



# Bodenbearbeitungs- und Bewässerungsvariantenversuch an der LFS Obersiebenbrunn 2018

Versuchsdurchführung: DI Arno Kastelliz, Leopold Brandstetter, Werner Müllner; alle LFS Obersiebenbrunn

## Inhalt

Inhalt .....	1
Versuchsziel .....	1
Methode .....	1
Kulturführung .....	2
Versuchsergebnis Ertrag – Tabellen und Abbildungen .....	4
Effizienz der Bodenbearbeitung und Bewässerung .....	8
Zusammenfassung Ertrag .....	9
Reaktion der Plantcaresensoren auf Bodenfeuchte .....	10
Zusammenfassung Bodenfeuchte .....	18

## Versuchsziel

Seit 2006 besteht an der LFS-Obersiebenbrunn ein Bodenbearbeitungsversuch in dem die Erträge bei 4 verschiedenen Bodenbearbeitungskonzepten verglichen werden. Dieser Versuch wurde 2018 um 4 Bewässerungsmethoden erweitert. Zur Beurteilung der Bodenwassersituation wurden ab Juli 2018 verschiedene Bodenwassersensoren eingesetzt. Ziele des Versuches sind die Erhebung des Ertrages bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung und unterschiedlicher Bewässerung, die Erhebung der effizientesten Bewässerungsmethode, sowie die Erkennung der optimalen Bewässerungszeiträume. Dieser Versuch ist auf mehrere Jahre ausgelegt und wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hydraulik und landeskulturellen Wasserbau an der Universität für Bodenkultur durchgeführt. Die nun vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf eine unvollständige Bewässerungssaison da die verschiedenen Messgeräte nicht von Beginn an zur Verfügung standen. Bei Sojabohnen gilt das Entwicklungsstadium ab Blühbeginn als Trockenheitsempfindlich weil damit der Hülsenansatz und die Verzweigungen der Hülsen beeinflusst werden. In Folge werden durch Trockenheit die Kornzahl je Hülse und die Masse je Korn verringert.

## Methode

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 (Variante BB4) (No Tillage, NT)

4 Varianten der Bewässerung:

- Tropfberegnung (Variante BW1)
- keine Beregnung (Variante BW2)
- Rohrnetzbergnung (Variante BW3)
- Beregnung mittels Auslegerstativ (Variante BW4).



Der Versuchsaufbau ist eine Blockanlage mit 3 Wiederholungen.

In jeder Parzelle der 48 Parzellen wurde mittels Bodenwassersensoren „Plantcare“ von Mitte Juli an die Bodenfeuchte beobachtet.

In einer Variante Minimalbodenbearbeitung wurden zusätzlich mittels „ADCON-Stationen“ in jeder Bewässerungsvariante Bodenfeuchte (volumetrisch und Matrixpotential) und Pflanzenstress (Infrarotmessung) beobachtet.

## Kulturführung

Die Sojabohnen wurden mit einer Einzelkornsämaschine gesät. Die Unkrautbekämpfung erfolgte in der Variante Direktsaat flächendeckend und gegen Distelflecken punktuell vor der Saat, flächendeckend vor Feldaufgang der Sojabohnen am 27.4. und am 24.5. und mittels Hackgerät am 5. Juni.

<b>Vorfrucht:</b>		Silomais
<b>Bodenbearbeitung:</b>	30.10.2017	Stoppelsturz mittels Scheibenegge in Variante 1 - 3
	31.10.2017	Pflug in Variante 1, Grubber in Variante 2
	25.04.2018	Saatbettkombination in Variante 1 - 3
<b>Düngung:</b>		
<b>Anbau:</b>	26.04.2018	Einzelkornsaat mit 80 Körner/m <sup>2</sup> , 50 cm Reihenweite, Saattiefe 5 cm, Sorte Antonia
<b>Kulturpflege und Pflanzenschutz:</b>	23.04.2018	Unkrautbekämpfung 4 l/ha Glyphos auf BB4 und Distelflecken, VS
	27.04.2018	Unkrautbekämpfung 2,5 l/ha Stomp Aqua, VA
	24.05.2018	Unkrautbekämpfung mit 0,5 l/ha Pulsar und 7,5 g/ha Harmony
	5.6.2018	Unkrautbekämpfung mittels Hackgerät in allen Parzellen
<b>Bewässerung</b>	24.7.2018	Tropf: 26,4 mm, Rohr: 48,8 mm, Stativ: 60,0 mm
	31.7.2018	Tropf: 35,2 mm, Rohr: 66,2 mm, Stativ: 49,3 mm
	9.8.2018	Tropf: 38,0 mm, Rohr: 72,2 mm, Stativ: 43,1 mm
<b>Ernte:</b>	27.09.2018	

Tabelle 1: Kulturführung 2018

Die Bewässerungssysteme wurden am 6 Juni, quer, zur Anbaurichtung installiert. Die Tropfschläuche konnten daher nur an der Oberfläche liegend aufgelegt werden. Damit keine Wildtiere diese Schläuche verziehen, wurde diese Variante mit einem Elektrozaun umgeben.

Das Klimadiagramm zeigt die stark schwankenden Monatsniederschläge in den Jahren 2016 bis 2018 (November) im Vergleich zu 40-jährigen Durchschnittswerten und die durchschnittlichen mittleren Monatstemperaturen der Jahre 2016 – 2018 (November) sowie für die vergangenen 15 Jahre an der LFS-Obersiebenbrunn. Entgegen dem Trend war der August in 2017 und 2018 wärmer als der Juli.

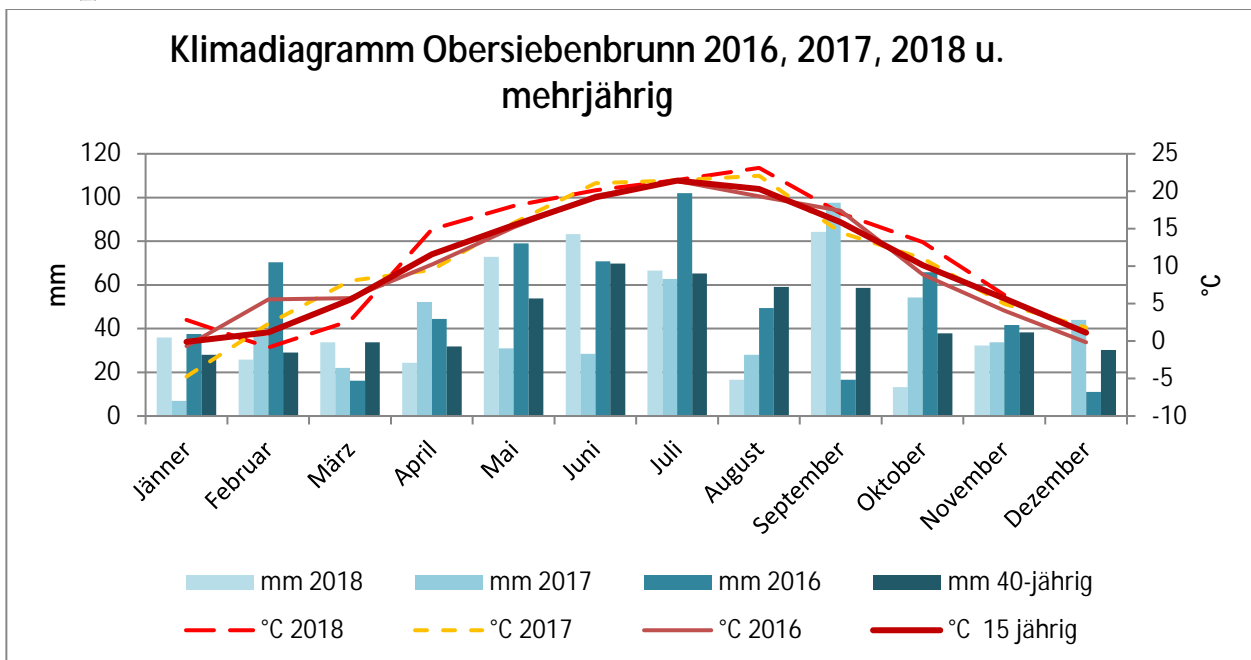


Abbildung 1: Klimadiagramm Obersiebenbrunn mehrjährig

Var.	Kürzel	Beschreibung	Grundbodenbearbeitung	Saatbeetbereitung	Aussaat	Stoppelsturz	Grundbodenbearbeitung	Grundbodenbearbeitung	
			Gerät	Grubber	Egge	Kuhn Planter II	Scheibenegge	Grubber	Pflug
			Datum der Bearbeitung	04.05.2017	11.05.2017	12.05.2017	30.10.2017	31.10.2017	31.10.2017
1	CT	<b>Conventional Tillage</b> , Grundbodenbearbeitung mit Pflug	x	x	x	x		x	
2	RT int.	<b>Chisel Plough</b> , Grundbodenbearbeitung mit Grubber 2 x	x	x	x	x	x		
3	RT ext.	<b>Chisel Plough</b> , Grundbodenbearbeitung mit Grubber 1 x	x	x	x	x			
4	NT	<b>No Tillage</b> , keine Grundbodenbearbeitung (Direktsaat)			x				

