

# **Bodenbearbeitungs- und Bewässerungsversuch - Mais**

## **Landwirtschaftliche Fachschule Obersiebenbrunn 2024**

### **Inhalt**

Abstract, Versuchsziel .....	1
Methode, Material .....	1
Boden.....	3
Bodenwassergehaltmessung .....	3
Kulturführung.....	5
Versuchsprogramm – Beschreibung der Varianten .....	5
Versuchsergebnisse .....	6
Ertrag.....	6
Transpirationseffizienz .....	7
Messung des Matrixpotentials.....	8
Zusammenfassung, Erkenntnisse, Diskussion .....	11
Quellenverzeichnis.....	11

### **Abstract, Versuchsziel**

Erhebung der Möglichkeiten, Bodenbearbeitung unter den spezifischen Bedingungen des Marchfeld zu reduzieren, Bewässerungsmethoden und Bewässerungsmengen zu optimieren. Dieser Versuch existiert als Bodenbearbeitungsversuch am selben Feldstück der LFS seit 2005. Bewässerungsversuche werden dort seit 2018 durchgeführt.

Bei der Fruchtfolge müssen durch die Bodenbearbeitungsvarianten Einschränkungen in Kauf genommen werden. Diese ist seit 2005: Winterweizen, Sommerdurumweizen, Körnererbse, Winterweizen, Silomais, Winterweizen, Silomais, Wintergerste, Sojabohne, Wintergerste, Körnermais, Sojabohne, Sojabohne, Winterweizen, Körnermais, Körnererbse, Winterweizen, Körnermais. Durch hohe Temperaturen im Juli wurden massive Befruchtungslücken ausgelöst. Der Mais wurde daher als Silomais mit entsprechend geringem Kornertrag geerntet. Pro Parzelle wurden 2 Reihen auf einer Länge von 10 m händisch geerntet, getrocknet und gewogen.

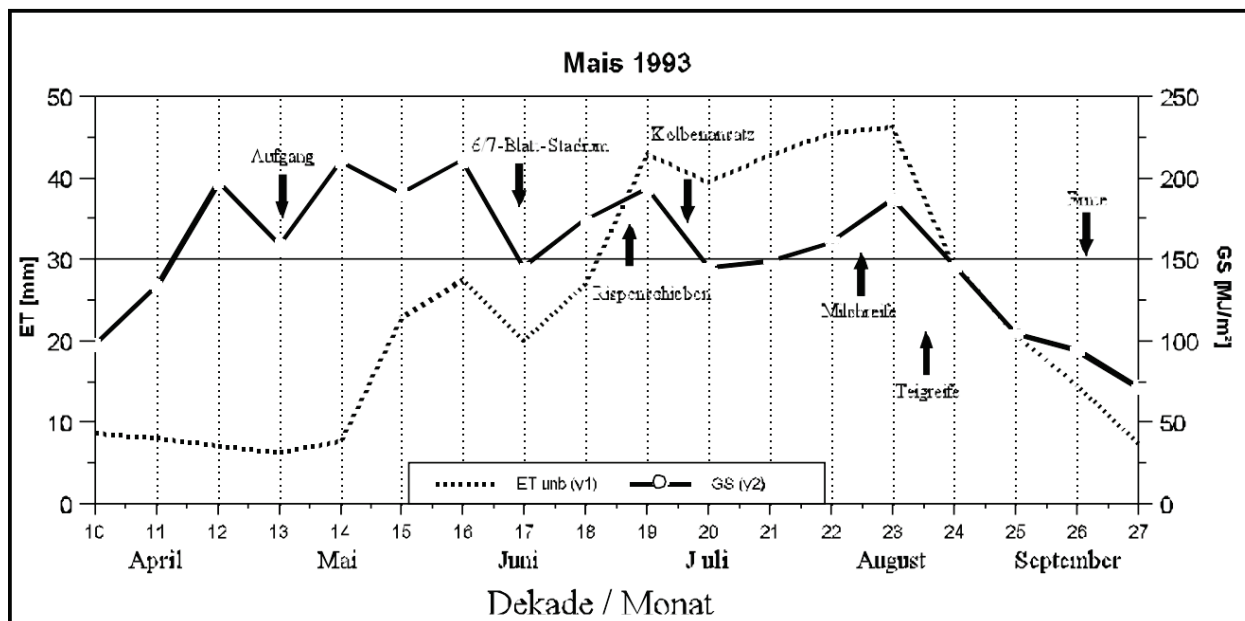
### **Methode, Material**

Der Versuch wurde vom Land Niederösterreich an der LFS Obersiebenbrunn im Marchfeld angelegt und von Mitarbeitern der LFS Obersiebenbrunn betreut.

Der Wasserbedarf von Mais wird durch Sonnenstrahlung, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und dem Entwicklungszustand der Pflanzen beeinflusst. Den höchsten Wasserbedarf haben Maisbestände im Marchfeld während des Sommers, also in den Monaten Juni, Juli und August.

Bei der angebauten Maissorte RGT Azalex wird bei geringer Wasserversorgung bei der Nutzung als Silomais eine Saatstärke von 80.000 Korn/ha, bei Nutzung als Körnermais von 75.000 Korn/ha empfohlen. Die Sorte hat die Reifezahl 400. Bei guten Bedingungen können im Trockengebiet dank der Bewässerung ca. 20 t TM als Silomais und 12 t TM als Körnermais erwartet werden. Im Sommer 2024 war es heiß und trocken. Im Juli und August fielen nur jeweils 18 mm natürliche Niederschläge. Nach dem späten Sätermin Mitte Mai trat die Blühphase in der Zeit der größten Hitze Anfang Juli auf. Das führte zu massiven Störungen in der Befruchtung. Darunter litten Kornertrag aber auch der Ganzpflanzenertrag.

