

Düngung im Ackerbau-Körnermaisdüngung Wagna 2007-2020

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 zu Beeinträchtigung des Grundwassers und der Umwelt. Beides ist meistens mit ökonomischen Nachteilen verbunden.

Damit den Landwirten in dieser Hinsicht durch die Beratung Hilfen angeboten werden können, betreut das Versuchsreferat der landwirtschaftlichen Fachschulen derzeit exemplarisch 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 2020 wieder das vorgesehene Schema mit Körnermais weitergeführt wurde. Die Ergebnisse des Versuches in Kalsdorf aus dem Jahr 2020 sind ab der Seite 18 beschrieben.

Versuchsstandort: Wagna bei Leibnitz (Fachschule Silberberg) – 14-jährige Ergebnisse

Der Versuch liegt auf lehmigen Sandböden mit geringer Mächtigkeit über Schotter und hat zum Ziel, die Düngung im Körnermaispbau 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 14 Jahren durchgehend Mais auf der gleichen Fläche angebaut wird und die Versuchspartellen immer an derselben Stelle sind.

Versuchsvarianten 2020:

	April			Anf. Mai	Ende Mai / Anfang Juni		Summe
	Gülle vor Anbau flächig (14,4m ³ - 3.4.) 7,93 GN = 5,52 jw N/m ³	min. N-Unterfuß Düngung beim Anbau (7.4. UF)	min. PK Düng	min. N-Reihen düng. ab 10.5. (13.5. - EC 17) RD	Gülle Schleppschlauch (29.5. - EC 32) 5,84 GN = 4,06 jw N/m ³	mineral. N-Reihendüngung (RD) (27.5. - EC 16)	
0	--	--	ja	--	--	--	0
A		45 KAS	ja			45 KAS	90
B		55 KAS	ja			60 KAS	115
C			ja	55 KAS		60 KAS	115
D			ja*	55 KAS	(60) 69 Njw 17 m ³		(115) 124 Njw
E	(55) 79 Njw		ja*			(60) 36 KAS	(115) 115 Njw
F	(55) 79 Njw		ja*			17 KAS lt. N _{min} -Soll **	96
G		55 KAS	ja			49 KAS lt. N _{min} -Soll **	104
H		55 Entec 26	ja			60 KAS	115
I	(55) 79 Njw		--		(60) 41 Njw 10 m ³		(115) 120 Njw
K		55 KAS	ja			90 KAS	145
L		55 KAS	ja	60 KAS		60 KAS	175

KAS = Kalkammonsalpeter UF = Unterfußdüngung bei Saat RD = Reihendüngung mit/ohne Hacke flä = Flächendüngung
PK-Düngung: 360 kg/ha Superphosphat (18%) flächig; * bei Variante D, E und F nur alle 2 Jahre PK-Düng., Beginn 2009

N_{min} -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)

Var. F = 67 N_{min} lt. Untersuchung*(0-90cm); Berechnung: 120N – 20% f. mittl. Ertragsersw. = 96 N

(lt. RSD7 Seite 44, Tabelle 30) abzgl. 79 N/jw Gabe (Gülle) nach N_{min} -Beprobung = 17 N

Var. G = 59 N_{min} lt. Untersuchung *(0-90cm); Berechnung: 130N – 20% f. mittl. Ertragsersw. = 104 N

(lt. RSD7 Seite 44, Tabelle 30) abzgl. 55 N Gabe (KAS) nach N_{min} -Beprobung = 49 N

N_{min} Gesamtwert 0-90 cm ($NH_4-N + NO_3-N$) lt. chem. Untersuchung (N_{min} -Probennahme am 2.4.2020)

Versuchsstandort

	Einheit	Bodenuntersuchung
Boden (Untersuchung Mischprobe 2020):		SL = sandiger Lehm
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 (schwach sauer)
Sand:	%	51
Schluff:	%	33
Ton:	%	16
Humusgehalt:	%	3,1 (mittel)

	Kulturführung 2020
Bodenbearbeitung	Herbstackerung mit Pflug (Krasser) am 23.11.2019; keine Gründecke über den Winter; Kreiselegge am 4.4. (nach Gülle), + Saatbeetkomb. 7.4
Anbau	7.4.2020, pneum. (Krasser, Monosem); Ablage: 70 cm Reihenw., 18 cm (79.400 Körner)
Sorten	DieSissy (DKC 5068), RZ 420 Zh mit Koritbeizung
Herbizid	0,44 l Adengo (15.04.2020)
Hacke	Keine mechanische Unkrautbekämpfung
Ernte	29.09.2020

Das Wichtigste in Kürze:

