

Körnermais-Düngungsversuch LFS Hatzendorf 2022

Versuchsstandort: Kalsdorf/Ilz - Pendlacker (Fachschule Hatzendorf) – mehrjährige Ergebnisse

Der wirtschaftliche und sparsame Einsatz von Betriebs- und Düngemitteln ist eine Grundvoraussetzung für einen zeitgemäßen Ackerbau. Der überlegte und sachgerechte Einsatz des Stickstoffdüngers trägt zur Schonung der Umwelt und zusätzlich zur Verbesserung des Einkommens bei. Der Versuch in Kalsdorf bei Ilz hat zum Ziel, die Düngung im Körnermais auf mittelschweren und schweren Böden ohne Gefahr von Nitratverlusten betriebswirtschaftlich zu optimieren - dies auch im Vergleich zur Versuchsfläche in Wagna auf leichten, schottrigen Böden. Der Langzeit-Versuch ist als generalisierte Gitteranlage mit 21 Düngungsvarianten und 4-facher Wiederholung angelegt worden. 2017 wurde, wegen starkem Maiswurzelbohrerdruck, bei sonst gleichbleibender Versuchsanstellung der Körnermais durch Körnerhirse ersetzt. 2018 bzw. 2021 wurden die Düngegaben in 4 Varianten geändert. Im Jahr 2019 wurde der Versuch ausgesetzt, wobei die gesamte Fläche nicht gedüngt wurde; somit konnte die Versuchsdurchführung im Jahr 2020 wieder aufgenommen werden. 2020, 2021 und 2022 wurde Körnermais gepflanzt. Die mehrjährigen Ergebnisse beziehen sich auf die durchgehend geführten Versuchsvarianten.

Tabelle 1: Versuchsvarianten 2022

Var.	April			Anf. Mai	Ende Mai / Anfang Juni		Summe N (kg/ha)
	Gülle vor Anbau flächig (13.4.) (4,66 GN) = 3,24 Njw/m ³	min. N-Unterfuß Düngung beim Anbau (21.4. / UF)	min. PK-Düng.	min. N-Flächendüng. 2-4 Blatt (18.05.– EC 14)	Gülle Schleppschlauch (7.6. EC 19) (4,77 GN) = 3,32 Njw/m ³	mineral. N- Reihen-Düngung (7.6. – EC 19) RD	
0	--	--	ja	--	--	--	0
A		55 KAS	ja			60 KAS	115
B		55 KAS	ja			90 KAS	145
D		180 KAS	ja				180
E		90 KAS	ja	90 KAS			180
F			ja	180 KAS			180
G		90 KAS	ja			120 KAS	210
H		120 KAS	ja			120 KAS	240
K		90 Linzer Star	-			90 KAS	180
L		180 Entec 26	ja				180
M		90 Harnstoff	ja			90 KAS	180
N		180 Harnstoff	ja				180
R	(100) 107 Njw (33 m ³)		-		(80) 73 Njw (22 m ³)		(180) 180 Njw
T	(100) 107 Njw (33 m ³)		-			(80) 73 KAS	180
U	(180) 193 Njw (60 m ³)		-				(180) 193 Njw
W	(100) 107 Njw (33 m ³)	30 DAP	-			(50) 43 KAS	180
X	(100) 107 Njw (33 m ³)	40 Linzer Star	-			(40) 33 KAS	180
Z5	(100) 107 Njw (33 m ³)	40 Ammonsulfat ⁴	-			(40) 33 KAS	(180) 180
Z6	(100) 107 Njw (33 m ³)	40 Ammonsulfat ⁴ + Excello 331 ⁵	-			(40) 33 KAS	(180) 180
Z7		60 Ammonsulfat ⁴	ja			120 KAS	180
Z8		60 Ammonsulfat ⁴ + Excello 331 ⁵	ja			120 KAS	180

KAS = Kalkammonsalpeter 27%; DAP = Diammoniumphosphat (18:46:0); Linzer Star (15:15:15); UF = Unterfußdüngung bei Saat; RD = Reihendüngung mit/ohne Hacke

PK-Grunddüngung: 500 kg/ha Hyperkali (0:18:18) flächig vor Anbau 13.4.2022,

Njw = jahreswirksamer Stickstoff bei Gülle, (87 % vom Gesamtstickstoff (GN) = Nff (feldfallend), davon 80 % = Njw) (Klammerwerte = geplante N-Gabe)

⁴(NH₄)₂SO₄ 21% N (NH₄), 24% SO₄, 40 Ammonsulfat = 190 kg/ha = 40 N (NH₄) und 46 kg SO₄ –wasserlös. Sulfatschwefel
60 Ammonsulfat = 286 kg/ha (60 N (NH₄) und 69 kg SO₄ –wasserlös. Sulfatschwefel)

⁵Excello 331 80 kg/ha (3% Mn, 3% Zn, 1% B, 11,8% MgO, 29,3% CaO, 0,005% Mo, 0,003% Co)

Abbildung 1: Gesamtansicht (Luftbild) der Versuchsfläche am 29.07.2022; für die erste Wiederholung sind die Varianten beschriftet; die Kontrollvarianten (keine N-Düngung) sind gut zu erkennen



Die folgenden Abbildungen 2 und 3 zeigen - als Detailaufnahme - die beiden ersten Versuchsreihen mit Markierung der jeweiligen Varianten. Die Farbunterschiede aufgrund der unterschiedlichen Entwicklung infolge der eingesetzten Düngemengen sind deutlich erkennbar

Abbildung 2: Luftbild des ersten Versuchsblocks (Parzellen 1-12) mit Bezeichnung der Varianten