Roth erhob an Lysimetern 1993 den Evapotranspirationsverlauf bei Mais. Die höchsten Evaporationsraten, also die über Spaltöffnungen der Pflanzen (Transpiration) und über die Bodenoberfläche (Evaporation) verdunsteten Wassermengen zur Bildung von 1 kg Trockenmasse, wurden vom Rispenschieben Ende Juni bis zur Teigreife Mitte August erhoben. Die Evaporation überwiegt in der Jugendphase von Mais und wird von Ehlers mit 30 – 40 Liter/kg TM angegeben. Für die Transpiration bleiben dann 100 bis 300 Liter (Ehlers, W.: Mais 1/2013, S 8-9).

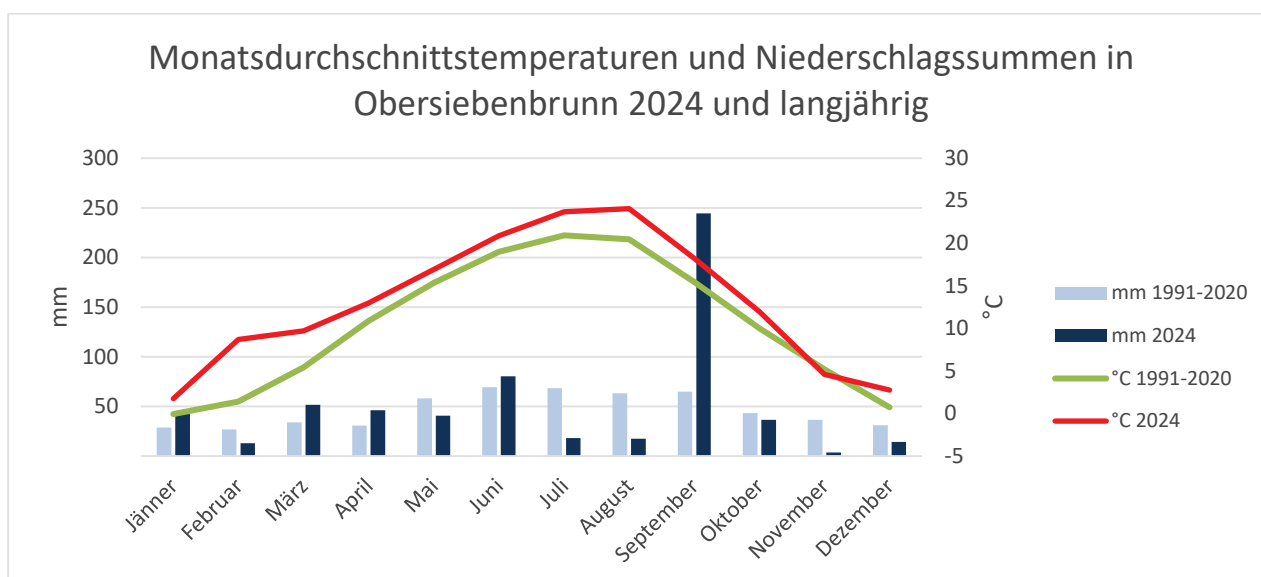


**Abbildung 1** zeigt den Evaporationsverlauf (ET) von Silomais im Vergleich zur Globalstrahlung, Quelle: Roth, D. u. Roth, R.: 1993 in „Wasserhaushaltsgrößen von Kulturpflanzen unter Feldbedingungen – LW u. Landschaftspflege in Thüringen, 2005“

Der Transpirationskoeffizient ist die zur Bildung von 1 kg oberirdischer Biomasse benötigte Wassermenge. Walter hat 1946 368 l, Geisler 1988 300-400 l, Roth 1988 214 l, Mengel 1991 349 l, Kahnt 1995 349 l angegeben. Diese Werte beruhen aber auf Publikationen aus dem ersten Drittel des 20. Jahrhunderts welche sich wieder auf noch ältere Publikationen berufen (siehe: Ehlers, W. Pflanzenbauwissenschaften 1, S97-104, 1997).

Die Niederschläge lagen 2024 im Mai und Juni etwas über den langjährigen Monatsniederschlagssummen, im Juli und August lagen die Niederschläge mit unter 20 mm bei weniger als einem Drittel der langjährigen monatlichen Niederschlagsmengen. Die höchsten Niederschläge in der österreichischen Messgeschichte waren damit nicht mehr für die Ertragsbildung bedeutsam. Daher werden für die Ertragsbildung die Niederschläge von Mai bis August gewertet, 2024 waren das 157 Liter/m<sup>2</sup>.

Die durchschnittlichen Temperaturen lagen während der gesamten Vegetationsperiode über dem langjährigen Durchschnitt (Mai: +1,6°C; Juni +1,9°C; Juli +2,8°C; August +3,6°C; September +2,8°C)



**Abbildung 2:** Klimadiagramm für Obersiebenbrunn von Jänner bis September 2023 und langjährig (1991-2020)

### Boden

Die Mächtigkeit des A-Horizontes beträgt 50 cm, nach einem 20 cm mächtigen AC-Horizont folgt ab 70 cm der D-Horizont (Schotter der Praterterrasse).

Die Feldkapazität wird laut digitaler Bodenkarte eBod als „mittel“ eingestuft (140 – 220 mm, Abb. 2). Bei einem 50 cm mächtigen A-Horizont können 70 – 110 Liter Wasser gespeichert werden. Bei 7 mm täglicher Transpiration reicht das dann für 10 bis 15 Tage.

