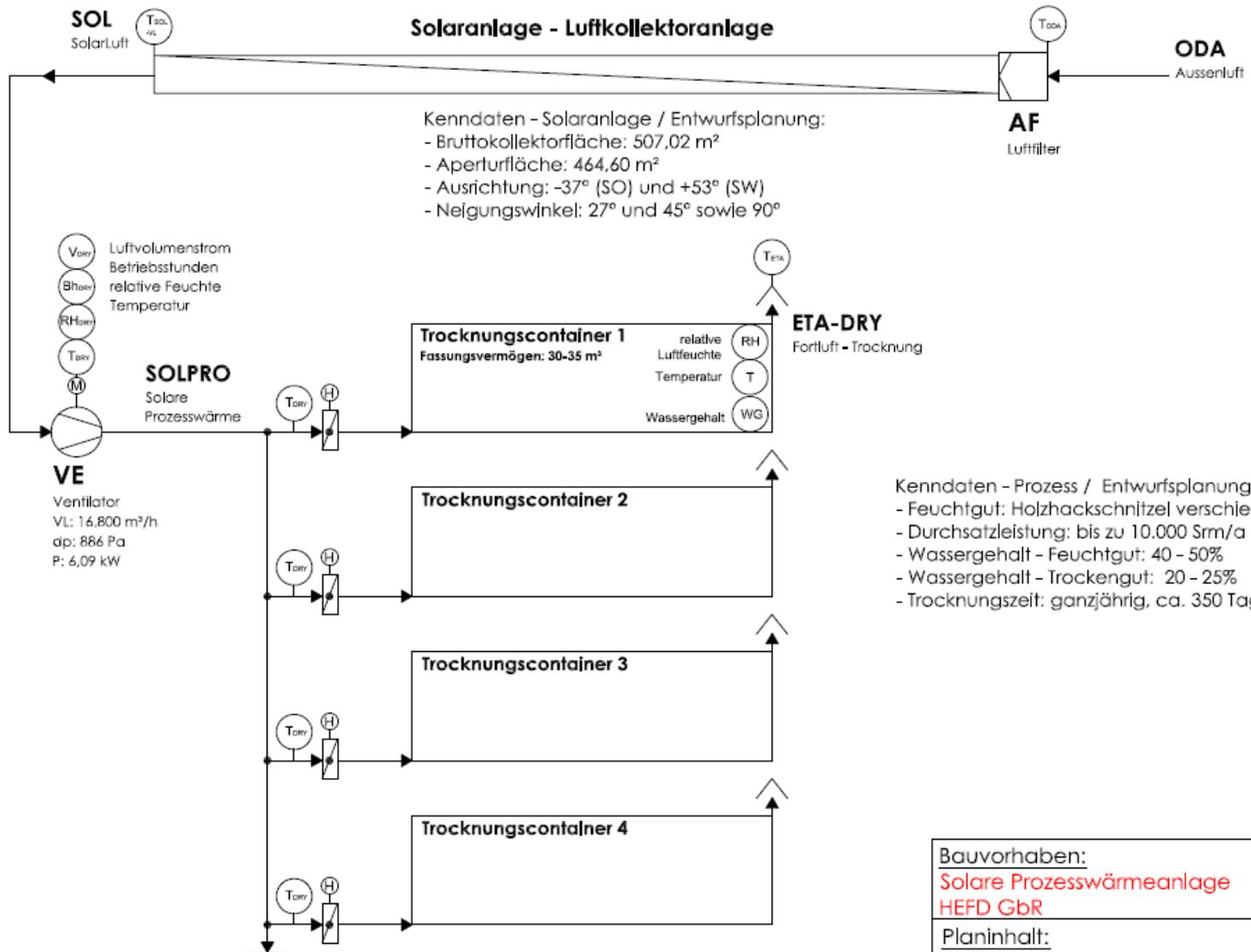


Solare Prozesswärme für die Energiewende

Gefördert von der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)  
im Rahmen des Marktanreizprogramms MAP  
Bereich Solare Prozesswärme ([www.kfw.de](http://www.kfw.de))

# Prozessanbindung





**Bauvorhaben:**  
 Solare Prozesswärmeanlage  
 HEFD GbR

**Planinhalt:**  
 Hydraulisches Anlagenschema

**Plannummer:**  
 2014-08/-002/GRE

	Datum	Name
gez.	2014-08-28	Renner
geb.		



