

Gemüseproduktion unter Agri-PV - erste Erfahrungen

Endbericht des 1. Versuchsjahres



Christine Judd, christine.judd@fibl.org

03/2025

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 **Bundesministerium**
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft


LE 14-20
Entwicklung für den ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung / Problemstellung / Versuchsfrage(n)	1
2. Material und Methoden / Versuchsanlage und -durchführung	2
2.1 Versuchsstandort	2
2.2 Die Agri-PV-Anlage	2
2.3 Versuchsdesign	3
2.4 Bonituren	8
2.5 Datenanalyse	8
3. Ergebnisse und Interpretation / Diskussion	9
3.1 Pflanzenbauliche Bonituren	9
3.2 Endbonitur	10
3.2.1 Fehlstellen, Uniformität, erntefähiger Pflanzen sowie weiterer Parameter (Schoßbildung, Doppelköpfigkeit, Krankheiten, Schädlinge) pro Parzelle	11
3.2.2 Farbe	12
3.2.3 Kopfbildung	13
3.2.4 Pflanzengröße	13
3.2.5 Einzelkopfgewicht und Geschlossenheit der Kopfunterseite	14
3.2.6 Mikroklimatische Parameter - Bodenfeuchte, Lichtintensität und Lufttemperatur je Variante	15
4. Fazit	16
5. Verfasserangaben	17
6. Literatur	17
7. Anhang	17
8. Danksagung	18

I. Einleitung / Problemstellung / Versuchsfrage(n)

In den letzten Jahren ist der weltweite Bedarf an sauberer Energie und nachhaltiger Lebensmittelproduktion deutlich gestiegen. Eine innovative Lösung, die diese Verbindung ermöglicht, ist die Agri-Photovoltaik (Agri-PV). Dieses Konzept kombiniert die Nutzung von Solaranlagen zur Energieerzeugung mit landwirtschaftlichen Flächen, um beide Funktionen effizient auf derselben Fläche zu vereinen.

Mehrere weltweite Versuche haben gezeigt, dass Agri-PV die Flächennutzung beeinflussen kann. Dabei stellte sich heraus, dass der Einfluss auf den Ertrag stark vom jeweiligen Standort und den angebauten Pflanzen abhängt, wobei sowohl positive als auch negative Auswirkungen möglich sind. Entscheidend ist unter anderem, wie Pflanzen mit dem Wechsel von Licht und Schatten unter der Photovoltaikanlage umgehen. Gerade Sonderkulturen, die zunehmend unter Hagel-, Frost- und Dürreschäden leiden, könnten von dem Schutz durch teilweise Überdachung mit PV-Modulen profitieren. Ein Versuch in Frankreich zeigte zudem, dass der Bewässerungsbedarf von Salat um bis zu 20 Prozent reduziert werden kann. Agri-PV-Anlagen bieten darüber hinaus Potenzial zur Regenwassersammlung für die Bewässerung und können Winderosion verringern.

Darüber hinaus bietet diese Technologie Landwirt:innen die Möglichkeit, erneuerbaren Strom für den eigenen Bedarf dezentral zu erzeugen. Durch die Nutzung des vor Ort produzierten Solarstroms können teure Netzstromkosten gesenkt und damit die Stromausgaben insgesamt reduziert werden. Zudem eröffnet die Vermarktung des erzeugten Stroms eine zusätzliche Einkommensquelle und ein weiteres wirtschaftliches Standbein für landwirtschaftliche Betriebe.

Um die ökologischen und ökonomischen Chancen und Risiken dieses innovativen Ansatzes zu untersuchen und erste Erfahrungen in der biologischen Gemüseproduktion in Österreich zu sammeln, startete 2024 ein mehrjähriger Praxisversuch bei einem Marktgärtnereibetrieb in Laa an der Thaya, Niederösterreich. Im ersten Versuchsjahr (2024) beschränkte man sich auf folgende Fragestellungen, um sich an das Thema heranzutasten:

1. Verändern die Solarpaneele das Mikroklima (Lufttemperatur, Bodenfeuchte, Lichtintensität) unter der Agri-PV-Anlage?
2. Wie wirkt sich die PV-Anlage auf die Salatproduktion (quantitative und qualitative Parameter) aus?

Zudem wurde die Inbetriebnahme von Datensensoren (Raspberry pi – System) in die Wege geleitet und getestet.

2. Material und Methoden / Versuchsanlage und -durchführung

2.1 Versuchsstandort

Der Versuch wurde bei einem Marktgärtnereibetrieb in Laa an der Thaya, Niederösterreich, durchgeführt. Die Region liegt im pannonischen Klimabereich, geprägt durch geringe Niederschläge und oft trockene Bedingungen. Typisch sind heiße Tage im Sommer und Frostage im Winter.

Der Betrieb befindet sich im ersten Produktionsjahr. Neben Paradeisern und Zucchini werden vor allem jene Kulturen angebaut, die in der Gegend nicht so häufig vorkommen, darunter Salat und Zichorien, Kohlrabi, Dill, Koriander, Basilikum, Fenchel, Asia-Salate, Rucola, Radieschen, Grünkohl und Mangold. Weiters ist Wintergemüse geplant. Die Vermarktung erfolgt über den lokalen Bauernladen sowie eine Selbstbedienungshütte.

Die Brutto beetfläche (Beetfläche inklusive Wege) betrug zu Planungsbeginn (Mai 2024) ca. 400m², die im Laufe des Jahres auf ca. 500m² aufgestockt wurden. Die Fläche unter der PV-Anlage umfasst ca. 100m² (20m lang und 5m breit). Insgesamt wurden 9 Anbaublöcke (P1, P2, A1 - A4, B1 - B3) angelegt. Die einzelnen Anbaublöcke bestehen aus jeweils 4 Beeten zu 10m Länge und 0,75m Breite. Daraus ergeben sich 8 Beete unter der PV-Anlage und 28 Beete neben der PV-Anlage (Abbildung 1). Der Boden ist mittelgründig, schwer und stark humos, der Boden-pH neutral (CaCl₂ = 6,9).

Bewässert wird kulturabhängig über eine Tröpfchenbewässerung oder mit dem Gießschlauch. Es ist angedacht, an der PV-Anlage eine Dachrinne zu installieren, um das Regenwasser zu sammeln und zur Bewässerung zu nutzen.

