

## Bodenbearbeitungsversuch Hatzendorf

In Regionen mit einer großen Dichte an Veredelungsbetrieben ist ein intensiver Maisanbau zur Futtergewinnung weit verbreitet. Um den gestiegenen Umweltaforderungen und Bestimmungen (GLÖZ) gerecht zu werden, stellen zwei aufeinanderfolgende Maisfruchtfolgeglieder eine große Herausforderung an die richtige Wahl der Bodenbearbeitungsstrategie dar. Die standardmäßig durchgeführte wendende Bodenbearbeitung soll durch nicht wendende Bearbeitungssysteme ersetzt werden. Durch die oft eher feuchteren Bodenbedingungen nach einer im Spätherbst räumenden Hauptkultur werden die Landwirt\*innen mit der Aufgabe konfrontiert, wie die Schläge für die Maisaussaat im kommenden Frühling ohne einen Pflugeinsatz optimal vorbereitet werden können. In einem seit 2019 laufenden Bodenbearbeitungsversuch untersucht die Versuchsstation für Pflanzenbau mehrere verschiedene Varianten (Gerätearten, Geräteabfolgen, Einsatzzeitpunkte, Bearbeitungstiefen, Strohmanagement) für einen gelungenen Maisanbau.

Die Versuchsanlage steht auf einem verhältnismäßig eher schwereren Boden (18% Sand, 52% Schluff und 30% Ton) im südoststeirischen Hügelland. Die gesetzlich maximal zulässige aufeinanderfolgende Kultivierung von Mais wurde ausgenutzt. Dabei wurden in den Jahren 2019 bis 2021 sowie 2023 und 2024 Mais am Versuchsstandort angebaut. Im Jahr 2022 wurde die Versuchsreihe durch ein Weizen-Fruchtfolgeglied unterbrochen.

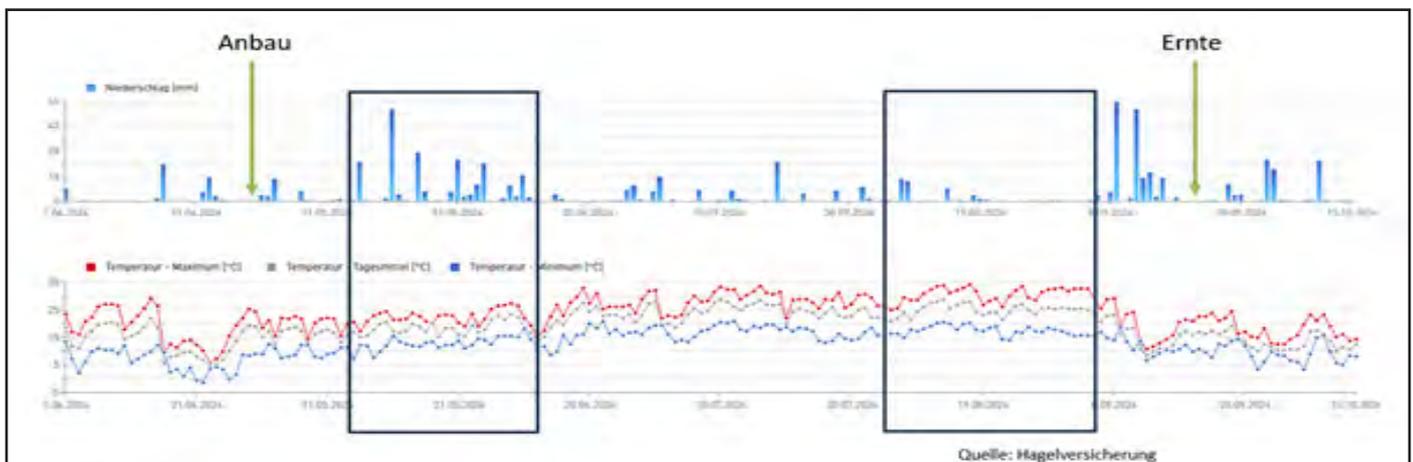
Folgende Varianten wurden untersucht:

- Grubberarten vs. Pflug (3- und 4-balkige Grubber, Wendelschare, Meißelschare)
- Scheibeneggeneinsatz (Pflug oder Grubber im Herbst, mit oder ohne Scheibenegge davor)
- Bodenbearbeitungstiefe (Pflug und Grubber, jeweils 22 und 28 cm)
- Strohbehandlung (nur Mähdrescher, Scheibenegge + Messerwalze, Anbauhäcksler; Abbildung 1 rechts)
- Zeitpunkt (Pflug und Grubber, jeweils Frühjahr und Herbst)
- N-Düngungshöhe (Bedarf) bei Grubber und Pflug (170 N bzw. 210 N)



