

# APV Anlage Heggelbach

## Vorstellung APV und Eigenstromnutzung



# Übersicht



- 1 Beschreibung Hofgemeinschaft Heggelbach und Agrophotovoltaik
- 2 Aufbau und Technik
- 3 Beteiligte Partner
- 4 Landwirtschaftliche Forschung und erste Ergebnisse
- 5 Stromerträge und Entstehungskosten
- 6 Weitere Innovationen und Ausblick
- 7 Stromnutzung

# Hofgemeinschaft Heggelbach: 5 Familien ein Hof



30.01.20

Hofgemeinschaft  
Heggelbach

3

# 1. Beschreibung Hofgemeinschaft Heggelbach und Agrophotovoltaik



- Seit 1986 wird der Heggelbachhof in der Gemeinde Herdwangen-Schönach nach den Demeter-Richtlinien biologisch bewirtschaftet.
- Der Hof teilt sich in die sieben Arbeitsbereiche auf:
  - Acker und Gemüsebau auf 100ha, Milchviehhaltung mit Nachzucht auf 65ha, Milchverarbeitung/Käserei, Aufbereitung und Verarbeitung von Gemüse , Ferienwohnungen, **Energieversorgung** und Schweinemast.
- Neben ständiger Weiterentwicklung in der Landwirtschaft, wurde 2004 Energie als ein wesentliches Entwicklungsthema festgelegt
- Umfangreiches Energiegutachten, Nutzung von Rapsöl, schrittweiser Ausbau der Photovoltaik und Installation einer Spanner re<sup>2</sup> Holz-Kraft-Anlagen (Holzvergaser) 45KW-elektrisch
- 2009 wurde die Hofgemeinschaft Heggelbach mit dem Deutschen Solarpreis ausgezeichnet
- Eine weitere Innovation auf dem Heggelbachhof kam mit der Forschungsanlage Agrophotovoltaik

# 1. Beschreibung Hofgemeinschaft Heggelbach und Agrophotovoltaik



- Solarmodule sind in etwa sechs Meter über der Ackerfläche aufgeständert.
- Gleichzeitige Produktion von Nahrungsmitteln und Strom auf derselben Fläche
  - Photovoltaik und Photosynthese, weniger Flächenkonkurrenz
- APV wird im In- und Ausland bereits in mehreren Anwendungen an verschiedenen Standorten erfolgreich erprobt.
- Zusätzlich wird die Wertschöpfung in der Region und die ländliche Entwicklung gefördert (dezentral, Landwirte, Gemeinden sowie klein- und mittelständischen Unternehmen).
- Für die Landwirtschaft ergeben sich neuartige ökonomisch tragfähige Bewirtschaftungsmöglichkeiten.
- Die Versuchsfläche umfasst eine Grundfläche von ca. 2,5 Hektar, **2500m<sup>2</sup>** sind mit der **APV-Forschungsanlage** überbaut, die restliche Fläche dient als Referenzfläche zum Vergleich der Ackererträge.
- Die installierte Leistung von **194,4 kWp** kann jährlich 62 Haushalte (4 Personen, ca. 4000 kWh Stromverbrauch) versorgen.

## 2. Aufbau und Technik



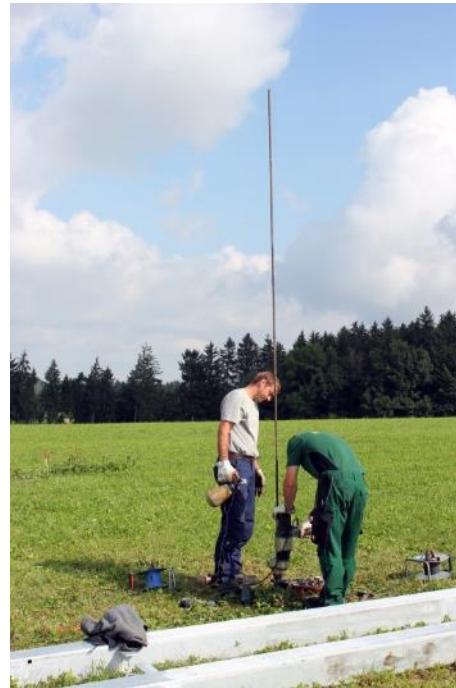
## 2. Aufbau und Technik



Quelle: BayWa r.e.

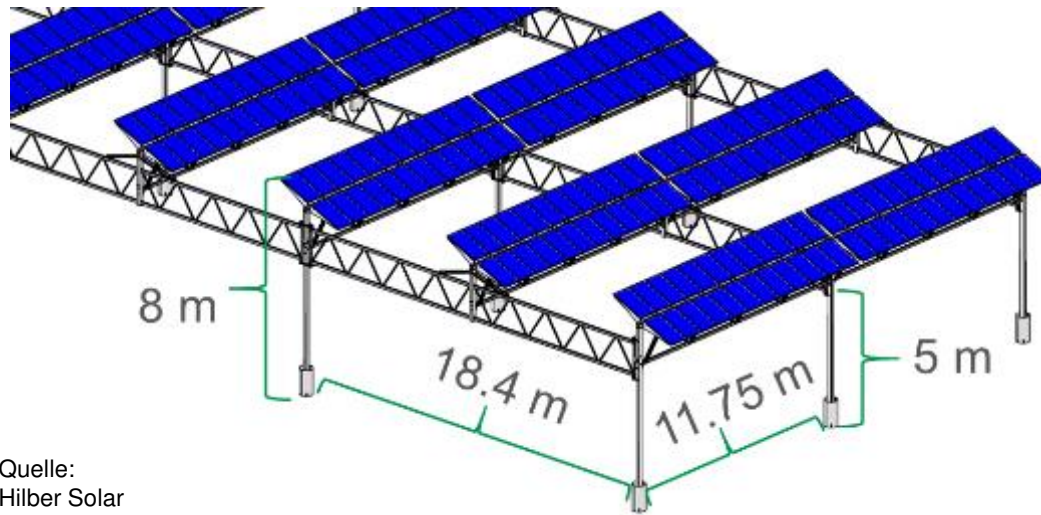
## 2. Aufbau und Technik

- Große Abstände zwischen den Modulreihen, sodass Nutzpflanzen darunter mindestens 60 % der photosynthetisch aktiven Strahlung erhalten
- Verankerung der Träger durch Spinnanker, der Baumwurzel nachempfunden





## 2. Aufbau und Technik – Wichtige Themen

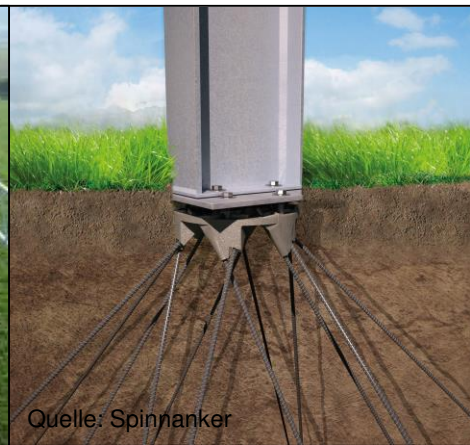


Quelle:  
Hilber Solar

- Bodenschutz durch Baustraße
- Durchfahrtshöhe 5m
- Wind- und Schneelast
- Bifaziale PV-Module



Quelle: BayWa r.e.

