

Agri-PV

Erfahrungen aus Planung und Betrieb

1.3.2022

Heiko Hildebrandt, Next2Sun GmbH

Agenda

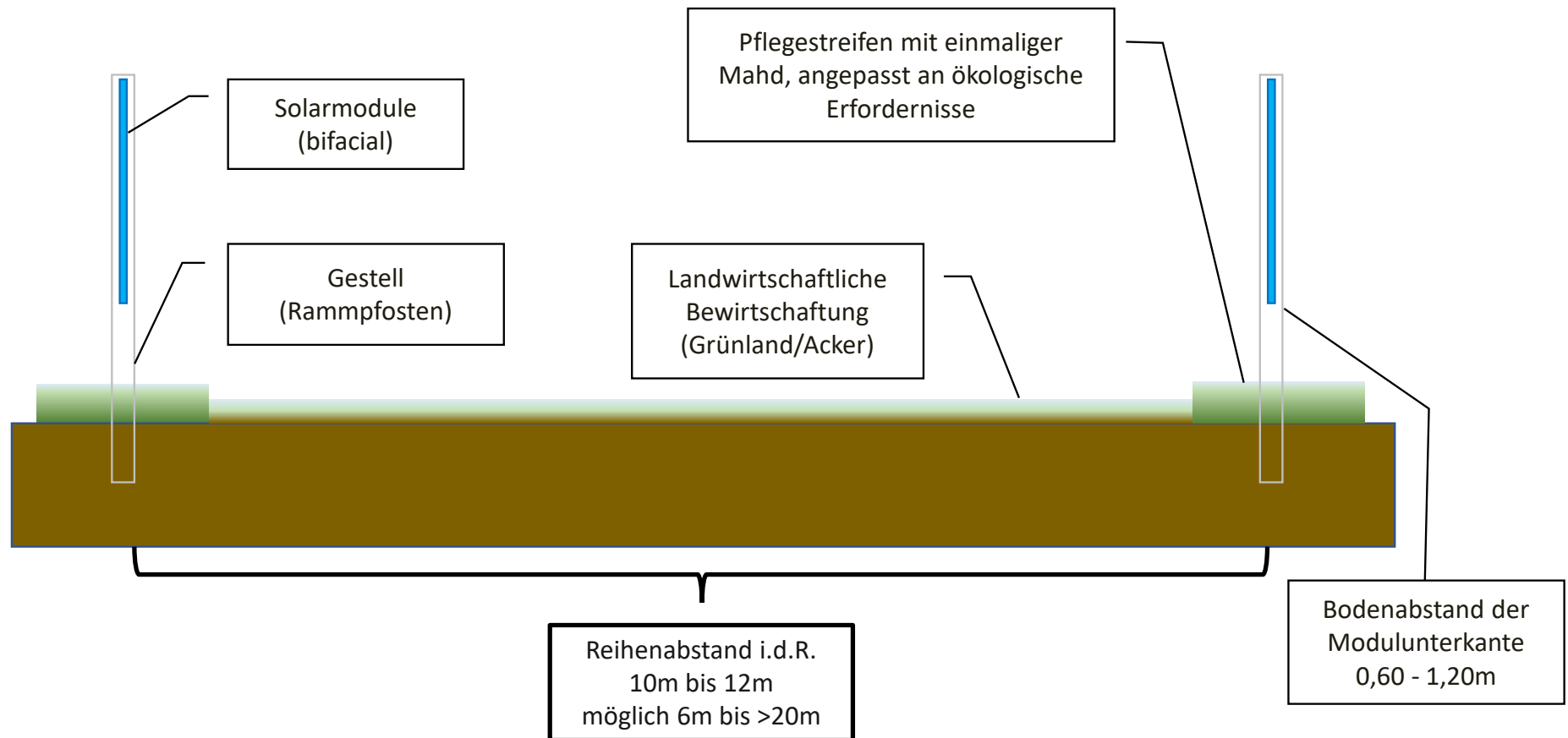
Anlagenkonzept Next2Sun

Energiewirtschaftliche Aspekte

Landwirtschaftliche Aspekte

Sonstiges / Zusammenfassung

Aufbau einer Next2Sun PV-Anlage



Vertikale bifaciale Next2Sun PV-Anlage Donaueschingen (4,1 MW)



01.03.2022

Next2Sun GmbH

Basics: Vergleich N2S vs. Konventionelle PV

-  • **Der spezifische Ertrag** liegt bis zu 10% über dem Ertrag konventioneller Anlagen
-  • **Die installierbare Leistung** auf einer überplanten Grundfläche liegt wegen der großen Reihenabstände um einen Faktor 2-3 niedriger als bei konventionellen Anlagen
-  • **Der effektive Flächenverbrauch** (Grundfläche zu Modulfläche) sinkt von ca. 2,00 auf ca. 0,50 bis 0,10 (je nach Auslegung)
-  • **Der Marktwert der Stromproduktion** liegt um ca. 0,4 ct/kWh höher als bei konventionellen Anlagen
-  • **Die Ausrichtung der Modulreihen** kann „frei“ gewählt werden

Agenda

Anlagenkonzept Next2Sun

Energiewirtschaftliche Aspekte

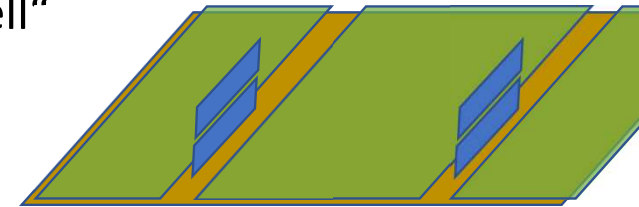
Landwirtschaftliche Aspekte

Sonstiges / Zusammenfassung

Entwicklung/Planung: Vertragsfragen

• **Nutzungsvertrag mit Eigentümer:** Weitgehend „konventionell“

- Geringere Pachtentgelte wg. niedrigerer Leistungsdichte
→ Erfahrungswert: ca. 50% der „üblichen“ Solarpark-Pacht
- Beinhaltet das gesamte Nutzungsrecht (PV+Landwirtschaft)



