



# Schlussbericht zum Thema

**Erforschung des Potentials, das  
perennierender Weizen in  
Deutschland bietet**

**FKZ: 2815OE065**

**Projektnehmer: Öko-  
BeratungsGesellschaft mbH**

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung  
und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des  
Deutschen Bundestages im Rahmen des  
Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere  
Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖLN-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in Bonn in die Praxis umgesetzt. Das Programm untergliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder, den Forschungs- und den Informationsbereich.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter  
[www.bundesprogramm.de](http://www.bundesprogramm.de)

**Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:**

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung  
Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft  
Deichmanns Aue 29  
53179 Bonn  
Tel: 0228-6845-3280  
E-Mail: [boeln@ble.de](mailto:boeln@ble.de)



Öko-Beratungs Gesellschaft mbH, Eichethof 1, 85411 Hohenkammer,  
Tel. 08137/6372-900, Fax 08137/6372-919, e-mail: [info@naturland-beratung.de](mailto:info@naturland-beratung.de)

## Erforschung des Potentials, das perennierender Weizen in Deutschland bietet (PWeizen)

FKZ 2815OE065

Laufzeit 01.10.2017 – 30.09.2020

Schlussbericht

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
und andere Formen nachhaltiger  
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Kurzfassung

Erforschung des Potentials, das perennierender Weizen in Deutschland bietet (PWeizen)

Werner Vogt-Kaute, Lukas Vogt

Öko-BeratungsGesellschaft mbH, Eichethof 1, 85411 Hohenkammer

e-mail: [info@naturland-beratung.de](mailto:info@naturland-beratung.de)

Im Projekt „Erforschung des Potentials, das perennierender Weizen in Deutschland bietet“ wurden auf drei marginalen Standorten in Bayern im Herbst 2017 fünf Zuchtlinien von ausdauernden Weizen (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) und als Vergleich zwei einjährige Weizensorten gesät. In weitere Parzellen wurden zusätzlich Weißklee und Erdklee als Untersaat eingesät. Die drei Standorte sind aufgrund schlechter Bodenqualität nur bedingt für den Anbau von Weizen geeignet. Durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung und die hohe Wurzelmasse besteht die Annahme, dass Humus auch in tieferen Bodenschichten aufgebaut wird. Im Herbst kann der Wiederaufwuchs wie eine Zwischenfrucht genutzt werden. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind schlecht bewirtschaftbare Flächen, z.B. aufgrund ihrer Form, Erosionsschutzstreifen und Permakultursysteme.

Im ersten Standjahr wurden Erträge erzielt, die nur knapp unter den einjährigen Sorten lagen. Durch die trockenen Witterungsbedingungen war der Wiederaustrieb im Herbst schwächer als in den Vorversuchen. Die Erträge ließen im zweiten Jahr deutlich nach. Im dritten Standjahr waren die Erträge zu schwach, so dass ein Umbruch nach dem zweiten Standjahr unter diesen Klimabedingungen notwendig ist. Eine Untersaat mit einem niedrig wachsenden Klee ist unbedingt zu empfehlen, da sonst zu starke Probleme mit Verunkrautung auftreten. Im Laufe des Projektes konnte Saatgut an Landwirte und an Versuchsansteller in Luxemburg und Österreich abgegeben werden. Es konnte gezeigt werden, dass der Anbau von ausdauerndem Weizen (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) eine ökologisch interessante Option für marginale Standorte ist.

## Abstract

In the project „research on potentials of perennial wheat in Germany“ five breeding lines of perennial wheat (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) and two annual wheat varieties were sown on three locations with bad soils in Bavaria. In additional plots white clover and *trifolium subterraneum* were sown as a cover crop. The three location do not offer good conditions for wheat production because of bad soil quality. Absence of soil tillage and high amount of root mass cause the assumption that organic matter can be built in up in deeper soil horizons, too. The re-growth in autumn can be used as an intercrop. Chances for use are fields being difficult to work on, e.g. due to their shape, stripes against erosion and systems of permanent agriculture.

In the first year yields almost reached amounts of annual wheat. Re-growth in autumn was weaker than in pre-trials because of dry weather. In the second year yields were worse. In the third year yields were so bad that it is necessary to stop cultivation after the second year under these climatic conditions. A cover crop with a small size clover can be recommended because otherwise weeds would be too strong. During the project we could give seeds to some farmers and researchers in Luxembourg and Austria. We could show that cultivation of perennial wheat (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) is an interesting option for location with bad soils.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einführung
- 1.1. Gegenstand des Vorhabens
- 1.2. Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen
- 1.3. Planung und Ablauf des Projektes
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde
3. Material und Methoden
4. Darstellung der wichtigsten Ergebnisse
5. Diskussion der Ergebnisse
6. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse
7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen.  
Weiterführende Fragestellungen
8. Zusammenfassung
9. Literaturverzeichnis
10. Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

## 1. Einführung

### 1.1. Gegenstand des Vorhabens

Ziel des vorliegenden Vorhabens war es, das Potenzial zu erforschen, welches perennierender Weizen auch für den Anbau in Deutschland, insbesondere unter weniger günstigen Standortbedingungen bietet. Dazu wurde vorhandenes Zuchtmaterial von Stephen Jones, Washington State University (USA) verwendet. Es handelte sich um Kreuzungen von *triticum aestivum* x *thinopyrum intermedium*. Verschieden Ramsche wurden vom Antragsteller in den Jahren 2012 bis 2015 vorselektiert. Fünf weizenähnliche Linien wurden hochvermehrt. Diese fünf Linien und zwei einjährige Sorten wurden drei Jahre lang an drei langjährig ökologisch wirtschaftenden Betrieben angebaut und beschrieben. Daneben wurde das Anbausystem ohne Untersaat mit zwei Untersaaten verglichen.

### 1.2. Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen

Es war das Ziel fünf Zuchtlinien ausdauernden Weizens mit einjährigen Sorten zu vergleichen und Anbausysteme zu erarbeiten. Förderpolitische Ziele waren die Züchtung von Pflanzenarten mit geringer Anbaubedeutung, die Erweiterung der Pflanzenpalette, die Nutzung von pflanzengenetischen Ressourcen, die Steigerung des Flächenertrages (Gesamtbiomasse) und die Entwicklung von nachhaltigen Systemen.

### 1.3. Planung und Ablauf des Projektes

Die Versuche wurden auf drei langjährig ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit unterschiedlichen Standortbedingungen in Bayern durchgeführt. Die Standorte Dittlofsroda und Schwebheim liegen in Unterfranken, das sich durch geringe Niederschlagsmengen auszeichnet. Während in Schwebheim auf dem sandigen Boden kein Weizen angebaut wird, kann in Dittlofsroda Futterweizen angebaut werden. Pforzen liegt im regenreichen Schwaben und bringt wie Dittlofsroda für Backweizen oft zu niedrige Qualitäten. Die Versuche wurden im Herbst 2017 ausgesät und dreimal geerntet.

## 2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Versuche mit ausdauerndem Weizen hatten zum Beginn dieses Projektes in Deutschland noch nicht stattgefunden. Im internationalen Vergleich liegen die Schwerpunkte der Forschung in Nordamerika, Russland und Australien. Dabei wurde in vielen Versuchen mit Kernza gearbeitet, das vom Kansas Land Institut aus reinem *thinopyrum intermedium* selektiert wurde. In Europa fanden wenige Versuche statt. An der Universität Upsala fanden

überwiegend Versuche zur Aussaatzeit von Kernza statt. 2018 begann die BOKU in Wien mit Arbeiten mit ähnlichen Kreuzungen der Washington State University. Ebenso fanden in diesem Zeitraum Versuche in Slowenien bei der Züchtungsfirma RGA statt.

Durch seine bodenkonservierenden und ökologisch interessanten Eigenschaften eröffnet der ausdauernde Weizen Möglichkeiten für benachteiligte Gebiete, Grenzertragsstandorte, Naturschutzflächen und besonders erosionsgefährdete Gebiete. Die Literatur nenne verschiedene interessante und positive Eigenschaften des ausdauernden Weizens. Die perennierenden Weizenpflanzen haben ein tiefreichendes Wurzelsystem, wodurch es zu einer effektiven Wasser- und Nährstoffaufnahme kommt. Damit einher geht eine Erhöhung der organischen Substanz, Förderung der Bodenfauna, Verbesserung der Bodenstruktur und somit eine positive Beeinflussung der Bodenfruchtbarkeit (Wade et al. 2005). Die Biologische Vielfalt kann durch den ganzjährigen Bewuchs, sowie durch die geringere Bewirtschaftungsintensität erheblich verbessert werden (Glover & Reganold 2010). Zudem führt die dauerhafte Bodenbedeckung über mehrere Jahre zu einer beträchtlichen Reduktion der Wasser- und Winderosion (Scheinost et al. 2001). Durch den Anbau von perennierendem Weizen kommt es infolge der damit einhergehenden Bodenruhe und der sehr intensiven Bodendurchwurzelung zu einer erhöhten Kohlenstoffanreicherung im Boden, welche positiv im Hinblick auf die Klimaschutzziele auswirkt (Landzettel 2015, Glover & Reganold 2010).

### 3. Material und Methoden

Die Versuche wurden im Oktober 2017 auf den drei Standorten ausgesät. Es wurden die fünf Zuchtlinien P1 bis P5, eine Mischung aus den fünf Zuchtlinien und die beiden einjährigen Weizensorten Capo und Livius ausgesät. Capo wurde als robuste Sorte ausgewählt, die zu den schwierigen Standorten passen könnte. Die Sorte Livius repräsentiert eine neue ertragsstarke Futterweizensorte. Im Versuch der Anbausysteme wurde die Aussaat ohne Untersaat und mit den Untersaaten Weißklee (Sorte Hebe) und Erdklee vorgenommen. Die Untersaaten erfolgten im April 2018. Der Erdklee musste 2019 nachgesät werden. Die Versuche wurden mit einer Parzellengröße von 4 Meter x 1,60 Meter in drei Wiederholungen mit einem Reihenabstand von 40 cm angelegt. Die Versuche wurden während der Projektlaufzeit nicht gedüngt.

Im November 2017 wurde der Feldaufgang bestimmt. Im Laufe der Vegetation 2018 wurden Krankheiten boniert, Wuchshöhe und BBCH-Stadium zu einem Zeitpunkt bestimmt. Im Sommer und Herbst 2018 wurden der Kornertrag und die Frischmasse des Wiederaustriebes bestimmt. Die gleichen Bonituren erfolgten 2019, wobei es bei den Krankheiten keine Auffälligkeiten gab. 2020 wurde aufgrund der schwachen Bestände nur der Kornertrag bestimmt. Das Erntegut der Ernte 2018 wurde auf seine Backfähigkeit (Rohprotein, Fallzahl, Sedimentationswert, Feuchtkleber) untersucht. Triebkraft wurden von den Proben der Ernte 2018 und 2019 und etwas Ausgangsmaterial erhoben, soweit genug Erntegut vorhanden war.