2.2 Die Agri-PV-Anlage

Die PV-Anlage besteht aus 40 bifazialen Solarpanelen (GridParity, ca. 2m x 1m je Panel), die nach Ost-West ausgerichtet und halbtransparent (40 % Licht wird weggefiltert) sind. Bifaziale Module weisen grundsätzlich eine höhere Effizienz auf, da das Licht von beiden Seiten genutzt und Strom erzeugt wird, sowie aufgrund größerer Abstände zum Boden. Die Höhe des Paneldaches beträgt 2,10 Meter am Rand und 2,80 Meter in der Mitte. Die Solaranlage wurde im November 2022 in Betrieb genommen. Der erzeugte Solarstrom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist, es wird jedoch überlegt, einer Energiegemeinschaft beizutreten und direkt zu vermarkten. Die Engpassleistung der Agri-PV beträgt 10,4kWp.

2.3 Versuchsdesign

Folgende Varianten wurden ohne Wiederholung angelegt (Abbildung 1 und Abbildung 2):

- P1: Agri-PV mit zusätzlicher Beschattung/Windschutz durch Tomatenpflanzen
- P2a, P2b: Agri-PV ohne zusätzliche Beschattung/Windschutz durch Pflanzen
- A: Beschattung/Windschutz durch PV-Anlage auf Westseite und Paprikapflanzen auf Ostseite
- B: Kontrolle (ohne PV, ohne Beschattung/Windschutz)



Abbildung 1: Übersicht der angelegten Parzellen; Flächen unter der PV-Anlage (orange, P1, P2) und daneben (grün, A1-A4, B1-B3)

Je Variante wurde eine Parzelle von nicht ganz 2m² Fläche (2,5m lang, 0,75m breit) abgesteckt. Die Versuchskultur (Salat, Salanova® HAWKING (79-135)) wurde im Glashaus, hitzebedingt teilweise auch im Freiland, vorgezogen. Am 01.09.2024 wurde jede Parzelle mit 28 Pflanzen, Pflanzabstand 20 x 20 cm, 7 Reihen à 4 Pflanzen, bepflanzt und eingegossen.



Abbildung 2: Übersicht der Beete und Kulturen und Anordnung der Versuchspartzellen. P1 und P2a, B befinden sich unter der PV-Anlage, die Blöcke (A1-A4, B1-B3) liegen außerhalb der PV-Anlage. P1 war durch die PV-Anlage und Tomatenpflanzen beschattet/windgeschützt, P2a und P2b waren nur durch die PV-Anlage beschattet, A nur durch Tomaten beschattet und die Kontrollparzelle B war nicht beschattet.

Salatsorte

Als erste Versuchskultur wurde die Salatsorte Hawking ausgewählt. Hawking ist ein intensiv grüner Kopfsalat-Typ für den Anbau im Freiland sowie im Gewächshaus. Der leicht aufrecht wachsende Kopf hat einen schönen rosettenartigen Aufbau mit wenig gefaltetem, flexiblem Blatt. Die Unterseite ist gut geschlossen und gesund. Hawking ist stark gegen Schossen und Doppelköpfigkeit (Abbildung 3).



Abbildung 3: Salat Hawking; Quelle: Rijk Zwaan, (<https://www.rijkszwaan.at/salat/Salanova%C2%AE-HAWKING-79-135-prdLS10818-ctgCrops.lettuce>)

Düngung und Pflegemaßnahmen

Die Versuchsparzellen P1, P2a, P2b und A wurden im April vor Anbau der ersten Kultur mit Kompost und Kleepura (Pellets aus Klee und Luzerne) gedüngt. Parzelle A wurde während der Stehzeit der Vorfrucht (Zucchini) mit Elefantengras gemulcht und dieses im Anschluss eingearbeitet. Die Versuchsparzelle B war über den Winter mit Folie abgedeckt. Alle Parzellen wurden im Laufe der Vegetationsperiode zwei Mal gehackt.

Die Vorkulturen waren wie folgt:

Tabelle 1: Übersicht der Vorkulturen je Versuchsparzelle

Variante	Vorkultur	Anmerkungen
P1	Koriander	Nur kurz, da er sich nicht entsprechend entwickelt hat
P2a	keine	Beet war leer
P2b	Asia-Salat	Nur kurz, für ca. 2 Wochen
A	Mairübchen, Zucchini	Mittelzehrer, Starkzehrer
B	keine	Mit Folie abgedeckt

Versuchsübersicht:

- Anlageform: Block
- Wiederholungen: keine
- Parzellengröße: ca. 1,875m²
- Pflanzen/Parzelle: 28 (4 Reihen à 7 Pflanzen)
- Pflanzabstände: 20 x 20cm
- Randberücksichtigung: ja
- Anzucht: Aussaat am 08.08.2024 in Multitopfplatten Quickpot 104RW, eine Topfpille pro Topf, Keimung in kühlem Raum (ca. 18 °C), weitere Anzucht im Glashaus und aufgrund der großen Hitze auch im Freiland (Nordseite)
- Pflanztermin im Freiland: 01.09.2024

Um eine gute Entwicklung der Pflanzen zu gewährleisten, wurden die Pflanzen je nach Bedarf (Einschätzung der Betriebsleiterin) an folgenden Daten bzw. mit folgenden Mengen (Angabe in Liter) gegossen:

Tabelle 2: Übersicht Wasserzufuhr je Parzelle

Datum	Parzelle				
	P I	P2a	P2b	A	B
2.9.	10	10	10	10	10
3.9.	10	10	10	10	10
4.9.	10	10	10	10	10
5.9.	8	8	8	8	8
6.9.	10	10	10	10	10
7.9.	8	8	8	8	8
8.9.	8	8	8	8	8
10.9.	8	8	8	0	0
18.9.	6	0	0	0	0
24.9.	5	5	5	0	0
28.9.	5	5	5	0	0
2.10.	5	5	5	0	0
6.10.	5	5	5	0	0
9.10.	5	5	5	0	0
12.10.	6	6	6	0	0
14.10.	6	6	6	0	0
16.10.	6	6	6	0	0
Summe	121	115	115	64	64

Aus Tabelle 2 ist zu erkennen, dass den Parzellen unter der PV-Anlage im Untersuchungszeitraum fast doppelt so viel Wasser zugeführt wurde wie in den Parzellen neben der PV-Anlage. Die Parzellen neben der PV-Anlage haben hingegen durch das Starkregenereignis von 13. – 16.09.2024, bei dem es insgesamt 185mm Niederschlag gab (13.9.: 60mm, 14.9.: 66mm, 15.9.: 43mm, 16.9.: 16mm, Abbildung 4), mehr Wasser abbekommen als die Parzellen unter der PV-Anlage.

