

Informationen für die Pflanzenproduktion Heft 15/2011



Ergebnisse produktionstechnischer Versuche zur
Düngung 2006 bis 2010 in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg



Versuchsberichte Pflanzenproduktion Baden-Württemberg

Heft 15/2011

Ergebnisse produktionstechnischer Versuche zur
Düngung 2006 bis 2010 in Baden-Württemberg

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Dr. Markus Mokry, Nicole Schneider-Götz, Bernd Rothfuß

Im Jahrgang 2011 bisher erschienene Hefte:

Heft 1	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Wintergerste	23.08.2011
Heft 2	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterraps	29.08.2011
Heft 3	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterroggen und Wintertriticale	08.09.2011
Heft 4	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterweizen	21.09.2011
Heft 5	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Hafer und Sommerweizen	11.10.2011
Heft 6	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Sommergerste	24.10.2011
Heft 7	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Leguminosen	20.10.2011
Heft 8	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Körnermais	16.11.2011
Heft 9	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Wintergetreide im ökologischen Landbau	23.01.2012
Heft 10	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Kartoffeln	19.01.2012
Heft 11	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Silomais	29.02.2012
Heft 12	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Sojabohnen	01.02.2012
Heft 13	Ergebnisse der Qualitätsuntersuchungen der Landessortenversuche	27.02.2012
Heft 14	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Körnerleguminosen und Sommerhafer im ökologischen Landbau	27.03.2012

Ergebnisse produktionstechnischer Versuche zur Düngung 2006 bis 2010 in Baden-Württemberg

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Wetterdaten	12
2 N-Formenversuch zu Winterweizen 2006 - 2008	13
2.1 Versuchsfrage und Versuchsbeschreibung	13
2.2 Versuchsergebnisse.....	14
2.2.1 Versuchsjahr 2006	14
2.2.2 Versuchsjahr 2007	15
2.2.3 Versuchsjahr 2008	16
2.2.4 Ergebnisübersicht (2006 - 2008)	18
2.3 Zusammenfassung	21
3 Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Winterweizen 2006 - 2008	22
3.1 Versuchsbeschreibung	22
3.2 Ergebnisse	27
4 Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Mais 2006 - 2008	40
4.1 Versuchsbeschreibung	40
4.2 Ergebnisse	45
5 Versuche zur Ermittlung des N-Düngebedarfs 2008 - 2010	60
5.1 Versuchsbeschreibung	60
5.2 Standorte und Wachstumsbedingungen	60
5.2.1 Standorte und Versuchsfrüchte	60
5.2.2 Düngung	61
5.2.3 Bodenuntersuchung	61
5.2.4 Kurzbeschreibungen zum Vegetationsverlauf	61
5.3 Ergebnisse	64
5.3.1 Erträge und Qualität	64
5.3.2 Fiktive Düngeempfehlungen, Düngungsoptimum, korrigierter Geldrohertrag	66
5.3.3 N-Entzüge, N-Salden	69
5.3.4 N_{\min} im Frühjahr, N_{\min} -Rest nach der Ernte und im Herbst	71
5.4 Zusammenfassung	74
6 N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010	87
6.1 Versuchsbeschreibung	87
6.2 Ergebnisse	88
6.3 Zusammenfassung	94
7 Düngungsversuche zu Körnermais 2008 - 2010	104
7.1 Versuchsbeschreibung	104
7.2 Ergebnisse	107
7.3 Zusammenfassung	126

Verzeichnis der Tabellen

Seite

Tab. 1-1: Wetterdaten Rheinstetten - Forchheim 1989 - 2010.....	12
Tab. 2-1: Kenndaten der Versuchsstandorte (am Beispiel 2006)	13
Tab. 2-2: Versuchsplan	13
Tab. 2-3: Kornerträge absolut und relativ - Ernte 2006	14
Tab. 2-4: Rohproteingehalte - Ernte 2006	14
Tab. 2-5: Bestandesstruktur (1) - Ernte 2006	14
Tab. 2-6: Bestandesstruktur (2) - Ernte 2006	15
Tab. 2-7: Kornerträge absolut und relativ - Ernte 2007	15
Tab. 2-8: Rohproteingehalte - Ernte 2007	15
Tab. 2-9: Bestandesstruktur (1) - Ernte 2007	16
Tab. 2-10: Bestandesstruktur (2) - Ernte 2007	16
Tab. 2-11: Kornerträge absolut und relativ - Ernte 2008	16
Tab. 2-12: Rohproteingehalte - Ernte 2008	17
Tab. 2-13: Bestandesstruktur (1) - Ernte 2008	17
Tab. 2-14: Bestandesstruktur (2) - Ernte 2008	17
Tab. 2-15: Aufstellung Kornertrag und Rohprotein im Mittel der Standorte	18
Tab. 2-16: N-Ausnutzung (Netto-N-Effizienz)	18
Tab. 2-17: Auswertung der Bestandesdichte.....	19
Tab. 2-18: Ausbildung der Kornzahl/Ähre.....	19
Tab. 2-19: Vergleich der geprüften Düngungssysteme mit der geteilten KAS-Düngung.....	21
Tab. 3-1: Standorte	22
Tab. 3-2: Geprüfte Varianten	24
Tab. 3-3: Düngungshöhen (kg N/ha) in den einzelnen Varianten:	24
Tab. 3-4: Trockenmasseerträge (dt/ha) Ganzpflanzenernte zur Milch-/Teigreife	30
Tab. 3-5: Kornerträge (dt/ha) Biberach, Bremelau, Forchheim und Mittel der Orte.....	31
Tab. 3-6: Wachstumsbeobachtungen Bremelau 2006	32
Tab. 3-7: Wachstumsbeobachtungen Biberach 2006 - 2008 und Mittel der Jahre.....	33
Tab. 3-8: Wachstumsbeobachtungen Forchheim 2006 - 2008 und Mittel der Jahre	34
Tab. 3-9: Berechnete Methan-Ausbeuten (Weender Analyse, in: nL/kg oTS) von Winterweizen Gesamtpflanzen an den einzelnen Standorten und in den einzelnen Jahren bzw. im Mittel der Versuchsjahre.....	35
Tab. 4-1: Standorte	40
Tab. 4-2: Geprüfte Varianten	42
Tab. 4-3: Düngungshöhen in den einzelnen Varianten in (kg N/ha):	42
Tab. 4-4: Silomaiserträge (dt TS/ha), alle Standorte 2006 - 2008.....	47
Tab. 4-5: Korn - und Strohertrag (dt/ha) Forchheim 2006 - 2008 und Mittel der Jahre	48
Tab. 4-6: Bonituren Forchheim 2006	49
Tab. 4-7: Bonituren Forchheim 2007	50
Tab. 4-8: Bonituren Forchheim 2008	51
Tab. 4-9: Bonituren Krauchenwies 2007 und 2008	52
Tab. 4-10: Berechnete Methan-Ausbeuten (Weender Analyse, in: nL/kg oTS) von Mais Gesamtpflanzen an den einzelnen Standorten und in den einzelnen Jahren bzw. im Mittel der Versuchsjahre 53	
Tab. 5-1: Kulturen 2008 bis 2010.....	61
Tab. 5-2: Düngungshöhe (kg N/ha) sowie Anzahl der Teilgaben (in Klammern).....	61

Tab. 5-3: Erträge 2008, 2009 und 2010.....	64
Tab. 5-4: Fruchtfolge auf dem Standort Ladenburg seit Versuchsbeginn 1993	64
Tab. 5-5: Proteingehalte (%) von Silomais 2008	66
Tab. 5-6: Proteingehalte (%) von Winterweizen in den verschiedenen Anbaujahren.....	66
Tab. 5-7: Zuckergehalte (%) von Zuckerrüben in den verschiedenen Anbaujahren.....	66
Tab. 5-8: N_{max} und N_{opt} im Vergleich mit den einzelnen Düngeempfehlungen 2008, 2009 und 2010 ...	67
Tab. 5-9: Korrigierter Geldrohertrag (€/ha) *) bei N_{opt} und bei Erträgen nach Düngeempfehlung 2008, 2009 und 2010.....	68
Tab. 5-10: Genauigkeit der Düngebedarfsprognose in den Jahren 2008, 2009 und 2010, dargestellt anhand des Quotienten $kGE_{erzielt} / kGE_{max}$	68
Tab. 5-11: N-Salden (Differenz zwischen Zu- und Abfuhr) auf den einzelnen Varianten in den Jahren 2008, 2009 und 2010 in kg N/ha	69
Tab. 5-12: Nitratgehalte (kg N/ha) der N-Steigerungsversuche im Frühjahr und im Spätherbst- 2008, 2009 und 2010 in 0-90 cm Bodentiefe (<i>nach Bodentrocknung bei 105 °C</i>).....	71
Tab. 5-13: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und NID-Düngeempfehlung; korrigierte Geldroherträge (kGE), Dauerstandort 76	
Tab. 5-14: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und.....	79
Tab. 5-15: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995.....	81
Tab. 5-16: Boden-Grunduntersuchungen: Standort Ladenburg, Herbst 2007, Dauerversuch	86
Tab. 5-17: Boden-Grunduntersuchungen: Standort Ladenburg, Herbst 2007, wechselnder Standort....	86
Tab. 6-1: Allgemeine Angaben zu den Versuchsorten:	87
Tab. 6-2: Geprüfte N-Düngungsstrategien (Beispiel kg N/ha nach NID = 120)	88
Tab. 6-3: Kornertag.....	95
Tab. 6-4: Rohproteingehalt	96
Tab. 6-5: Sortierung > 2,5 mm	97
Tab. 6-6: Vollgersteertrag	98
Tab. 6-7: Bestandesdichte	99
Tab. 6-8: Lager vor Ernte	100
Tab. 6-9: Mehлтаubonituren	101
Tab. 6-10: Netzfleckenbonituren	102
Tab. 6-11: Rhynchosporiumbonituren.....	103
Tab. 7-1: Standortbeschreibung	104
Tab. 7-2: Vorfrüchte	104
Tab. 7-3: Bodenbearbeitung, Grunddüngung, Sorten und Pflanzenschutz	105
Tab. 7-4: N_{min} -Gehalte im Frühjahr	105
Tab. 7-5: Berechnungsmengen und Beregnungszeitpunkte in Forchheim.....	105
Tab. 7-6: N-Düngungshöhe.....	105
Tab. 7-7: Geprüfte Düngungssysteme 2008 - 2010	106
Tab. 7-8: Erträge (dt/ha und relativ) nach Jahren und Orten	109
Tab. 7-9: Pflanzenlänge in cm zur Ernte (2008-2010).....	116
Tab. 7-10: Pflanzen mit Zünslerbefall in % zur Ernte (2008-2010)	117
Tab. 7-11: Pflanzen mit Beulenbrandbefall in % (2008 - 2010).....	118
Tab. 7-12: Pflanzen mit Stängelfäulebefall in % (2008 - 2010).....	119
Tab. 7-13: Düngemittelpreise (€/dt o.Mwst.) 2008- 2010	120

Tab. 7-14: Durchschnittskosten der verschiedenen N-Dünger pro kg N 2008-2010	120
Tab. 7-15: Durchschnittskosten der verschiedenen N-Düngungssysteme pro ha 2008-2010 berechnet auf 170 kg/ha N-Düngungshöhe	121
Tab. 7-16: Maispreise 2008 - 2010	121

Verzeichnis der Abbildungen	Seite
Abb. 2-1: Nitrat-N zum Termin „n. Ernte“ im jeweiligen Versuchsjahr	20
Abb. 3-1: N-Verteilung 2006 bei 100 % NID	25
Abb. 3-2: N-Verteilung 2007 bei 100% NID	26
Abb. 3-3: N-Verteilung 2008 bei 100% NID	27
Abb. 3-4: Berechnete Methan-Erträge (Weender Analyse, in: m ³ /ha) von Winterweizen Gesamtpflanzen an den einzelnen Standorten im Mittel der Versuchsjahre.....	36
Abb. 3-5: N _{min} -Gehalte in Biberach und Forchheim nach der Kornernte 2006.....	37
Abb. 3-6: N _{min} -Gehalte Biberach und Forchheim nach Ganzpflanzen- und Kornernte 2007	38
Abb. 3-7: N _{min} -Gehalte Biberach und Forchheim nach Ganzpflanzen- und Kornernte 2008	39
Abb. 4-1: N-Verteilung 2006.....	43
Abb. 4-2: N-Verteilung 2007.....	44
Abb. 4-3: N-Verteilung 2008.....	44
Abb. 4-4: Methan-Erträge [m ³ /ha] von Silomais am jeweiligen Standort im Mittel der Versuchsjahre.....	54
Abb. 4-5: N _{min} -Werte Forchheim 2007, im Frühjahr, zur Grüngut- und Kornernte und zum SchALVO-Termin.....	56
Abb. 4-6: N _{min} -Werte Krauchenwies 2007, Frühjahr und nach Ernte	57
Abb. 4-7: N _{min} -Werte Forchheim 2008, Frühjahr, nach Ernte und zum SchALVO-Termin	58
Abb. 4-8: N _{min} -Werte Krauchenwies 2008, Frühjahr und nach Ernte	59
Abb. 5-1: Weizenerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1994, 1996, 2000, 2003, 2006 und 2009 (LRA Karlsruhe) <i>e= einjähriger Wechselstandort; d=</i> <i>Dauerstandort</i>	65
Abb. 5-2: Zuckerrübenenerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1999, 2005 und 2010 (LRA Karlsruhe) <i>e= einjähriger Wechselstandort; d=</i> <i>Dauerstandort</i>	65
Abb. 5-3: N _{min} -Gehalte im Frühjahr auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - <i>Dauerstandort</i>	72
Abb. 5-4: N _{min} -Gehalte im Herbst (November) auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - <i>Dauerstandort</i>	73
Abb. 6-1: Sortenerträge der N-Düngungsstufen (Ø 3 Jahre, 4 Orte)	89
Abb. 6-2: Sortenerträge an den Standorten (Ø 3 Jahre, 4 N-Düngungsstufen).....	90
Abb. 6-3: Sortenerträge der N-Düngungsstufen (Ø 3 Jahre, 4 Orte).....	90
Abb. 6-4: Erträge in Abhängigkeit von der N-Düngung an den Standorten (Ø 3 Jahre, 3 Sorten).....	91
Abb. 6-5: Rohproteingehalte der Sorten nach N-Düngungshöhe (Ø 3 Jahre, 4 Orte)	91
Abb. 6-6: Rohproteingehalte in Abhängigkeit von der N-Düngung an den Standorten (Ø 3 Jahre, 3 Sorten)	92
Abb. 6-7: Vollgersteanteile der Sorten an den Standorten (Ø 3 Jahre, 4 Düngungsstufen)	93
Abb. 6-8: Vollgersteanteile der Sorten nach Düngungsstufen (Ø 3 Jahre, 4 Orte)	93
Abb. 6-9: Ertragsvergleich: LSV Sommergerste, (Stufe 2, Ø aller Sorten) mit PTV Wintergerste (NID Variante, Ø 3 Sorten) an 3 Standorten 2008 - 2010	94
Abb. 7-1: Ertragsunterschiede zwischen der ungedüngten und dem Mittel der gedüngten Varianten an beiden Versuchsstandorten im Mittel der Jahre 2008 - 2010.....	107
Abb. 7-2: Durchschnittserträge der Varianten im Mittel der Jahre 2008 - 2010	108
Abb. 7-3: Erträge der Nullparzelle im Vergleich zu Mittel der gedüngten Varianten in Forchheim.....	110

Fortsetzung

Verzeichnis der Abbildungen	Seite
Abb. 7-4: Erträge der N-Düngungssysteme in Forchheim.....	111
Abb. 7-5: Erträge der 3-jährig geprüften N-Düngungssysteme in Forchheim.....	112
Abb. 7-6: Erträge der Nullparzelle im Vergleich zum Mittel der gedüngten Varianten in Orschweier.....	113
Abb. 7-7: Erträge der N-Düngungssysteme in Orschweier	114
Abb. 7-8: Erträge der 3-jährig geprüften N-Düngungssysteme in Orschweier.....	115
Abb. 7-9: Um N-Düngerkosten bereinigte Marktleistung (Ø 2008 - 2010, Forchheim) ohne Ausbringkosten	121
Abb. 7-10: Um N-Düngerkosten bereinigte Marktleistung (Ø 2008 - 2010, Orschweier) ohne Ausbringkosten	122
Abb. 7-11: Ertrag und N_{\min} -Wert nach Ernte Forchheim 2008.....	123
Abb. 7-12: Ertrag und N_{\min} -Wert nach Ernte Forchheim 2009.....	124
Abb. 7-13: Ertrag und N_{\min} -Wert nach Ernte Forchheim 2010.....	124
Abb. 7-14: Ertrag und N_{\min} -Wert nach Ernte Orschweier 2008	125
Abb. 7-15: Ertrag und N_{\min} -Wert nach Ernte Orschweier 2009	125
Abb. 7-16: Ertrag und N_{\min} -Wert nach Ernte Orschweier 2010	126