## Versuchsstandorte

Die Aussaat der verschiedenen Weizenlinien erfolgte an drei Versuchsstandorten, die alle langjährig ökologisch bewirtschaftet werden. Der Versuchsstandort Dittlofsroda liegt auf 300 Meter Höhe über NN und weist Buntsandsteinböden mit 35 bis 50 Bodenpunkten auf. Die Universität Trier charakterisierte den Boden als Braunerde aus Lößlehm mit einem pH-Wert von 4,6. In der Standard-Bodenuntersuchung des ganzen Ackers lagen die Werte bei pH 5,5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bei 11 mg und K<sub>2</sub>O bei 10 mg. Der Versuchsstandort Schwebheim befindet sich in 220 Meter Höhe über NN. Der Boden ist sandig und hat durchschnittlich 20 Bodenpunkte. Bei der letzten Bodenuntersuchung 2015 betrug der pH-Wert 7,4. Die Phosphatgehalt war mit 9 mg niedrig und der Kaligehalt mit 19 mg pro 100 g Boden im optimalen Bereich. Von der Universität Trier wurde 2018 ein pH-Wert von 6,6 bestimmt und der Boden in Schwebheim als Gley-Braunerde aus fluviatilen Sedimenten charakterisiert. Der Versuchsstandort Pforzen liegt auf 660 Meter über NN und weißt sich durch lehmige Böden mit 50 Bodenpunkten aus. Der Boden in Pforzen wurde 2019 als skelettreiche Braunerde aus Schotterverwitterung bestimmt. Der pH-Wert betrug 5,4.

## Temperatur

Die durchschnittliche Jahrestemperatur in 2m Höhe über dem Boden betrug in Steinfeld 2017 9,93°C, 2018 11,09 °C und 2019 10,58°C. Die durchschnittliche Jahrestemperatur betrug in Schwarzenau 2017 10,26°C, 2018 11,52 °C und 2019 11,0°C. Die durchschnittliche Jahrestemperatur betrug in Kirchheim in Schwaben 2017 9,11°C, 2018 10,05 °C und 2019 9,61°C.

Tab. 1: Temperatur 2m über Bodenhöhe in [°C]; Für jeden der 3 Standorte wurde eine nahegelegene LfL-Wettermessstation ausgewählt

Jahr	Monat	Steinfeld (Für Dittlofsroda)	Schwarzenau (Für Schwebheim)	Kirchheim (Für Pforzen)
2017	10	10,9	11,2	10,3
	11	4,8	5,1	4,2
	12	2,6	2,8	1,1
2018	1	4,5	5,0	4,0
	2	-1,8	-1,4	-3,0
	3	3,2	3,8	2,9
	4	13,3	13,5	12,6
	5	17,0	17,6	15,3
	6	19,0	19,3	17,3
	7	21,2	21,5	19,3
	8	20,8	21,1	19,8
	9	15,3	15,8	15,2
	10	10,6	11,0	9,8

	11	5,1	5,8	3,9
	12	3,8	4,4	2,6
2019	1	0,7	1,2	-1,0
	2	3,2	3,0	2,7
	3	7,1	7,4	6,0
	4	10,7	11,3	9,1
	5	11,5	11,8	10,2
	6	19,9	20,6	19,0
	7	20,0	20,7	19,0
	8	19,7	20,0	18,4
	9	14,4	15,0	13,5
	10	11,0	11,4	10,7
	11	5,2	5,9	4,3
	12	3,1	3,5	2,2
2020	1	3,0	3,1	2,1
	2	5,3	5,9	5,1
	3	6,2	6,5	4,7
	4	11,5	11,4	10,8
	5	12,8	13,2	12,0
	6	17,1	17,6	15,7
	7	18,8	19,5	18,5
	8	20,5	21,2	18,26

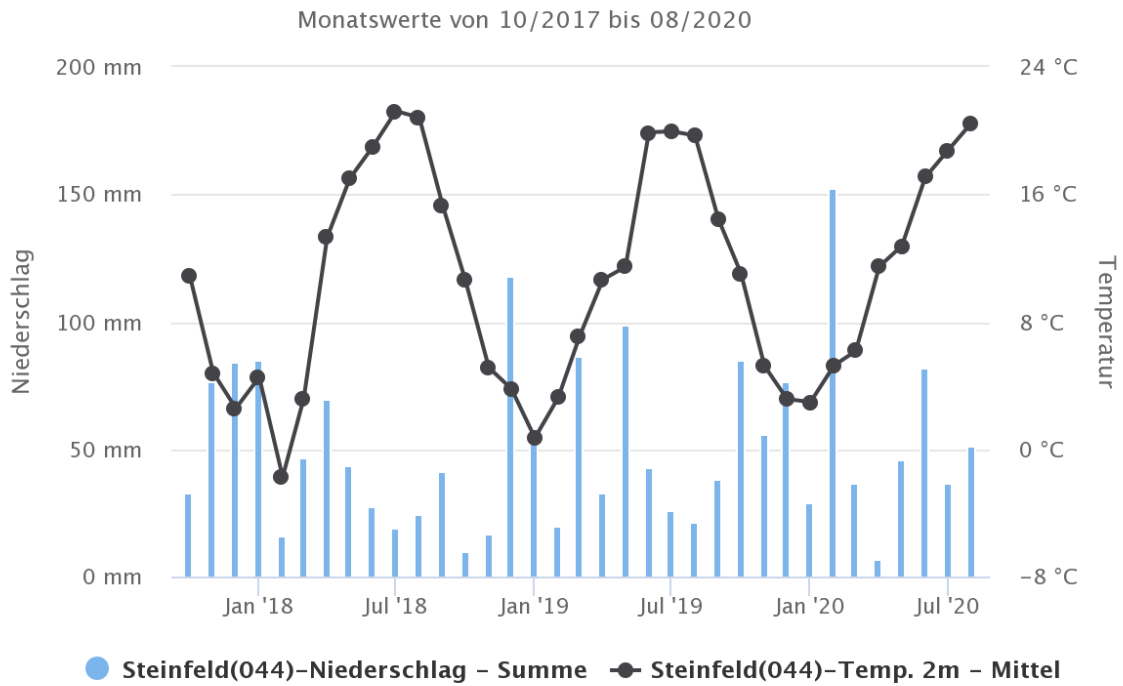
### Niederschlag

Die Summe des Jahresniederschlag betrug in Steinfeld 2017 738 mm, 2018 520 mm und 2019 642 mm. Der Jahresniederschlag betrug in Schwarzenau 2017 654 mm, 2018 469 mm und 2019 540 mm. Der Jahresniederschlag betrug in Kirchheim in Schwaben 2017 832 mm, 2018 608 mm und 2019 685 mm. 2020 sind bis Ende August bisher in Steinfeld 442 mm, in Schwarzenau 353 mm und Kirchheim in Schwaben 583 mm an Niederschlägen gefallen.

Tab. 2: Niederschlag in [mm]; Für jeden der 3 Standorte wurde eine nahegelegene LfL-Wettermessstation ausgewählt

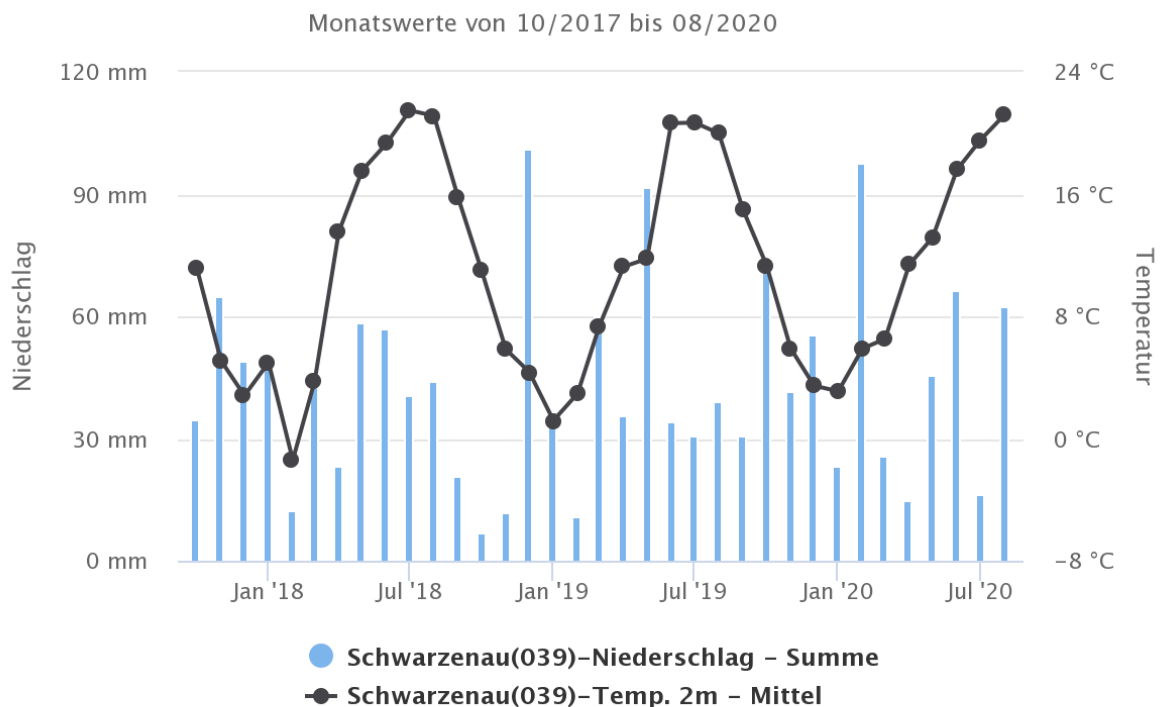
Jahr	Monat	Steinfeld (Für Dittlofsroda)	Schwarzenau (Für Schwebheim)	Kirchheim (Für Pforzen)
2017	10	32,7	34,7	53,2
	11	76,7	64,9	69,6
	12	84,2	49,2	57,2
2018	1	84,8	48,5	93,9
	2	16,2	12,5	48,3
	3	46,6	43,1	24,7
	4	70	23,4	15,6
	5	43,9	58,6	95,3

	6	27,8	57,2	48,2
	7	19,5	40,6	50,4
	8	24,8	44,2	23,1
	9	41,7	20,7	63,4
	10	10,1	6,9	54
	11	16,5	11,9	16,3
	12	117,8	101,4	74,8
	1	56,7	35,6	63,9
	2	19,9	10,7	18,7
	3	86,7	59,9	49,3
	4	32,9	35,8	25,1
	5	99	91,8	128,2
2019	6	42,8	34,1	32,4
	7	26,4	30,8	98,6
	8	21,6	39,4	84,8
	9	38,1	30,5	44,4
	10	84,9	74,1	73
	11	55,7	41,6	38,5
	12	77	55,6	28,1
	1	29,0	23,3	23,7
	2	152,7	97,8	103,8
	3	36,8	25,7	35,8
2020	4	7,2	15,1	15,6
	5	45,9	45,6	37,7
	6	82,2	66,5	167,2
	7	36,5	16,2	73,3
	8	51,6	62,4	125,9