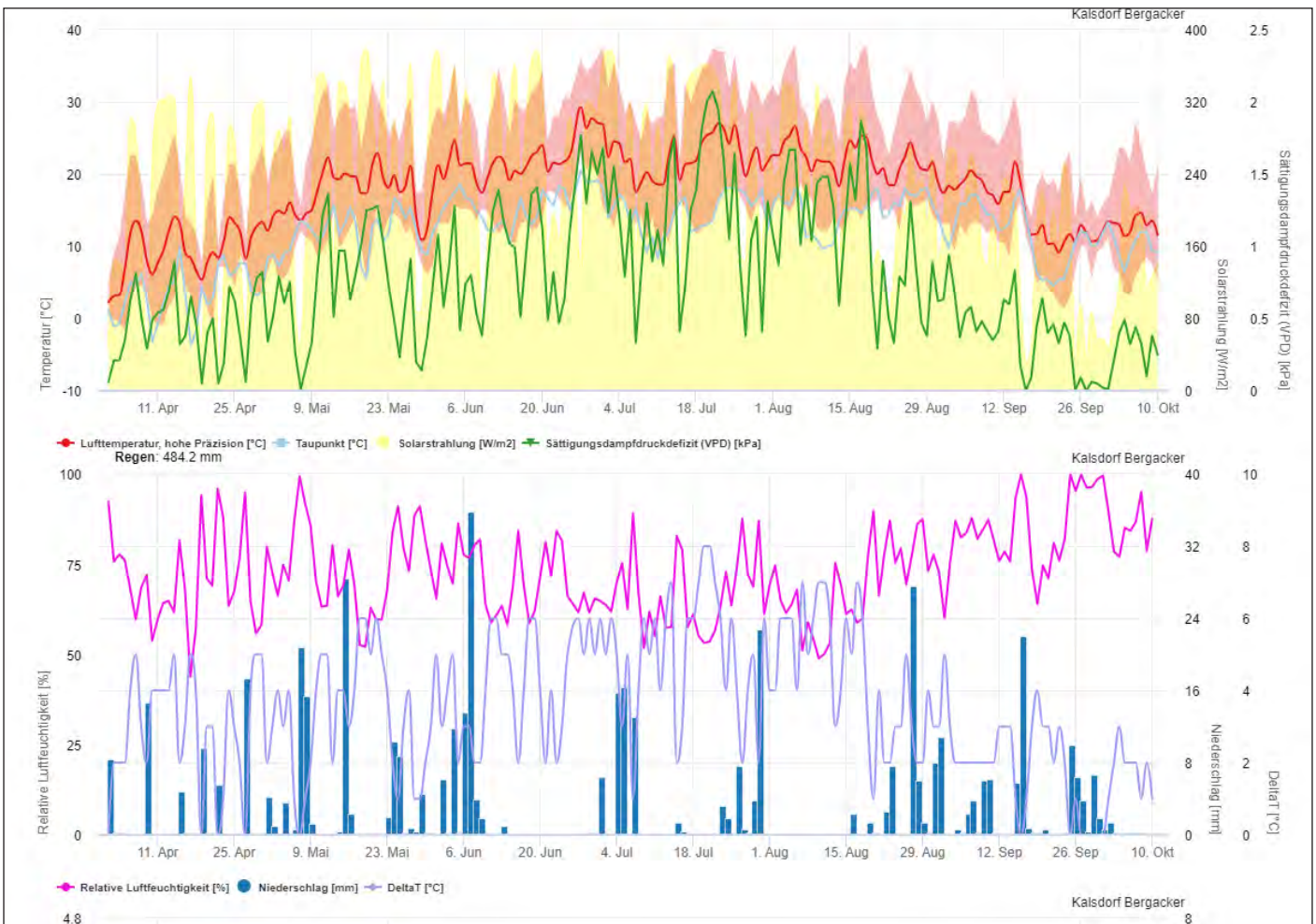
Abbildung 3: Luftbild des zweiten Versuchsblocks (Parzellen 13-24) mit Bezeichnung der Varianten



Witterungsverlauf Kalsdorf 01.04.2022 – 10.10.2022 (Abbildung 4)

Die Niederschläge waren im Jahr 2022 in Kalsdorf bei Ilz um einiges besser verteilt, als beim Versuchstandort in Wagna (siehe Seite 9). Der schwerere Boden konnte auch von den gefallenen Regenmengen im Frühjahr noch länger profitieren. Anfang Juli und Anfang August gab es jeweils nennenswerte Niederschläge, welche die Entwicklung der Maispflanzen sowie die Verwertung des ausgebrachten Stickstoffs förderten. Auf diese folgten jeweils längere Trockenperioden, welche sich im Ertrag auswirkten. Insgesamt lagen die Niederschläge im angegebenen Zeitraum mit 490 mm deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt von 620 mm. Die Temperaturen waren bis Mitte Mai rel. niedrig, danach durchgehend in einem für den Mais günstigen hohen Bereich

Abbildung 4: Witterungsverlauf der Wetterstation in Kalsdorf vom 01.04. bis 10.10.2022



Kulturführung 2022 (Tabelle 2):

ab 2011 KM, Ausnahme 2017 und 2019 Körnersorghum
Herbstflug: 12. 11. 2021
Anbau: 21.04.2022, Wintersteiger Parzellen-Sägerät 4-reihig
Sorte: DieSissy (DKC5068) 420 Zh, mit Koritbeizung
Ablage: 70 cm Rw., 17,5 cm (81.600 Körner)
Abschleppen (Ende März) + Kreiselegge (21.4.)
Gülle vor Anbau flächig, anschl. Eineggen
Gülle im Mai /Juni (Reihendüngung) wurde nicht eingearbeitet
Herbizid: 1,5 l Laudis + 1,5 l Aspect Pro + 1,5 l Monsoon + 0,4 l Maisbanvel flüssig
Hacken: nein
Ernte: 03.10.2022

Bilddokumentation 1: Entwicklung einzelner ausgewählter Parzellen (Kontrolle, niedrige bzw. hohe Düngemenge, einmalige bzw. mehrmalige Düngung; siehe Tabelle 3) am 01.06.2022