Tabelle 2: Bodenbearbeitung 2017

Var.	Kürzel	Beschreibung	Stoppelsturz	Stoppelsturz	Grundbodenbearbeitung	Grundbodenbearbeitung	Grundbodenbearbeitung	Saatbeetbereitung	Aussaat	
			Gerät	Scheibenegge	Grubber	Scheibenegge	Grubber	Pflug	Egge	Kuhn Planter II
			Datum der Bearbeitung							25.04.2018
1	CT	<b>Conventional Tillage</b> , Grundbodenbearbeitung mit Pflug						x	x	
2	RT int.	<b>Chisel Plough</b> , Grundbodenbearbeitung mit Grubber 2 x						x	x	
3	RT ext.	<b>Chisel Plough</b> , Grundbodenbearbeitung mit Grubber 1 x						x	x	
4	NT	<b>No Tillage</b> , keine Grundbodenbearbeitung (Direktsaat)							x	

Tabelle 3: Bodenbearbeitung 2018



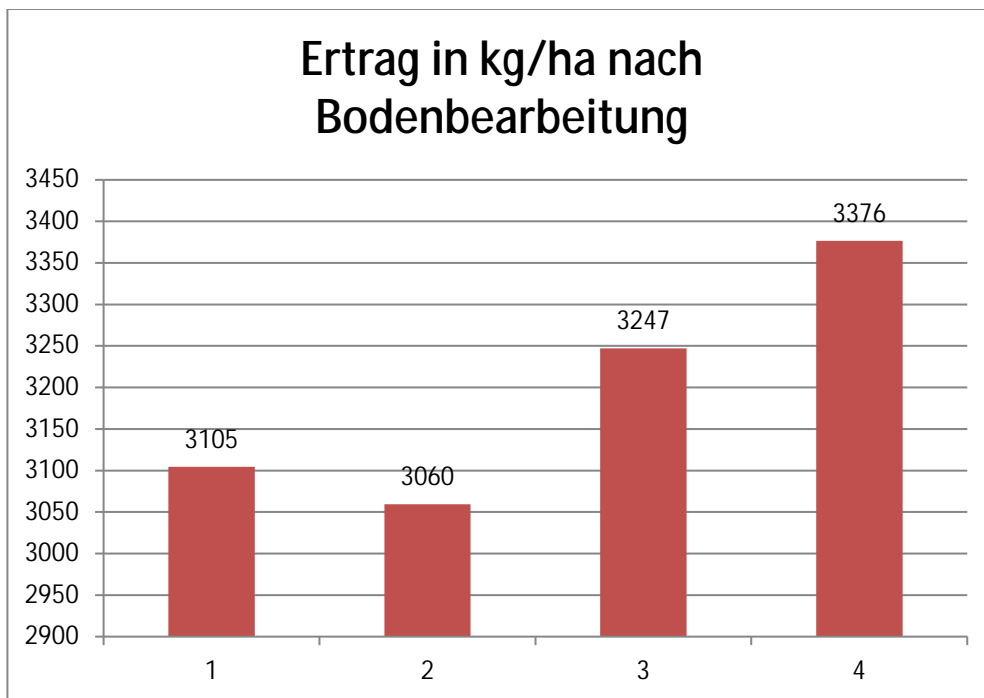


Abbildung 3: Mittelwert Ertrag in kg/ha, 1 konventionelle-, 2 reduzierte-, 3 minimierte Bodenbearbeitung, 4 Direktsaat

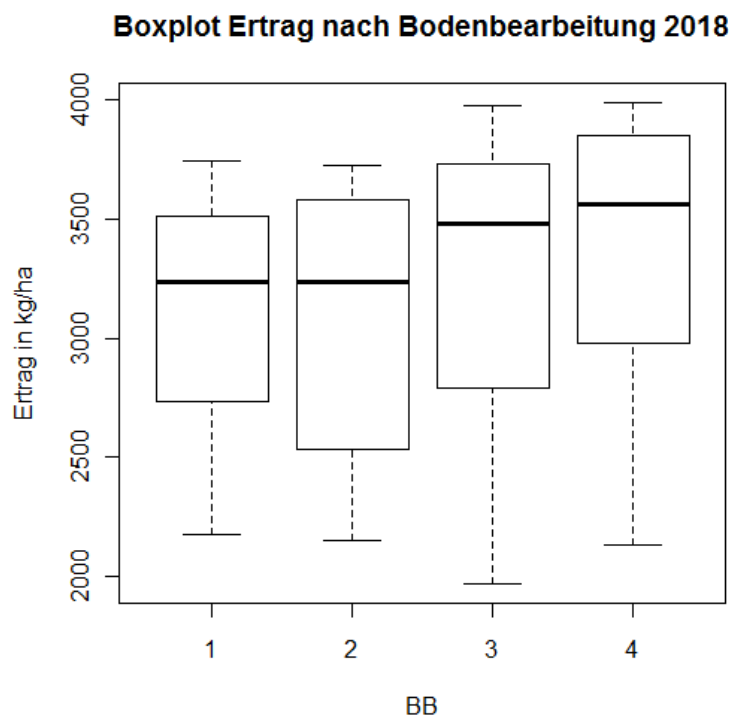
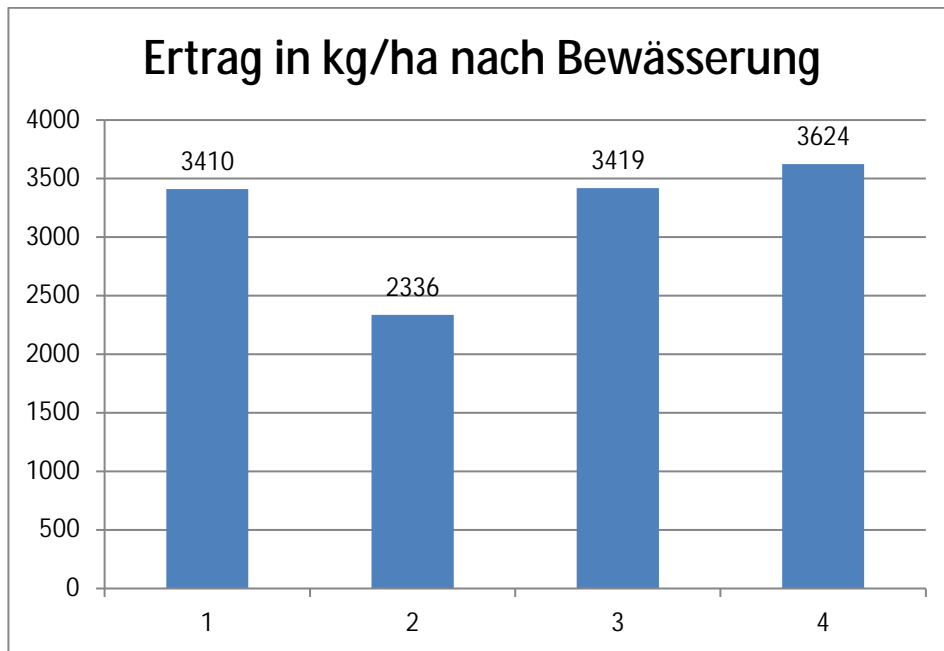
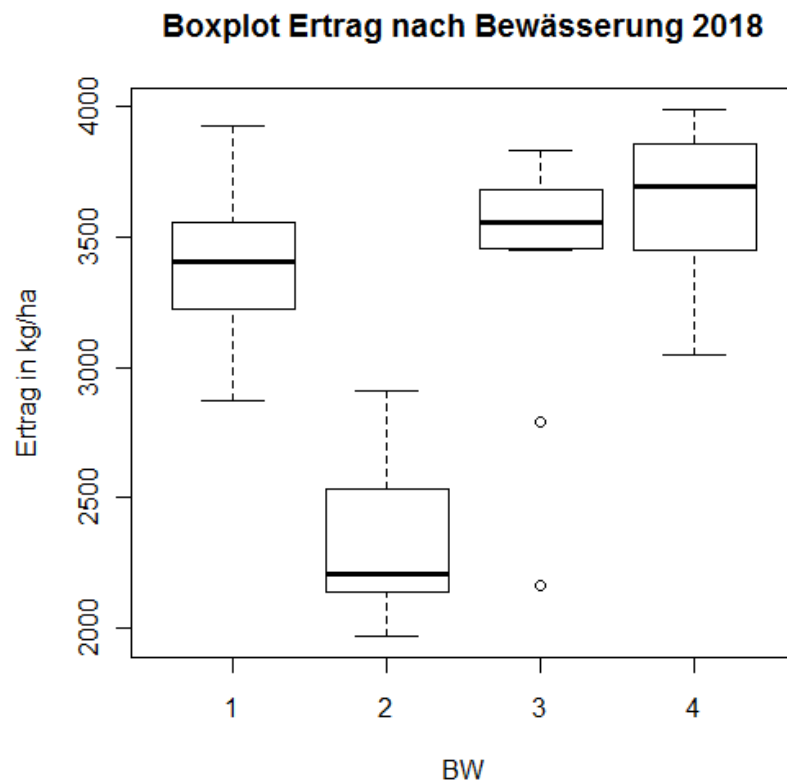