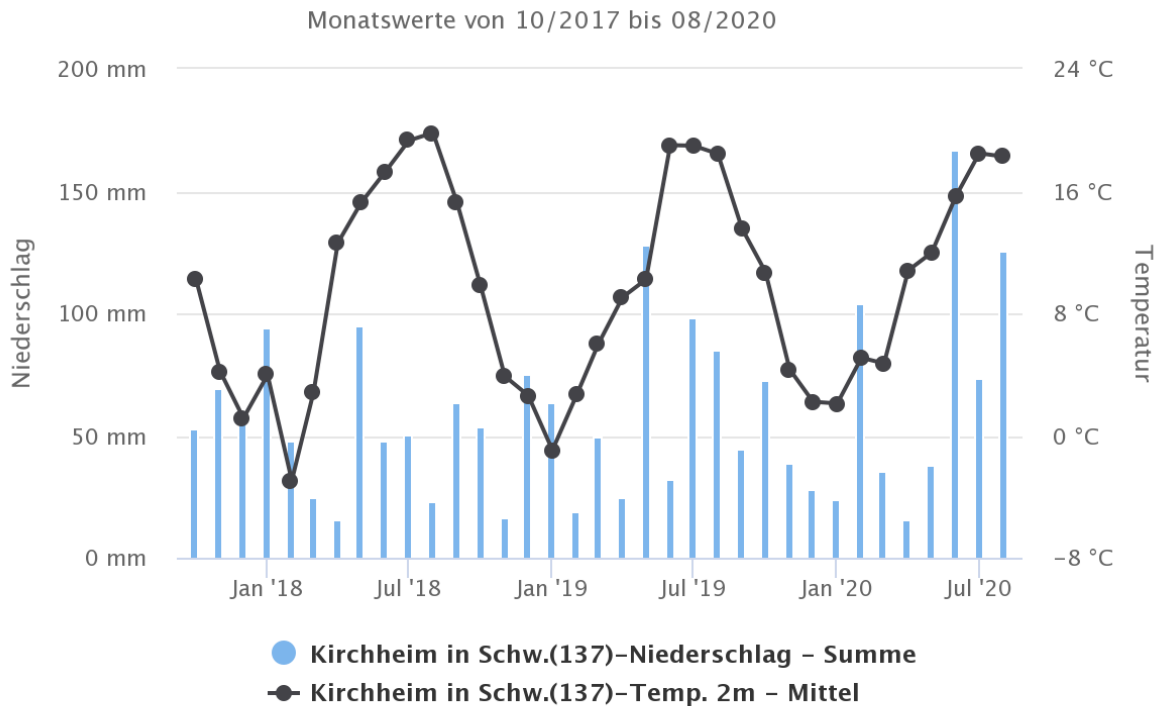
Quelle: Agrarmeteorologie Bayern

Abb. 1: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] in 2m über Bodenhöhe in Steinfeld von Oktober 2018 bis August 2020



Quelle: Agrarmeteorologie Bayern

Abb. 2: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] in 2m über Bodenhöhe in Schwarzenau von Oktober 2018 bis August 2020



Quelle: Agrarmeteorologie Bayern

Abb. 3: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] in 2m über Bodenhöhe in Kirchheim in Schwaben von Oktober 2018 bis August 2020

#### 4. Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

##### Feldaufgang 2017

Die Bonitur Ergebnisse des Feldaufgangs 2017 aller 24 Parzellen (3 pro Linie; n pro Standort=24) wurden pro Standort mit denen der jeweils anderen beiden Standorte verglichen. Beim statistischen Vergleich der 24 Messwerte eines Standorts mit den 24 Messwerten der jeweils anderen Standorte, konnten höchst signifikante Unterschiede in der Anzahl der aufgegangenen Pflanzen zwischen den Standorten festgestellt werden (ANOVA;  $p < 0,001$ ). Der Standort Pforzen ist von beiden Standorten höchst signifikant unterschiedlich (TukeyHSD;  $p < 0,001$ ). Zwischen den Standorten Dittlofsroda und Schwebheim herrschen keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ).

Tab. 3: Ergebnisse der Bonitur des Feldaufgangs am 15.11.2017 am Versuchsstandort Dittlofsroda, am 17.11.2017 in Pforzen und am 21.12.2017 in Schwebheim. Die Pflanzenindividuen jeder Linie wurden im mittleren Meter jeder der vier Reihen einer Parzelle gezählt. Jede Parzelle besteht aus 4 Reihen und stellt deren Summe dar. Die Mittelwerte ( $\pm$ Standardabweichung) wurden aus den jeweils drei Parzellen pro Linie und Standort berechnet.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
P1	143 ( $\pm 10$ )	179 ( $\pm 13$ )	156 ( $\pm 20$ )
P2	139 ( $\pm 15$ )	183 ( $\pm 21$ )	123 ( $\pm 23$ )
P3	115 ( $\pm 23$ )	184 ( $\pm 30$ )	144 ( $\pm 21$ )
P4	136 ( $\pm 17$ )	167 ( $\pm 23$ )	135 ( $\pm 21$ )
P5	151 ( $\pm 23$ )	197 ( $\pm 24$ )	148 ( $\pm 26$ )
P1-5	144 ( $\pm 10$ )	182 ( $\pm 22$ )	156 ( $\pm 20$ )
Capo	130 ( $\pm 13$ )	188 ( $\pm 10$ )	175 ( $\pm 42$ )
Livius	131 ( $\pm 17$ )	163 ( $\pm 17$ )	134 ( $\pm 36$ )

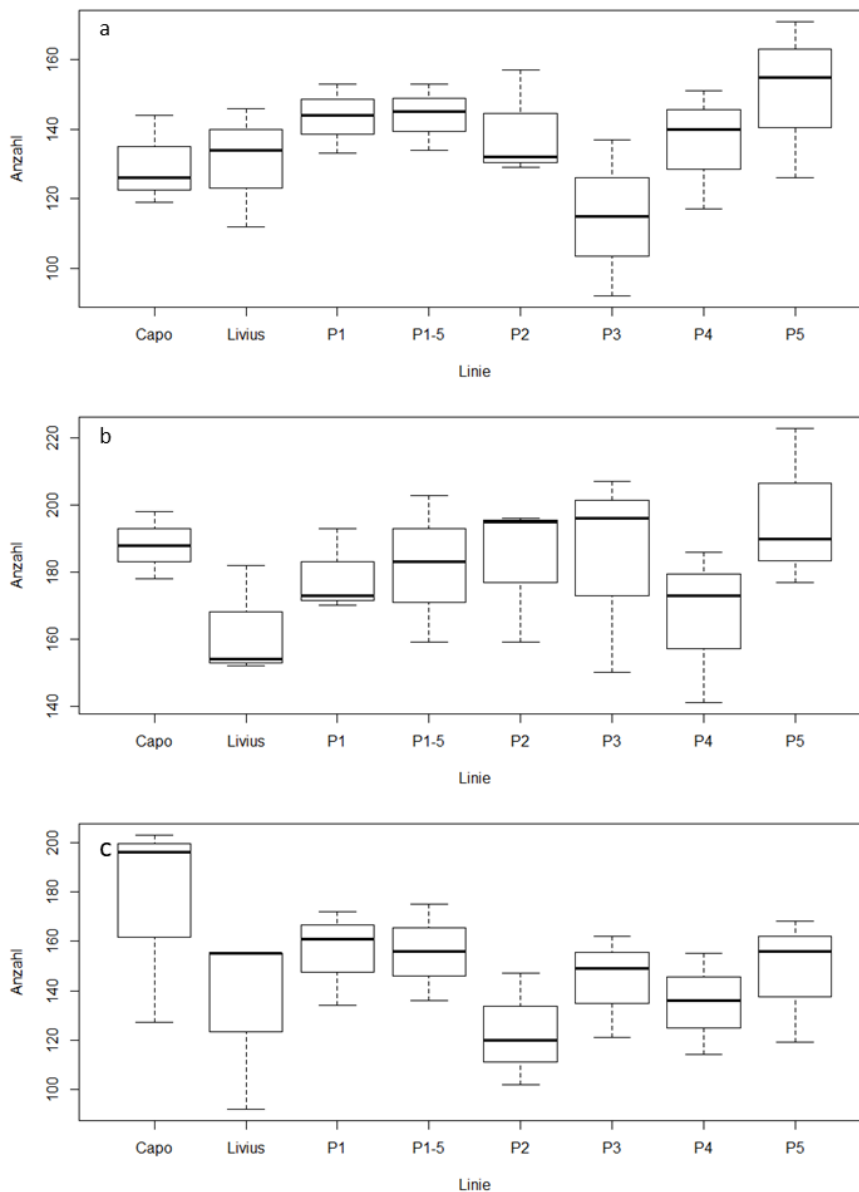


Abb. 4: Vergleich Feldaufgang aller Linien an den Versuchsstandorten Dittlofsroda (1a), Pforzen (1b) und Schwebheim (1c)

#### Krankheitsbonituren 2018

Tab. 4: Mittelwert ( $\pm$ Standardabweichung) der Krankheitsbonituren an den drei Standorten. In Dittlofsroda und Schwebheim ist vor allem Braunrost aufgetreten. In Pforzen hingegen Spelzenbräune. Die Bonituren fanden am 10.07.2018 in Pforzen, am 20.06.2018 in Dittlofsroda und am 22.06.2018 in Schwebheim statt. Boniturnoten von 1 (Kein Befall) bis 9 (Völlig befallen). P1-5 wurde nicht aufgeführt, da kein homogenes Boniturergebnis in der Mischung erreicht werden konnte.

Linie	Dittlofsroda Braunrost	Schwebheim Braunrost	Pforzen Spelzenbräune
-------	---------------------------	-------------------------	--------------------------

P1	2,7 ( $\pm 1,2$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )	5,0 ( $\pm 0,0$ )
P2	7,0 ( $\pm 1,7$ )	8,3 ( $\pm 0,6$ )	8,0 ( $\pm 0,0$ )
P3	1,0 ( $\pm 0,0$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )	5,3 ( $\pm 0,6$ )
P4	7,7 ( $\pm 1,2$ )	7,3 ( $\pm 1,2$ )	5,0 ( $\pm 0,0$ )
P5	5,7 ( $\pm 1,2$ )	7,7 ( $\pm 0,6$ )	4,3 ( $\pm 0,6$ )
Capo	1,3 ( $\pm 0,6$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )	3,0 ( $\pm 0,0$ )
Livius	2,3 ( $\pm 0,6$ )	3,0 ( $\pm 0,0$ )	4,0 ( $\pm 0,0$ )

Tab. 5: Mittelwert ( $\pm$ Standardabweichung) der DTR-Bonitur. Die Bonituren fanden am 27.05.2018 in Dittlofsroda, am 07.06.2018 in Pforzen und am 28.05.2018 in Schwebheim statt. Boniturnoten von 1 (Kein Befall) bis 9 (Völliger Befall).

Linie	Dittlofsroda	Schwebheim	Pforzen
P1	2,7 ( $\pm 0,6$ )	2,7 ( $\pm 0,6$ )	3,3 ( $\pm 0,6$ )
P2	3,3 ( $\pm 0,6$ )	2,0 ( $\pm 0,0$ )	2,3 ( $\pm 0,6$ )
P3	1,7 ( $\pm 0,6$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )	2,0 ( $\pm 0,0$ )
P4	2,0 ( $\pm 0,0$ )	1,7 ( $\pm 0,6$ )	2,0 ( $\pm 0,0$ )
P5	2,0 ( $\pm 0,0$ )	2,0 ( $\pm 0,0$ )	3,0 ( $\pm 1,0$ )
P 1-5	2,0 ( $\pm 0,0$ )	2,7 ( $\pm 0,6$ )	2,0 ( $\pm 0,0$ )
Capo	2,0 ( $\pm 0,0$ )	2,3 ( $\pm 0,6$ )	2,3 ( $\pm 0,6$ )
Livius	2,0 ( $\pm 0,0$ )	2,3 ( $\pm 0,6$ )	2,3 ( $\pm 0,6$ )

#### Wuchshöhe und BBCH-Code 2018

Tab. 6: Mittelwert ( $\pm$ Standardabweichung) der Bonitur der Wuchshöhe [cm] und des BBCH am 27.05.2018 in Dittlofsroda, am 07.06.2018 in Pforzen und am 28.05.2018 in Schwebheim.