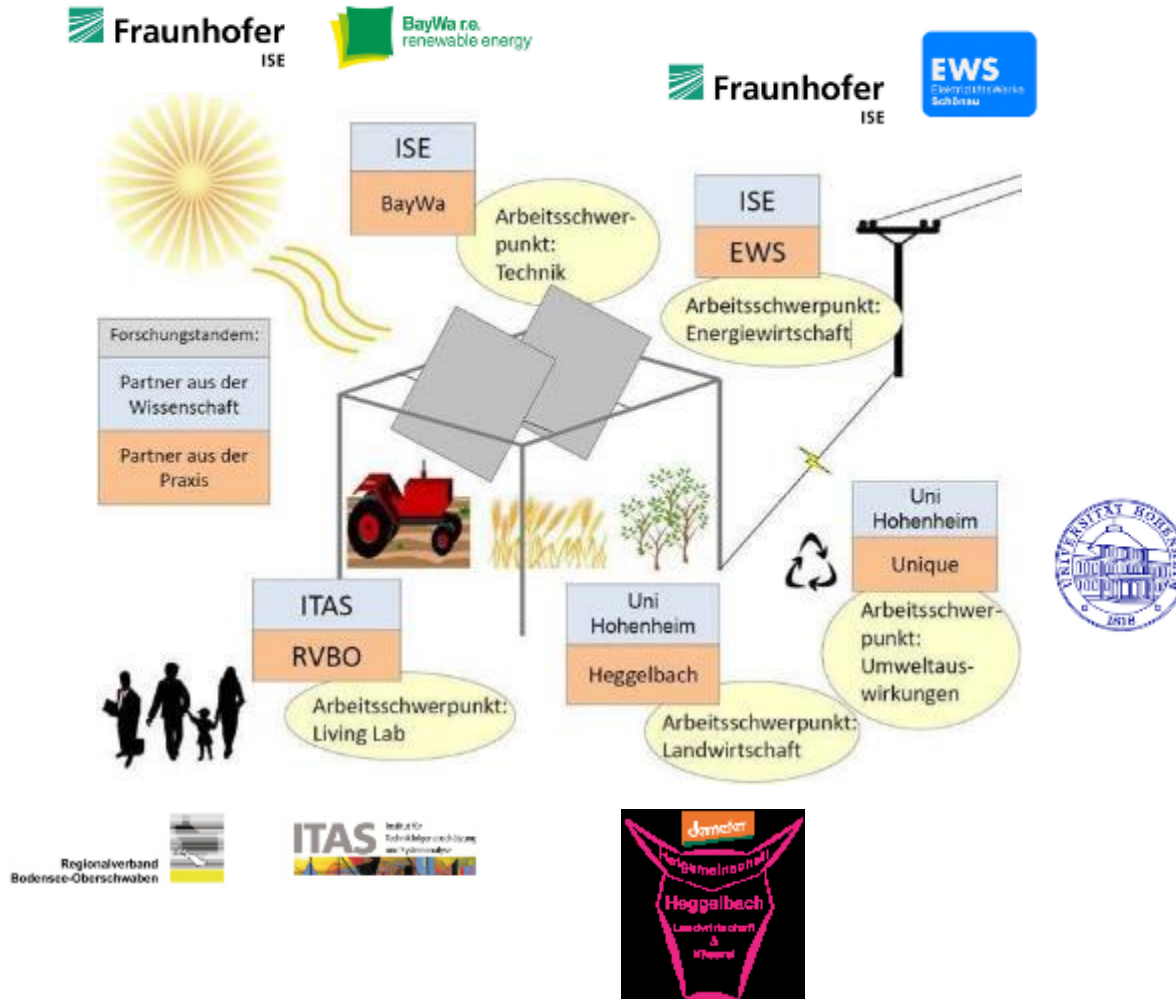


Quelle: Spinnanker



Quelle: BayWa r.e.

# 3. Beteiligte Partner



Quelle: Fraunhofer ISE

# 4. Landwirtschaftliche Forschung und erste Ergebnisse



## Forschungsbedarf:

- Auswirkung der Beschattung durch die Solarmodule
- Mögliche Veränderung von Mikroklima und Wasserhaushalt
- Einfluss auf Bodeneigenschaften und Biodiversität
- Wie reagieren die Kulturpflanzen darauf?

## Zielsetzung:

- Messung des Einflusses der APV-Anlage auf Bestandesentwicklung und Ertrag der Kulturpflanzen
- Prüfung der Eignung verschiedener Kulturpflanzen für den Anbau unter APV