• **Bewirtschaftungsvertrag** mit landwirtschaftlichem Nutzer

- Unterverpachtung der landwirtschaftlichen Nutzflächen an einen Bewirtschafter
- Kürzere Laufzeit - 1 bis 10 Jahre (?)
- Enthält Regelungen zu Haftung(sfreistellung), betriebliche Abläufe, Vorgaben für die Bewirtschaftung (Beispiel: Wuchshöhe, Einhaltung Festsetzungen)
- Bestimmendes Thema: **EU-Agrarprämien**
 - Bis 2021: Hohe Rechtsunsicherheit (BundesVO vs. EU-VO / Gerichte)
 - Seit Januar 2022 beschlossen: Bei AgriPV sind 85% der Gesamtfläche förderfähig
 - Festlegungen erfolgen auf nationaler Ebene: Situation in CZ ?

Entwicklung/Planung: Bauleitplanung (DE)

- **Bauplanungsrecht:** B-Plan in aller Regel nötig!
 - Es gibt keine bauplanungsrechtliche Abgrenzung von Agri-PV zu konventionellen Solarparks
 - Eine sichere Planung geht daher nur über den bekannten Weg („Sondergebiet“)
 - Ein Sondergebiet kann recht frei ausgestaltet werden – SO „Agri-PV“ ist also möglich, bringt aber keine Verfahrenserleichterung.
- **Privilegierung** mindestens „schwierig“:
 - „Dienende Funktion“ nach §35 (1) Nr. 1 → wohl nur für Landwirte möglich, nur kleine Anlagen
 - „Außenbereichstypisch“ nach §35 (1) Nr. 4 → widerspricht i.d.R. FNP (öff. Belang)
 - „Sonstiges Vorhaben“ nach §35 (2) → widerspricht i.d.R. FNP (öff. Belang)
- Wichtig: **Bauplanungsrecht wirkt nicht auf das Agrarrecht**
 - Wichtig u.a. im Hinblick auf die Gewährung von Agrarprämien
- Häufige Frage: **Ökopunkte** im Solarpark generieren ?
 - Weg 1: Bilanzierungsüberschuss aus B-Plan in Ökokonto transferieren ?
 - Weg 2: „Nullbilanzierung“ im B-Plan und nachgelagerte Ökokonto-Maßnahmen

Anlagenertrag: IST-Daten

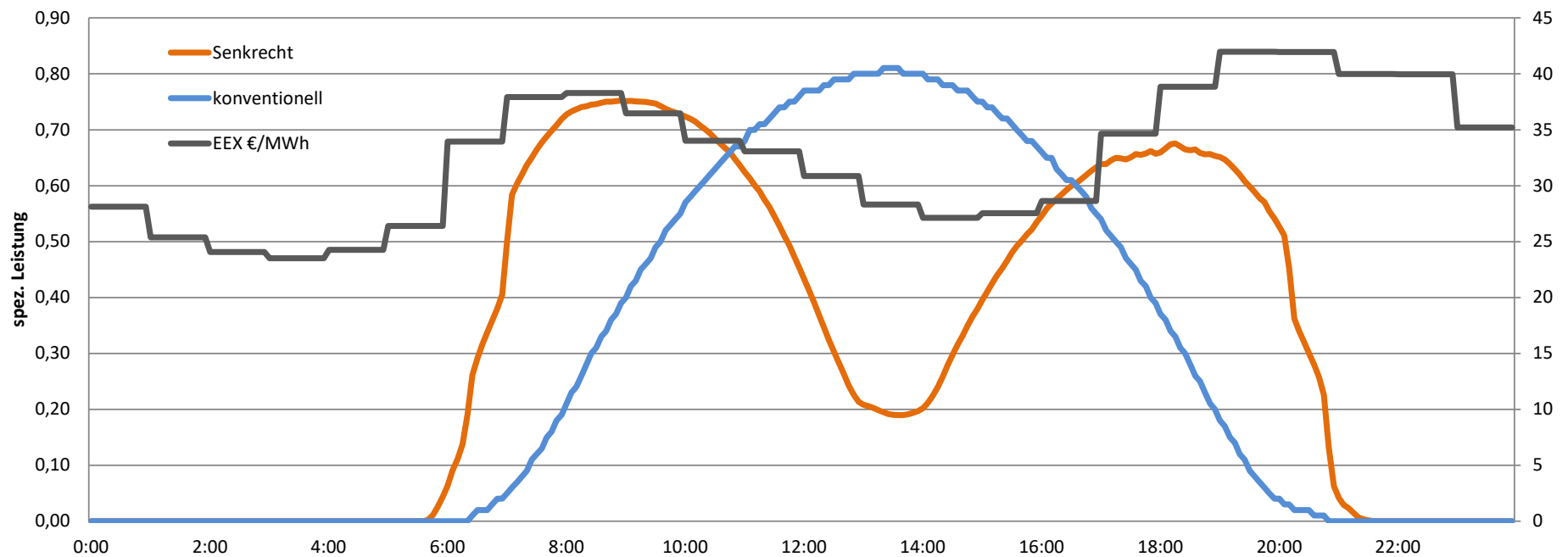
- **SP Dirmingen** (2 MW, Inbetriebnahme 12/2018)
 - Globalstrahlung DWD 1981-2010 ca. 1.085 kWh/m²
 - Standortfaktoren: Nord(west)hanglage
 - Lfr. Ertragsprognose: 1.059 kWh/kW
 - 2019: ca. 1.100 kWh/kW
 - 2020: ca. 1.070 kWh/kW
 - 2021: ca. 980 kWh/kW
- **SP Donaueschingen-Aasen** (4,1 MW, Inbetriebnahme 07/2020)
 - Globalstrahlung DWD 1981-2010 ca. 1.135 kWh/m²
 - Standortfaktoren: Ebene Fläche, gelegentlich Schnee
 - Lfr. Ertragsprognose: 1.169 kWh/kW
 - 2021: ca. 1.120 kWh/kW