Abbildung 4: Boxplot der Erträge in kg/ha, 1 konventionelle-, 2 reduzierte-, 3 minimierte Bodenbearbeitung, 4 Direktsaat

Umgelegt auf einen Hektar ergeben sich bei **Tropfbewässerung** (Bewässerungsvariante 1) als Mittelwert von 12 Wiederholungen und allen 4 Bodenbearbeitungsvarianten 3,41 t/ha TM, **ohne Beregnung** (Bewässerungsvariante 2) 2,34 t/ha, mit **Rohrnetzbergnung** (Bewässerungsvariante 3) 3,42 t/ha und bei Einsatz des **Bewässerungsstativs** (Bewässerungsvariante 4) 3,62 t/ha TM.



**Abbildung 5:** Mittelwert Ertrag in kg/ha: 1 Tropfbewässerung-, 2 keine Bewässerung-, 3 Rohrnetzbe-  
wässerung, 4 Beregnungsstativ



**Abbildung 6:** Boxplot der Erträge in g/m<sup>2</sup>: 1 Tropfbewässerung-, 2 keine Bewässerung-, 3 Rohrnetzbe-  
wässerung, 4 Beregnungsstativ



In der Ertragsauswertung pro ha ergeben sich bei **konventioneller Bodenbearbeitung und Tropfbewässerung** als Mittelwert von 3 Wiederholungen 3,27 t/ha, bei **konventioneller Bodenbearbeitung und keiner Beregnung** 2,36 t/ha, bei **konventioneller Bodenbearbeitung und Rohrnetzbergnung** 3,37 t/ha und bei **konventioneller Bodenbearbeitung und Bewässerungsstativ** 3,42 t/ha TM.

Bei **reduzierter Bodenbearbeitung und Tropfbewässerung** 3,31 t/ha, bei **reduzierter Bodenbearbeitung ohne Bewässerung** 2,41 t/ha, bei **reduzierter Bodenbearbeitung und Rohrnetzbergnung** 3,07 t/ha, bei **reduzierter Bodenbearbeitung und Bewässerungsstativ** 3,45 t/ha.

Bei **minimierter Bodenbearbeitung und Tropfberegnung** 3,45 t/ha, bei **minimierter Bodenbearbeitung ohne Bewässerung** 2,1 t/ha, bei **minimierter Bodenbearbeitung und Rohrnetzbergnung** 3,58 t/ha, bei **minimierter Bodenbearbeitung und Auslegerstativ** 3,87 t/ha. Bei **Direktsaat und Tropfberegnung** 3,62 t/ha, bei **Direktsaat ohne Beregnung** 2,48 t, bei **Direktsaat und Rohrnetzbergnung** 3,66 t/ha, bei **Direktsaat und Auslegerstativ** 3,76 t/ha.

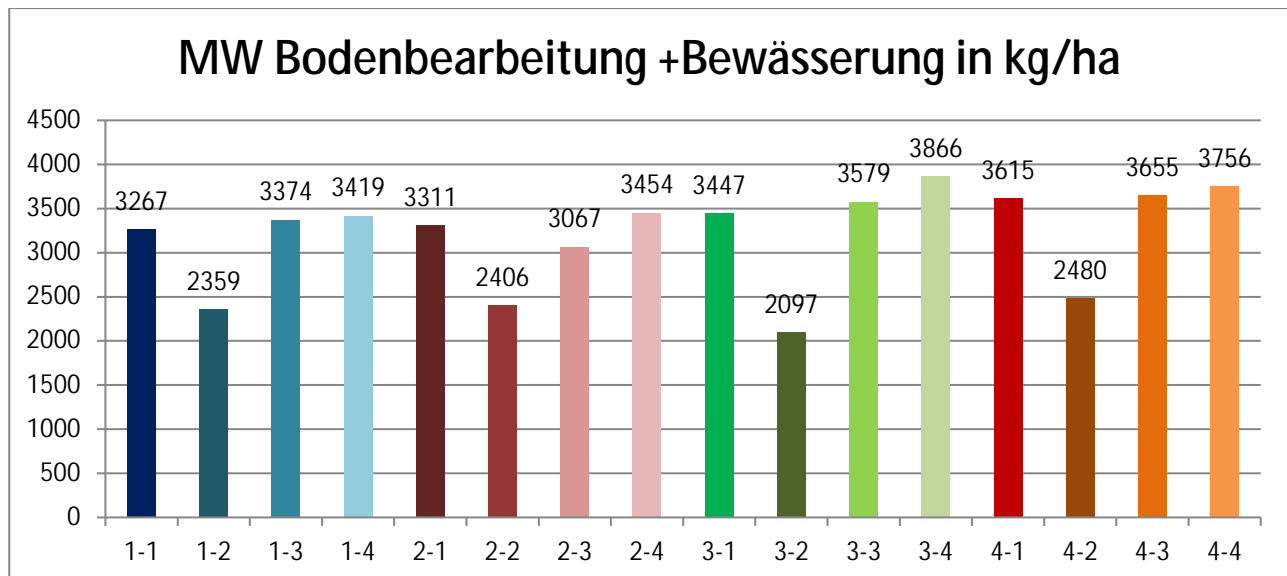


Abbildung 7: Mittelwert Ertrag in kg/ha sortiert nach Bodenbearbeitungsvariante und Bewässerungsvariante

**Analysis of Variance Table Bodenbearbeitung und Bewässerung**

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
data\$BB	1	604207	604207	1.7465	0.19315
data\$BW	1	1784685	1784685	5.1588	0.02807 *
data\$BB:data\$BW	1	30745	30745	0.0889	0.76702
Residuals	44	15221907	345952		

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Die Varianzanalyse nach R zeigt, dass bei einer Analyse der Ernteergebnisse nur zwischen den Bewässerungsvarianten (data\$BW) signifikante Unterschiede (\*) bestehen.



