

## Düngung im Ackerbau - Körnermaisdüngung Wagna 2007-2022

Die richtige Düngung ist ein entscheidender Faktor im erfolgreichen Ackerbau. Es ist erstrebenswert, die Kosten der Düngung so minimal wie möglich zu halten und auf der anderen Seite den für den Standort optimalen Ertrag zu erwirtschaften. Besonders beim Hauptnährstoff Stickstoff führt jede falsche Düngung entweder zu einem Nichtausschöpfen der pflanzlichen Ertragspotentiale oder zur Beeinträchtigung des Grundwassers und der Umwelt. Beides ist meistens mit ökonomischen Nachteilen verbunden.

Damit den Landwirten in dieser Hinsicht gute Entscheidungsgrundlagen angeboten werden können, betreut die Versuchsstation für Pflanzenbau zwei langjährige Düngungs-Exaktversuche. In Wagna wird der Düngeeffekt auf leichten Böden in einer reinen Mais- Fruchtfolge untersucht. In Kalsdorf bei Ilz ist der Versuch auf schweren Böden angelegt. Hier wurde in die reine Maisfruchtfolge 2017 und 2019 Körnerhirse eingebaut. Aus organisatorischen Gründen konnte 2019 in Kalsdorf nicht das geplante Düngungs- Regime ausgeführt werden, die Fläche wurde jedoch so behandelt, dass seit 2020 wieder das vorgesehene Schema mit Körnermais weitergeführt wurde. Die Ergebnisse des Versuches in Kalsdorf aus dem Jahr 2022 sind ab der Seite 17 beschrieben.

### Versuchsstandort Wagna bei Leibnitz (LFS Silberberg) – Ergebnisse 2022 und mehrjährig

Der Versuch liegt auf lehmigen Sandböden mit geringer Mächtigkeit über Schotter und hat zum Ziel, die Düngung im Körnermaisbau ohne Gefahr von Nitratverlusten in Wasserschongebieten zu optimieren. Der Versuch ist als Blockanlage mit 12 Düngungsvarianten und 6-facher Wiederholung angelegt worden. Der Versuch ist gleichzeitig ein Monokulturversuch, nachdem seit 15 Jahren durchgehend Mais auf der gleichen Fläche angebaut wird und die Versuchspartellen immer an derselben Stelle sind.

Durch ein technisches Gebrechen bei der letzten Düngung am 01.06.2022 hat sich die geplante Düngemenge der Partellen im Vergleich zu den Vorjahren um 30 kg N erhöht.

Tabelle 1: Versuchsvarianten 2022

	April			Anf. Mai	Ende Mai / Anfang Juni		
	Gülle vor Anbau flächg. (15,15 m <sup>3</sup> - 11.4.) 5,94 GN =4,13 Njw/m <sup>3</sup>	min.N-Unterfuß Düngung beim Anbau (12.4.)	min. PK-Dgg.	min. N-Reihen düng. ab 10.5. (11.5.– EC 13) RD	Gülle Schleppschlauch (01.06. - EC 19) 3,17 GN = 2,20 Njw/m <sup>3</sup>	mineral. N-Reihendüngung (RD) (01.6. - EC 19)	Summe N (kg/ha)
0	--	--	ja	--	--	--	0
A		45 KAS	ja			75 KAS	120
B		55 KAS	ja			90 KAS	145
C			ja	55 KAS		90 KAS	145
D			ja*	55 KAS	(60) 68 Njw 30,8 m <sup>3</sup>		123 Njw
E	(55) 62 Njw		ja*			90 KAS	152 Njw
F	(55) 62 Njw		ja*			64 KAS lt. Nmin-Soll **	126
G		55 KAS	ja			71 KAS lt. Nmin-Soll **	126
H		55 Entec 26	ja			90 KAS	145
I	(55) 62 Njw		--		(60) 62 Njw 28,4 m <sup>3</sup>		124 Njw
K		55 KAS	ja			120 KAS	175
L		55 KAS	ja	60 KAS		90 KAS	205

KAS = Kalkammonsalpeter UF = Unterfußdüngung bei Saat RD = Reihendüngung mit/ohne Hacke flä = Flächendüngung

\*\* Nmin-Soll – Berechnung: (in Anlehnung an Richtl. f. sachgerechte Düngung = RSD – 7.Auflage – Seite 44) Gesamtdüngung darf nicht höher als 115 N sein (Wasserschongebietsverordnung – leichte Böden) – aufgrund eines technischen Gebrechens im Jahr 2022 nicht eingehalten

\*\*\*Nmin Gesamtwert 0-90 cm (NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N) lt. chem. Untersuchung (Nmin-Probenahme am 06.04.2022)

PK-Düngung: 360 kg/ha Superphosphat (18%) flächig am 07.03.2022, \* bei Variante D, E und F nur alle 2 Jahre PK-Düng., Beginn 2009;

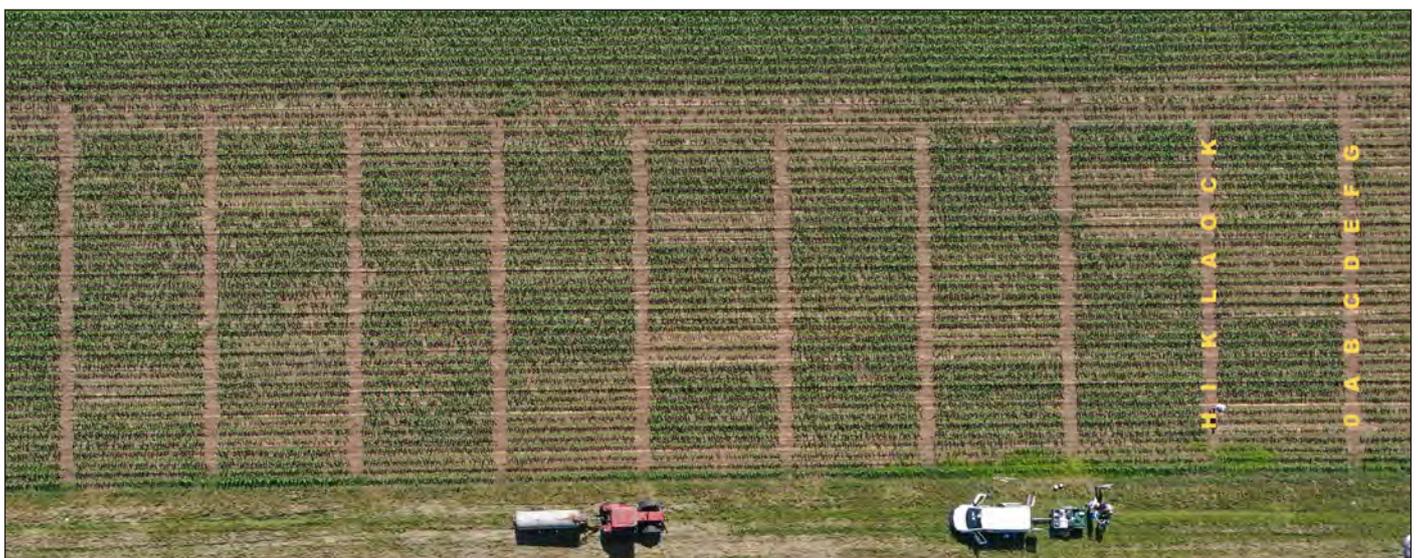
Njw = jahreswirksamer Stickstoff bei Gülle, (87 % vom Gesamtstickstoff (GN) = Nff (feldfallend), davon 80 % = Njw (Klammerwerte = geplante N-Gabe)