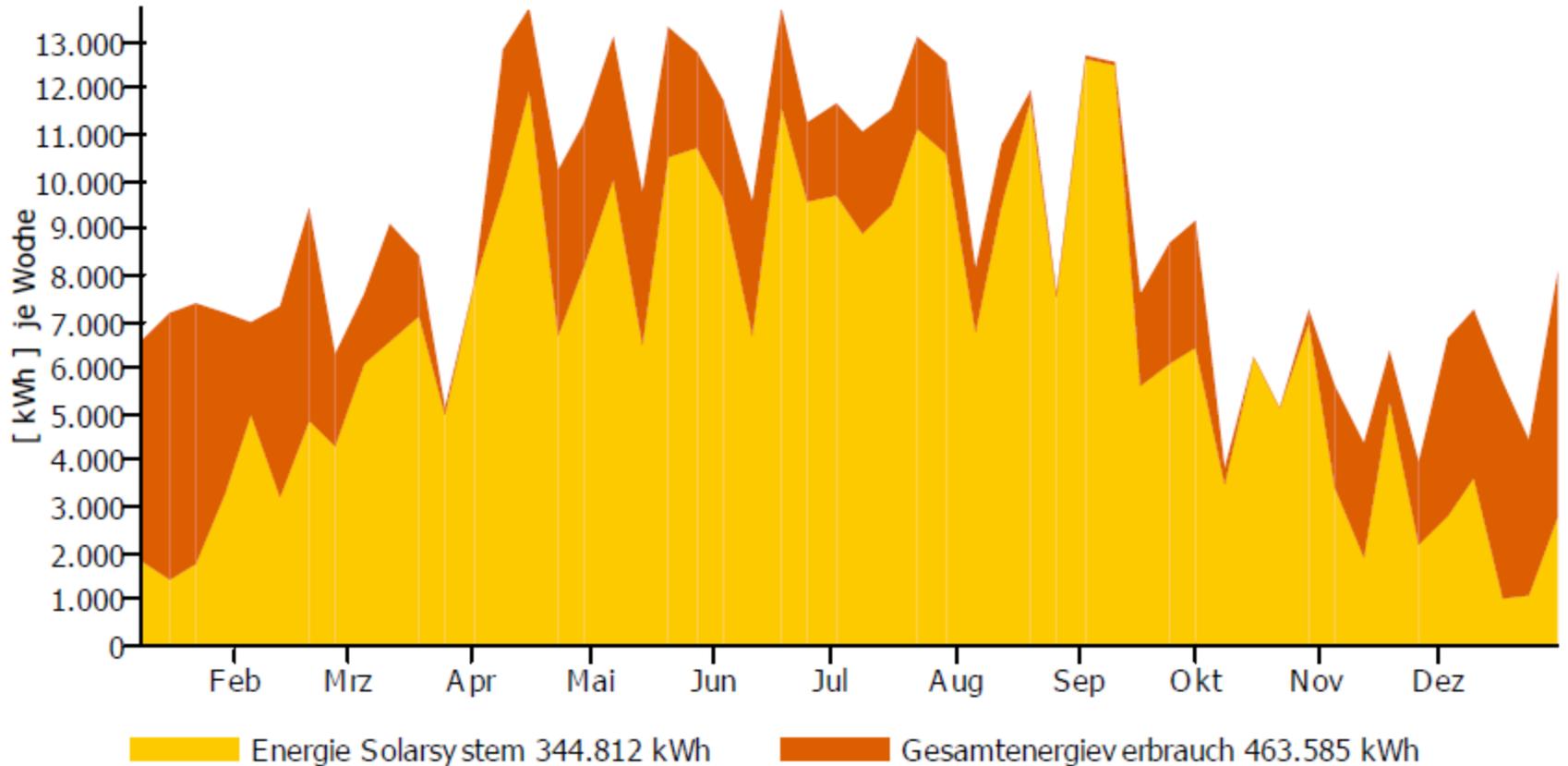
# Kennzahlen

## Referenzanlage HEFD GbR, D-64689 Gras-Ellenbach

<b>Bruttokollektorfläche:</b>	<b>507,02 m<sup>2</sup></b>
Hinweis: Damit stellt diese Anlage die aktuell (Stand: 03/2015) weltweit größte solare Prozesswärmeanlage für die Trocknung von Holzhackschnitzeln dar!	
<b>davon Bruttokollektorfläche - SO-Teilanlage:</b>	<b>361,44 m<sup>2</sup></b>
<b>davon Bruttokollektorfläche - SW-Teilanlage:</b>	<b>145,58 m<sup>2</sup></b>
<b>Aperturfläche:</b>	<b>464,60 m<sup>2</sup></b>
<b>Nennleistung-thermisch:</b>	<b>339,7 kWp</b>
<b>Ausrichtung / Dachneigung - SO-Teilanlage:</b>	<b>-37° (Süd-Ost) / 27° DN</b>
<b>Ausrichtung / Dachneigung - SW-Teilanlage:</b>	<b>+53° (Süd-West) / 65° und 90° DN</b>
<b>jährliche Einstrahlung auf Solaranlage:</b>	<b>1.120 kWh/m<sup>2</sup>/a</b>
<b>Luftvolumenstrom - möglicher Bereich:</b>	<b>8.400 - 28.000 m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Wassergehalt-Feuchtgut:</b>	<b>45%</b>
<b>Wassergehalt-Trockengut:</b>	<b>25%</b>
<b>geplante Durchsatzleistung - Feuchtgut [Srm/a]:</b>	<b>8.000 Srm/a</b>
<b>geplanter solarer Nutzwärmeertrag:</b>	<b>318,2 MWh</b>
<b>geplanter, spez. solarer Nutzwärmeertrag:</b>	<b>628 kWh/m<sup>2</sup>-Bkfl./a</b>

# Maximale Solarerträge

Simulation mit T\*SOL Pro



# Referenzanlage Bauer D-81357 Rieshofen

	Betriebs- stunden monatlich	Nutzwärme- ertrag	Solarertrag (Ann.: 2% Verluste)	spez. Solarertrag pro m <sup>2</sup> -Bkfl.
Datum	P1 [h]	(OMWZ) [MWh]	[MWh]	[kWh/ m <sup>2</sup> -Bkfl.]
2017	z.T. schwieriges (waldfrische Ware mit hohem Nadelanteil), z.T. vorgetrocknetes Ausgangsmaterial; sehr schöne, einstrahlungsreiche Sommertage, kaum Trocknung im Januar; effektive Wagentrocknung u.a. auch mit Buchenscheitholz; Trocknung auch mit Aussenluft			
Jahressummen	3.339	114,0	116,3	813