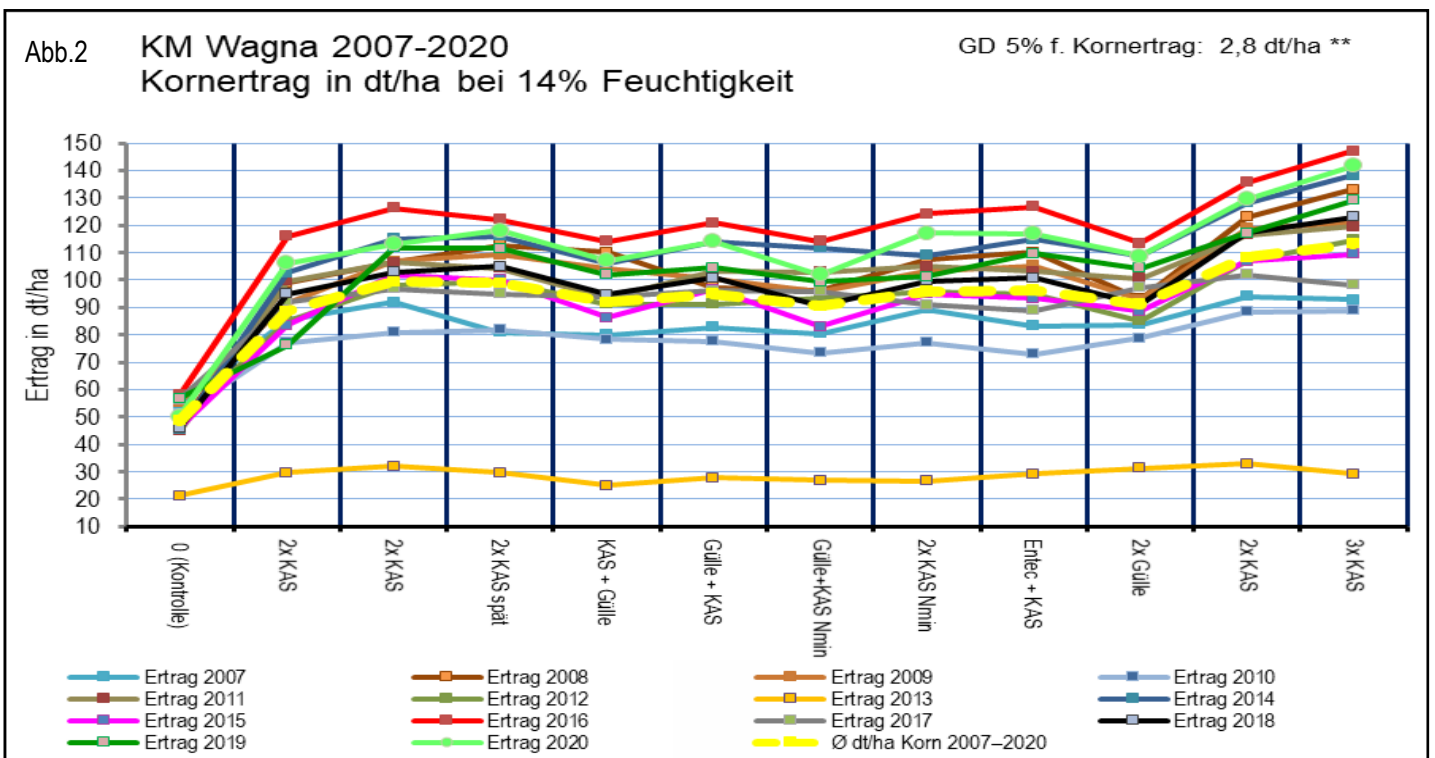
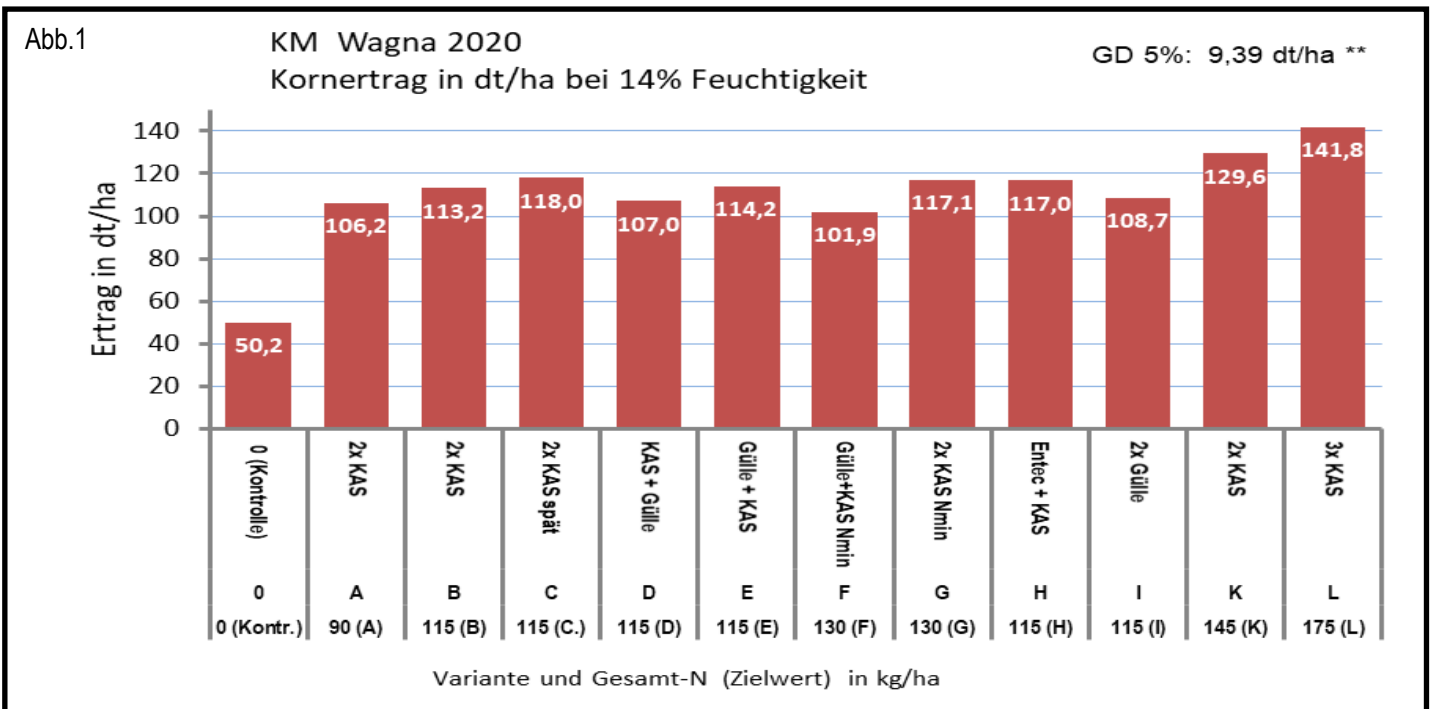
- 2020 war in langjährigen Vergleich das zweitbeste; der Mais profitierte von den zahlreichen Niederschlägen im Frühjahr und Sommer
- Das langjährig mögliche Körnermais-Ertragsniveau liegt auf diesem Boden in den gedüngten Varianten bei 90 - 110 dt/ha
- Dafür sind etwa 120 kg N/ha ausreichend. Die sinnvolle Obergrenze der N-Düngung liegt bei max. 145 kg/ha
- Die Kontrollvariante ohne N-Düngung bringt langfristig rel. konstant einen Ertrag von rd. 50 dt/ha
- Die Reststickstoffmengen nach der Ernte liegen bei ca. 40 kg/ha, bei der höchstgedüngten Variante bei 50 kg/ha, ohne N-Düngung sind es im Mittel 34 kg/ha
- Der begrenzende Faktor ist vor allem die Wasserversorgung, wobei das Jahr 2020 einen rel. ausgeglichenen Niederschlagsverlauf ohne längere Trockenphasen aufwies

Versuchsergebnisse:

Kornertrag 2020:

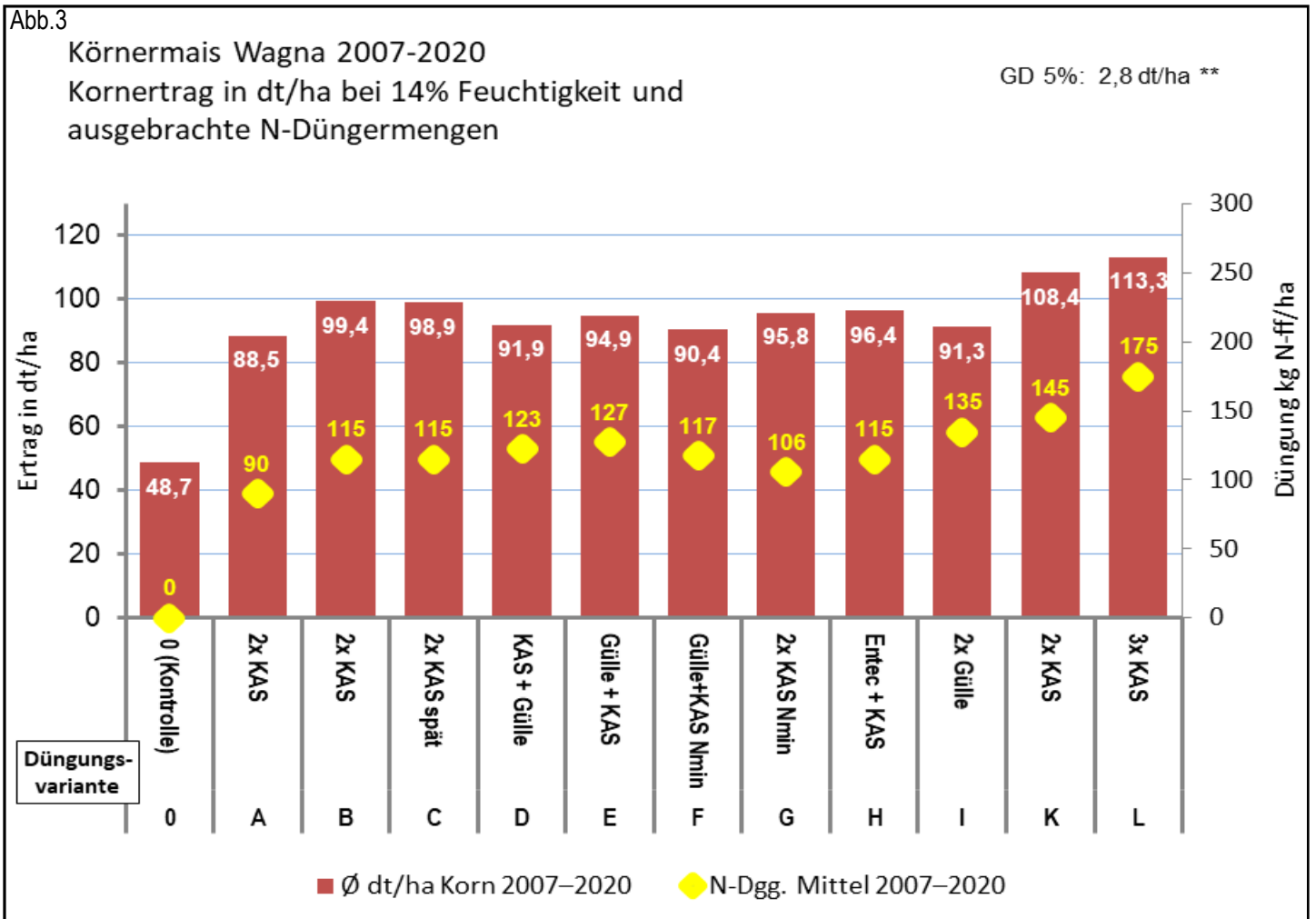
Das Versuchsjahr 2020 brachte einen, im Vergleich der letzten Jahre, deutlich über dem Durchschnitt liegenden Ertrag und lag dabei bei den meisten Varianten nur unter den Spitzenwerten des Jahres 2016. Interessanterweise lag die Variante ohne N-Düngung (Kontrolle) in diesem Jahr mit einem Ertrag von 50,2 dt/ha nur im durchschnittlichen Bereich. Die Ergebnisse der gedüngten Varianten lagen zwischen 101,9 dt/ha (Variante F) und 141,8 dt/ha (Variante L). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten sind statistisch abgesichert. 2020 waren die Varianten mit den hohen Düngegaben deutlich überlegen, was darauf schließen lässt, dass die N-Aufnahme durch die hohen Niederschlagsmengen begünstigt wurde. (Abb.1)

Im langjährigen Vergleich hat die Jahreswitterung den größten Einfluss auf die Ertragshöhe. Der Einfluss der Düngung ist jedes Jahr etwa derselbe. Im extremen Trockenjahr 2013 fiel der Ertrag auf den bisher tiefsten Wert ab, das Jahr 2016 mit einer sehr ausgeglichenen Niederschlagsverteilung führte zu den höchsten Erträgen auf diesem Standort. Das Jahr 2020 liegt mit Ausnahme der Güllevarianten knapp unter den Werten von 2016. (Abb.2)



Kornerträge 2007-2020:

Die Variante 0 bekam seit 2007 keine Stickstoffdüngung und zeigt, dass das natürliche Ertragsniveau dieses Bodens bei rd. 50 dt liegt. Im Durchschnitt der 14 Versuchsjahre bewegen sich die Erträge der gedüngten Varianten zwischen 8.850 kg und 11.330 kg Mais/ha. Bis zur Düngermenge 145 kg N/ha bringt die Düngungssteigerung gesicherte Mehrerträge. Die höchste Düngungsgabe der Variante L auf 175 kg N/ha bringt im 14-jährigen Mittel den höchsten Ertrag, welcher auch gegenüber der Variante mit 145 kg N/ha statistisch abgesichert ist. (Anmerkung: Aufgrund der derzeit geltenden gesetzlichen Regelung gilt für die Versuchsfläche eine Obergrenze von 117 kg N/ha) (Abb.3)



Um Düngungskosten reduzierter Kornertrag:

Durch die Umrechnung der Düngungs- und Ausbringungskosten in ein Kornertragsäquivalent (siehe blaue Säulenteile in Abb.4, Seite10) relativieren sich die erzielten Korn-Erträge, vor allem im mehrjährigen Schnitt. Auffallend sind die relativ hohen Kosten bei der Variante H (Teildüngung mit Entec) sowie bei den Varianten mit mehrmaliger KAS-Düngung. Der Mehrertrag der Variante L durch die hohe Düngemenge, reduziert sich stark durch den erhöhten Aufwand, dennoch bringt diese Variante den höchsten Wert. Die Variante mit der reinen Gölledüngung liegt knapp dahinter. (Abb. 4)

Im mehrjährigen Vergleich ist der Unterschied der beiden höchsten Düngemengen (Varianten K und L) zur Variante I (2-malige Gölledüngung) nur mehr sehr gering (Abb.5)

Abb.4

Körnermais Wagna 2020
Um Düngungskostenäquivalent reduzierter
Kornertrag in dt/ha und N-Düngung