Parzelle	Dittlofsroda		Pforzen		Schwebheim	
	Wuchshöhe	BBCH-Code	Wuchshöhe	BBCH-Code	Wuchshöhe	BBCH-Code
P1	79 ( $\pm 3$ )	59 ( $\pm 0$ )	98 ( $\pm 2$ )	69 ( $\pm 0$ )	76 ( $\pm 5$ )	64 ( $\pm 2$ )
P2	70 ( $\pm 5$ )	56 ( $\pm 0$ )	76 ( $\pm 5$ )	66 ( $\pm 2$ )	54 ( $\pm 9$ )	59 ( $\pm 2$ )
P3	67 ( $\pm 5$ )	52 ( $\pm 1$ )	81 ( $\pm 2$ )	64 ( $\pm 5$ )	60 ( $\pm 3$ )	53 ( $\pm 4$ )
P4	89 ( $\pm 10$ )	56 ( $\pm 3$ )	111 ( $\pm 5$ )	65 ( $\pm 0$ )	71 ( $\pm 12$ )	58 ( $\pm 3$ )
P5	67 ( $\pm 7$ )	51 ( $\pm 0$ )	82 ( $\pm 4$ )	64 ( $\pm 2$ )	55 ( $\pm 9$ )	52 ( $\pm 3$ )
P1-5	75 ( $\pm 6$ )	54 ( $\pm 1$ )	83 ( $\pm 6$ )	66 ( $\pm 2$ )	57 ( $\pm 3$ )	56 ( $\pm 3$ )
Capo	69 ( $\pm 17$ )	56 ( $\pm 5$ )	87 ( $\pm 5$ )	68 ( $\pm 2$ )	64 ( $\pm 5$ )	60 ( $\pm 2$ )
Livius	61 ( $\pm 14$ )	51 ( $\pm 3$ )	70 ( $\pm 6$ )	64 ( $\pm 2$ )	52 ( $\pm 3$ )	51 ( $\pm 2$ )

#### Absoluter Ertrag 2018

Tab. 7: Durchschnittlicher Ertrag [dt ha<sup>-1</sup>] pro Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus den 24 Parzellen pro Standort errechnet.

	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
--	--------------	---------	------------



Ertrag	13,5	17,5	12,4
Standardabweichung	5,6	2,9	4,5

Tab. 8: Durchschnittlicher absoluter Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Sorte und Standort. Der Mittelwert ( $\pm$ Standardabweichung) aller Standorte beziehen sich auf den Durchschnitt aller 9 Parzellen aller Standorte.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	14,1 ( $\pm$ 5,5)	18,2 ( $\pm$ 2,1)	12,2 ( $\pm$ 3,6)	14,8 ( $\pm$ 4,3)
P2	9,5 ( $\pm$ 4,2)	15,2 ( $\pm$ 2,1)	10,1 ( $\pm$ 1,0)	11,6 ( $\pm$ 3,6)
P3	6,4 ( $\pm$ 1,3)	12,9 ( $\pm$ 4,1)	6,9 ( $\pm$ 2,0)	8,8 ( $\pm$ 3,9)
P4	16,9 ( $\pm$ 4,5)	19,6 ( $\pm$ 1,8)	13,6 ( $\pm$ 5,1)	16,7 ( $\pm$ 4,4)
P5	16,5 ( $\pm$ 4,8)	19,8 ( $\pm$ 1,4)	12,3 ( $\pm$ 4,8)	16,2 ( $\pm$ 4,8)
P1-5	13,4 ( $\pm$ 1,8)	16,3 ( $\pm$ 0,3)	11,3 ( $\pm$ 1,8)	13,7 ( $\pm$ 2,5)
Capo	16,3 ( $\pm$ 7,2)	19,9 ( $\pm$ 0,4)	16,0 ( $\pm$ 6,1)	17,4 ( $\pm$ 5,1)
Livius	15,3 ( $\pm$ 8,0)	17,9 ( $\pm$ 1,4)	16,7 ( $\pm$ 4,7)	16,6 ( $\pm$ 4,8)

#### Sorteneffekt 2018

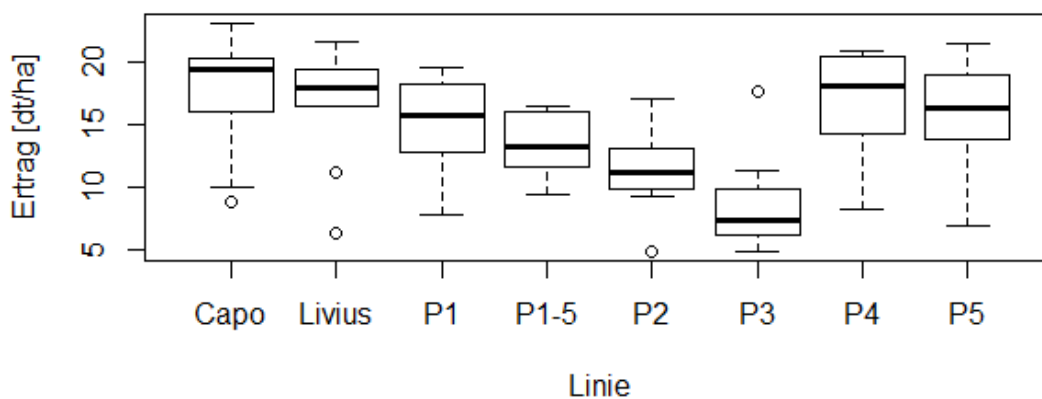


Abb. 5: Durchschnittlicher Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) aller Sorten im Jahr 2018. Der Mittelwert und die Standardabweichung einer Sorte wurden aus allen Parzellen aller Standorte berechnet

#### Relativer Ertrag 2018

Die Erträge an jedem Standort wurden für jeden Standort in Relativerträge umgerechnet, bezogen auf den durchschnittlichen Ertrag von Capo an dem jeweiligen Standort (Tab. 7). Die Gesamtheit aller Relativerträge an allen 3 Standorten wurde anschließend auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Capo ist hierbei von p2 signifikant unterschiedlich (TukeyHSD;  $p < 0,05$ ) und von p3 höchst signifikant unterschiedlich ( $p < 0,001$ ). Des Weiteren unterscheidet sich p3 von Livius und p4 höchst signifikant ( $p < 0,001$ ), von p5 hoch signifikant ( $p < 0,01$ ) und von p1 signifikant ( $p < 0,05$ ).

Tab. 9: Durchschnittlicher relativer Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) in [%] je Sorte und Standort bezogen auf den durchschnittlichen Ertrag der Linie Capo am jeweiligen Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung aller Standorte beziehen sich auf den Durchschnitt aller 9 Parzellen einer Linie bezogen auf den durchschnittlichen Ertrag aller 9 Capo-Parzellen.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	86 ( $\pm 34$ )	91 ( $\pm 11$ )	76 ( $\pm 22$ )	85 ( $\pm 22$ )
P2	58 ( $\pm 26$ )	76 ( $\pm 11$ )	63 ( $\pm 6$ )	66 ( $\pm 16$ )
P3	39 ( $\pm 8$ )	65 ( $\pm 21$ )	43 ( $\pm 13$ )	49 ( $\pm 17$ )
P4	103 ( $\pm 28$ )	98 ( $\pm 9$ )	85 ( $\pm 32$ )	95 ( $\pm 23$ )
P5	101 ( $\pm 30$ )	99 ( $\pm 7$ )	77 ( $\pm 30$ )	92 ( $\pm 24$ )
P1-5	82 ( $\pm 11$ )	82 ( $\pm 1$ )	70 ( $\pm 12$ )	78 ( $\pm 10$ )
Livius	94 ( $\pm 49$ )	90 ( $\pm 7$ )	104 ( $\pm 29$ )	96 ( $\pm 30$ )
Capo	100 ( $\pm 44$ )	100 ( $\pm 2$ )	100 ( $\pm 38$ )	100 ( $\pm 29$ )

#### Analyseergebnisse des Ernteguts 2018

Tab. 10: Analyseergebnisse von allen Linien an den drei Standorten. Analysiert wurden Rohprotein in der Trockensubstanz in [%], Einfach-Sedimentation in [ccm], Fallzahl in [sec] und Feuchtkleber in [%].

Standort	Linie	Rohprotein	Sedimentation	Fallzahl	Feuchtkleber
Dittlofsroda	P1	14,2	70	242	36
	P2	14,4	32	400	35,4
	P3	15,8	37	285	34,5
	P4	14,1	24	370	34,3
	P5	12,3	29	419	24,3
	Capo	14,9	69	385	33,3
	Livius	13,7	55	466	29,2
Schwebheim	P1	15,6	72	412	36,8
	P2	12,4	28	382	24,7

	P3	17,1	47	358	37,4
	P4	13,3	22	363	31,3
	P5	12,2	26	407	27,2
	Capo	14	69	398	31,2
	Livius	12,4	47	379	25,3
	P1	11,7	47	328	29,4
	P2	12,1	29	361	30,8
	P3	14,8	34	354	29,8
Pforzen	P4	12,3	17	367	26
	P5	11,2	26	371	22,2
	Capo	10,8	33	421	24,8
	Livius	11,5	48	392	22,8

#### Wiederaustrieb 2018

Tab. 11: Durchschnittlicher Ertrag des Wiederaustriebs in Frischmasse [dt ha<sup>-1</sup>] pro Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus den 24 Parzellen pro Standort errechnet.

	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Wiederaustrieb	4,3	9,0	0,9
Standardabweichung	8,4	13,1	1,4

Tab. 12: Durchschnittlicher Ertrag des Wiederaustriebs in Frischmasse ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Sorte und Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung beziehen sich auf den Durchschnitt aller 9 Parzellen aller Standorte.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	0,5 ( $\pm$ 0,2)	3,0 ( $\pm$ 1,4)	0,1 ( $\pm$ 0)	1,2 ( $\pm$ 1,6)
P2	0,3 ( $\pm$ 0,3)	0,4 ( $\pm$ 0,4)	0,1 ( $\pm$ 0)	0,3 ( $\pm$ 0,3)
P3	20,9 ( $\pm$ 9,6)	34,8 ( $\pm$ 7,0)	3,0 ( $\pm$ 1,5)	19,6 ( $\pm$ 15,0)
P4	0,4 ( $\pm$ 0,3)	1,3 ( $\pm$ 0,7)	0,1 ( $\pm$ 0)	0,6 ( $\pm$ 0,6)
P5	0,1 ( $\pm$ 0,2)	0,5 ( $\pm$ 0)	0,1 ( $\pm$ 0,1)	0,2 ( $\pm$ 0,2)
P1-5	3,9 ( $\pm$ 1,5)	14,0 ( $\pm$ 2,6)	2,2 ( $\pm$ 0,7)	6,7 ( $\pm$ 5,7)

Tab. 13: Mittelwert ( $\pm$ Standardabweichung) der Bonitur des Wiederaustriebs; Boniturnoten: 9 von 9: Perfekter Wiederaustrieb; 7 von 9: Guter Wiederaustrieb; 5 von 9: Normaler

Wiederaustrieb; 4 von 9: Schlechter bis normaler Wiederaustrieb; 3 von 9: Fast kein Wiederaustrieb; 1 von 9: Gar kein Wiederaustrieb

Parzelle	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
P1	3,0 ( $\pm 0,0$ )	2,3 ( $\pm 1,2$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )
P2	1,0 ( $\pm 0,0$ )	1,7 ( $\pm 1,2$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )
P3	9,0 ( $\pm 0,0$ )	9,0 ( $\pm 0,0$ )	5,0 ( $\pm 0,0$ )
P4	1,7 ( $\pm 1,2$ )	3,7 ( $\pm 2,3$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )
P5	1,7 ( $\pm 1,2$ )	1,7 ( $\pm 1,2$ )	1,0 ( $\pm 0,0$ )
P1-5	5,0 ( $\pm 0,0$ )	9,0 ( $\pm 0,0$ )	3,0 ( $\pm 0,0$ )
Hacke	3,3 ( $\pm 0,6$ )	9,0 ( $\pm 0,0$ )	4,3 ( $\pm 1,2$ )
Erdklee	3,3 ( $\pm 0,6$ )	7,0 ( $\pm 0,0$ )	5,0 ( $\pm 0,0$ )
Weißklee	4,0 ( $\pm 1,0$ )	7,0 ( $\pm 0,0$ )	3,7 ( $\pm 1,2$ )

#### Vergleich verschiedener Anbautechniken 2018

Zusätzlich zu den verschiedenen Linien wurden für die Linie p1-5 noch drei zusätzliche Anbaustrategien an jedem der drei Standort erprobt. Hierbei handelt es sich um eine Variante mit einer Erdkleeuntersaat, eine Variante mit einer Weißkleeuntersaat und eine weitere Hackvariante, welche identische Ergebnisse wie die normale p1-5 Parzelle liefern sollte. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Anbaustrategien (ANOVA;  $p = 0,68$ ), jedoch ein hoch signifikanter Unterschied zwischen den Standorten Dittlofsroda und Schwebheim (TukeyHSD;  $p < 0,01$ ) und zwischen Dittlofsroda und Pforzen (TukeyHSD;  $p < 0,01$ ) gefunden werden.