## Effizienz der Bodenbearbeitung und Bewässerung

Die Effizienz kann als Umwandlung des Niederschlages und zusätzlichen Beregnungswassers in Ertrag betrachtet werden. Ausgedrückt in g TM/m<sup>2</sup> und mm Wasser aus natürlichen Niederschlägen und Bewässerung zeigte sich dass bei Tropfberegnung am meisten Ertrag gebildet wurde (0,79 g/m<sup>2</sup> und mm). Danach folgte die Variante mit dem Bewässerungsstativ (0,75 g/m<sup>2</sup> und mm), gefolgt von keiner Bewässerung (0,71 g/m<sup>2</sup> und mm) und der Rohrnetzbergnung (0,66 g/m<sup>2</sup> und mm). Die Wechselwirkungen aus Ertrag und Wassermenge unterscheiden sich hochsignifikant.

### Analysis of Variance Table Bewässerung und Wassermenge

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
data\$BW	1	0.018335	0.018335	2.9486	0.0929841 .
data\$Wasser	1	0.000155	0.000155	0.0249	0.8753079
data\$BW:data\$Wasser	1	0.098766	0.098766	15.8829	0.0002501 ***
Residuals	44	0.273608	0.006218		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

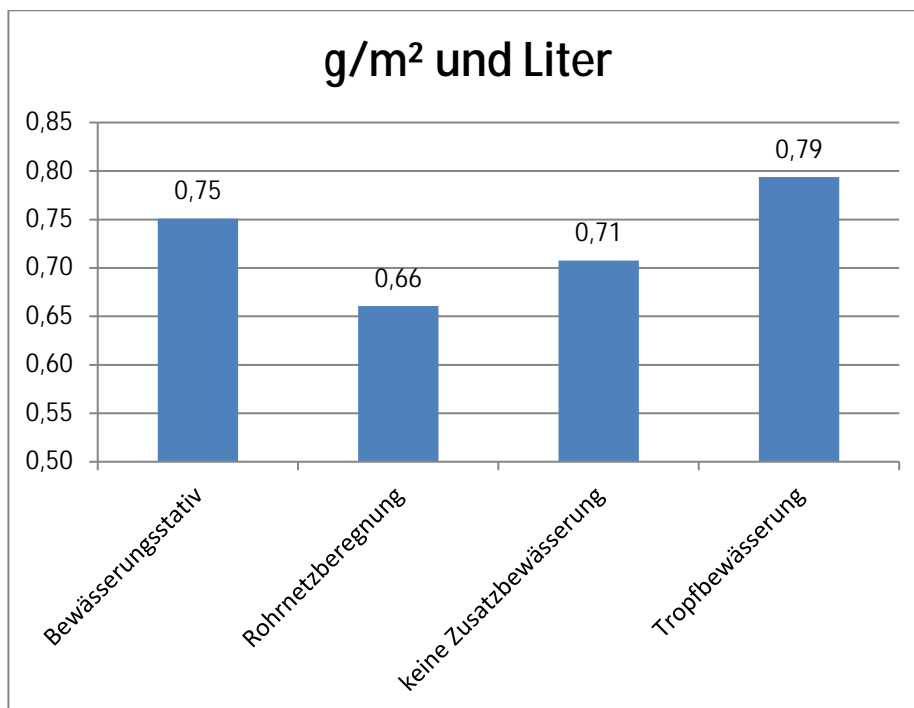
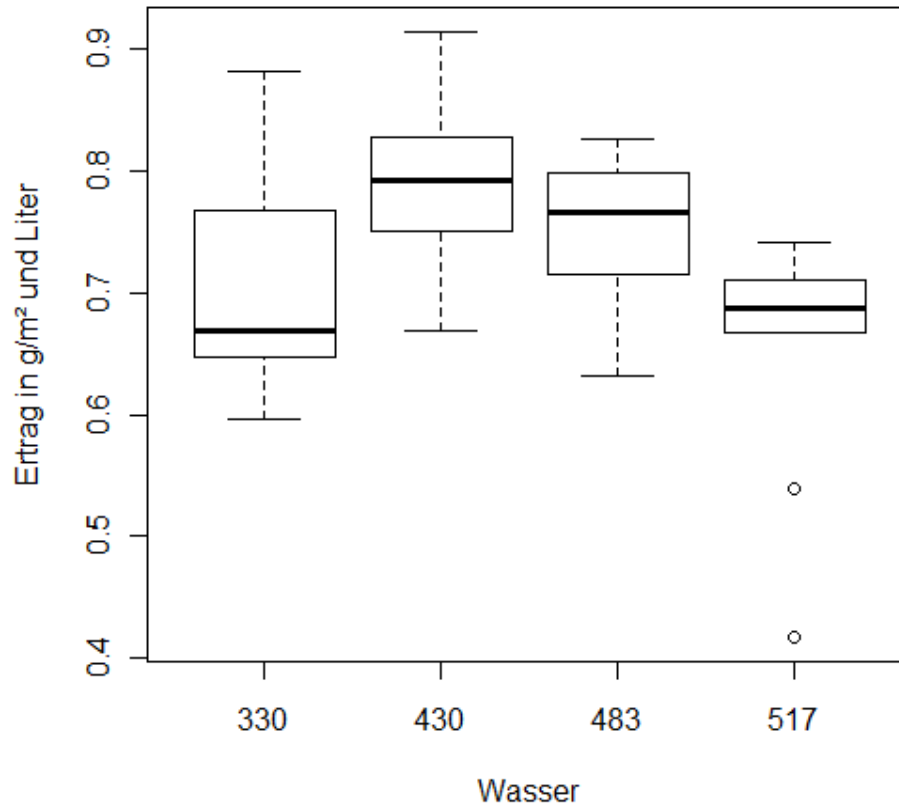


Abbildung 8: Effizienz der Wasserausnutzung je Bewässerungsvariante in g/m<sup>2</sup> und l Wasser/m<sup>2</sup>



### Boxplot Ertrag nach Wasser 2018



**Abbildung 9:** Effizienz der Wasserausnutzung aus Regen (Anbau bis Ernte) und Bewässerung: 330 mm (ohne Bewässerung), 430 mm (Tropfbewässerung), 483 mm (Bewässerungsstativ) und 517 mm (Rohrnetzbergnung)

## Zusammenfassung Ertrag

Bei konventioneller Bodenbearbeitung (Varianten 1-1 bis 1-4), ist Stativbergnung ertragreicher als Rohrbergnung, gefolgt von Tropfbergnung. Deutlich weniger Ertrag wird bei keiner Bergnung geerntet.

Bei reduzierter Bodenbearbeitung (Varianten 2-1 bis 2-4), wird bei Stativbergnung mehr geerntet als bei Tropfbergnung, gefolgt von Rohrnetzbergnung und keiner Bergnung.

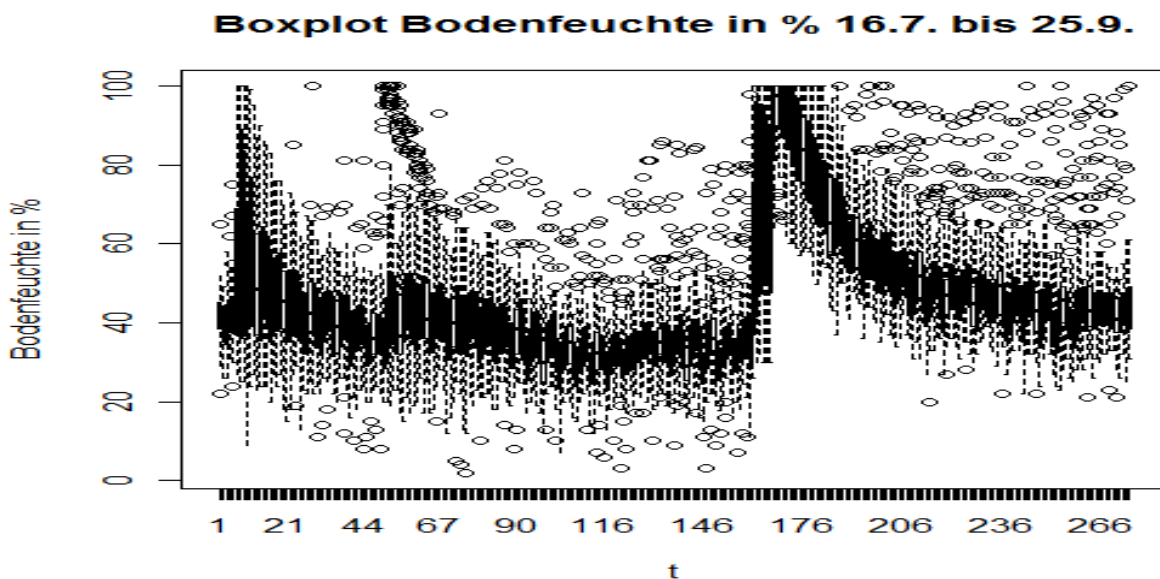
Bei minimierter Bodenbearbeitung (Varianten 3-1 bis 3-4), ist Stativbergnung ertragreicher als Rohrbergnung, gefolgt von Tropfbergnung. Deutlich weniger Ertrag wird bei keiner Bergnung geerntet.