1 Wetterdaten

Tab. 1-1: Wetterdaten Rheinstetten - Forchheim 1989 - 2010

Jahr	Temperaturen in °C												Mittel	Mittel Veg.-zeit (März-Okt.)
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.		
1989	3,1	4,3	9,6	8,8	16,6	17,5	20,5	20,0	15,9	11,6	3,4	3,6	11,2	15,1
1990	3,3	7,7	9,6	9,6	17,1	17,0	20,0	21,2	14,1	11,8	5,7	1,8	11,6	15,1
1991	3,0	-1,0	8,2	8,9	11,5	15,7	21,6	21,0	16,8	9,4	4,9	0,9	10,1	14,1
1992	1,5	3,4	6,9	10,0	16,5	18,0	20,7	21,6	15,3	8,4	7,4	2,4	11,0	14,7
1993	4,8	1,1	6,0	12,9	16,6	19,2	19,7	19,9	14,8	9,6	2,5	5,7	11,1	14,8
1994	4,5	2,7	9,6	9,8	15,0	19,1	23,7	20,3	15,7	9,8	9,4	5,6	12,1	15,4
1995	1,9	6,9	5,7	11,1	15,0	17,1	22,9	20,3	14,0	13,2	4,4	1,4	11,2	14,9
1996	-0,1	0,6	4,6	11,1	13,5	18,2	19,2	20,3	13,6	11,2	6,5	-0,2	9,9	14,0
1997	-2,3	6,6	9,0	9,5	15,8	18,1	19,4	22,5	15,9	9,7	5,5	3,8	11,1	15,0
1998	3,5	4,0	7,7	10,7	16,8	19,8	19,3	19,9	15,6	10,9	3,4	3,1	11,2	15,1
1999	4,2	2,6	7,5	11,4	16,4	19,4	22,4	20,5	19,1	10,6	4,8	3,6	11,9	15,9
2000	2,8	6,0	7,7	12,0	16,6	19,8	17,6	20,3	15,6	11,9	7,5	4,9	11,9	15,2
2001	3,1	4,7	8,0	8,8	16,9	16,3	20,4	20,4	12,9	13,7	4,4	1,3	10,9	14,7
2002	0,9	7,0	7,4	10,3	14,4	19,9	18,9	19,3	14,0	10,8	7,9	4,3	11,3	14,4
2003	0,9	0,5	8,3	10,7	15,8	22,5	21,1	23,2	15,3	7,8	6,7	2,8	11,3	15,6
2004	2,2	4,3	6,0	11,3	13,5	17,6	19,1	20,0	15,7	11,3	5,7	1,6	10,7	14,3
2005	3,2	0,5	6,1	11,1	14,8	19,5	20,1	17,7	16,9	12,1	5,1	2,0	10,8	14,8
2006	-1,1	1,6	4,3	10,3	15,3	19,1	24,6	17,1	17,8	13,1	7,8	4,4	11,2	15,2
2007	6,0	5,8	7,1	13,9	16,2	19,2	19,0	18,6	13,5	9,6	4,5	1,9	11,3	14,6
2008	4,3	4,8	6,1	9,2	17,3	18,6	19,8	18,8	13,6	10,3	6,0	2,0	10,9	14,2
2009	-2,2	1,9	5,7	12,8	15,8	17,7	19,7	20,4	16,0	10,2	8,2	2,6	10,7	14,8
2010	-1,0	2,3	5,7	11,0	12,4	18,5	21,5	18,3	13,9	9,0	7,0	-1,2	9,8	13,8
Mittel 89-10	2,1	3,6	7,1	10,7	15,4	18,5	20,5	20,1	15,3	10,7	5,8	2,6	11,0	14,8
langjähriges Mittel	1,2	2,5	6,0	9,9	14,3	17,5	19,6	18,8	15,4	10,4	5,3	2,2	10,3	14,0
Jahr	Niederschläge in mm												Summe	Summe Veg.-zeit (März-Okt.)
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.		
1989	20,0	57,0	76,0	123,0	26,0	47,0	58,0	37,0	15,0	42,0	42,0	130,0	673,0	424,0
1990	33,0	106,0	24,0	36,0	7,0	125,0	27,0	39,0	65,0	66,0	94,0	92,0	714,0	389,0
1991	35,0	6,0	21,0	11,0	12,0	52,0	53,0	13,0	67,0	29,0	67,0	36,0	402,0	258,0
1992	28,2	28,2	74,8	27,9	47,0	83,1	74,3	50,7	44,6	100,8	99,9	18,3	677,8	503,2
1993	59,3	5,4	15,3	17,0	61,8	58,9	77,5	31,0	95,0	90,5	29,0	105,5	646,2	447,0
1994	37,7	26,4	56,8	80,7	81,3	46,1	57,0	57,0	101,2	43,2	37,0	68,2	692,6	523,3
1995	107,7	60,4	79,3	65,4	88,6	95,9	103,2	71,7	99,0	26,7	34,7	44,3	876,9	629,8
1996	14,1	41,3	16,6	20,4	80,5	64,3	49,8	23,6	9,8	48,5	86,6	22,5	478,0	313,5
1997	19,1	128,2	24,9	22,2	57,3	119,6	83,4	36,1	29,2	67,4	62,0	68,8	718,2	440,1
1998	50,1	21,6	37,7	93,2	24,0	66,7	73,2	20,3	83,2	134,9	70,2	30,8	705,9	533,2
1999	65,0	50,3	87,0	49,2	57,7	34,5	41,8	46,4	33,9	38,9	36,1	102,5	643,3	389,4
2000	27,0	71,1	68,4	49,3	89,6	37,5	112,4	56,8	86,6	55,6	74,6	43,0	771,9	556,2
2001	73,8	60,5	141,3	76,7	32,4	74,4	36,8	63,2	107,0	60,2	98,4	115,6	940,3	592,0
2002	35,8	146,6	72,8	44,6	127,4	42,2	162,8	62,6	77,8	92,8	119,8	59,2	1044,4	683,0
2003	93,2	19,0	22,4	24,1	75,0	34,8	79,8	42,2	20,8	76,4	53,2	27,6	568,5	375,5
2004	123,4	25,6	22,6	24,6	45,0	36,8	54,3	115,2	56,2	106,0	61,8	34,6	706,1	460,7
2005	33,0	40,4	30,6	74,2	59,2	33,0	76,7	73,0	49,6	44,0	31,8	54,4	599,9	440,3
2006	20,2	49,4	68,4	37,0	42,2	77,6	27,0	143,0	28,6	131,8	53,8	40,8	719,8	555,6
2007	33,2	62,2	54,0	0,0	96,0	72,8	62,2	62,8	46,4	6,0	40,6	33,8	570,0	400,2
2008	47,5	53,3	115,4	83,0	34,6	82,0	60,2	82,6	48,6	116,6	25,2	46,2	795,2	623,0
2009	31,4	52,1	68,4	28,8	64,8	49,6	100,2	63,2	15,6	50,4	76,8	105,6	706,9	441,0
2010	40,4	61,7	15,6	25,8	117,5	35,7	84,8	133,3	46,8	33,6	107,2	133,9	836,3	493,1
Mittel 89-10	46,7	53,3	54,2	46,1	60,3	62,3	70,7	60,2	55,8	66,4	63,7	64,3	704,0	476,0
langjähriges Mittel	57	54	53	61	79	87	70	66	53	58	65	67	770	527

langj. Mittel = Mittel 1961 - 1990 der DWD Station Karlsruhe

2 N-Formenversuch zu Winterweizen 2006 - 2008

Dr: Markus Mokry

2.1 Versuchsfrage und Versuchsbeschreibung

Die im folgenden dargestellten produktionstechnischen Versuche wurden in den Jahren 2006 bis 2008 an 4 Standorten in der jeweiligen Fruchtfolge nach Winterraps nach einem einheitlichen Versuchsplan durchgeführt. Die Varianten mit der sog. „Cultan-Düngung“ waren auf 3 Standorten angelegt, konnten jedoch aus Gründen der Datenrepräsentanz nur von 2 Versuchsfeldern ausgewertet werden. Daher sind die in den folgenden Ergebnistabellen aufgeführten Daten als vergleichende Ergänzung und Zusatzinformation zu verstehen.

Tab. 2-1: Kenndaten der Versuchsstandorte (am Beispiel 2006)

Standort	Bodentyp	AZ	Humus	pH	[mg/100g Boden]			org. Dg.
					P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	
Hohenlohe	uL	70	humos	6,3	13	21	11	SG+Stroh
Kraichgau	uL	82	humos	7,5	21	39	8	Stroh
Boxberg	uL	65	humos	6,1	12	25	20	Stroh
Döggingen	uL	50	st. humos	7,4	15	38	38	SG+Stroh

Bei den Versuchsböden (Tab. 2-1) handelte sich um durchwegs gute Ackerstandorte mit einer guten Humus- und Nährstoffversorgung. Die pH-Werte der Standorte Boxberg und Hohenlohe lagen zwar nahe am Grenzbereich, wurden jedoch - da betriebstypisch - nicht korrigiert. Die organische Düngung sollte ausschließlich eine Rückführung der Erntereste der Vorfrucht „Winterraps“ sowie den jeweiligen Nach-Ernte-Auflauf von Ausfallraps umfassen.

Tab. 2-2: Versuchsplan

Variante	Veg. Beginn (EC 25)	EC 32	EC 35/37	EC 49/51
1	ohne N			
2	KAS	KAS	--	KAS
3	ENTEC 26	--	--	KAS
4	ALZON 46	--	--	KAS
5	PIAGRAN	PIAGRAN	--	KAS
6	PIAGRAN	PIAGRAN	--	PIAGRAN
7	ENTEC 26	--	ENTEC 26	KAS
8	ALZON 46	--	ALZON 46	KAS
9	AHL-Depotdüngung	--	--	KAS
10	AHL-Depotdüngung	--	--	--

Dem Versuchsplan (Tab. 2-2) sind die Düngungssysteme einschließlich der optional durchgeführten Depotdüngung mit AHL „Schleppschlauchausbringung“ (AHL = Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung) zu entnehmen. Die Verwendung und Aufteilung der eingesetzten N-Dünger orientierte sich hierbei nach den ursprünglich definierten Versuchsfragen:

- Wirkungsvergleich (Ertrag und Qualität) einer betonten Nitrat- bzw. Ammoniumernährung mit verschiedenen handelsüblichen Düngern
- Vergleich Ammonium stabilisierter Dünger zu konventionellen N-Düngern sowie (optional) zu einer N-Depotdüngung mit AHL

Das N-Düngungsniveau wurde nach den Vorgaben des Nitratinformationsdienstes Baden-Württemberg (NID) errechnet und lag standort- und jahresbedingt zwischen 165 und 195 kg/ha.

2.2 Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt zunächst für die einzelnen Versuchsjahre dargestellt. Im Anschluss daran erfolgt eine kurze zusammenfassende Beschreibung.

2.2.1 Versuchsjahr 2006

Tab. 2-3: Kornerträge absolut und relativ - Ernte 2006

N-Düngung	Kornertrag [dt TM/ha]				Kornertrag [rel. z. Vers.Mittel]			
	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen
ohne N	93,9	53,2	51,2	41,6	94	69	60	55
3 x KAS	97,4	79,1	89,8	79,9	98	102	106	105
1 x Entec 26 + KAS	97,7	75,6	88,4	79,5	98	98	104	105
1 x Alzon 46 + KAS	96,3	73,3	90,2	80,4	97	95	106	106
2 x Piagran + KAS	105,6	82,4	90,6	79,0	106	106	106	104
3 x Piagran	101,6	82,3	91,6	81,9	102	106	108	108
2 x Entec 26 + KAS	103,7	80,4	89,0	81,1	104	104	105	107
2 x Alzon 46 + KAS	102,1	80,9	89,7	82,0	102	104	105	108
1 x AHL-Depot + KAS		85,0		77,6		110		102
1 x AHL-Depot		83,2		76,8		107		101
Vers.-Mittelwert	99,8	77,5	85,1	76,0				

Tab. 2-4: Rohproteingehalte - Ernte 2006

N-Düngung	Protein [% TM]			
	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen
ohne N	11,4	9,2	9,0	11,6
3 x KAS	13,4	13,9	13,0	13,5
1 x Entec 26 + KAS	13,7	14,3	13,0	13,5
1 x Alzon 46 + KAS	13,2	14,4	13,3	13,7
2 x Piagran + KAS	13,3	14,2	13,0	13,9
3 x Piagran	13,7	14,4	13,2	14,0
2 x Entec 26 + KAS	14,3	14,5	12,9	14,0
2 x Alzon 46 + KAS	13,7	14,6	13,1	13,9
1 x AHL-Depot + KAS		14,9		14,4
1 x AHL-Depot		14,7		14,6
Vers.-Mittelwert	13,4	13,9	12,0	14,0

Tab. 2-5: Bestandesstruktur (1) - Ernte 2006

N-Düngung	Bestandesstruktur					
	Hohenlohe			Kraichgau		
	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre
ohne N	544	46,0	38	508	44,1	24
3 x KAS	528	44,2	42	562	45,4	31
1 x Entec 26 + KAS	544	45,4	40	527	47,0	31
1 x Alzon 46 + KAS	576	47,0	36	568	47,2	27
2 x Piagran + KAS	548	46,1	42	593	47,1	29
3 x Piagran	543	46,0	41	587	46,3	30
2 x Entec 26 + KAS	540	44,7	43	538	46,8	32
2 x Alzon 46 + KAS	575	46,4	38	540	47,4	32
1 x AHL-Depot + KAS				595	45,4	31
1 x AHL-Depot				542	44,6	34
Vers.-Mittelwert	550	46	40	556	46	30

(TKM = Tausendkornmasse in g)

Tab. 2-6: Bestandesstruktur (2) - Ernte 2006

N-Düngung	Bestandesstruktur					
	Boxberg			Döggingen		
	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre
ohne N	342	50,2	30	300	47,2	29
3 x KAS	528	47,8	36	472	43,5	39
1 x Entec 26 + KAS	528	48,3	35	443	45,3	40
1 x Alzon 46 + KAS	543	47,7	35	462	44,0	40
2 x Piagran + KAS	538	46,2	36	485	42,2	39
3 x Piagran	605	45,9	33	522	42,8	37
2 x Entec 26 + KAS	505	49,7	35	490	44,5	37
2 x Alzon 46 + KAS	510	49,9	35	520	44,7	35
1 x AHL-Depot + KAS				512	43,5	35
1 x AHL-Depot				583	41,9	31
Vers.-Mittelwert	512	48	34	479	44	36

(TKM = Tausendkornmasse in g)

2.2.2 Versuchsjahr 2007

Tab. 2-7: Kornerträge absolut und relativ - Ernte 2007

N-Düngung	Kornertrag [dt TM/ha]				Kornertrag [rel. z. Vers.Mittel]			
	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen
ohne N	81,1	82,4	35,8	46,2	77	86	55	56
3 x KAS	104,5	97,8	74,1	86,4	99	102	114	105
1 x Entec 26 + KAS	110,1	96,1	61,4	87,1	105	100	94	106
1 x Alzon 46 + KAS	103,1	96,1	73,3	81,3	98	100	112	99
2 x Piagran + KAS	112,6	99,4	72,8	89,5	107	104	112	109
3 x Piagran	115,5	98,3	68,9	89,2	110	103	106	109
2 x Entec 26 + KAS	108,3	98,0	65,3	90,6	103	102	100	110
2 x Alzon 46 + KAS	106,0	100,4	70,2	89,8	101	105	108	109
1 x AHL-Depot + KAS		99,5		77,6		104		95
1 x AHL-Depot		90,0		83,8		94		102
Vers.-Mittelwert	105,2	95,8	65,2	82,1				

Tab. 2-8: Rohproteingehalte - Ernte 2007

N-Düngung	Protein [% TM]			
	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen
ohne N	9,1	9,0	9,6	11,2
3 x KAS	12,7	12,5	14,6	13,7
1 x Entec 26 + KAS	12,2	14,4	12,7	12,9
1 x Alzon 46 + KAS	12,2	13,6	14,0	12,4
2 x Piagran + KAS	12,4	14,3	14,5	13,3
3 x Piagran	11,7	12,6	14,2	13,7
2 x Entec 26 + KAS	11,6	13,2	12,6	13,1
2 x Alzon 46 + KAS	11,7	14,2	13,6	13,2
1 x AHL-Depot + KAS		13,1		14,7
1 x AHL-Depot		13,1		14,7
Vers.-Mittelwert	11,7	13,0	14,0	13,3

Tab. 2-9: Bestandesstruktur (1) - Ernte 2007

N-Düngung	Bestandesstruktur					
	Hohenlohe			Kraichgau		
	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre
ohne N	416	49,6	39	450	42,6	43
3 x KAS	474	47,0	47	535	46,5	39
1 x Entec 26 + KAS	524	45,9	46	562	46,4	37
1 x Alzon 46 + KAS	524	47,7	41	532	43,6	41
2 x Piagran + KAS	508	49,2	45	565	44,6	39
3 x Piagran	594	46,7	42	550	46,5	38
2 x Entec 26 + KAS	479	48,8	46	554	47,2	38
2 x Alzon 46 + KAS	492	49,3	44	532	47,8	40
1 x AHL-Depot + KAS				528	47,0	40
1 x AHL-Depot				548	48,6	34
Vers.-Mittelwert	501	48	44	535	46	39

(TKM = Tausendkornmasse in g)

Tab. 2-10: Bestandesstruktur (2) - Ernte 2007

N-Düngung	Bestandesstruktur					
	Boxberg			Döggingen		
	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre
ohne N		49,0		400	53,3	22
3 x KAS		49,1		720	47,2	25
1 x Entec 26 + KAS		52,6		735	50,3	24
1 x Alzon 46 + KAS		51,6		652	52,5	24
2 x Piagran + KAS		50,2		803	52,5	21
3 x Piagran		49,6		773	51,2	23
2 x Entec 26 + KAS		50,2		745	50,3	24
2 x Alzon 46 + KAS		48,7		748	51,6	23
1 x AHL-Depot + KAS				862	43,6	21
1 x AHL-Depot				893	45,0	21
Vers.-Mittelwert		50,1		733	49,8	23

(TKM = Tausendkornmasse in g)

2.2.3 Versuchsjahr 2008

Tab. 2-11: Kornerträge absolut und relativ - Ernte 2008

N-Düngung	Kornertrag [dt TM/ha]				Kornertrag [rel. z. Vers.Mittel]			
	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen
ohne N	66,4	51,6	65,7	36,0	66	66	68	42
3 x KAS	104,8	86,5	100,6	89,3	105	110	104	105
1 x Entec 26 + KAS	106,9	79,5	98,8	89,8	107	101	102	106
1 x Alzon 46 + KAS	107,9	76,0	99,2	91,5	108	97	103	108
2 x Piagran + KAS	100,2	84,4	100,8	93,1	100	107	104	110
3 x Piagran	103,8	77,5	99,6	87,6	104	99	103	103
2 x Entec 26 + KAS	104,8	73,6	102,8	81,8	105	94	107	97
2 x Alzon 46 + KAS	104,5	79,2	104,6	85,5	105	101	108	101
1 x AHL-Depot + KAS		88,4		96,5		113		114
1 x AHL-Depot		89,1		96,3		113		114
Vers.-Mittelwert	99,9	78,6	96,5	84,7				

Tab. 2-12: Rohproteingehalte - Ernte 2008

N-Düngung	Protein [% TM]			
	Hohenlohe	Kraichgau	Boxberg	Döggingen
ohne N	7,4	9,0	9,5	9,0
3 x KAS	12,1	12,5	14,1	13,2
1 x Entec 26 + KAS	10,8	14,4	13,7	13,1
1 x Alzon 46 + KAS	11,4	13,6	13,8	12,9
2 x Piagran + KAS	11,4	14,3	14,3	13,3
3 x Piagran	10,9	12,6	13,6	13,6
2 x Entec 26 + KAS	12,3	13,2	13,1	14,0
2 x Alzon 46 + KAS	12,0	14,2	13,2	13,6
1 x AHL-Depot + KAS		13,1		13,3
1 x AHL-Depot		13,1		13,5
Vers.-Mittelwert	11,0	13,0	13,2	13,0

Tab. 2-13: Bestandesstruktur (1) - Ernte 2008

N-Düngung	Bestandesstruktur					
	Boxberg			Döggingen		
	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre
ohne N		49,0		400	53,3	22
3 x KAS		49,1		720	47,2	25
1 x Entec 26 + KAS		52,6		735	50,3	24
1 x Alzon 46 + KAS		51,6		652	52,5	24
2 x Piagran + KAS		50,2		803	52,5	21
3 x Piagran		49,6		773	51,2	23
2 x Entec 26 + KAS		50,2		745	50,3	24
2 x Alzon 46 + KAS		48,7		748	51,6	23
1 x AHL-Depot + KAS				862	43,6	21
1 x AHL-Depot				893	45,0	21
Vers.-Mittelwert		50,1		733	49,8	23

(TKM = Tausendkornmasse in g)

Tab. 2-14: Bestandesstruktur (2) - Ernte 2008

N-Düngung	Bestandesstruktur					
	Hohenlohe			Kraichgau		
	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre	Ähren/m ²	TKM	Kornzahl/Ähre
ohne N	422	41,2	38	354	44,0	33
3 x KAS	570	39,4	47	468	45,3	41
1 x Entec 26 + KAS	599	40,8	44	535	45,8	32
1 x Alzon 46 + KAS	591	40,5	45	517	46,9	31
2 x Piagran + KAS	571	41,2	43	448	47,2	40
3 x Piagran	580	40,6	44	495	44,9	35
2 x Entec 26 + KAS	547	41,3	46	410	47,6	38
2 x Alzon 46 + KAS	579	42,1	43	438	48,0	38
1 x AHL-Depot + KAS				470	46,9	40
1 x AHL-Depot				457	45,5	43
Vers.-Mittelwert	557	41	44	459	46,2	37

(TKM = Tausendkornmasse in g)

2.2.4 Ergebnisübersicht (2006 - 2008)

Nachfolgenden Tabellen ist die Zusammenstellung der Ergebnisse der gewerteten Versuchsjahre im Mittel der 4 Versuchsstandorte zu entnehmen. Die Zusammenführung der Einzelergebnisse ermöglicht die Bewertung der Düngungssysteme im einzelnen bzw. im Vergleich untereinander.