Energiewirtschaft: Optimierung Markt

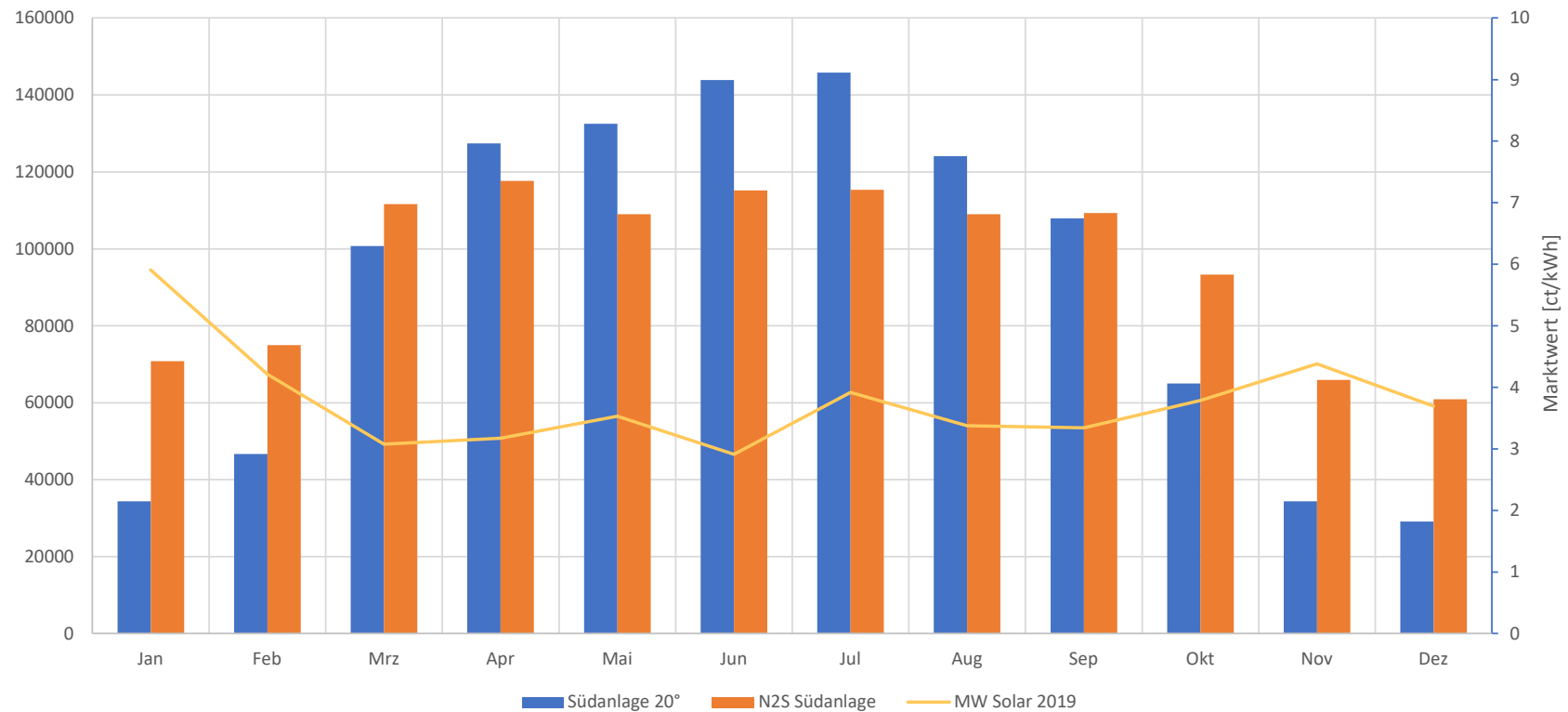
- **Ost-West-Ausrichtung** der beiden aktiven Modulflächen ergibt ein **im Tagesverlauf** komplementäres Profil zu konventionellen Anlagen
- **Süd-Nord-Ausrichtung** der beiden aktiven Modulflächen ergibt ein **im Jahresverlauf** gleichmäßigeres Profil
- Der Marktwert der Stromproduktion erhöht sich in beiden Fällen
- Solarpark Dirmingen (real erreicht) mit Ost-West-Ausrichtung der Modulflächen:
2019/2020: je ca. 0,30 ct/kWh
2021: ca. 0,55 ct/kWh

Grafik: Tagesproduktion / EEX

Spezifische Erzeugungsleistung im Tagesverlauf [kW / kWp],
Preise Strombörse (EPEX Spot Stundenkontrakte (26.5.2017))



Grafik: Saisonale Produktion / EEX



Eckdaten Wirtschaftlichkeit (Stand 2021)

Beispiel: 5 MW-Anlage	Konventionell	Next2Sun	Bemerkung
Investition (Projekt)	500 - 550 €/kW	550 - 650 €/kW	↑ Module / ↑ Gestell
Stromertrag	~ 1.050 kWh/kW	1.050 bis 1.150 kWh/kW	Je nach Modultechnik
Stromvergütung	Nach Gebot (Ausschreibung)	Nach Gebot + ca. 0,4 ct/kWh	Höherer Marktwert
Fläche Modulfeld +Ausgleich	5 ha +1 ha A+E	13 ha +0 ha A+E	
Flächenkosten	ca. 2-3 €/kW*a	ca. 3-4 €/kW*a	+ Fläche / - Pacht
EK-Rendite 20a	3% bis 5%	3% bis 5%	
Lebensdauer	25-30 Jahre	30-40 Jahre	Glas-Glas Module