Bei Direktsaat, (Varianten 4-1 bis 4-4), ist Stativbergnung ertragreicher als Rohrbergnung, gefolgt von Tropfbergnung. Deutlich weniger Ertrag wird bei keiner Bergnung geerntet.

## Reaktion der Plantcaresensoren auf Bodenfeuchte

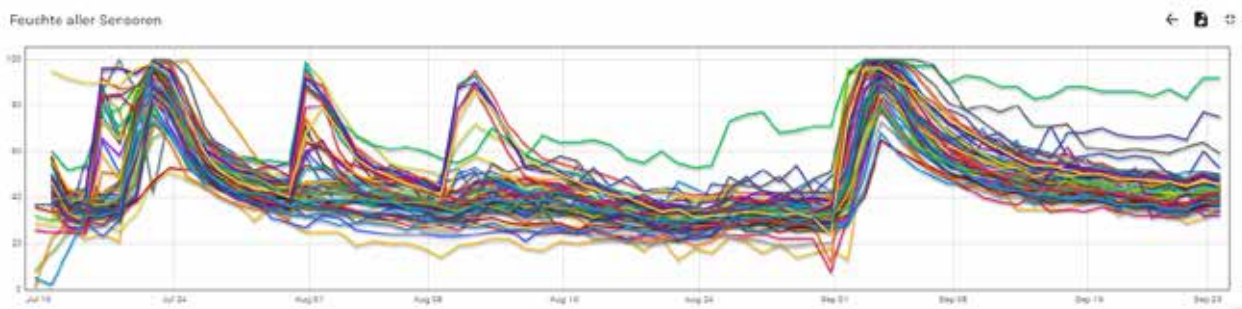
Im vorliegenden Bericht wird auf die Bodenfeuchtigkeitsveränderungen Bezug genommen. Die Plantcaresensoren waren einheitlich auf 20 cm Tiefe installiert worden. Nach der Installation der Sensoren bis 16. Juli 2018 begann die Messphase.

Mit Hilfe der Plantcaresensoren kann im Minutentakt die Bodenfeuchte gemessen werden. Da sich der Wassergehalt des Bodens aber langsam verändert, ist ein weiteres Messintervall sinnvoll. Doch auch bei einem 1-stündigen Messintervall sind die zur Verfügung stehenden Daten nur in kleinere Einheiten geteilt im Detail ersichtlich. Abbildung 9 zeigt dies mit Hilfe der Messreihe von Mitte Juli bis Ende September 2018 auf.



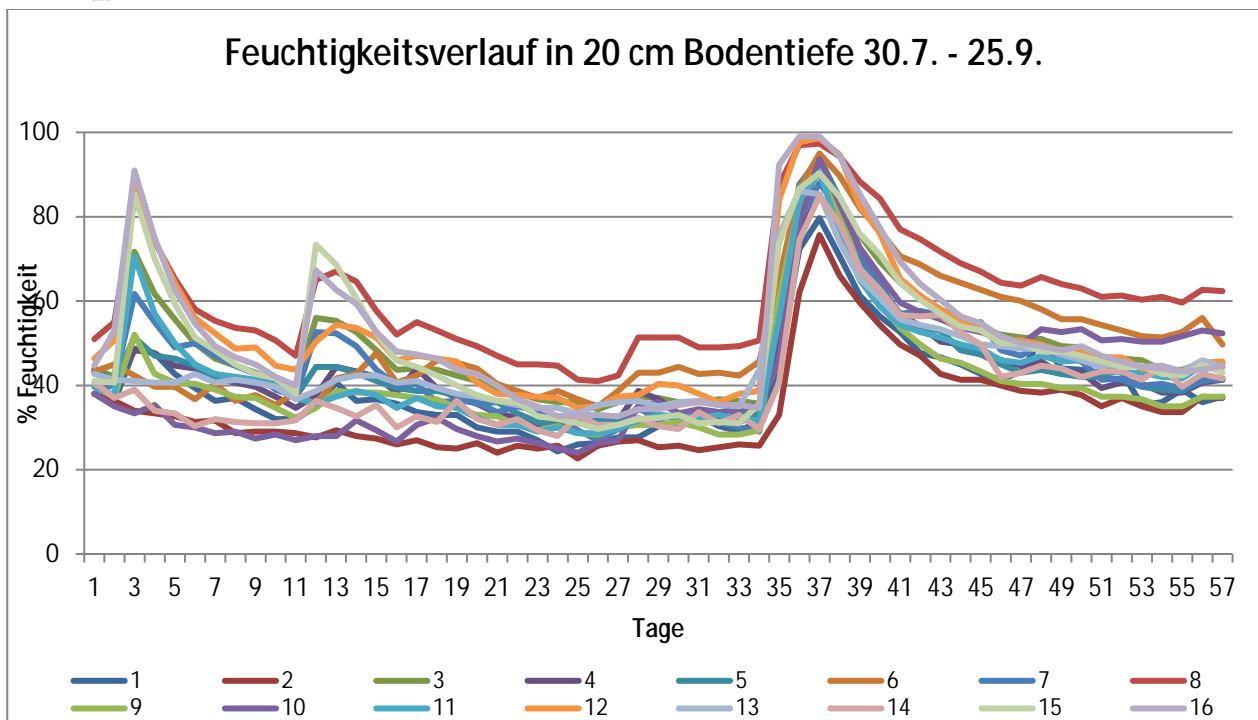
**Abbildung 10:** Bodenfeuchte aller Sensoren im Stundentakt gemessen von 16. Juli bis 25. September 2018

Selbst die Beschränkung auf einen Mittelwert pro Tag und Sensor ist noch zu unübersichtlich, wie aus Abbildung 10 zu ersehen ist.



**Abbildung 11:** Bodenfeuchte aller Sensoren im Tagesmittel gemessen von 16. Juli bis 25. September 2018

Daher wurden aus allen Messtagen pro Sensor Tagesmittelwerte gebildet. Anschließend wurden Tagesmittelwerte aus jeweils 3 Sensoren der gleichen Bodenbearbeitungs- und Bewässerungsvariante gebildet. Ausreißer wurden nicht ausgeschlossen.



**Abbildung 12:** Verlauf der Feuchtigkeit bei Gruppierung der Varianten mit identer Bodenbearbeitung und Bewässerung in 20 cm Tiefe (Var. 1: BB1 – BW 1; Var. 2: BB1 – BW 2; Var. 3: BB1 – BW 3; Var. 4: BB1 – BW 4; Var. 5: BB2 – BW 1; Var. 6: BB2 – BW 2; Var. 7: BB2 – BW 3; Var. 8: BB2 – BW 4; Var. 9: BB3 – BW 1; Var. 10: BB3 – BW 2; Var. 11: BB3 – BW 3; Var. 12: BB3 – BW 4; Var. 13: BB4 – BW 1; Var. 14: BB4 – BW 2; Var. 15: BB4 – BW 3; Var. 16: BB4 – BW 4)

In der Messphase 2018 gab es in Obersiebenbrunn 3 Regenperioden. Von 21.-23.7. (53,8 mm), von 24.-26.8. (11,4 mm) und von 1.-3.9. (73,2 mm). Dazu kamen noch 3 Beregnungstermine, am 24. Juli, am 31. Juli und am 9. August.