Tab. 2-15: Aufstellung Kornertrag und Rohprotein im Mittel der Standorte

(Varianten „ohne N“ und „3 * KAS“: Kornertrag in [dt/ha]; Rohprotein in [% TM])

N-Düngung	Versuchsjahr 2006		Versuchsjahr 2007		Versuchsjahr 2008		Mittel 2006-08	
	Kornertrag	Rohprotein	Kornertrag	Rohprotein	Kornertrag	Rohprotein	Kornertrag	Rohprotein
	[rel. z. Variante 2 "3 * KAS"]						[rel. z. Variante 2]	
ohne N	60,0	9,9	61,4	10,1	54,9	8,7	58,7	9,6
3 x KAS	86,5	13,4	90,7	13,2	95,3	13,0	90,8	13,2
1 x Entec 26 + KAS	99	102	98	95	98	100	98	99
1 x Alzon 46 + KAS	98	103	98	97	98	100	98	100
2 x Piagran + KAS	103	100	103	97	99	103	102	100
3 x Piagran	103	105	103	96	97	98	101	99
2 x Entec 26 + KAS	102	106	100	93	95	101	99	100
2 x Alzon 46 + KAS	102	105	101	94	98	102	100	101
1 x AHL-Depot + KAS	94	111	98	111	97	106	96	109
1 x AHL-Depot	92	109	96	109	97	106	95	108
Vers.-Mittelwert	84,2	13,3	87,2	13,2	89,9	13,1	87,1	13,2

Tab. 2-16: N-Ausnutzung (Netto-N-Effizienz)

N-Düngung	N-Ausnutzung [%] - Kontrolle berücksichtigt			
	Versuchsjahr 2006	Versuchsjahr 2007	Versuchsjahr 2008	Mittel
ohne N				
3 x KAS	48	59	67	58
1 x Entec 26 + KAS	47	49	65	54
1 x Alzon 46 + KAS	47	50	65	54
2 x Piagran + KAS	52	60	69	60
3 x Piagran	54	58	61	58
2 x Entec 26 + KAS	54	49	63	55
2 x Alzon 46 + KAS	53	53	67	58
1 x AHL-Depot + KAS	28	55	62	48
1 x AHL-Depot	61	63	62	62
Vers.-Mittelwert	57	51	66	58

Berechnung: N-Abfuhr gedüngte Variante minus N-Abfuhr Kontrolle dividiert durch N-Düngung

Die vergleichende Zusammenstellung zeigt, dass

- o die Kornerträge im Mittel während der Versuchsdauer jährlich geringfügig angestiegen sind,
- o die Kornerträge innerhalb der Düngungssysteme - mit Ausnahme der Depot-Varianten - vernachlässigbar um 1 % bis 2 % nach oben wie unten schwanken,
- o die Rohproteingehalte bei den Varianten mit Depotdüngung deutlich höher sind (unabhängig von einer N-Spätdüngung!) und dass

- die Netto-N-Effizienz mit 56 % im Versuchsmittel, aber besonders bei den verschiedenen Düngungssystemen mit 48 % bis max. 62 % unbefriedigend war.

Tab. 2-17: Auswertung der Bestandesdichte

N-Düngung	Bestandesdichte [Ähren/m ²]			
	Versuchsjahr 2006	Versuchsjahr 2007	Versuchsjahr 2008	Mittel
ohne N	423	422	353	400
3 x KAS	522	576	527	542
1 x Entec 26 + KAS	510	607	547	555
1 x Alzon 46 + KAS	537	569	540	549
2 x Piagran + KAS	541	626	510	559
3 x Piagran	564	639	528	577
2 x Entec 26 + KAS	518	592	485	532
2 x Alzon 46 + KAS	536	590	520	549
1 x AHL-Depot + KAS	553	695	480	576
1 x AHL-Depot	562	721	507	597
Vers.-Mittelwert	538	624	516	559

Eine Depotdüngung mit AHL - oberflächlich mit Schleppschauch zum Vegetationsbeginn ausgebracht - hatte insbesondere einen deutlich positiven Einfluss auf die Bestandesdichte, da kurzfristig eine große lösliche N-Menge zur Verfügung stand. Dies hatte jedoch zur Folge, dass auf Grund unvermeidbarer N-Verluste, aber auch kurzfristiger N-(NH₄-N-) Festlegung die Reduktion der Ährenanlagen (Kornzahl je Ähre) mit beginnender Schoßphase stärker als bei den Vergleichssystemen erfolgte. Dies war ursächlich für die deutlich niedrigeren Kornerträge. Im Gegenzug wurden die Rohproteingehalte als Folge eines Konzentrationseffektes jedoch angehoben.

Tab. 2-18: Ausbildung der Kornzahl/Ähre

N-Düngung	Kornzahl/Ähre			
	Versuchsjahr 2006	Versuchsjahr 2007	Versuchsjahr 2008	Mittel
ohne N	30	35	32	32
3 x KAS	37	37	39	38
1 x Entec 26 + KAS	36	35	36	36
1 x Alzon 46 + KAS	34	35	36	35
2 x Piagran + KAS	37	35	39	37
3 x Piagran	35	34	37	35
2 x Entec 26 + KAS	37	36	38	37
2 x Alzon 46 + KAS	35	36	36	36
1 x AHL-Depot + KAS	33	30	38	34
1 x AHL-Depot	33	27	37	32
Vers.-Mittelwert	35	34	37	36

Insgesamt war daher die N-Effizienz der Versuche unbefriedigend. Verbesserungsmöglichkeiten sind üblicherweise, die N-Düngung aufzuteilen oder um für eine weitere Effizienzverbesserung das Verfahren „Depotdüngung“ zu optimieren. Hierzu muss die N-Düngung zum - aus pflanzenphysiologischen Gründen - optimalen Termin Anfang Schossen (EC 31/32) möglichst in Form eines Ammoniumdüngers im Injektionsverfahren erfolgen. Auf diese Weise ist mit hoher Wahrscheinlichkeit

eine Reduktion von N-Verlusten in Form von Nitrat oder Lachgas zu erwarten. Hierdurch sollten die Bestandesdichte und somit die übrigen Ertragskomponenten wie „Kornzahl je Ähre“ und „TKM“ sortentypisch optimal nutzbar sein und hieraus resultierend Kornertrag, -qualität und somit die N-Effizienz verbessert werden können.

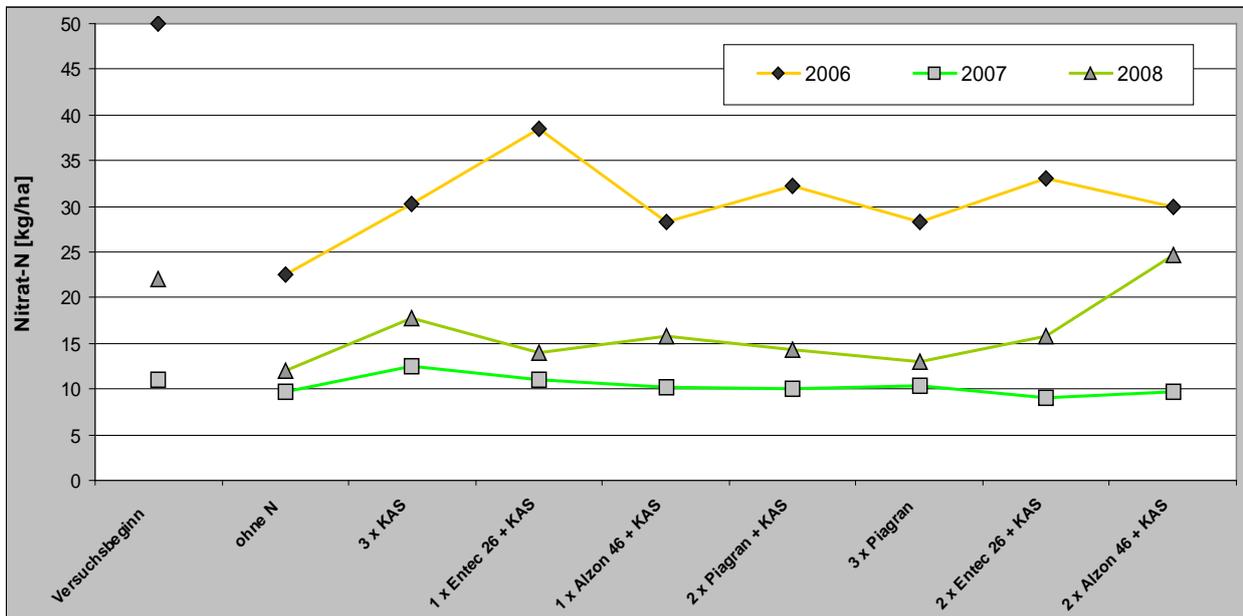


Abb. 2-1: Nitrat-N zum Termin „n. Ernte“ im jeweiligen Versuchsjahr

Die Rest-N-Gehalte nach der Ernte waren mit wenigen Ausnahmen unabhängig vom jeweiligen Düngungssystem getreidetypisch niedrig und nur geringfügig höher als auf der Kontrolle. Hiervon ausgenommen war das Versuchsjahr 2006, in dem die Wachstums- und folglich N-Aufnahmebedingungen ungünstiger waren. Hierdurch lagen die Rest-N-Gehalte nahezu doppelt so hoch wie in den Vergleichsjahren 2007 und 2008. Auch unter diesem Aspekt könnte eine Depotdüngung in Form einer Injektion von Ammonium-N eine Alternative darstellen, da in Folge des späteren Düngungstermins Ende April/Anfang Mai die N-Menge noch an den vorhandenen Pflanzenbestand oder an die aktuellen klimatischen Bedingungen angepasst werden kann.

Um dies zu prüfen, wurde mit dem Versuchsjahr 2008/09 eine weitere Versuchsreihe „Versuche zur Effizienzverbesserung der mineralischen N-Düngung zu Winterweizen“ aufgelegt. Hierbei werden die Möglichkeiten einer Depotdüngung verschiedener Verfahren mit AHL und einem Ammoniumdünger geprüft.

2.3 Zusammenfassung

Tab. 2-19: Vergleich der geprüften Düngungssysteme mit der geteilten KAS-Düngung

	<i>N-stabilisierte Dünger</i>	<i>Harnstoff</i>	<i>AHL (Depot)</i>
Kornertrag	=	=	-
Rohprotein	=	=	++
TKM	++	+	+
Bestandesdichte	=	+	++
Kornzahl/Ähre	-	-	--
N-Ausnutzung	=	+	++
Nitrat -Boden	=	=	(=)
Wirtschaftlichkeit	-	-	++

= gleich +/- tendenziell besser bzw. schwächer ++/-- deutlich besser bzw. schwächer

Im Vergleich zu einer geteilten N-Düngung mit KAS (= Standardsystem) waren die Unterschiede zwischen den geprüften Düngungssystemen gering, deuten jedoch auf Verbesserungsmöglichkeiten unter ökonomischen wie ökologischen Gesichtspunkten im System „Depotdüngung“ hin.

3 Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Winterweizen 2006 - 2008

Nicole Schneider-Götz

3.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchs begründung

Ist die Düngung zu Winterweizen allein mit Biogasgülle-Gärresten aus der Biogasanlage möglich?

Mit einer zweifaktoriellen Spaltanlage wird geprüft, in wieweit die Düngung mit Gärresten und organischen Düngern zu Winterweizen möglich ist. Dabei werden nicht nur die Gesamtpflanzenmasse (BBCH 75 - 85), sondern auch die Korn- und Stroherträge, wie auch die Nmin-Ergebnisse nach der Ernte erfasst. Der Versuch soll Aufschluss darüber geben, wie die Düngegaben zu bemessen, aber auch zeitlich zu verteilen sind, um ordnungsgemäß im Sinne der Düngeverordnung zu düngen.

Der Versuch wurde 2006 an den drei Standorten Forchheim, Biberach und Bremelau durchgeführt. 2007 und 2008 wurde der Versuch nur in Forchheim und Biberach durchgeführt.

Tab. 3-1: Standorte

Dienststelle/ Versuchsfeld	Höhe ü. NN	Ø Niederschlag in mm	Ø Jahres- temperatur °C	Bodenart	Boden- zahl
LRA Biberach Privatlandwirt	570	835	8,1	Sandiger Lehm	45 - 48
LTZ Augustenberg Forchheim	117	742	10,1	Lehmiger Sand	24 - 32
LRA Reutlingen Privatlandwirt	765	824	6,7	Lehmiger Ton	55

Geprüfte Sorte:

2006: Limes (Forchheim)
Tommi (Biberach)

2007: Limes (Forchheim, Biberach)

2008: Limes (Forchheim, Biberach)

Die Düngung (Tab. 3-2, Tab. 3-3) erfolgte auf allen Standorten in zwei Düngungshöhen. Die erste Düngungshöhe entspricht zu 100 % den Vorgaben des NID. Die zweite Düngungshöhe war 30 % höher als die NID-Empfehlung. Beide Düngungshöhen wurden in allen Düngungssystemen geprüft. Die Ausbringung der Gärreste bzw der Gülle erfolgte in allen Düngungssystemen mit dem Schleppschlauch.

Auf allen Standorten erfolgte der Pflanzenschutz nach guter fachlicher Praxis.

Die Berechnung der Düngungshöhe nach NID wurden nach folgendem Schema ermittelt:

Rechenschema zur Ermittlung des Stickstoffdüngedarfs

Kultur	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
Stickstoffbedarf		kg N/ha
Ertragserwartung (dt/ha)	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
N-Entzugswert (kg N/dt Ertrag, Tab. 1) x	<input style="width: 95%;" type="text"/>	
N-Entzug	=	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Zuschlag für nicht erntbare Restpflanze ¹⁾	+	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Stickstoffbedarf	=	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Nmin- Bodenvorrat im Frühjahr	-	<input style="width: 95%;" type="text"/>
N-Lieferung		
des Bodens (Tab. 2 bzw. 3)	-	<input style="width: 95%;" type="text"/>
aus Ernteresten der Vorfrucht (Tab. 4)		
<input style="width: 95%;" type="text"/>	-	<input style="width: 95%;" type="text"/>
aus Zwischenfrüchten und aus organischer oder mineralischer N-Düngung ab Ernte der Vorfrucht (Tab. 5)		
<input style="width: 95%;" type="text"/>	-	<input style="width: 95%;" type="text"/>
aus langjähriger organischer Düngung (Tab. 6)	-	<input style="width: 95%;" type="text"/>
N-Düngung nach guter fachlicher Praxis (organisch und mineralisch)	=	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Begrenzung durch Höchstdüngemenge	=	<input style="width: 95%;" type="text"/>

¹⁾ Für Raps 50 kg N/ha, restliche Ackerkulturen 20 kg N/ha
Beispielsrechnung auf <http://www.ltz-augustenberg.de> Seite NID: Düngeberechnung Acker- und Sonderkulturen.pdf

Herausgeber: LTZ Augustenberg, Außenstelle Forchheim, Kutschenweg 20, 76287 Rheinstetten
Tel.: 0721 / 9518 - 30, Fax: 0721 / 9518 - 202, Email: poststelle-fo@ltz.bwl.de
Bearbeitung: Sabine Grimm
Internet: <http://www.ltz-augustenberg.de>

Tab. 3-2: Geprüfte Varianten

Faktor	Nr.	Faktorstufen
Düngungssystem (DS)	DS 1	100 % Biogasgülle (BGG), 2 Gaben
	DS 2	50 % Biogasgülle (BGG)/ 50 % mineralisch
	DS 3	100 % Rinder- oder Schweinegülle (G), 2 Gaben
	DS 4	50 % Rinder- o. Schweinegülle (G)/ 50 % mineralisch
	DS 5	100 % mineralisch, 2 Gaben
Düngungshöhe	1	100 % NID
	2	130 % NID

Bei der N-Bedarfsberechnung betrug der im Düngerjahr anrechenbare Stickstoff bei den Güllen und Gärresten 60% des Gesamtstickstoffs.