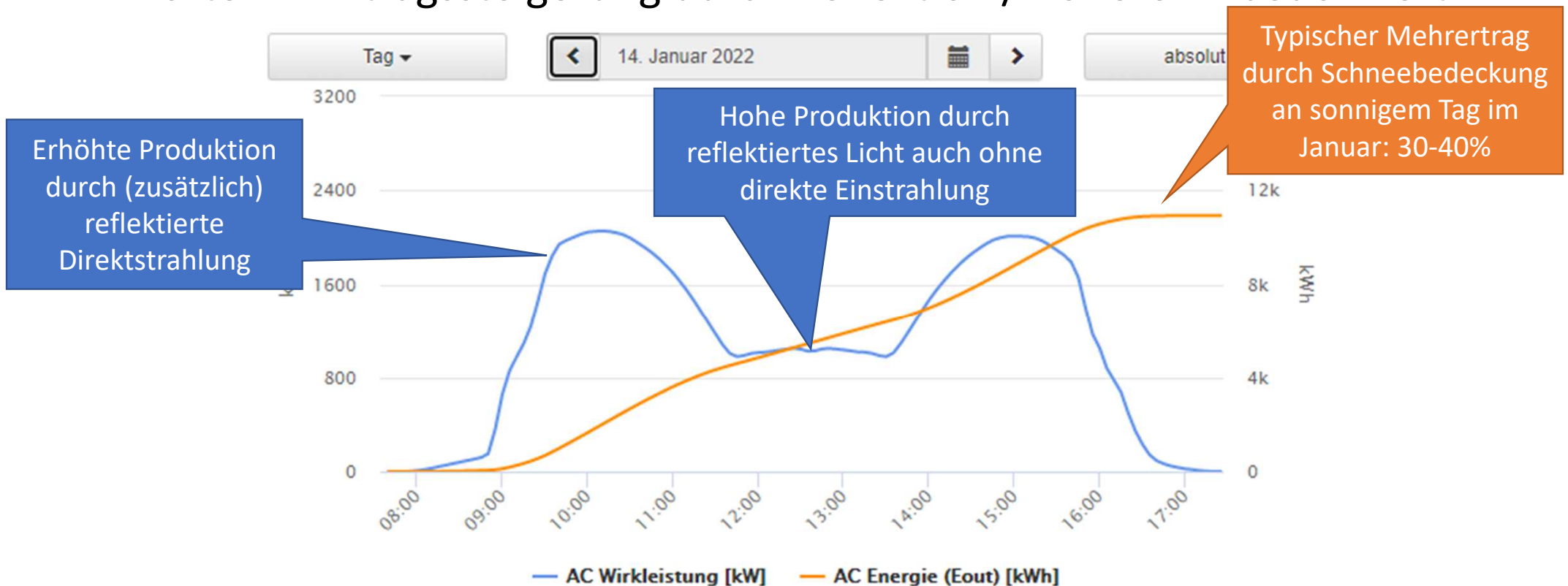
Praxiserfahrung: Schnee

- Vorteil 1: Kein Ertragsverlust durch Schneebedeckung



Praxiserfahrung: Schnee

- Vorteil 2: Ertragssteigerung durch Reflektion / höherer Albedo-Wert



Agenda

Anlagenkonzept Next2Sun

Energiewirtschaftliche Aspekte

Landwirtschaftliche Aspekte

Sonstiges / Zusammenfassung

Grünlandnutzung



Erfahrungen liegen vor - alle üblichen Nutzungsarten funktionieren gut.

- **Heunutzung**
- **Mähwiesen/Silage**
- **Nutztierhaltung**
(insbesondere auch mit Rindern)



Beispiel Heuernte Donaueschingen 2020

- **Mahd** mit Claas Bandmähwerk mit Mittelschwadablage
 - Arbeitsbreite 9,20m bei Reihenabstand von 9,80m (!)
 - Arbeitsgeschwindigkeit (mit GPS) ca. 10-12 km/h
- Kreiseln/Nachtschwad mit 9m Kreisler
- Schwaden mit dem Seitenschwader
- Pressen von Großpacken
- Laden und Abfuhr
- Siehe Video
<https://www.youtube.com/watch?v=06z2hVX9kXg>