Tabellen 2 und 3: Ergebnisse der Bodenuntersuchung bzw. Kulturführung 2022

Ergebnisse Bodenuntersuchung 2021	Einheit	Werte
Phosphor:	ppm im Feinboden / Gehaltsstufe:	52 / C
Kali:	ppm im Feinboden / Gehaltsstufe:	214 / D
Magnesium	ppm im Feinboden / Gehaltsstufe:	57 / C
pH-Wert:		6,2 (schw.sauer)
Sand:	%	51
Schluff:	%	33
Ton:	%	16
Bodenart:		SL = sandiger Lehm
Humusgehalt:	%	3,1 (mittel)

Kulturführung 2022	
Bodenbearbeitung	Herbstackerung mit Pflug (Krasser) am 16.11.2021; keine Gründেকে über den Winter; Abschleppen am 06.04.2022; Saatbeetkombination: 11.4. (Einarbeiten der Gülle)
Anbau	12.4.2022, Wintersteiger Einzelkornsämaschine
Sorten	DieSissy (DKC 5068), RZ 420 Zh mit Koritbeizung
Herbizid	12.5. 2022 250 g/ha Arigo + 1,5 l/ha Spectrum, 0,4 l/ha Neowett
Hacke	Keine mechanische Unkrautbekämpfung
Ernte	20.09.2022

Abbildung 1: Entwicklung der Fläche am 01.06.2022 (Zeitpunkt der 2. Düngung; die Varianten 0 (Kontrolle) sowie C und D (Mineral-Düngung erst Anfang Mai) sind in der Entwicklung deutlich zurück



Bilddokumentation 1: Entwicklung der einzelnen Varianten des ersten Versuchsblocks (Parzellen 1 bis 12)

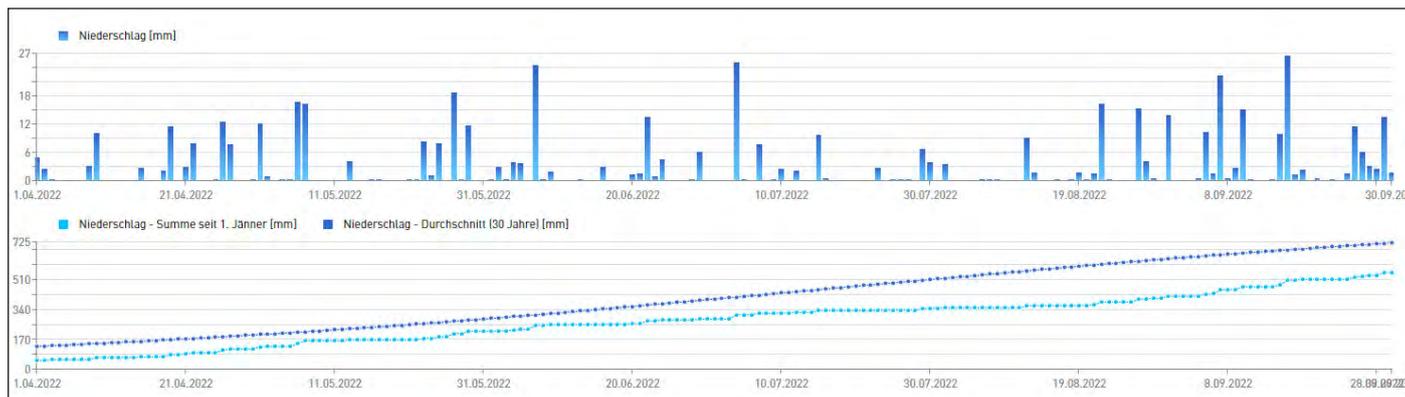
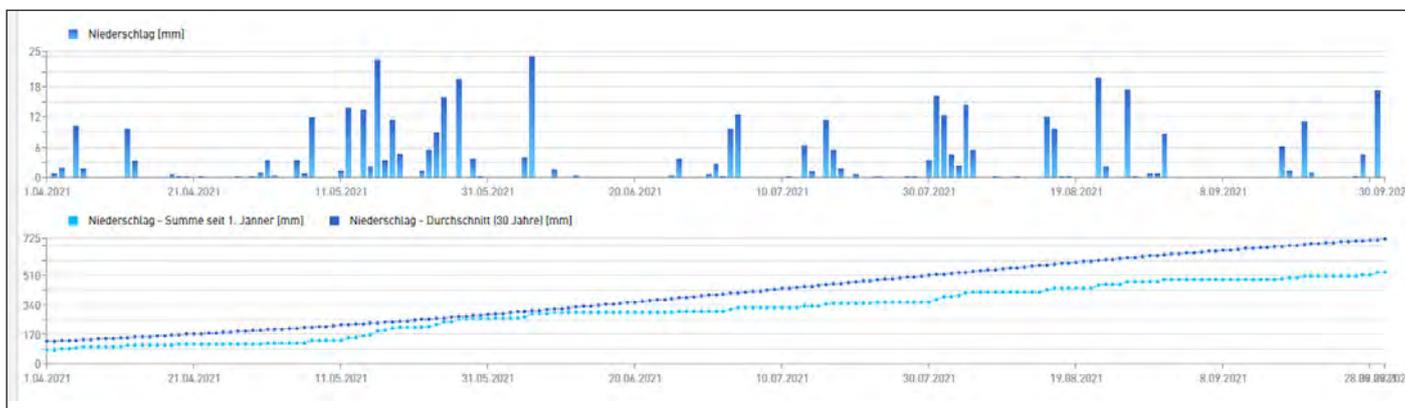






Vergleicht man die Wetterdaten während der Vegetationszeit in den Jahren 2021 und 2022, so fällt auf, dass in beiden Jahren bereits am Beginn ein Niederschlagsdefizit auftrat. Dieses zog sich durch die gesamte Vegetationsperiode hindurch. Auffallend dabei ist 2021 der niederschlagsarme Spätsommer und Herbst, 2022 die lange sehr trockene Phase von Anfang Juli bis Mitte August. Der Bestand konnte diese Trockenphasen auf dem leichten Boden nicht unbeschadet überstehen. Wasserreserven waren im Boden so gut wie nicht vorhanden, aufgrund des zu trockenen Frühjahrs. Die vielen Sonnenstunden im Sommer konnten durch das fehlende Wasser nicht ausgenutzt werden (siehe auch Abbildungen 2 und 3).