### Witterungsverlauf 2024

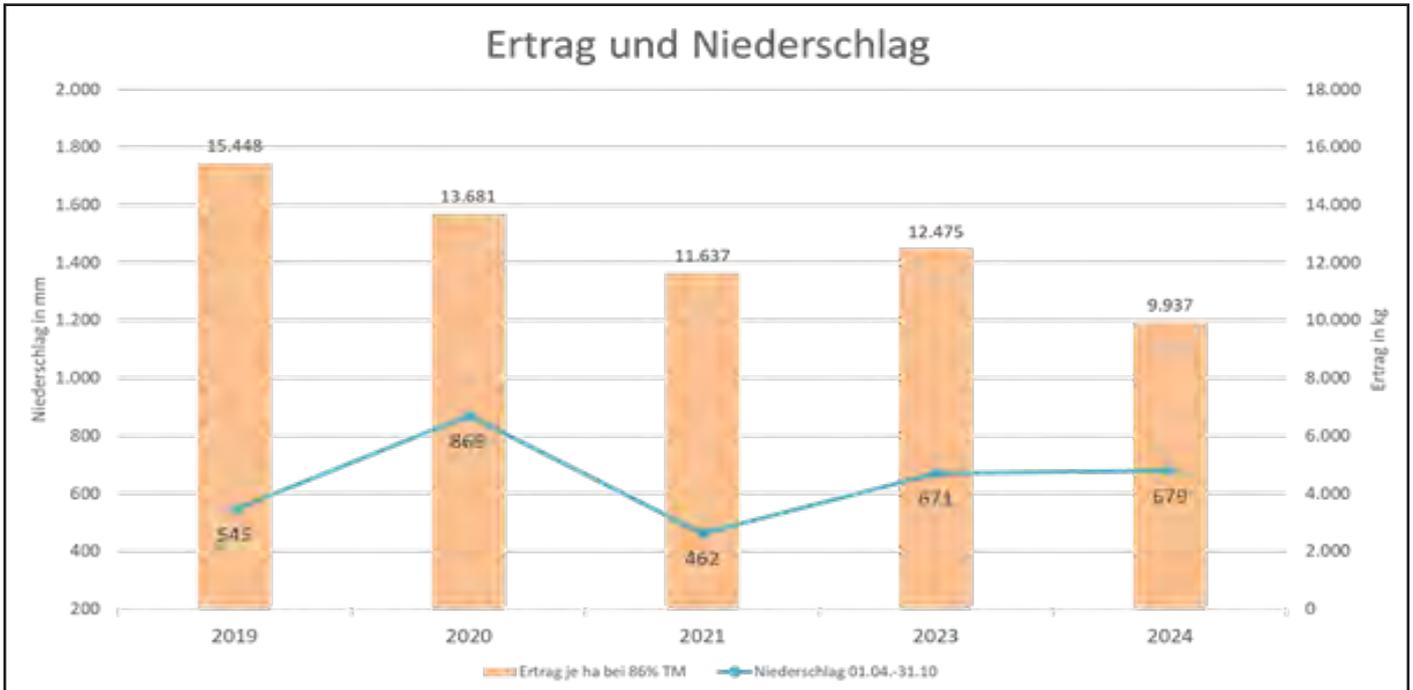
Der Mais konnte unter guten Bedingungen Ende April gesät werden. Problematisch in der Jugendentwicklung waren die hohen Niederschläge mit den geringen Temperaturen von Mitte Mai bis Mitte Juni (siehe erster schwarzer Kasten in Grafik 1). Von Mitte Juni bis Anfang August waren die Temperaturen und die Niederschläge für das Wachstum und die Blüte der Maispflanzen gut. Im August folgte eine lange Trockenperiode mit hohen Temperaturen, zumeist über 30 °C Tageshöchsttemperatur (siehe auch rechter schwarzer Kasten). Nach einem niederschlagsreichen September konnte Anfang Oktober geerntet werden.



### Erträge und Niederschläge

Die Grafik 2 (nächste Seite oben) soll die durchschnittlichen Erträge der Maisjahre und die gefallenen Niederschlagsmengen jeweils im Zeitraum von 01.04. bis zum 31.10 darstellen. Hierbei ist sehr schön ersichtlich, dass die gesamte Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode keinen großen Einfluss auf den Maisertrag hat. Der Höchstertrag wurde im Jahr 2019 mit dem zweitniedrigsten Gesamtniederschlag erzielt. Viel entscheidender als die Gesamtniederschlags-

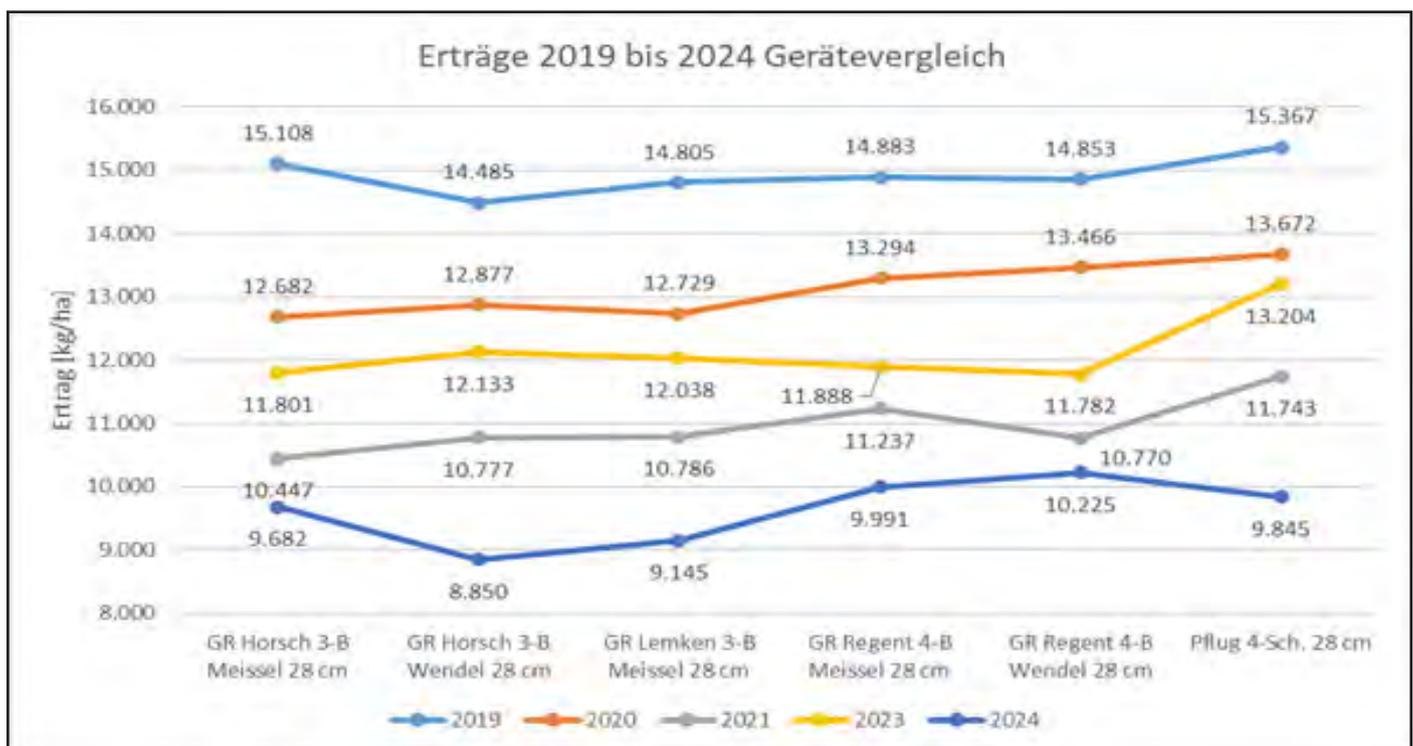
menge ist die Verteilung über die Vegetationsperiode, welche nicht beeinflusst werden kann. Grundsätzlich kann man aber sagen, dass in Jahren mit viel Niederschlag die gepflügten Varianten einen leichten Vorteil zu den Varianten, welche mit einem Grubber bearbeitet wurden, haben. Die Effekte eines niederschlagsarmen Jahres kann in der Grafik leider nicht dargestellt werden, da im Jahr 2022 (sehr trocken in der Region) Weizen auf dem Feld stand und dieser mit den Maiserträgen nicht vergleichbar ist.