Berechnung der auszubringenden Gärrest- bzw. Güllemengen:

Tab. 3-3: Düngungshöhen (kg N/ha) in den einzelnen Varianten:

		Biberach			Bremelau	Forchheim		
		2006	2007	2008	2006	2006	2007	2008
DS 1	100% Biogasgülle (BGG), 100 % NID	180	183	185	175	168	213	173
	100% Biogasgülle (BGG), 130 % NID	243	249	245	227	218	277	225
DS 2	50%/50% BGG/KAS, 100 % NID	198	184	185	181	168	168	173
	50%/50% BGG/KAS, 130 % NID	247	242	245	231	218	218	225
DS 3	100% Schweinegülle (SG), 100 % NID	193	189	185	190	168	168	173
	100% Schweinegülle (SG), 130 % NID	255	255	245	233	218	216	225
DS 4	50%/50% SG/KAS, 100 % NID	193	187	185	184	168	168	173
	50%/50% SG/KAS, 10 % NID	247	246	245	237	218	216	225
DS 5	100% KAS, 100 % NID	178	180	185	180	168	168	173
	100% KAS, 130% NID	218	237	245	232	218	216	225

Auf Grund eines falschen Analysenergebnisses der Biogasgärreste war 2007 bei der 2. Ausbringung in Forchheim die Düngung in diesen Varianten überhöht (grau hinterlegt).

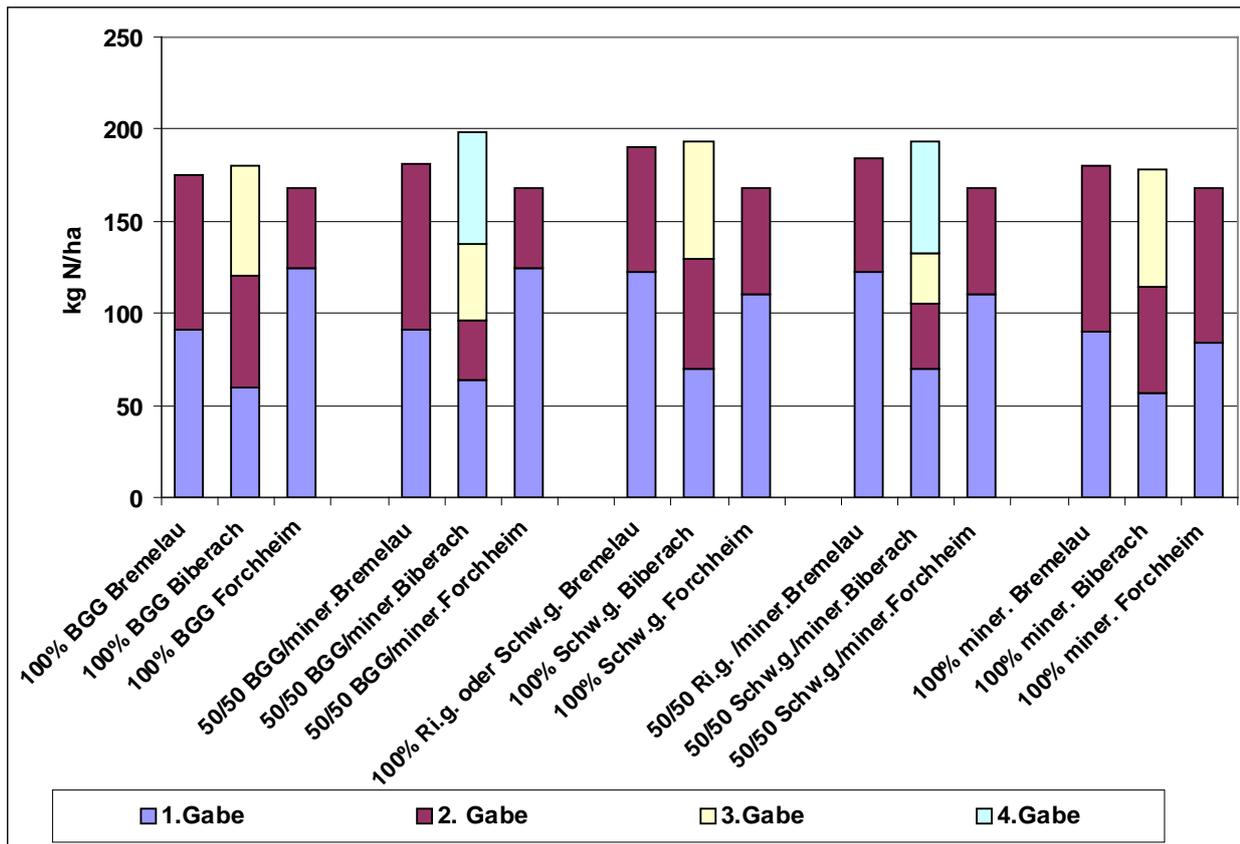


Abb. 3-1: N-Verteilung 2006 bei 100 % NID

Die N-Düngung sollte in allen Düngungssystemen und Düngungshöhen auf zwei Gaben verteilt werden. In Forchheim und Bremelau wurde die Düngung in zwei Gaben ausgebracht. Die Düngungstermine 2006 in Forchheim waren bei der 1. Gabe am 16.03.2006 und bei der 2. Gabe am 21.04.2006. In Bremelau erfolgte die 1. Gabe am 24.04.2006 und die 2. Gabe am 17.06.2006. Am Standort Biberach wurde, wie betriebsüblich, auf vier Teilgaben gedüngt. Die 1. Gabe erfolgte am 21.04.2006, die 2. Gabe am 12.05.2006, die 3. Gabe am 03.06.2006 und die 4. Gabe am 16.06.2006.

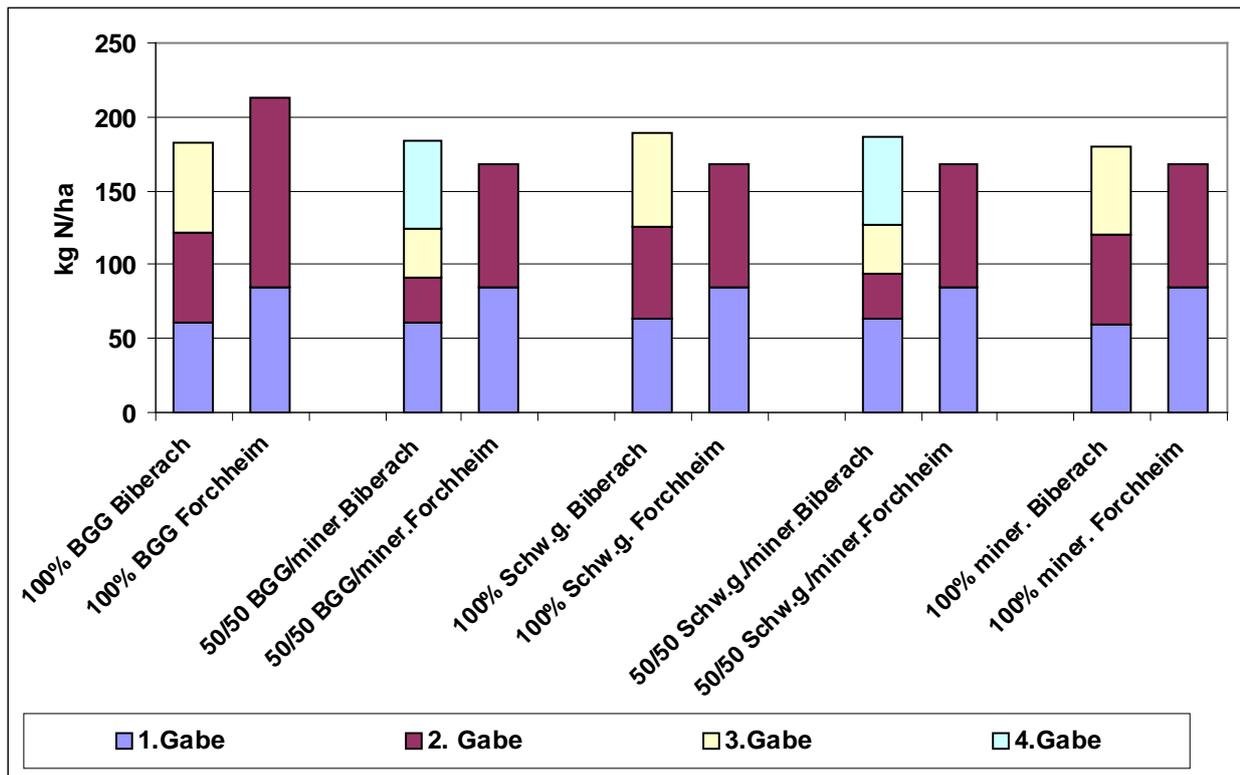


Abb. 3-2: N-Verteilung 2007 bei 100% NID

In Forchheim wurde die Düngung in zwei Gaben ausgebracht. Die Düngungstermine 2007 in Forchheim waren bei der 1. Gabe am 12.03.2007 und bei der 2. Gabe am 18.04.2007. Am Standort Biberach wurde, wie betriebsüblich, mehrfach gedüngt. Die 1. Gabe erfolgte am 31.03.2007, die 2. Gabe am 21.04.2007, die 3. Gabe am 16.05.2007. Bei der in Biberach abgebildeten 4. Gabe handelt es sich um die KAS-Gabe, die bei den geteilten Gaben (BGG/KAS bzw. G/KAS) zum Zeitpunkt der 2. Gabe zusätzlich zur Biogasgülle oder Schweinegülle ausgebracht wurde.

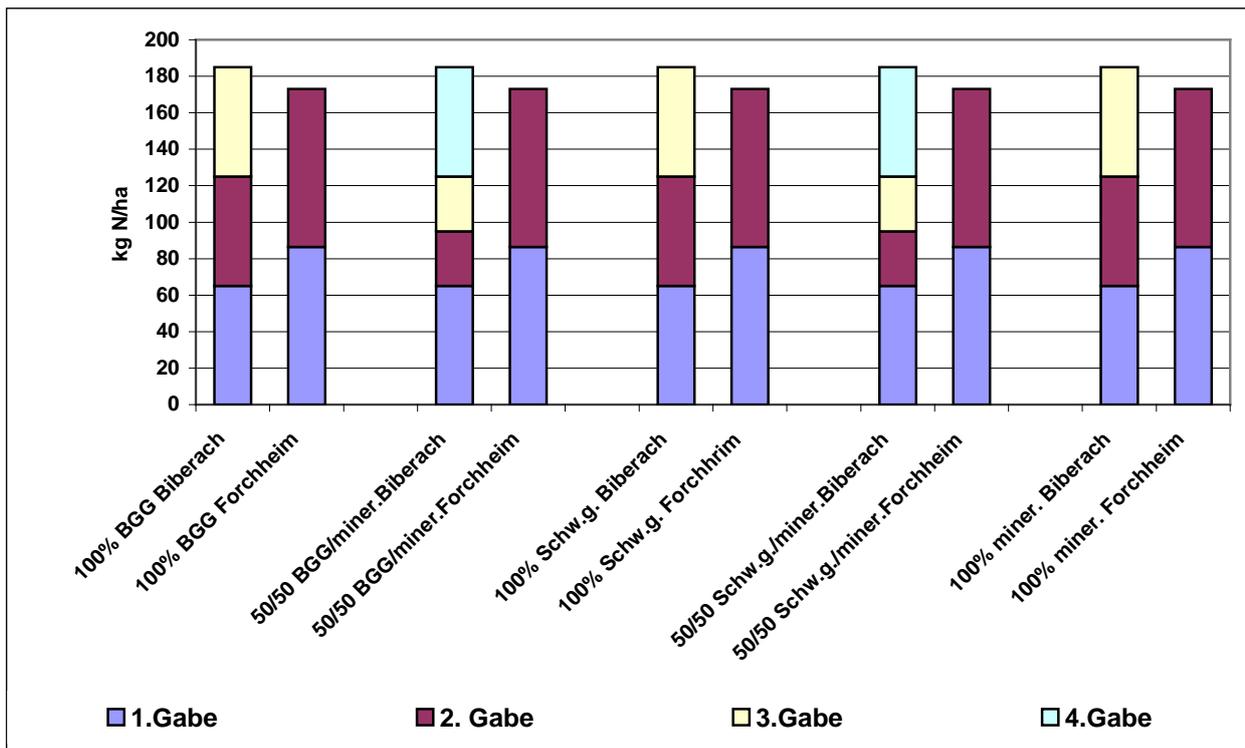


Abb. 3-3: N-Verteilung 2008 bei 100% NID

In Forchheim wurde die Düngung in zwei Gaben ausgebracht. Die Düngungstermine in Forchheim 2008 waren bei der 1. Gabe am 18.03.2008 und bei der 2. Gabe am 24.04.2008. Am Standort Biberach wurde, wie betriebsüblich, mehrfach gedüngt. Die 1. Gabe erfolgte am 01.04.2008, die 2. Gabe am 05.05.2008 und die 3. Gabe am 30.05.2008. Bei der in Biberach abgebildeten 4. Gabe handelt es sich um die KAS-Gabe, die bei den geteilten Gaben (BGG/KAS bzw. G/KAS) zum Zeitpunkt der 2. Gabe zusätzlich zur Biogasgülle oder Schweinegülle ausgebracht wurde.

3.2 Ergebnisse

Erträge:

Bei den **Trockenmasseerträgen der Gesamtpflanze** (Milch-/Teigreife) lieferten die Düngungssysteme (DS) mit reinem Mineraldünger (DS 5) und mit Schweinegülle (DS 4) im Mittel aller Standorte und Düngungshöhen die höchsten Erträge (Tab. 3-4). Am **Standort Biberach** wurden 2006 und 2007 im DS 3 die höchsten Trockenmasseerträge bei der Ganzpflanzenernte erreicht. An diesem Standort konnten 2006 signifikante Unterschiede zwischen den Düngungshöhen und zwischen den Düngungssystemen festgestellt werden. 2008 erzielte die reine Mineraldüngervariante (DS 5) innerhalb der Düngungssysteme die höchsten Erträge. Sie war dem DS 3 signifikant überlegen. Bei der Düngungshöhe nach 100 % NID erreichte 2008 das DS 5 mit 173,9 dt TM/ha den höchsten Ertrag. Bei 130 % NID erreichte das DS 2 mit 178,7 dt TM/ha den höchsten Ertrag und war damit den Varianten des DS 3 und DS 5 ertraglich überlegen. Am **Standort Bremelau** erzielten dagegen die DS 2 und die DS 5 im Mittel der Düngungsstufen den höchsten Ertrag. Sie waren den Varianten des DS 1 und DS 3 signifikant überlegen. In Bremelau konnten im Jahr 2006 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngungshöhen festgestellt werden. Im Versuchsjahr 2007 erzielte das DS 4 dicht gefolgt vom DS 3 den höchsten Ertrag. Am **Standort Forchheim** dagegen erreichte im Jahr 2006 das DS 1 im Mittel mit 135,4 dt/ha TM den höchsten Ertrag und war damit allen anderen Düngungssystemen signifikant überlegen. 2007 dagegen erzielte das Düngungssystem mit 100 % Mineraldünger (DS 5) im Mittel mit 146,2 dt/ha TM den höchsten Ertrag. Die reinen Gülle-

gungssysteme (DS 1 und DS 3) waren der Mineraldüngervariante in diesem Jahr in Forchheim signifikant unterlegen. In beiden Versuchsjahren konnten in Forchheim ertraglich signifikante Unterschiede zwischen den Düngungshöhen festgestellt werden. 2008 konnten in Forchheim weder bei den Düngungssystemen noch bei den Düngungshöhen signifikante Unterschiede festgestellt werden. Innerhalb der Düngungssysteme erzielte die DS 5 mit 130,4 dt TM/ha den höchsten Ertrag. Bei 100 % NID erreichte die DS 5 ebenfalls den höchsten Ertrag. Bei der Düngungshöhe 130 % NID lag 2008 die Düngung mit reiner Schweinegülle (DS 3) vorne. Betrachtet man abschließend das Mittel aller Standorte für das Jahr 2008 dann erzielte die DS 5 bei den Düngungssystemen mit 151,7 dt TM/ha den höchsten Ertrag, dicht dahinter folgte die DS 2 mit 146,8 dt TM/ha. Bei der Düngung nach 100 % NID erreichte 2008 im Mittel aller Standorte die DS 5 den höchsten Ertrag. Bei 130 % NID erreichte die DS 2 dicht gefolgt von der DS 1 den höchsten Ertrag. Im Mittel aller Jahre und Standorte erreichte die DS 5 innerhalb der Düngungssysteme mit 143,4 dt TM/ha den höchsten Ertrag. Bei der Düngungshöhe 100 % NID erreichte die DS 4 im Mittel aller Standorte und Jahre den höchsten Ertrag, bei 130 % NID lag das DS 2 vorne.

Die **Kornerträge von 2006** (Tab. 3-5) zeigen, dass im Mittel aller drei Standorte das DS 2 bei Düngung nach 100% NID den höchsten Ertrag erzielte, wobei DS 3 und DS 4 knapp dahinter folgten. Bei der Düngung nach 130% NID waren im Mittel der Standorte die DS 2 und DS 4 ertraglich überlegen. Bei den **Kornerträgen 2007** erzielte in beiden Düngungshöhen das DS 4 den höchsten Ertrag. 2008 erzielte das DS 5 nach 100 % NID den höchsten Ertrag. Bei 130 % NID erzielte das DS 3 mit 95,8 dt/ha den höchsten Ertrag. Über beide Düngungshöhen erreichte das DS 3 2008 die höchsten Kornerträge.

Bei der Betrachtung der Einzelstandorte ergibt sich ein etwas anderes Bild. Am **Standort Biberach** konnten im Jahr 2006 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngungshöhen festgestellt werden. Innerhalb der Düngungssysteme war das DS 5 gegenüber dem DS 1 und DS 2 ertraglich signifikant überlegen. 2007 konnten in Biberach im Gegensatz zum Vorjahr keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Düngungssystemen festgestellt werden. Den höchsten Ertrag am Standort Biberach erzielte das DS 4. Bei der Düngungshöhe von 100 % NID war das DS 3 dem DS 1, DS 2 und DS 5 ertraglich überlegen. Bei Düngungshöhe von 130 % NID war das DS 1 der DS 2 ertraglich überlegen.