Eine genauere Analyse fordert die Betrachtung von weniger Sensoren. Daher wurden die Mittelwerte der Sensoren der Bodenbearbeitungsvarianten bei unterschiedlicher Bewässerung betrachtet. Die Niederschläge sind in den Graphiken als blaue-, die Beregnungsgaben als orange Säulen dargestellt. Die Linien zeigen den Bodenfeuchtigkeitsverlauf bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung.

Veränderung der Bodenfeuchte in 20 cm Tiefe ohne Zusatzbewässerung  
in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung

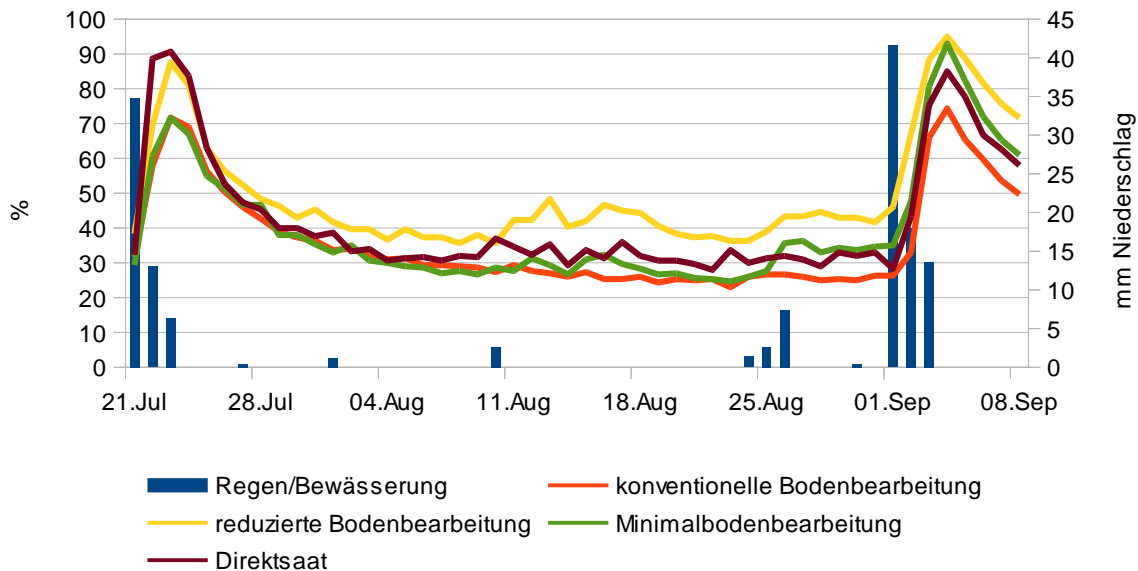


Abbildung 13: Bodenfeuchte ohne Zusatzbewässerung

In allen Bodenbearbeitungsvarianten steigen nach den Niederschlägen im Juli die Bodenfeuchtwerte an, bei Direktsaat und reduzierter Bodenbearbeitung stärker als bei konventioneller- und Minimalbodenbearbeitung. Die Niederschläge im August führen bei Minimal- und reduzierter Bodenbearbeitung zu leichten Feuchtigkeitsanstiegen. Die Niederschläge Anfang September werden bei allen Sensoren deutlich registriert, am stärksten bei reduzierter Bodenbearbeitung. Die laufenden Schwankungen in dieser Variante können nicht erklärt werden. Ohne Zusatzbewässerung sinken die Bodenfeuchtwerte nur bei reduzierter Bodenbearbeitung im Tagesdurchschnitt nie unter 30 %, bei konventioneller Bodenbearbeitung bleibt die Bodenfeuchte für längere Zeit um 25 % herum stehen.

Veränderung der Bodenfeuchtigkeit in 20 cm Tiefe bei Beregnung mit Auslegerstativ in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung

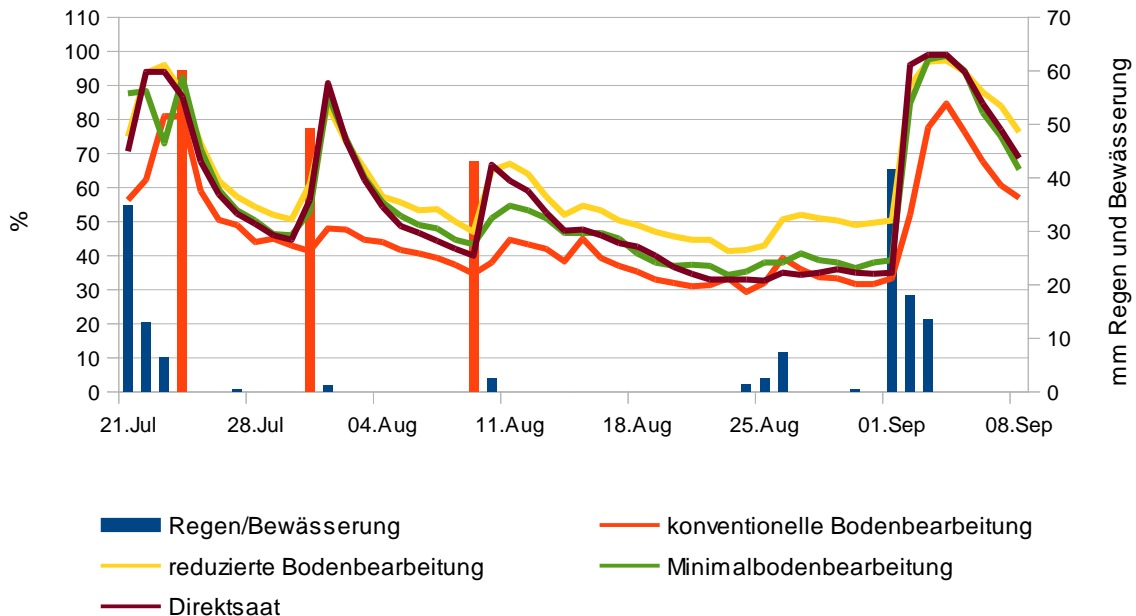


Abbildung 14: Bodenfeuchte bei Bew. mit Auslegerstativ (orange Säulen 24.7. 60 mm, 31.7. 49,3 mm, 9.8. 43,1 mm)

In allen Bodenbearbeitungsvarianten steigen nach den Niederschlägen im Juli die Bodenfeuchtwerte an, bei Direktsaat und reduzierter Bodenbearbeitung stärker als bei konventioneller- und Minimalbodenbearbeitung. Das kurze Zurückgehen der Bodenfeuchte bei Minimalbodenbearbeitung am 3. Regentag kann nicht erklärt werden. Die Bewässerung Ende Juli führt in allen Varianten, bis auf die Variante mit konventioneller Bodenbearbeitung zu deutlichem Ansteigen der Bodenfeuchtigkeit. Die 3. Bewässerungsgabe am 9. August wird bei Direktsaat und reduzierter Bodenbearbeitung stärker registriert als bei Minimal- und konventioneller Bodenbearbeitung. Die Niederschläge Ende August führen bei konventioneller- und reduzierter Bodenbearbeitung zu leichten Feuchtigkeitsanstiegen. Die Niederschläge Anfang September werden bei allen Sensoren deutlich registriert, am wenigsten bei konventioneller Bodenbearbeitung. Bei reduzierter Bodenbearbeitung werden im Tagesdurchschnitt nie 40 % Bodenfeuchte unterschritten, bei Minimalbodenbearbeitung und Direktsaat werden 30 % nie unterschritten. Bei Stativberegnung wurden 19 % mehr Wasser als bei Tropfberegnung verbraucht.