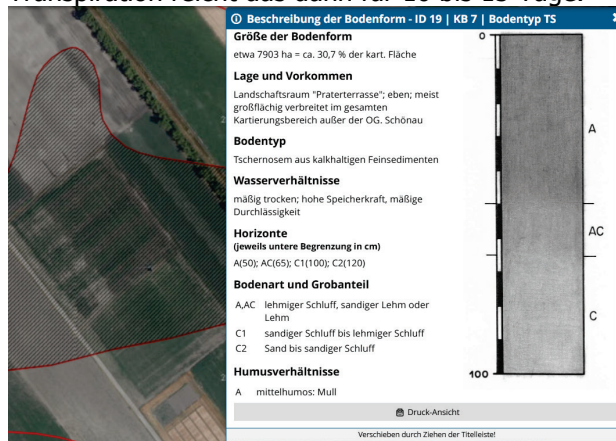


Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt aus der Beschreibung der Bodenform in der digitalen Bodenkarte (bodenkarte.at).

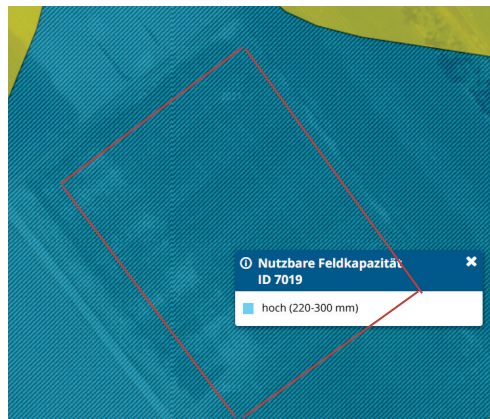


Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus der Beurteilung der Feldkapazität in der digitalen Bodenkarte (bodenkarte.at). Der Versuch ist rot umrandet.

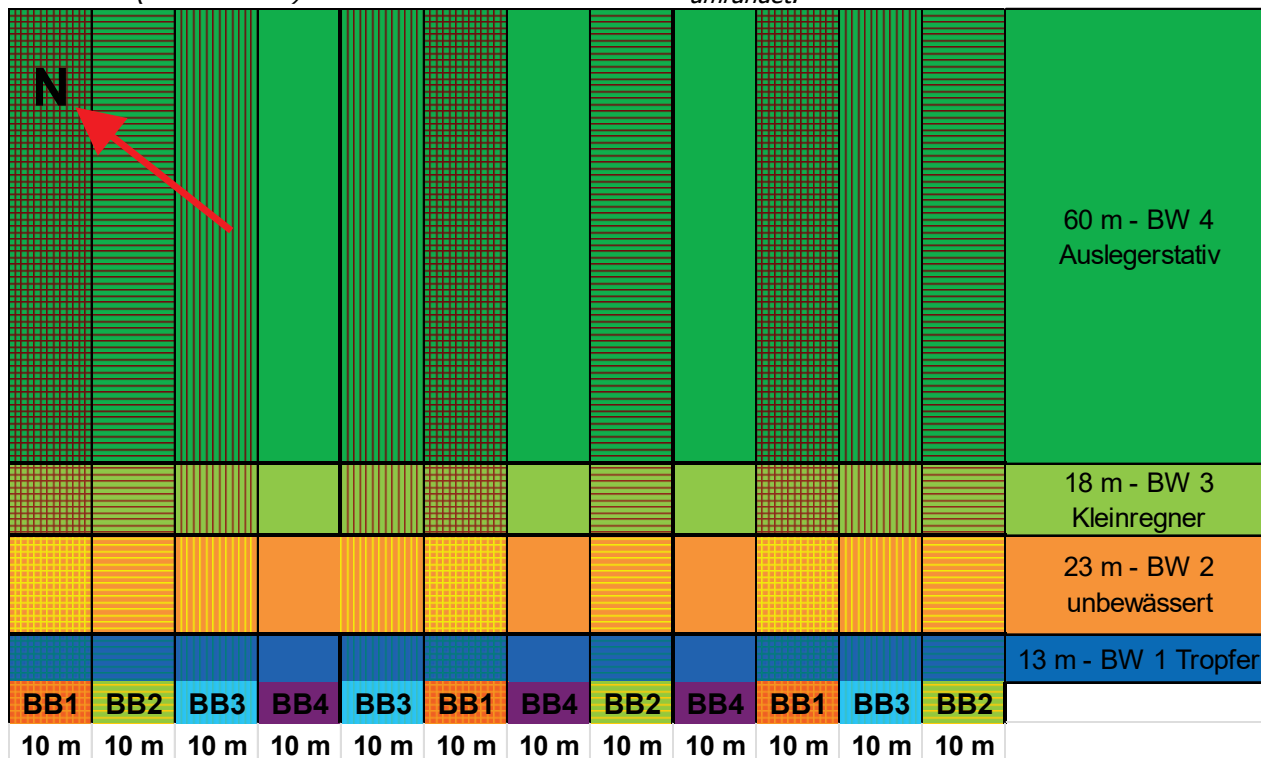


Abbildung 5 zeigt den Versuchsplan für Mais 2024

### Bodenwasserstatusmessung

Der Bodenwasserstatus wurde sowohl durch Messung des Wasseranteils als auch durch Messung des Matrixpotentials mit Sensoren aufgezeichnet. Das Matrixpotential drückt jene Kraft (oder Energie) aus, ausgedrückt, mit welcher Boden Wasser festhält, oder umgekehrt, jene Kraft welche die Pflanze aufbringen muss um an Wasser zu kommen. Das Matrixpotential wird üblicherweise als Absolutwert in einer Druckeinheit ausgedrückt, zum Beispiel cbar (wie im Falle der verwendeten Watermarksensoren) oder in kPa (wie im Falle der verwendeten MPS-Sensoren). Als Zielwert für den Start der Bewässerung, wurden 100 cbar festgelegt, bezogen auf die Messwerte der Watermarksensoren in 20 cm Tiefe. Trocknet der Boden in der Umgebung der Sensoren übermäßig aus, werden von den Watermarksensoren 199 cbar als Dauerwert angezeigt, bis sich, nach intensiven Wassergaben die Poren wieder mit Wasser füllen und die Sensoren wieder Wasser aus dem Boden aufnehmen können.