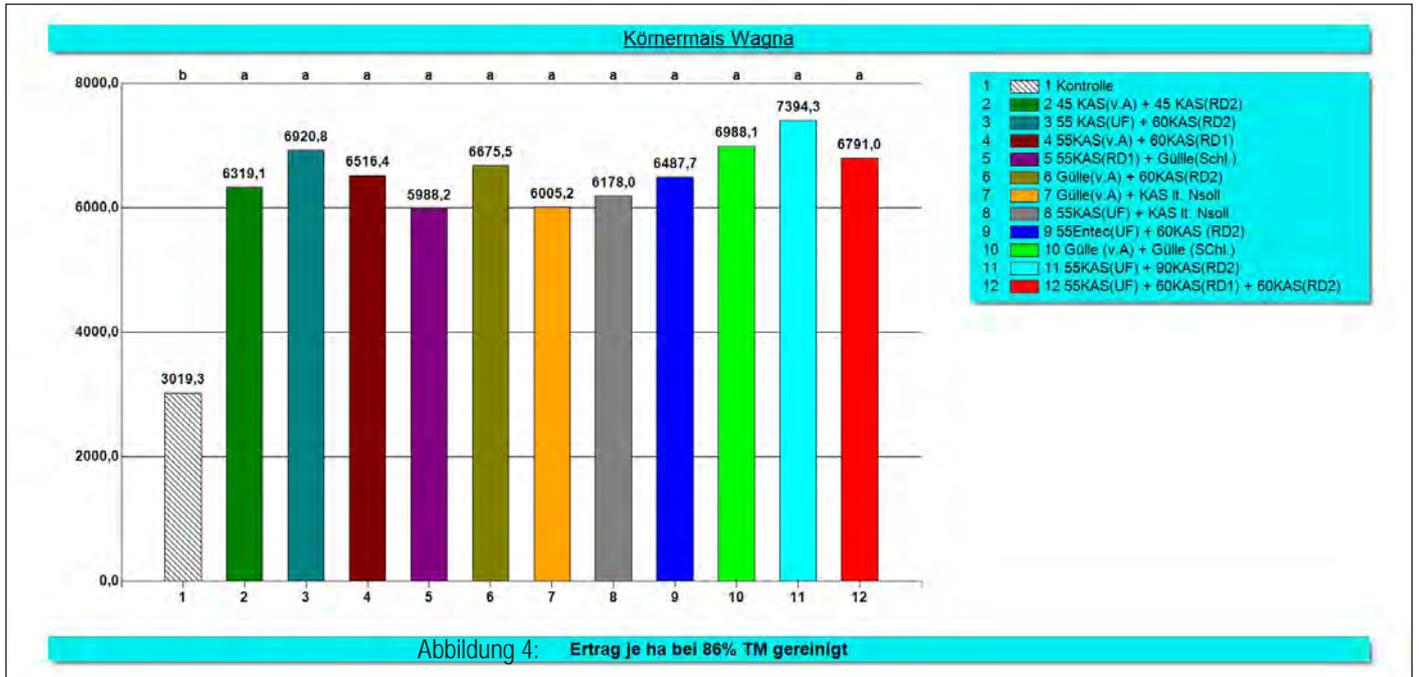
Abbildung 2 und 3: Niederschlagsverlauf 2021 und 2022



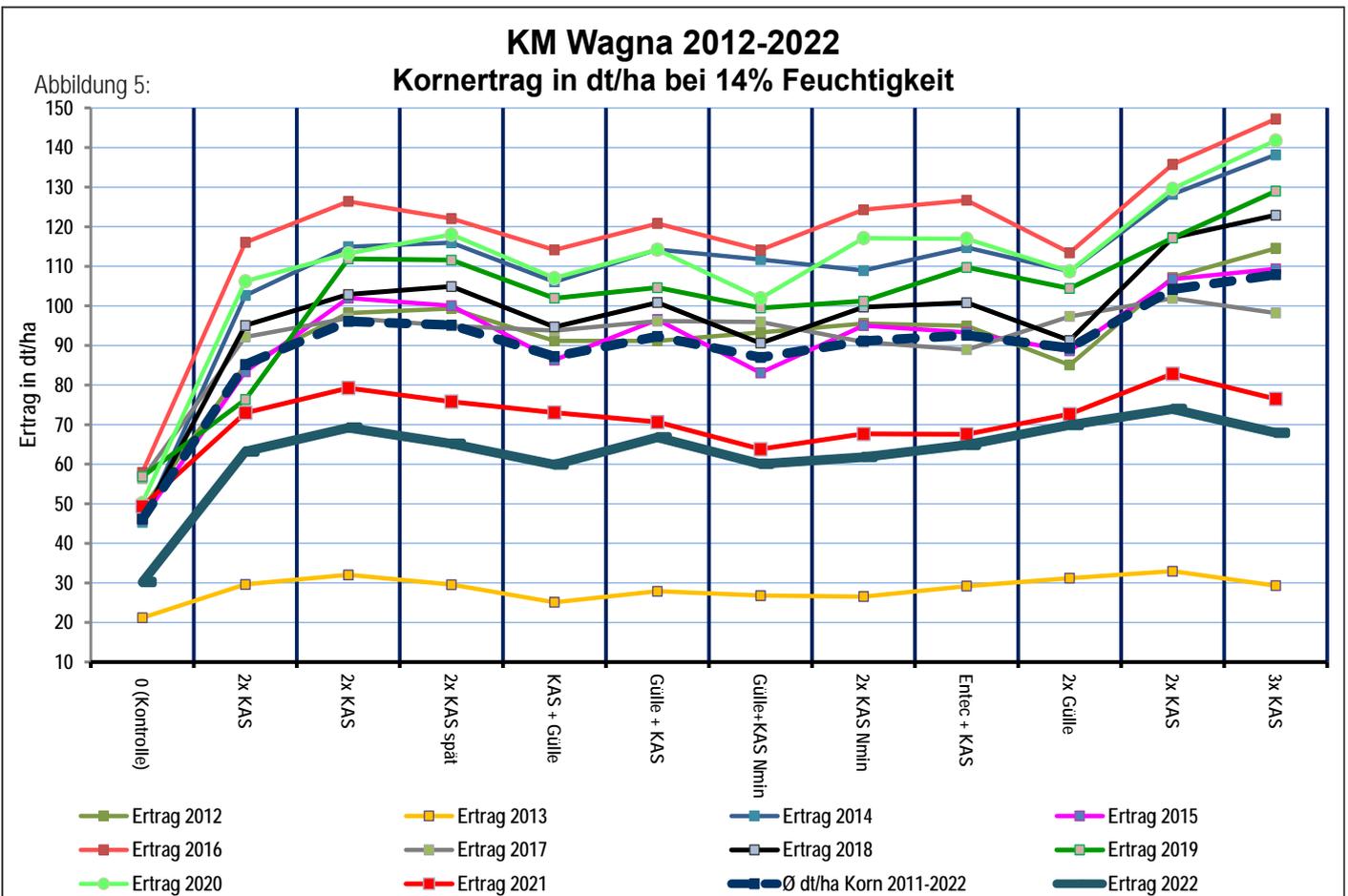
Versuchsergebnisse

Kornertrag:

Das Versuchsjahr 2022 brachte trotz der in diesem Jahr erhöhten Düngermenge einen im Vergleich der letzten Jahre deutlich unter dem Durchschnitt liegenden Ertrag zwischen 3,02 dt/ha (Kontrolle) und 7,39 dt/ha (Variante 11). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten sind nur gegenüber der Kontrolle statistisch abgesichert (Abbildung 4)



Im Vergleich der Versuchsjahre von 2012 bis 2022 (Abbildung 5) ist das Jahr 2022 das zweitschlechteste nach 2013 und liegt knapp unter dem Jahr 2021.