GD 5% red. Ertrag: 9,39 dt/ha **

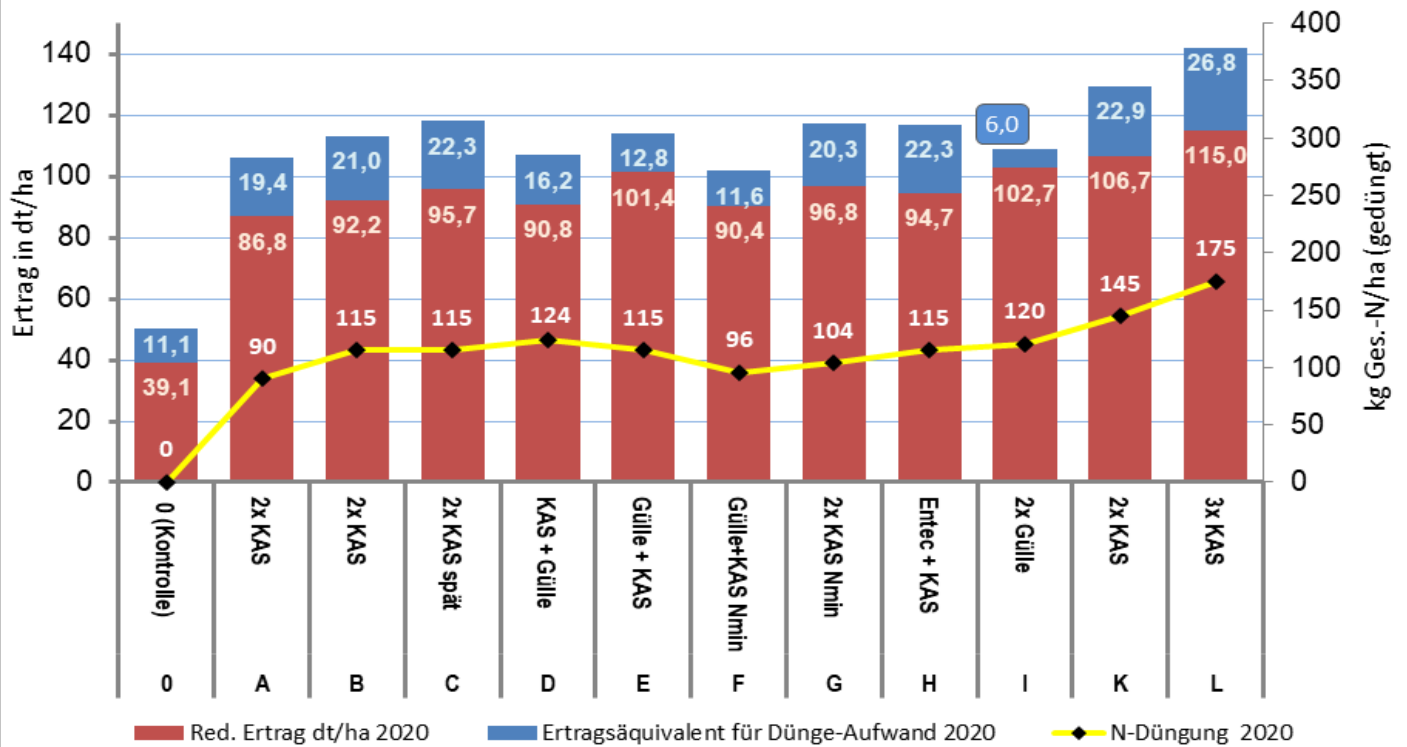
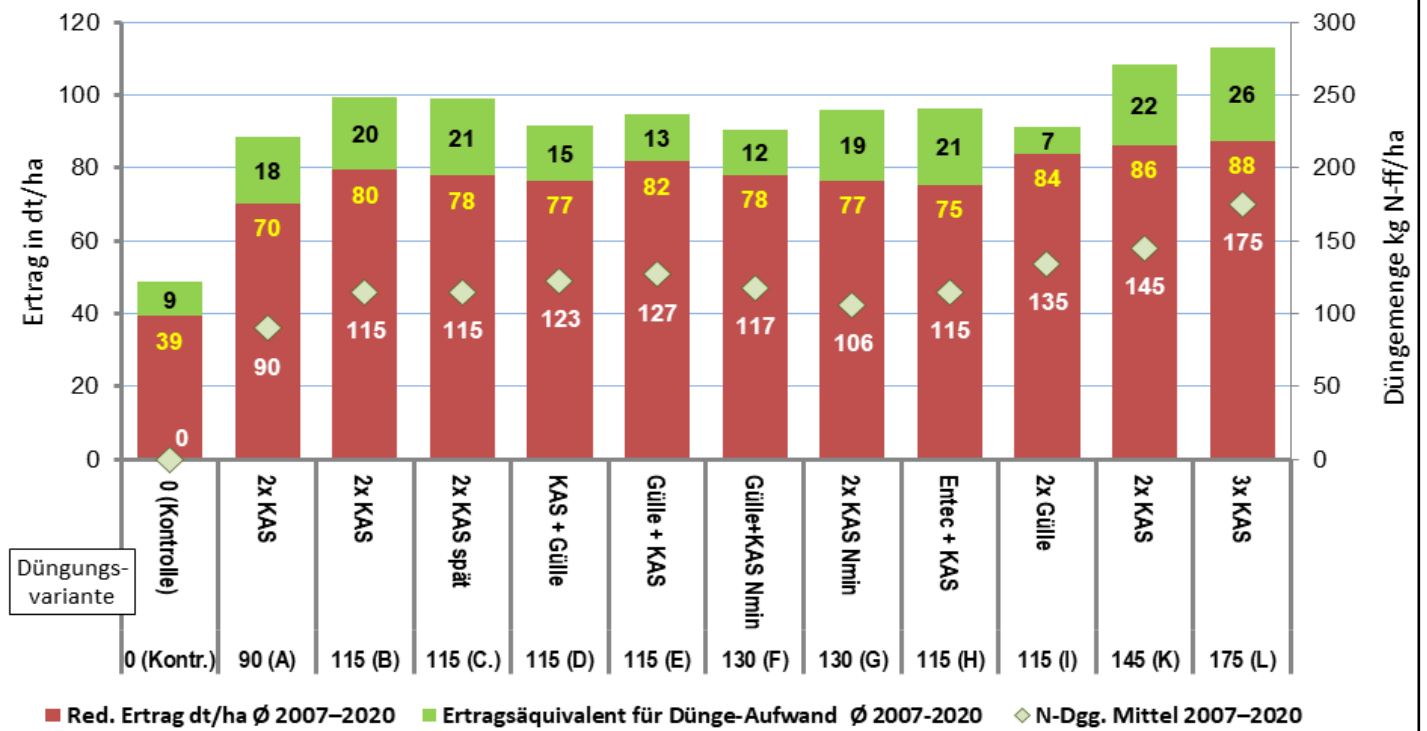


Abb.5

Körnermais Wagna 2007–2020
Um Düngungskostenäquivalent reduzierter
Kornertrag in dt/ha / N-Düngung