Veränderung der Bodenfeuchte in 20 cm Tiefe bei  
Tropfberegnung  
in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung

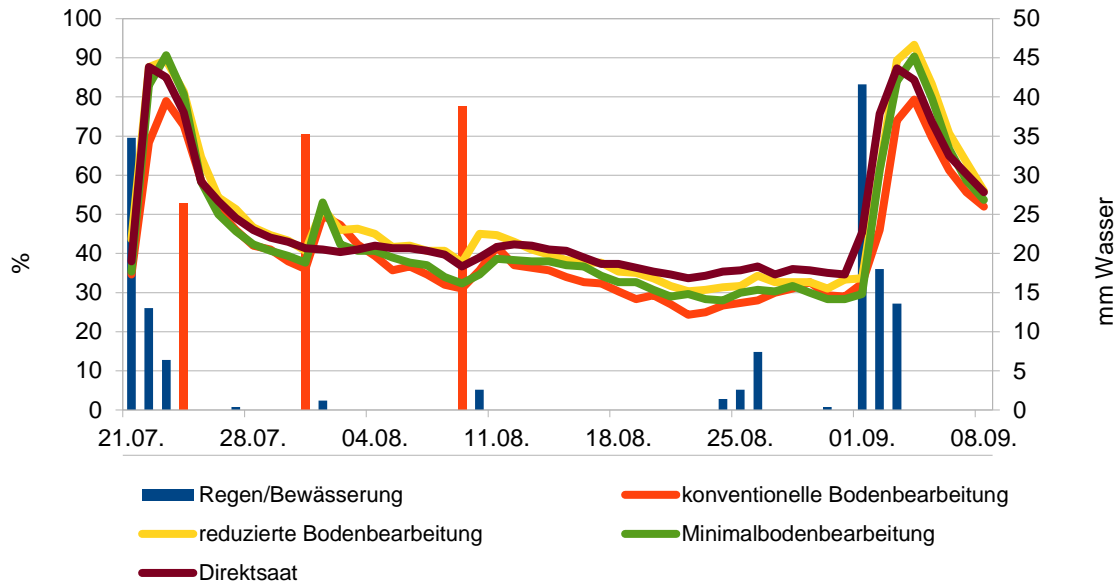


Abbildung 15: Bodenfeuchte bei Tropfberegnung (orange Säulen 24.7. 26,4 mm, 31.7. 35,2 mm, 9.8. 38,8 mm)

Die Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten sind bei Tropfberegnung geringer als bei den übrigen Bewässerungsvarianten. Die Bodenfeuchtigkeit ist bei konventioneller Bodenbearbeitung immer geringer. Die Bewässerung am 31.7. wird bei Direktsaat nicht registriert. Die Anstiege in der Bodenfeuchtigkeit nach der Bewässerung am 9.8. fällt gering aus. Der natürliche Niederschlag Ende August wird kaum registriert, jener Anfang September sehr deutlich, obwohl in keiner Bodenbearbeitungsvariante 100 % Wassergehalt angezeigt werden.

Bei Direktsaat und reduzierter Bodenbearbeitung werden 30 % Bodenfeuchtigkeit im Tagesdurchschnitt nie unterschritten, die tiefsten Werte werden bei konventioneller Bodenbearbeitung gemessen.

Die heurigen Messergebnisse sind noch weiter zu untersuchen, statistisch zu verrechnen und in Zusammenhang mit den Messungen der anderen Sensoren zu setzen. Vor allem sind aber noch Bezüge zum Sojabohnenertrag herzustellen. Darüber wird in den nächsten Ausgaben des Absolventenrundschreibens, in Veranstaltungen an der LFS-Obersiebenbrunn, sowie auf den Hompages von LFS-Obersiebenbrunn und LAKO berichtet werden.

Veränderung der Bodenfeuchtigkeit in 20 cm Tiefe bei Rohrnetzberegnung  
in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung

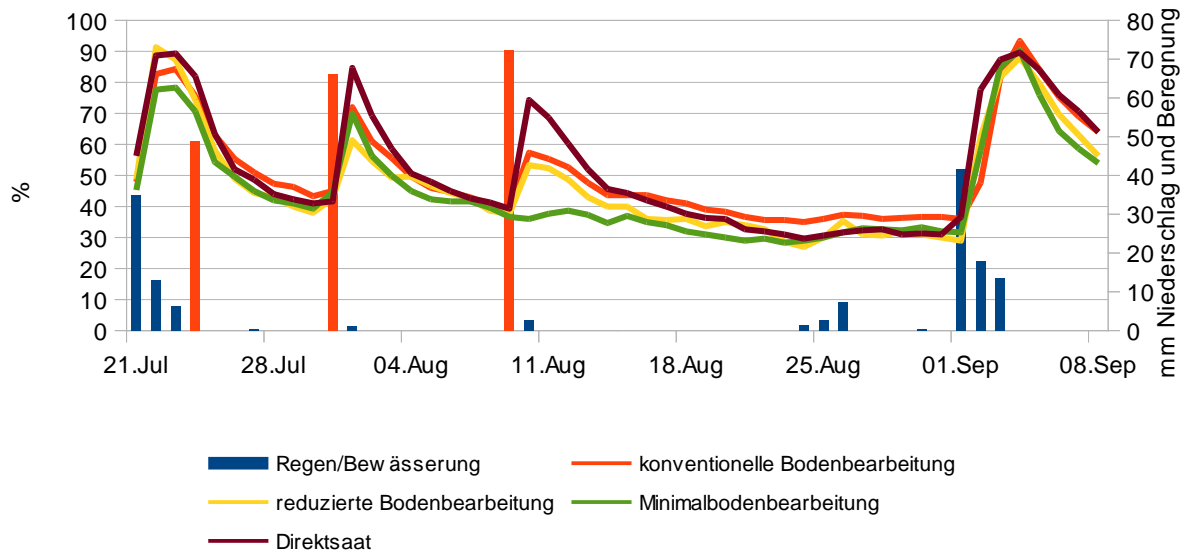
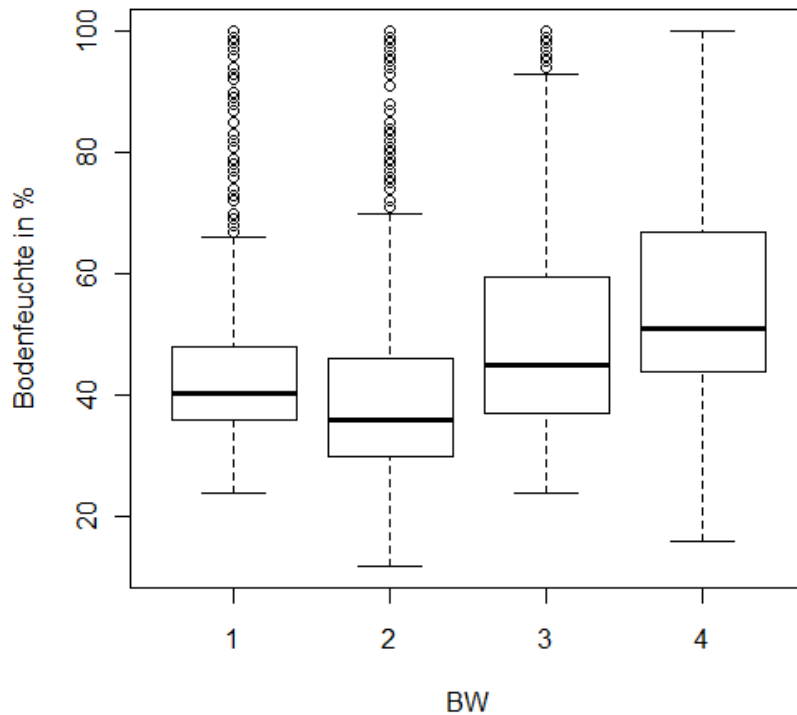


Abbildung 16: Bodenfeuchte bei Rohrnetzberegnung (orange Säulen 24.7. 48,8 mm, 31.7. 66,2 mm, 9.8. 72,2 mm)

In allen Bodenbearbeitungsvarianten steigen nach den Niederschlägen im Juli die Bodenfeuchtwerte an, bei Direktsaat und reduzierter Bodenbearbeitung stärker als bei konventioneller- und Minimalbodenbearbeitung. Die Bewässerung Ende Juli wird bei Direktsaat stärker registriert als bei konventioneller-, Minimal- und reduzierter Bodenbearbeitung. Die Bewässerung am 9. August wird wieder bei Direktsaat stärker bemerkt als bei konventioneller-, reduzierter und Minimalbodenbearbeitung. Die Niederschläge im August werden in 20 cm Tiefe kaum registriert. Die Niederschläge Anfang September werden bei allen Sensoren deutlich und einheitlich registriert. In der langen Trockenheitsphase im August trocknet der Boden bei konventioneller Bodenbearbeitung am wenigsten aus. In Summe wurde bei Rohrnetzberegnung 46 % mehr Wasser als bei Tropfberegnung und 23 % mehr als bei Stativberegnung verbraucht.