Die Wuchsdepressionen im Jahr 2022 aufgrund der Trockenheit führten in der Versuchsfläche zu sehr stark differierenden Erträgen, auch innerhalb der einzelnen Behandlungsvarianten. Die Abbildung 6 zeigt die Erträge der einzelnen Parzellen im Jahr 2022. Rot umrandet ist zum Beispiel die Variante K (175N), welche im „guten“ Bereich (Block 5 - Reihe I) 10.237 kg/ha erzielt, im „schlechtesten“ Bereich (Block 7-Reihe V) aber mit 4.419 kg/ha weniger als die Hälfte davon erzielt.

5.688	4.992	4.655	5.402	8.883	2.562	8.294	6.692	5.528	VIII
4.927	2.957	5.683	7.562	8.433	8.902	7.568	5.970	5.987	VII
4.796	5.381	5.284	7.141	6.465	9.570	7.357	3.685	6.618	VI
3.683	5.490	4.419	6.676	8.003	8.970	7.284	6.691	6.582	V
4.692	4.632	5.455	6.686	7.975	8.927	7.254	5.903	6.430	IV
4.008	4.442	5.649	7.220	2.976	7.914	5.884	6.794	6.306	III
2.587	5.052	8.042	7.646	9.241	7.577	5.977	6.191	5.026	II
6.585	4.696	8.663	8.090	10.237	6.726	6.138	5.954	3.349	I
9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Block									

Abbildung 6: Ergebnisse der einzelnen Parzellen im Jahr 2022 (je dunkler die Färbung, umso höher der Ertrag)

Bei genauerer Betrachtung der Detailergebnisse fällt auch auf, dass die Unterschiede innerhalb der einzelnen Wiederholungen in „guten“ Jahren viel geringer sind als in „schlechten“ Jahren. Dazu muss angemerkt werden, dass die Versuchsfläche Wagna in sich mehrere unterschiedliche Bodenzonen (siehe auch Abbildungen 8 und 9 auf der nächsten Seite) mit unterschiedlicher Tiefgründigkeit aufweist, wobei aufgrund dieser Unterschiede der Versuch mit sechs statt 4 Wiederholungen angelegt ist.

Diese Ertragsunterschiede in den einzelnen Blöcken (Wiederholungen) stellt die Abbildung 7 dar. Der jeweils höchste Ertrag in den einzelnen Jahren ist mit 100 % angegeben. Im rel. guten Jahr 2020 bringt der Block 6 noch 90,6 % in Relation zum besten Block; im Jahr 2022 waren dies nur 60 %. Diese starke Abhängigkeit der Bodenfaktoren zeigt sehr gut, wie wichtig in Zukunft die Anwendung teilflächenspezifischer Maßnahmen ist!

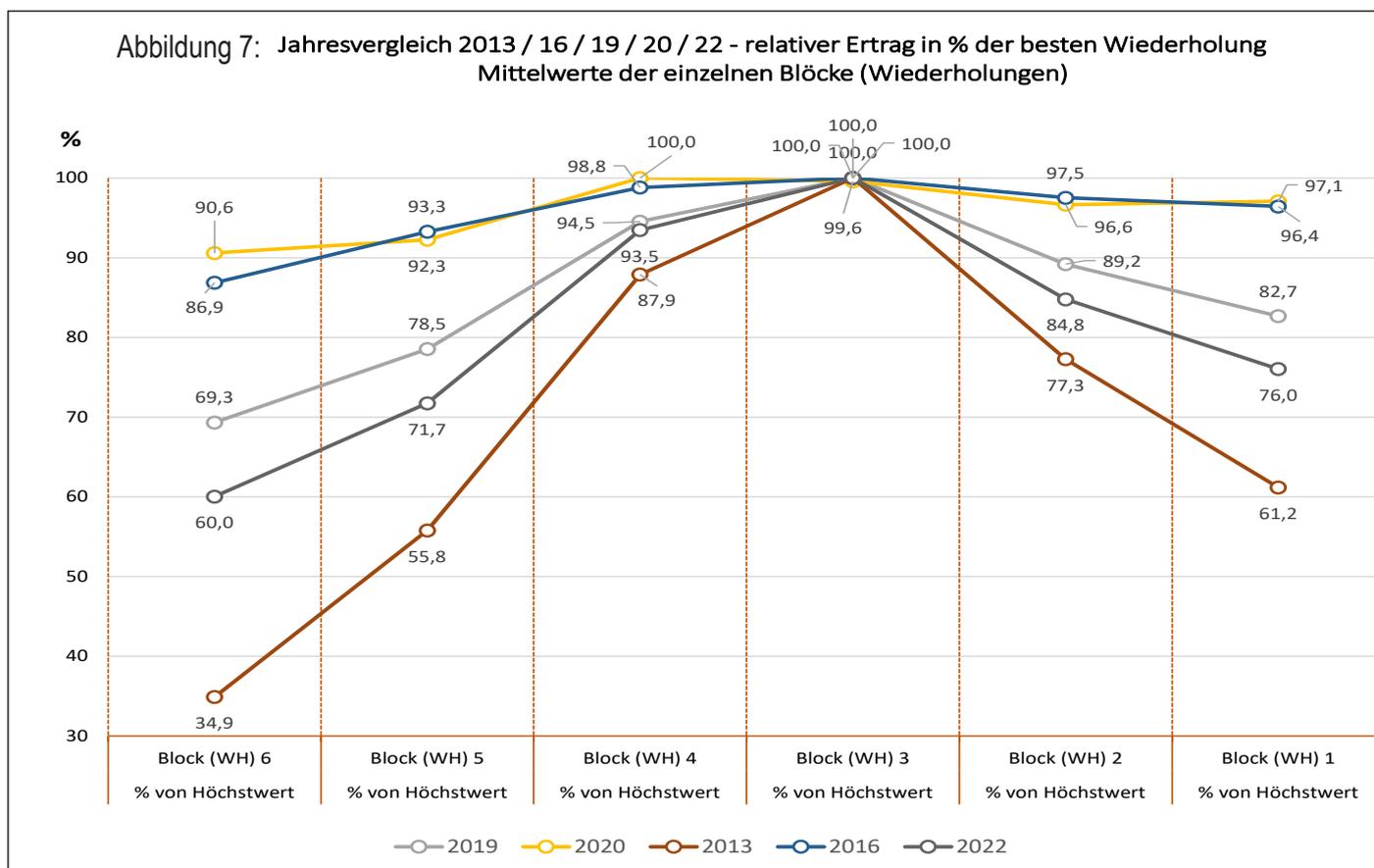


Abbildung 8: Luftbild der Versuchsfläche am 04.07.2022; im linken Teil der Versuchsfläche sind die unterschiedlichen Bodeneigenschaften in der Fläche bereits deutlich erkennbar



