

# Die Düngung im Ackerbau

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 – inzwischen langjährige – Maisdüngungs-Exaktversuche auf schwerem bzw. leichtem Boden.

## Körnermaisdüngung Wagna 2007-2017

**Versuchsstandort:** Wagna bei Leibnitz (Fachschule Silberberg) – 11-jährige Ergebnisse

Der Versuch liegt auf lehmigen Sandböden mit geringer Mächtigkeit über Schotter und hat zum Ziel, die Düngung im Körnermaisaubau 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 11 Jahren durchgehend Mais auf der gleichen Fläche angebaut wird und die Versuchspartellen immer an derselben Stelle sind.

### Versuchsvarianten 2017:

	April	Anf. Mai		Ende Mai / Anfang Juni			
	Gülle flächig vor dem Anbau 10.4.	min. N-Unterfußdüngung beim Anbau (11.4.) UF	min. PK-Düngung	min. N-Reihendüngung 10.5. – EC 13	Gülle mit Schleppschlauch 1.6. - EC 19	mineral. N-Reihendüngung 31.5. - EC 18	Summe N (kg/ha)
<b>0</b>	--	--	ja	--	--	--	<b>0</b>
<b>A</b>		45 KAS	ja			45 KAS	<b>90</b>
<b>B</b>		55 KAS	ja			60 KAS	<b>115</b>
<b>C</b>			ja	55 KAS		60 KAS	<b>115</b>
<b>D</b>			ja ③	55 KAS	(60) 62 <i>Njw</i>		<b>117 <i>Njw</i></b> <b>(133 <i>Nff</i>)</b>
<b>E</b>	(55) 47 <i>Njw</i>		ja ③			(60) 68 KAS	<b>115 <i>Njw</i></b> <b>(127 <i>Nff</i>)</b>
<b>F</b>	(55) 47 <i>Njw</i>		ja ③			57 KAS lt. $N_{\min}$ -Soll ①	<b>104 <i>Njw</i></b> <b>(116 <i>Nff</i>)</b>
<b>G</b>		55 KAS	ja			49 KAS lt. $N_{\min}$ -Soll ①	<b>104</b>
<b>H</b>		55 Entec 26	ja			60 KAS	<b>115</b>
<b>I</b>	(55) 47 <i>Njw</i>		--		(60) 70 <i>Njw</i>		<b>117 <i>Njw</i></b> <b>(146 <i>Nff</i>)</b>
<b>K</b>		55 KAS	ja			90 KAS	<b>145</b>
<b>L</b>		55 KAS	ja	60 KAS		60 KAS	<b>175</b>

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

**PK-Düngung:** 250 kg/ha Hyperkorn (26 %) flächig am 11.4.2016 ③ bei Variante D, E und F nur alle 2 Jahre PK-Düngung, Beginn 2009

*ff* = feldfallender Stickstoff bei Gülle, 87 % vom Gesamtstickstoff (GN) lt. chem. Analyse ist feldfallender Stickstoff (Klammerwerte = geplante N-Gabe)

*jw* = jahreswirksamer Stickstoff, 80% vom feldfallenden Stickstoff

①  **$N_{\min}$ -Soll – Berechnung:** (in Anlehnung an Richtl. für sachgerechte Düngung = RSD – 6.Auflage – Seite 31):

Var. **F** = 20  $N_{\min}$  lt. Untersuchung② (0-90cm)

**Berechnung:** 130 N – 20% f. mittl. Ertr. = **104 N**

(lt. RSD Seite 44, Tabelle 30) abzgl. 47 *Njw* Gabe (Gülle) nach  $N_{\min}$ -Beprobung = **57 N**

Var. **G** = 17  $N_{\min}$  lt. Untersuchung ② (0-90cm)

**Berechnung:** 130 N – 20% f. mittl. Ertr. = **104 N**

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

②  $N_{\min}$  Gesamtwert 0-90 cm ( $NH_4-N + NO_3-N$ )

lt. chem. Untersuchung ( $N_{\min}$ -Probennahme am 04.04.2017)

### Versuchsstandort:

Einheit		Bodenuntersuchung 2017
Boden:		<i>lS = lehmiger Sand</i>
Phosphor:	ppm im Feinboden/Gehaltsstufe:	52/C
Kali:	ppm im Feinboden/Gehaltsstufe:	246/D
pH-Wert:		6,4
Sand:	%	50
Schluff:	%	38
Ton:	%	12
Humusgehalt:	%	3,0 (mittel)

### Kulturführung:

2017	
Winterbegrünung (vor Anbau)	Anbau 3.10.2016 ca. 100 kg Grünschnittroggen u. Perko
Bodenbearbeitung	Pflug mit Vorschäler im Frühjahr nach Gründecke (17.3.), Abschleppen (18.3.), Kreiselegge (28.3.), kombinierte Saat (10.4.)
Anbau	10.04.2017; 70 cm x 18 cm = 79.400 Körner/ha
Sorten	DieSilvia (DKC 4522), RZ 370 Zh
Herbizid	Omega Pack am 12.5.2017
Hacke	Keine mechanische Unkrautbekämpfung
Ernte	25.09.2017
Winterbegrünung (nach Ernte)	häckseln + 100 kg/ha Grünschnittroggen + Perko mit Düngerstreuer