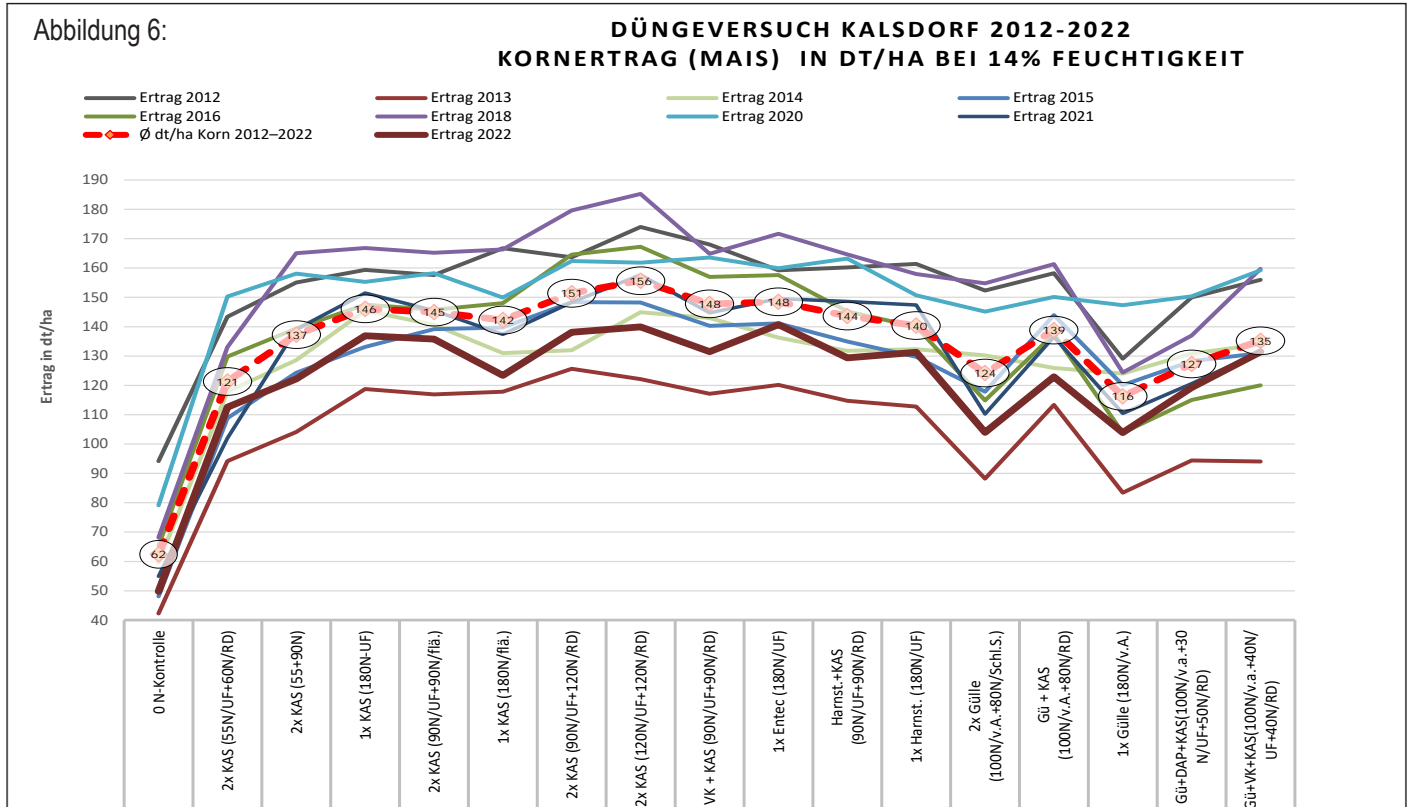
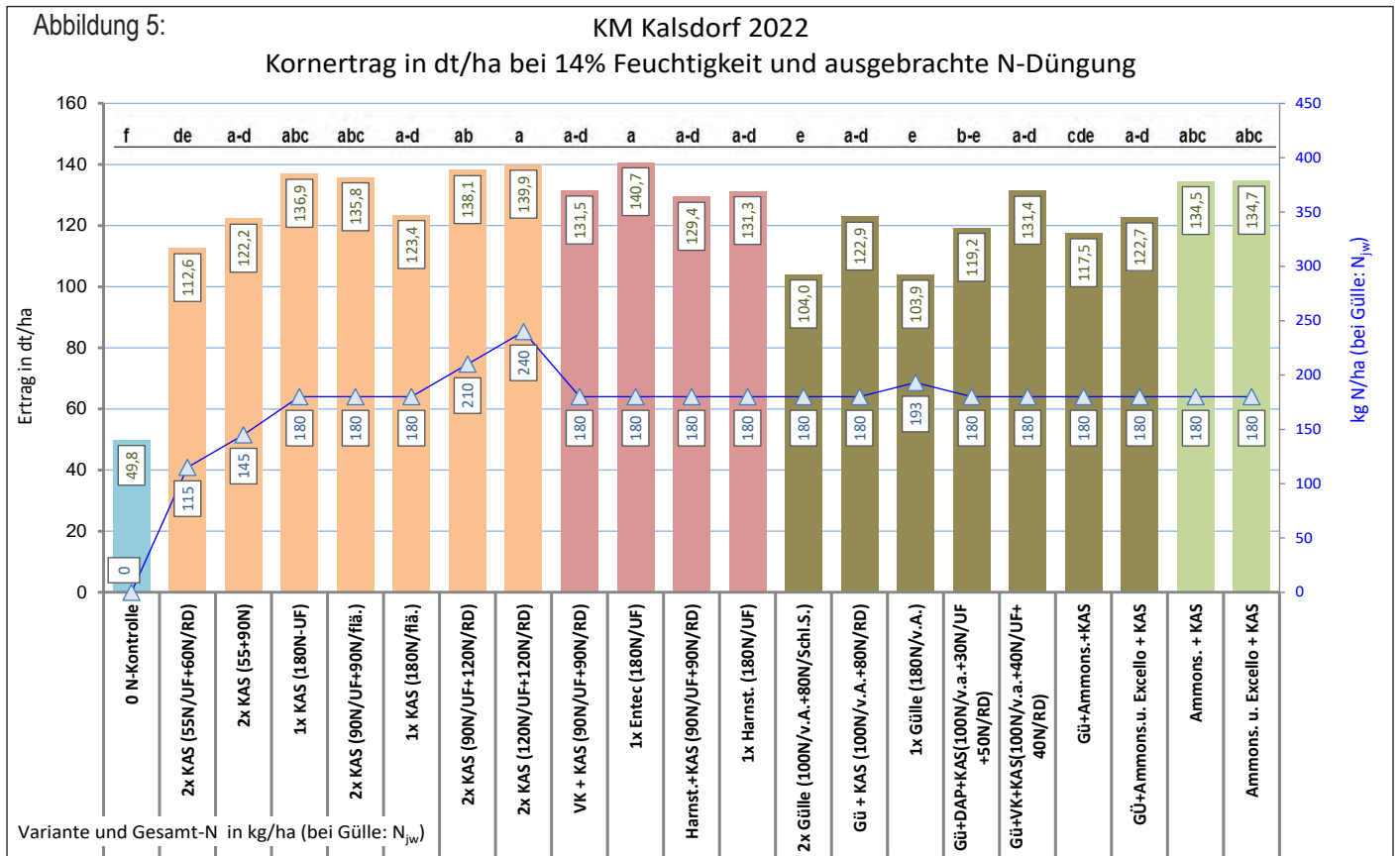
Tabelle 3: Düngemengen in den abgebildeten Düngewarianten