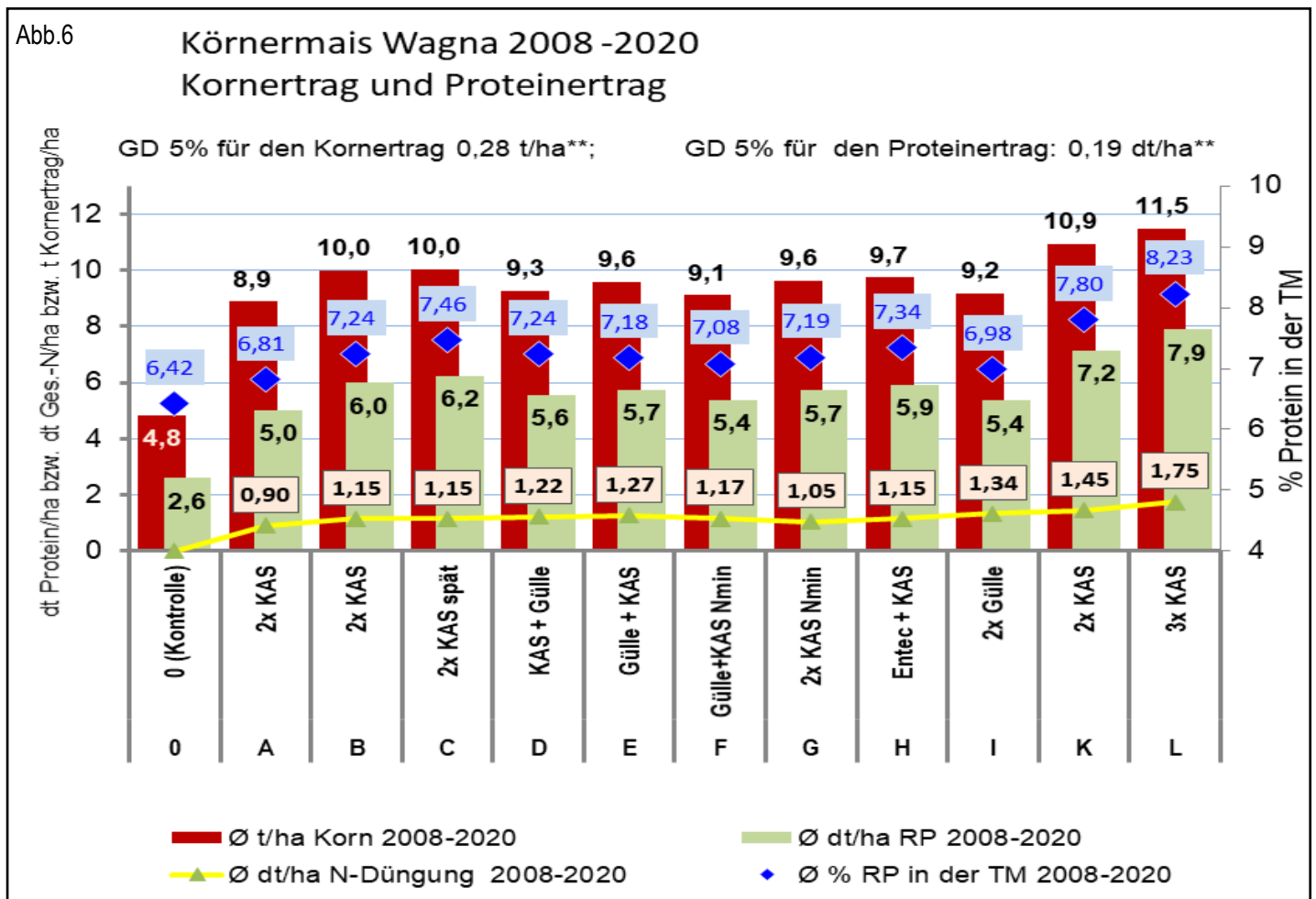
GD 5% reduz. Ertrag: 2,8 dt/ha **

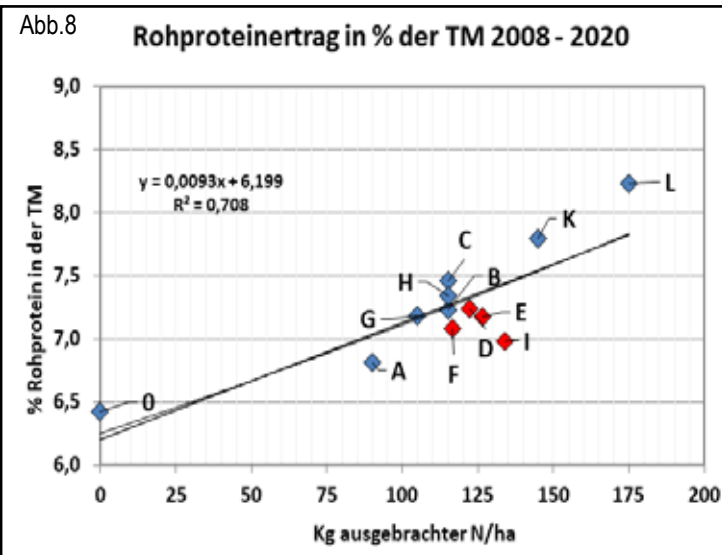
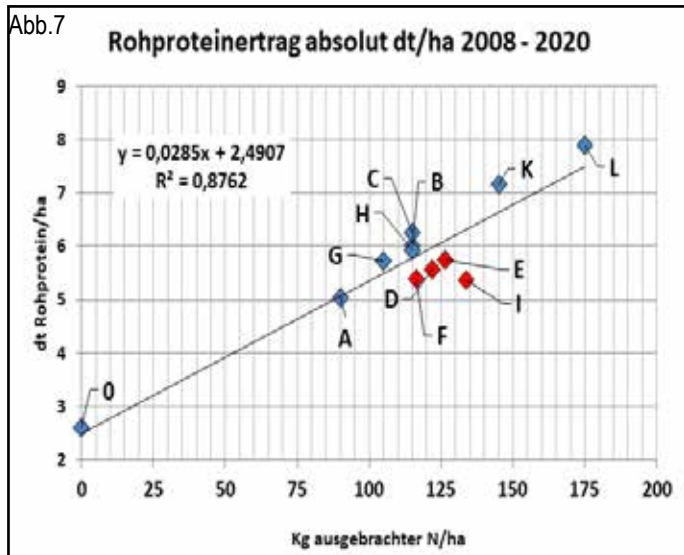


Proteingehalt und Proteinergebe 2008 - 2020:

Neben dem Kornertrag ist der Rohproteingehalt und –ertrag ein bedeutsamer Ertragsfaktor. Ab dem Versuchsjahr 2008 wurden daher auch die Proteingehalte erhoben. Wie die Abb.6 zeigt, steigt mit zunehmender N-Düngung auch der Rohproteingehalt in der Trockenmasse (blaue Markierungen) von 6,4% (ohne N-Düngung) auf 8,23% bei der höchsten Düngungsvariante (13-jähriges Mittel).