# 4. Landwirtschaftliche Forschung und erste Ergebnisse

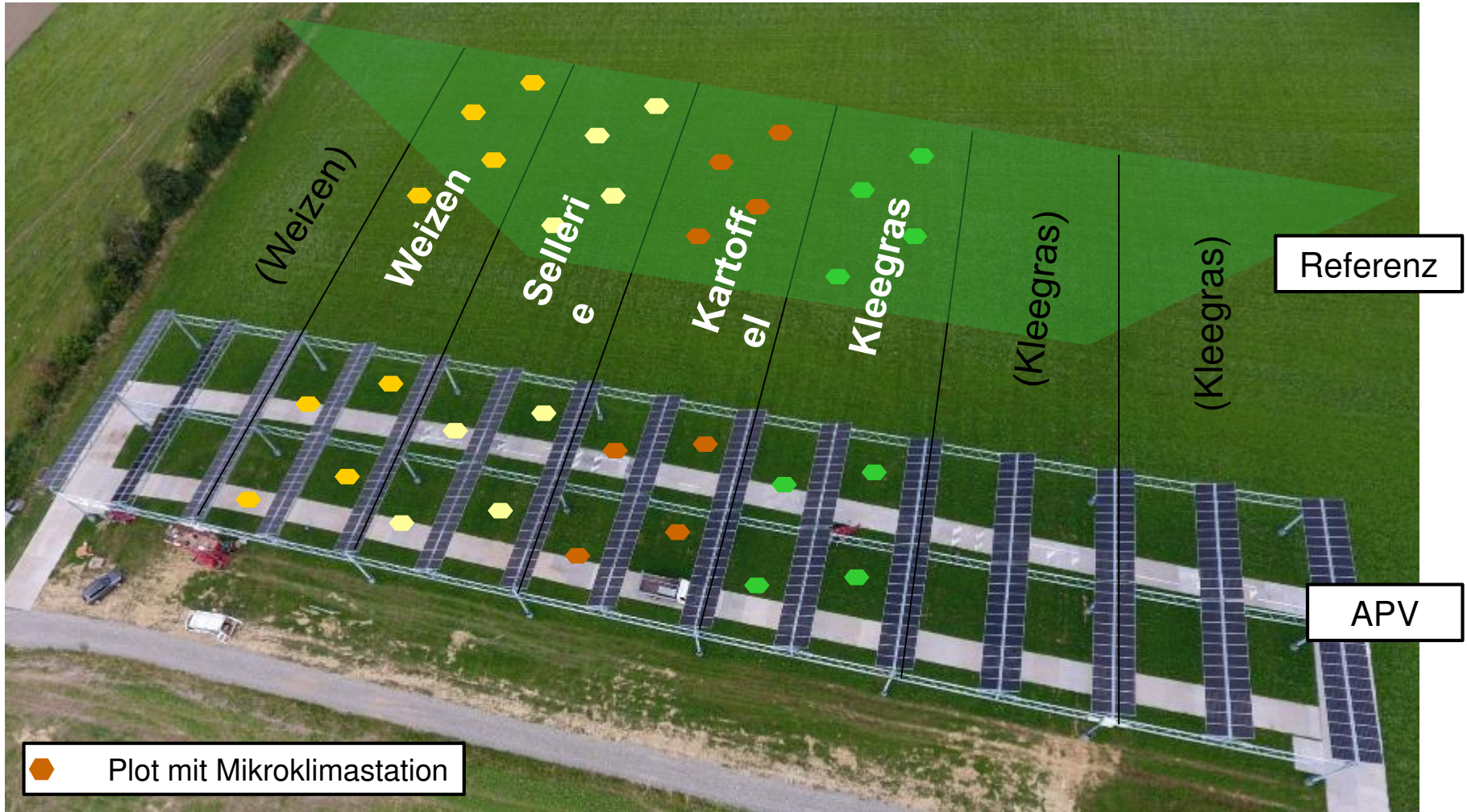


Bild: BayWa (verändert)

Quelle: Uni Hohenheim

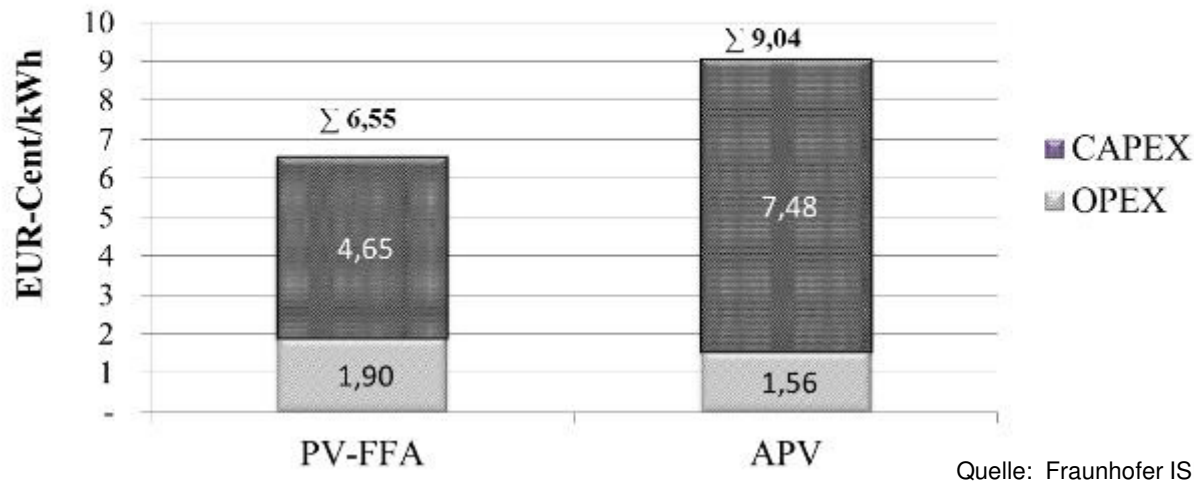
# 4. Landwirtschaftliche Forschung und erste Ergebnisse



- Ernteerträge im Jahr **2017** waren unter der APV-Anlage insgesamt rückläufig:
  - Kartoffeln -18 %
  - Knollensellerie -19 %
  - Winterweizen -19 %
  - Klee gras -5 %.
- Ernteerträge im Jahr **2018** waren unter der APV-Anlage überwiegend höher als auf der Referenzfläche:
  - Kartoffeln + 11 %
  - Knollensellerie +12 %
  - Winterweizen + 3 %
  - Klee gras - 8 %.
- Die Mehrerträge unter APV sind wahrscheinlich auf die höhere Bodenfeuchte und die Beschattung zurückzuführen.
- **2019 liegt zwischen 2017 und 2018**
- Beschattungseffekte wirken sich in Anbetracht der außergewöhnlichen Trockenheit und der vielen strahlungsintensiven Tage in der Vegetationsphase vermutlich positiv auf die Kulturpflanzen aus.