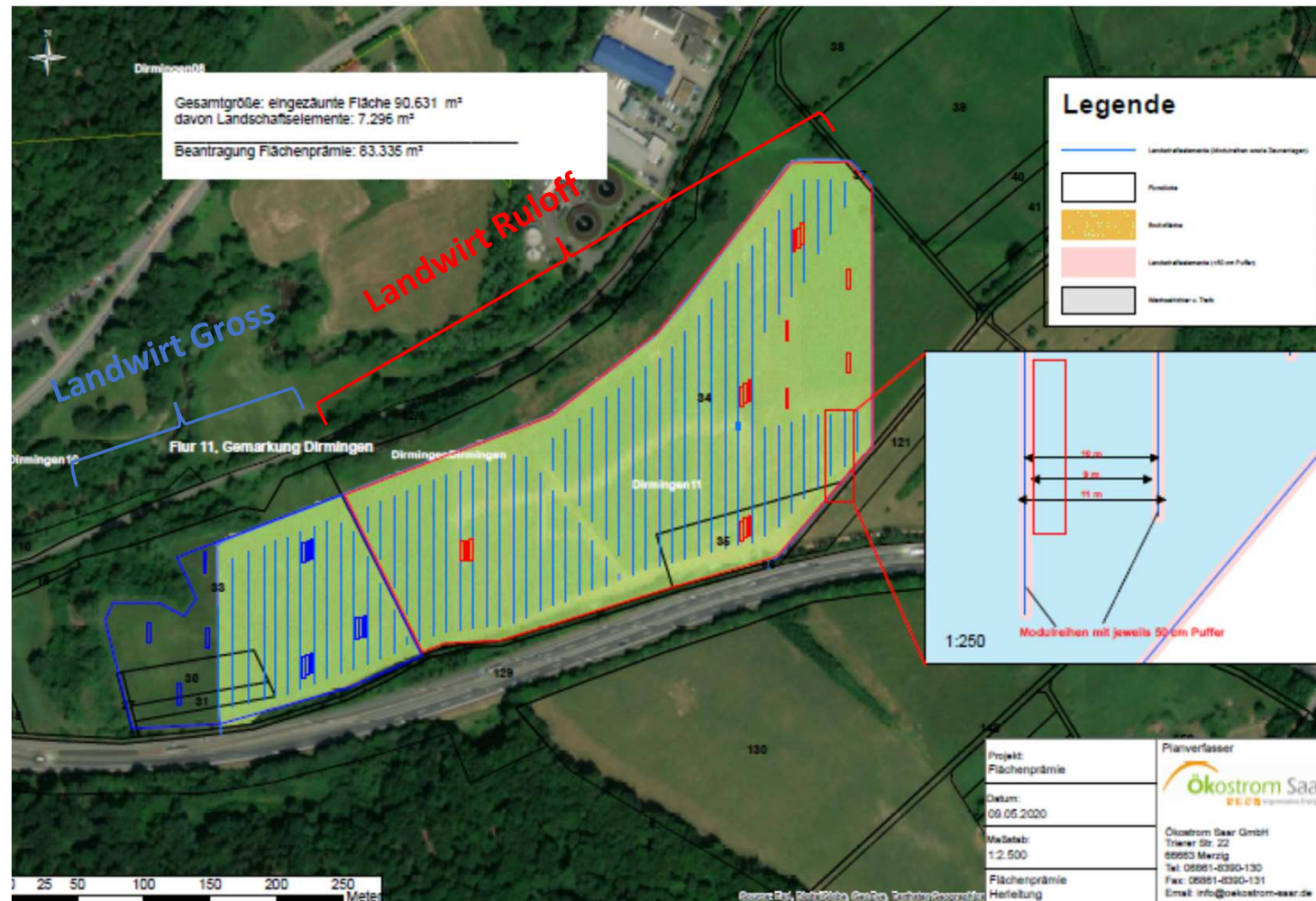
Beispiel Heuernte Donaueschingen 2020

- Es wurden **keinerlei Schäden** an der PV-Anlage oder den verwendeten Arbeitsmaschinen verursacht
- **Ertrag** wurde hier nicht erfasst (da 1.Nutzung direkt nach Bau)
- **Nachfolgend** wird der restliche Aufwuchs unter den Modulreihen entfernt
 - Zaunpfostenmäher mit manueller Nacharbeit
 - Testweise: Beweidung direkt nach der Heuernte
- **2. Schnitt** erfolgt im September als Silageschnitt (Ladewagen)
- Je nach Witterung danach Überweidung mit Schafen

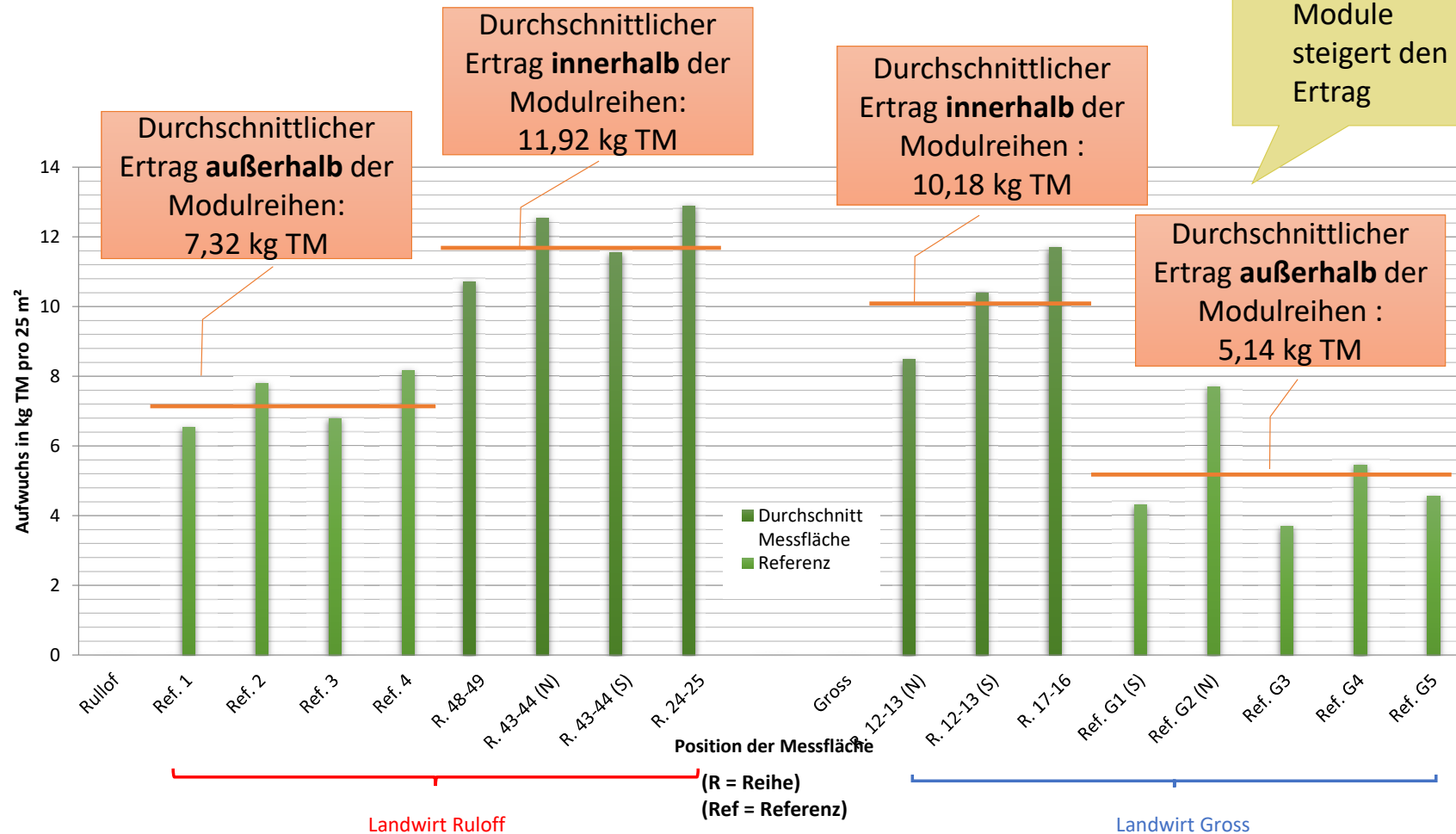
Beispiel: Heu Ernte SP Dirmingen 2020

Durchführung der Erhebung:

- Beprobung auf 8 Referenz-Flächen (außerhalb der Modulreihen) und 7 Flächen innerhalb der Modulreihen
- Je drei Proben-Flächen nebeneinander in einer Modulreihe (in der Mitte und jeweils an den Seiten nah zu den Modulen)
- Der Aufwuchs jeder Fläche (mit 2.50 x 10 m) wurde aufgesammelt und in einem “Big Bag” direkt nach dem Mähen gewogen
- Eine Probe von jeder Testfläche wurde auf die Futterqualität untersucht
- Ein Schlag (mit etwa 7 ha), getrennt bewirtschaftet von zwei Landwirten (Rollof, Gross)
- Nur ein Erntejahr.



Heu Ernte SP Dirmingen 2020



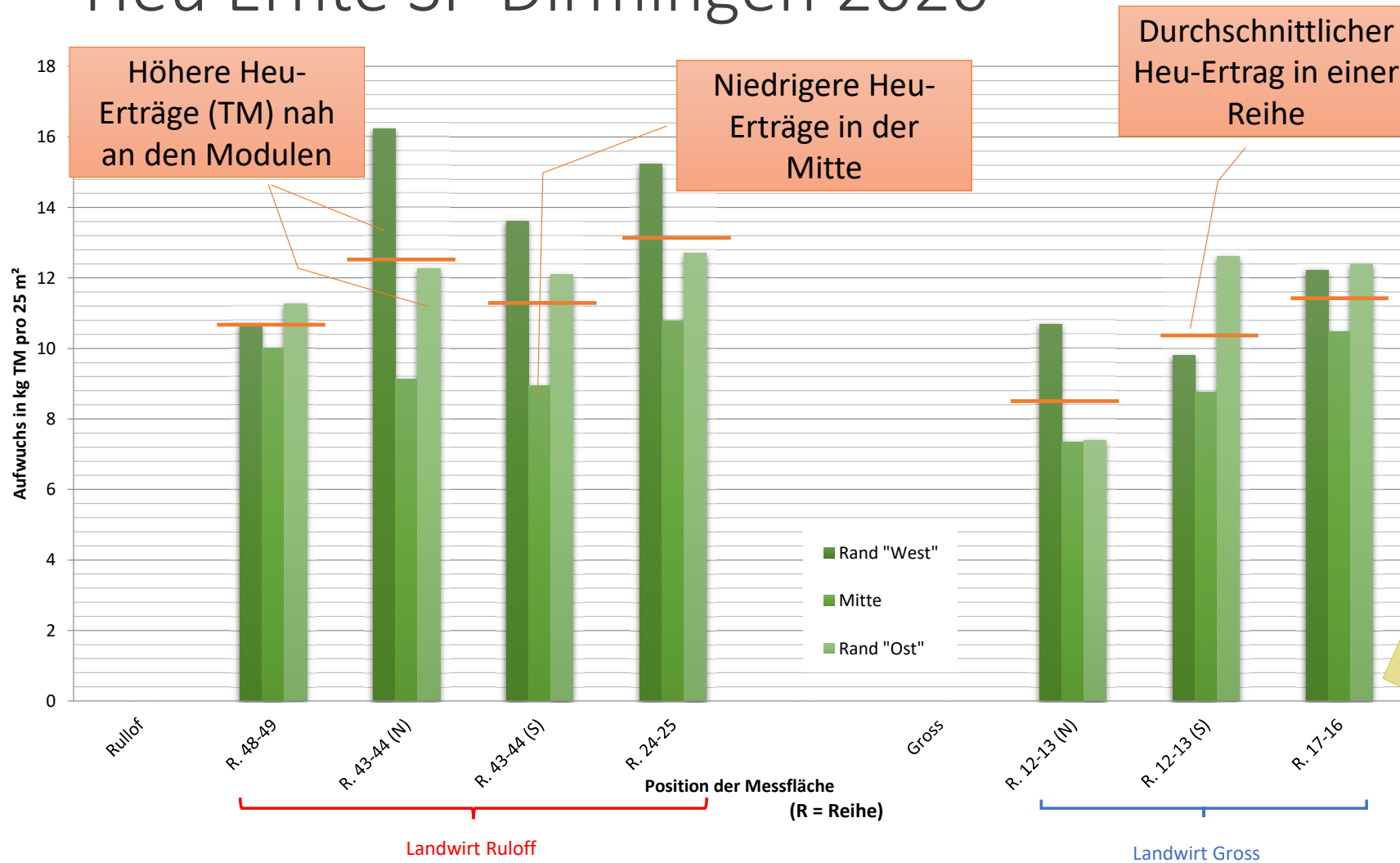
Erkenntnis:

- Verschattung durch die Module steigert den Ertrag

Unsere Ergebnisse:

- Jeder Messpunkt innerhalb der Modulreihen ist besser als jeder Messpunkt außerhalb.
- Minimale Ertragszunahme innerhalb der Modulreihen: +10%
- Durchschnittliche Ertragszunahme innerhalb der Modulreihen: +77%

Heu Ernte SP Dirmingen 2020



Ergebnisse innerhalb der Modulreihen:

- Wir nehmen höhere positive Schatten-Effekte nah an den Modulen an (West & Ost) und geringere Effekte weiter von den Modulen entfernt.
- Wir brauchen weitere Forschung, um mögliche Effekte von Morgen- und Abendsonne herauszufinden.