Die Matrixpotentialsensoren wurden in 3 Bodentiefen, 20 cm, 40 cm und 60 cm eingebaut. Der Einbau der MPS6-Sensoren erfolgte in 20 cm Tiefe.



**Abbildung 6:** *Watermark Sensor* (© [www.irrometer.com](http://www.irrometer.com))



**Abbildung 7:** *MPS-6 Sensor* (© [www.metergroup.com](http://www.metergroup.com))

## Kulturführung

Datum	Anbau, Drusch	Bodenbearbeitung	Bewässerung	Düngung	Pflanzenschutz
14.08.2023		Scheibenegge			
18.08.2023	Zwischenfrucht, Begrünungsmischung RWA (16,23 kg)				
10.04.2024		Pflug, Grubber, Scheibenegge			
11.04.2024				44,17 m <sup>3</sup> Mist (64,31 kg N/ha jahresw.)	
12.04.2024		Crosscutter zum seichten einarbeiten			
13.05.2024	RGT Azalex, 80.000 K/ha				
13.05.2024					Clinic Free (3558) 1,62 l/ha in BB 4
23.05.2024				220 kg NAC/ha (59,4 kg N)	
03.06.2024					MaisTer power (3271): 1,5 l/ha +Mais Banvel fl. (3859) 0,6 l/ha
19.06.2024				180 kg NAC/ha (48,6 kg N)	
02.07.2024			Tropfer: 30 mm; Sprinkler: 30 mm Stativ: 31 mm		
09.07.2024			Tropfer: 30 mm; Sprinkler: 30 mm Stativ: 31 mm		
16.07.2024			Tropfer: 30 mm; Sprinkler: 30 mm Stativ: 32 mm		
23.07.2024			Tropfer: 30 mm; Sprinkler: 30 mm Starkregner: 32 mm		
12.08.2024			Starkregner: 32 mm		
13.08.2024			Tropfer: 30 mm; Sprinkler: 30 mm		
27.09.2024	Ganzpflanzen ernte - reihenweise				
03.10.2024	Drusch				

*Tabelle 1: Kulturführung beim Bewässerungsversuch Kartoffel, Obersiebenbrunn 2024*

## Versuchsprogramm – Beschreibung der Varianten

4 Varianten unterschiedlicher Bodenbearbeitung in 3 Wiederholungen:

- Konventioneller Bodenbearbeitung (Variante BB1), bestehend aus Grubbern, Pflügen und Saatbettbereitung- (Conventional Tillage, CT)
- reduzierter Bodenbearbeitung (Variante BB2), bestehend aus Grubbern oder Scheibeneggen, Grubbern und Saatbettbereitung- (Chisel Plough, RT int.)
- Minimalbodenbearbeitung (Variante BB3), bestehend aus Scheibenegge (Chisel Plough, RT ext.)
- Direktsaat (Variant BB4) (No Tillage, NT)

3 Bewässerungsvarianten und eine unbewässerte Kontrollvariante:

Zur Kontrolle der ausgebrachten Wassermenge war an den Zufluss jeder Bewässerungsvariante ein Wasserzähler installiert worden. Die auszubringende Wassermenge wurde an die Größe der zu bewässernden Fläche angepasst.

Bewässerung mit Auslegerstativ (Rainstar E + AS 50). Mit dem Auslegerstativ wurden 60 m, normal auf die Anbaurichtung des Maises bewässert. Bei 5 Bewässerungsereignissen wurden zwischen Anfang Juli und Mitte August insgesamt 158 mm bewässert (Tab. 1).

Bewässerung mit Rohrnetzbergung. Der Normarbeitsbereich eines Kreisregners beträgt 9 m Radius. Eingesetzt wurden 19 NAAN-Regner (11/6,4 und 4,5). Über das Rohrnetz wurden bei 5 Terminen von Anfang Juli bis Mitte August insgesamt 150 mm bewässert (Tab. 1).

Zur Bewässerung mit Tropfschläuchen (Netafim Streamline 16391-000003 X 22 mm, 0,72 l/h/Tropfer), Verlegeabstand 0,5 m, wurden bei 5 Terminen mit je 31 mm insgesamt 151 mm bewässert (Tab. 1).

Die Verlegung der Tropfschläuche und Bewässerungsrohre erfolgte Mitte Juni.

## Versuchsergebnisse

### Ertrag Silomais je ha

Der Versuchsdurchschnitt waren 16,6 t TM. Sortiert nach Bodenbearbeitung und Bewässerung wurde in der Variante konventionelle Bodenbearbeitung mit Rohrnetzbewässerung (BB1/BW3) mit 20,7 t der höchste Ertrag geerntet. Am wenigsten (12,9 t) wurde bei konventioneller Bodenbearbeitung ohne Bewässerung (Variante BB1/BW2) geerntet.