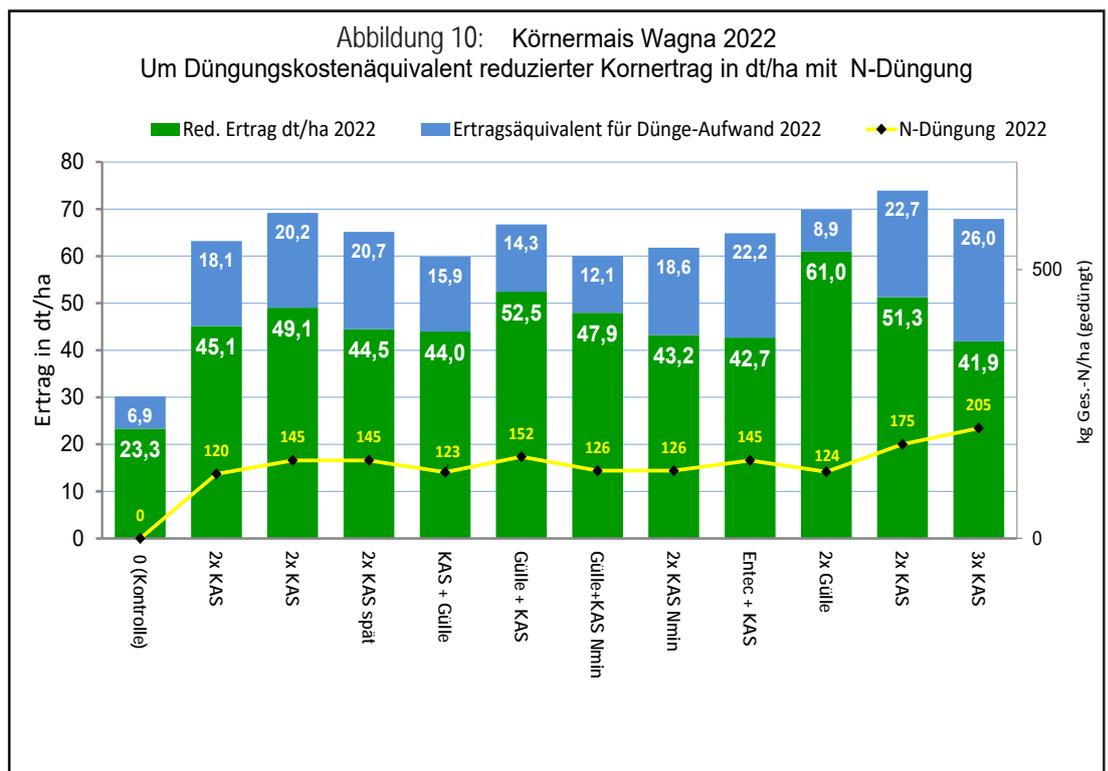
Abbildung 9: Luftbild der Versuchsfläche am 01.08.2022; die Fläche weist drei deutlich abgegrenzte Bereiche aufgrund der unterschiedlichen Bodeneigenschaften auf



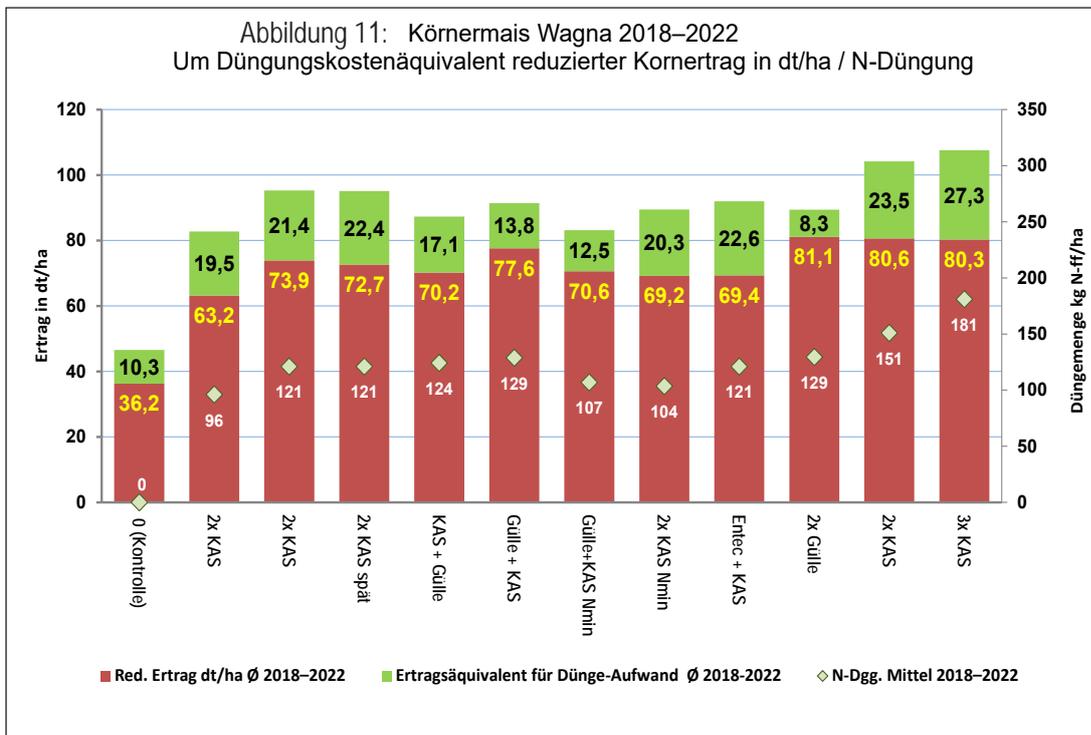
### Um Düngungskosten reduzierter Körnertrag:

Durch die Umrechnung der Düngungs- und Ausbringungskosten (als Mittelwert der Kosten bzw. Maiserträge der letzten 5 Jahre) in ein Körnertragsäquivalent (siehe blaue Säulenteile) relativieren sich die erzielten Korn-Erträge. Im Jahr 2022 bringt die reine Güllevariante den höchsten Wert (Abbildung 10).

Abbildung 10: Körnermais Wagner 2022  
Um Düngungskostenäquivalent reduzierter Körnertrag in dt/ha mit N-Düngung



Im mehrjährigen Schnitt (Abbildung 11) sind die Düngekosten bei der Variante L und K am höchsten; die Variante mit 2 x Gülle ist auch in diesem Vergleich am wirtschaftlichsten



Proteingehalt und Proteinträge 2008 - 2022:

Neben dem Körnerertrag ist der Rohproteingehalt und –ertrag ein bedeutsamer Ertragsfaktor. Ab dem Versuchsjahr 2008 wurden daher auch die Proteingehalte erhoben. Wie die Abbildungen 12 (Werte 2022) und 13 (Mittelwerte 2008-2022) zeigen, steigt mit zunehmender N-Düngung auch der Rohproteingehalt in der Trockenmasse (blaue Linie). 2022 lag der Rohproteingehalt zwischen 6,38 % und 11,0 %, im langjährigen Mittel zwischen von 6,42 % (ohne N-Düngung) und 8,33 % bei der höchsten Düngungsvariante.

Ähnlich dem mit der Düngung steigenden Gesamtertrag, steigt damit auch der Ertrag an Rohprotein im Jahr 2022 von 1,66 auf 6,32 dt/ ha, im langjährigen Schnitt von 2,55 auf 7,63 dt/ha. Dabei ist es gleichgültig, zu welchem Zeitpunkt der Stickstoff gegeben wurde. Bei den Varianten mit Gölledüngung (D, E, F, I) ist die Stickstoffwirkung auf den Proteintrag durch wahrscheinlich unvollständige oder zu späte Mobilisierung etwas schwächer.