Im Jahr 2008 waren innerhalb der Düngungssysteme das DS 1 und DS 3 den Düngungssystemen DS 4 und DS 5 ertraglich signifikant überlegen. Innerhalb der Düngungshöhen gab es keine signifikanten Unterschiede. Bei der Düngung nach 100 % NID erreichte das DS 1 mit 108,7 dt/ha den höchsten Ertrag. Bei 130 % NID erzielte das DS 3 den höchsten Ertrag. Im Mittel aller Jahre erzielte das DS 3 über beide Düngungshöhen den höchsten Ertrag.

Für den **Standort Bremelau** gibt es nur Kornerträge aus dem Jahr 2006. Im Jahr 2007 war der Versuch zur Kornernte nicht beerntbar. Zwischen den Intensitäten gab es in Bremelau keine signifikanten Unterschiede. Bei den Düngungssystemen war das DS 2 allen Düngungssystemen mit Ausnahme des DS 4 ertraglich überlegen.

In **Forchheim** erzielte 2006 das DS 3 mit 76,2 dt/ha den höchsten Ertrag. Die reine Mineraldüngervariante (DS 5) war in diesem Jahr mit 8,5 dt/ha weniger Ertrag dem DS 3 signifikant unterlegen. Im Jahr 2007 gab es in Forchheim sowohl zwischen den Düngungshöhen, wie auch zwischen den Düngungssystemen signifikante Unterschiede. Das DS 4 erzielte in beiden Düngungshöhen mit 84,3 und 88,5 dt/ha die höchsten Erträge. Das DS 2 mit 130% NID-Düngung erzielt mit 88,8 dt/ha den höchsten Ertrag am Standort Forchheim. 2008 gab es in Forchheim im Gegensatz zur Düngungshöhe in den Düngungssystemen kein signifikanten Unterschiede. Bei der Düngung nach 100 % NID war das DS 5 allen anderen Düngungssystemen ertraglich überlegen. Bei Düngung nach 130 % NID war das DS 3 den Düngungssystemen DS1, DS 2 und DS 5 ertraglich überlegen. Innerhalb der Düngungssysteme erzielte 2008 das DS 3 mit 74,2 dt/ha den höchsten Ertrag. Im Mittel

der drei Versuchsjahre ergaben sich am Standort Forchheim in der Düngungshöhe signifikante Unterschiede. Bei der Düngung nach 100% NID erzielte das DS 5 mit 73,7 dt/ha den höchsten Ertrag. Bei Düngung nach 130 % NID war das DS 4 mit 81,5 dt/ha dem DS 1 und dem DS 5 überlegen. Innerhalb der Düngungssysteme erzielte das DS 4 im Mittel der Jahre am Standort Forchheim über die Düngungshöhe mit 76,6 dt/ha den höchsten Kornertrag.

Im Mittel aller Jahre und Orte erreichte das DS 4 mit 85,9 dt/ha den höchsten Kornertrag. Bei 100 % NID erreichte das DS 5 im 3-jährigen Mittel über alle Standorte, dicht gefolgt vom DS 3 den höchsten Ertrag. Bei 130 % NID erzielte die DS 4 mit 88,5 dt/ha den höchsten Kornertrag.

Vergleicht man das Düngungssystem 100 % Schweinegülle (DS 4) mit dem Düngungssystem 100 % Biogasgülle (DS 1) im Mittel über alle Standorte, so zeigt sich, dass das DS 4 im Mittel über die Standorte und Jahre, aber auch in allen Einzeljahren dem DS 1 ertraglich überlegen ist. Dagegen ist das kombinierte System aus Biogasgärrest und mineralischer Düngung (DS 2) im Mittel der Standorte und Jahre der reinen Schweinegülledüngung (DS 3) ertraglich mit 85,5 dt/ha überlegen. Wobei auch hier beim direkten Vergleich der kombinierten Düngungssysteme DS 2 und DS 4 das DS 4 mit Schweinegülle dem DS 2 mit 85,9 dt /ha ertraglich überlegen ist.

Wachstumsbeobachtungen:

Am **Standort Bremelau** (Tab. 3-6) wurden die Gärreste und Gülle über Kopf gedüngt, wodurch sich bei den Systemen mit Schweinegülle Verätzungsschäden an den Blättern zeigten.

Die Bonituren zeigen für den **Standort Biberach** (Tab. 3-7), dass die Bestandesdichten zum Zeitpunkt der Blüte in allen Jahren in den Düngungssystemen 3 - 5 hoch bis sehr hoch sind. 2007 zeigte die Sorte Limes am Standort Biberach trotz ihrer niedrigen Einstufung nach BSA zur Lagerneigung in allen überdüngten Parzellen (130% NID) sehr starkes Lager. Über die gesamte Versuchsdauer gesehen, war die Lagerneigung allerdings nur gering bis mittel. Der Infektionsdruck durch Blattseptoria war am Standort Biberach 2006 hoch. Die Sorte Tommi ist von der Sorteneinstufung nach BSA gering anfällig für Blattseptoria. Die Boniturergebnisse 2006 zeigten allerdings einen mittleren bis starken Befall bei allen Düngungssystemen. 2007 war der Druck deutlich geringer, denn die für Blattseptoria anfälligere Sorte Limes zeigte hier nur einen geringen Befall. Dagegen musste 2008 zunehmender Befallsdruck mit Blattseptoria bonitiert werden. Hiervon waren hauptsächlich die mit Schweinegülle gedüngten Varianten (DS 3 und DS 4) bei der Düngungshöhe 100 % NID betroffen. Über alle Versuchsjahre gesehen zeigte sich ein mittlerer Befallsdruck mit Blattseptoria. Auffällig ist in allen drei Jahren, dass die Bestandesdichten zum Zeitpunkt der Blüte in den DS 3, DS 4 und DS 5 im Gegensatz zu den DS 1 und DS 2 hoch bis sehr hoch sind.

Am **Standort Forchheim** (Tab. 3-8) war der Befallsdruck mit Blattseptoria 2007 höher als 2006. Allerdings war der Befall in beiden Jahren gleichmäßig über alle Düngungssysteme verteilt. 2008 gab es eine weitere Zunahme des Befalls mit Blattseptoria, allerdings war dieser nicht gleichmäßig über alle Düngungssysteme verteilt sondern konzentrierte sich auf die DS 1, DS 2 und die DS 5. Im Mittel der drei Versuchsjahre war der Befallsdruck über alle Düngungssysteme und Düngungshöhen gering bis Mittel. 2006 konnte in der DS 5 ein mittlerer bis starker Befall mit Mehltau festgestellt werden. Interessant ist in Forchheim, dass im Mittel der Jahre und Düngungssysteme die Düngungsstufe 130 % NID eine wesentlich höhere Bestandesdichte und wesentlich mehr Ähren je laufenden Meter als bei der Düngung nach 100 % NID aufwies.

Tab. 3-4: Trockenmasseerträge (dt/ha) Ganzpflanzenernte zur Milch-/Teigreife

Düngungs- system	Düngungs- höhe	Ort														
		Biberach				Bremelau			Forchheim (Rheinst.)				Mittel			
		2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
100% Biogas- gülle(BGG)	100 % NID	148,8	195,3	161,2	168,4	80,0	102,4	91,2	134,0	124,5	90,7	116,4	120,9	140,7	126,0	129,6
	130% NID	154,8	199,9	174,9	176,6	81,9	100,1	91,0	136,8	143,0	133,9	137,9	124,5	147,6	154,4	140,7
DS 1	Mittel	151,8	197,6	168,1	172,5	80,9	101,2	91,1	135,4	133,7	112,3	127,1	122,7	144,2	140,2	135,1
50%/50%	100 % NID	158,4	195,3	166,6	173,4	110,0	100,6	105,3	109,1	129,4	108,6	115,7	125,8	141,7	137,6	134,7
BGG/KAS	130% NID	168,6	210,3	178,7	185,9	107,7	102,5	105,1	140,9	156,8	133,2	143,6	139,0	156,5	156,0	149,8
DS 2	Mittel	163,5	202,8	172,7	179,6	108,8	101,5	105,2	125,0	143,1	120,9	129,6	132,4	149,1	146,8	142,3
100% Schweine- gülle(SG)	100 % NID	173,3	214,7	162,0	183,3	76,5	91,9	84,2	116,8	127,8	110,4	118,3	122,2	144,8	136,2	134,2
	130% NID	183,3	221,7	164,3	189,8	92,2	112,1	102,1	131,1	144,8	141,6	139,1	135,5	159,5	152,9	148,9
DS 3	Mittel	178,3	218,2	163,1	186,5	84,4	102,0	93,2	124,0	136,3	126,0	128,7	128,9	152,1	144,6	141,5
50%/50%	100 % NID	162,6	206,0	165,0	177,9	105,4	101,5	103,5	114,6	145,4	118,4	126,1	127,5	151,0	141,7	139,9
SG/KAS	130% NID	176,6	189,8	172,6	179,6	109,6	105,2	107,4	130,0	143,0	137,7	136,9	138,7	146,0	155,1	145,6
DS 4	Mittel	169,6	197,9	168,8	178,8	107,5	103,3	105,4	122,3	144,2	128,1	131,5	133,1	148,5	148,4	142,7
100% KAS	100 % NID	171,4	192,6	173,9	179,3	109,3	96,7	103,0	112,7	142,8	125,3	126,9	131,1	144,0	149,6	140,6
DS 5	130% NID	171,6	217,1	172,0	186,9	108,3	99,9	104,1	116,0	149,6	135,4	133,7	132,0	155,6	153,7	146,3
	Mittel	171,5	204,9	173,0	183,1	108,8	98,3	103,6	114,3	146,2	130,4	130,3	131,5	149,8	151,7	143,4
Mittel	100 % NID	162,9	200,8	165,8	176,5	96,2	98,6	97,4	117,4	133,9	110,7	120,7	125,5	144,4	138,2	135,8
	130% NID	171,0	207,8	172,5	183,8	99,9	103,9	101,9	131,0	147,4	136,4	138,2	134,0	153,0	154,4	146,2
	Mittel	166,9	204,3	169,1	180,1	98,1	101,3	99,7	124,2	140,7	123,5	129,5	129,7	148,7	146,3	141,0
GD 5 % Düngungshöhe		7,3*	10,3	6,6*	6,8*	9,9	10,1	5,5	7,3*	3,9*	19,7*	18,1				
GD 5 % Düngungssystem		11,5*	16,3	6,5*	13,5	8,9*	16,0	24,4	8,5*	6,3*	14,0	15,7				
GD 5 % Wirkung aller Düngungss- ysteme bei gleicher Düngungshöhe		16,2	23,1	9,2	15,3	12,5	22,7	24,5	12,0*	8,9*	19,6	16,7				
GD 5% Vergleich aller Düngungshöhen und Düngungssysteme miteinander		16,2	23,1	9,9	13,0	12,5	22,7	12,3	12,3	8,9*	20,5	13,6				

* signifikant

Tab. 3-5: Kornerträge (dt/ha) Biberach, Bremelau, Forchheim und Mittel der Orte

Düngungs- system	Düngungs- höhe	Ort				Bremelau	Forchheim (Rheinst.)				Mittel			
		Biberach					Forchheim (Rheinst.)				Mittel			
		2006	2007	2008	Mittel		2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
100% Biogas- gülle(BGG) DS 1	100 % NID	82,8	117,4	108,7	103,0	40,3	72,3	70,6	55,0	66,0	65,1	94,0	81,9	78,2
	130% NID	84,7	123,3	109,8	105,9	44,1	75,4	79,8	71,2	75,4	68,1	101,6	90,5	84,0
	Mittel	83,7	120,4	109,3	104,5	42,2	73,8	75,2	63,1	70,7	66,6	97,8	86,2	81,1
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	88,8	116,7	104,8	103,4	57,1	70,8	79,0	66,9	72,2	72,2	97,9	85,8	83,4
	130% NID	86,8	118,3	108,9	104,7	60,6	78,8	88,8	71,3	79,6	75,4	103,5	90,1	87,6
	Mittel	87,8	117,5	106,8	104,0	58,8	74,8	83,9	69,1	75,9	73,8	100,7	88,0	85,5
100% Schweine- gülle(SG) DS 3	100 % NID	90,7	121,2	106,7	106,2	49,8	73,5	74,0	68,6	72,0	71,3	97,6	87,6	83,5
	130% NID	91,0	120,8	111,8	107,9	45,4	79,0	79,3	79,9	79,4	71,8	100,0	95,8	86,7
	Mittel	90,9	121,0	109,2	107,0	47,6	76,2	76,6	74,2	75,7	71,6	98,8	91,7	85,1
50%/50% SG/KAS DS 4	100 % NID	90,5	120,0	104,5	105,0	56,3	68,2	84,3	59,6	70,7	71,7	102,1	82,0	83,3
	130% NID	91,8	122,5	104,9	106,4	55,8	78,3	88,5	77,7	81,5	75,3	105,5	91,3	88,5
	Mittel	91,2	121,3	104,7	105,7	56,0	73,2	86,4	68,6	76,1	73,5	103,8	86,7	85,9
100% KAS DS 5	100 % NID	93,2	117,4	106,4	105,7	47,8	65,4	80,1	75,8	73,7	68,8	98,8	91,1	83,7
	130% NID	90,0	122,2	105,3	105,9	49,5	70,0	87,5	68,2	75,2	69,8	104,9	86,7	84,7
	Mittel	91,6	119,8	105,9	105,8	48,7	67,7	83,8	72,0	74,5	69,3	101,8	88,9	84,2
Mittel	100 % NID	89,2	118,6	106,2	104,7	50,3	70,0	77,6	65,2	70,9	69,8	98,1	85,7	82,4
	130% NID	88,9	121,4	108,1	106,1	51,1	76,3	84,8	73,6	78,2	72,1	103,1	90,9	86,3
	Mittel	89,0	120,0	107,2	105,4	50,7	73,2	81,2	69,4	74,6	70,9	100,6	88,3	84,4
GD 5 % Düngungshöhe		3,4	2,6*	2,1	4,1	4,5	2,2*	2,6*	6,8*	3,4*				
GD 5 % Düngungssystem		5,4*	4,2	3,3*	4,8	7,1*	3,5*	2,5*	10,8	8,3				
GD 5 % Wirkung aller Düngungs- systeme bei gleicher Düngungshöhe		7,6	5,9	4,6	5,2	10,0	4,9	3,5	15,2	7,6				
GD 5% Vergleich aller Düngungs-höhen und Düngungssysteme miteinander		7,6	5,9	4,6	3,7	10,0	4,9	3,5	15,2	7,6				

* signifikant

Tab. 3-6: Wachstumsbeobachtungen Bremelau 2006

Düngungssystem	Düngungshöhe	2006		
		Mängel im Stand vor Winter	Mängel im Stand nach Winter	Blattseptoria
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	2	2	2
	130% NID	2	2	2
	Mittel	2	2	2
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	2	3	2
	130% NID	2	2	2
	Mittel	2	2	2
100% Schweinegülle (SG) DS 3	100 % NID	2	2	3
	130% NID	2	2	4
	Mittel	2	2	3
50%/50% SG/KAS DS 4	100 % NID	3	3	4
	130% NID	2	2	4
	Mittel	2	2	4
100% KAS DS 5	100 % NID	2	2	1
	130% NID	2	2	2
	Mittel	2	2	1
Mittel	100 % NID	2	2	2
	130% NID	2	2	3
	Mittel	2	2	3

In Bremelau wurden im Jahr 2007 leider keine Bonituren durchgeführt.

Tab. 3-7: Wachstumsbeobachtungen Biberach 2006 - 2008 und Mittel der Jahre

Düngungssysteme	Düngungshöhe	Merkmal										
					Blattseptoria				Bestandesdichte z. Zt. der Blüte			
		2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	4	1	3	7	3	4	5	4	4	5	4
	130% NID	7	1	4	5	3	3	4	6	5	6	5
	Mittel	5	1	3	6	3	4	4	5	4	5	5
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	5	1	3	5	3	5	4	5	5	6	5
	130% NID	8	1	4	4	3	3	3	6	5	6	6
	Mittel	6	1	4	5	3	4	4	6	5	6	5
100% Schweinegülle (SG) DS 3	100 % NID	5	1	3	6	3	6	5	5	8	6	6
	130% NID	8	1	4	4	3	5	4	7	8	7	7
	Mittel	6	1	4	5	3	5	4	6	8	6	7
50%/50% SG/KAS DS 4	100 % NID	3	1	2	6	3	7	5	6	7	6	6
	130% NID	7	1	4	3	2	4	3	7	8	7	7
	Mittel	5	1	3	5	3	5	4	7	7	7	7
100% KAS DS 5	100 % NID	3	1	2	4	3	4	4	7	5	6	6
	130% NID	6	1	4	4	3	4	4	7	7	7	7
	Mittel	5	1	3	4	3	4	4	7	6	6	6
Mittel	100 % NID	4	1	2	5	3	5	4	6	6	6	6
	130% NID	7	1	4	4	3	4	4	7	6	6	6
	Mittel	5	1	3	5	3	4	4	6	6	6	6

Tab. 3-8: Wachstumsbeobachtungen Forchheim 2006 - 2008 und Mittel der Jahre

Sorte	Intensität	Merkmal																			
		Ähren je lfd. m in der Reihe				Pflanzenlänge zur Ernte cm				Mehltau (Blatt)				Blattseptoria				Bestandesdichte (Ähren)			
		2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
100% Biogas- gülle(BGG)	100 % NID	61	64	48	57	83	87	76	82	2	1	1	1	3	5	5	4	403	425	320	383
	130% NID	64	71	57	64	84	90	81	85	2	1	1	1	3	4	5	4	427	470	382	426
	Mittel	62	67	53	61	84	88	79	84	2	1	1	1	3	4	5	4	415	448	351	404
50%/50% BGG/KAS	100 % NID	59	63	52	58	81	90	78	83	3	1	1	2	3	5	5	4	390	420	344	385
	130% NID	66	71	54	64	83	91	81	85	3	1	1	2	3	4	5	4	438	473	358	423
	Mittel	62	67	53	61	82	90	79	84	3	1	1	2	3	4	5	4	414	447	351	404
100% Schweine- gülle(SG)	100 % NID	60	57	53	57	82	88	78	83	1	1	1	1	3	4	4	4	402	380	354	378
	130% NID	66	70	64	66	83	91	84	86	1	1	1	1	3	5	4	4	437	469	423	443
	Mittel	63	64	58	62	83	89	81	84	1	1	1	1	3	4	4	4	419	424	388	411
50%/50% SG/KAS	100 % NID	57	62	53	57	81	90	79	83	1	1	1	1	3	4	3	3	382	412	355	383
	130% NID	67	69	57	64	84	92	83	86	2	1	1	1	2	4	3	3	447	462	377	428
	Mittel	62	66	55	61	82	91	81	85	1	1	1	1	3	4	3	3	414	437	366	406
100% KAS DS 5	100 % NID	57	67	55	59	81	90	83	84	5	4	1	3	3	4	5	4	378	445	365	396
	130% NID	64	73	61	66	83	92	81	85	6	4	1	4	2	3	5	3	428	484	405	439
	Mittel	61	70	58	63	82	91	82	85	5	4	1	3	2	4	5	3	403	464	385	417
Mittel	100 % NID	59	62	52	58	81	89	79	83	2	2	1	2	3	4	4	4	391	416	347	385
	130% NID	65	71	58	65	84	91	82	85	3	2	1	2	3	4	4	4	435	471	389	432
	Mittel	62	67	55	61	82	90	80	84	3	2	1	2	3	4	4	4	413	444	368	408

Methanerträge/-ausbeuten:

Im Erntematerial wurden neben der Rohasche ebenfalls die Nährstoffe Roh-Protein, Roh-Faser, Roh-Fett, und Stickstoff-freie Extraktstoffe (NfE) bestimmt (Weender Analyse). Für die Berechnung der theoretischen Methan-Ausbeuten bzw. -Erträge wurden darüber hinaus die der DLG-Futterwerttabelle entnommenen Verdaulichkeitskoeffizienten und der Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung (Schattauer und Weiland, 2004) entnommenen Gasausbeuten bzw. Methan-Gehalte zugrunde gelegt. Für verdauliches Eiweiß, verdauliches Fett und verdauliche Kohlenhydrate wurde mit einer Ausbeute von 650, 1125 bzw. 750 nL* (kg oTM)⁻¹ und einem Methangehalt von 72,5, 70,5 bzw. 52,5 Vol.% gerechnet.