### Boxplot Bodenfeuchte nach Bewässerung 2018

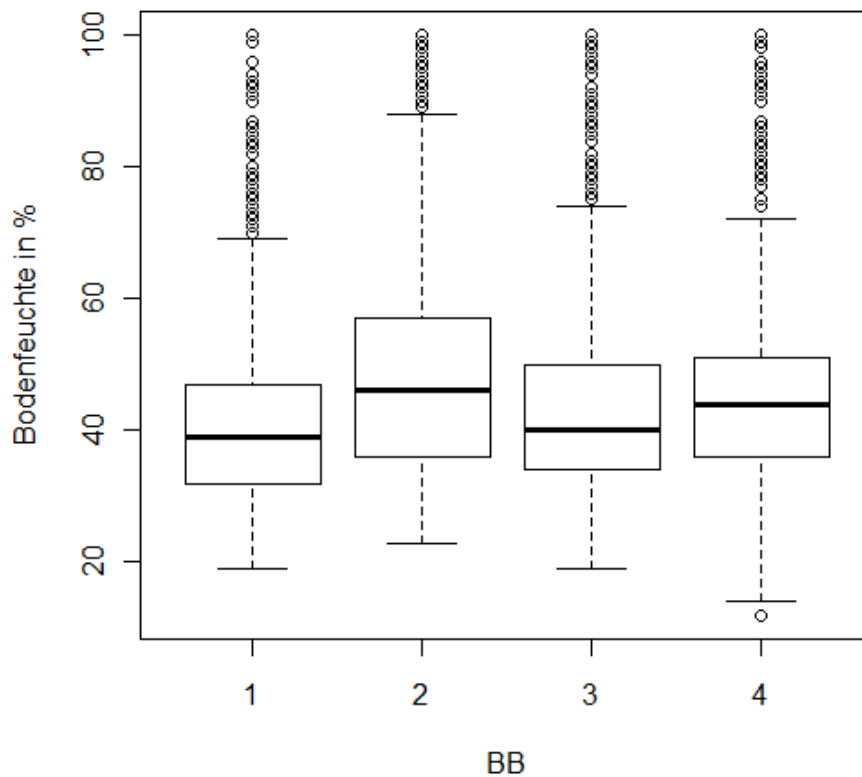


**Abbildung 17:** Boxplot der durchschnittlichen Bodenfeuchtigkeit in %: 1 Tropfbewässerung-, 2 keine Bewässerung-, 3 Rohrnetzbeiwässerung, 4 Bewässerungsstativ

Die Boxplots und Antennen der 4 Bewässerungsvarianten zeigen für die Tropfbewässerung (Var. 1) eng zusammenliegende Werte. Auch die Antennen sind in Variante 1 im Vergleich der 4 Varianten die kürzesten. Ohne Bewässerung (Var. 2) reicht die Antenne am weitesten ins Trockene, auch der Median liegt in einem sehr trockenen Bereich. Dank der natürlichen Niederschläge gibt es auch Ausreißer in den feuchten Bereich. Rohrnetzbeiwässerung (Var. 3) hat einen weiten Bereich in dem 50 % der Daten liegen. Bei Bewässerung mit dem Auslegerstativ (Variante 4) beinhalten die Antennen auch alle Ausreißer.



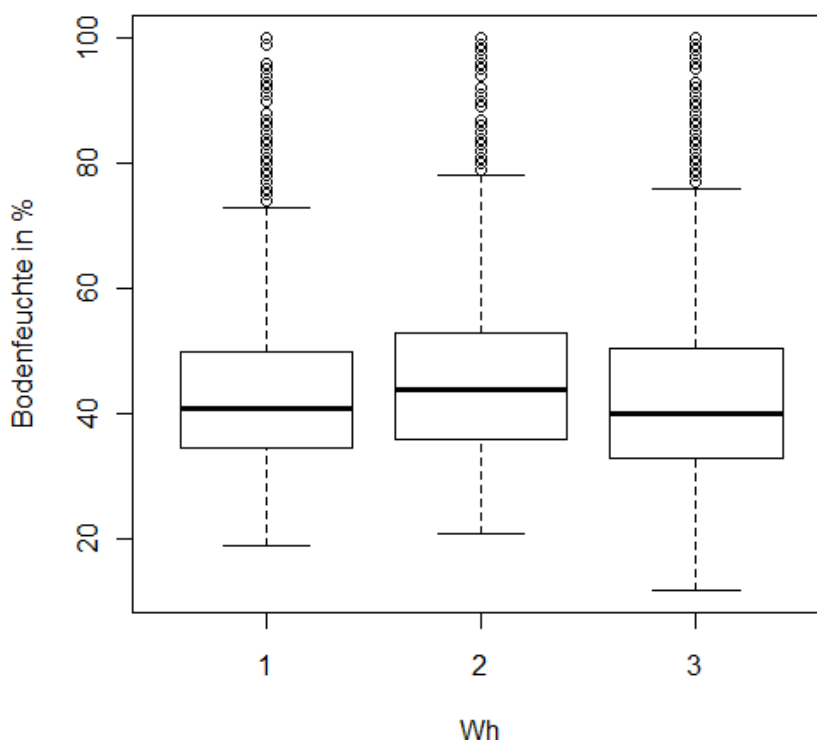
### Boxplot Bodenfeuchte in % nach Bodenbearbeitung



**Abbildung 18:** Boxplot der durchschnittlichen Bodenfeuchtigkeit in % bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung: 1 konventionelle-, 2 reduzierte-, 3 minimierte Bodenbearbeitung, 4 Direktsaat

In diesem Boxplot wird die Bodenfeuchte bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung dargestellt. Die Art der Bewässerung, oder ob überhaupt bewässert wird, werden ausgeklammert. Durch einzelne Niederschlags- bzw. Bewässerungsereignisse gibt es Ausreißer bis zu 100 %. Die Lage des Medians und dessen Verteilung im Kasten, dieser enthält 50 % aller gemessenen Werte zeigt dass bei Direktsaat (4) konventioneller (1) und reduzierter Bodenbearbeitung (2) etwa gleich viele Messwerte über wie auch unter dem Median liegen. Bei minimierter Bodenbearbeitung (3) ist eine Schiefe nach oben hin (rechtsschief) zu erkennen. Die Antennen reichen bei reduzierter Bodenbearbeitung (2) am wenigsten ins Trockene, bei Direktsaat am weitesten.

### Boxplot Bodenfeuchte in % nach Wiederholung



**Abbildung 19:** Boxplotdarstellung der 3 Wiederholungen. Alle Bewässerungsvarianten sind gleichmäßig in den Varianten verteilt und werden berücksichtigt

Die Darstellung der 3 Wiederholungen zeigt sehr geringe Unterschiede. Der Median der 2. Wiederholung liegt höher, in der 3. Wiederholung wurden im Durchschnitt etwas mehr Trockenheit gemessen.

## Zusammenfassung Bodenfeuchte

Die Betrachtung aller Bewässerungssensoren über einen längeren Zeitraum ist sehr unübersichtlich. Daher wurden diese in Gruppen gleicher Bewässerung, oder gleicher Bodenbearbeitung oder gleicher Bodenbearbeitung und Bewässerung geteilt. Bei Tropfberegnung sind die Wassergehaltsunterschiede über den Zeitraum am geringsten, in den unbewässerten Varianten ist der Wassergehalt niedriger als in den bewässerten Varianten. Bei Wassergehaltswerte bei Rohrnetzbergnung streuen weiter als bei Tropfberegnung oder keiner Beregnung. Bei Beregnung mit einem Auslegerstativ ist die Streuung im Bodenwassergehalt von allen Bewässerungsvarianten am größten ohne Ausreißer zu zeigen.

In weiteren Untersuchungen ist in den Folgejahren der Durchwurzelungsraum bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung zu untersuchen. Die Einbautiefe der Plantcare-Sensoren kann sich dann in Folge verändern.