### Gerätevergleich

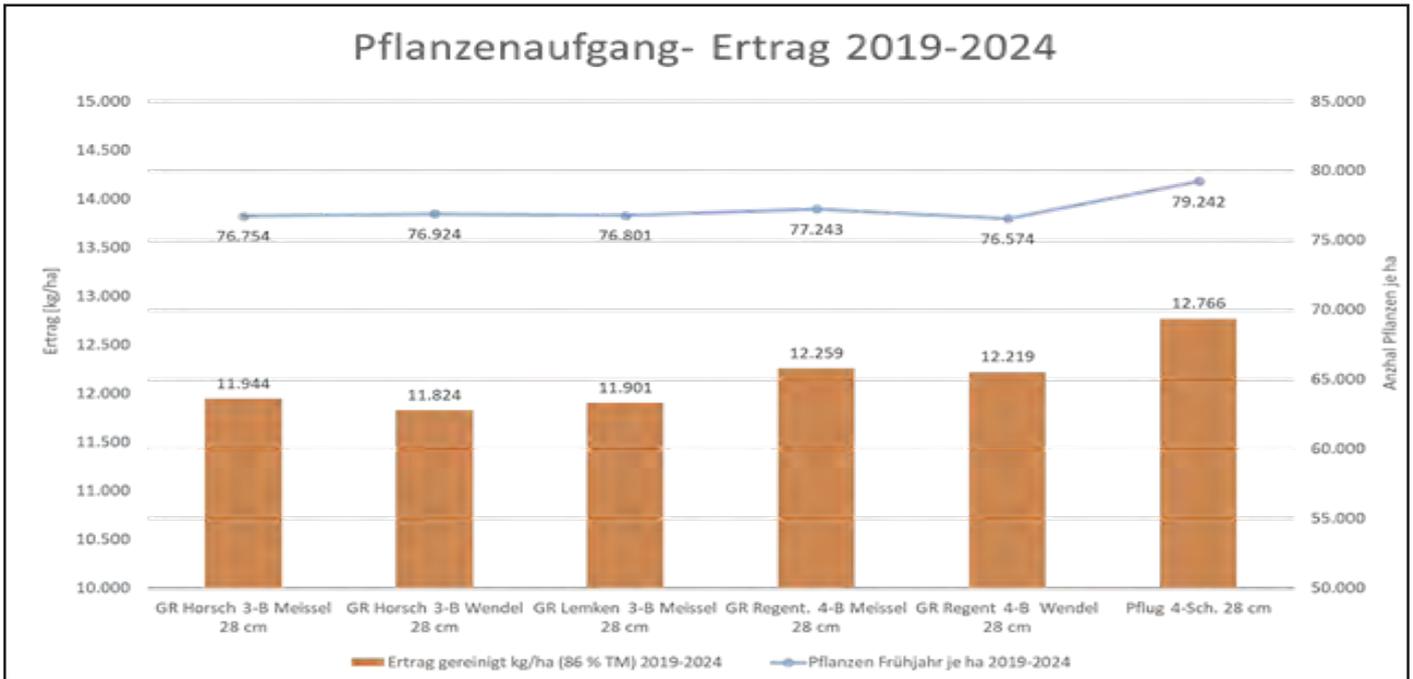
#### Ertrag:

Bei diesem Gerätevergleich wurden verschiedene Grubberarten, 3- und 4-balkige Grubber, sowie Meißel- und Wendelschare, mit dem Pflug verglichen. Alle Bearbeitungen wurden im Herbst durchgeführt. Abgesehen vom Jahr 2024 konnte der Pflug auf diesem Standort in jedem Jahr auch den Höchstertrag erzielen. Aus wirtschaftlicher Sicht muss er das auch, da der Kraftstoff- und Zeitaufwand pro ha auch am größten ist. Eine Kostenkalkulation zum Vergleich der einzelnen Varianten ist nicht durchgeführt worden. Der Unterschied bei den Grubbervarianten beträgt zumeist ca. 1000 kg pro Jahr, wobei über die Jahre kein eindeutiger Unterschied zwischen einzelnen Geräten festzustellen ist (Grafik 3).