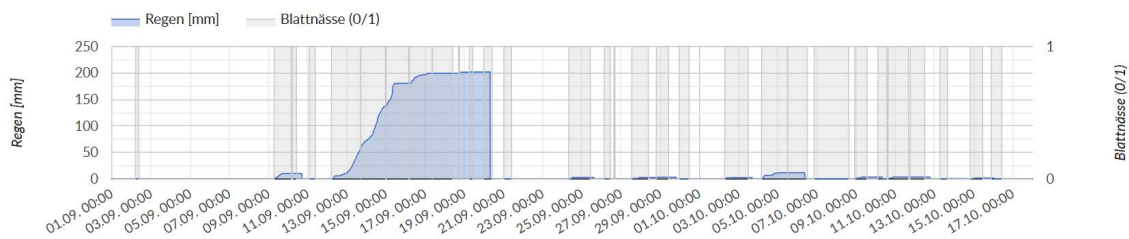


Abbildung 4. Niederschlagsmengen im Untersuchungszeitraum (01.09. – 18.10.2024), Quelle: <https://schorf.obstwarndienst.lko.or.at/LK/KlimadatenDiagramm?vonTicks=638607456000000000&bisTicks=6386480640000000000&stationenID=224>

Im Untersuchungszeitraum wurden je Parzelle an 4 Stellen folgende Parameter ca. 2 x wöchentlich mittels Vingnut Bodenfeuchtemesser erhoben:

- Bodenfeuchte in % (Massefeuchtigkeitsgehalt)
- Lichtintensität, eingeteilt in schwaches (1), normales (2) und starkes Licht (3)
- Lufttemperatur in °C

Anmerkung: Die Massefeuchte ist der Anteil des Wassers in einem Boden im Verhältnis zur Masse des trockenen Bodens und wird in Prozent angegeben. Beispiel: Bei einem Massefeuchtigkeitsgehalt von 20 % enthält 100 g trockener Boden 20 g Wasser.

Der optimale Massefeuchtigkeitsgehalt für Salatpflanzen hängt von der Bodenart ab, bewegt sich jedoch üblicherweise in einem Bereich von 15–25 % Massefeuchte. Dieser Bereich sorgt dafür, dass die Pflanzen ausreichend Wasser aufnehmen können, ohne dass es zu Sauerstoffmangel (bei zu hoher Feuchte) oder Trockenstress (bei zu niedriger Feuchte) kommt.

Fast zeitgleich wurden die Messwerte über je einen Sensor (Raspberry-pi, vgl. Abbildung 5) pro Parzelle (außer P2b) aufgezeichnet. Jedoch fielen die Sensoren im Laufe des Versuchs immer wieder aus, sodass die Datenlage sehr mangelhaft ist. An der Funktionsfähigkeit und Verlässlichkeit der Aufzeichnungen über die Raspberry-pi-Sensoren soll über die Wintermonate gearbeitet werden.



Abbildung 5. Raspberry pi – Sensor in Versuchsparzelle

2.4 Bonituren

Zwei Zwischenbonituren (03.09.2024, 20.09.2024) dienten zur visuellen Erhebung des allgemeinen Zustands der Pflanzen (Entwicklung, Uniformität, Befall mit Krankheiten, etc.) sowie der weiteren Versuchsbesprechung und Klärung etwaiger Fragen.

Bei der Endbonitur am 18.10.2024 wurden folgende Parameter visuell erhoben:

- Fehlstellen pro Parzelle (Anzahl)
- Uniformität der Pflanzen pro Parzelle
- Erntefähige Salatköpfe pro Parzelle (Anzahl)
- Pflanzen mit Schossbildung pro Parzelle (Anzahl)
- Pflanzen mit Doppelköpfigkeit pro Parzelle (Anzahl)
- Befall der Pflanzen mit Krankheiten und Schädlingen pro Parzelle (Anzahl, Stärke)
- Farbe der Pflanzen pro Parzelle (1 = sehr hellgrün, 3 = hellgrün, 5 = mittelgrün, 7 = dunkelgrün, 9 = sehr dunkelgrün)
- Kopfbildung der Pflanzen pro Parzelle: (1 = fehlend oder sehr gering, 3 = gering, 5 = mittel, 7 = stark, 9 = sehr stark). Die Kopfbildung ergibt sich aus Größe und Geschlossenheit des Kopfes.

Danach wurden – wo möglich – je Parzelle 6 Salatköpfe geerntet und folgende Parameter erhoben:

- Einzelkopfgewicht in g
- Geschlossenheit der Kopfunterseite (1 = sehr offen, 3 = offen, 5 = mittel, 7 = geschlossen, 9 = sehr geschlossen)

2.5 Datenanalyse

Aufgrund fehlender Wiederholungen wurden die Daten der Salatbonituren sowie der erhobenen, mikroklimatischen Parameter (Lufttemperatur, Bodenfeuchte, Lichtintensität) nur qualitativ ausgewertet / beschrieben. Hierzu wurden Mittelwerte und -abweichungen berechnet und graphisch mittels Excel dargestellt.

Daten, die über die Sensoren des Raspberry-pi Systems erhoben wurden, waren aus technischen Gründen unvollständig und konnten daher nicht ausgewertet werden.

3. Ergebnisse und Interpretation / Diskussion

3.1 Pflanzenbauliche Bonituren

Die erste visuelle Bonitur wurde am 03.09.2024, zwei Tage nach Pflanzung, durchgeführt. Die Pflanzen bestanden im Schnitt aus 14 Blättern, sahen in allen Parzellen (=Varianten) gesund und ziemlich homogen aus. In Parzelle P1 waren jedoch 2 Pflanzen bereits abgefressen. In den anderen Varianten waren noch alle Pflanzen vorhanden (Abbildung 6).