* Normliter

Tab. 3-9: Berechnete Methan-Ausbeuten (Weender Analyse, in: nL/kg oTS) von Winterweizen Gesamtpflanzen an den einzelnen Standorten und in den einzelnen Jahren bzw. im Mittel der Versuchsjahre

Winterweizen Ganzpflanze			Forchheim				Bremelau				Biberach			
			2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
DS 1	100% BGG	100 % NID	270,3	270,5	272,2	271,0	272,9	273,4	-	273,2	272,9	272,5	276,3	273,9
	100% BGG	130 % NID	269,6	272,8	273,9	272,1	273,6	274,0	-	273,8	273,5	271,5	275,3	273,5
DS 2	50/50 BGG/KAS	100 % NID	269,7	273,1	273,9	272,2	274,4	274,0	-	274,2	273,8	272,8	276,0	274,2
	50/50 BGG/KAS	130 % NID	269,6	273,5	276,4	273,2	273,1	272,8	-	272,9	273,7	274,0	275,9	274,5
DS 3	100% SG	100 % NID	269,9	272,8	275,1	272,6	272,3	274,9	-	273,6	272,8	273,8	275,5	274,0
	100% SG	130 % NID	271,2	273,2	275,8	273,4	272,8	273,3	-	273,1	272,7	273,9	276,4	274,3
DS 4	50/50 SG/KAS	100 % NID	269,9	272,8	275,1	272,6	274,9	273,7	-	274,3	271,2	272,8	274,3	272,8
	50/50 SG/KAS	130 % NID	270,3	273,4	274,8	272,8	274,9	273,7	-	274,3	272,4	273,2	274,9	273,5
DS 5	100% KAS	100 % NID	271,4	272,4	274,2	272,6	275,6	273,6	-	274,6	272,7	272,6	274,9	273,4
	100% KAS	130 % NID	270,6	273,3	273,7	272,5	275,3	274,5	-	274,9	272,6	273,5	275,7	273,9

Die Methanausbeuten der Winterweizen-Gesamtpflanzen liegen zwischen 270 und 276 nL/kg organischer Substanz und sie unterscheiden sich in Abhängigkeit von den Jahren, Standorten, Düngungshöhen und Düngungsstufen nur unwesentlich (Tab. 3-9).

Die Methan-Ausbeuten der Weizenkörner liegen im Mittel bei 366 nL/kg oTS und somit um ca 95 nL/kg oTS höher, wobei auch hier keine Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden können.

Da sich die einzelnen Varianten im Trockenmasse-Ertrag unterscheiden, übt dieser bei gleicher Qualität auch erheblichen Einfluss auf die Energie-Erträge aus. Die Reihung der Erträge entspricht also beim Energie-Ertrag in etwa der des Trockenmasse-Ertrages.

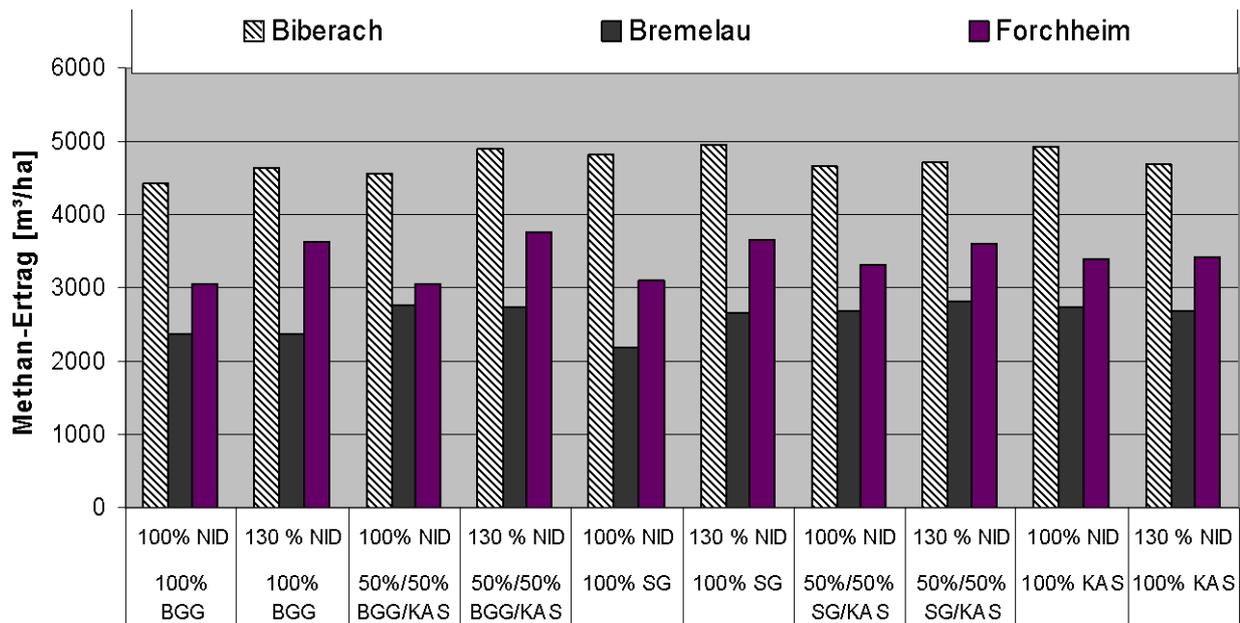


Abb. 3-4: Berechnete Methan-Erträge (Weender Analyse, in: m³/ha) der Winterweizen-Gesamtpflanzen an den einzelnen Standorten im Mittel der Versuchsjahre.

Die höchsten berechneten Methan-Erträge der Winterweizen-Gesamtpflanze wurden am Standort Biberach mit durchschnittlich 4726 m³/ha Methan erzielt, wobei die Erträge zwischen 4416 (DS 1) und 4959 m³/ha (DS 5) schwanken (Abb.3-4).

In Forchheim konnten im Mittel der Jahre und der Düngungssysteme 3398 m³ Methan/ha erzielt werden, wobei die niedrigsten Erträge in den Düngungssysteme 1-3 festgestellt wurden. Die Kombination mit mineralischem N-Dünger bzw. die reine KAS Variante erzielten die höchsten Energie-Erträge bei einer zu 100% an NID angepassten Stickstoff-Düngung (3355 m³/ha). Die Methan-Erträge waren in Bremelau am niedrigsten, hier schwankten sie zwischen 2189 m³/ha (DS 3) und 2754 m³ (DS 2).

Zusammenfassung der Erntejahre 2006 - 2008

Die Ergebnisse zeigen, dass es durchaus möglich ist Winterweizen nur mit Gärresten zu düngen. Hierbei sind je nach Ausbringungszeitpunkt und nachfolgender Witterung keine Höchsterträge zu erwarten. Die Erträge sind abhängig vom Standort und der Niederschlagsverteilung. Starke Frühjahrestrockenheit wirkt sich bei den reinen Gärrest- bzw. Güllesystemen sehr nachteilig auf die Erträge aus. Um die Erträge abzusichern sind geteilte Gaben aus Gärresten/Güllen in Kombination mit Mineraldünger sinnvoll. Die Düngungshöhen von 100 % und 130 % NID sind zukünftig auch auf Grund der Nmin-Werte nach der Ernte auf die 100% NID zu beschränken. Der Mehrertrag durch die überhöhte Stickstoffdüngung ist minimal und die Nmin-Werte sind in den meisten Varianten gegenüber der 100% NID Düngung erhöht (Abb. 3-5, Abb. 3-6 und Abb. 3-7).

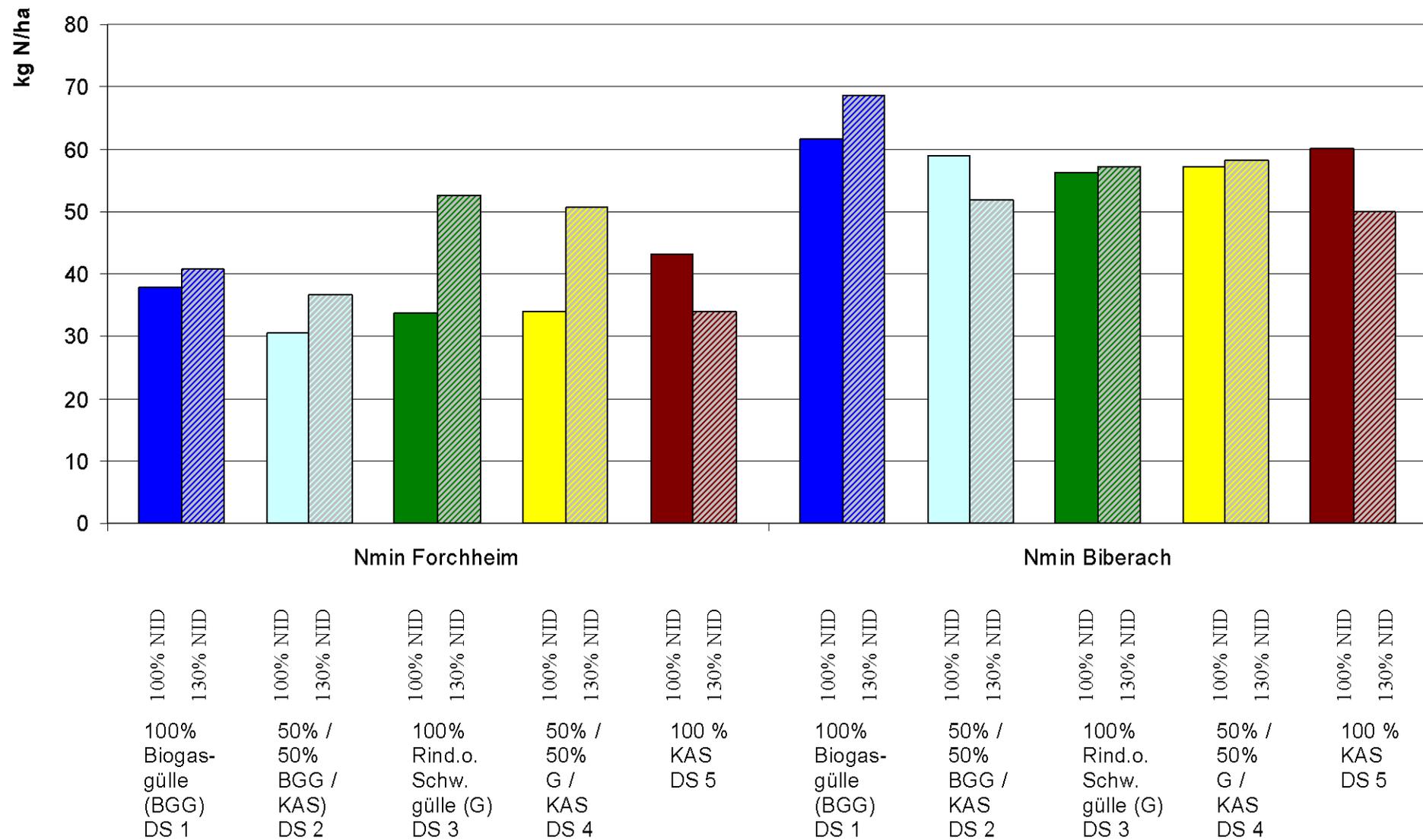


Abb. 3-5: Nmin-Gehalte in Biberach und Forchheim nach der Kornernte 2006

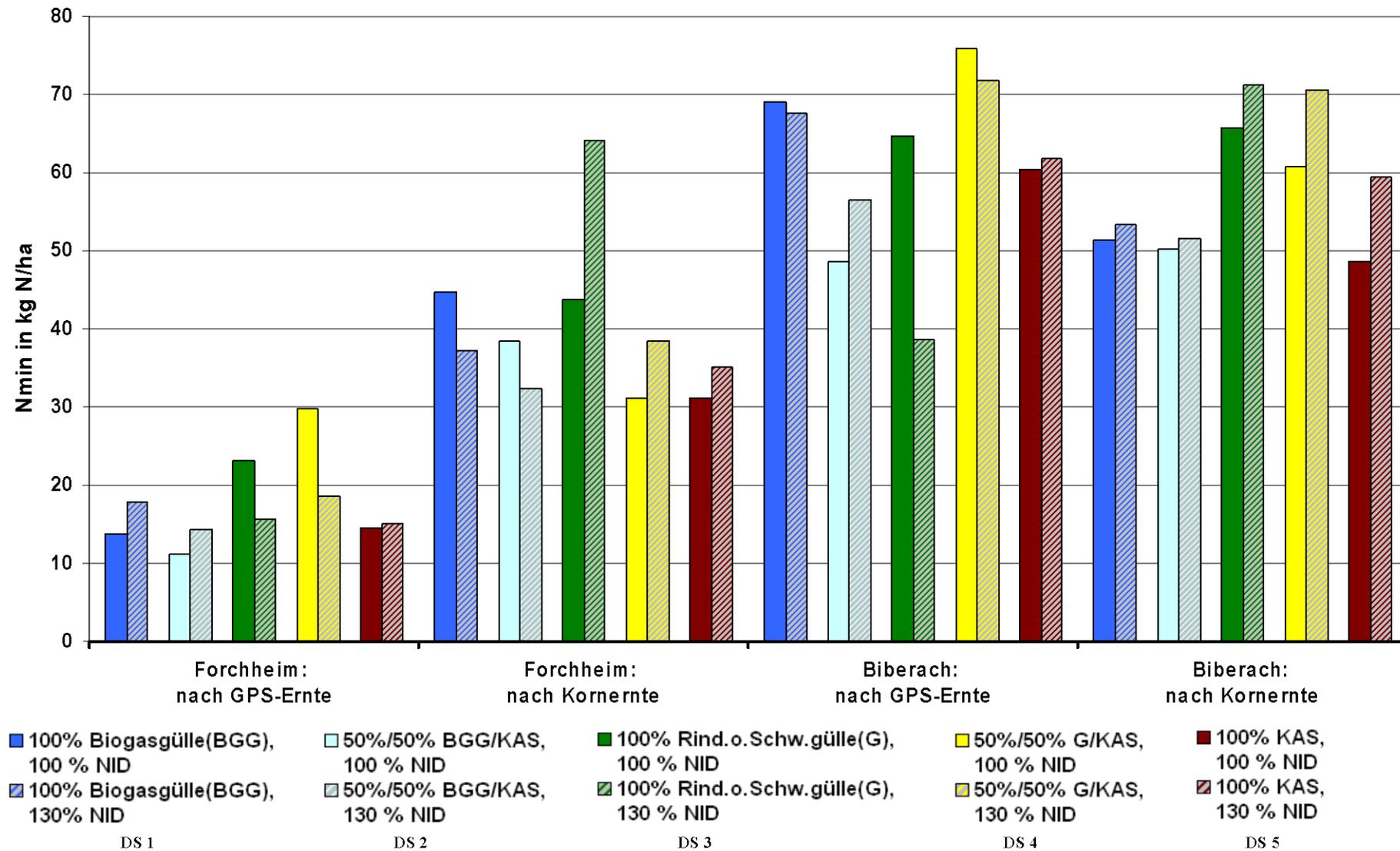


Abb. 3-6: Nmin-Gehalte Biberach und Forchheim nach Ganzpflanzen- und Kornernte 2007

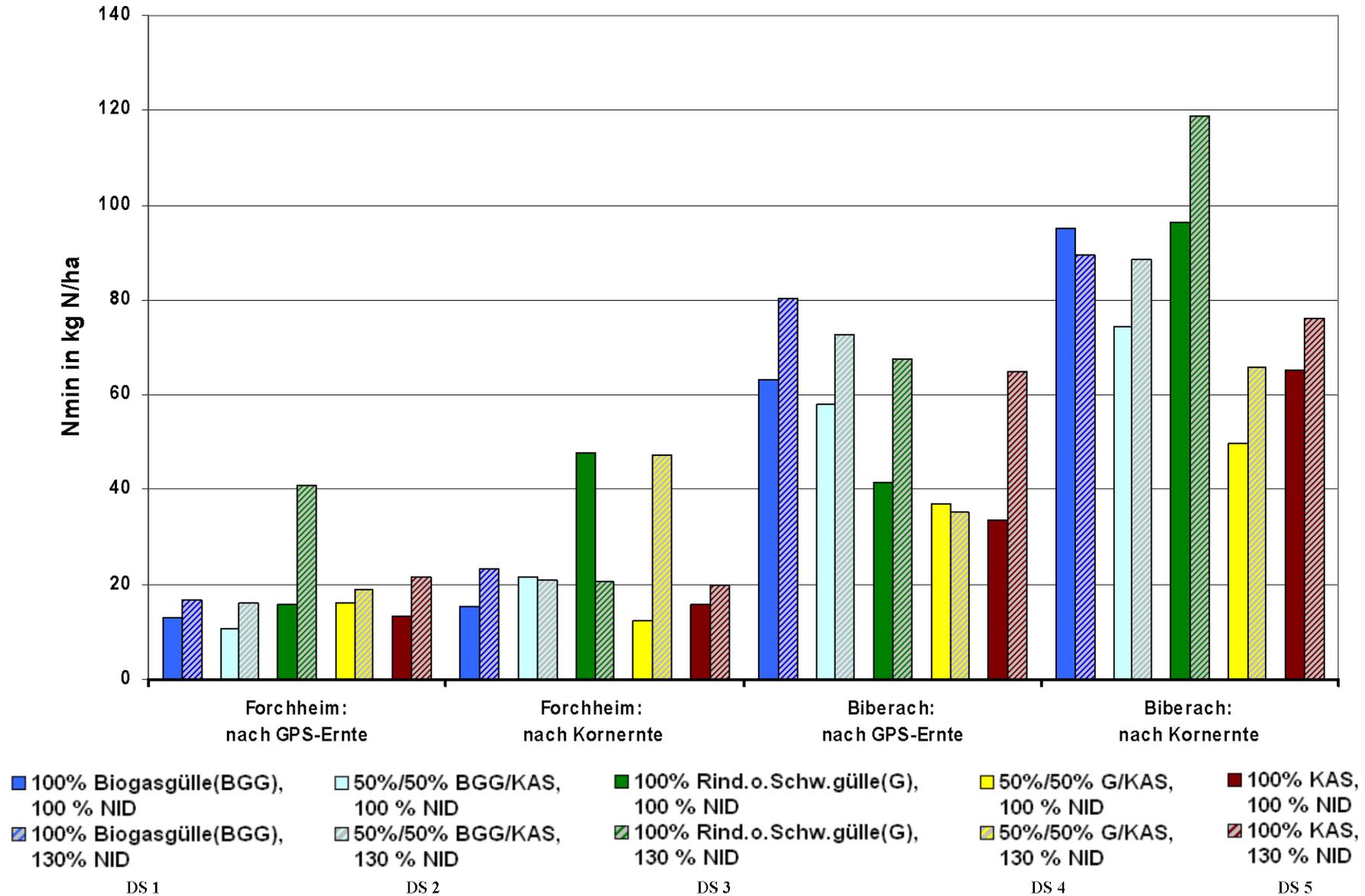


Abb. 3-7: Nmin-Gehalte Biberach und Forchheim nach Ganzpflanzen- und Kornernte 2008

4 Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Mais 2006 - 2008

Nicole Schneider-Götz

4.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchs begründung

Wie können Gärreste aus der Biogasanlage effizient und umweltfreundlich ausgebracht werden?