Tab. 14: Durchschnittlicher absoluter Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Anbaustrategie. Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus den 3 Parzellen pro Standort berechnet.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Hacke	11,8 ( $\pm 0,6$ )	15,4 ( $\pm 0,8$ )	16,5 ( $\pm 1,0$ )
Erdklee	11,1 ( $\pm 2,2$ )	14,0 ( $\pm 0,9$ )	15,3 ( $\pm 2,5$ )
Weißklee	12,2 ( $\pm 4,0$ )	15,1 ( $\pm 1,3$ )	17,0 ( $\pm 2,9$ )

Tab. 15: Durchschnittlicher Ertrag des Wiederaustriebs in Frischmasse ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Anbaustrategie. Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus den 3 Parzellen pro Standort berechnet.

Anbautechnik	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Hacke	2,1 ( $\pm 0,7$ )	7,4 ( $\pm 0,8$ )	4,6 ( $\pm 1,2$ )
Erdklee	2,9 ( $\pm 1,7$ )	6,1 ( $\pm 2,2$ )	6,1 ( $\pm 1,2$ )
Weißklee	3,9 ( $\pm 1,7$ )	5,3 ( $\pm 1,0$ )	3,1 ( $\pm 1,2$ )

#### Krankheitsbonituren 2019

Es konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden.

#### Wuchshöhe und BBCH-Code 2019

Tab. 16: Mittelwert ( $\pm$ Standardabweichung) der Bonitur der Wuchshöhe [cm] und des BBCH am 06.06.2019 in Dittlofsroda, am 16.06.2019 in Pforzen und am 07.06.2019 in Schwebheim.

Parzelle	Dittlofsroda		Pforzen		Schwebheim	
	Wuchshöhe	BBCH-Code	Wuchshöhe	BBCH-Code	Wuchshöhe	BBCH-Code
P1	95 ( $\pm 10$ )	60 ( $\pm 1$ )	87 ( $\pm 8$ )	64 ( $\pm 2$ )	55 ( $\pm 5$ )	57 ( $\pm 5$ )
P2	72 ( $\pm 11$ )	61 ( $\pm 0$ )	84 ( $\pm 14$ )	62 ( $\pm 3$ )	62 ( $\pm 16$ )	54 ( $\pm 6$ )
P3	89 ( $\pm 8$ )	59 ( $\pm 0$ )	72 ( $\pm 3$ )	59 ( $\pm 0$ )	80 ( $\pm 6$ )	58 ( $\pm 2$ )
P4	88 ( $\pm 13$ )	60 ( $\pm 1$ )	90 ( $\pm 5$ )	61 ( $\pm 0$ )	79 ( $\pm 6$ )	60 ( $\pm 1$ )
P5	67 ( $\pm 8$ )	57 ( $\pm 5$ )	77 ( $\pm 8$ )	58 ( $\pm 3$ )	62 ( $\pm 13$ )	50 ( $\pm 1$ )
P1-5	83 ( $\pm 11$ )	56 ( $\pm 5$ )	75 ( $\pm 5$ )	60 ( $\pm 1$ )	72 ( $\pm 10$ )	53 ( $\pm 3$ )
Capo	94 ( $\pm 7$ )	61 ( $\pm 0$ )	76 ( $\pm 2$ )	60 ( $\pm 1$ )	80 ( $\pm 20$ )	61 ( $\pm 0$ )
Livius	65 ( $\pm 10$ )	55 ( $\pm 0$ )	58 ( $\pm 3$ )	54 ( $\pm 2$ )	57 ( $\pm 18$ )	51 ( $\pm 0$ )

#### Absoluter Ertrag 2019

Tab. 17: Durchschnittlicher Ertrag 2019 [dt ha<sup>-1</sup>] pro Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus den 24 Parzellen pro Standort errechnet.

	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Ertrag	7,0	4,1	1,8
Standardabweichung	6,9	2,5	2,4

Tab. 18: Durchschnittlicher absoluter Ertrag 2019 ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Sorte und Standort.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	1,9 ( $\pm 1,8$ )	1,8 ( $\pm 1,2$ )	0,0 ( $\pm 0$ )	1,2 ( $\pm 1,4$ )
P2	3,1 ( $\pm 1,9$ )	0,7 ( $\pm 0,7$ )	0,1 ( $\pm 0,1$ )	1,3 ( $\pm 1,7$ )
P3	5,8 ( $\pm 2,4$ )	3,7 ( $\pm 2,2$ )	2,3 ( $\pm 0,4$ )	3,9 ( $\pm 2,3$ )
P4	5,0 ( $\pm 1,3$ )	3,0 ( $\pm 2,9$ )	0,3 ( $\pm 0,2$ )	2,8 ( $\pm 2,6$ )
P5	3,7 ( $\pm 2,1$ )	6,3 ( $\pm 2,8$ )	0,3 ( $\pm 0,4$ )	3,4 ( $\pm 3,2$ )

P1-5	5,6 ( $\pm 1,4$ )	5,3 ( $\pm 1,3$ )	1,2 ( $\pm 0,4$ )	4,1 ( $\pm 2,4$ )
Capo	18,7 ( $\pm 5,3$ )	8,4 ( $\pm 1,5$ )	5,7 ( $\pm 4,9$ )	10,9 ( $\pm 7,0$ )
Livius	22,5 ( $\pm 1,6$ )	5,3 ( $\pm 1,5$ )	4,5 ( $\pm 3,7$ )	10,8 ( $\pm 9,1$ )

#### Sorteneffekt 2019

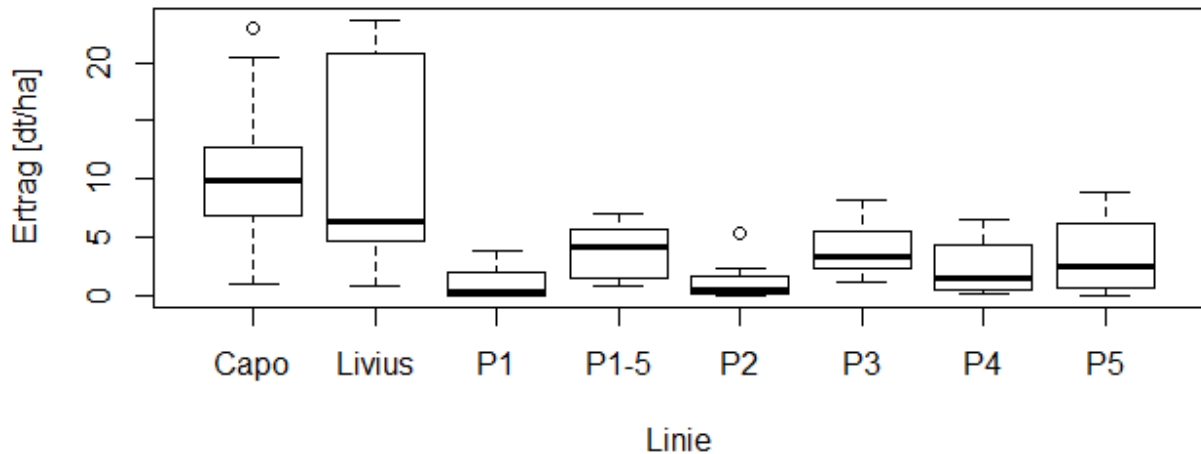


Abb. 6: Durchschnittlicher Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) aller Sorten im Jahr 2019. Der Mittelwert und die Standardabweichung einer Sorte wurden aus allen Parzellen aller Standorte berechnet

#### Relativer Ertrag 2019

Tab. 19: Durchschnittlicher relativer Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) in [%] je Sorte und Standort bezogen auf den durchschnittlichen Ertrag der Linie Capo am jeweiligen Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung aller Standorte beziehen sich auf den Durchschnitt aller 9 Parzellen einer Linie bezogen auf den durchschnittlichen Ertrag aller 9 Capo-Parzellen.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	10 ( $\pm 10$ )	21 ( $\pm 15$ )	0 ( $\pm 0$ )	10 ( $\pm 13$ )
P2	17 ( $\pm 10$ )	8 ( $\pm 9$ )	2 ( $\pm 1$ )	9 ( $\pm 9$ )
P3	31 ( $\pm 13$ )	44 ( $\pm 26$ )	40 ( $\pm 6$ )	38 ( $\pm 16$ )
P4	27 ( $\pm 7$ )	35 ( $\pm 35$ )	5 ( $\pm 3$ )	22 ( $\pm 22$ )
P5	20 ( $\pm 11$ )	75 ( $\pm 34$ )	5 ( $\pm 7$ )	33 ( $\pm 37$ )

P1-5	30 (±8)	64 (±16)	22 (±7)	38 (±21)
Livius	120 (±9)	63 (±18)	78 (±64)	87 (±42)
Capo	100 (±28)	100 (±18)	100 (±85)	100 (±46)

#### Analyseergebnisse des Ernteguts 2019

Tab. 20: Analyseergebnisse von allen Linien an den drei Standorten. Analysiert wurden Rohprotein in der Trockensubstanz in [%], Einfach-Sedimentation in [ccm], Fallzahl in [sec] und Feuchtkleber in [%].

Standort	Linie	Rohprotein	Sedimentation	Fallzahl	Feuchtkleber
Dittlofsroda	P6	16,1	48	355	42,1
	IPK	15,3	25	290	37,5
	P3	14,5	31	280	28,3
	P1-5	16,5	30	274	37,6
	Capo	12,6	45	250	28,0
Schwebheim	Capo	14,3	63	346	37,7
	P1-5	18,8	40	295	44,2
Pforzen	Capo	14,3	65	275	35,4
	P1-5	16,6	34	246	37,4

Tab. 21: Erster Teil der Ergebnisse des Triebkrafttests. Untersucht wurde Saatgut aus dem Jahr 2017 und Erntegut aus den Jahren 2018 und 2019. Wenn nicht genug Erntegut der einzelnen Standorte vorhanden war, wurden Mischproben aller Standorte gebildet. Ein [-] steht für 0%.