# 5. Stromerträge und Entstehungskosten

Gegenüberstellung Stromgestehungskosten in EUR-Cent/kWh von APV und PV-FFA mit Aufteilung in CAPEX und OPEX



Annahmen:

- Fläche: 2 ha
- PV-FFA: 1,38 MWp
- APV: 1,04 MWp
- Stromertrag pro Jahr:
  - PV-FFA: 1.209 kWh/kWp
  - APV: 1.284 kWh/kWp

- Ergebnisse aus der Fallstudie Heggelbach:
  - APV-investitionskosten > ca. 1/3 höher als PV-FFA
  - APV-Betriebskosten < als PV-FFA wegen Synergieeffekte

Quelle: Fraunhofer ISE

# Einige Eindrücke von der Arbeit unter der APV

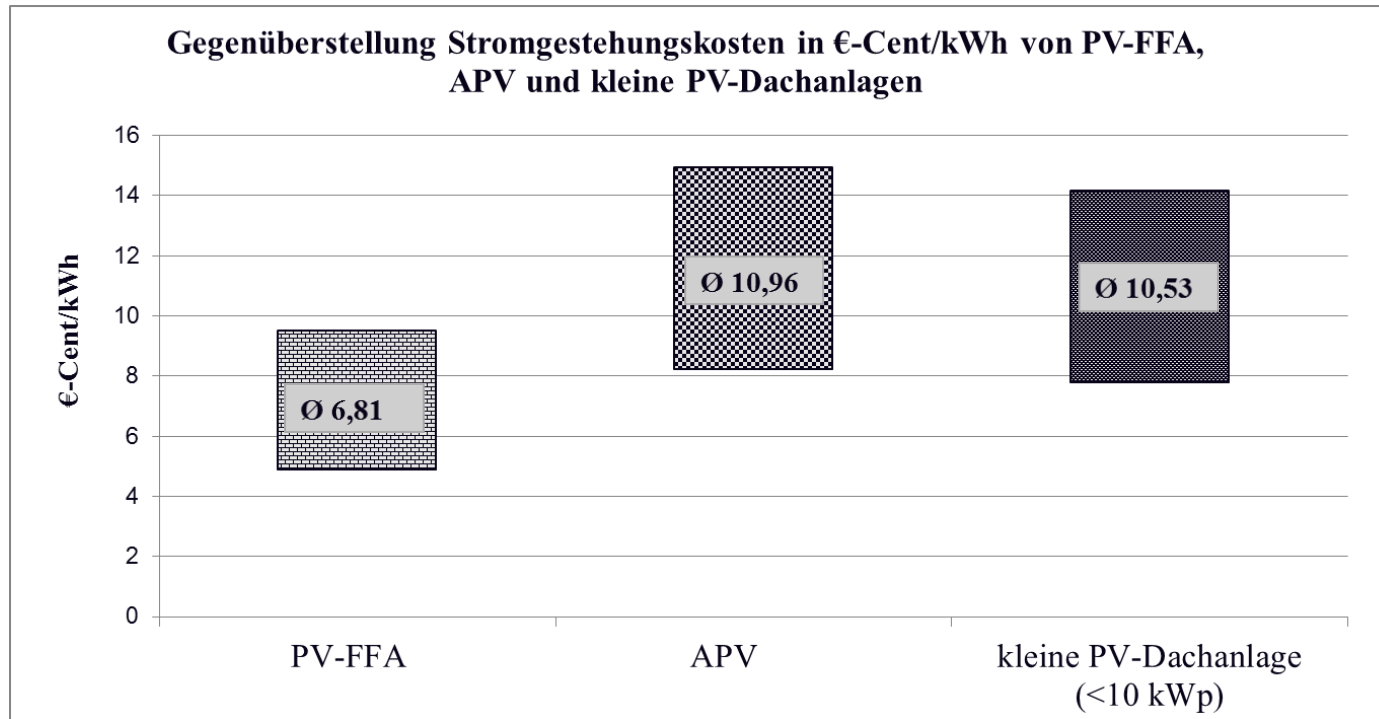


30.01.20

Hotgemeinschaft  
Heggelbach

15

# 5. Stromerträge und Entstehungskosten



- APV auf ähnlichem Kostenniveau wie kleine PV-Dachanlagen
  - Inkl. EU-GAP und exkl. landwirtschaftliche Erträge
  - APV Lernkurve? Skalierungseffekte? Investitionssicherheit? Kosten-Nutzen?

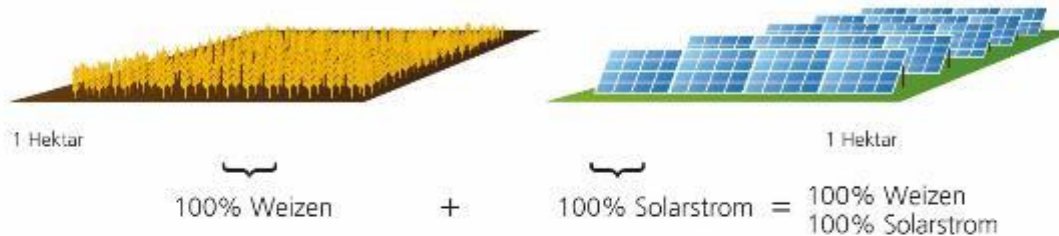
Quelle: Fraunhofer ISE



# 5. Stromerträge und Entstehungskosten

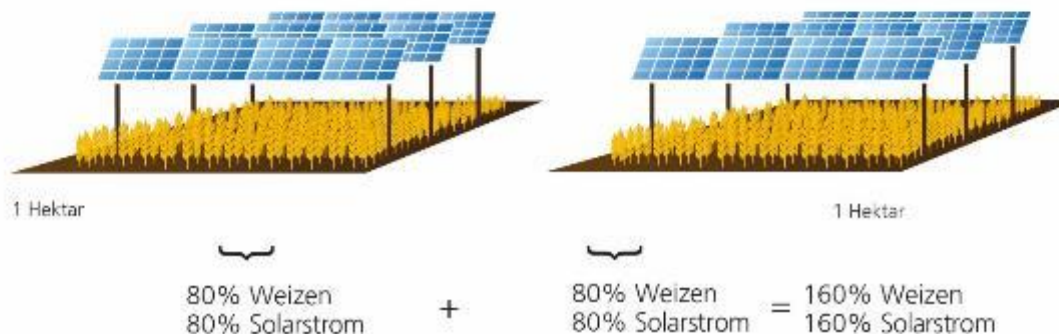
Steigerung der Landnutzungsrate um über 60 %

Getrennte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland



- Weizen 2017:
  - 74,6 % Ertrag
  - 83 % Stromertrag
  - APV = 157,6 %

Gemischte Flächennutzung auf 2 Hektar Ackerland: Effizienz > 60% gesteigert



- Synergieeffekte ermöglichen zusätzliche Einkommen für Landwirte

Quelle: Fraunhofer ISE

# 6. Zusammenfassung APV und Ausblick

- APV ist ein vielversprechender Lösungsansatz
  - erhöht Landnutzungseffizienz durch Agrar- und Stromproduktion auf derselben Fläche
  - erweitert Mix erneuerbarer Energien, die zukünftig aus der Landwirtschaft bereitgestellt werden
- Ertragsverlusten bei den Pflanzen stehen mögliche Stromerträgen in Höhe von 800 MWh/ha entgegen (2017) [1]
- Wettbewerbsfähigkeit mit kleinen PV-Dachanlagen
- Weitere Versuchsjahre und Test anderer Kulturen erforderlich, um eindeutige Aussagen treffen zu können
- Politischer Wille APV weiter zu bringen
- Akzeptanz in der Bevölkerung
- Planungsregionen zur Ausweisung von Flächen benötigt