In diesem Versuch wird geprüft, in wieweit die Düngung mit Gärresten und organischen Düngern zu Mais möglich ist. Dabei werden nicht nur die Silomaiserträge (Ganzpflanzenerträge) sondern auch die Korn- und Stroherträge, sowie die Nmin-Ergebnisse nach der Ernte erfasst. Der Versuch soll Aufschluss darüber geben, wie die Düngegaben zu bemessen, aber auch zeitlich zu verteilen sind, um eine ordnungsgemäße Düngung im Sinne der Düngeverordnung durchzuführen.

Der Versuch wurde von 2006 - 2008 an zwei Standorten durchgeführt. Die Korn- und Stroherträge wurden nur am Standort Forchheim erhoben. Für den Standort Krauchenwies wurden nur die Ganzpflanzenerträge ermittelt.

Tab. 4-1: Standorte

Dienststelle/ Versuchsfeld	Höhe ü. NN	Ø Niederschlag in mm	Ø Jahres- temperatur °C	Bodenart	Bodenzahl
LTZ Augustenberg Forchheim	117	742	10,1	Lehmiger Sand	24 - 32
LRA Sigmaringen Privatlandwirt	620	790	7,6	Sandiger Lehm	52 - 56

Geprüfte Sorten:

2006: Taranis S 280; K 290 (Forchheim)
Amoroso S 240; K 230 (Krauchenwies)

2007: Taranis S 280; K 290 (Forchheim)
Atletico S 240 (Krauchenwies)

2008: Taranis S 280; K 290 (Forchheim)
Ronaldinio S 240 (Krauchenwies)

Die Düngung (Tab. 4-2 und Tab. 4-3) erfolgte auf beiden Standorten in zwei Düngungshöhen. Die erste Düngungshöhe entspricht zu 100 % den Vorgaben des NID. Die zweite Düngungshöhe war um 30 % höher als die NID-Empfehlung. Düngungszeitpunkte waren: 1. zur Saat und 2. ab dem 6-Blatt-Stadium. Hierbei erfolgte die Gärrest-/bzw. Gülledüngung zur Saat mit Schleppschlauch und unverzüglicher Einarbeitung. Die 2. Gärrest-/bzw. Gülledüngung im 6-Blattstadium erfolgte ebenfalls mit Schleppschlauch direkt in den Bestand ohne nachfolgende Einarbeitung.

Der Herbizideinsatz erfolgte auf allen Standorten ortsüblich.

Rechenschema zur Ermittlung des Stickstoffdüngedarfs

Kultur	<input type="text"/>		
Stickstoffbedarf			kg N/ha
Ertragserwartung (dt/ha)	<input type="text"/>		
N-Entzugswert (kg N/dt Ertrag, Tab. 1) x	<input type="text"/>		
N-Entzug	=	<input type="text"/>	
Zuschlag für nicht erntbare Restpflanze ¹⁾	+	<input type="text"/>	
Stickstoffbedarf	=	<input type="text"/>	
Nmin- Bodenvorrat im Frühjahr	-	<input type="text"/>	
N-Lieferung			
des Bodens (Tab. 2 bzw. 3)	-	<input type="text"/>	
aus Ernteresten der Vorfrucht (Tab. 4)			
<input type="text"/>	-	<input type="text"/>	
aus Zwischenfrüchten und aus organischer oder mineralischer N-Düngung ab Ernte der Vorfrucht (Tab. 5)			
<input type="text"/>	-	<input type="text"/>	
aus langjähriger organischer Düngung (Tab. 6)	-	<input type="text"/>	
N-Düngung nach guter fachlicher Praxis (organisch und mineralisch)	=	<input type="text"/>	
Begrenzung durch Höchstdüngemenge	=	<input type="text"/>	

¹⁾ Für Raps 50 kg N/ha, restliche Ackerkulturen 20 kg N/ha
Beispielsrechnung auf <http://www.ltz-augustenberg.de> Seite NID: Düngeberechnung Acker- und Sonderkulturen.pdf

Herausgeber: LTZ Augustenberg, Außenstelle Forchheim, Kutschenweg 20, 76287 Rheinstetten
Tel.: 0721 / 9518 - 30, Fax: 0721 / 9518 - 202, Email: poststelle-fo@ltz.bwl.de
Bearbeitung: Sabine Grimm
Internet: <http://www.ltz-augustenberg.de>

Tab. 4-2: Geprüfte Varianten

Faktor	Nr.	Faktorstufen
N-Düngungssystem (DS)	DS 1	100 % Biogasgülle (BGG), 2 Gaben
	DS 2	50 % Biogasgülle (BGG)/ 50 % mineralisch
	DS 3	100 % Rinder- oder Schweinegülle (G), 2 Gaben
	DS 4	50 % Rinder- o. Schweinegülle (G)/ 50 % mineralisch
	DS 5	100 % mineralisch, 2 Gaben
	DS 6 ¹⁾	100 % Entec
	DS 7 ²⁾	Keine Düngung
	DS 8 ²⁾	100% Biogasgülle (BGG), 100 % NID; 1. Gabe
N-Düngungshöhe	1	100 % NID
	2	130 % NID

¹⁾ Das DS 6 wurde nur 2006 in Forchheim geprüft - es wurde ein spezieller Dünger der ZG Malsch verwendet, der nicht mehr hergestellt wird.

²⁾ Die DS 7 und DS 8 sind 2007 Anhangvarianten am Standort Krauchenwies - es wurde die Einmalgabe von Biogasgülle bei 100 % NID getestet. Anstatt 130 % NID wurde eine Nulldüngung gefahren.

Tab. 4-3: Düngungshöhen in den einzelnen Varianten in (kg N/ha):

	Variante	Forchheim			Krauchenwies		
		2006	2007	2008	2006	2007	2008
DS 1	100% Biogasgülle (BGG), 100 % NID	220	200	200	123	153	190
	100% Biogasgülle (BGG), 130 % NID	286	260	260	163	200	240
DS 2	50%/50% BGG/KAS, 100 % NID	220	200	200	130	150	188
	50%/50% BGG/KAS, 130 % NID	286	260	260	170	196	237
DS 3	100% Schweinegülle (SG), 100 % NID	220	200	200	140	173	190
	100% Schweinegülle (SG), 130 % NID	286	260	260	180	230	240
DS 4	50%/50% SG/KAS, 100 % NID	220	200	200	130	150	184
	50%/50% SG/KAS, 10 % NID	286	260	260	170	195	229
DS 5	100% KAS, 100 % NID		200	200	130	150	182
	100% KAS, 130% NID		260	260	170	196	230
DS 6	100% Entec, 100 % NID	220					
	100% Entec, 130% NID	286					
DS 7	Nulldüngung					0	0
DS 8	100% Biogasgülle (BGG), 100 % NID; 1. Gabe					150	

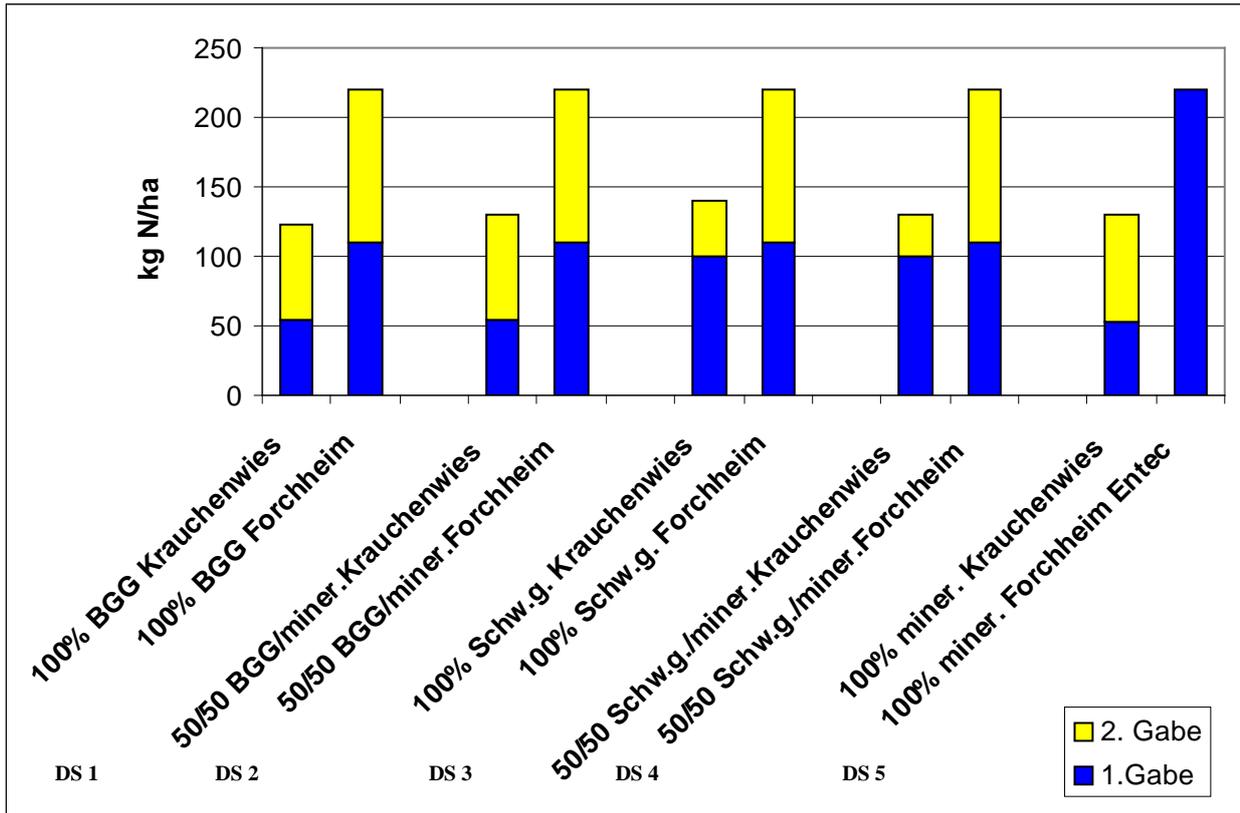


Abb. 4-1: N-Verteilung 2006

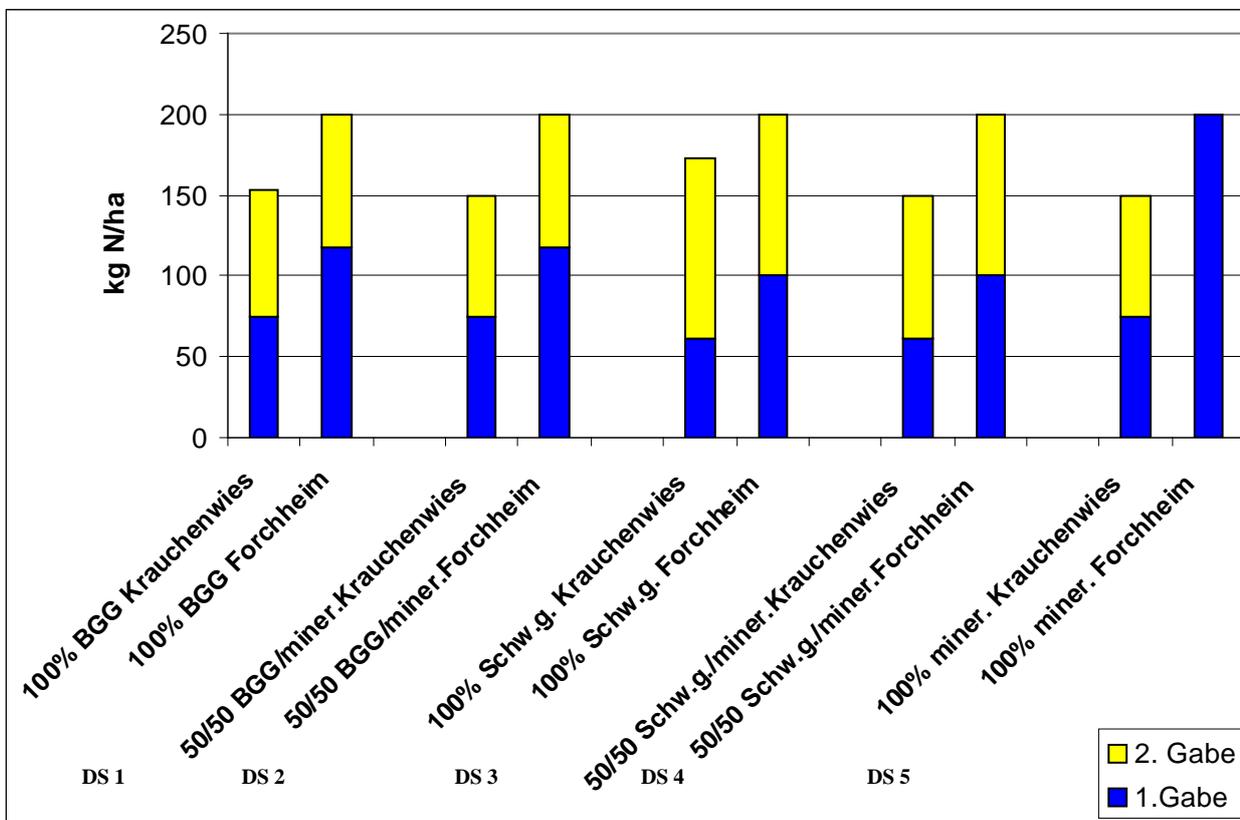


Abb. 4-2: N-Verteilung 2007

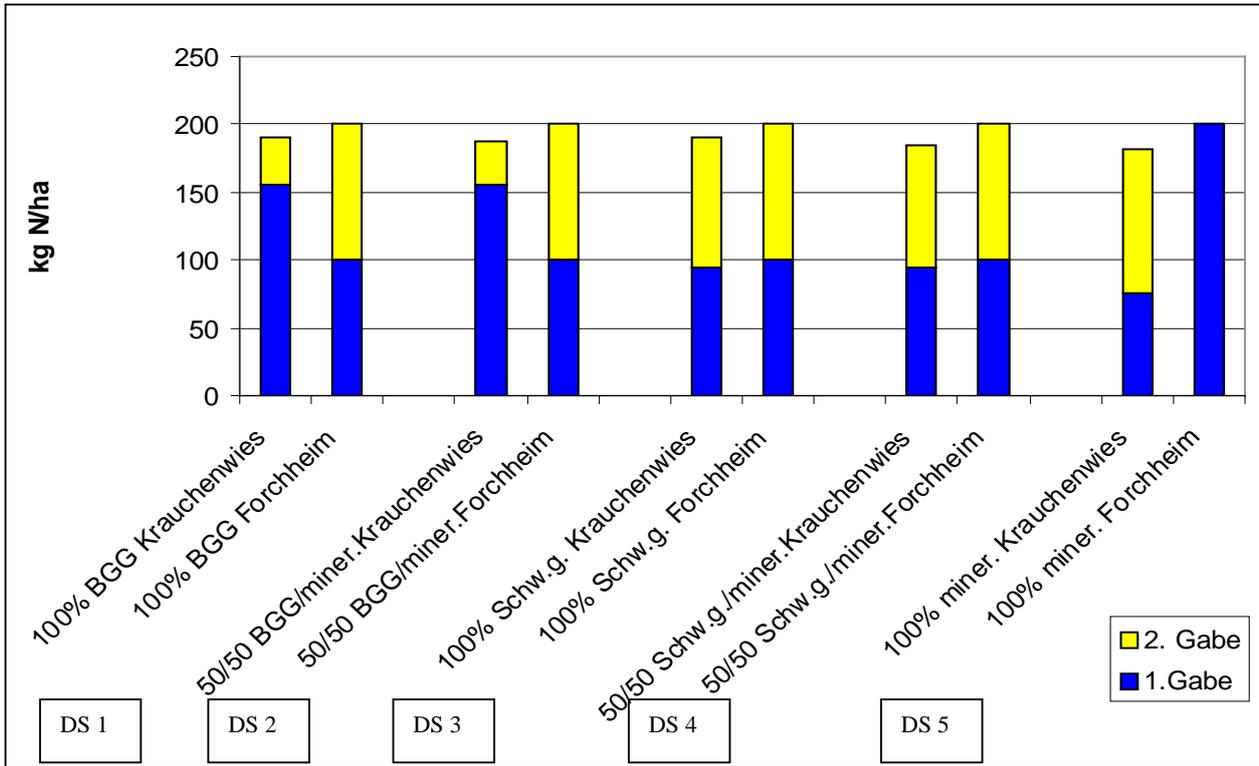


Abb. 4-3: N-Verteilung 2008

4.2 Ergebnisse

Trockenmasseerträge (Silomais)