Erntejahr	Standort	Linie	TKG [g]	Auswuchs latent [%]	Auswuchs Deutlich [%]	Brauner Embryo [%]
2017	Mischprobe	P1	49,4	5	3	-
	Mischprobe	P2	43,5	3	-	-
	Mischprobe	P5	36,1	2	-	1
2018	Mischprobe	P1	44,8	2	-	1
	Mischprobe	P2	27,5	5	-	1
	Mischprobe	P3	29,6	11	-	2
	Mischprobe	P4	37,2	5	-	-
	Mischprobe	P5	32,1	7	-	1
	Mischprobe	P1-5	30,5	4	-	-
	Mischprobe	Livius	37,5	4	-	-
	Mischprobe	Capo	37,6	2	1	-
2019	Mischprobe	P6	28,7	2	-	-
	Mischprobe	IPK	26,8	-	-	4
	Mischprobe	P3	30,8	3	-	-
	Dittlofsroda	P1-5	30,1	4	-	2
	Dittlofsroda	Livius	34,7	9	-	-

Dittlofsroda	Capo	37,5	4	-	2
Schwebheim	Livius	25,4	12	-	2
Schwebheim	P1-5	16,2	10	-	2
Pforzen	Livius	32,9	12	-	-
Pforzen	P1-5	30,1	6	2	7

Tab. 22: Zweiter Teil der Ergebnisse des Triebkrafttests. Untersucht wurde Saatgut aus dem Jahr 2017 und Erntegut aus den Jahren 2018 und 2019. Wenn nicht genug Erntegut der einzelnen Standorte vorhanden war, wurden Mischproben aller Standorte gebildet. Ein [-] steht für 0%. „Nicht aufgelaufen“ steht für „Gekeimt, aber nicht aufgelaufen“.

Erntejahr	Standort	Linie	Triebkrafttest nach 14 bzw. 16 Tagen				gesund
			Nicht aufgelaufen	Aufgelaufen	davon erkrankt	davon anormal	
2017	Mischprobe	P1	11	89	2	1	86
	Mischprobe	P2	6	94	1	2	91
	Mischprobe	P5	5	95	1	2	92
2018	Mischprobe	P1	4	96	19	2	75
	Mischprobe	P2	2	98	37	-	61
	Mischprobe	P3	1	99	35	-	64
	Mischprobe	P4	5	95	39	-	56
	Mischprobe	P5	2	98	28	2	68
	Mischprobe	P1-5	2	98	36	-	62
	Mischprobe	Livius	0	100	3	-	97
	Mischprobe	Capo	4	96	37	-	59
	2019	Mischprobe	P6	6	94	3	1
Mischprobe		IPK	5	95	-	-	95
Mischprobe		P3	9	91	3	1	88
Dittlofsroda		P1-5	4	96	8	-	88
Dittlofsroda		Livius	8	92	4	1	88
Dittlofsroda		Capo	3	97	-	1	97
Schwebheim		Livius	4	96	-	-	96
Schwebheim		P1-5	4	96	-	-	96
Pforzen		Livius	6	94	13	2	81
Pforzen		P1-5	4	96	22	-	74

#### Wiederaustrieb 2019

Tab. 23: Durchschnittlicher Ertrag des Wiederaustriebs in Frischmasse [dt ha<sup>-1</sup>] pro Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus den 24 Parzellen pro Standort errechnet.

	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Wiederaustrieb	2,7	3,9	0,3



Standardabweichung	2,8	5,0	0,4
--------------------	-----	-----	-----

Tab. 24: Durchschnittlicher Ertrag des Wiederaustrieb 2019 in Frischmasse ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Sorte und Standort

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	0,05 ( $\pm$ 0,05)	0,16 ( $\pm$ 0,11)	0,02 ( $\pm$ 0,03)	0,07 ( $\pm$ 0,09)
P2	0,41 ( $\pm$ 0,38)	1,35 ( $\pm$ 0,74)	0 ( $\pm$ 0)	0,59 ( $\pm$ 0,73)
P3	5,73 ( $\pm$ 2,32)	8,31 ( $\pm$ 3,01)	0,17 ( $\pm$ 0,04)	4,74 ( $\pm$ 4,07)
P4	0,16 ( $\pm$ 0,18)	0,93 ( $\pm$ 0,42)	0,01 ( $\pm$ 0,01)	0,37 ( $\pm$ 0,48)
P5	0,24 ( $\pm$ 0,20)	0,51 ( $\pm$ 0,67)	0 ( $\pm$ 0)	0,25 ( $\pm$ 0,41)
P1-5	4,91 ( $\pm$ 1,39)	6,45 ( $\pm$ 1,95)	0,76 ( $\pm$ 0,81)	4,04 ( $\pm$ 2,84)

#### Vergleich verschiedener Anbautechniken 2019

Es konnten auch 2019 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Anbaustrategien (ANOVA;  $p = 0,28$ ), jedoch ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den Standorten Schwebheim und Dittlofsroda (TukeyHSD;  $p < 0,001$ ) und zwischen Schwebheim und Pforzen (TukeyHSD;  $p < 0,001$ ) gefunden werden.

Tab. 25: Durchschnittlicher absoluter Ertrag 2019 ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Anbautechnik

Anbautechnik	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Hacke	2,77 ( $\pm$ 1,77)	3,39 ( $\pm$ 1,57)	2,76 ( $\pm$ 0,58)
Erdklee	4,61 ( $\pm$ 0,84)	4,19 ( $\pm$ 1,04)	1,61 ( $\pm$ 0,73)
Weißklee	3,20 ( $\pm$ 0,86)	3,35 ( $\pm$ 0,50)	1,22 ( $\pm$ 0,48)

Tab. 26: Durchschnittlicher Ertrag des Wiederaustriebs 2019 in Frischmasse ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Anbautechnik

Anbautechnik	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Hacke	3,63 ( $\pm$ 3,64)	1,24 ( $\pm$ 0,62)	0,76 ( $\pm$ 0,26)
Erdklee	4,84 ( $\pm$ 3,02)	4,12 ( $\pm$ 0,74)	0,51 ( $\pm$ 0,14)
Weißklee	4,38 ( $\pm$ 2,05)	12,01 ( $\pm$ 10,13)	0,36 ( $\pm$ 0,11)

#### Krankheitsbonituren 2020

Es konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden.

#### Absoluter Ertrag 2020

Tab. 27: Durchschnittlicher Ertrag 2020 [dt ha<sup>-1</sup>] pro Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus den 24 Parzellen pro Standort errechnet.

	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Ertrag	2,46	0,9	1,1
Standardabweichung	5,09	1,9	2,3

Tab. 28: Durchschnittlicher absoluter Ertrag 2020 ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Sorte und Standort.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	0,15 ( $\pm$ 0,22)	0,11 ( $\pm$ 0,19)	0,04 ( $\pm$ 0,07)	0,10 ( $\pm$ 0,16)
P2	0,10 ( $\pm$ 0,10)	0,00 ( $\pm$ 0,00)	0,03 ( $\pm$ 0,03)	0,05 ( $\pm$ 0,07)
P3	0,48 ( $\pm$ 0,59)	0,18 ( $\pm$ 0,23)	0,19 ( $\pm$ 0,12)	0,28 ( $\pm$ 0,36)
P4	0,37 ( $\pm$ 0,39)	0,04 ( $\pm$ 0,07)	0,00 ( $\pm$ 0,00)	0,14 ( $\pm$ 0,26)
P5	0,17 ( $\pm$ 0,24)	0,03 ( $\pm$ 0,04)	0,05 ( $\pm$ 0,09)	0,08 ( $\pm$ 0,14)
P1-5	0,76 ( $\pm$ 0,39)	0,84 ( $\pm$ 1,26)	0,32 ( $\pm$ 0,24)	0,64 ( $\pm$ 0,71)
Capo	13,81 ( $\pm$ 5,52)	5,05 ( $\pm$ 2,75)	6,24 ( $\pm$ 1,53)	8,36 ( $\pm$ 5,20)
Livius	10,31 ( $\pm$ 5,90)	3,09 ( $\pm$ 3,21)	5,36 ( $\pm$ 1,07)	6,25 ( $\pm$ 4,67)

#### Sorteneffekt 2020

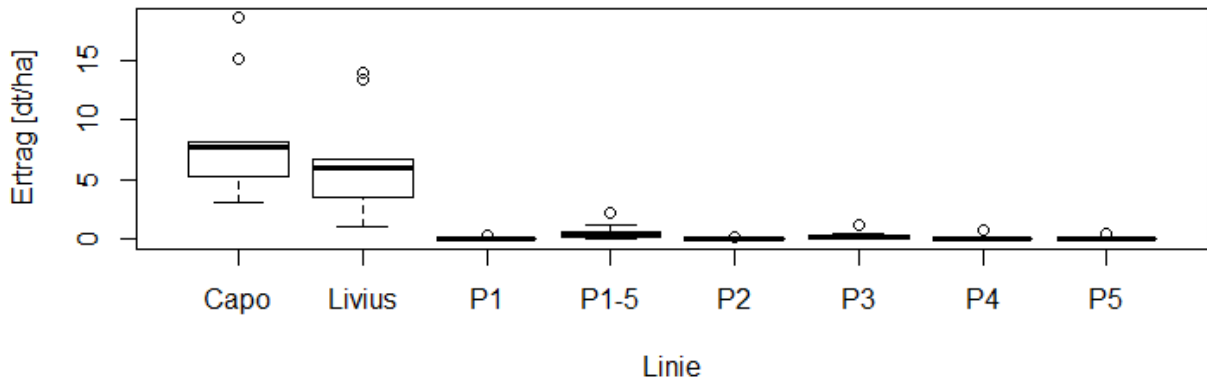


Abb. 7: Durchschnittlicher Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) aller Sorten im Jahr 2020. Der Mittelwert und die Standardabweichung einer Sorte wurden aus allen Parzellen aller Standorte berechnet.

#### Relativer Ertrag 2020

Tab. 29: Durchschnittlicher relativer Ertrag ( $\pm$ Standardabweichung) in [%] je Sorte und Standort bezogen auf den durchschnittlichen Ertrag der Linie Capo am jeweiligen Standort. Der Mittelwert und die Standardabweichung aller Standorte beziehen sich auf den Durchschnitt aller 9 Parzellen einer Linie bezogen auf den durchschnittlichen Ertrag aller 9 Capo-Parzellen.

Linie	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim	Alle Standorte
P1	1 ( $\pm$ 2)	2 ( $\pm$ 4)	1 ( $\pm$ 1)	1 ( $\pm$ 2)
P2	1 ( $\pm$ 1)	0 ( $\pm$ 0)	1 ( $\pm$ 0)	1 ( $\pm$ 1)
P3	3 ( $\pm$ 4)	3 ( $\pm$ 5)	3 ( $\pm$ 2)	3 ( $\pm$ 4)
P4	3 ( $\pm$ 3)	1 ( $\pm$ 1)	0 ( $\pm$ 0)	2 ( $\pm$ 3)
P5	1 ( $\pm$ 2)	1 ( $\pm$ 1)	1 ( $\pm$ 1)	1 ( $\pm$ 2)
P1-5	5 ( $\pm$ 3)	17 ( $\pm$ 25)	5 ( $\pm$ 4)	8 ( $\pm$ 9)
Livius	75 ( $\pm$ 43)	61 ( $\pm$ 64)	87 ( $\pm$ 17)	75 ( $\pm$ 56)
Capo	100 ( $\pm$ 40)	100 ( $\pm$ 54)	100 ( $\pm$ 25)	100 ( $\pm$ 62)

## Vergleich verschiedener Anbautechniken 2020

Tab. 30: Durchschnittlicher absoluter Ertrag 2019 ( $\pm$ Standardabweichung) in [dt ha<sup>-1</sup>] je Anbaustrategie

Anbautechnik	Dittlofsroda	Pforzen	Schwebheim
Hacke	0,20 ( $\pm$ 0,24)	0,13 ( $\pm$ 0,18)	0,03 ( $\pm$ 0,04)
Erdklee	0,17 ( $\pm$ 0,12)	0,07 ( $\pm$ 0,09)	0,01 ( $\pm$ 0,01)
Weißklee	0,51 ( $\pm$ 0,26)	0,13 ( $\pm$ 0,13)	0,34 ( $\pm$ 0,19)

## Weitere Zuchtstämme

Die Linien P6 und IPK (alte Agropyron-Kreuzung aus der Genbank Gatersleben) wurden aufgrund begrenzter Saatgutmenge nur in jeweils einer Parzelle auf dem Standort Dittlofsroda ausgesät.