**Pflanzenaufgang:**

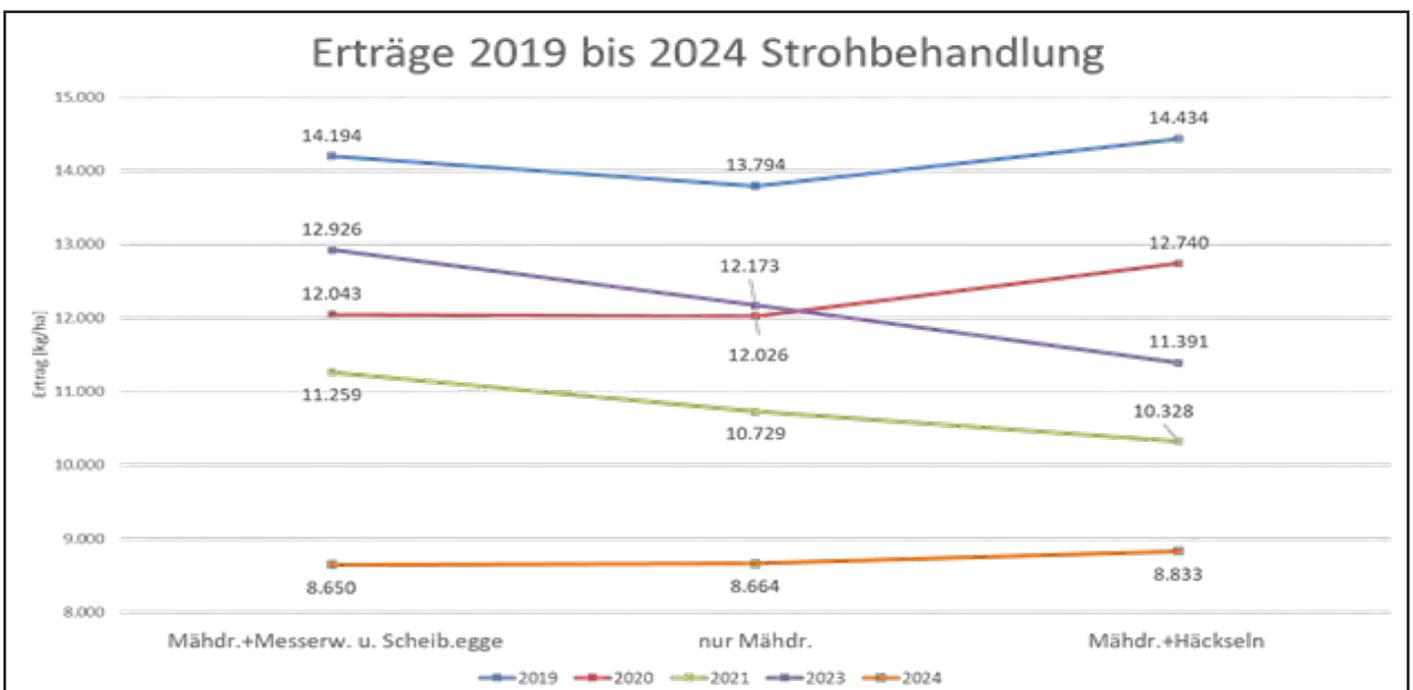
Wie in der Praxis auch oft ersichtlich, ist der Pflanzenaufgang bei der Pflugvariante im Durchschnitt um ca. 2000 Pflanzen pro ha höher im Vergleich zu den Grubbervarianten (siehe Grafik 4).



**Strohbehandlung**

Der Umgang mit dem Maisstroh nach dem Drusch ist in der Steiermark zumeist sehr einheitlich. Dem Mähdröschler folgt ein Anbauhäcksler zur Zerkleinerung der Ernterückstände für eine bessere Verrottung und die Stoppelzerkleinerung hat auch den Effekt, dass dem Maiszünsler weniger Raum zur Überwinterung geboten wird. Der Strohbehandlungsversuch soll zeigen, ob der kostenintensive Einsatz des Traktor-Anbauhäcksler (Kraftstoff und Arbeitszeit) standardmäßig überhaupt notwendig ist oder ob es auch eine Alternative zu diesem Verfahren gibt. Hierfür wurden zwei Alternativen angelegt. Eine Variante ohne Nachbehandlung (nur Mähdröschler) und eine reduzierte Variante mit einem Messerwalzen- und Scheibeneggeninsatz. Alle Varianten wurden nach der Strohbehandlung mit dem gleichen Grubber auf 28 cm Tiefe gelockert.

Die Ergebnisse aus den fünf Maisjahren waren doch etwas erstaunlich. Die Erträge zeigen kein eindeutiges Bild. In den Jahren 2019, 2020 und 2024 hatte der Anbauhäcksler beim Kornenertrag die Nase vorne (siehe Grafik 5). Das entgegengesetzte Bild zeigte sich in den Jahren 2021 und 2023, wo eine Ertragsdepression in der Höhe von ca. 900 bis 1500 kg im Vergleich zur Variante mit Messerwalze und Scheibenegge ersichtlich war.



## Zeitpunkt

Neben verschiedenen Bodenbearbeitungsgeräten und der Strohbehandlung, wurde auch der Einsatzzeitpunkt der Geräte genauer unter die Lupe genommen. Bei diesem Einsatzzeitpunktvergleich wurden 4 Varianten angelegt.

- Grubber Herbst
- Pflug Herbst
- Grubber Frühjahr
- Pflug Frühjahr

Die angestrebte Arbeitstiefe war zu jedem Zeitpunkt und bei jedem Gerät 28 cm.

Bei einer tieferen Bodenbearbeitung im Frühjahr spielen die Bodenverhältnisse und die Witterung vor und auch nach dem Maisanbau eine große Rolle. Im Frühjahr gepflügte Parzellen nach einer spät räumenden Vorfurche Körnermais ohne winterharte Gründecke weisen oft ein gröberes Saatbeet auf im Vergleich zu Parzellen, welche bereits im Herbst bearbeitet worden sind. Für einen zufriedenstellenden Pflanzenaufgang ist nach dem Anbau ein Niederschlagsereignis notwendig, um die Maiskörner in den gröberen Schollen zum Keimen zu bringen. Durch die ausreichende Wasserversorgung ist dies in den letzten Jahren auch immer gelungen.

Die mechanische Zerstörung der aneinanderhaftenden Bodenteilchen durch den Frost und die dabei entstehende Einzelkorngefügestruktur lassen das Saatbeet zum Anbau bei im Herbst bearbeiteten Varianten feiner erscheinen. Nach einem größeren Niederschlagsereignis ist aber das Risiko sehr hoch, dass der Gasaustausch durch eine Verschlammung der Oberfläche nicht mehr gegeben ist und so die Wurzelatmung und die Nährstoffaneignung der Maispflanzen behindert werden kann.

Wie in Grafik 6 ersichtlich, hat die Pflugvariante im Frühjahr den durchschnittlichen Höchstertrag erreicht. Dabei muss aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die Niederschlagsverhältnisse im oststeirischen Hügelland eine solche Bearbeitungsstrategie zulassen. In anderen Regionen Österreichs mit weniger Frühjahrsniederschlag sollte eine Frühjahrsfurche durch den höheren Wasserverbrauch aber überdacht werden.