[1] <http://www.ise.solar-monitoring.de/year.php?system=apvh&unterstem=0&date=2018-09-16&lang=de>

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

- Beschattung und verminderte Verdunstung durch APV könnten zukünftig an Bedeutung gewinnen – Klimawandel
- Vertikale Ebene/APV-Techniktiefe ausschöpfen: Farbige PV, organische PV-Folie, Energiespeicher, Bewässerungssysteme, Agrarrobotik, eMobilität, Leichtbaumodule, Tragwerksplanung, Materialforschung, ...
- Integrierte Bewässerung?
- APV als Option für Pflanzenproduktion in ariden Gebieten mit intensiver Sonneneinstrahlung und unsicherer Energieversorgung
- Strom-Verbrauch an Erzeugung anpassen: Folgeprojekt Speicherung und Smart meter:
  - Im November 2018 wurde ein Batteriespeicher installiert:

Batterie: Fenecon Commercial 50-Serie, 3x Battery Rack 50 kWh  
Hochvolt-Batterierack LiFePO<sub>4</sub>, 38.4V/80AH  
Hersteller Fenecon

Wechselrichter: blueplanet gridsave 50.0 TL3-S  
Hersteller: Kaco

Gesamtleistung 150kw/h 150kw Speicherleistung

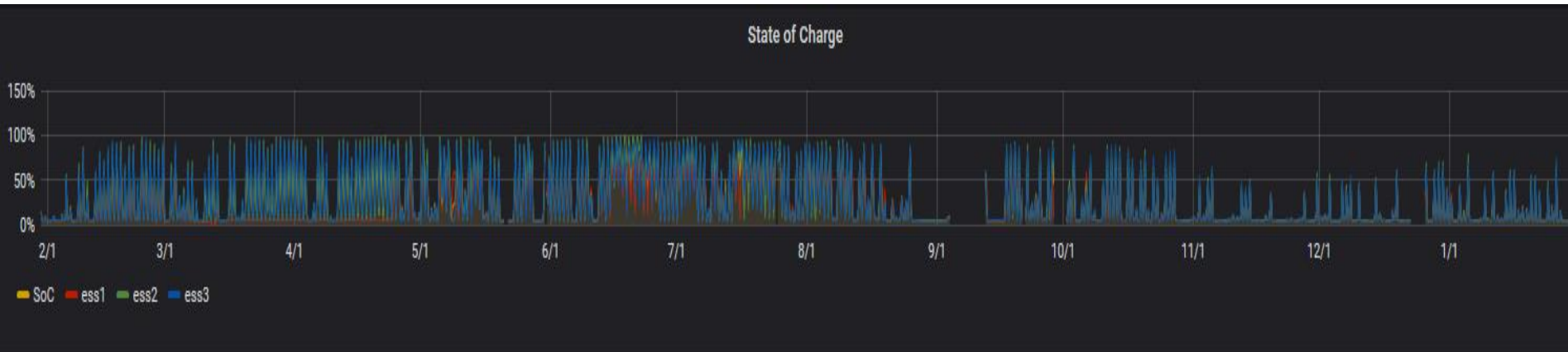
# 7. Stromnutzung im Betrieb

- **Ziel: möglichst hoher Eigenstromverbrauch im Betrieb, dafür wurden folgende Projekte umgesetzt:**
- Erfassung der Verbräuche in den einzelnen Betriebszweigen
- Zusammenarbeit mit EWS, Baywa re und Oxygen zum Thema intelligenter Verbrauch
- Bau einer Auto Ladestation mit der Möglichkeit nur überschüssigen PV Strom zu tanken und jeder Zeit Ladung
- Anschaffung Renault Zeo für Kurzstrecken
- Anschaffung Still Elektrostapler für Gemüseaufbereitung
- AkkuPostschlepper für innerbetrieblichen Milchtransport
- Neubau Käserei mit Eiswasserkühlung als zusätzlicher Energiespeicher
- Ziel: Einführung einer intelligenten Steuerung der Verbraucher z.B. Kühlhäuser etc.

# 7. Speicher Be-und Entladung



- Jahresüberblick des Akku-Ladezustandes von Februar 2019 bis Februar 2020

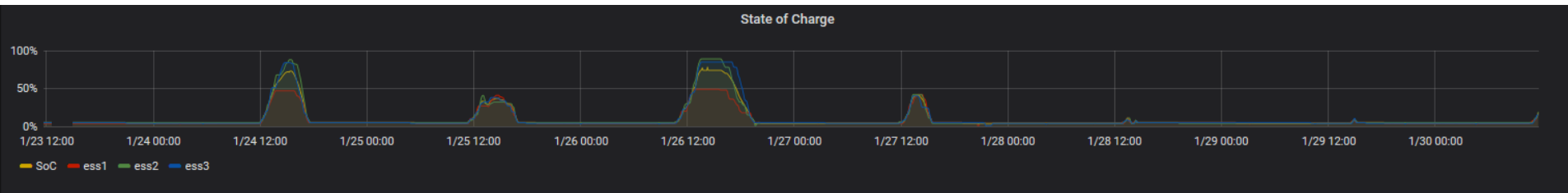
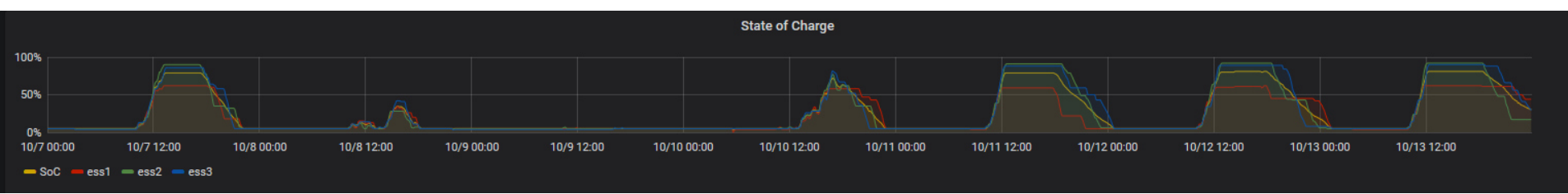
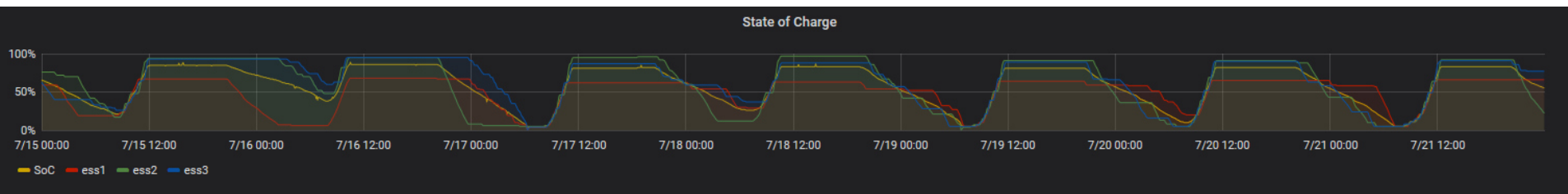
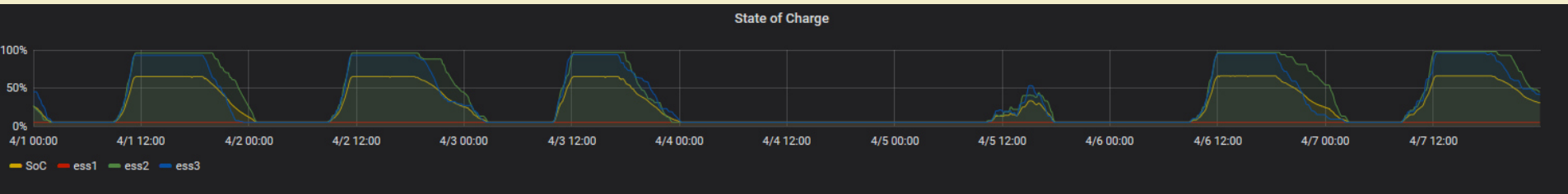