Tab. 31: Durchschnittlicher absoluter Kornertrag 2018 und 2019 in [dt ha<sup>-1</sup>]

Linie	2018	2019	2020
IPK	5,3	4,1	0,02
P6	9,4	9,3	0,14

Tab. 32: Durchschnittlicher Ertrag des Wiederaustriebs 2018 und 2019 in Frischmasse in [dt ha<sup>-1</sup>]

Linie	2018	2019
IPK	8,0	2,9
P6	5,1	0,6

Im Herbst 2019 wurden Stämme der BOKU, eigene neue Kreuzungen bzw. Aufspaltungen, ausdauernde Roggenarten und Thinopyrum intermedium gesät.

Tab. 33: Durchschnittlicher absoluter Kornertrag 2020 [dt ha<sup>-1</sup>]

Linie	Ertrag [dt ha <sup>-1</sup> ]
P6 Nachbau	4,6
IPK Nachbau	2,25
P7/8	9,4

P7	14,9
P8	7,1
PR	18,75
Thinopyrum intermedium	0
Waldstaudenroggen	8,0
Montanum te	2,8
Boku #1	2,5
Boku #6	2,5
Boku #13	4,0
Boku #16	2,2
Boku Bulk	1,5

---

## 5. Diskussion der Ergebnisse

### Feldaufgang 2017

Die Versuche wurden am 11.10.2017 in Dittlofsroda, am 13.10.2017 in Pforzen und am 03.11.2017 in Schwebheim mit 300 keimfähigen Körnern pro m<sup>2</sup> ausgesät. Es wurden im Dezember Feldaufgang und im April die Überwinterung erfasst. Der Feldaufgang lag in Pforzen mit 163 bis 197 Pflanzen pro lfd Meter etwas höher als auf den anderen beiden Standorten (Dittlofsroda 129 – 143, Schwebheim 123 – 175). Der Feldaufgang in Schwebheim war etwas inhomogener, da sich Boden schneller kleinräumig ändert. Es gab keine Unterschiede zu den Vergleichssorten. Es gab keine Verluste im Winter bis auf geringe Verluste bei der Vergleichssorte Capo.

### Krankheitsbonituren 2018

Die Linien P2, P4 und P5 zeigten auf den Standorten Dittlofsroda und Schwebheim einen hohen Befall mit Braunrost. Am Standort Pforzen zeigte die Linie P2 einen hohen Befall mit Spelzenbräune. Der Befall mit DTR war auf allen Standorten niedrig.

### Wuchshöhe und BBCH-Stadien

Die in der Literatur beschriebene späte Abreife war bei den Zuchtlinien nicht zu finden. Sie waren normal in ihrer Wuchsdynamik und zeigten wenig Zwiewuchs. Nur P3 neigte zu einer etwas späteren Abreife. Alle Zuchtlinien waren langstrohiger als Livius. P4 lag in Dittlofsroda und Pforzen mit 89 cm und 111 cm vorne, während in Schwebheim P1 mit 64 cm vorne lag.

#### Erträge 2018

In Dittlofsroda lagen die Erträge des ausdauernden Weizens zwischen 6,4 und 16,9 dt/ha, während Capo 16,3 und Livius 15,3 erreichten. Die Linien P4 und P5 lagen im Ertrag über Capo und Livius. In Pforzen erreichte der ausdauernde Weizen zwischen 12,9 bis 19,8 dt/ha, während Capo bei 19,9 und Livius bei 17,9 dt/ha lag. P4 und P5 lagen im Ertrag über Livius und knapp unter Capo. In Schwebheim lagen die Erträge des ausdauernden Weizens zwischen 6,9 und 12,3 dt/ha, bei Capo und Livius bei 16,0 bzw. 16,7 dt/ha. Auf allen Standorten hatte P3 den schwächsten Ertrag.

#### Wiederaustrieb 2018

Durch die Trockenheit war der Wiederaustrieb stark beeinträchtigt. Die Linie P3 zeigte einen viel höheren Austrieb als die anderen Linien. Der Wiederaustrieb erreicht bis zu 34,8 dt/ha Frischmasse in Pforzen.

#### Wuchshöhe und BBCH-Stadien

P4 lag in Pforzen in der Wuchshöhe weiter vorne, fiel aber auf den beiden anderen Standorten nicht mehr auf.

#### Erträge 2019

In Dittlofsroda lagen die Erträge des ausdauernden Weizens zwischen 1,9 und 5,8 dt/ha, während Capo 18,7 und Livius 22,5 erreichten. Die Linie P3 und die Mischung der Linien lag vorne. In Pforzen erreichte der ausdauernde Weizen 0,7 bis 6,3 dt/ha, während Capo bei 8,3 und Livius bei 5,3 dt/ha lag. Damit lag P5 lagen im Ertrag über Livius und P1-5 gleichauf. In Schwebheim lagen die Erträge des ausdauernden Weizens zwischen 0,0 und 2,3 dt/ha, bei Capo und Livius bei 5,7 bzw. 4,5 dt/ha. Im Durchschnitt der Standorte lag P1-5 vor P3.

#### Wiederaustrieb 2019

Durch die Trockenheit war der Wiederaustrieb wieder stark beeinträchtigt. Der maximale Wiederaustrieb betrug nur noch 8,31 dt/ha Frischmasse in Pforzen. Die Linie P3 lag in Dittlofsroda und Pforzen vorne, die Mischung P1-5 in Schwebheim. In Schwebheim betrug der maximale Wiederaustrieb nur noch 0,76 dt/ha.

## Erträge 2020

In Dittlofsroda lagen die Erträge des ausdauernden Weizens zwischen 0,1 und 0,8 dt/ha, während Capo 13,8 und Livius 10,3 erreichten. In Pforzen erreichte der ausdauernde Weizen 0,0 bis 0,8 dt/ha, während Capo bei 5,0 und Livius bei 3,1 dt/ha lag. In Schwebheim lagen die Erträge des ausdauernden Weizens zwischen 0,0 und 0,3 dt/ha, bei Capo und Livius bei 6,2 bzw. 5,4 dt/ha. Auf allen Standorten lag beim ausdauernden Weizen die Mischung P1-5 vor P3. Auf allen Standorten lag auch Capo vor Livius.

## Zusammenfassung der Erträge

Die Grenzen der Standorte zeigen sich in dem maximalen Ertrag von 22,5 dt/ha bei einjährigem Weizen. Im ersten Standjahr konnten die Erträge des ausdauernden Weizens gut mit den beiden einjährigen Sorten mithalten. Im zweiten Standjahr ließen die Erträge des ausdauernden Weizens auf allen Standorten deutlich nach. Der Grund liegt wahrscheinlich in den trockenen Bedingungen im Sommer 2018. Der beiden einjährigen Weizen ließen im Ertrag auf den Standorten Schwebheim und Pforzen nach, nicht aber in Dittlofsroda. Die absoluten Erträge der ausdauernden Weizen lagen 2019 in Dittlofsroda leicht über Pforzen. Auf dem trockensten und sandigsten Standort Schwebheim ließen die Erträge des ausdauernden Weizens am stärksten nach. Die Relativerträge des ausdauernden Weizens betragen in Pforzen mit der Linie P5 bis zu 75% verglichen mit Capo. Im Schnitt der Standorte lagen die Linien P3 und die Mischung P1-5 bei 38% gegenüber Capo. Die Linie P5 lieferte in Pforzen einen wesentlich höheren Ertrag als in Dittlofsroda und Schwebheim. Die Linie hat offensichtlich stärker auf die trockeneren Bedingungen reagiert. Im dritten Standjahr waren die Erträge des ausdauernden Weizens nur noch sehr gering. P1-5 lag vor P3. P3 war im ersten Standjahr die Linie mit dem schwächsten Ertrag. Die Erträge der Mischung der Linien liegen über dem Durchschnitt der Linien. Eine Erklärung dafür kann noch nicht gegeben werden.

## Backqualität 2018

Auf den Standorten Dittlofsroda und Schwebheim wurden bei allen Linien sehr gute Backqualität erzielt. Die Rohproteingehalte in Dittlofsroda lagen zwischen 12,3 und 15,8%, die Feuchtklebergehalte zwischen 24,3 und 36,0%. Am schwächsten war in beiden Parametern die Linie P5. In Schwebheim zeigte sich ein ähnliches Bild, wobei auch P2 eher unterdurchschnittlich abschnitt. In Pforzen lagen die Backqualitäten mit 10,8 bis 14,8%

Rohprotein und 22,2 bis 30,8% Feuchtkleber etwas niedriger. Schlusslicht im Kleber war wieder P5. Die höchsten Rohproteingehalte auf allen Standorten erzielte P3. Die Zuchtlinien P2, P4 und P5 zeigten unterdurchschnittliche Sedimentationswerte, während P1 in allen Fällen Capo übertraf. Insgesamt war die Backqualität sehr erfreulich.

#### Backqualität 2019

Aus der Ernte 2019 konnten wegen den geringeren Erträgen nicht mehr alle Linien beprobt werden. Es war nur noch von P1-5 und in einem Fall von P3 genug Erntegut vorhanden. Dafür wurden die beiden neuen Zuchtlinien P6 und IPK beprobt. In allen Fällen wurde Capo in Rohprotein und Feuchtkleber von P1-5 übertroffen. Der Sedimentationswert war in allen Fällen niedriger, besonders bei IPK.

#### Saatgutqualität

Aus der Ernte 2018 wurde eine Mischung aller Zuchtlinien und der einjährigen Sorten auf ihre Triebkraft untersucht. Die Ernte 2019 wurde nach Standorten getrennt untersucht, soweit genug Erntegut vorhanden war. Daneben wurden drei Proben des Ausgangssaatgutes untersucht. Das Tausendkorngewicht lag bei den Zuchtlinien bis auf P1 unter Capo und Livius. Die Abweichung lag aber maximal bei gut 30%. IPK hatte das geringste Tausendkorngewicht. Die Triebkraft betrug bei allen Proben 89% und darüber. Bei der Ernte 2018 wurde bei den Zuchtlinien eine große Anzahl von Keimlingen als erkrankt diagnostiziert, ebenso Capo. Nur Livius wies eine geringe Anzahl an erkrankten Keimlingen auf.

#### Vergleich verschiedener Anbautechniken

In dem Vergleich der Anbausysteme wurde das gehackte System (40 cm Reihenabstand), mit einer Weißklee- und einer Erdklee-Untersaat verglichen. Am Standort Dittlofsroda wurde eine Variante mit Breitsaat angelegt. Diese Variante musste umgebrochen werden, da die Kontrolle des Unkrautes nicht ausreichend möglich war. Bei Varianten der Untersaaten erwiesen sich nicht als optimal. Der Weißklee war starkwüchsig, was zu Konkurrenzeffekten geführt haben könnte. Der Erdklee verschwand im Sommer bei Trockenheit plötzlich, um dann im Oktober wiederaufzutauchen. Das ist eine interessante Strategie der Pflanze, führt aber zu suboptimaler Unkrautunterdrückung und vermutlich verminderter N-Bindung. Die Erträge der Varianten unterschieden sich in den Jahren 2018 und 2019 nicht signifikant. Im Jahr 2020 war der Ertrag mit der Weißklee-Untersaat in Dittlofsroda und Schwebheim signifikant höher.