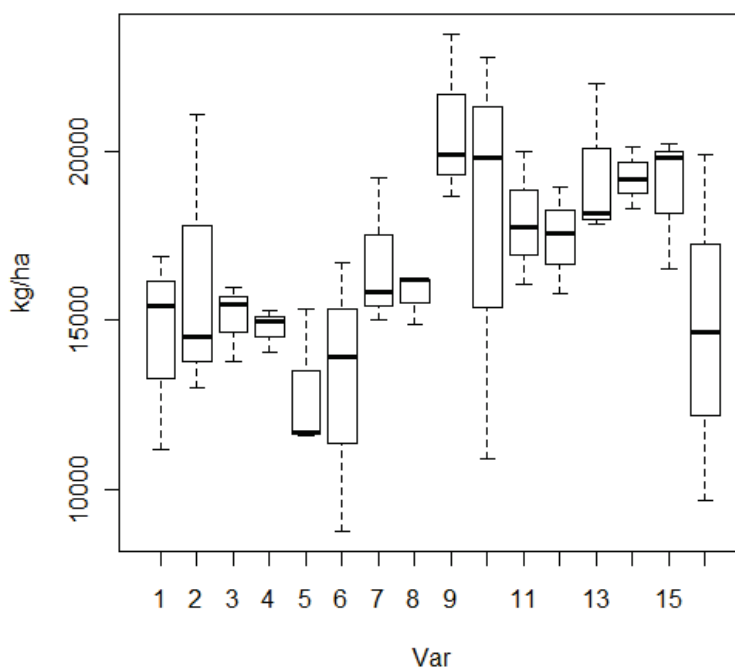
Sortiert nur nach Bodenbearbeitung wurde im Durchschnitt bei minimierter Bodenbearbeitung (BB3) mit 17,1 t am meisten geerntet, bei Direktsaat (BB4) mit 15,7 t am wenigsten.

Sortiert nach der Bewässerungsvariante wurde im Durchschnitt bei Verwendung der Rohrnetzbewässerung (BW3) mit 18,5 t am meisten, ohne Bewässerung (BW2) mit 14,6 t am wenigsten geerntet.

Ertrag in kg Mais/ha					
	BB1	BB2	BB3	BB4	MW
BW1	14493	16213	15080	14760	15137
BW2	12880	13133	16693	15773	14620
BW3	20693	17853	17947	17440	18483
BW4	19347	19227	18853	14747	18043
MW	16853	16607	17143	15680	16571

**Tabelle 2:** Der Versuchsmittelwert sind 16571 kg/ha

### kg Mais pro ha, 07b 2024



**Abbildung 8** zeigt den Ertrag in kg Mais pro ha, Obersiebenbrunn 2024

1: BB1BW1, 2: BB1BW2, 3: BB1BW3, 4: BB1BW4, 5: BB2BW1, 6: BB2BW2, 7: BB2BW3, 8: BB2BW4, 9: BB3BW1, 10: BB3BW2, 11: BB3BW3, 12: BB3BB4, 13: BB4BW1, 14: BB4BW2, 15: BB4BW3, 16: BB4BW4

Statistische Verechnung des Ertrages pro ha mit R

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0,9842$ ,  $p\text{-value} = 0,7587$  Daten sind normalverteilt

Variance test

$F = 517978,8$ , num  $df = 47$ , denom  $df = 47$ ,  $p\text{-value} < 2.2e-16$  Varianzen sind nicht homogen

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1

95 percent confidence interval: 290371,6 923995,5

sample estimates: ratio of variances 517978,8

Kruskal-Wallis rank sum test

Kruskal-Wallis chi-squared = 22,8371,  $df = 15$ ,  $p\text{-value} = 0,08766$  es besteht kein Unterschied zwischen den Varianten

**Die Grundvoraussetzung zur Varianzanalyse sind normalverteilte Daten und Varianzhomogenität. Da diese nicht vorliegt kann keine ANOVA berechnet werden.**

**Transpirationskoeffizient**

Der Versuchsdurchschnitt waren 169 Liter Wasser je kg Silomais. Sortiert nach Bodenbearbeitung und Bewässerung wurde in der Variante minimierte Bodenbearbeitung ohne Bewässerung (BB3/BW2) mit 95 - Liter am wenigsten Wasser pro kg Silomais verbraucht. Am meisten Wasser (233 Liter) wurde bei Direktsaat mit Bewässerung über das Auslegerstativ (Variante BB4/BW4) verbraucht.

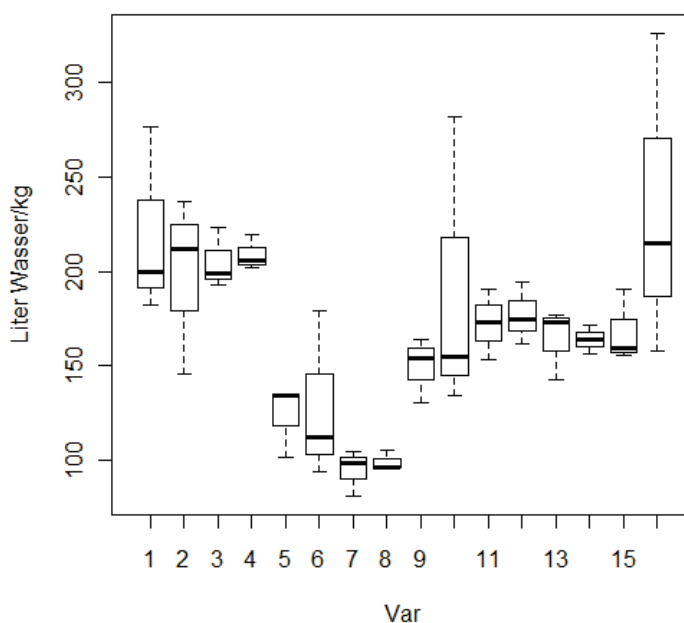
Sortiert nur nach Bodenbearbeitung wurde im Durchschnitt bei minimierter Bodenbearbeitung (BB3) mit 160 -Liter am wenigsten Wasser verbraucht, bei Direktsaat (BB4) mit 180 -Liter am meisten.

Sortiert nach der Bewässerungsvariante wurde im Durchschnitt ohne Bewässerung (BW2) mit 112 -Liter am wenigsten, bei Tropfbewässerung (BW1) mit 208 -Liter am meisten Wasser verbraucht.