Var.	Gülle vor Anbau flächig (13.4.) (4,66 GN) = 3,24 Njw/m ³	min. N-Unterfuß Düngung beim Anbau (21.4.)	min. PK-Düng.	min. N-Flächendüng. 2-4 Blatt (18.05.– EC 14)	Gülle Schleppschlauch (7.6. EC 19) (4,77 GN) = 3,32 Njw/m ³	mineral.N-Reihendüngung (7.6. – EC 19)	Summe N (kg/ha)
0	--	--	ja	--	--	--	0
A		55 KAS	ja			60 KAS	115
D		180 KAS	ja				180
F			ja	180 KAS			180
H		120 KAS	ja			120 KAS	240
K		90 Linzer Star	-			90 KAS	180
N		180 Harnstoff	ja				180
R	(100) 107 Njw (33 m ³)		-		(80) 73 Njw (22 m ³)		180 Njw
U	(180) 193 Njw (60 m ³)		-				193 Njw
X	(100) 107 Njw (33 m ³)	40 Linzer Star	-			(40) 33 KAS	180
Z6	(100) 107 Njw (33 m ³)	40 Ammon-sulfat + Excello 331	-			(40) 33 KAS	180
Z8		60 Ammon-sulfat + Excello 331	ja			120 KAS	180

Versuchsergebnisse:

Kornertrag:

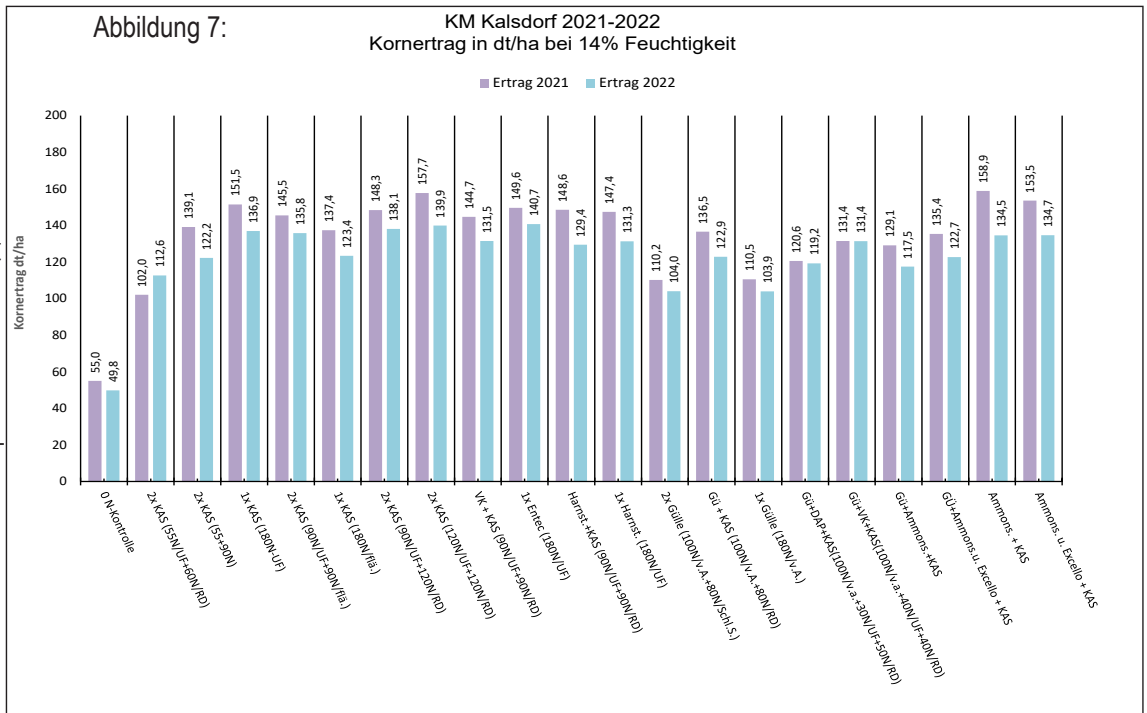
Die Erträge bei 86 % TM (Abbildung 5) bewegen sich 2022 zwischen 4.980 kg/ha (Variante 0-Kontrolle) und 14.070 kg/ha (Variante L - 180 N 1x Entec). Sie liegen damit unter dem Durchschnitt der mehrjährig erzielten Ergebnisse (Abbildung 6). Im Schnitt der Versuchsjahre 2012 bis 2022 liegen diese bei den gedüngten Varianten zwischen etwa 11.600 kg/ha und 15.600 kg/ha Trockenmais, ohne Düngung wird immer noch ein Ertrag von ca. 6.200 kg/ha erreicht. Dabei ist 2022 auffallend, dass die Ernteerträge im 10-Jahresdurchschnitt die zweitschlechtesten sind.