	Betriebs- stunden	Nutzwärme- ertrag	Solarertrag	spez. Solarertrag pro m <sup>2</sup> -Bkfl.
	P1 [h]	(OMWZ) [MWh]	[MWh]	[kWh/ m <sup>2</sup> -Bkfl.]
2018				
Jahressummen bzw. Mittelwerte:	4.057	99,4	101,4	709

# Solare Holzhackguttrocknung im Altmühltal

## Referenzanlage Bauer D-81357 Rieshofen

ganzflächige Belüftungsböden + Containertrocknung

### Projektdaten

<b>Bauherr / Standort:</b>	ENERGIEZENTRUM Bauer D-81357 Rieshofen
<b>Planung u. Installation</b>	GRAMMER Solar GmbH D-92224 Amberg
<b>Solaranlage:</b>	<a href="http://www.grammer-solar.de">www.grammer-solar.de</a>
<b>Installation:</b>	Josef Häufele GmbH & Co. KG Prozesstechnik: D-89155 Erbach-Dellmensingen
<b>Inbetriebnahme:</b>	2014

### Technische Daten

<b>Kollektortyp</b>	GRAMMER GLK
<b>Kollektorfläche</b>	143,07 m <sup>2</sup>
<b>Dachneigung</b>	10°
<b>Ausrichtung</b>	Süd (+9° Azimut)
<b>Luftvolumenstrom</b>	2.000 - 6.000 m <sup>3</sup> /h
<b>Durchsatzleistung</b>	bis zu 3.000 Srm/a
<b>Nennleistung</b>	95,9 kW <sub>p, thermisch</sub>

# Solare Holzhackguttrocknung im Altmühltal Referenzanlage Bauer D-81357 Rieshofen



Gefördert vom Bundesamt für Wirtschaft  
und Ausfuhrkontrolle (BAFA) im Rahmen  
des Marktanreizprogramms MAP Bereich  
Solare Prozesswärme ([www.bafa.de](http://www.bafa.de))



Solare Prozesswärme = ideal für Luftkollektortechnik!

Solare Prozesswärme = ideal für die Energiewende!

✓ **kostengünstige Investition**  
durch Nutzung von Fördermitteln



✓ **hohe Betriebssicherheit**

- wirtschaftlich durch solare Prozesswärme  
somit Energiekosten langfristig auf niedrigem Niveau
- technisch durch Einsatz von Luftkollektoren  
mit minimalem Wartungs- und Bedienungsaufwand

Energiewende

✓ **Imagegewinn**  
durch Nutzung von Sonnenenergie + Ressourcenschonung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