### **Das Wichtigste in Kürze:**

- ♣ *Das langjährig mögliche Körnermais-Ertragsniveau liegt auf diesem Boden bei 90 - 100 dt/ha.*
- ♣ *Dafür sind etwa 120 kg N/ha notwendig.*
- ♣ *Die sinnvolle Obergrenze der N-Düngung liegt bei 145 kg/ha*
- ♣ *Die Reststickstoffmengen nach der Ernte liegen bei ca. 40 kg/ha, bei der höchstgedüngten Variante bei 48 kg/ha, ohne N-Düngung sind es im Mittel 34 kg/ha*
- ♣ *Der begrenzende Faktor auf diesem Boden ist fast immer die Wasserversorgung*
- ♣ *Auf diesem Standort wurde bis jetzt kaum ein Schaden durch den Maiswurzelbohrer festgestellt.*

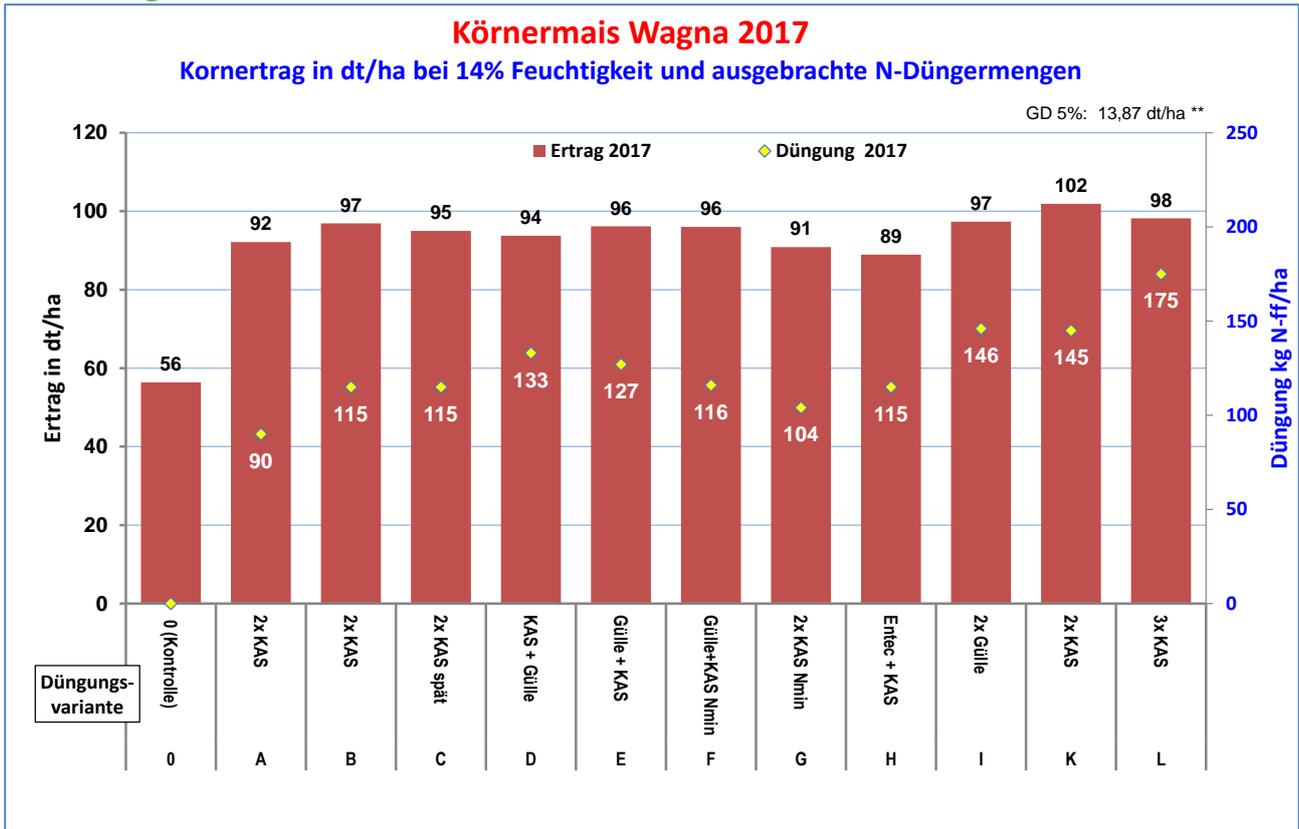




Vegetationsentwicklung im Körnermaisversuch Wagna (Drohnenaufnahme)