Praxiserfahrungen Bewirtschaftung Grünland

- Steinschlag ist entgegen vieler Erwartungen kein Problem (bisher 2-3 „mögliche“ Ereignisse mit je 1 beschädigten Modul)
- ggf. veränderte Bearbeitungsrichtung – keine hangparallele Bewirtschaftung möglich (Bsp: Neigung von bis zu 20% vs. **Rund**ballen)
- Verpackungsreste führen zu Verunreinigung der Ballen im 1. Jahr
- Saubere Arbeit der Baufirma beim Verfüllen von Gräben notwendig, ggf. Wiederherstellung ebener Flächen
- Vermeiden von Engstellen wichtig (z.B. zum Zaun, zu Stationen etc.)
- Reduktion der Arbeitsgeschwindigkeit abhängig von Gelände und Technik vernachlässigbar bis deutlich
- Einschränkungen durch naturschutzfachliche Festsetzungen senken die Ertragskraft aus landwirtschaftlicher Sicht

Ackernutzung



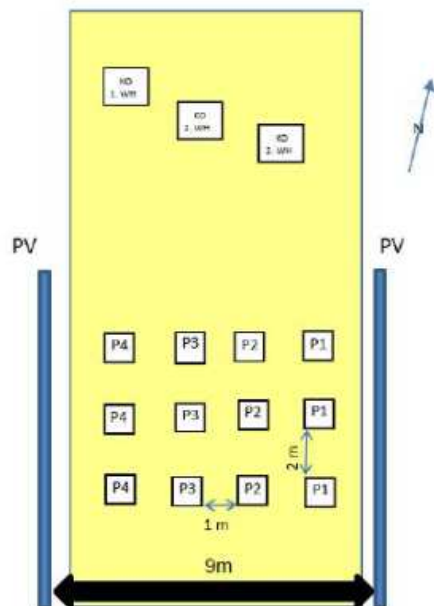
- Bisher nur punktuelle Erfahrungen
- Viele gängige Feldfrüchte sind auch in vertikalen Agri-PV-Anlagen möglich:
 - Weizen, Gerste, Hafer
 - Kartoffeln
 - Rüben
 - Leguminosen
 - Sonderkulturen
- Mit Einschränkungen möglich:
 - Roggen, Raps, manche Sonderkulturen
- Wegen zu hoher Wuchshöhe nicht:
 - Mais, Silphie

3. APV Guntramsdorf

Ertragsanalysen Sommer 2020

Forschungsfrage: Sind Auswirkungen von vertikal installierten PV-Modulen auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Sommergerste feststellbar?

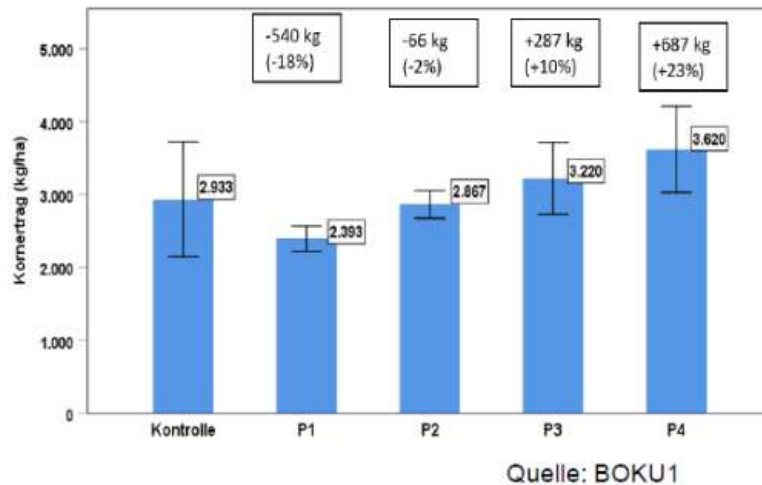
Umsetzung: BOKU Wien, Prof. Wagentrisl



Quelle: BOKU1



3. APV Guntramsdorf Ertragsanalysen Sommer 2020



- Durch Beschattung wird photosynthetisch wirksame Strahlung unterschiedlich an die Pflanzen verteilt.
- Kornertrag im Schnitt um 3% höher als in Kontrolle.
- Qualitätsparameter zeigen ähnliches Profil.
- O-W-Ertragsgradient feststellbar:
 - Beschattungseffekte (Ertragsminderung)
 - Windschutz (Ertragssteigerung)
Verändertes Mikroklima durch Reduktion der Verdunstung von Boden und über Pflanze