Transpirationskoeffizient Liter Wasser/kg Mais					
	BB1	BB2	BB3	BB4	MW
BW1	219	198	205	209	208
BW2	124	129	95	100	112
BW3	150	190	172	177	172
BW4	164	164	168	233	182
MW	164	170	160	180	169

**Tabelle 3:** Der Versuchsmittelwert sind 169 Liter Wasser/kg

**Liter Wasser pro kg Mais, 07b 2024**



+

**Abbildung 9:** Transpirationskoeffizient (Liter Wasser/kg Mais), Obersiebenbrunn 2024

1: BB1BW1, 2: BB1BW2, 3: BB1BW3, 4: BB1BW4, 5: BB2BW1, 6: BB2BW2, 7: BB2BW3, 8: BB2BW4, 9: BB3BW1, 10: BB3BW2, 11: BB3BW3, 12: BB3BB4, 13: BB4BW1, 14: BB4BW2, 15: BB4BW3, 16: BB4BW4

### Wassernutzungseffizienz

Der Versuchsdurchschnitt waren 6,49 Gramm Silomais je Liter Wasser. Sortiert nach Bodenbearbeitung und Bewässerung wurde in der Variante minimierte Bodenbearbeitung ohne Bewässerung (BB3/BW2) mit 10,05 Gramm am meisten Silomais aus einem Liter Wasser geerntet. Am wenigsten Mais (4,68 g) wurde bei Direktsaat mit Bewässerung über das Auslegerstativ (Variante BB4/BW4) geerntet.

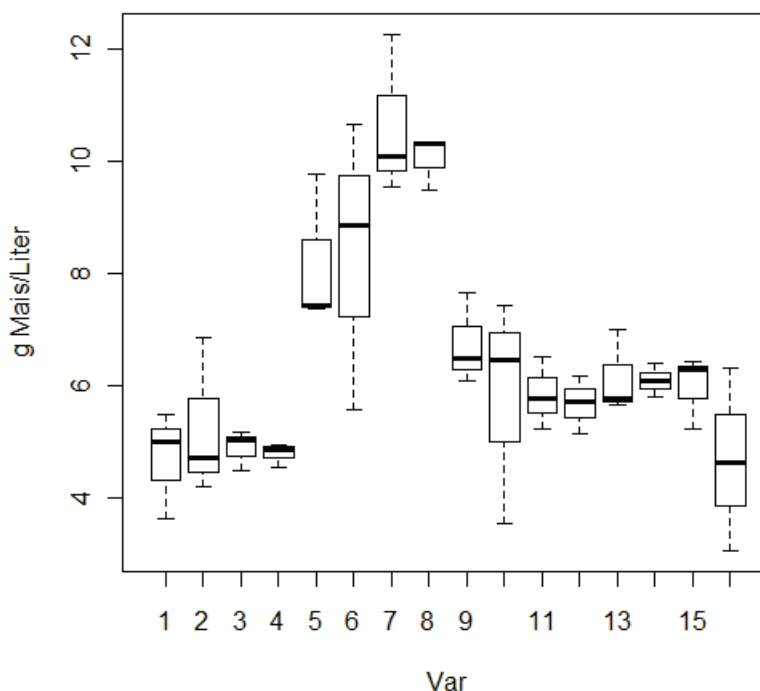
Sortiert nur nach Bodenbearbeitung wurde im Durchschnitt bei minimierter Bodenbearbeitung (BB3) mit 6,84 g am meisten geerntet, bei Direktsaat (BB4) mit 6,3 g Liter am wenigsten.

Sortiert nach der Bewässerungsvariante wurde im Durchschnitt ohne Bewässerung (BW2) mit 9,91 g am meisten, bei Tropfbewässerung (BW1) mit 4,91 kg am meisten Mais geerntet.

Wassereffizienz als g Silomais/Liter Wasser					
g/l	BB1	BB2	BB3	BB4	MW
<b>BW1</b>	4,71	5,26	4,90	4,79	4,91
<b>BW2</b>	8,20	8,37	10,63	10,05	9,31
<b>BW3</b>	6,74	5,82	5,85	5,68	6,02
<b>BW4</b>	6,14	6,10	5,99	4,68	5,73
<b>MW</b>	6,45	6,39	6,84	6,30	6,49