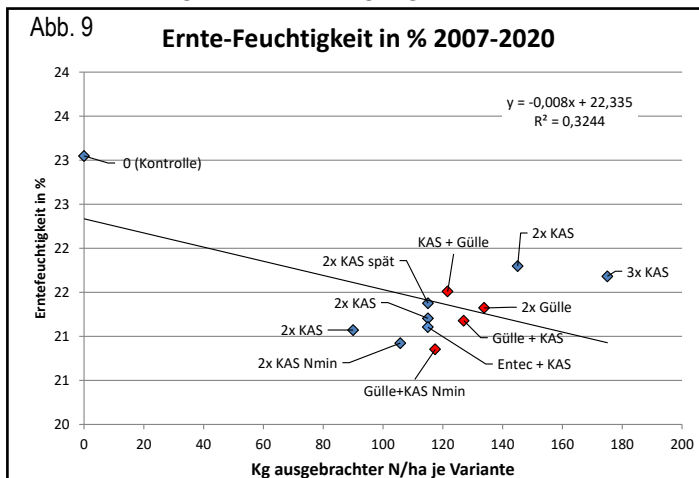
Ähnlich dem mit der Düngung steigenden Gesamtertrag, steigt damit auch der Ertrag an Rohprotein von 2,6 dt/ha auf 7,9 dt/ha. Dabei ist es gleichgültig, zu welchem Zeitpunkt der Stickstoff gegeben wurde. Bei den Varianten mit Gölledüngung (D, E, F, I) ist die Stickstoffwirkung auf den Proteinergebe durch wahrscheinlich unvollständige oder zu späte Mobilisierung etwas schwächer.



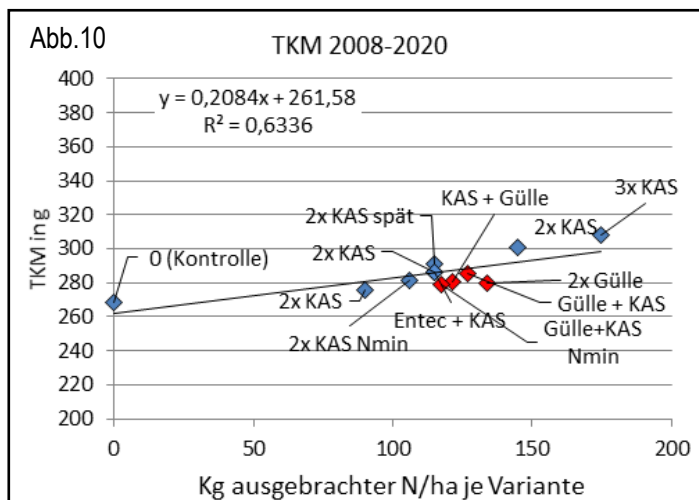


Die beiden Regressionen für den Rohproteinерtrag absolut (Abb.7) und in % (Abb. 8) zeigen, dass alle Varianten, bei denen mit Gülle gedüngt wurde, beim Rohproteingehalt und beim Rohproteinерtrag unter der Trendlinie zu finden sind (rote Markierungen). Wenn hohe Proteingehalte für die Wirtschaftlichkeit eine Rolle spielen (Veredelungswirtschaft!) könnten auch hohe N-Düngungen, wie bei den Varianten K und L, sinnvoll und wirtschaftlich sein, sofern es dadurch zu keinen Umweltschäden bzw. Grundwasserbeeinflussungen durch hohe Reststickstoffmengen kommt. In diesem Versuch lagen die Reststickstoffmengen jedenfalls unter dem zulässigen Grenzwert, wie auch die N-Bilanz zeigt.

Zusammenhang zwischen Düngung und Qualität:



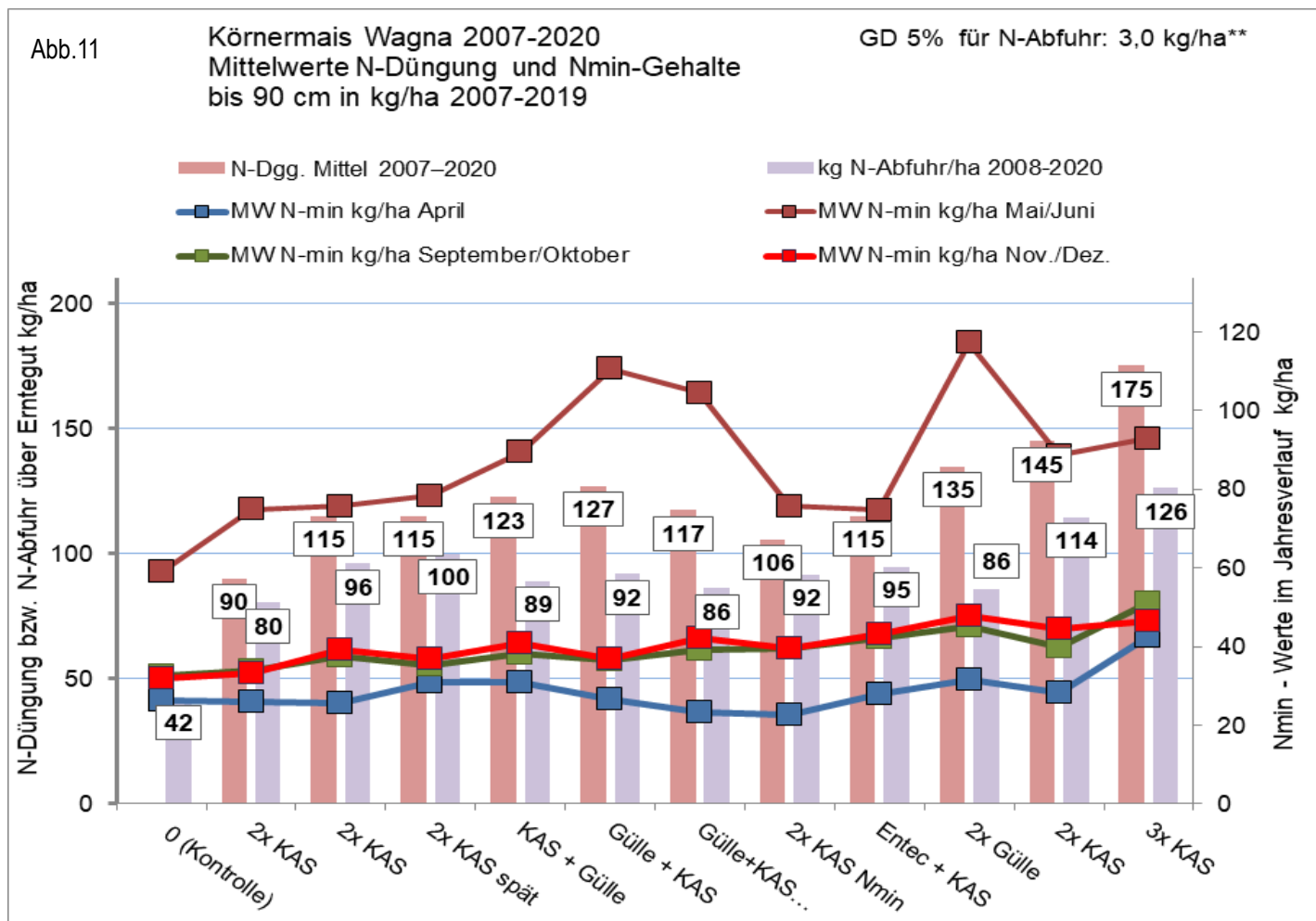
Zwischen Ernte-feuchtigkeit und Düngung kann – bis auf die 0-Variante – im Vergleich der Versuchsjahre kein unmittelbarer Zusammenhang abgeleitet werden, weder nach der Düngерhöhe, noch nach Düngungszeitpunkt oder Düngерart. Die höchsten Werte weisen die Kontrollvariante und die hochgedüngten Varianten auf. In diesen Fällen ist die Abreife offensichtlich etwas verzögert.