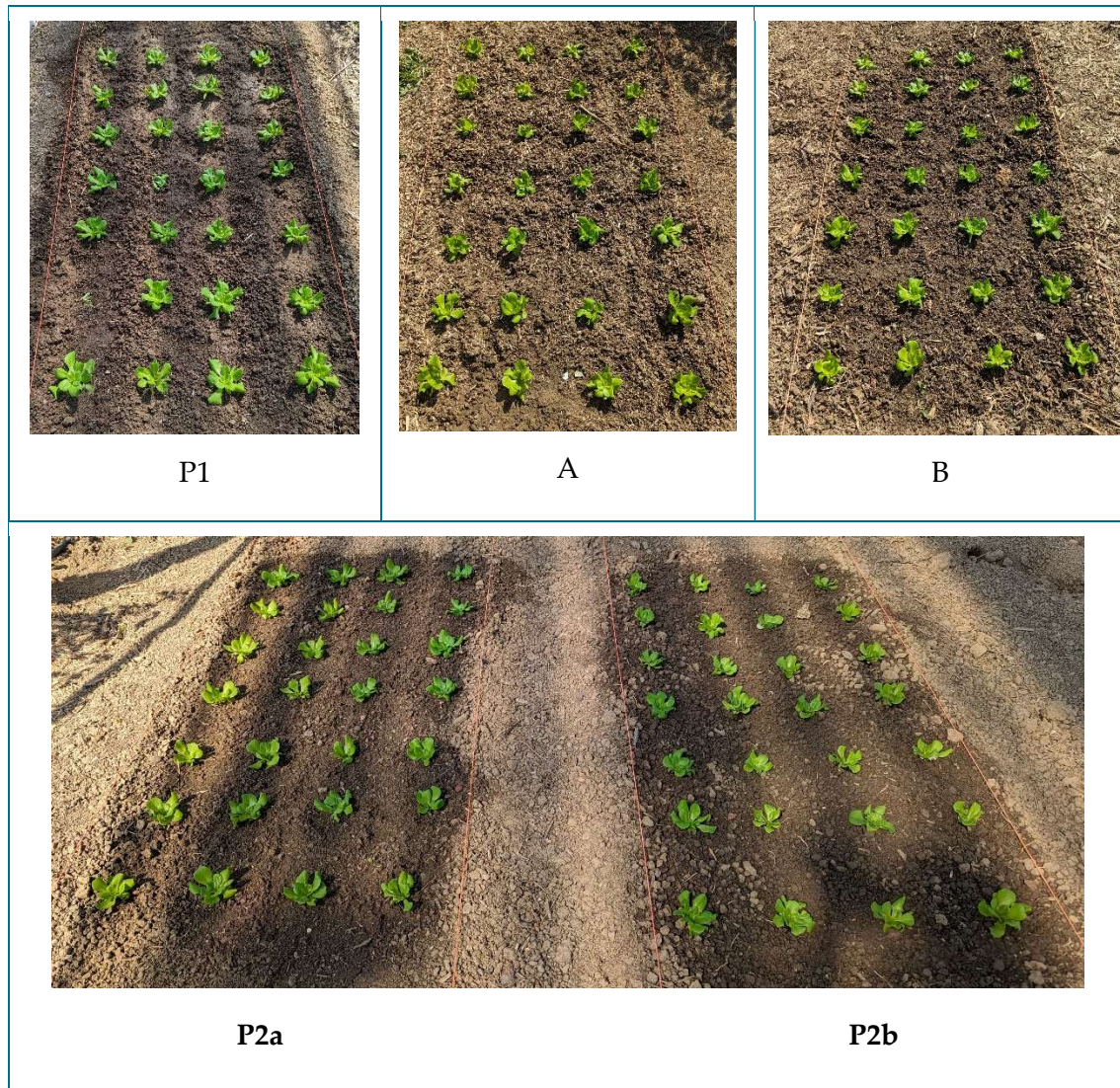


Abbildung 6. Zustand der Salatpflanzen am 03.09., 2 Tage nach der Pflanzung

Bei der zweiten visuellen Bonitur am 20.09.2024 zeigten sich bereits einige Unterschiede zwischen den Varianten. In Parzelle P1 fehlten 4 Pflanzen, die Ursache war nicht ersichtlich, und die Pflanzen waren in ihrer Größe inhomogen; die Pflanzen in P2a sahen einheitlicher und gesund aus; in P2b fehlten 2 Pflanzen (Wühlmäuse?); zudem haben

P2a und P2b im Verlauf des «Starkregenereignisses» mehr Regen abbekommen als P1; die Pflanzen in Parzelle A waren homogen und gesund, aber generell kleiner als in P1 und P2; die Pflanzen in Parzelle B waren gesund, jedoch in ihrer Größe sehr inhomogen und generell kleiner als die Pflanzen in P1 und P2 (Abbildung 7).