- Wir schaffen inklusive Akku einen Eigenstromverbrauch von 56% in 2019

# 7. Stromnutzung im Betrieb



# 7. Speicher Be- und Entladung Wochen



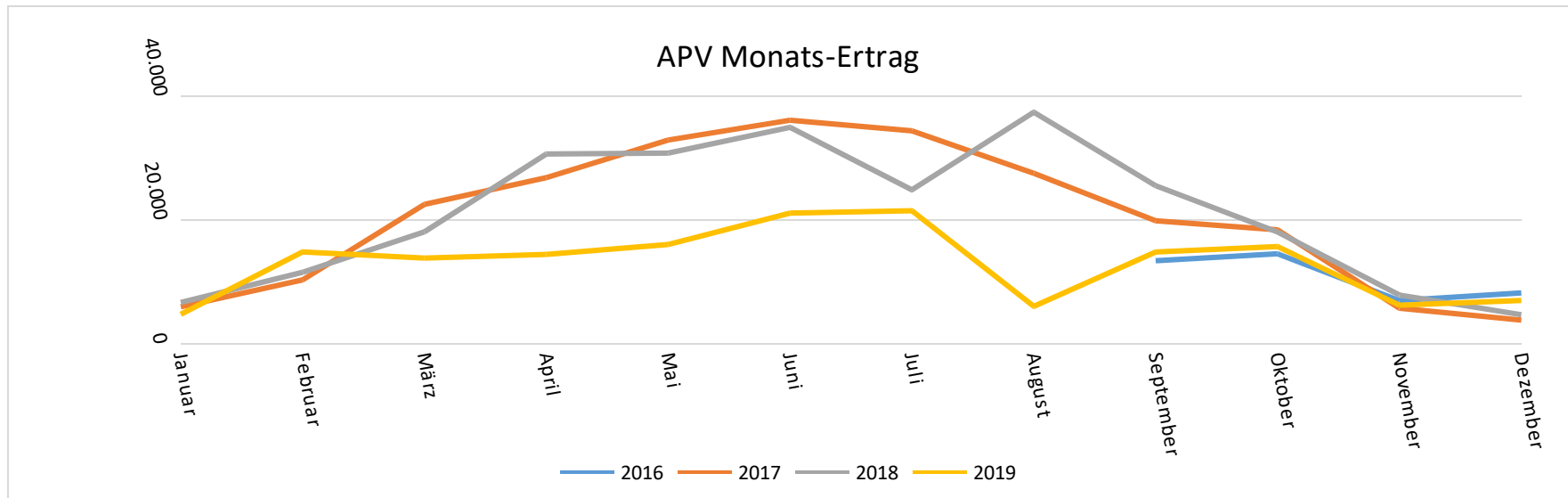
30.01.20

Hofgemeinschaft  
Heggelbach

23

# 7. Stromnutzung im Betrieb

Ertrag	Verkauf	Eigene rverbrauch	Bedarf	Verbrauch	Beda rfs- Deck ung	Mögl iche Deck ung	netto Preis	Nett o
APV	APV			von APV			exter n	inter n
694.692 KWh	334.891 KWh	359.801 KWh	928.189 KWh	52%	39%	75%	0,055 €	0,10 €





# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Das Projekt APV-Resola wurde gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung