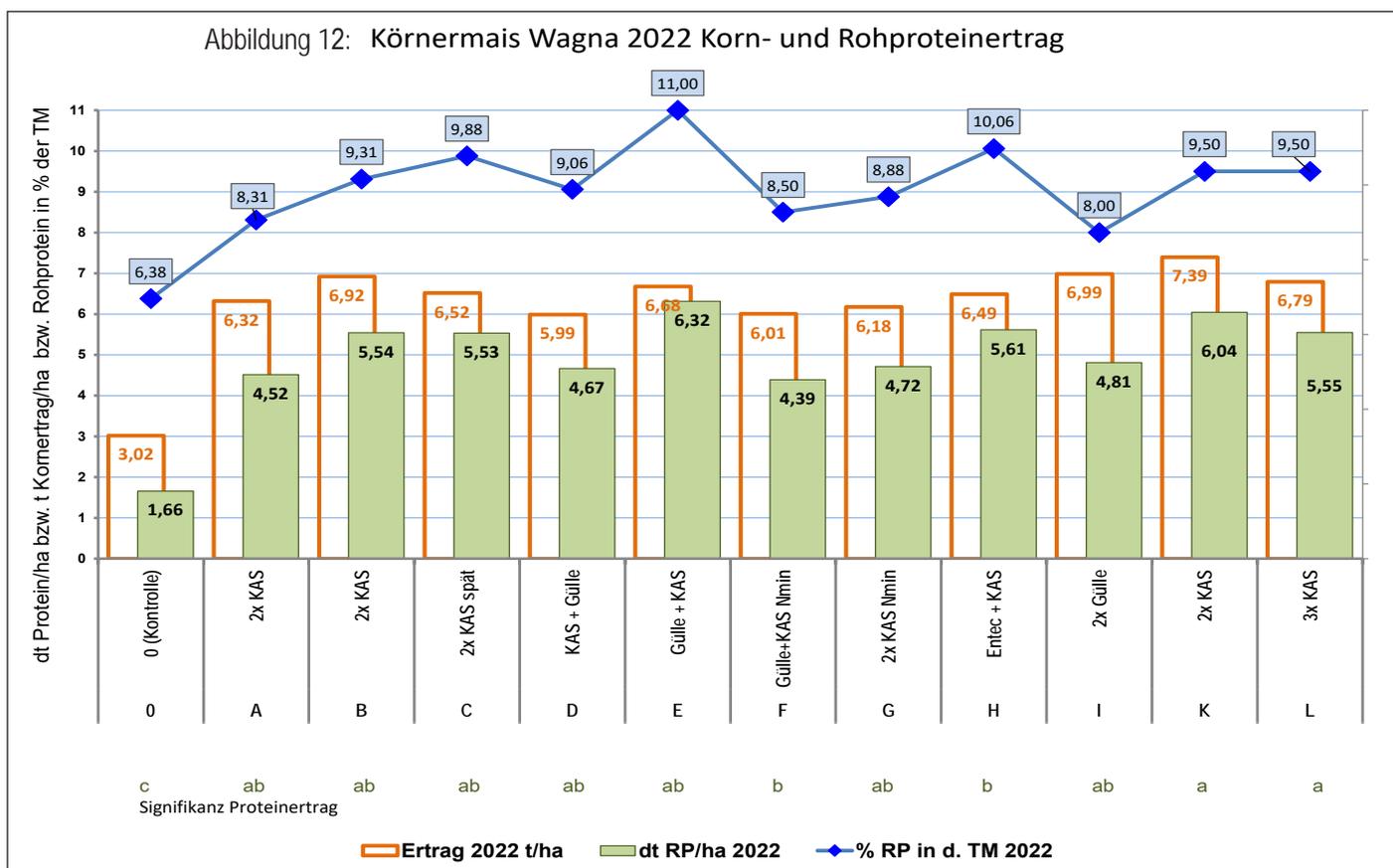
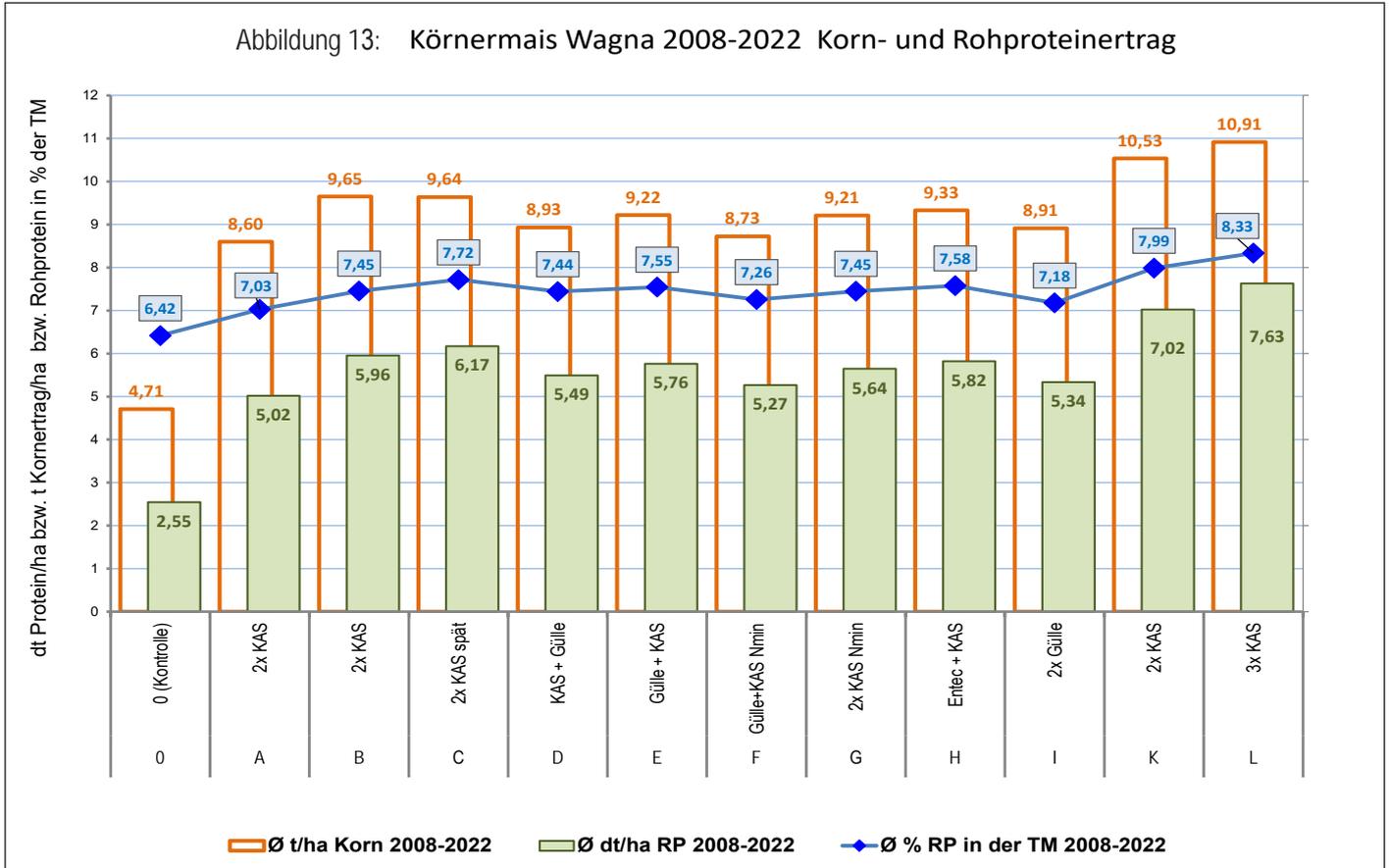