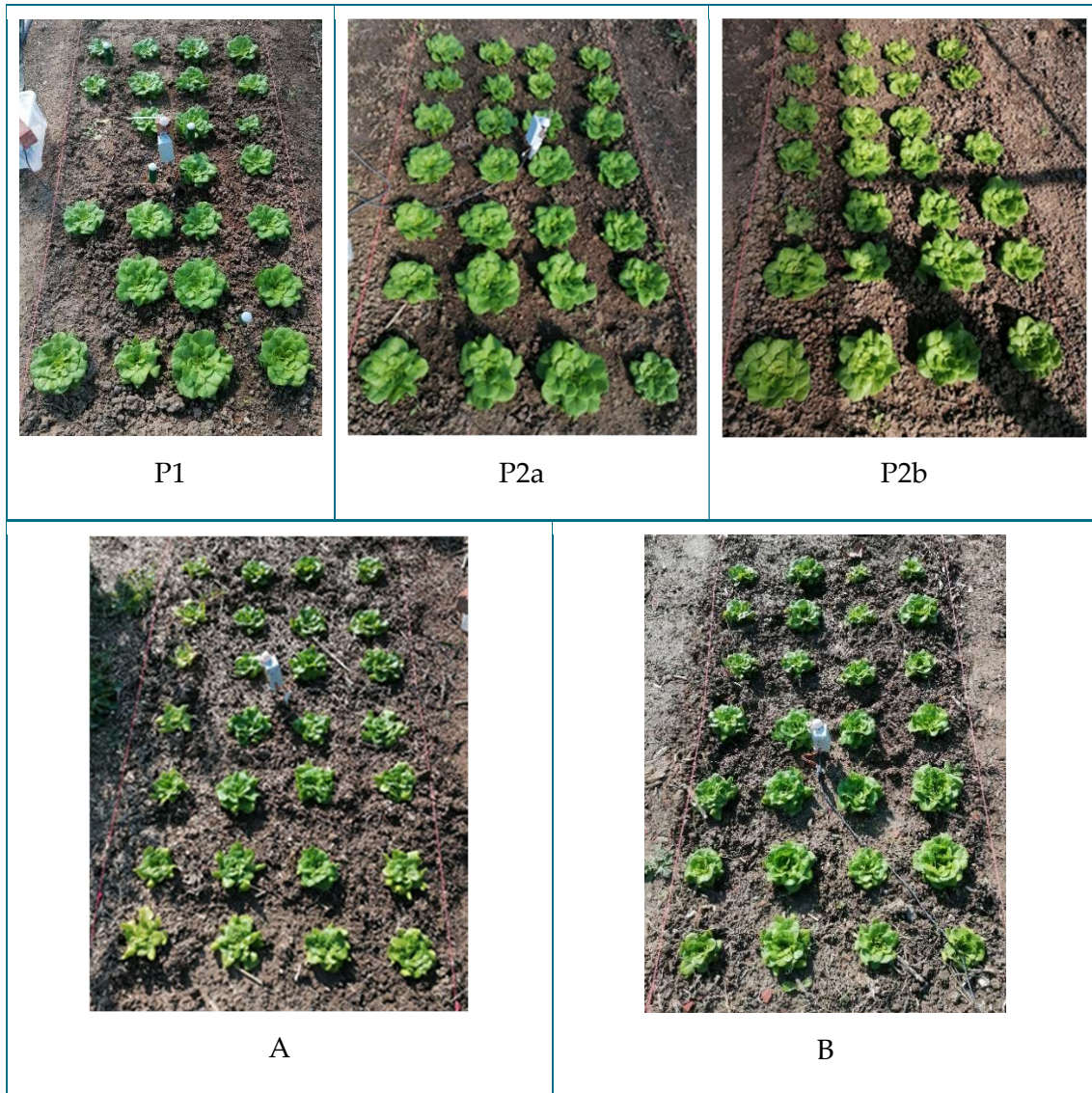


Abbildung 7. Zustand der Salatpflanzen am 20.09.

3.2 Endbonitur

Die Endbonitur am 18.10.2024 führte zu folgenden Ergebnissen:

3.2.1 Fehlstellen, Uniformität, erntefähige Pflanzen sowie weitere Parameter (Schoßbildung, Doppelköpfigkeit, Krankheiten, Schädlinge) pro Parzelle

In den Parzellen P2a, A und B waren keine Fehlstellen zu verzeichnen, Parzelle P1 wies 4, Parzelle P2b 2 Fehlstellen auf. Somit hatte es seit der Bonitur am 20.09. keine Änderung hinsichtlich der Fehlstellen gegeben. Die Salate in den Parzellen P1, A und B zeigten eine geringe Uniformität, während das Wachstum in den Parzellen P2a und P2b vergleichsweise einheitlich war. In Parzelle P1 waren 9 Salatköpfe als erntefähig eingestuft worden, in Parzelle P2a und P2b jeweils 17 Salatköpfe, in Parzelle B 6 und in Parzelle A war kein Salatkopf erntefähig (Tabelle 3).

In keiner der Varianten konnten Salatköpfe mit Schoßbildung oder Krankheits- oder Schädlingsbefall festgestellt werden (daher nicht dargestellt). In Variante P2a und P2b war je ein Salatkopf mit Doppelköpfigkeit zu verzeichnen (Tabelle 3, Abbildung 8).

Tabelle 3: Ergebnis Fehlstellen, erntefähige Pflanzen und Doppelköpfigkeit der Salate je Parzelle:

Parzelle	Parameter	Anzahl Salatköpfe pro Parzelle
P1	Fehlstellen	4
P2a		0
P2b		2
A		0
B		0
P1	Erntefähig	9
P2a		17
P2b		17
A		0
B		6
P1	Doppelköpfigkeit	0
P2a		1
P2b		1
A		0
B		0