**Tabelle 4:** Der Versuchsmittelwert sind 6,49 Gramm Silomais/Liter Wasser

### Gramm Mais je Liter Wasser, 07b 2024



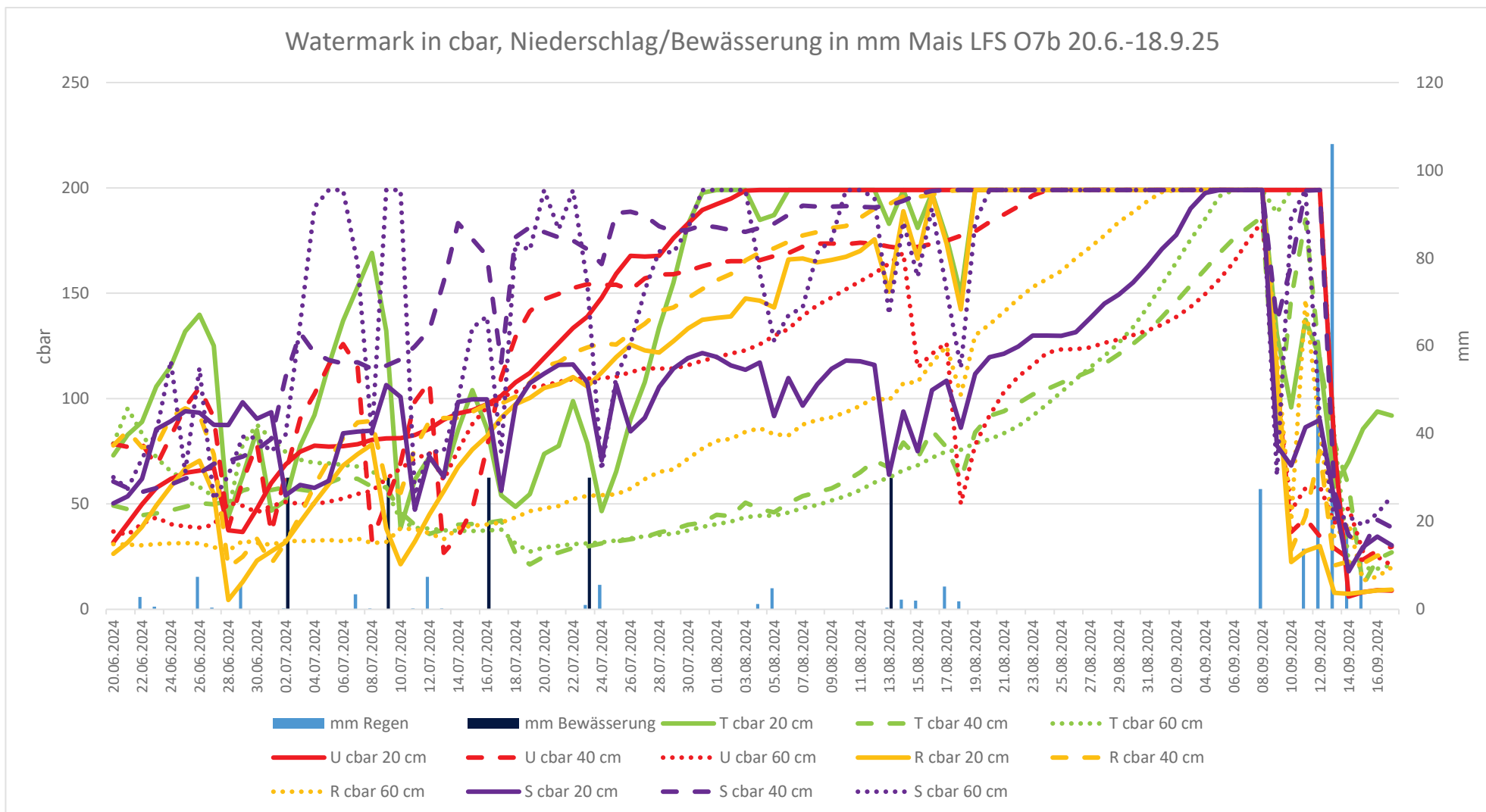
**Abbildung 10** Wassereffizienz als g Mais pro Liter Wasser, Obersiebenbrunn 2024  
1: BB1BW1, 2: BB1BW2, 3: BB1BW3, 4: BB1BW4, 5: BB2BW1, 6: BB2BW2, 7: BB2BW3, 8: BB2BW4, 9: BB3BW1, 10: BB3BW2, 11: BB3BW3, 12: BB3BB4, 13: BB4BW1, 14: BB4BW2, 15: BB4BW3, 16: BB4BW4

### Messung des Matrixpotentials

In der unbewässerten Variante (U, rote Linien) wurde in 20 und 60 cm Bodentiefe mit Mitte Juli der Schwellenwert von 100 cbar erreicht, in 40 cm waren ab Mitte Juni heftige Schwankungen messbar. Bei Tropfbewässerung (T, grüne Linien) schwankten die Messwerte in 20 cm Tiefe sehr stark und zeigten über weite Zeiträume Messwerte über 100 cbar an. In 40 und 60 cm Bodentiefe waren die Schwankungen weniger intensiv und stiegen auch erst Anfang August auf über 100 cbar an.

Beim Auslegerstativ (S, violette Linien) traten starke Schwankungen auf, doch wurden in 20 cm erst Ende Juli 100 cbar überschritten. Bei der Rohrnetzbebewässerung (R, orange Linien) wurden die 100 cbar in 20 und 40 cm Ende Juli überschritten, in 60 cm Mitte August.