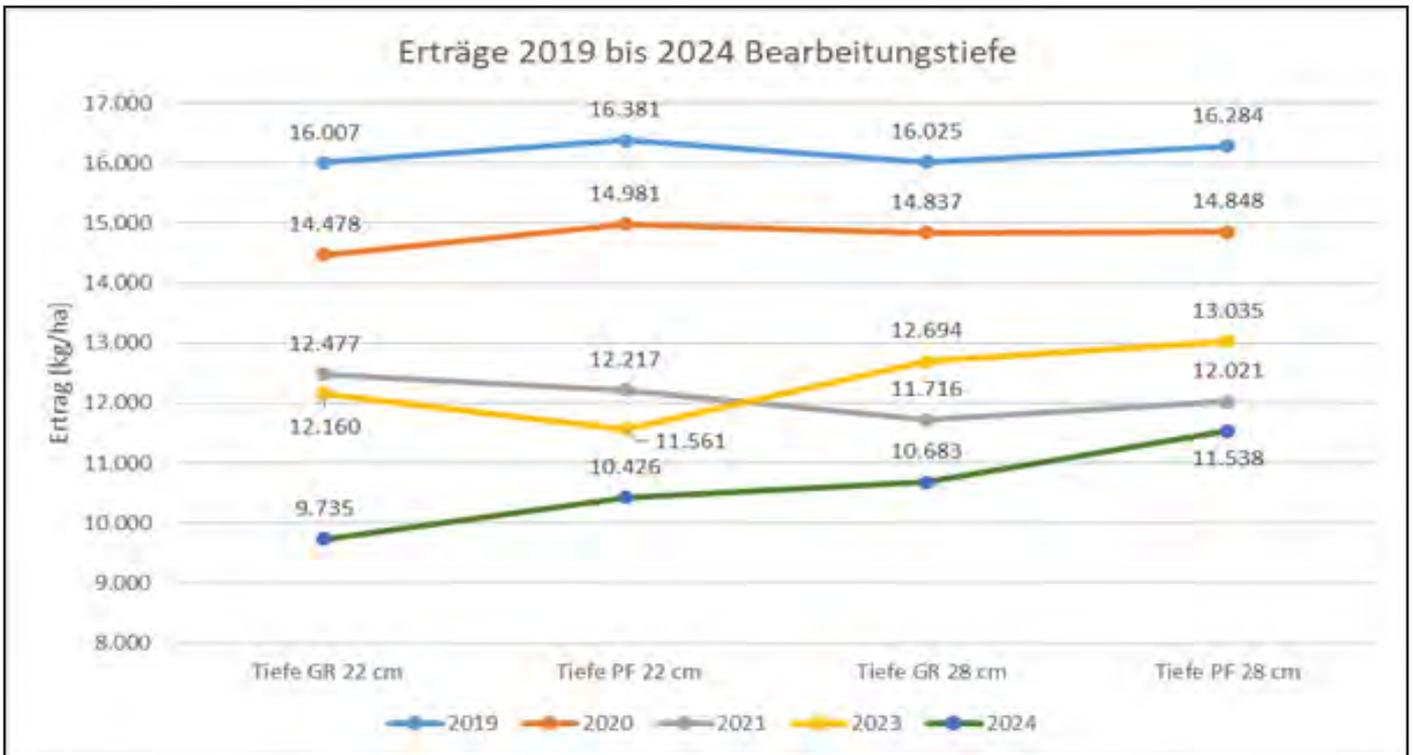


## Bodenbearbeitungstiefe

In einer intensiven Maisfruchtfolge ist die Wurzelraumschaffung mit der Bodenbearbeitung ein zentraler Erfolgsbaustein. Bei diesen Versuchsvarianten wurden zwei verschiedene Bodenbearbeitungstiefen mit jeweils zwei Geräten untersucht.

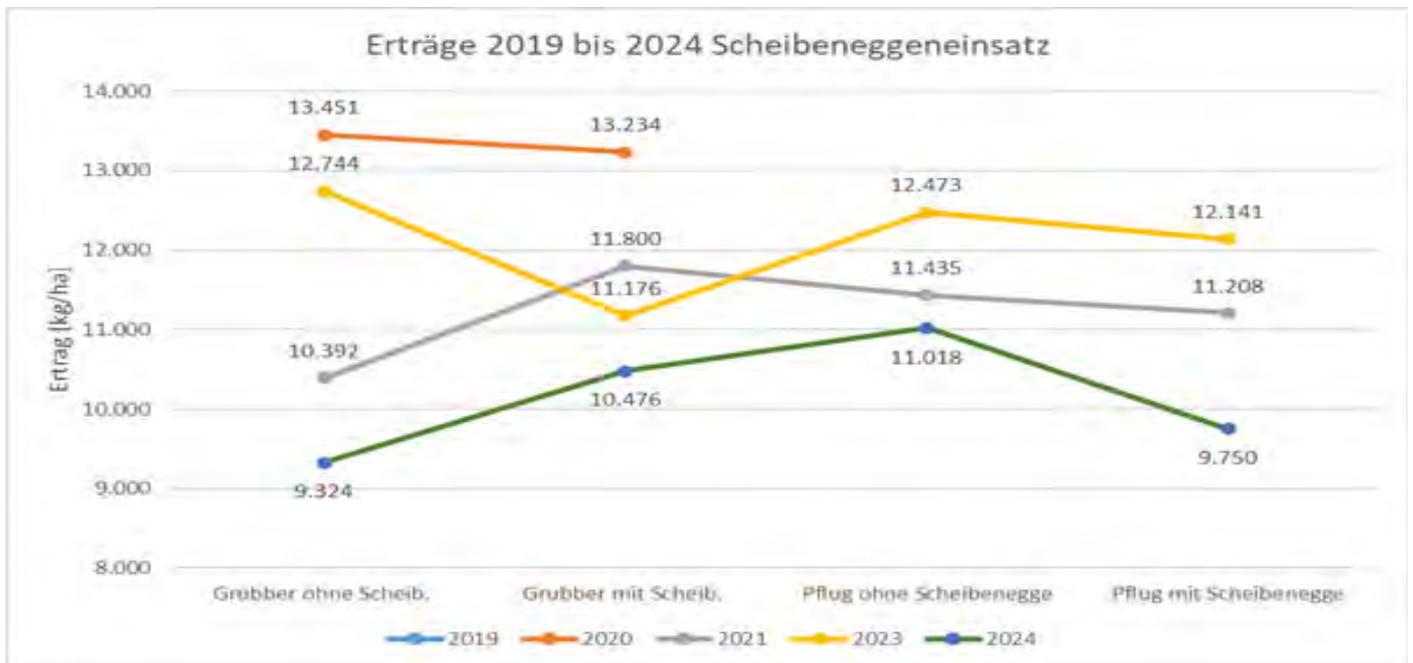
- Grubber 22 cm
- Pflug 22 cm
- Grubber 28 cm
- Pflug 28 cm