Ertragsvergleich 2021 und 2022

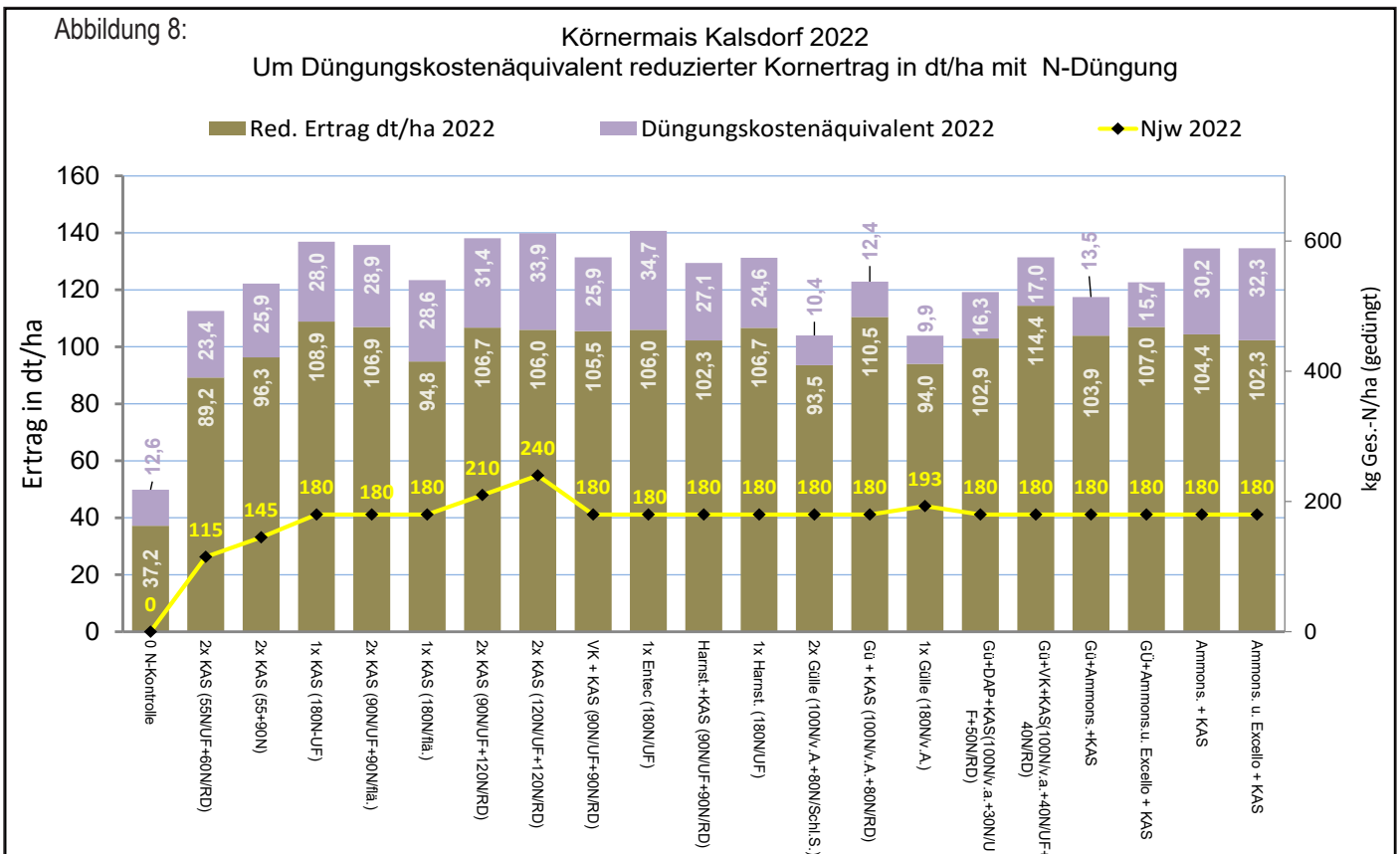
(Abbildung 7):

Vergleicht man die letzten beiden Versuchsjahre miteinander, so gibt es bei fast allen Varianten den eindeutigen Trend, dass das Ertragsniveau von 2021 im Jahr 2022 nicht gehalten werden konnte.

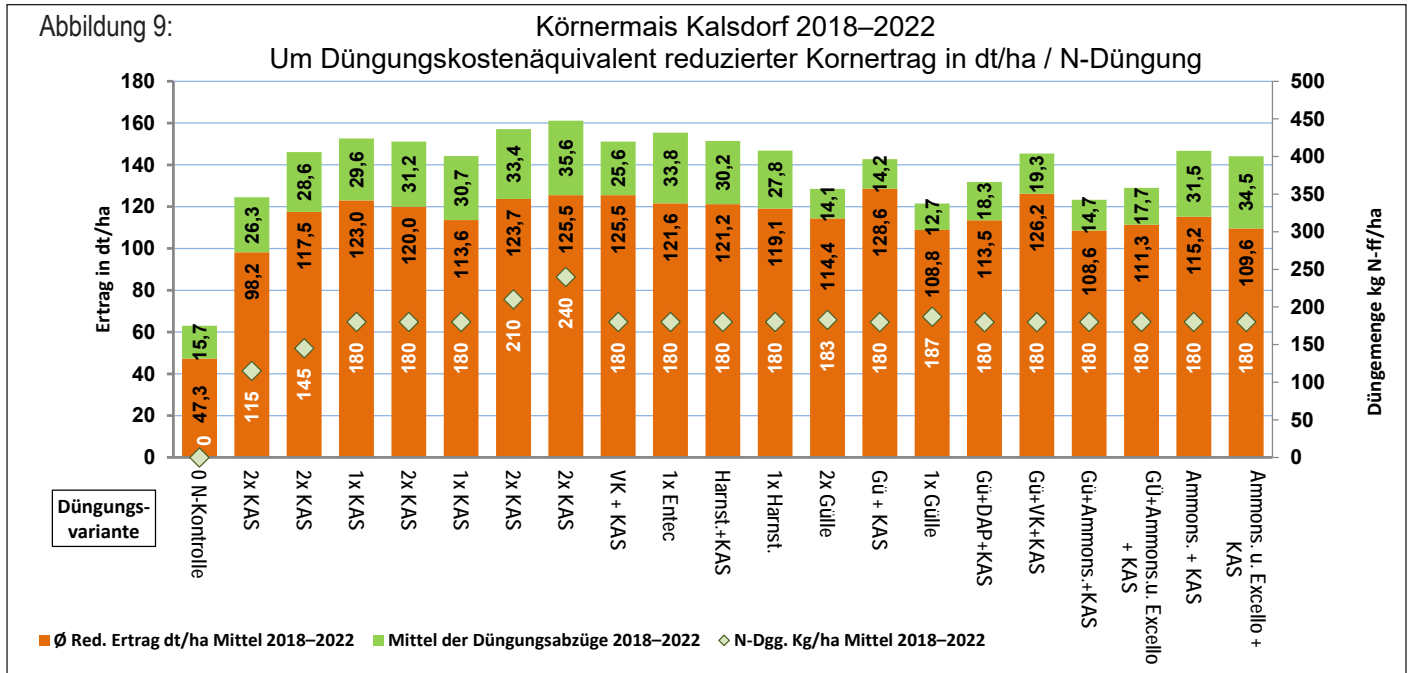


Um Düngeaufwand reduzierter Ertrag:

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wurden Ertragsäquivalente aus den Kosten der Düngung und vom Bruttoertrag für Mais (gemittelt jeweils über die letzten 5 Jahre) errechnet und in Abzug gebracht. Der Wert der Nährstoffe in der Gülle wird dabei nicht berücksichtigt (so lange es für Gülle keinen Marktwert bzw. keine Handelsalternative gibt), die Ausbringungskosten sind jedoch kalkuliert. In Abbildung 8 ist der reduzierte Ertrag für das Jahr 2022 angegeben. Wie die blauen Anteile der Balken zeigen, schwanken die Kosten sehr deutlich und haben somit starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der N-Düngung. Den höchsten Wert erzielt die Variante Gü+VK+KAS, gefolgt von der Variante Gü+KAS sowie der Variante 1x KAS. Die überdüngten Varianten mit 210 kg N und 240 kg N konnten die Mehrkosten durch den Düngeinsatz im Ertrag nicht wettmachen.



Im mehrjährigen Vergleich (Abbildung 9) liegt die Variante Gülle+KAS (180N) an der Spitze, gefolgt von der Variante Gülle+VK+KAS (180N) und den Varianten VK+KAS (180N) und 2xKAS(240N). Insgesamt zeigt sich, dass die Güllevarianten wirtschaftlich interessant sind.



Proteinertag:

Neben dem Kornertrag ist der Proteinertag ein wichtiger Ertragsfaktor. Im Normalfall kann durch eine erhöhte Stickstoffdüngung neben der normalen Ertragssteigerung bis zu einem gewissen, fruchtabhängigen Teil auch der Eiweißgehalt im Erntegut erhöht werden. Die Frage ist, wo liegt die wirtschaftliche und die umweltverträgliche Grenze einer erhöhten Stickstoffdüngung? Die Abbildung 10 zeigt, dass 2022 die Variante mit 180N-KAS-Unterfuß sowie die Variante mit 180N-Entec-Unterfuß hohe Proteingehalte erzielten. Im langjährigen Schnitt (Abbildung 11) sind die Proteingehalte und –erträge in Kombination mit dem Kornertrag im Wesentlichen von der Höhe der N-Düngung abhängig und weniger von der mineralischen N-Düngerart oder der Düngerverteilung. Auch im Hinblick auf einen hohen Proteingehalt bzw. -ertrag liegt die Obergrenze der N-Düngung unter den vorhandenen Boden- und Klimabedingungen bei etwa 180 kg N/ha – eine weitere Steigerung der N-Düngung auf 210 bzw. 240 kg N/ha erhöht den Proteinertag nicht mehr wesentlich. Die Varianten mit Gülledüngung haben im Vergleich einen eher geringen Rohproteingehalt.

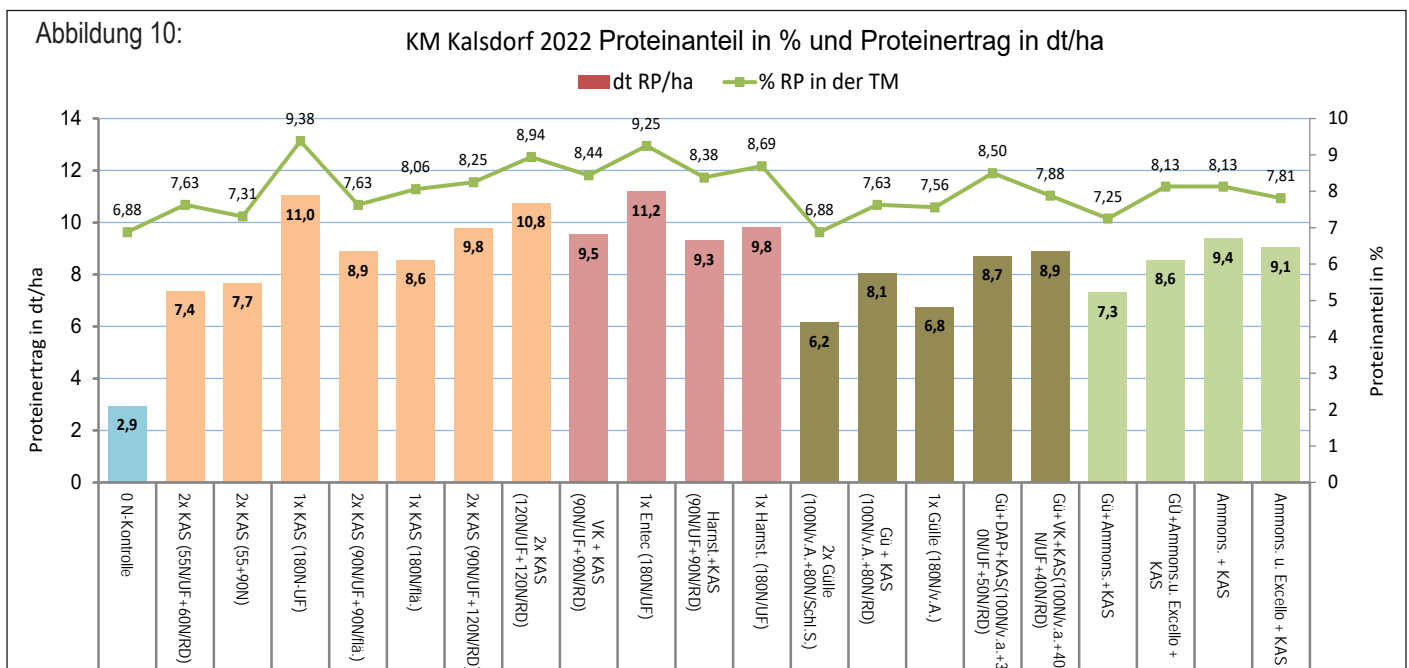
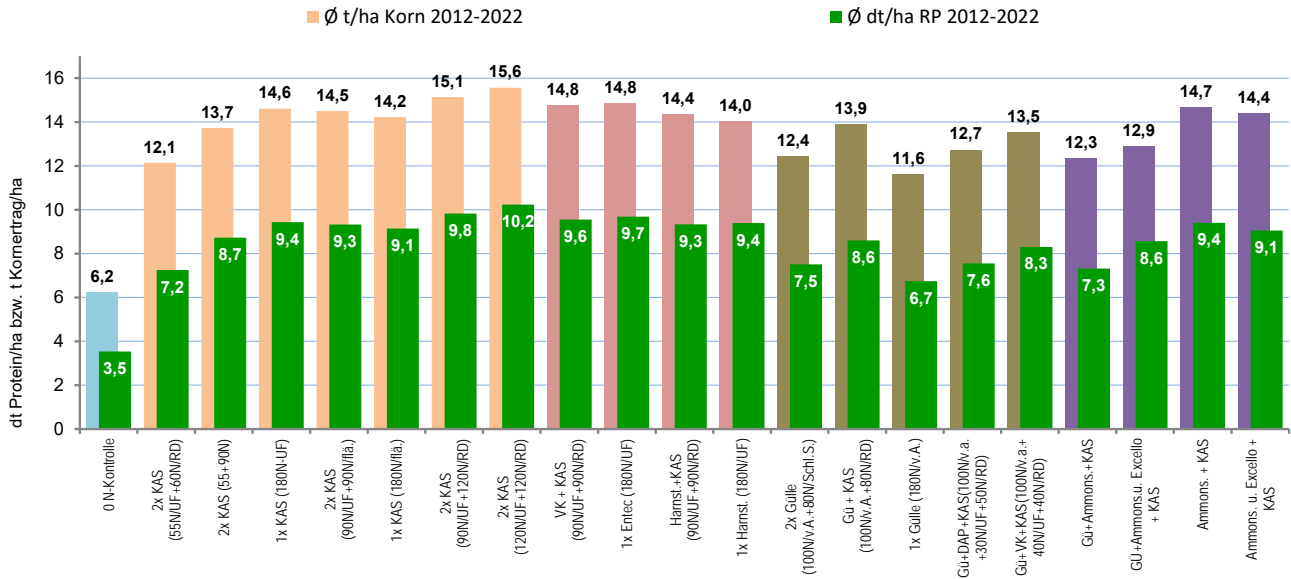