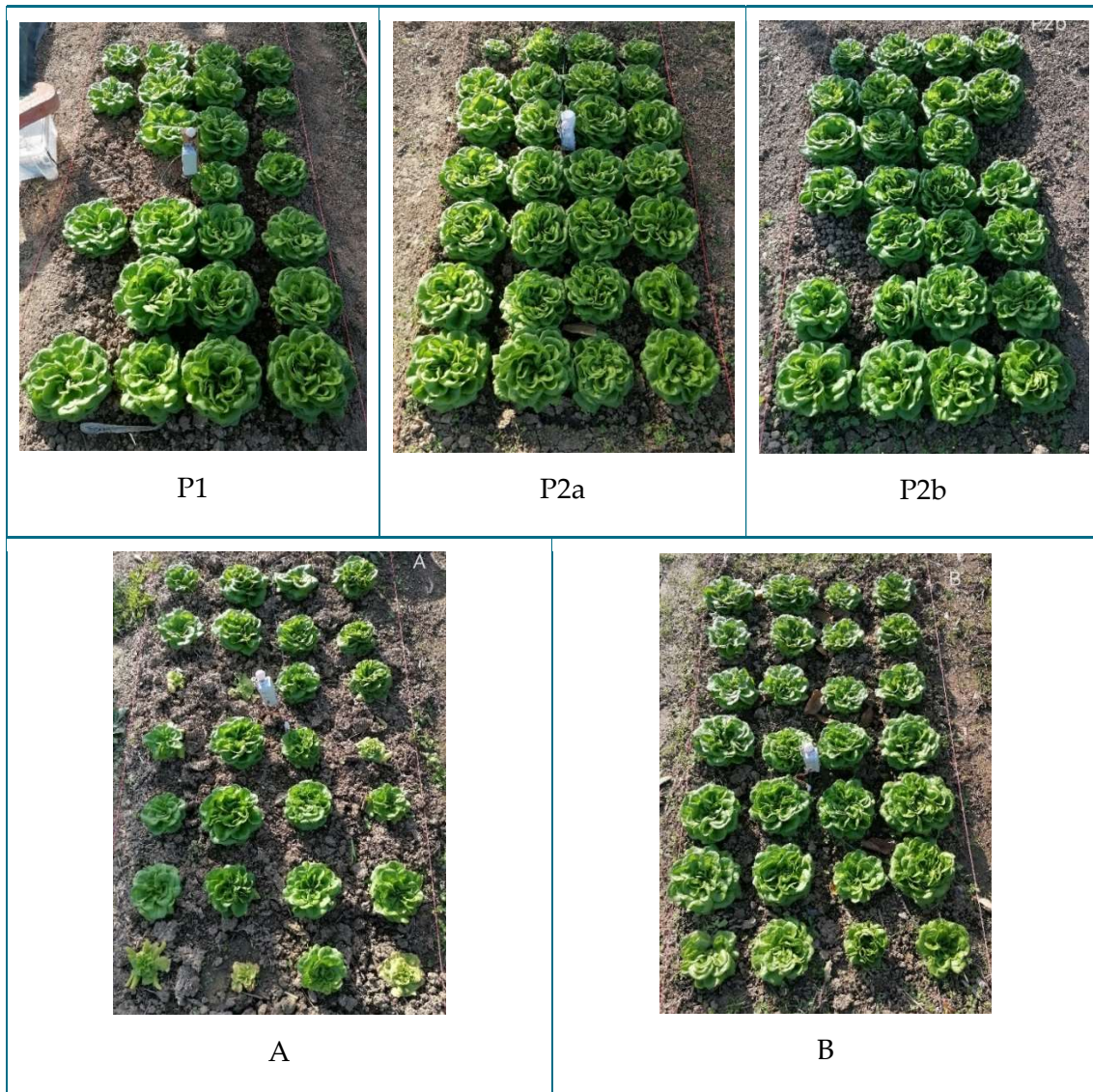


Abbildung 8. Zustand der Salatpflanzen bei der Endbonitur am 18.10.2024

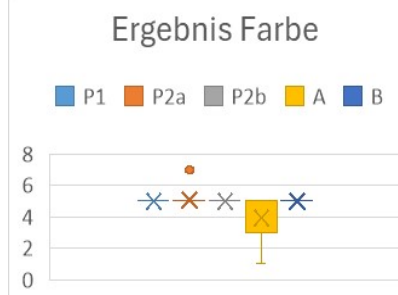
3.2.2 Farbe

Die Farbe der Salatköpfe wurde in Parzelle A mit einem Mittelwert von 3,93 ($MWA \pm 1,45$) etwas geringer eingestuft als in den übrigen Parzellen, in denen die Salate eine durchwegs mittelgrüne Färbung aufwiesen (

Tabelle 4, Abbildung 8).

Tabelle 4: Ergebnis durchschnittliche Farbe der Salate je Parzelle

Farbe	Parzelle				
	P1	P2a	P2b	A	B
MW	5,00	5,07	5,00	3,93	5,00
MWA	0,00	0,14	0,00	1,45	0,00



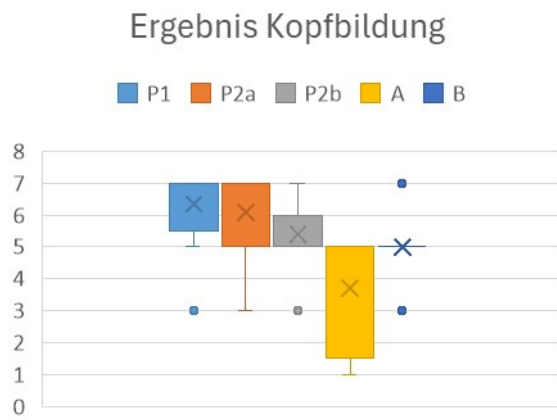
Anm.: Einstufung erfolgte in 1 = sehr hellgrün, 3 = hellgrün, 5 = mittelgrün, 7 = dunkelgrün, 9 = sehr dunkelgrün; MW = Mittelwert, MWA = Mittelwertabweichung; n = 24 (P1), 28 (P2a, A, B), 26 (P2b)

3.2.3 Kopfbildung

Die Kopfbildung wurde in den Parzellen P1, P2a und P2b durchschnittlich mit über 6 (stark geschlossen) eingestuft, in den Parzellen A und B lag der durchschnittliche Wert darunter (mittelstark geschlossen; Tabelle 5).

Tabelle 5: Ergebnis durchschnittliche Kopfbildung der Salate je Parzelle

Kopfbildung	Parzelle				
	P1	P2a	P2b	A	B
MW	6,33	6,07	6,60	3,71	5,00
MWA	1,00	1,06	2,30	1,56	0,43

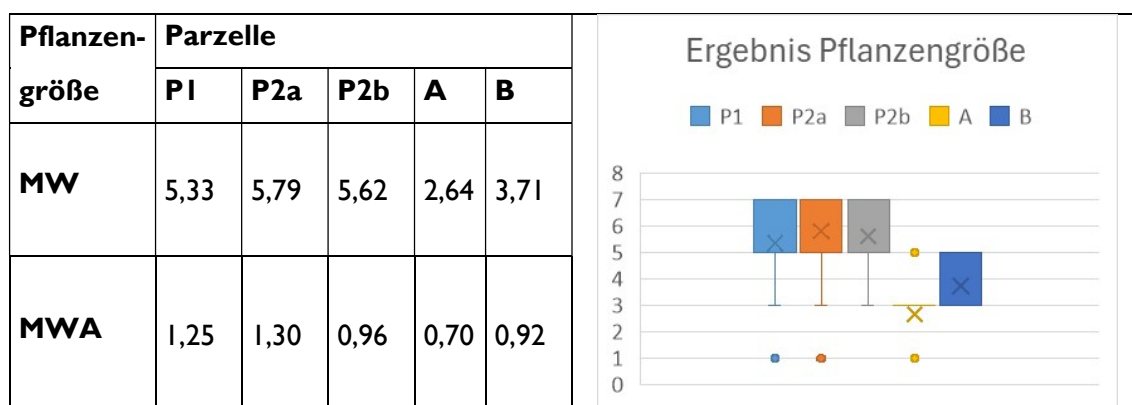


Anm.: Einstufung erfolgte in 1 = fehlend oder sehr gering, 3 = gering, 5 = mittel, 7 = stark, 9 = sehr stark; MW = Mittelwert, MWA = Mittelwertabweichung; n = 24 (P1), 28 (P2a, A, B), 26 (P2b)

3.2.4 Pflanzengröße

Die durchschnittliche Pflanzengröße lag in den Parzellen P1, P2a und P2b zwischen 5 und 6 und wurde somit als mittelgroß eingestuft. In Parzelle A war die durchschnittliche Einstufung mit 2,64 am geringsten (sehr klein bis klein), in Parzelle B lag sie etwas darüber (klein bis mittelgroß), (Tabelle 6, Abbildung 8).

Tabelle 6: Ergebnis durchschnittliche Pflanzengröße je Parzelle

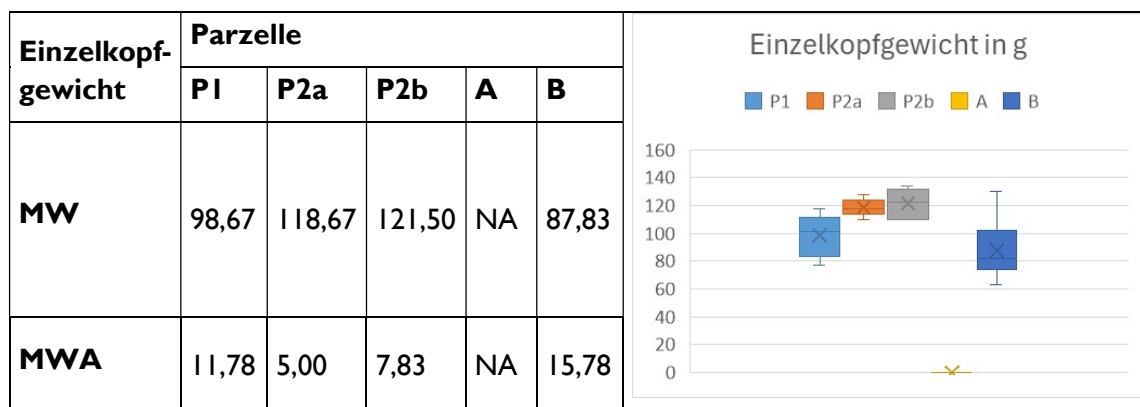


Anm.: Einstufung erfolgte in 1 = sehr klein, 3 = klein, 5 = mittel, 7 = groß, 9 = sehr groß; MW = Mittelwert, MWA = Mittelwertabweichung; n = 24 (P1), 28 (P2a, A, B), 26 (P2b)