#### Weitere Zuchtstämme



Am Standort Dittlofsroda wurden zusätzlich die Zuchtstämme IPK und P6 ausgesät, von denen nur begrenzt Saatgut vorhanden war. Bei IPK handelt es sich um eine alte russische Kreuzung mit *Agropyron*, bei P6 um eine Aufspaltung im Nachbau. P6 mit seinen rötlichen Ähren ähnelt der den USA zugelassenen Sorte „Salish Blue“. Beide Stämme starteten in der Ernte 2018 mit relativ schwachen Erträgen von 5,3 und 9,4 dt/ha, hielten diese Erträge aber im zweiten Jahr mit 4,1 und 9,3 dt/ha relativ konstant. In dritten Standjahr fielen die Erträge aber genauso stark ab wie bei den anderen Linien.

Im Herbst 2019 wurden in Dittlofsroda eigene neue Kreuzungen bzw. Ausspaltungen, IPK und P6 Nachbau Stämme der BOKU, ausdauernde Roggenarten und *Thinopyrum intermedium* ausgesät. Die Stämme P8 und PR wiesen mit 14,9 bzw. 18,75 dt/ha interessante Erträge auf. Das reine *Thinopyrum intermedium* war erst im Juli sichtbar und hatte keinen Ertrag.

## 6. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

In dem Projekt wurden erstmal Informationen zur Anbauwürdigkeit von ausdauerndem Weizen in Deutschland erarbeitet. Ein Merkblatt für den Transfer der Ergebnisse in die Praxis konnte erstellt werden. Die Zuchtlinien hielten leider nicht die erhofften drei Jahre aus den Vorversuchen, sondern nur zwei Jahre durch. Grund war vermutlich die Trockenheit, die den Wiederaustrieb beeinträchtigte. Diese Beobachtung deckt sich mit der Veröffentlichung von Hayes et al, der viele Standorte weltweit ausgewertet hat. Auch hier wird Trockenheit als der Hauptgrund für mangelnde Ausdauer angegeben. Es wird empfohlen anstatt Weichweizen Durumweizen oder Durum-Verwandte als Kreuzungspartner zu verwenden, da sie mehr Trockenheitstoleranz mitbringen. Dennoch können die Versuche als Erfolg gewertet werden, da auch ein zweijähriger Anbau den ökologischen Zielen wie Bodenruhe und Erosionsschutz entspricht. Der ausdauernde Weizen bildet hier zumindest eine sehr gute Alternative zu Waldstaudenroggen und anderen Formen des ausdauernden Roggens. Durch die gute Backfähigkeit können die Linien des ausdauernden Weizens problemlos als Backweizen verkauft werden. Die geplanten Verwendungsmöglichkeiten für schlecht bewirtschaftbare Standorte, als Erosionsschutz oder in Permakultursystemen sind uneingeschränkt möglich. Es besteht aus der Praxis Nachfrage nach Saatgut.

## 7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen. Weiterführende Fragestellungen

Die geplanten Ziele konnten in vollem Umfang erreicht werden. Es konnte Saatgut an das Ökozentrum Paffeldal in Luxemburg, die BOKU in Österreich und zwei Landwirte abgegeben werden. Wie schon im Antrag erwähnt, wären zusätzliche bodenkundliche Untersuchungen sinnvoll. Damit könnte z.B. festgestellt werden, ob und in welchem Umfang durch die starke Durchwurzelung Kohlenstoff in tieferen Bodenschichten aufgebaut werden kann. Damit kann Humus aufgebaut und Kohlenstoff gespeichert werden. Der Antragsteller bemüht sich, für

diese Fragestellung Mittel zu finden. Es konnte eine Zusammenarbeit mit der BOKU in Wien aufgebaut werden, so dass die Zuchtlinien im Rahmen des EU-Projektes ECOBREED weiter in Tulln, Niederösterreich und Dittlofsroda angebaut werden können. Das Ökozentrum Paffendal, die Öko-Versuchsstation in Luxemburg, wird die Zuchtlinien weiter anbauen. Weitere Kreuzungen sollten getestet werden.

## 8. Zusammenfassung

Im Projekt „Erforschung des Potentials, das perennierender Weizen in Deutschland bietet“ wurden auf drei marginalen Standorten in Bayern im Herbst 2017 fünf Zuchtlinien von ausdauernden Weizen (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) und als Vergleich zwei einjährige Weizensorten gesät. In weitere Parzellen wurden zusätzlich Weißklee und Erdklee als Untersaat eingesät. Die drei Standorte sind aufgrund schlechter Bodenqualität nur bedingt für den Anbau von Weizen geeignet. Durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung und die hohe Wurzelmasse besteht die Annahme, dass Humus auch in tieferen Bodenschichten aufgebaut wird. Im Herbst kann der Wiederaufwuchs wie eine Zwischenfrucht genutzt werden. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind schlecht bewirtschaftbare Flächen, z.B. aufgrund ihrer Form, Erosionsschutzstreifen und Permakultursysteme.

Im ersten Standjahr wurden Erträge erzielt, die nur knapp unter den einjährigen Sorten lagen. Die Erträge des ausdauernden Weizens lagen zwischen 6,4 und 19,8 dt/ha, während Capo und Livius 15,3 bis 19,9 dt/ha erreichten. Durch die trockenen Witterungsbedingungen war der Wiederaustrieb im Herbst schwächer als in den Vorversuchen. Er lag zwischen 0,1 und 34,8 dt/ha Frischmasse. Die Erträge ließen im zweiten Jahr deutlich nach, in Pforzen und Schwebheim auch beim einjährigen Weizen. Sie lagen beim ausdauernden Weizen zwischen 0,0 und 6,3 dt/ha und bei den einjährigen Sorten zwischen 4,5 und 22,5 dt/ha. Der Wiederaustrieb war wegen Trockenheit wieder schwach und erreichte maximal 8,3 dt/ha Frischmasse. Die Erträge im dritten Standjahr beim ausdauernden Weizen nur noch 0,0 bis 0,8 dt/ha, während die einjährigen Sorten zwischen 3,1 und 13,8 dt/ha lagen. Es ist daher zu empfehlen, nach dem zweiten Standjahr umzubrechen. Eine Untersaat mit einem niedrig wachsenden Klee ist unbedingt zu empfehlen, da sonst zu starke Probleme mit Verunkrautung auftreten. Im Laufe des Projektes konnte Saatgut an Landwirte und an Versuchsansteller in Luxemburg und Österreich abgegeben werden. Es konnte gezeigt werden, dass der Anbau von ausdauerndem Weizen (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) eine ökologisch interessante Option für marginale Standorte ist.

## 9. Literaturverzeichnis

Bell L. W., Wade L. J. and Associate Ewing M. A. 2005: A Review of the Prospects of Perennial Wheat in Australian Farming Systems: Potential Benefits, Constraints and Risks

Glover J.D., Reganold J.P. 2010: Perennial Grains. Food Security for the Future. Issue in science and technology.

Landzettel, Marianne (2015): Der Weizen der Zukunft wächst in der Prärie. Bioland 07/2015

Scheinost P. L., Lammer D. L., Cai X., Murray T. D., Jones S. S. 2001: Perennial wheat. The development of a sustainable cropping system for the U.S., Pacific Northwest. Published in the American Journal of Alternative Agriculture. Volume 16. URL: <https://landinstitute.org/wp-content/uploads/2014/04/2001-Perennial-Wheat.pdf> (Stand 07.10.15)

Curwen-McAdams C et al. (2017) Toward a taxonomic definition of perennial wheat: a new species *xTritopyrum aaseae* described. Genet Resour Crop Evol (64): 1651-1659

Hayes R C et al. (2018) The performance of early-generation perennial winter cereals at 21 sites across four continents. Sustainability 2018 (10): 1124

Piaskowski, J., K. Murphy, T. Kisha, S.S. Jones (2017). Perennial wheat lines have highly admixed population structure and elevated rates of outcrossing. Euphytica 213: 171.

Hayes, R.C., M.T. Newell, L.R. DeHaan, K. Murphy, S. Crane, M.R. Norton, L.J. Wade, M. Newberry, M. Fahim, S.S. Jones, T.S. Cox, P.J. Larkin (2012). Perennial cereal crops: An initial evaluation of wheat derivatives. Field Crops Research 133: 68-89.

Murphy, K., S.R. Lyon, K.A. Balow, S.S. Jones (2010). Post-sexual cycle regrowth and grain yield in *Thinopyrum elongatum* x *Triticum aestivum* amphiploids. Plant Breeding 129: 480-483.

Murphy, K., L. Hoagland, P.G. Reeves, B. Baik, S.S. Jones (2009). Nutritional and quality characteristics expressed in 31 perennial wheat breeding lines. Renewable Agriculture and Food Systems 24: 285-292.

Clark, I., S.S. Jones, J.P. Reganold, K.A. Sanguinet, K. Murphy (2019). Agronomic performance of perennial grain genotypes in the Palouse region of the Pacific Northwest, USA. Frontiers in Sustainable Food Systems 3: 39.

Vico, G., S. Manzoni, L. Nkurunziza, K. Murphy, M. Weih (2016). Trade-offs between seed output and life span – a quantitative comparison of traits between annual and perennial congeneric species. New Phytologist 209: 104-114.

Jakumar, N., S. Snapp, S., K. Murphy, S.S. Jones (2012). Agronomic assessment of perennial wheat and perennial rye as cereal crops. Agronomy Journal 104: 1716-1726.

Hayes r. et al (2017) Perennial cereal crops: An initial evaluation of wheat derivatives grown in mixtures with a regenerating annual legume. Renewable Agriculture and Food Systems: 32(3); 276–290

## 10. Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Vorstellung des Projektes in den Naturland Nachrichten, Naturland Homepage und V.Ö.P. Homepage.

### Felderbesichtigungen

Öffentliche Felderbesichtigungen am 06.07.2018 in Pforzen, am 07.06.2019 in Schwebheim und am 02.07.2020 in Dittlofsroda mit jeweils ca. 20 Teilnehmern. Bericht über die Felderbesichtigung in Dittlofsroda in der Main-Post, Regionalteil Hammelburg am 09.07.2020.

### Zeitschriften

Vogt-Kaute, W., Vogt L., Einmal säen – dreimal ernten? Ausdauernder Weizen im Versuch, in: Bauernzeitung, Ratgeber Ökolandbau 2020, S. 20-21.

Vogt-Kaute, W., Vogt L., Einmal säen – dreimal ernten? Ausdauernder Weizen im Versuch, in: Naturland Nachrichten 3.2020, S. 32-33.

### Vorträge

Vorstellung der Ergebnisse auf der Naturland Ackerbautagung 22.-23.01.2019 in Erdweg, 30.-31.01.2020 in Würzburg und geplant 22.-23.01.2021 in Hohenkammer (oder online).

Vogt-Kaute, W., Vogt L.: Anbauwürdigkeit von ausdauerndem Weizen in Deutschland, LfL Ökolandbautagung, ursprünglich geplant am 01.04.2020, neuer Termin 27.10.2020 online.

Geplant: Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 2022, Wien.