Abbildung 11:

KM Kalsdorf 2012-2022
Korn- und Proteintrag in dt/ha bei 14% Feuchtigkeit



N-min Gehalte des Bodens 2011 bis 2022:

In Abbildung 12 sind für den Zeitraum 2012-2022 die Mittelwerte der jahreswirksamen N-Düngemengen (N_{iw}/ha) je Variante den Mittelwerten des N-min – Gehalts im Boden (0-90 cm Tiefe) zu verschiedenen Vegetationszeitpunkten gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Düngungshöhen und Düngerarten haben einen relativ geringen Einfluss auf die N-min-Werte im Frühjahr (März/ April – braune Linie). Im Herbst (Oktober/ November – grüne Linie) schwankt der N-min-Gehalt etwas mehr, bleibt aber dabei unter oder nur knapp über den Frühjahrs-Werten. Die im Mai/Juni hohen N-min – Werte (blaue Linie) schwanken relativ stark, wobei die höchsten Werte vor allem in den Varianten mit Gülledüngung sowie mit flächiger Düngerausbringung auftreten. Allerdings sind diese hohen N-min-Mengen bis zum Herbst wieder abgebaut, was darauf schließen lässt, dass die Düngewirkung hier verspätet, aber doch relevant eintritt. Die N-Abfuhr über das Korn ist - mit Ausnahme der Kontrolle, der schwach gedüngten und der mit Gülle gedüngten Varianten - relativ gleichmäßig bei rd. 150 kg/ha.

Abbildung 12:

KM Kalsdorf 2012-2022 N-Gehalt im Boden

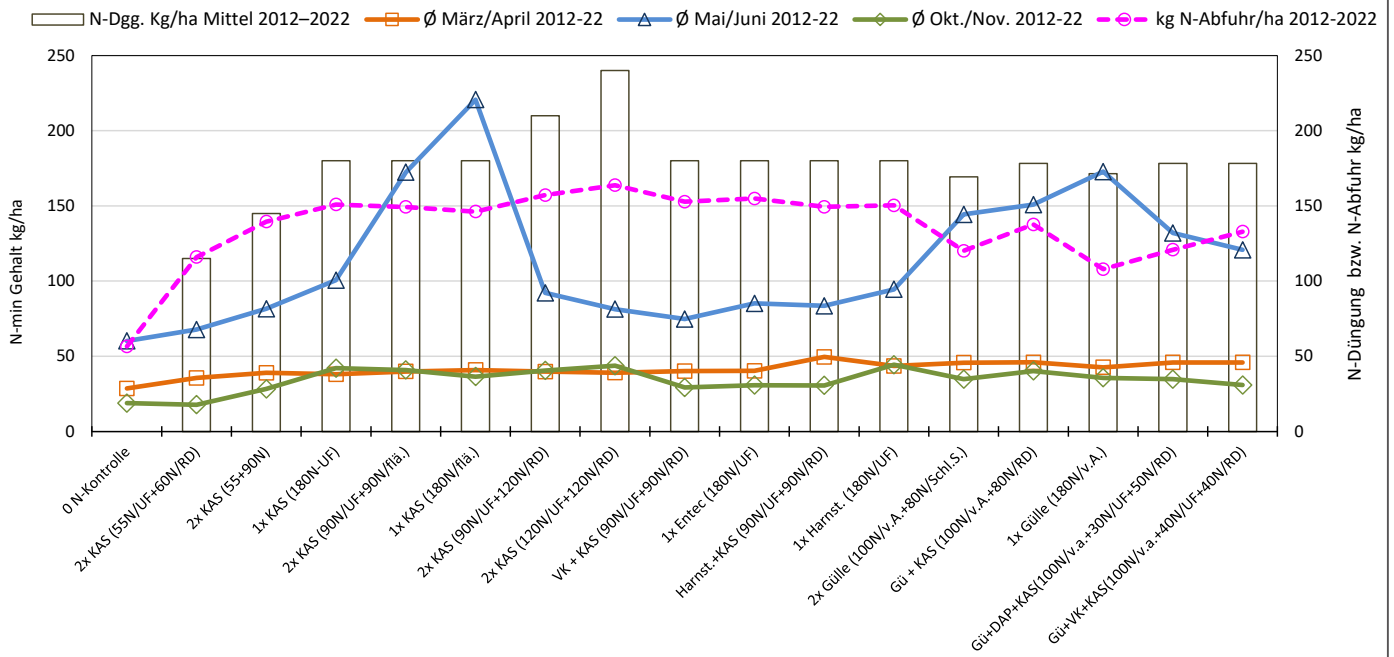


Tabelle 4: Körnermais-Düngung Kalsdorf 2022 / ARM 2022.2 AOV Mittelwerttabelle

Bonitur-Gegenstand	Pfl/ha Frühj.	Pfl/ha Ernte	Gänsehals-Wuchs	Bruch unter Kolben	Wuchshöhe	Ertrag/ha Feucht	Erntefeuchte	Ertrag bei 86% TM	TM-Ertrag	Tausend-korn-gewicht	Hekto-liter-Gewicht	Dünger-äquivalent Abzug kg/ha	Reduz. Ertr	Protein i.d.TM	Protein-Ertrag	N-Abfuhr
Einheit der Bonit./Min/Max	NUMBER; ; -	NUMBER; ; -	%; 0; 100	%; 0; 100	cm; ; -	kg/ha; ; -	%; 0; 100	kg/ha; ; -	kg/ha; ; -	g; ; -	kg; ; -	kg/ha; ; -	kg/ha; ; -	%; 0; 100	kg/ha; ; -	kg/ha; ; -
Variante																
1 O	70.238 a	64.286 a	8,3 a	0,9 ab	266 b	6.181 h	29,5 abc	4.981 f	4.283 f	315	20,16	1.263 r	3.718 c	6,9	294 h	47
2 A	71.032 a	69.445 a	0,6 a	0,8 ab	292 a	13.244 fg	26,1 def	11.260 de	9.684 de	331	19,90	2.345 m	8.916 b	7,6	738 ef	118
3 B	73.214 a	69.841 a	4,2 a	0,6 ab	295 a	14.583 c-f	27,2 b-f	12.219 a-d	10.509 a-d	347	20,10	2.598 k	9.621 ab	7,3	768 def	123
4 D	71.825 a	69.246 a	4,0 a	1,4 ab	306 a	16.935 a-d	29,9 ab	13.692 abc	11.775 abc	367	20,20	2.812 h	10.880 ab	9,4	1.104 a	177 a
5 E	71.627 a	68.056 a	6,7 a	- b	303 a	16.399 a-d	28,2 a-e	13.580 abc	11.679 abc	366	20,22	2.894 f	10.686 ab	7,6	890 bc	142
6 F	72.421 a	70.040 a	3,7 a	0,6 ab	300 a	15.228 a-f	29,7 ab	12.341 a-d	10.613 a-d	347	19,92	2.866 g	9.474 ab	8,1	856 bcd	137
7 G	74.603 a	72.222 a	4,6 a	0,5 ab	295 a	17.024 abc	29,7 ab	13.810 ab	11.876 ab	355	19,98	3.147 d	10.662 ab	8,3	980 b	157 b
8 H	73.810 a	71.825 a	2,5 a	0,3 b	299 a	17.560 a	30,8 a	13.991 a	12.032 a	367	20,08	3.401 b	10.590 ab	8,9	1.075 a	172 a
9 K	71.825 a	70.040 a	2,3 a	0,5 ab	299 a	15.893 a-e	28,3 a-e	13.146 a-d	11.306 a-d	353	20,14	2.602 j	10.544 ab	8,4	954 b	153 b
10 L	74.008 a	73.016 a	3,8 a	1,1 ab	293 a	17.252 ab	29,2 a-d	14.070 a	12.100 a	356	20,16	3.471 a	10.600 ab	9,3	1.119 a	179 a
11 M	70.437 a	67.857 a	3,5 a	0,3 b	295 a	16.012 a-e	29,8 ab	12.941 a-d	11.129 a-d	356	20,06	2.720 i	10.221 ab	8,4	932 b	149 b
12 N	69.445 a	69.048 a	4,9 a	0,3 b	299 a	16.448 a-d	30,7 a	13.127 a-d	11.289 a-d	368	20,16	2.465 l	10.662 ab	8,7	981 b	157 b
13 R	73.611 a	71.230 a	2,4 a	1,4 ab	292 a	12.202 g	26,0 ef	10.398 e	8.942 e	333	20,16	1.043 t	9.355 ab	6,9	615 g	98 g
14 T	69.643 a	69.643 a	6,7 a	0,6 ab	300 a	14.514 def	26,5 c-f	12.289 a-d	10.569 a-d	338	20,14	1.242 s	11.047 a	7,6	806 cde	129
15 U	71.429 a	68.849 a	6,9 a	2,3 ab	301 a	12.361 g	27,0 b-f	10.391 e	8.936 e	332	20,20	987 u	9.405 ab	7,6	676 fg	108 fg
16 W	72.222 a	71.627 a	0,8 a	0,8 ab	295 a	13.780 efg	25,0 f	11.924 b-e	10.254 b-e	324	20,28	1.644 o	10.279 ab	8,5	872 bcd	139
17 X	71.627 a	69.841 a	0,8 a	1,1 ab	301 a	15.516 a-e	26,4 def	13.139 a-d	11.299 a-d	350	20,34	1.701 n	11.438 a	7,9	890 bc	142
18 Z5	72.818 a	68.849 a	2,0 a	0,3 b	297 a	13.800 efg	26,0 ef	11.746 cde	10.102 cde	343	20,26	1.327 q	10.419 ab	7,3	732 ef	117
19 Z6	70.040 a	67.460 a	1,2 a	- b	293 a	14.891 b-f	28,3 a-e	12.268 a-d	10.550 a-d	364	20,28	1.543 p	10.724 ab	8,1	857 bcd	137
20 Z7	69.841 a	67.262 a	2,8 a	3,2 a	303 a	16.776 a-d	30,3 ab	13.454 abc	11.570 abc	374	20,20	2.980 e	10.474 ab	8,1	940 b	150 b
21 Z8	75.000 a	73.214 a	4,9 a	1,9 ab	296 a	16.200 a-d	27,9 a-f	13.466 abc	11.580 abc	361	20,34	3.197 c	10.269 ab	7,8	905 bc	145
LSD P=05	4.826,70	5.182,51	6,48	1,51	9,77	1.440,38	1,87	1.146,08	985,63	.	.	.	1.146,08	.	79,20	12,70

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