Die Beantwortung der Frage der Notwendigkeit einer tieferen Bearbeitung soll hiermit gegeben werden. Unter den vorhandenen Bedingungen kann man sagen, dass im Laufe der Jahre sehr unterschiedliche Ergebnisse aus dem Versuch resultierten. Im Jahr 2024 mit einem sehr nassen Frühjahr hat sich die tiefere Bearbeitung mit einem Mehrertrag von ca. 1000 kg Trockenmais ausgezahlt. In den Jahren 2019 und 2021 wirkte sich der zusätzliche Mehraufwand nicht positiv auf Deckungsbeitrag und den Ertrag aus (Grafik 7).



### Scheibeneggeneinsatz

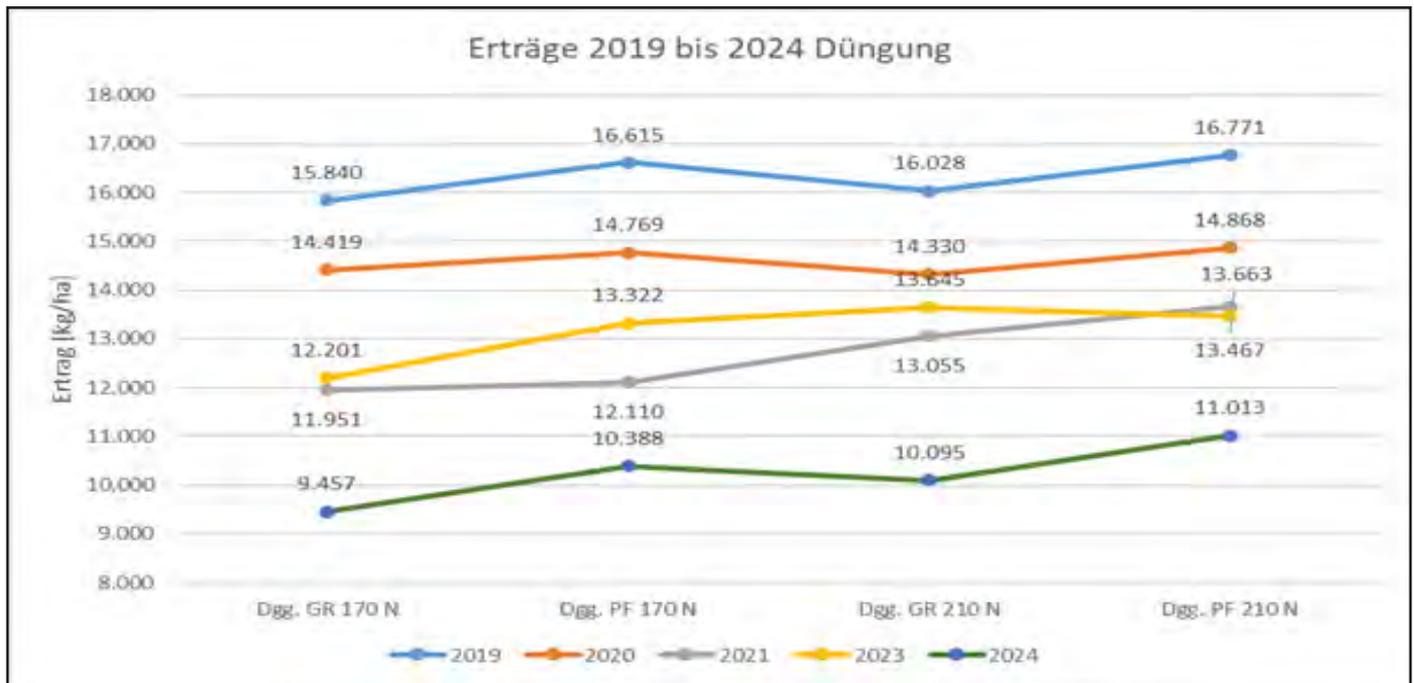
Im Jahr 2020 wurde eine zusätzliche Versuchsvariante in die Reihe etabliert. Durch diesen Versuchsteil soll erforscht werden, ob der zusätzliche Einsatz einer Scheibenegge vor einem Grubber oder einem Pflug eine bessere Maisstrohrotte und -einmischung in den Boden bewirken kann. Es hat sich gezeigt, dass ein zusätzlicher Arbeitsgang vor einer wendenden Bodenbearbeitung wenig Früchte trägt. Der Scheibeneggeneinsatz vor einem Grubber hat in zwei Jahren einen deutlichen Mehrertrag von über 1000 kg/ha gebracht. Im Jahr 2020 und 2023 war der zusätzliche Einsatz nicht sinnvoll. In den kommenden Jahren wird dieses Phänomen weiter beobachtet (Grafik 8).



### Düngung

Eine zusätzliche N-Aufdüngung von 170 kg N auf 210 kg N hat nach der Richtlinie für sachgerechte Düngung die Ertragslage hoch 3 (>13,5 t) als Grundlage. Nur bei einer Erntemenge von über 13,5 t/ha ist der zusätzliche Einsatz der 40 kg N/ha erlaubt. Dieser Grenzertrag konnte im Jahr 2024 mit einem Gesamtertrag von ca. 10 – 11 t/ha bei weitem nicht erreicht werden. In den Jahren 2021 und 2023 schwankten die Erträge der 210 kg N Varianten um den Grenzertrag von 13,5 t/ha. 2019 und 2020 waren die Erträge weit über der geforderten Marke laut der Richtlinie für sachgerechte Düngung.

Die durchschnittlichen Mehrkosten der Maßnahme von ca. 50 €/ha konnten durch einen Mehrertrag von ca. 700 kg/ha im Jahresschnitt wieder erwirtschaftet werden. In den Jahren 2021, 2023 und vor allem 2024 war die Düngung gesetzlich aber nicht erlaubt (Grafik 9).