Für das Tausendkorngewicht lässt sich eine deutlich ausgeprägte Beziehung zwischen der N-Düngungshöhe und der TKM beobachten: Je höher die N-Düngung, umso höher auch die TKM. 63,36 % der TKM-Steigerung lassen sich mit der Zunahme der N-Düngung erklären. Gülle-gedüngte Varianten weisen dabei – bei ähnlicher N-Düngungshöhe - eine etwas geringere TKM als mineralisch gedüngte auf.

N-min Gehalte des Bodens 2007 bis 2020:

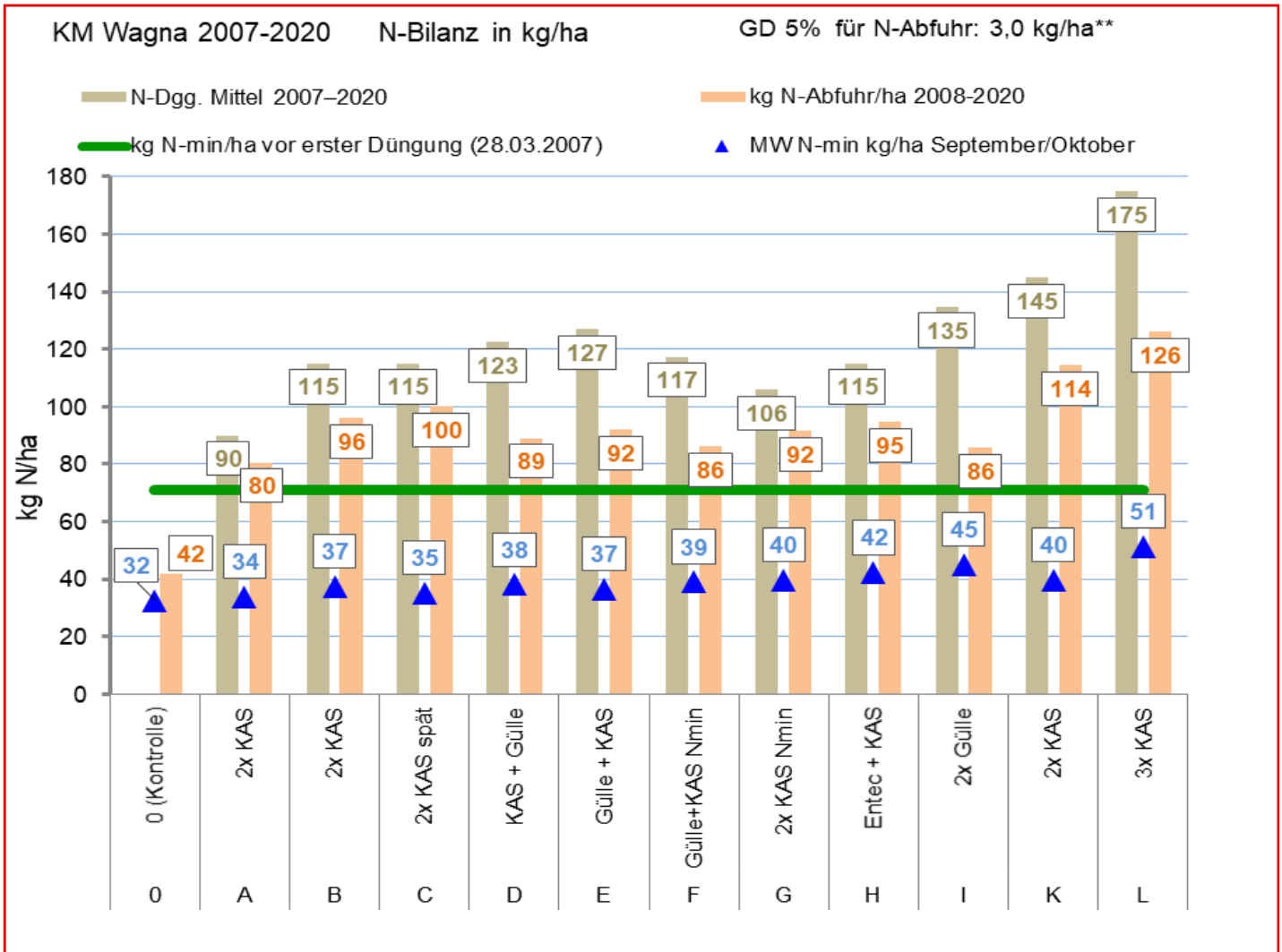
In Abb.11 sind für den Zeitraum 2007-2020 die Mittelwerte der jahreswirksamen N-Mengen (N_{jw}/ha) je Variante den Mittelwerten der N-min – Werte im Boden (0-90 cm Tiefe) zu verschiedenen Vegetationszeitpunkten gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Düngungshöhen und Düngerarten haben geringen Einfluss auf die N-min-Werte im Frühjahr (März/April – blaue Linie). Im September/Oktober (grüne Linie) und im Herbst (Oktober/ November – rote Linie) steigt der N_{min}-Gehalt bei der höchsten Düngever variante leicht an. Die im Mai/Juni hohen N_{min} – Werte (braune Linie) schwanken relativ stark, wobei die höchsten Werte vor allem in den Varianten mit Gülledüngung auftreten.



N-Bilanz und N-min Gehalt des Bodens nach der Ernte im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2020:

Bei den Mineraldünger-Varianten liegt im Mittel der 14 Versuchsjahre die N-Abfuhr etwa 20 % unter der gedüngten N-Menge. Bei den Gülle-Varianten war der Entzug durch den Körnermais noch zusätzlich etwa 10% geringer. Eine mineralische N-Düngung von 145 oder 175 kg/ha (Variante K und L) kann vom Körnermais auf diesen Boden offensichtlich nicht mehr in Ertrag bzw. Kornprotein umgesetzt werden.