# Solarstrom günstig selbst erzeugen statt teuer einkaufen ! Chancen für die Landwirtschaft

Präsentation, 30. Januar 2020

# Kurzdarstellung von Clean Energy

---

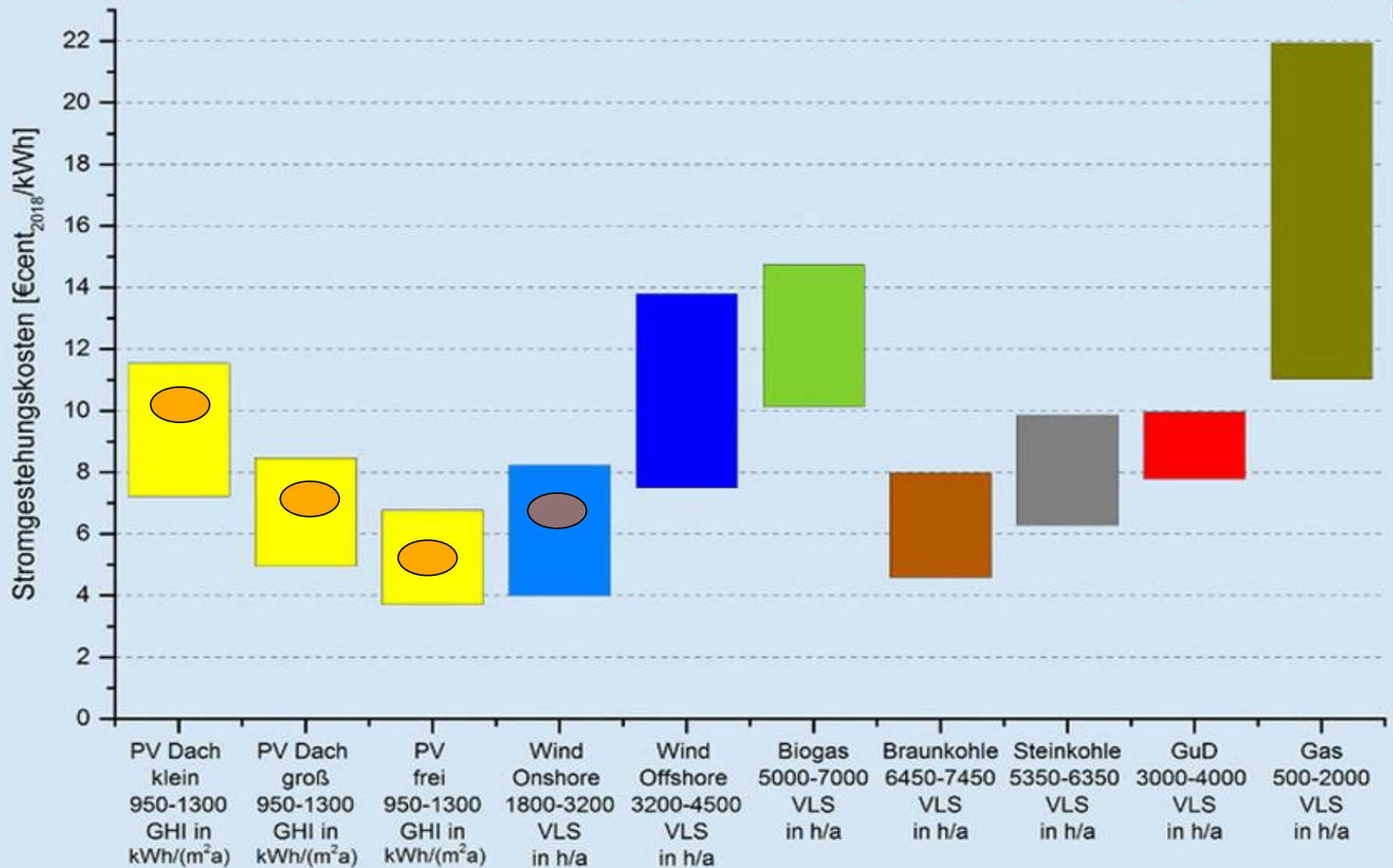
- Projekte zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien.
- Projektentwicklung für Bioenergiedörfer.
- Beratung für Kommunen, landwirtschaftliche Betriebe und Unternehmen.
- Institutionalisierte lokale Klimaschutzbündnisse (WERK-Erklärung).
- PV-Netzwerk Nordschwarzwald/ Effiziente Wärmenetze für Baden-Württemberg.

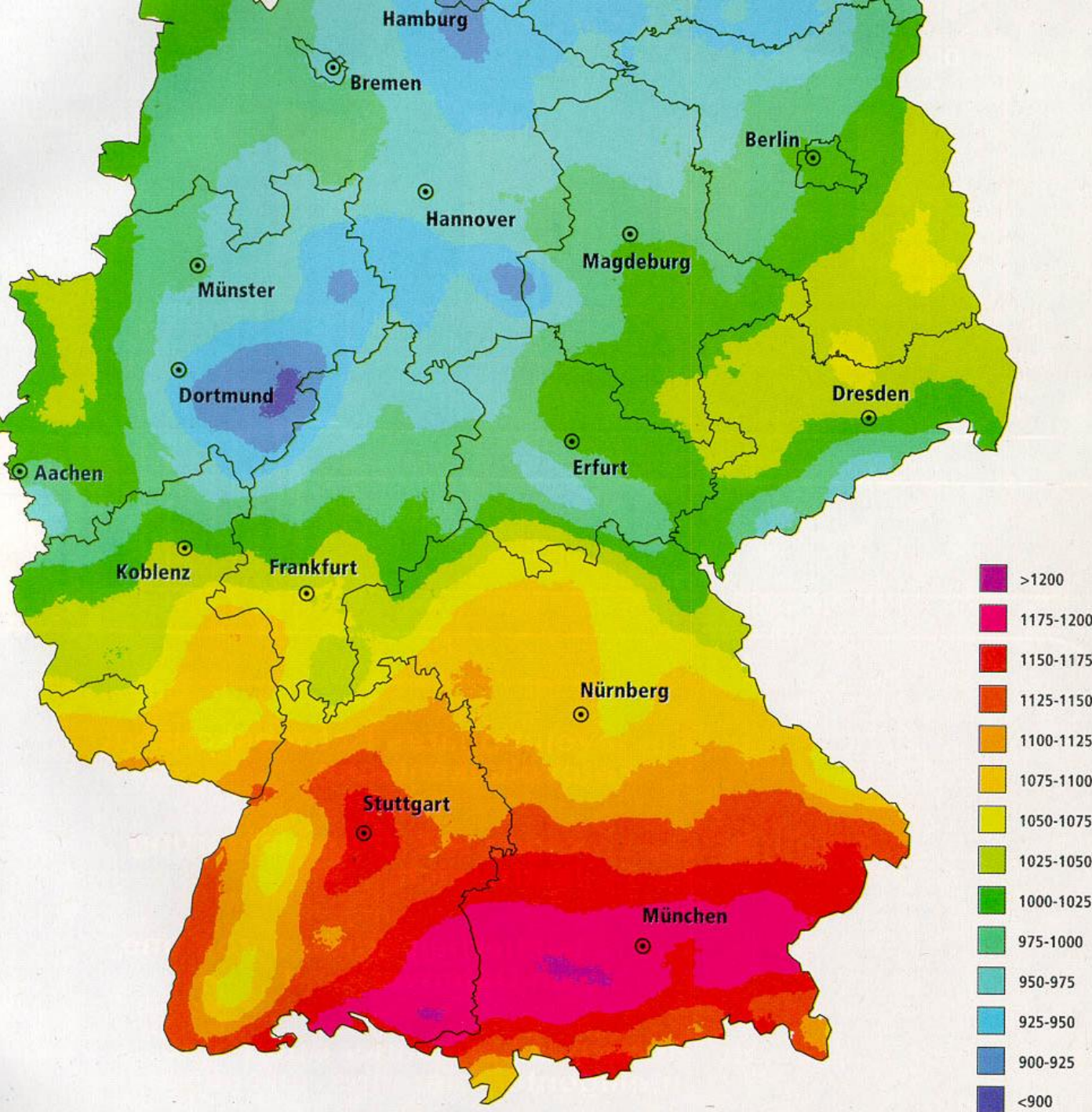


# Wind und Sonne sind die günstigsten Stromquellen, in Süddeutschland hat PV die Nase vorn

Stand: März 2018

Fraunhofer ISE





Das Geschenk  
des Himmels ...