**Versuchsergebnisse:**

**Kornertrag 2017:**



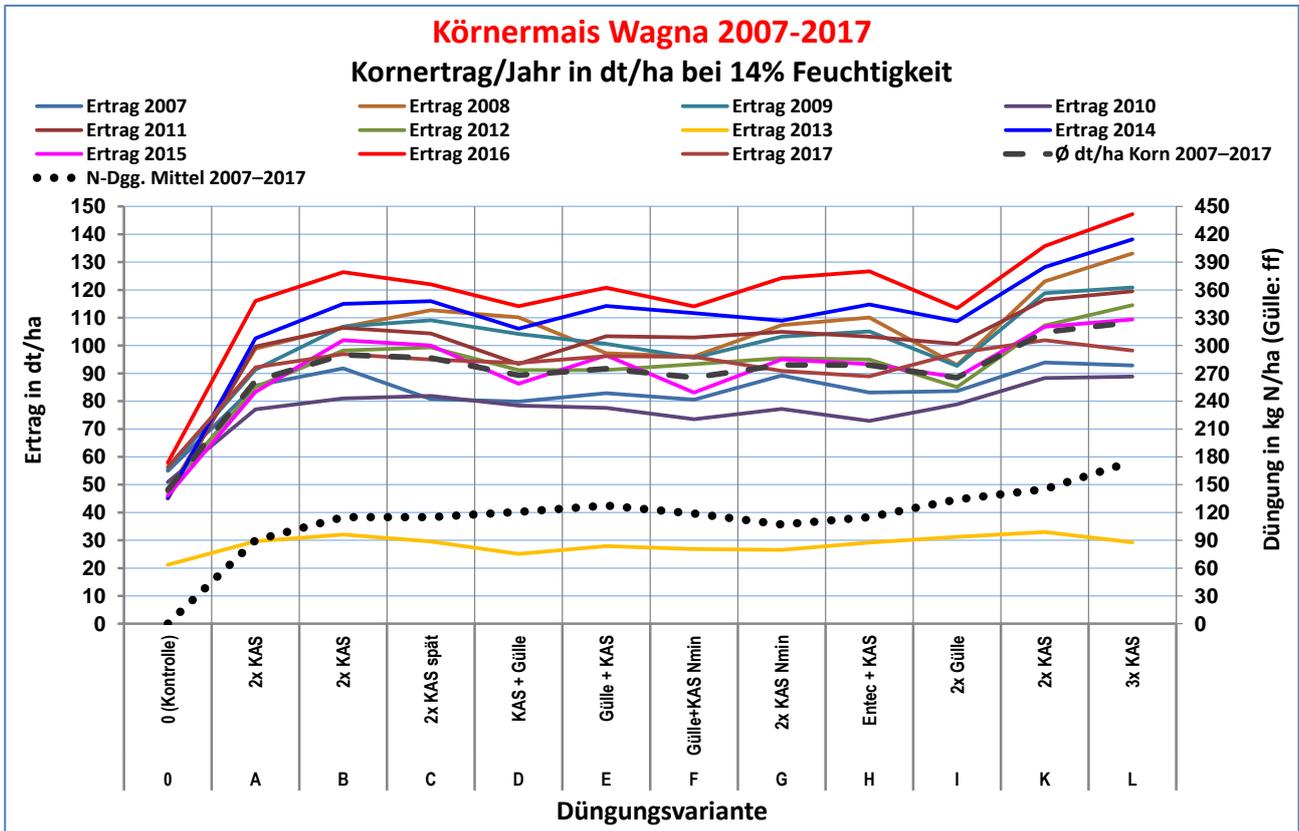
Das Versuchsjahr 2017 brachte einen, im Vergleich der letzten Jahre, durchschnittlichen Ertrag und lag deutlich unter den Spitzenwerten des Jahres 2016. Ohne N-Düngung war in diesem Jahr auf der 0-Parzelle ein beachtlicher Ertrag von 56 dt/ha zu verzeichnen. Die Ergebnisse der gedüngten Varianten lagen zwischen 89 dt/ha (Variante H) und 102 dt/ha (Variante K). Ein statistisch gesicherter Unterschied im Ertrag ist nur zwischen der Kontrollvariante und den gedüngten Varianten gegeben, innerhalb aller gedüngten Varianten ist der Ertragsunterschied statistisch nicht abgesichert. Weitere N-Düngung führten, je nach Dünger, zu unterschiedlichen Erträgen: Im Jahr 2017 war auch kein – wie im Jahr 2016 vorhandener - gesicherter Unterschied zwischen den Mineraldüngervarianten und Güllevarianten festzustellen.