3.2.5 Einzelkopfgewicht und Geschlossenheit der Kopfunterseite

In Parzelle P2b betrug das durchschnittliche Einzelkopfgewicht der 6 geernteten Salatköpfe 121,5g (MWA±7,83) und war damit am höchsten, gefolgt von Parzelle P2a mit 118,67g (MWA±5). In Parzelle P1 und B lag das durchschnittliche Gewicht unter 100g pro Kopf, in Parzelle A waren keine erntefähigen Salatköpfe vorhanden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Ergebnis durchschnittliches Einzelkopfgewicht pro Parzelle



Anm.: MW = Mittelwert, MWA = Mittelwertabweichung; n = 6 je Variante, in Variante A wurde kein Salatkopf geerntet

Laut Züchter Rijk Zwaan liegt das durchschnittlich empfohlene Erntegewicht für die Sorte Hawking bei 200g pro Kopf. Dieses Gewicht wird auch für den Verkauf über einen Wiederverkäufer angestrebt. Die Salate wurden jedoch im lokalen Bauernladen verkauft und fanden bei den Kunden trotz geringerer Gewichte guten Anklang. Weitere Salate aus den Parzellen wurden in den folgenden zwei Wochen erneut geerntet und ebenso erfolgreich verkauft. Dies zeigt, dass der Absatzweg und die Kundschaft eine große Rolle bei der Vermarktung spielen und genormte Größen/Gewichte nicht zwingend

ausschlaggebend sind. Zudem erwähnte die Betriebsleiterin, dass die Salate bei den weiteren Erntedurchgängen gewichtsmäßig bereits etwas schwerer waren.

Die Kopfunterseite wurde bei allen geernteten Salatköpfen mit 7 (geschlossen) eingestuft (Abbildung 9).



Abbildung 9. Beispiel der Geschlossenheit der Kopfunterseite, eingestuft mit 7 = geschlossen

3.2.6 Mikroklimatische Parameter - Bodenfeuchte, Lichtintensität und Lufttemperatur je Variante

Der durchschnittliche Massefeuchtigkeitsgehalt des Bodens betrug 65 % in Variante A und B, 48 % in Variante P1 und P2a und 57 % in Variante P2b. Der optimale Massefeuchtigkeitsgehalt für lehmige Böden liegt bei ca. 20–25 %. Somit waren die Böden auf allen Parzellen zu feucht.

Die durchschnittliche Lichtintensität wurde in allen Varianten als normal (2) eingestuft. Ebenso betrug die durchschnittlich gemessene Lufttemperatur in allen Varianten circa 21-22°C (Tabelle 8, Abbildung 10).

Tabelle 8: Durchschnittliche Bodenfeuchte, Lichtintensität und Lufttemperatur je Variante über den Erhebungszeitraum:

Variante	Bodenfeuchte in %		Lichtintensität		Lufttemperatur in °C	
	MW	MWA	MW	MWA	MW	MWA
A	65,83	8,71	2,53	0,67	22,44	5,65
B	65,13	13,04	2,58	0,67	22,11	5,49
P1	47,83	17,91	2,25	0,62	22,33	5,55
P2a	48,20	16,08	2,28	0,63	22,19	5,42
P2b	57,73	13,44	2,28	0,63	21,63	5,36

Anm.: MW = Mittelwert, MWA = Mittelwertabweichung; Bodenfeuchte wurde als Massefeuchtigkeitsgehalt gemessen und in % angegeben; Lichtintensität wurde mit 1 (niedrig), 2 (normal) und 3 (hoch) eingestuft; Lufttemperatur wurde in °C gemessen.

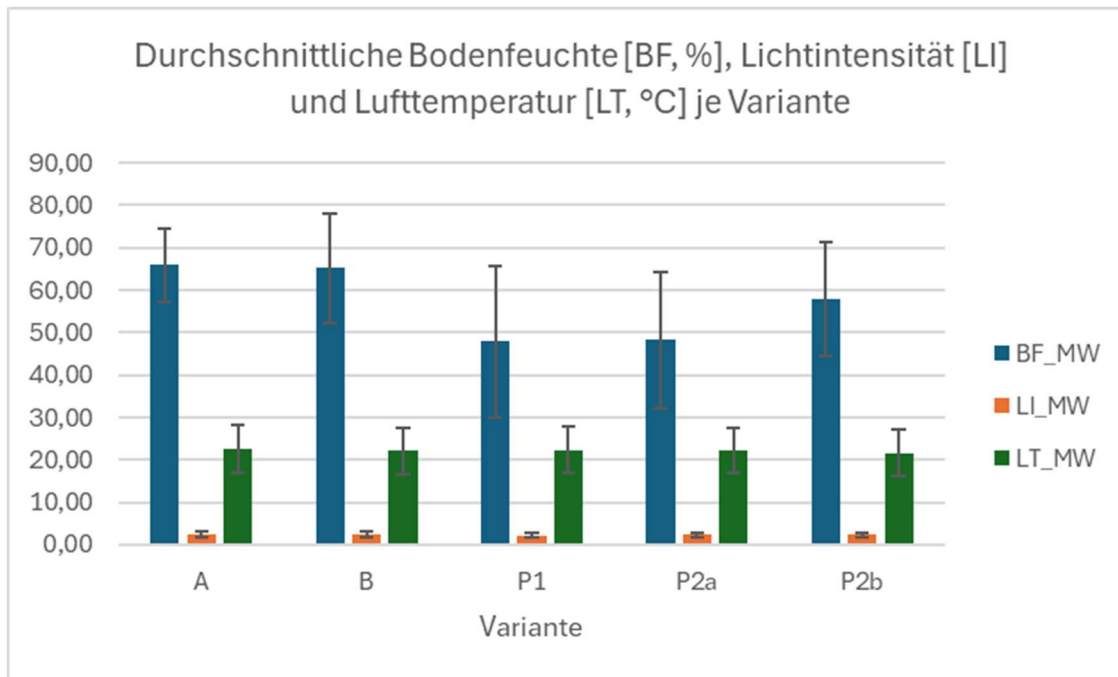


Abbildung 10. Durchschnittliche Bodenfeuchte, Lichtintensität und Lufttemperatur je Variante. Dargestellt sind jeweils der Mittelwert (MW) und die Mittelwertabweichung. BF = Bodenfeuchte, LI = Lichtintensität, LT = Lufttemperatur.