Forschungsprojekt BOKU Wien

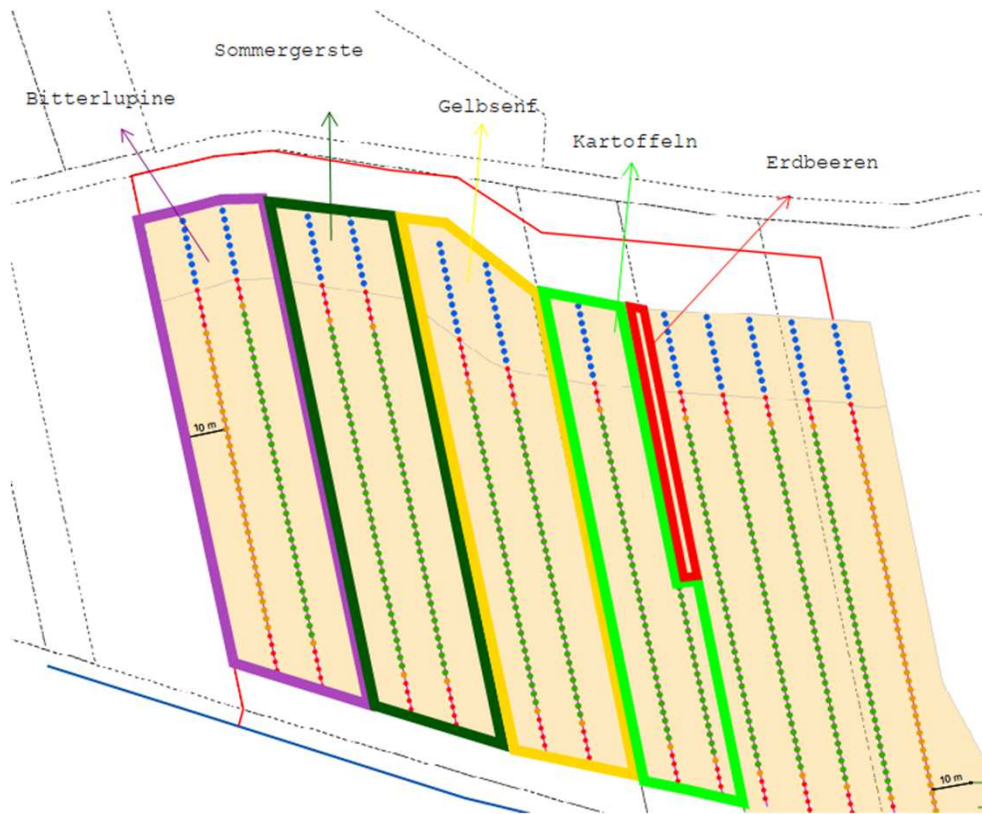


Anbauversuche auf ca. 0,5 ha Versuchsanlage der WienEnergie

2021: Bodenbearbeitung, Kultivierung des Bodens nach Bauarbeiten
Einsaat „Blühstreifen“
Anbau Luzerne

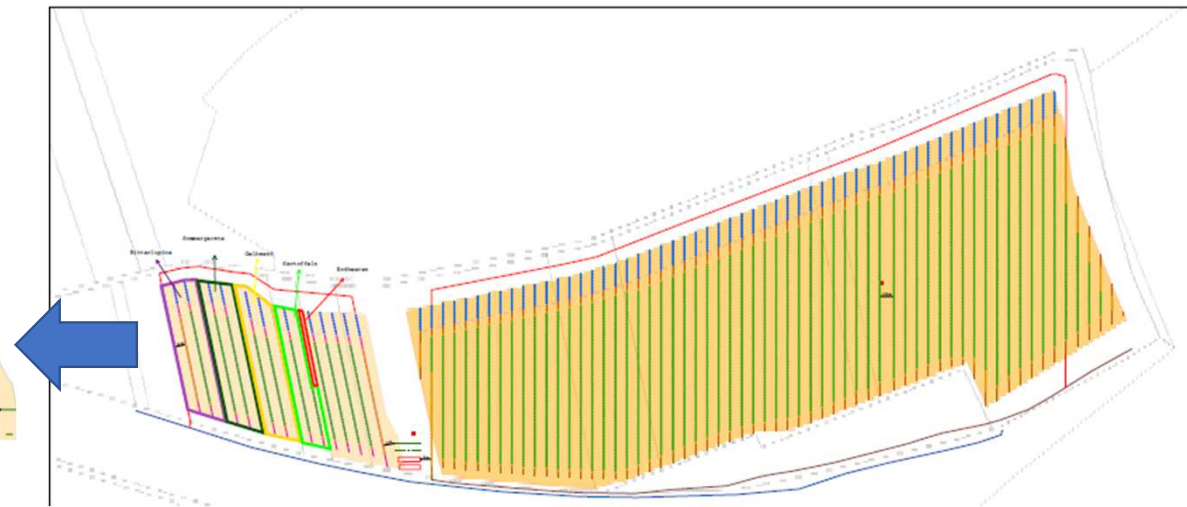
2022: Anbau von Ackerfrüchten mit wissenschaftlicher Begleitung

Aktuelles Bauprojekt: SP Wellingen



Ackerfläche in Merzig-Wellingen (Saarland)
auf insgesamt 14 ha
(1,7 ha für landw. Versuche)

Teilfläche für Ackerversuche
ab April 2022 verfügbar



Weitere Forschungsprojekte

- Mehr als ein dutzend Forschungsarbeiten laufen aktuell und es sind weitere in Planung. Weitere Forschung ist grundsätzlich nötig.
- Projektpartner sind u.a. Fraunhofer, Uni Hohenheim, Hochschule Kehl, Thünen-Institut, Deutsches Biomasse Forschungszentrum.
- Forschungsthemen sind z.B. Einfluss auf landwirtschaftliche Erträge, besonders geeignete Kulturpflanzen, Biodiversität, Netzstabilität.
- Weitere Projekte laufen im Ausland: Frankreich, Schweden, Österreich, ...

Agenda

Anlagenkonzept Next2Sun

Energiewirtschaftliche Aspekte

Landwirtschaftliche Aspekte

Sonstiges / Zusammenfassung

Gesamtkontext der Energiewende

- Es besteht überparteiliche Einigkeit für den Wechsel zur Energieversorgung auf Basis von Wind und PV (+Speicher)
- Energiewirtschaftliche Studien zeigen sehr hohe Ausbaubedarfe für PV
→ Größenordnung 300-500 GW
- **Aktuelle Zielsetzung: 200 GW bis 2030**
→ **15 GW p.a., derzeit ~ 5 GW p.a.**
- Dachflächenausbau lässt sich nur begrenzt steigern
- Der Großteil des Ausbaus wird somit auf der Freifläche stattfinden!
→ **Agri-PV bietet hier die Möglichkeit, diesen Ausbau flächenschonend und als Chance für die Landwirtschaft zu gestalten**

Zusammenfassung

- **Agri-PV ist keine Theorie (mehr)**, sondern heute umsetzbar
- Die Politik/Regulierung ist noch nicht angepasst, entsprechende Bemühungen laufen
- Aus Sicht der Photovoltaik ist Agri-PV **wirtschaftlich umsetzbar**, für Entwickler jedoch weniger attraktiv als „reine PV“
- Aus Sicht der Landwirtschaft sind viele mögliche Konzepte noch nicht erprobt – gleichzeitig sind viele interessante Nutzungskonzepte absehbar
 - Praxistauglichkeit auf Grünland ist erwiesen
 - Agri-PV auf Ackerflächen muss betriebsindividuell geprüft werden
- **Angesichts der nötigen Ausbauvolumina (PV) muss Agri-PV in Zukunft eine große Rolle spielen!**