**Kornerträge 2007-2017:**



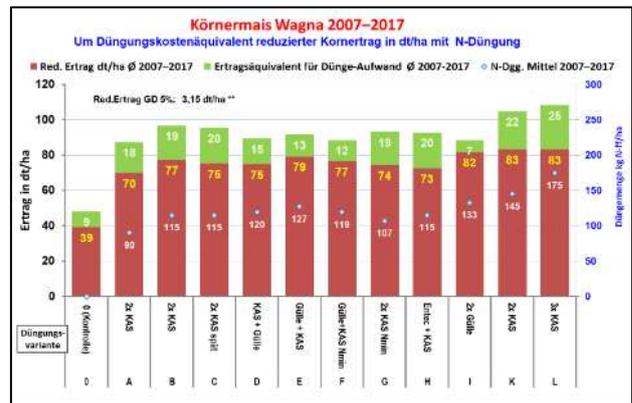
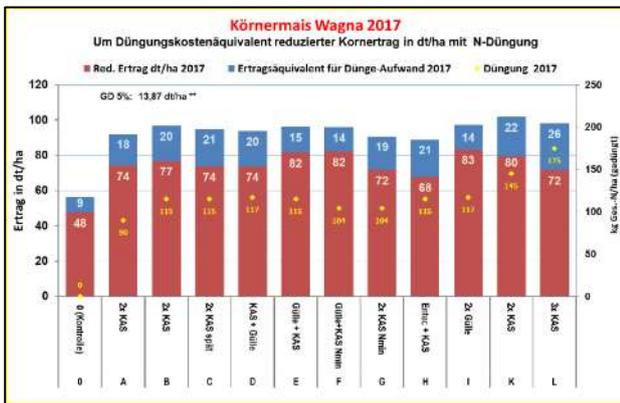
Die Variante 0 bekam seit 2007 keine Stickstoffdüngung und zeigt, dass das natürliche Ertragsniveau dieses Bodens bei etwa 48 dt liegt. Im Durchschnitt der elf Versuchsjahre bewegen sich die Erträge der gedüngten Varianten zwischen 8.700 kg und 10.800 kg Trockenmais/ha. Bis zur Düngermenge 145 kg N/ha bringt die Düngungssteigerung gesicherte Mehrerträge. Die höchste Düngungsgabe der Variante L auf 175 kg N/ha bringt im zehnjährigen Mittel den höchsten Ertrag, welcher gegenüber der Variante mit 145 kg N/ha knapp statistisch abgesichert ist.





Die unterschiedliche Wirkung der einzelnen Düngungsvarianten zeigt diese Grafik sehr deutlich. Die Jahreswitterung hat den größten Einfluss auf die Ertragshöhe. Der Einfluss der Düngung ist jedes Jahr etwa derselbe. Im Trockenheitsjahr 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 2017 liegt annähernd im Mittel der letzten 11 Jahre

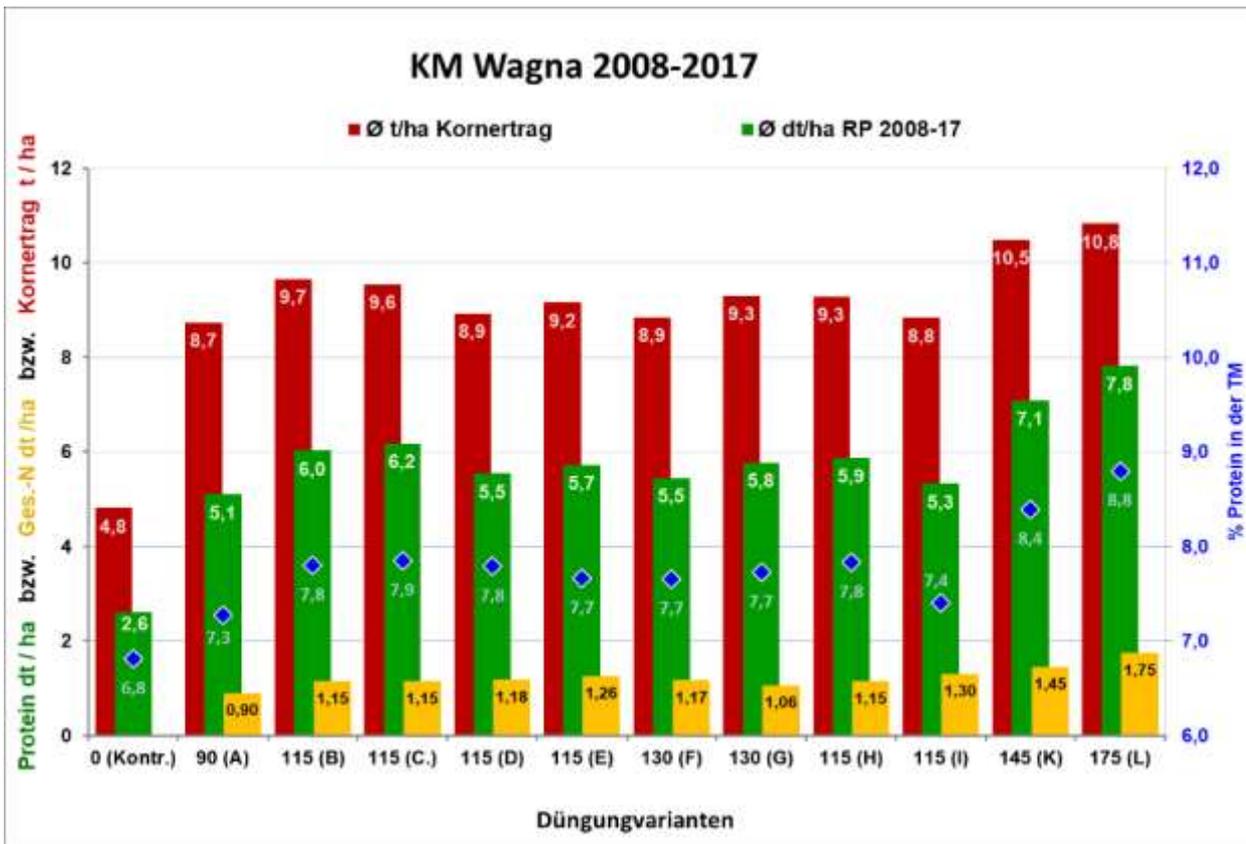
### Um Düngungskosten reduzierter Kornertrag:



Durch die Umrechnung der Düngungs- und Ausbringungskosten in ein Kornertragsäquivalent (siehe blaue bzw. grüne Säulenteile) relativieren sich die erzielten Korn-Erträge. Vor allem im mehrjährigen Schnitt gibt es sehr geringe Unterschiede nach Abzug der Mehrkosten. Auffallend sind die relativ hohen Kosten bei der Variante H (Teildüngung mit Enttec) sowie bei der Variante L (3-malige Düngegabe). Der Mehrertrag der Variante L durch die hohe Düngemenge geht durch den erhöhten Aufwand verloren. In diesem Vergleich ist auch der Unterschied der beiden höchsten Düngemengen (Varianten K und L) zur Variante I (2-malige Gülledüngung) nur mehr sehr gering.

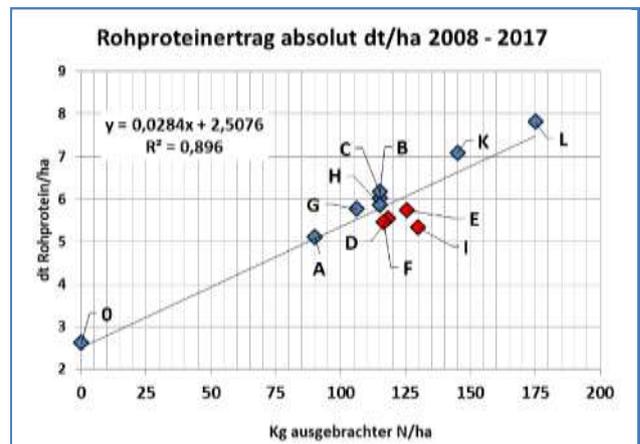
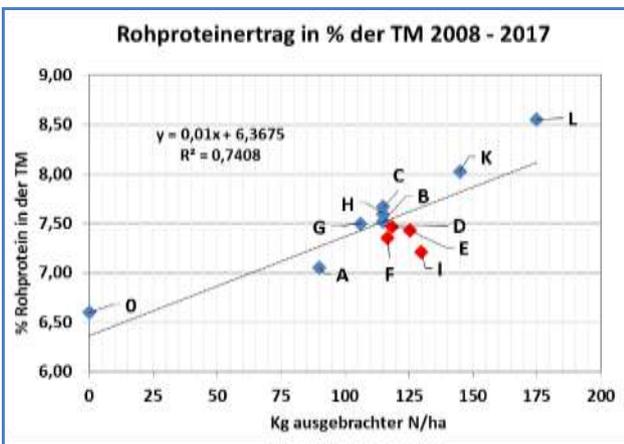


Proteingehalt und Proteinträge 2008 - 2017:



Für viehhaltende Betriebe ist neben dem Kornertrag auch der Rohproteingehalt und –ertrag wichtig. Ab dem Versuchsjahr 2008 wurden daher auch die Proteingehalte erhoben. Wie die Grafik zeigt, steigt mit zunehmender N-Düngung auch der Rohproteingehalt in der Trockenmasse (blaue Markierungen) von 6,8% (ohne N-Düngung) auf 8,8% bei der höchsten Düngungsvariante (10-jähriges Mittel).

Ähnlich dem, mit der Düngung steigenden Gesamtertrag, steigt damit auch der Ertrag an Rohprotein von 2,6 dt/ha auf 7,8 dt/ha. Dabei ist es gleichgültig, zu welchem Zeitpunkt der Stickstoff gegeben wurde. Bei den Varianten mit Gülledüngung (D, E, F, I) ist die Stickstoffwirkung auf den Proteinерtrag durch wahrscheinlich unvollständige oder zu späte Mobilisierung etwas schwächer.



Alle Varianten, bei denen mit Gülle gedüngt wurde, sind beim Rohproteingehalt und beim Rohproteinertrag unter der Trendlinie zu finden (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, so fern 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.