Jahressumme  
Globalstrahlung  
(in kWh / m<sup>2</sup>)

10 kWh =  
Energieinhalt  
von einem Liter  
Heizöl

In  
Süddeutschland  
> 100 l Heizöl/m<sup>2</sup>

# Motivationsmix für Investition in Solarstromanlage

- Geld verdienen.
- Landwirtschaftliches Unternehmen zukunftsfähig machen.
- Risiko von Strompreisanstieg minimieren.
- Wirksamen Beitrag zum Klimaschutz leisten.
- Kunden/Familie/Mitarbeitende motivieren und an den Hof binden.



# Zukunftsinvestition Solarstromanlage

- Gewerbliche/landwirtschaftliche Solarstromanlagen sind ein globaler Trend.
- Bauboom bei größeren PV-Anlagen durch Landwirte und Unternehmen in Deutschland.
- Erzeugungskosten ab dem 21. Jahr deutlich unter 2 Cent/KWh.
- Kapitalkosten auf historischem Niedrigstniveau.
- Hohe Stromkosten.
- Hof hat große Dächer.



# Wann macht Solarstrom für Landwirt Sinn?

- Substantieller Stromverbrauch bei Eigenstrombedarf.
- Stromverbrauch auch/vor allem tagsüber.
- Strombezug teurer als solare Eigenstromproduktion.
- Langfristige Perspektive für Hof und Dach.
- Landwirt will Klima schützen.
- Landwirt hat Lust auf solar!





# Ausgangslage wpd

- International erfahrener Entwickler und Betreiber von Windparks.
- Projektkauf und eigene Entwicklung.
- Ausflüge in andere Erneuerbare Energien bislang weniger erfolgreich.
- Kapital- und ertragsstark, Renditeorientierung und EE verbinden.
- Stark in Flächensicherung, Planungsverfahren, Bau, Recht

# Erzeugungskosten Solarstrom

bei Errichtung einer großen PV-Dachanlage in 2019

## Annahmen

• 100 kW Dachanlage (max. 1.000 Euro Invest pro installiertem kW )	100.000 Euro
• 100% finanziert, KfW, 2% Zins	20.000 Euro
• Jährliche Betriebskosten 2,5% des Invests (Nutzungsdauer 25 Jahre x 2,5% aus 100.000)	<u>62.500 Euro</u>
<u>Kosten Gesamt</u>	<u>182.500 Euro</u>

Spezifischer Stromertrag 1.000 kWh/kW

Stromerzeugung (25 Jahre x 100 kW x 1.000 kWh/kW) 2,5 Mio kWh

Kosten je kWh (182.500 Euro / 2,5 Mio. kWh) **7,3 ct / kWh**

Optimistische Betrachtung sogar nur noch ~ 6 ct / kWh !

# Mittlere PV-Dachanlagen

- Erzeugungskosten vom eigenen Dach max. 8 ct / kWh  
+ anteilige EEG-Umlage von gut 2 ct / kWh = ~ 10 ct / kWh.
- Bezugskosten 15 bis 30 ct / kWh = Attraktive EK-Renditen.
- „Ost-West“ ist generell die neue Philosophie:
  - Gleichmäßigeres Angebot über den Tag.
  - Etwas geringerer absoluter Ertrag, aber zur Eigenversorgung sinnvoll.
  - Flachere Mittagsspitze = Entlastung der Stromnetze.
  - Das verfügbare Dachflächenpotential verdreifacht sich.



Steisslingen 100 kW



Bodman 378 kW



Messkirch 750 kW

# Solarstrom in BW vor Windenergie wichtigste Säule der Stromversorgung

- Solarstrom könnte 25 bis 35 Prozent der Stromerzeugung in Deutschland ausmachen.
- Solarstromanteil in Baden-Württemberg deutlich höher.
- 80 Prozent der Solaranlagen auf Dächern und Fassaden, Eigenverbrauch.
- 20 Prozent Solarparks im Freiland, echte Kraftwerke.
- Erzeugungskosten in Solarparks günstiger als bei großen Dachanlagen.





## Solaroffensive Baden-Württemberg

- Koalitionsvertrag stellt Erzeugung von Solarstrom in den Mittelpunkt der Energiepolitik.
- Klare Ausbauziele für Solarstrom in Baden-Württemberg auf Dach, Fassade und Fläche definiert.
- Ökologische Vorgaben für Solarparks und Handreichung für Kommunen.
- Regionale PV-Netzwerke und landesweite Koordination durch KEA und Solar Cluster Baden-Württemberg bringen Solaroffensive in die Fläche.
- Aber noch viel weniger Solaranlagen als in Bayern.

# Mehr Wertschöpfung in der Landwirtschaft durch Solarparks

- Auswahl geeigneter Eigentumsflächen von Landwirten für den Bau von Solarparks.
- Bezahlung eines angemessenen, hohen Pachtpreises an den Landwirt.
- Beteiligung lokaler/regionaler Landwirte an der Pflege des Solarparks.
- Flächeninanspruchnahme durch gute Planung und Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen auf Fläche des Solarparks gering halten.
- Angebot an den Landwirt, sich am Solarpark zu beteiligen.

## Diese drei Zahlen bitte merken: 5, 8 und 10

- unter 5 ct / kWh bei Freiland-PV
- unter 8 ct / kWh bei mittleren Dachanlagen
- unter 10 ct / kWh bei kleinen Dachanlagen

In allen Leistungsklassen kann „ungehemmt“  
zugebaut werden.

# Fazit

- Solarstrom ist für Landwirte attraktiv.
- Zeitpunkt für Investition ist günstig.
- Landwirtschaft kann wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



## Clean Energy GmbH

Fritz-Reichle-Ring 6  
78315 Radolfzell

07732 9391140

duerr-pucher@clean-energy.biz

[www.clean-energy.biz](http://www.clean-energy.biz)