Tabellen 1 bis 6: AOV Mittelwerttabellen für die einzelnen Versuchsfragen

Mittelwerte, die identische einzelne Buchstaben aufweisen, weichen statistisch nicht voneinander ab. (P=.05, Student-Newman-Keuls).

Bearbeitungs-Tiefe		Pfl/ha-Aufgang		Pfl/ha Ernte		Gänsehals-wuchs in %		Bruch in %		Ertrag/ha-feucht		Ernte-feuchte		Ertrag 86% Ger.	
Einheit der Bonit./Min/Max		NUMBER		NUMBER		%		%		kg/ha		%		kg/ha	
Nr.	Name														
1	Grubber 22cm tief	80.357	-	78.689	a	-	na	2,8	-	10.998	-	23,2	-	9.735	-
2	Pflug 22 cm tief	79.670	-	76.923	b	-	na	0,9	-	11.799	-	23,6	-	10.426	-
3	Grubber 26 cm tief	78.002	-	76.629	b	-	na	0,9	-	12.191	-	24,1	-	10.683	-
4	Pflug 28 cm tief	79.278	-	77.512	ab	-	na	0,4	-	13.126	-	23,8	-	11.538	-
LSD P=.05		2.031,6		1.404,7		.		1,733 - 1,994		2.126,2		1,4		1.926,8	
Bonituart		TM-ErtragGE		Tausend-Korn-Gewicht		HL-Gewicht		Protein i.% d.TM		Protein-Ertrag		N-Abfuhr			
Einheit der Bonit./Min/Max		kg/ha		g		kg		%		kg/ha		kg/ha			
Nr.	Name														
1	Grubber 22cm tief	8.372,0	-	336,0	b	68,0	-	6,8	-	570,0	-	91,0	-		
2	Pflug 22 cm tief	8.966,0	-	351,3	ab	68,0	-	6,9	-	616,0	-	99,0	-		
3	Grubber 26 cm tief	9.187,0	-	353,2	ab	67,0	-	7,1	-	655,0	-	105,0	-		
4	Pflug 28 cm tief	9.923,0	-	365,9	a	68,0	-	7,3	-	726,0	-	116,0	-		
LSD P=.05		1.657,1		17,7		2,0				115,8		18,5			

Mittelwerte, die identische einzelne Buchstaben aufweisen, weichen statistisch nicht voneinander ab. (P=.05, Student-Newman-Keuls).



Geräte-Vergleich		Pfl/ha- Aufgang		Pfl/ha- Ernte		Gänsehalswuchs in %		Bruch in %		Ertrag/ha-feucht		Ernte-feuchte		Ertrag-86% TM	
Einheit der Bonit./Min./Max.		NUMBER		NUMBER		%		%		kg/ha		%		kg/ha	
Nr.	Variante														
1	Grubber, 3- balkig, 3m 10 Meißelschar 28 cm tief	79.867	-	77.414	-	-	na	0,50	-	11.067	-	24,40	-	9.682	-
2	Grubber, 3 balkig, 3m, 10 Wendeschare 28 cm tief	80.357	-	78.591	-	-	na	0,87	-	10.034	-	23,75	-	8.850	-
3	Grubber, 3 balkig 3m, 11 Meißelschar 26 cm tief	80.357	-	79.376	-	-	na	0,87	-	10.385	-	23,83	-	9.145	-
4	Grubber, 4 balkig, 15 Meißelschar 26 cm tief	81.535	-	80.455	-	-	na	1,84	-	11.299	-	23,35	-	9.991	-
5	Grubber, 4 balkig, 15 Wendelschar 26 cm tief	81.436	-	80.652	-	-	na	0,97	-	11.629	-	23,90	-	10.225	-
6	Pflug 4 scharig, 28 cm tief	80.357	-	80.161	-	-	na	0,61	-	11.156	-	23,63	-	9.845	-
LSD P=.05		2.551,04		2.926,49		.		0,91		1.778,59		1,63		1.502,90	
Boniturstyp		TM-Ertrag		Tausend-Korn-Gewicht		HL- Gewicht		Protein in % d.TM		Protein-Ertrag		N-Abfuhr			
Einheit der Bonit./Min./Max.		kg/ha		g		kg		%		kg/ha		kg/ha			
Nr.	Variante														
1	Grubber, 3- balkig, 3m 10 Meißelschar 28 cm tief	8.327	-	347,9	-	67	-	7,0	na	583	-	93	-		
2	Grubber, 3 balkig, 3m, 10 Wendeschare 28 cm tief	7.611	-	337	-	67	-	6,4	na	485	-	78	-		
3	Grubber, 3 balkig 3m, 11 Meißelschar 26 cm tief	7.865	-	335,6	-	67	-	6,7	na	526	-	84	-		
4	Grubber, 4 balkig, 15 Meißelschar 26 cm tief	8.593	-	345,3	-	68	-	6,5	na	559	-	89	-		
5	Grubber, 4 balkig, 15 Wendelschar 26 cm tief	8.793	-	348	-	67	-	6,8	na	594	-	95	-		
6	Pflug 4 scharig, 28 cm tief	8.467	-	355	-	68	-	6,6	na	561	-	90	-		
LSD P=.05		1292,5		15,23		1,9		.		86,9		13,9			

Stroh-Behandlung		Pfl/ha- Aufgang		Pfl/ha- Ernte		Gänsehalswuchs in %		Bruch in %		Ertrag/ha-feucht		Ernte-feuchte		Ertrag 86% -TM	
Einheit der Bonit./Min./Max.		NUMBER		NUMBER		%		%		kg/ha		%		kg/ha	
No.	Name														
1	Mähdrescher u. 'Messerwalze u. 'Scheibenegge	80.946	-	80.063	-	0,13		0,26	-	9.751	-	23,33	-	8.650	-
2	nur Mähdrescher	80.652	-	78.885	-	0	na	0,37	-	9.907	-	24,28	-	8.664	-
3	Mähdrescher + Traktor	80.357	-	79.147	-	0	na	0	-	9.994	-	23,6	-	8.833	-
LSD P=.05		2.471,8		3.786,3		.		0,649		2786,66		1,188		2407,5	
Boniturstyp		TM-Ertrag		Tausend-Korn-Gewicht		HL-Gewicht		Protein .i.% d.TM		Protein-Ertrag		N-Abfuhr			
Einheit der Bonit./Min./Max.		kg/ha		g		kg		%		kg/ha		kg/ha			
No.	Name														
1	Mähdrescher u. 'Messerwalze u. 'Scheibenegge	7.439	-	333,5	-	68	-	6,63	n	493	-	79	-		
2	nur Mähdrescher	7.451	-	336,8	-	67	-	6,63	n	494	-	79	-		
3	Mähdrescher + Traktor	7.596	-	332,3	-	68	-	6,06	n	461	-	74	-		
LSD P=.05		2070,4		16,61		0,9		.		137		21,9			