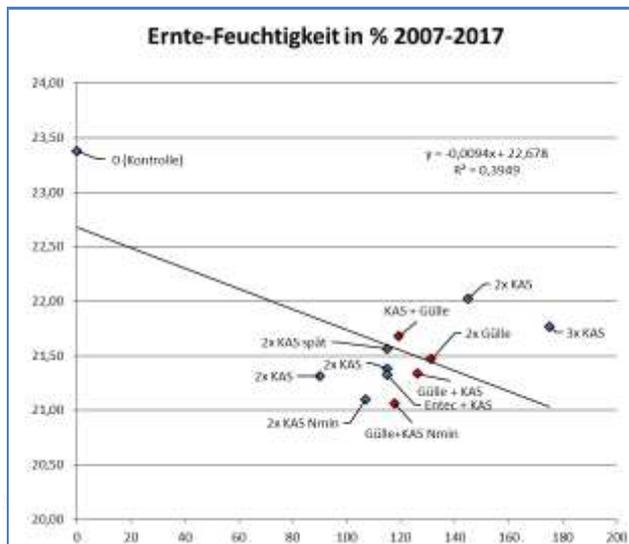
### Bonitierungsdaten und Qualitätsuntersuchung

Variante und Düngung	Erntefeuchtigkeit in % MW 20017-2017	TKM in g MW 2008-2017	HL in kg MW 2008-2017	Anzahl Pflanzen nach dem Aufgang MW 2007-2017	Pflanzen zur Ernte MW 2007-2017	Wuchshöhe in cm MW 2007-2017	Stängelbruch in % <sup>1)</sup> MW 2007-2016	Diabroticabefall in % <sup>2)</sup> MW 2012-2017
<b>0 – ohne N</b>	23,38	257,9	71,33	76996	73448	244	0,7	<b>5,1</b>
<b>A – 90 N</b>	21,32	261,8	72,60	77092	75673	284	1,2	<b>4,1</b>
<b>B – 115 N</b>	21,38	271,0	73,36	77104	75336	287	1,9	<b>5,6</b>
<b>C – 115 N</b>	21,56	276,8	73,28	76767	75444	287	1,2	<b>4,0</b>
<b>D – 120 N</b>	21,68	269,4	73,06	76551	75144	285	1,1	<b>3,3</b>
<b>E – 127 N</b>	21,33	270,5	73,24	75938	74651	286	1,9	<b>3,0</b>
<b>F – Nmin (119 N)</b>	21,06	266,2	73,11	77356	75541	284	1,3	<b>8,4</b>
<b>G – Nmin (107 N)</b>	21,10	269,1	73,05	77308	75396	289	2,2	<b>4,4</b>
<b>H – 115 N</b>	21,32	274,5	73,44	77284	75889	285	2,5	<b>6,7</b>
<b>I – 133 N</b>	21,47	267,6	72,81	76262	74398	282	0,9	<b>4,4</b>
<b>K – 145 N</b>	22,02	289,0	74,19	76948	75120	290	2,4	<b>8,1</b>
<b>L – 175 N</b>	21,76	292,9	74,47	77044	75661	293	2,1	<b>7,0</b>
<b>Mittel</b>	<b>21,62</b>	<b>272,2</b>	<b>73,16</b>	<b>76887</b>	<b>75142</b>	<b>283</b>	<b>1,6</b>	<b>5,34</b>
<b>Grenzdifferenzen bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit</b>								
<b>GD 5%</b>	<b>0,34 **</b>	-	-	<b>940+</b>	<b>1.110 **</b>	<b>4,0 **</b>	-	<b>3,4*</b>

<sup>1)</sup> Stängelbruch unter dem Kolben mit erschwerter Ernte, meistens durch Maiszünslerbefall

<sup>2)</sup> Diabroticabefall: Entweder deutlich sichtbarer Gänsehalswuchs oder liegende Pflanzen

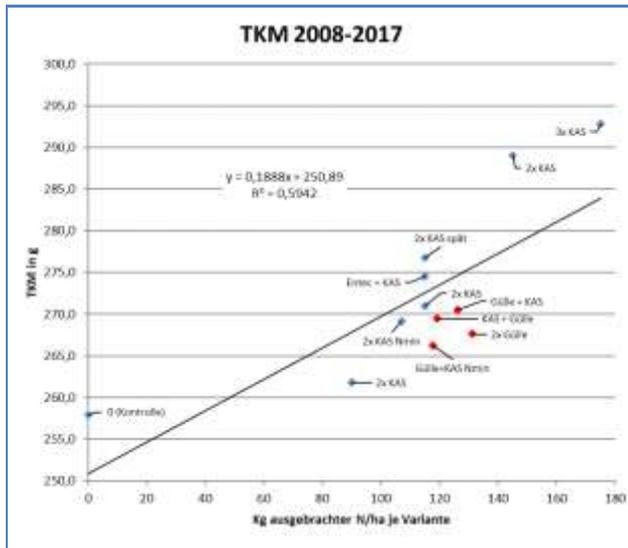
### Erntefeuchtigkeit:



Zwischen Erntefeuchtigkeit und Düngung lässt sich – bis auf die 0-Variante - wenig Zusammenhang ableiten, weder nach der Düngertiefe, noch nach Düngungszeitpunkt oder Düngerart. Trotzdem gibt es statistisch gut abgesicherte Differenzen zwischen den einzelnen Varianten (GD 5% = 0,33 % \*\*).

Die ungedüngte Variante 0 hat, wie fast immer, einen höheren Feuchtigkeitsgehalt. Dasselbe gilt auch für die hoch gedüngten Düngungsvarianten. In beiden Fällen ist die Abreife verzögert.