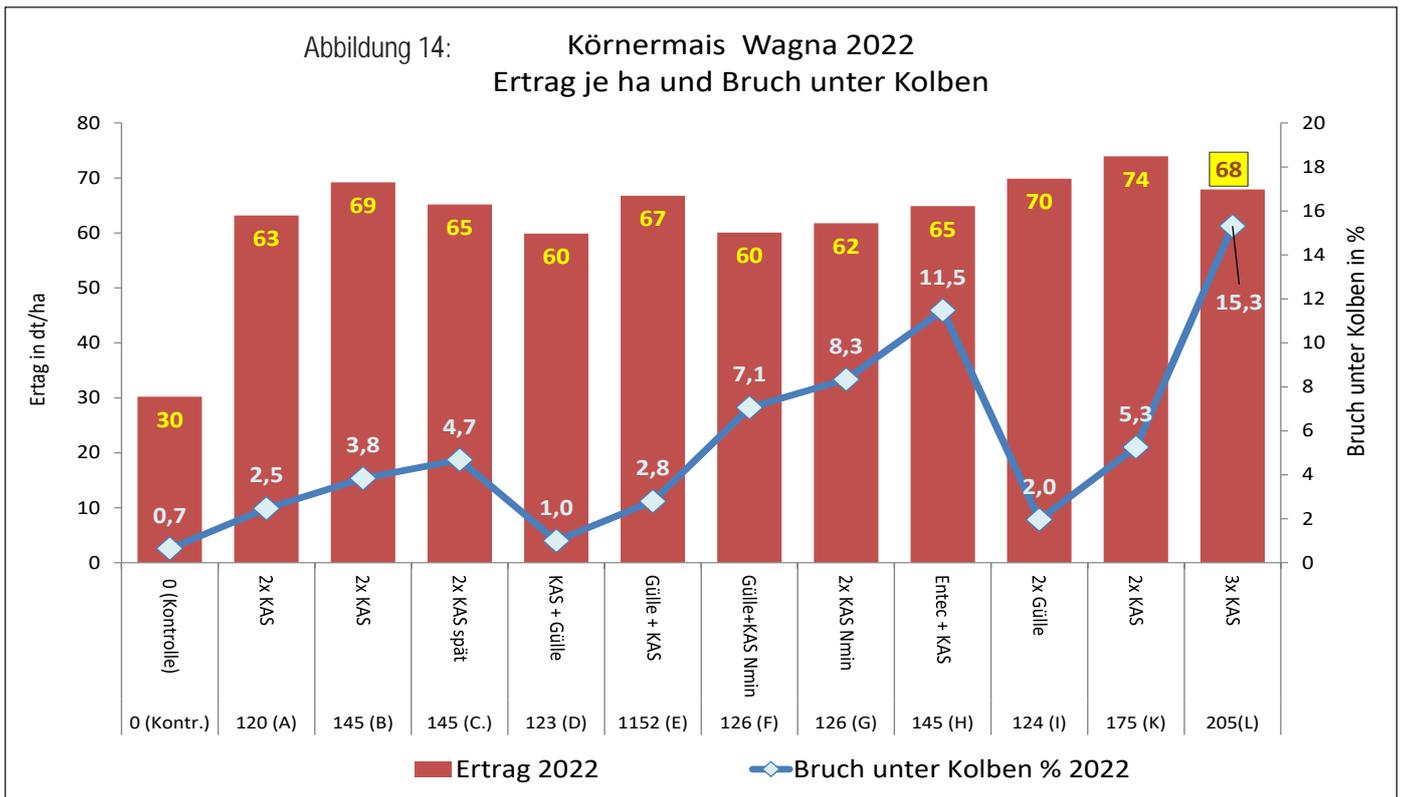
Abbildung 13: Körnermais Wagna 2008-2022 Korn- und Rohproteinерtrag



Bruch unter Kolben 2022:

In Abbildung 14 sind für das Jahr 2022 die Kornerträge in dt/ha und der Bruch unter Kolben in % angegeben. Das Jahr 2022 brachte teilweise sehr hohe Werte beim Bruch unter Kolben. Die Ernte wurde dadurch in vielen Parzellen erheblich erschwert. Durch die Lagerung konnten einige Pflanzen nicht geerntet werden und verblieben somit am Feld. Dieser hohe Anteil an Bruch des Stängels unter dem Kolben lässt sich unter anderem auf die Trockenheit in den Sommermonaten zurückführen. Die Pflanzen haben durch den frühen Wasserentzug die Standfestigkeit schon sehr zeitig verloren. Auffallend dabei ist, dass die zwei höchsten Werte beim Stängelbruch bei rein mineralisch gedüngten Parzellen vorliegen.

Abbildung 14: Körnermais Wagna 2022 Ertrag je ha und Bruch unter Kolben



N-Bilanz 2008-2022

In Abbildung 15 sind für den Zeitraum 2008-2022 die Mittelwerte der jahreswirksamen N-Mengen (N<sub>hw</sub>/ha) sowie der N-Abfuhr durch das Erntegut den Mittelwerten der N-min – Werte im Boden (0-90 cm Tiefe) zu verschiedenen Vegetationszeitpunkten gegenübergestellt.

Die N-Abfuhr ist eng mit dem Ertrag verbunden. Die N-min-Gehalte im September/Oktober (graue Linie) und November/Dezember (rote Linie) sowie im Februar/März (grüne Linie) sind auf einem sehr ähnlichen Niveau. Die unterschiedlichen Düngungshöhen und Düngerarten haben dabei nur geringen Einfluss auf die N-min-Werte.

Im April (blaue Linie) sind die Werte - nach dem Beginn der Vegetationsperiode, aber vor einer entsprechenden Düngerwirkung - am geringsten. Die nach erfolgter Düngung im Mai/Juni hohen Nmin – Werte (braune Linie) schwanken relativ stark, wobei die höchsten Werte vor allem in den Varianten mit Gülledüngung auftreten.