4. Fazit

Die Parzellen unter der PV-Anlage (P2a, P2b) zeigten die besten Ergebnisse hinsichtlich Erntefähigkeit, Uniformität, Kopfbildung, Pflanzengröße und Einzelkopfgewicht. Besonders hervorzuheben ist die hohe Anzahl erntefähiger Salatköpfe (jeweils 17) sowie das höchste Einzelkopfgewicht in P2b (121,5 g) und P2a (118,67 g). P1 wies Schwächen bei der Uniformität und Erntefähigkeit auf, zeigte aber dennoch eine solide Kopfbildung und mittlere Pflanzengröße.

Die Parzellen A und B, außerhalb der PV-Anlage, schnitten schlechter ab: In A gab es keine erntefähigen Salatköpfe, die Pflanzen waren sehr klein, und die Farbe wurde als weniger intensiv eingestuft. In B waren die Salate klein bis mittelgroß und nur mäßig uniform. Positiv ist, dass in keiner Variante Krankheiten, Schädlingsbefall oder Schoßbildung auftraten, und die Kopfunterseiten aller geernteten Salatköpfe als geschlossen bewertet wurden.

Die (mikro)klimatischen Bedingungen (Bodenfeuchte, Lichtintensität, Lufttemperatur) waren weitgehend stabil, wobei die Bodenfeuchte unter der PV-Anlage niedriger war. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass sich die Pflanzen in den Parzellen unter der PV-Anlage besser entwickelten, da die Massefeuchtigkeit in allen Parzellen generell zu hoch war.

5. Verfasserangaben

Der Versuchsaufbau und -fragestellungen wurde zwischen Christine Judt (FiBL AT) und der Betriebsleiterin Judith Galla erarbeitet und abgesprochen. Pflanzenbauliche Arbeiten (Anzucht, Pflegemaßnahmen, etc.) wurden von Judith Galla, pflanzenbauliche Bonituren von Anna-Sophie Wild und Christine Judt (beide FiBL AT) durchgeführt. Die mikroklimatischen Faktoren wurden von Judith Galla erhoben und protokolliert. Datenauswertung und Berichtslegung erfolgte durch Christine Judt.

6. Literatur

Trommsdorf, M. et al. (2024). Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. Ein Leitfaden für Deutschland - Stand Februar 2024. Fraunhofer ISE, 3. Ausgabe, Februar 2024.

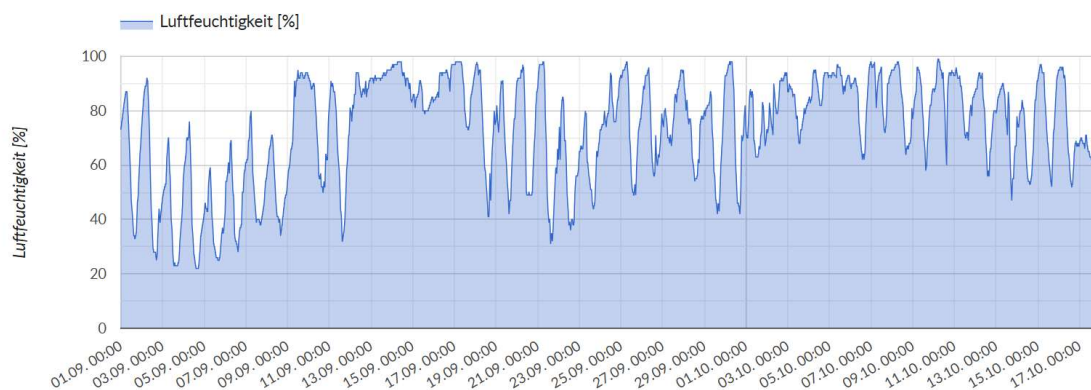
Elamri, Y. & Cheviron, B. & Lopez, J.-M. & Dejean, C. & Belaud, G., 2018. "Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: Application to irrigated lettuces," Agricultural Water Management, Elsevier, vol. 208(C), pages 440-453.

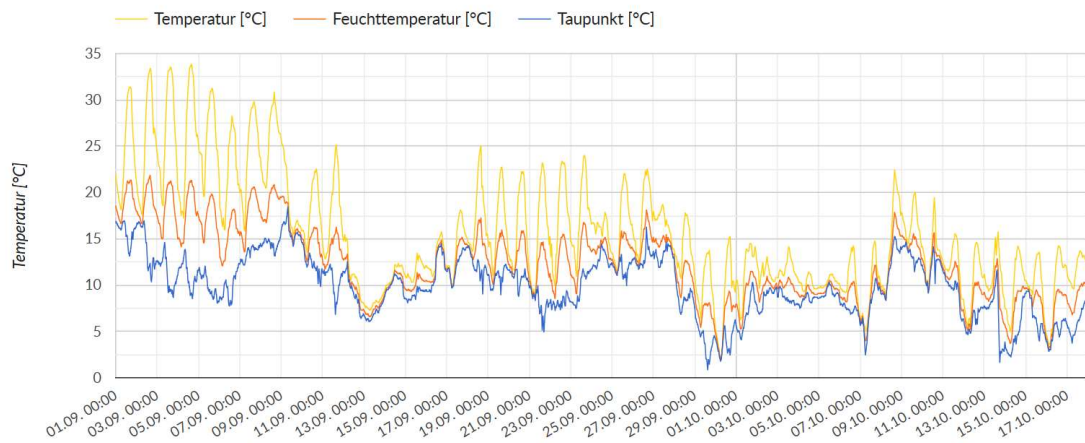
Rijk Zwaan: <https://www.rijkwzwaan.at/salat/Salanova%C2%AE-HAWKING-79-135-prdLS10818-ctgCrops.lettuce>

Warndienst der Landwirtschaftskammer Österreich:

<https://schorf.obstwarndienst.lko.or.at/LK/KlimadatenDiagramm?vonTicks=638607456000000000&bisTicks=638648064000000000&stationenID=224>

7. Anhang





8. Danksagung

Wir danken Judith Galla für ihre große Motivation und Einsatzbereitschaft bei der Erarbeitung und Durchführung des Versuches mitzuwirken.

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft


LE 14-20
Entwicklung für den ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.