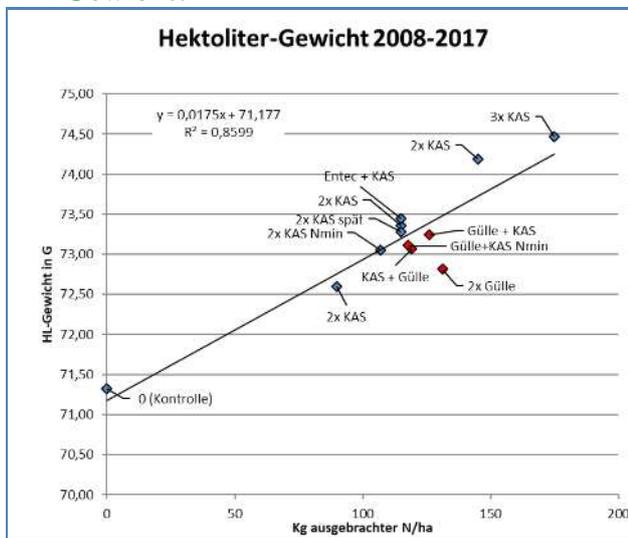
**TKM:**



Für die TKM lässt sich eine ausgeprägtere Beziehung zwischen der N-Düngungshöhe und der TKM beobachten: Je höher die N-Düngung, umso höher auch die TKM. 59 % der TKM-Steigerung lassen sich mit der Zunahme der N-Düngung erklären.

Güllegedüngte Varianten haben – bei ähnlicher N-Düngungshöhe - eine etwas geringere TKM als mineralisch gedüngte.

**HL-Gewicht:**

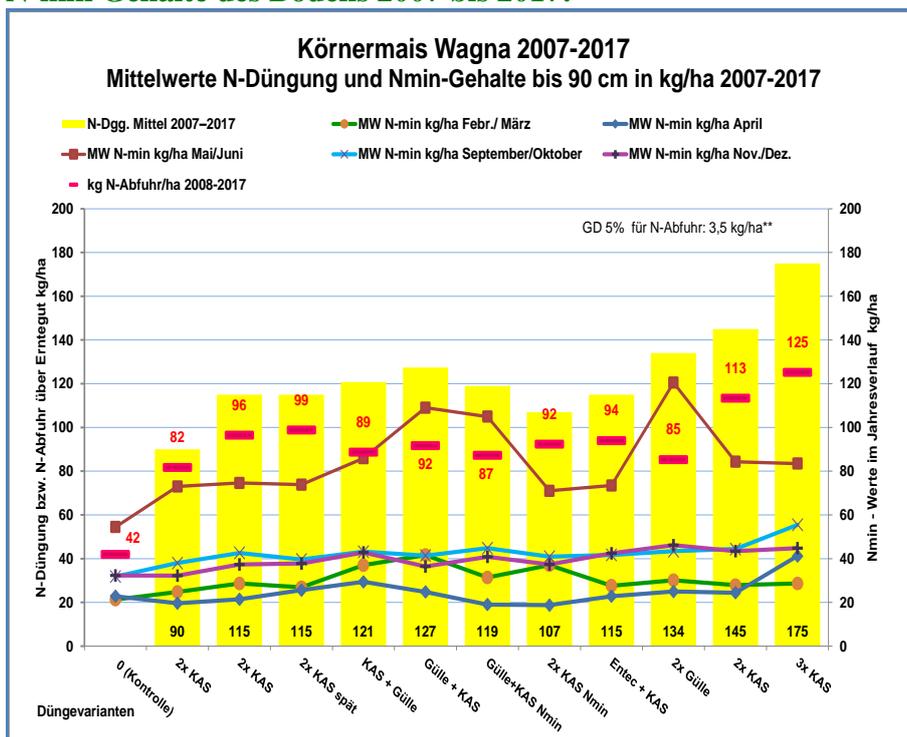


Ähnlich der TKM ist auch die Beziehung zwischen N-Düngungshöhe und dem HL-Gewicht: Höhere N-Düngung bedeutet auch höheres HL-Gewicht.

85 % der HL-Gewicht-Steigerung lassen sich mit der Zunahme der N-Düngung erklären.

Gülle düngung bewirkt, bei ähnlicher N-Menge wie bei mineralischer Düngung, ein etwas geringeres HL-Gewicht.