Die N-min Werte nach der Ernte (Oktober) waren bei den meisten Varianten im Mittel der Jahre zwischen 34 und 42 kg/ha und damit unter dem Sollwert von 50 kg/ha. Einen Wert knapp über dem Sollwert weist die Variante L mit der höchsten Düngegabe auf. Ohne N-Düngung sind nach der Ernte ebenfalls noch 32 kg N/ha im Boden bis 90 cm Tiefe vorhanden.



Wie die Ertragsdaten zeigen, schwanken die Erträge in starker Abhängigkeit der jeweiligen Jahreswitterung, vor allem der Niederschlagsverteilung. Auf der Versuchsfläche in Wagna wird dies noch durch eine rel. inhomogene Bodenverteilung verstärkt (aus diesem Grund ist der Versuch hier auch mit 6 Wiederholungen angelegt).

In den folgenden Abbildungen und Grafiken wurde versucht, dies zu dokumentieren. Es sind dabei

1. für die Jahre 2018, 2019 und 2020 ein Luftbild, aufgenommen jeweils Ende Juni / Anfang Juli,
2. eine grafische Darstellung der Ertragshöhen der einzelnen Parzellen (dunkelste Färbung = am höchsten, hellste Färbung am niedrigsten)
3. die Niederschlagsverteilung für das jeweilige Versuchsjahr (Quelle: www.hagel.at)

Der Vergleich zeigt deutlich, dass in den Bereichen, welche eher zur Austrocknung neigen, auch die höheren Düngegaben einen rel. geringen Ertrag aufweisen, d.h. sie können den Dünger nicht optimal verwerten. Im Jahr 2020 mit insgesamt großen Niederschlagsmengen, erzielten die Varianten mit höheren Düngegaben auch in den trockeneren Bereichen hohe Werte

Versuchsbericht 2020

21.Jun.18



9268,5	7842,6	8895,2	9177,7	11803,5	5707,1	13642,2	9209,7	10982,5	8	
7890,0	3860,2	9210,1	12441,3	11871,9	10664,6	11549,6	9665,2	10257,6	7	
8129,3	8581,9	10061,0	10764,9	10493,3	14514,9	13070,0	4981,3	11248,3	6	
10359,9	9720,2	10516,5	9826,5	10595,0	12028,1	9620,0	9028,2	9783,8	5	
8538,0	9402,5	8779,4	10727,7	11040,9	12380,6	10276,9	11573,4	11307,6	4	
6834,3	8830,4	9411,0	11360,1	5755,5	9785,0	9289,2	10241,7	10051,9	3	
3471,6	9603,0	10772,5	10141,8	11826,7	12917,6	8693,7	7900,0	9401,9	2	
7688,7	8211,8	13377,5	11276,9	11799,7	8580,2	9041,7	8721,2	3914,7	1	
Block	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Reihe



25.Jun.19



6396,3	7399,0	9015,0	8534,9	12695,0	6764,7	12329,7	11632,3	10602,6	8	
9267,9	4925,9	9594,7	13183,3	11824,6	13308,6	13370,3	10659,0	9945,8	7	
7981,8	8080,2	9819,4	8506,4	11798,1	13816,5	13301,9	5915,9	10922,5	6	
10531,2	10306,3	9589,5	11556,1	12552,2	14401,2	11386,1	7819,6	9898,5	5	
8615,4	7766,4	6445,2	10791,3	11166,5	12110,8	10809,5	12319,6	10929,8	4	
7237,5	9276,8	9537,3	11855,9	6663,6	8737,9	10367,9	10913,7	10222,7	3	
4506,6	9143,8	12136,3	11226,4	13489,8	12757,1	9996,6	9950,1	7892,3	2	
9431,2	8855,0	15316,0	13564,4	14495,4	12051,6	9785,2	9133,4	5339,2	1	
Block	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Reihe





10741,9	9500,7	8834,7	10699,8	11369,9	5206,0	12863,7	11568,5	11312,6	8	
10626,7	4692,5	10631,3	14366,7	12747,8	11781,2	11610,0	11977,1	10327,2	7	
11390,9	8584,1	11656,7	10445,6	12039,8	12692,7	12504,6	5442,9	11053,1	6	
13996,1	11231,7	12810,4	10839,3	11925,6	12737,1	10709,5	11221,2	11344,1	5	
11925,9	10433,1	10271,9	12209,0	11983,9	12015,1	12015,3	14639,8	13227,4	4	
8368,2	9798,2	11293,5	12028,9	5231,8	9718,1	10379,6	12496,8	10666,2	3	
4912,9	13394,8	12373,2	11999,0	11911,2	14153,5	11315,2	11454,9	11333,1	2	
9799,7	9623,2	15414,5	12780,4	13490,2	11017,9	11748,7	11454,6	4648,8	1	
Block	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Reihe



										Reihe
	72 A	64 I	56 D	48 E	40 C	32 O	24 K	16 B	08 G	8
	71 E	63 O	55 B	47 L	39 G	31 I	23 H	15 C	07 F	7
	70 G	62 F	54 C	46 A	38 D	30 K	22 L	14 O	06 E	6
	69 L	61 H	53 K	45 F	37 H	29 B	21 I	13 A	05 D	5
	68 H	60 B	52 A	44 G	36 I	28 E	20 F	12 L	04 C	4
	67 F	59 C	51 G	43 H	35 O	27 A	19 D	11 K	03 B	3
	66 O	58 K	50 E	42 D	34 B	26 L	18 G	10 I	02 A	2
	65 I	57 D	49 L	41 C	33 K	25 F	17 E	09 H	01 O	1
Block	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

Verteilung der Varianten

	April			Anf. Mai	Ende Mai / Anfang Juni		Summe N
	Gülle vor Anbau	min. N-Unter-fuß-Düngung	min. PK Düng	min. N-Reihen düng.	Gülle / Schlepp-schlauch	mineral. N-Reihen-düngung	
0	--	--	ja	--	--	--	0
A		45 KAS	ja			45 KAS	90
B		55 KAS	ja			60 KAS	115
C			ja	55 KAS		60 KAS	115
D			ja ③	55 KAS	(60) 69 N/jw		(115) 124 N/jw
E	(55) 79 N/jw		ja ③			(60) 36 KAS	(115) 115 N/jw
F	(55) 79 N/jw		ja ③			17 KAS lt. N _{min} -Soll ①	96
G		55 KAS	ja			49 KAS lt. N _{min} -Soll ①	104
H		55 Entec 26	ja			60 KAS	115
I	(55) 79 N/jw		--		(60) 41 N/jw		(115) 120 N/jw
K		55 KAS	ja			90 KAS	145
L		55 KAS	ja	60 KAS		60 KAS	175

Beschreibung der Varianten