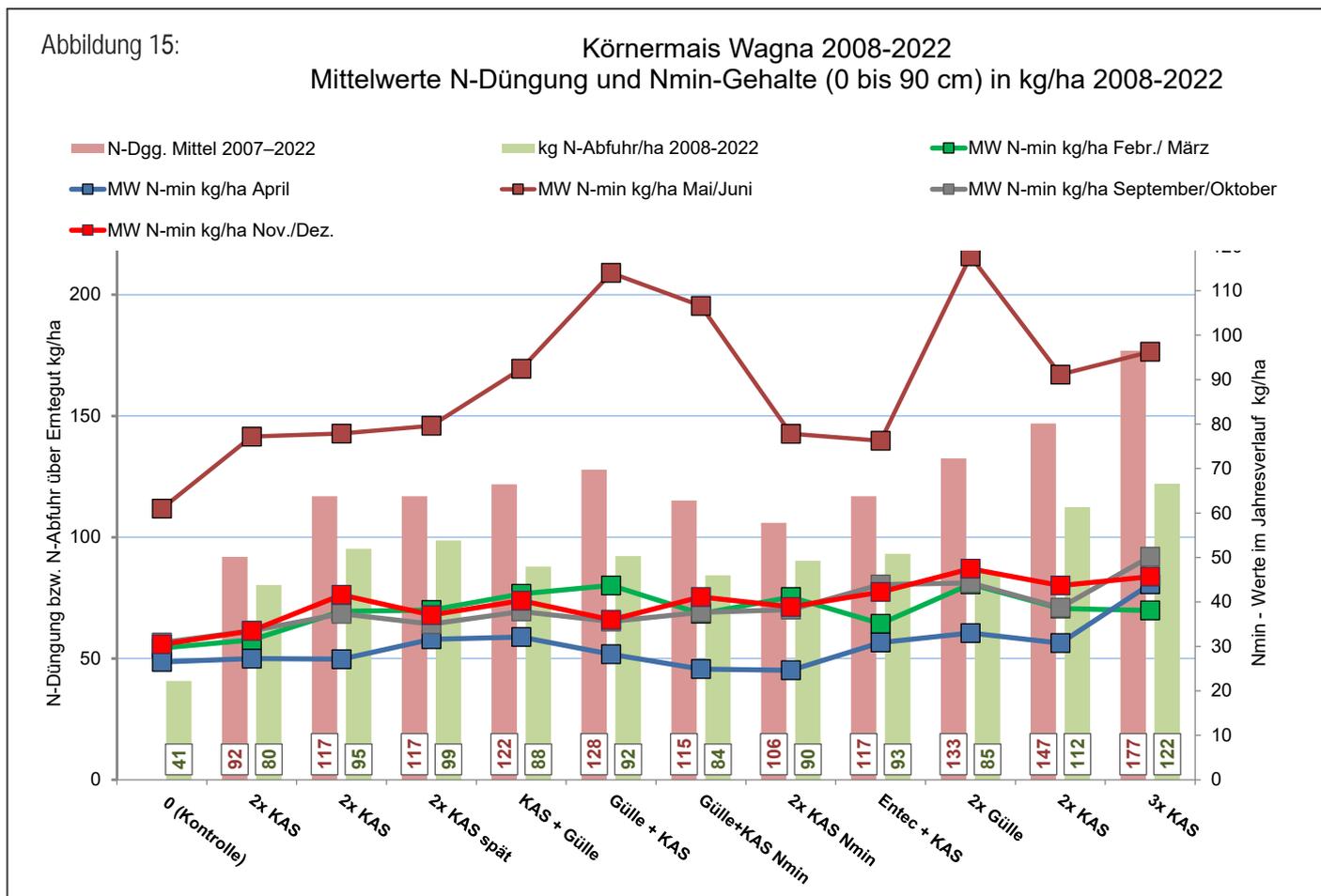


Tabelle 4: Ertrags- und Boniturdaten 2022

KM DGG Wagna 2022 / ARM 2022.2 AOV Mittelwerttabelle																	
Nr.	Boniturart	Pfl/ha Aufgang	Pfl/ha Ernte	MWB in %	Bruch in %	Ertrag/ha feucht	Ernte- feuchte	Ertr.86% TM ger	TM-Ertrag ger.	TKM	HL- Gewicht	Abzug kg/ha	Reduz.Ertr	Kjeldahl	Prot.i. % d.TM	ProteinErtr	N-Abfuhr
	Einheit der Bonit./Min/Max	NUMBER; ; -	NUMBER; ; -	%; 0; 100	%; 0; 100	kg/ha; ; -	%; 0; 100	kg/ha; ; -	kg/ha; ; -	g; ; -	kg; ; -	kg/ha; ; -	kg/ha; ; -	g/100g; ; -	%; 0; 100	kg/ha; ; -	kg/ha; ; -
	Variante																
1	Kontrolle	74.471 a	67.857 a	- a	0,7 a	3.399 b	22,9 a	3.019 b	2.597 b	247,7	73,7	653	2.366 b	1,02	6,38	165,5 d	26,5 d
2	45 KAS(v.A) + 45 KAS(RD2)	69.312 a	67.593 a	0,2 a	2,5 a	6.627 a	17,5 c	6.319 a	5.435 a	230,7	76,8	1.777	4.542 a	1,33	8,31	451,7 bc	72,3 bc
3	55 KAS(UF) + 60KAS(RD2)	71.032 a	69.577 a	3,7 a	3,8 a	7.288 a	17,6 c	6.921 a	5.952 a	241,3	76,5	1.989	4.932 a	1,49	9,31	554,3 abc	88,7 abc
4	55KAS(v.A) + 60KAS(RD1)	74.206 a	72.090 a	- a	4,7 a	6.911 a	18,3 bc	6.516 a	5.604 a	238,7	76,5	2.043	4.473 a	1,58	9,88	553,4 abc	88,6 abc
5	55KAS(RD1) + Gülle(Schl.)	72.222 a	69.709 a	0,4 a	1,0 a	6.382 a	18,8 b	5.988 a	5.150 a	240,0	77,0	1.577	4.411 a	1,45	9,06	466,7 bc	74,7 bc
6	Gülle(v.A) + 60KAS(RD2)	69.577 a	65.476 a	0,6 a	2,8 a	7.037 a	17,7 c	6.676 a	5.741 a	239,3	76,2	1.417	5.259 a	1,76	11	631,5 a	101,0 a
7	Gülle(v.A) + KAS lt. Nsoll	73.280 a	71.032 a	4,2 a	7,1 a	6.329 a	17,8 c	6.005 a	5.165 a	234,0	76,9	1.197	4.809 a	1,36	8,5	439,0 c	70,2 c
8	55KAS(UF) + KAS lt. Nsoll	71.032 a	69.180 a	0,4 a	8,3 a	6.448 a	17,2 c	6.178 a	5.313 a	225,0	76,5	1.828	4.350 a	1,42	8,88	471,5 bc	75,5 bc
9	55Entec(UF) + 60KAS (RD2)	71.958 a	70.503 a	0,8 a	11,5 a	6.792 a	17,3 c	6.488 a	5.579 a	230,0	77,2	2.190	4.298 a	1,61	10,06	561,4 abc	89,8 abc
10	Gülle (v.A) + Gülle (Schl.)	76.191 a	74.603 a	1,1 a	2,0 a	7.407 a	18,3 bc	6.988 a	6.010 a	241,3	76,9	888	6.100 a	1,28	8	480,8 bc	76,9 bc
11	55KAS(UF) + 90KAS(RD2)	73.413 a	71.958 a	0,9 a	5,3 a	7.791 a	17,8 c	7.394 a	6.359 a	239,7	77,5	2.242	5.152 a	1,52	9,5	604,1 ab	96,7 ab
12	55KAS(UF) + 60KAS(RD1) + 60KAS(RD2)	72.751 a	71.032 a	1,5 a	15,3 a	7.143 a	17,6 c	6.791 a	5.840 a	245,0	75,9	2.578	4.213 a	1,52	9,5	554,8 abc	88,8 abc
	LSD P=05	5.663,7	5.808,0	4,29	8,82	1.248,9	0,75	1.165,1	1.002,0	.	.	.	1.165,1	.	.	96,3	15,4

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