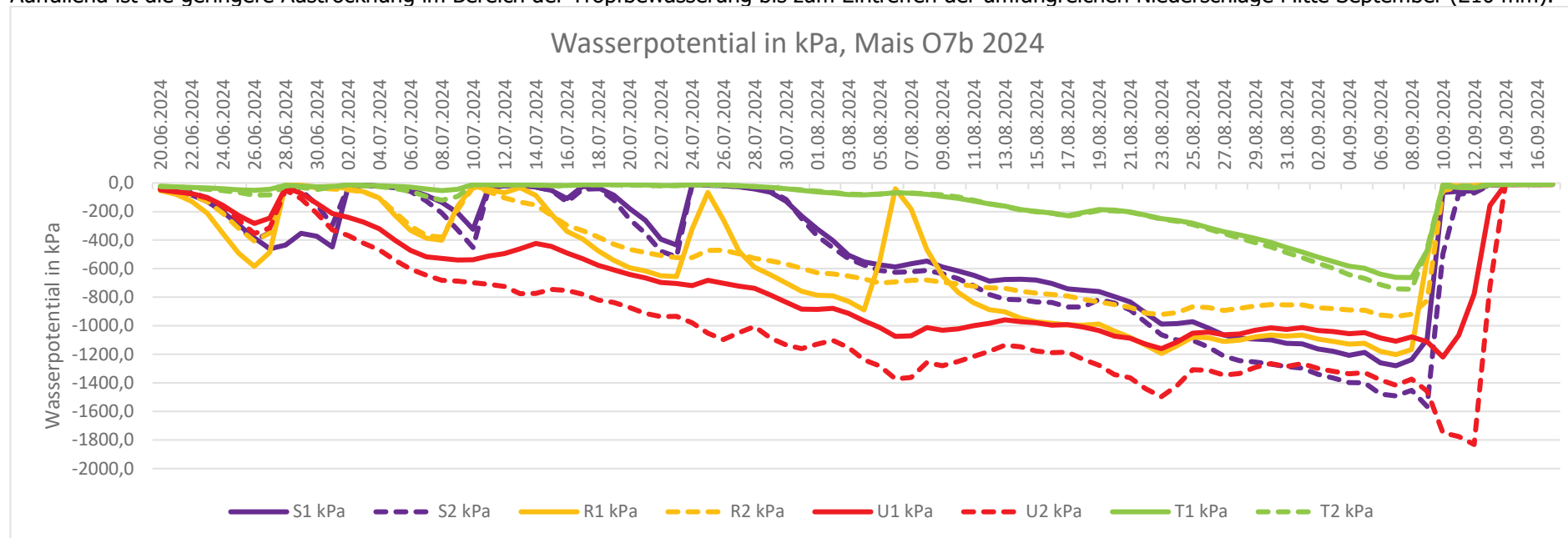


**Abbildung 11:** Wasserpotential gemessen mi Watermarksensoren in cbar und Niederschläge sowie Bewässerungsereignisse in den Varianten Tropfschlauch (T), unbewässert (U), Rohrnetzbewässerung (R) und Auslegerstativ (S) bei Mais, Obersiebenbrunn 2024 von Mitte Juni bis Mitte September

Die Messung des Matrixpotentials bei der Messung über MPS6-Sensoren erfolgt in kPa. Ohne Bewässerung (U, rote Linien) stiegen die Messwerte bis Ende Juni an, senkten sich durch Regenfälle wieder und stiegen bis auf 1800 hPa an. Bei Tropfbewässerung (T, grüne Linien) stiegen die Werte langsam an. Bei

Bewässerung über das Auslegerstativ (S, violette Linien) sanken die Messwerte nach den Bewässerungsterminen rasch ab, und stiegen nach einigen Tagen wieder an. Bei Bewässerung über die Sprinkler der Rohrnetzbergung (R, orange Linien) sanken die Messwerte rasch, stiegen nach kurzer Zeit aber auch wieder rasch an.

Auffallend ist die geringere Austrocknung im Bereich der Tropfbewässerung bis zum Eintreffen der umfangreichen Niederschläge Mitte September (210 mm).



**Abbildung 12:** Wasserpotential gemessen mit MPS6 Sensoren in hPa in den Varianten Tropfschlauch (T), unbewässert (U), Rohrnetzbewässerung (R) und Auslegerstativ (S) bei Mais, Obersiebenbrunn 2024

## **Zusammenfassung, Erkenntnisse, Diskussion**

Im kombinierten Bodenbearbeitungs- und Bewässerungsversuch an der LFS-Obersiebenbrunn wurde 2024 Mais angebaut. Durch hohe Temperaturen im Juli wurden massive Befruchtungslücken ausgelöst. Der Mais wurde daher als Silomais mit entsprechend geringem Kornertrag geerntet. Pro Parzelle wurden 2 Reihen auf einer Länge von 10 m händisch geerntet, getrocknet und gewogen.

Der Versuchsdurchschnitt waren 16.600 kg TM Silomais. Der höchste Ertrag wurde in der Variante konventionelle Bodenbearbeitung mit Rohrnetzbewässerung (20.700 kg) geerntet.

Der Versuchsdurchschnitt beim Transpirationskoeffizienten waren 169 Liter Wasser je kg Silomais. In der Variante minimierte Bodenbearbeitung ohne Bewässerung wurde am wenigsten Wasser (95 l) pro kg Silomais verbraucht.

Der Versuchsdurchschnitt bei der Wassernutzungseffizienz als g Silomais/l Wasser lag bei 6,49 g. In der Variante minimierte Bodenbearbeitung ohne Bewässerung wurde am meisten Silomais aus einem Liter Wasser geerntet (10,5 g).

Zusätzlich zum natürlichen Niederschlag der Vegetationsperiode wurden von Anfang Juli bis Mitte August ca. 150 l Wasser je m<sup>2</sup> bewässert. Als Schwellenwert zum Starten der Bewässerung galt eine Überschreitung des Matrixpotentials von 100 cbar (als Absolutwert), gemessen über Watermarksensoren in 20 cm Bodentiefe. Aufgrund der hohen Temperaturen, der geringen natürlichen Niederschläge und der beschränkt verfügbaren Bewässerungskapazität, konnte der Wert von 100 cbar schon rasch nicht mehr eingehalten werden.

Die Probleme der Befruchtung beim Versuch 2024 zeigen, dass der Ertrag nicht nur über Bewässerung, sondern auch durch Saatzeitpunkt, Bestandesdichte und Reifezahl gesteuert wird und entsprechende Optimierungen zu treffen sind.

## **Quellenverzeichnis**

Ehlers, W.: Mais 1/2013, S 8

Roth, D. u. Roth, R.: 1993 in „Wasserhaushaltsgrößen von Kulturpflanzen unter Feldbedingungen – LW u. Landschaftspflege in Thüringen, 2005“

[www.bodenkarte.at](http://www.bodenkarte.at): Ausschnitt Obersiebenbrunn

[www.irrometer.com](http://www.irrometer.com): Photo Watermark-Sensor

[www.metergroup.com](http://www.metergroup.com): Photo MPS-6 Sensor

## **Autoren des Versuchsberichtes:**

Arno Kastelliz, LFS Obersiebenbrunn und Reinhard Nolz, BOKU

[arno.kastelliz@lfs-obersiebenbrunn.ac.at](mailto:arno.kastelliz@lfs-obersiebenbrunn.ac.at)

[reinhard.nolz@boku.ac.at](mailto:reinhard.nolz@boku.ac.at)

*Berichtdatum: 11.03.2025*