**N-min Gehalte des Bodens 2007 bis 2017:**

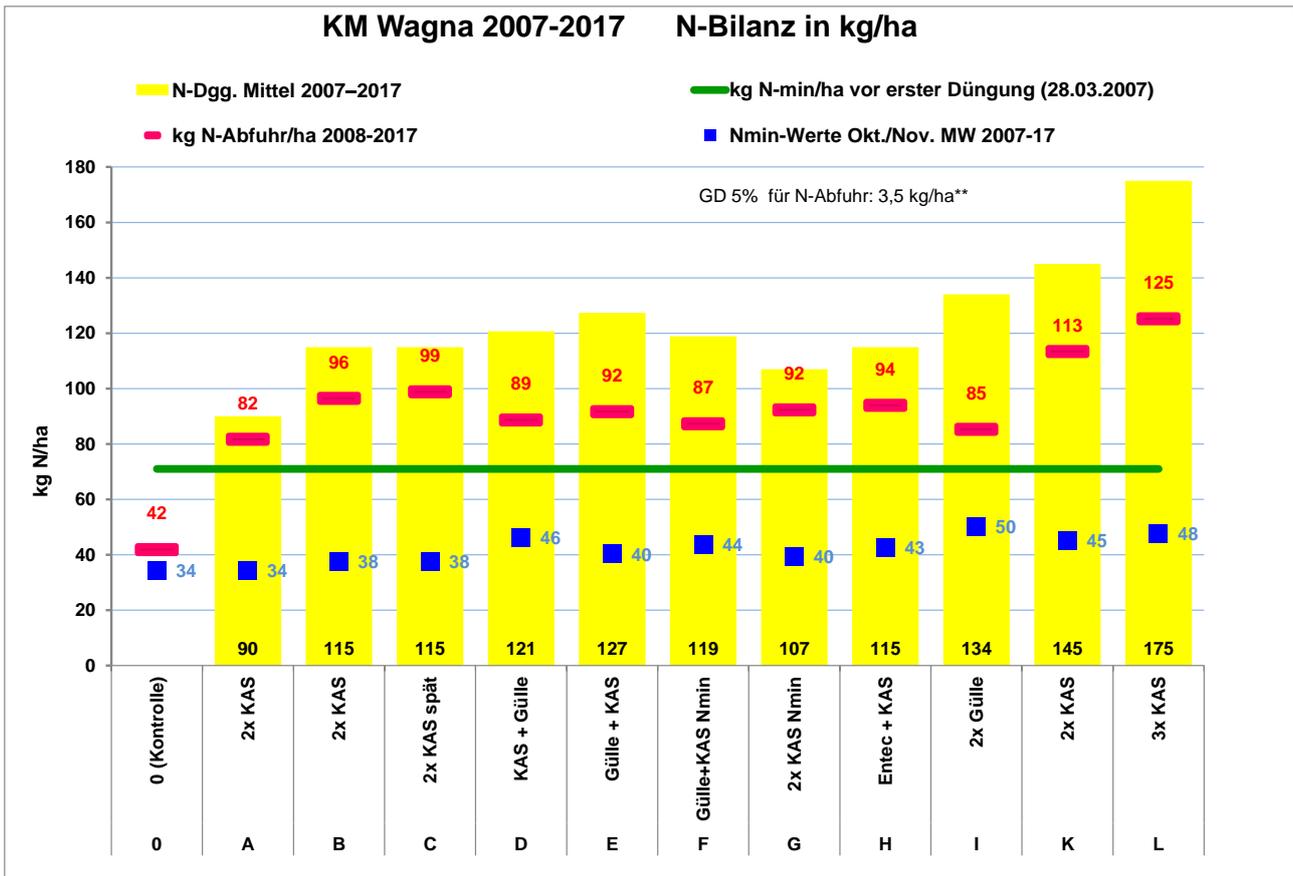


In nebenstehender Grafik sind die Mittelwerte der feldfallenden N-Mengen ( $N_{ff}$ /ha) je Variante den Mittelwerten der  $N_{min}$  – Werte im Boden (0-90 cm Tiefe) zu verschiedenen Vegetationszeitpunkten gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Düngungshöhen und Düngerarten haben geringen Einfluss auf die  $N_{min}$ -Werte im Frühjahr (Februar/März – grüne Linie) und im Herbst (Oktober/November – violette Linie). Im April (dunkelblaue Linie) und im September/Oktober (hellblaue Linie) steigt der  $N_{min}$ -Gehalt bei der höchsten Düngervariante stärker an. Die  $N_{min}$  – Werte von Mai/Juni (braune Linie) schwanken relativ stark, wobei hohe Werte vor allem in den Varianten mit Gülledüngung auftreten.





## N-Bilanz und N-min Gehalt des Bodens nach der Ernte 2007 bis 2017:



Bei den Mineraldünger-Varianten liegt im Mittel der Versuchsjahre die N-Abfuhr um etwa 20 % unter der gedüngten feldfallenden N-Menge. Bei den Gülle-Varianten war der Entzug durch den Körnermais noch zusätzlich um etwa 10% geringer. Eine mineralische N-Düngung von 145 oder 175 kg/ha (Variante K und L) kann vom Körnermais auf diesen Boden nicht mehr in Ertrag bzw. Kornprotein umgesetzt werden. Die N-min Werte nach der Ernte (Oktober) waren bei den Varianten im Mittel der Jahre zwischen 34 und 50 kg/ha und damit unter oder im Bereich des Sollwertes von 50 kg/ha. Eine noch geringere Düngung wie bei Variante A verringerte den N-min Gehalt im Herbst aber auch nicht mehr und ohne N-Düngung sind nach der Ernte ebenfalls noch 34 kg N/ha im Boden bis 90 cm Tiefe vorhanden.



Ausbringung von Mineraldünger am 31.05.2017



Gülldüngung am 01.06.2017