Einsatz-Zeitpunkt		Pfl/ha-Aufgang	Pfl/ha-Ernte	Gänsehals-wuchs in %		Bruch in %		Ertrag/ha-feucht		Ernte-feuchte		Ertrag 86%TM	
Einheit der Bonit./Min./Max.		NUMBER	NUMBER	%		%		kg/ha		%		kg/ha	
Nr.	Name					dAS							
1	Grubber Herbst	79.768	78.787	0	na	1,35	-	11.880	-	24,05	-	10.427	-
2	Pflug Herbst	79.965	78.493	0	na	1,25	-	10.635	-	23,55	-	9.410	-
3	Grubber Frühjahr	79.572	78.591	0	na	1,2	-	11.540	-	23,43	-	10.219	-
4	Pflug Frühjahr	79.867	78.591	0	na	0,81	-	12.612	-	23,43	-	11.168	-
LSD P=.05		1.324,5	1.255,2			1,347 - 2,441		2603,49		0,949		2348,6	
Boniturst		TM-Ertrag	Tausend-Korn-Gewicht	HL-Gewicht		Protein .i.% d.TM		Protein-Ertrag		N-Abfuhr			
Einheit der Bonit./Min./Max.		kg/ha	g	kg		%		kg/ha		kg/ha			
Nr.	Name												
1	Grubber Herbst	8.967	345,9	67	-	6,88	na	616	-	99	-		
2	Pflug Herbst	8.093	339,2	68	-	6,69	na	541	-	87	-		
3	Grubber Frühjahr	8.788	351	69	-	6,63	na	582	-	93	-		
4	Pflug Frühjahr	9.605	346,3	69	-	6,56	na	630	-	101	-		
LSD P=.05		2019,8	20,29	1,3				136,3		21,8			

Düngung		Pfl/ha-Aufgang	Pfl/ha-Ernte	Gänsehals-wuchs in %		Bruch in %		Ertrag/ha-feucht		Ernte-feuchte		Ertrag 86%TM	
Einheit der Bonit./Min./Max.		NUMBER	NUMBER	%		%		kg/ha		%		kg/ha	
Nr.	Name												
1	Grubber 170 N	79.768	78.297	0	na	2,65	-	10.628	-	23,1	-	9.457	-
2	Pflug 170 N	79.474	78.395	0	na	1,54	-	11.876	-	24,13	-	10.388	-
3	Grubber 210 N	78.297	76.531	0	na	1,48	-	11.529	-	23,93	-	10.095	-
4	Pflug 210 N	79.082	77.610	0	na	0,92	-	12.627	-	24,53	-	11.013	-
LSD P=.05		2.185,4	2.395,1			2,579 - 3,470		2393,1		1,237		2082,4	
Boniturst		TM-Ertrag	Tausend-Korn-	HL-Gewicht		Protein .i.% d.TM		Protein-Ertrag		N-Abfuhr			
Einheit der Bonit./Min./Max.		kg/ha	g	kg		%		kg/ha		kg/ha			
Nr.	Name												
1	Grubber 170 N	8.133	345,1	68	a	7,19	na	585	-	94	-		
2	Pflug 170 N	8.934	353,9	68	ab	6,81	na	609	-	97	-		
3	Grubber 210 N	8.682	366,9	69	a	7,63	na	662	-	106	-		
4	Pflug 210 N	9.471	367,9	67	b	7,38	na	698	-	112	-		
LSD P=.05		1790,8	21,39	0,9				127		20,3			

Scheibeneggen-Einsatz		Pfl/ha-Aufgang	Pfl/ha-Ernte	Gänsehals-wuchs in %		Bruch in %		Ertrag/ha-feucht		Ernte-feuchte		Ertrag-86%TM	
Einheit der Bonit./Min./Max.		NUMBER	NUMBER	%		%		kg/ha		%		kg/ha	
Description		Pflanzen je Ha	Pflanzen je	Gänsehalswuchs		Bruch in %		Feuchtertrag je		Erntefeuchte		Ertrag86%Ge	
Nr.	Name												
1	Gr. ohne Scheibenegge Herbst	78296,71	77413,67	0	na	0,25	-	10562,2	-	23,48	-	9324,4	-
2	Gr. mit Scheibenegge Herbst	79179,76	77609,9	0	na	0,63	-	11984,9	-	24,53	-	10476,3	-
3	Pf. ohne Scheibenegge Herbst	80553,38	78394,83	0,38		0		12600,1	-	24,25	-	11017,6	-
4	Pf. mit Scheibenegge Herbst	79277,87	77806,13	0	na	0,25	-	11078,3	-	23,88	-	9749,6	-
LSD P=.05		1883,617	4155,255			0,638		2897,83		1,212		2439,49	
Boniturst		TM-Ertrag	Tausend-Korn-	HL Gewicht		Protein .i.% d.TM		Protein-Ertrag		N-Abfuhr			
Einheit der Bonit./Min./Max.		kg/ha	g	kg		%		kg/ha		kg/ha			
Description		TM-ErtragGE	TKW	HL-Gewicht									
Nr.	Name												
1	Gr. ohne Scheibenegge Herbst	8019	349,4	68	-	6,44	na	516	-	83	-		
2	Gr. mit Scheibenegge Herbst	9010	358,1	68	-	7,13	na	642	-	103	-		
3	Pf. ohne Scheibenegge Herbst	9475	352,8	68	-	7,31	na	693	-	111	-		
4	Pf. mit Scheibenegge Herbst	8385	349,7	68	-	6,44	na	540	-	86	-		
LSD P=.05		2098	28,46	0,7				144,4		23,1			