Die Trockenmasseerträge der beiden Standorte zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Düngungshöhen (Tab. 4-4). Am **Standort Forchheim** konnten in den Jahren 2006, 2007 und 2008 signifikante Ertragsunterschiede zwischen der Düngungshöhe 100% NID und 130 % NID ermittelt werden. In Forchheim erreichte 2006 und 2007 das Düngungssystem (DS 2) 50 % Biogasgülle/ 50% mineralisch bei 130 % NID den höchsten Trockenmasseertrag. Bei Düngung nach 100% NID erreichte 2006 das DS 1 (100 % Biogasgülle) und 2007 das DS 4 (50% Schweinegülle/50 % KAS) den höchsten Trockenmasseertrag. Im Jahr 2007 war das DS 2 (50 % Biogasgülle/ 50% mineralisch) dem DS 1 (100% BGG) und dem DS 5 (100% mineralisch) ertraglich signifikant überlegen. 2008 erzielte das DS 5 (100 % KAS) bei Düngung nach 100% NID mit 249,2 dt TM/ha den höchsten Ertrag. Bei der Düngung nach 130 % NID erzielte das DS 2 den höchsten Trockenmasseertrag. Innerhalb der Düngungssysteme erzielte 2008 das DS 2 mit 256,9 dt TM/ha knapp vor dem DS 5 den höchsten Ertrag. Im Mittel der Jahre gab es am Standort Forchheim signifikante Unterschiede zwischen den Düngungshöhen. Bei der Düngung nach 130 % NID war das DS 5 den anderen Düngungssystemen ertraglich überlegen. Das DS 5 erreichte in beiden Düngungsstufen im Mittel der Jahre die höchsten Trockenmasseerträge. Am **Standort Krauchenwies** war 2006 die Variante 100% Biogasgülle das ertragsstärkste System. Im Jahr 2006 konnten in Krauchenwies weder zwischen der Düngungshöhe noch zwischen den Düngungssystemen signifikante Unterschiede festgestellt werden. 2007 waren sowohl zwischen den Düngungshöhen, als auch zwischen den Düngungssystemen die Unterschiede signifikant. So war das DS 5 (100 % KAS) allen Varianten mit Ausnahme des DS 4 (50% Gülle/ 50% KAS), ertraglich signifikant überlegen. 2008 erzielte das DS 4 in beiden Düngungshöhen die höchsten Erträge. Innerhalb der Düngungssysteme war das DS 4 mit 244 dt TM/ha am ertragsstärksten und damit dem DS 1, DS 2, DS 5 und DS 7 signifikant überlegen. Im Mittel der Jahre zeigte sich das DS 4 (50% Gülle/ 50% KAS) bei 100 % Düngung nach NID am Standort Krauchenwies ertraglich am stärksten. Bei der überhöhten Düngung (130 % NID) lag im Mittel der Jahre die rein mineralische Variante (DS 5) ertraglich vorne.

Die Ertragsunterschiede in Forchheim und Krauchenwies im Jahr 2007 lassen sich auch auf die extreme Trockenheit im April zurückführen. Die reine Gärrest/bzw. Güllevariante (DS 1 und DS 3) wurden zur Saat Mitte April gedüngt. Dadurch, dass weder vor noch nach der Saat fast 4 Wochen kein Niederschlag fiel, konnten die Nährstoffe nicht bzw erst sehr spät genutzt werden. Die mineralisch gedüngte Variante DS 5 hatte ebenso mit der Trockenheit zu kämpfen, allerdings ist die Nährstoffverfügbarkeit des Mineraldüngers nach langer Trockenheit bei einsetzendem Niederschlag schneller gewährleistet als bei Gärresten/Güllen. Beim zweiten Düngungstermin gab es ausreichend Niederschläge, weshalb die geteilten Düngungssysteme (DS 2, 4) ertraglich gegenüber den reinen Gärrest/Güllevarianten (DS 1 & DS 3) noch aufholen konnten.

Im **Mittel der Standorte und Jahre** traten signifikante Unterschiede zwischen den Düngungssystemen auf. So zeigte sich hierbei das DS 4 knapp gefolgt von dem DS 5 als ertragsstärkstes System. Bei einer Düngung nach 100 % NID zeigte sich innerhalb der Düngungshöhe das DS 4 (50% Gülle/ 50% KAS) im Mittel der Jahre und Orte ertraglich am stärksten. Bei der überhöhten Düngung (130 % NID) lag die rein mineralische Variante (DS 5) ertraglich vorne.

Kornerträge

Auf Grund der klimatischen Gegebenheiten können nur am **Standort Forchheim** die Kornerträge (Tab. 4-5) ermittelt werden. Im Jahr 2006 konnten bei den Kornerträgen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngungshöhen oder den Düngungssystemen nachgewiesen werden. Das

DS 3 (100% Schweinegülle) erzielte 2006 und das DS 4 (50% Gülle/ 50% KAS) 2007 in beiden Düngungshöhen den höchsten Ertrag. In diesem Jahr waren die Unterschiede sowohl zwischen den Düngungshöhen als auch zwischen den Düngungssystemen signifikant. 2008 und im Mittel der Jahre waren die Ertragsunterschiede zwischen allen Varianten nicht signifikant.

Wachstumsbeobachtungen

Im Jahr 2006 wurden nur in Forchheim Wachstums- und Krankheitsbonituren (Tab. 4-6) durchgeführt. Bei der Wachstumsbonitur hatte die Variante mit Schweinegülle (DS 3) mit 297 cm die längsten Pflanzen vorzuweisen. Mängel nach dem Aufgang und Lager vor der Ernte konnten 2006 nicht festgestellt werden. Die Maiszünslerbonitur zeigte, dass trotz zweimaliger Trichogramma-Ausbringung im Mittel aller Düngungssysteme 15 % Befall zu verzeichnen war. Im Mittel aller Düngungssysteme konnte auch ein Befall mit Beulenbrand von rund 27 % festgestellt werden. Nur die Variante Schweinegülle (DS 3) zeigte einen etwas höheren Befall. Im Jahr 2007 (Tab. 4-7) wurden in der mineralischen Variante leichte Mängel nach dem Aufgang bonitiert. Dies hing aber mit der starken Trockenheit nach der Aussaat zusammen. Die Pflanzenlänge war 2007 etwas geringer als im Vorjahr. Wobei das Düngungssystem 50 % BGG/ 50% KAS mit 291 cm die längsten Pflanzen hervorbrachte. Der Maiszünslerbefall war 2007 mit 12 % Befall im Mittel aller Düngungssysteme etwas niedriger als im Vorjahr. Die KAS-Variante (DS 5) verzeichnete dabei mit 16 % den höchsten Befall. Der Befall mit Beulenbrand war wie auch der Maiszünslerbefall im Mittel aller Düngungssysteme wesentlich höher als 2006. Den niedrigsten Befall mit 27% hatte die Variante 100% BGG, hier war auch der Maiszünslerbefall am niedrigsten. Den höchsten Beulenbrandbefall hatte die KAS-Variante (DS 5) zu verzeichnen. 2008 hatte das DS 1 mit 291 cm Pflanzenlänge die höchsten Pflanzen vorzuweisen. Im Mittel der Jahre erreichten allerdings die DS 3 und die DS 4 mit 289 cm Pflanzenlänge den meisten Längenzuwachs. Aus diesen Boniturdaten wird deutlich, dass eine enge Korrelation zwischen Maiszünslerbefall und Beulenbrandinfektion besteht. Je mehr Einstichstellen durch den Maiszünsler, desto bessere Infektionsmöglichkeiten für den Beulenbrand.

In Krauchenwies wurden 2006 keine Wachstumsbonituren durchgeführt. 2007 wurde nur die Pflanzenlänge bonitiert, da es ansonsten keine Auffälligkeiten gab. Bei der Pflanzenlänge zeigt sich deutlich, dass die reine Mineraldüngervariante (DS 5) unabhängig von der Düngungshöhe zusammen mit dem DS 4 mit 318 cm die längsten Pflanzen hervorbrachte. Die reinen Güllevarianten lagen 2007 beim Längenwachstum knapp hinter den geteilten Düngungssystemen (DS 2, DS 4) und der reinen Mineraldüngervariante (DS 5) zurück. In Krauchenwies wurde 2007 auch eine einmalige Düngungsgabe mit Biogasgülle (DS 6.2) zur Saat getestet. Diese Variante lag beim Längenwachstum mit 314 cm noch knapp vor dem DS 1 mit der zweigeteilten Gabe.

2008 erzielte ebenfalls das DS 5 mit 309 cm bei Düngung nach 100 % NID das größte Längenwachstum. Dicht dahinter folgte das DS 4 mit 308 cm bei 100 % NID. Bei Düngung nach 130 % NID brachte die DS 2 mit 314 cm die längsten Pflanzen hervor. Allerdings schwankten das Längenwachstum innerhalb und zwischen den Düngungssystemen 2008 stärker als 2007. Bei der DS 6.1 (Nulldüngung) wurden 2008 263 cm Pflanzenlänge gemessen, 2007 konnten dort 275 cm gemessen werden.

2008 wurde in Krauchenwies der Maiszünslerbefall bonitiert. Die Düngungssysteme DS 1 und DS 5 hatten hierbei bei 100% NID mit 11 und 12 % den höchsten Zünslerbefall zu verzeichnen. Den geringsten Befallsdruck hatte das DS 3 und das DS 6.1 mit 5 % vorzuweisen.

Der Zünslerbefall ist auf Grund der kühleren klimatischen Bedingungen in Krauchenwies nicht jedes Jahr gegeben.

Tab. 4-4: Silomaiserträge (dt TS/ha), alle Standorte 2006 - 2008

Düngungs- system	Düngungs- höhe	Ort											
		Forchheim (Rheinst.)				Krauchenwies				Mittel			
		Jahr				Jahr				Jahr			
		2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	214,7	202,9	244,0	220,5	183,7	195,5	219,3	199,5	199,2	199,2	231,7	210,0
	130% NID	227,9	241,3	253,7	240,9	198,4	205,9	224,5	209,6	213,1	223,6	239,1	225,2
	Mittel	221,3	222,1	248,9	230,7	191,0	200,7	221,9	204,5	206,1	211,4	235,4	217,6
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	211,2	243,5	245,5	233,4	177,3	213,3	216,4	202,3	194,2	228,4	230,9	217,9
	130% NID	233,5	273,5	268,4	258,4	175,1	234,6	219,8	209,8	204,3	254,0	244,1	234,1
	Mittel	222,3	258,5	256,9	245,9	176,2	223,9	218,1	206,1	199,3	241,2	237,5	226,0
100% Rind. oder Schweinegülle (G) DS 3	100 % NID	213,7	233,8	225,8	224,4	197,3	233,4	239,9	223,5	205,5	233,6	232,8	224,0
	130% NID	229,4	273,3	258,6	253,7	177,8	230,0	245,1	217,7	203,6	251,6	251,8	235,7
	Mittel	221,5	253,5	242,2	239,1	187,5	231,7	242,5	220,6	204,5	242,6	242,3	229,8
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	208,0	245,6	242,6	232,1	183,6	248,1	240,9	224,2	195,8	246,8	241,7	228,1
	130% NID	228,9	257,2	254,4	246,8	176,1	239,9	247,2	221,1	202,5	248,6	250,8	233,9
	Mittel	218,5	251,4	248,5	239,4	179,9	244,0	244,0	222,6	199,2	247,7	246,3	231,0
100% KAS DS 5	100 % NID		224,2	249,2	236,7	179,3	241,6	221,8	214,2	179,3	232,9	235,5	223,2
	130% NID		260,0	264,4	262,2	186,5	261,1	221,5	223,0	186,5	260,5	242,9	238,7
	Mittel		242,1	256,8	249,4	182,9	251,4	221,6	218,6	182,9	246,7	239,2	230,9
100% Entec Mais DS 6	100 % NID	211,4											
	130% NID	222,1											
	Mittel	216,8											
keine N-Düngung DS 7	100 % NID						166,9	165,3	166,1		166,9	165,3	166,1
100% BGG 1 Gabe DS 8	100% NID						201,2	165,3	183,2		201,2	165,3	183,2
Mittel	100 % NID	211,8	230,0	241,4	227,7	184,2	216,5	217,2	207,3	198,0	222,6	228,2	216,9
	130% NID	228,3	261,0	259,9	249,7	182,8	228,8	220,5	212,3	205,6	243,4	238,4	229,9
	Mittel	220,1	245,5	250,6	238,7	183,5	222,6	218,9	209,8	201,8	233,0	233,3	223,4
GD 5 % Düngungshöhe		11,2*	9*	14,0*	17,6*	7,5	7,3*	14,3	15,6	139	146,9	92	89,2
GD 5 % Düngungssystem		11,2	14,3*	16,3	22,8	11,9	12,7*	12,5*	25,7'	16,3	36	38,4	21,6*
GD 5 % Wirkung aller Düngungs- systeme bei gleicher Düngungshöhe		15,7	20,2	23,0	24,3	16,8	17,9*	17,6	26,9	23,2	35,1	37,6	24,5
GD 5% Vergleich aller Düngungshöhen und Düngungssysteme miteinander		16,2	20,2	23,5	18,1	16,8	17,9*	20,1	16	54,7	68,8	30,5	45,7

* = signifikant, ** hochsignifikant

Tab. 4-5: Korn - und Strohertrag (dt/ha) Forchheim 2006 - 2008 und Mittel der Jahre

Düngungssystem	Düngungs- höhe	Kornertrag dt/ha bei 86 % TS				Strohertrag dt/ha bei 86 % TS			
		Jahr				Jahr			
		2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	117,2	123,4	135,8	125,5	115,6	113,5	146,4	125,1
	130% NID	143,4	137,9	135,3	138,9	129,2	168,6	172,1	156,6
	Mittel	130,3	130,7	135,6	132,2	122,4	141,0	159,2	140,9
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	122,2	129,7	134,7	128,8	114,5	118,6	130,5	121,2
	130% NID	146,1	146,0	146,8	146,3	137,3	176,0	164,0	159,1
	Mittel	134,1	137,8	140,7	137,6	125,9	147,3	147,2	140,1
100% Rind.o. Schweinegülle (G) DS 3	100 % NID	125,5	134,4	134,1	131,3	124,2	127,8	141,1	131,0
	130% NID	155,0	143,2	137,3	145,1	146,0	175,1	163,7	161,6
	Mittel	140,2	138,8	135,7	138,2	135,1	151,4	152,4	146,3
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	115,0	134,5	135,0	128,2	111,1	114,9	153,2	126,4
	130% NID	149,8	147,3	142,1	146,4	143,2	176,4	177,8	165,8
	Mittel	132,4	140,9	138,5	137,3	127,1	145,6	165,5	146,1
100% KAS DS 5	100 % NID		107,2	137,5	122,3		110,2	138,1	124,1
	130% NID		136,9	149,7	143,3		169,9	176,8	173,3
	Mittel		122,1	143,6	132,8		140,0	157,4	148,7
100% Entec Mais DS 6	100 % NID	121,0				102,0			
	130% NID	139,4				136,4			
	Mittel	130,2				119,2			
Mittel	100 % NID	120,2	125,9	135,4	127,1	113,5	117,0	141,8	124,1
	130% NID	146,7	142,2	142,2	143,7	138,4	173,2	170,9	160,8
	Mittel	133,4	134,0	138,8	135,4	125,9	145,1	156,4	142,4
GD 5% Düngungshöhe		8,5	6,4*	8,0	15,8*	6,7*	4,2*	20,6*	42,8
GD 5% Düngungssystem		13,5	8,3*	8,8	13,3	10,6*	6,6*	25,6	14,8
GD 5 % Wirkung aller Düngungssysteme bei gleicher Düngungshöhe		19,0	11,7	9,7	14,3	14,9	9,3	26,7	16,7
GD 5% Vergleich aller Düngungshöhen und Düngungssysteme miteinander		19,0	11,6	8,6*	16,0	14,9	9,3	26,9	35,7

* = signifikant

Tab. 4-6: Bonituren Forchheim 2006

Düngungssystem	Düngungshöhe	Merkmal					
		TM-Ertrag Gesamtpflanze dt/ha	Pflanzenlänge cm	Mängel Aufg.	Lager Ernte	Maiszünsler %	Beulenbrand %
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	214,7	280	1,0	1,0	18,0	23,0
	130% NID	227,9	294	1,0	1,0	15,8	32,3
	Mittel	221,3	287	1,0	1,0	16,9	27,6
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	211,2	286	1,0	1,0	9,5	25,5
	130% NID	233,5	300	1,0	1,0	12,3	26,8
	Mittel	222,3	293	1,0	1,0	10,9	26,1
100% Rind.o.Schw.gülle (G) DS 3	100 % NID	213,6	290	1,0	1,0	15,0	31,3
	130% NID	229,4	303	1,0	1,0	18,7	29,7
	Mittel	221,5	297	1,0	1,0	16,8	30,5
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	208,0	287	1,0	1,0	17,5	30,5
	130% NID	228,9	302	1,0	1,0	11,0	24,5
	Mittel	218,4	295	1,0	1,0	14,3	27,5
100% Entec Mais DS 5	100 % NID	211,4	279	1,0	1,0	17,5	17,5
	130% NID	222,1	297	1,0	1,0	14,0	26,3
	Mittel	216,8	288	1,0	1,0	15,8	21,9
Mittel	100 % NID	211,8	284	1,0	1,0	15,5	25,6
	130% NID	228,4	299	1,0	1,0	14,3	27,9
	Mittel	220,1	292	1,0	1,0	14,9	26,7

Tab. 4-7: Bonituren Forchheim 2007

Düngungssystem	Düngungshöhe	Merkmal					
		TM-Ertrag dt/ha Ge- samtanlage	Pflanzen- länge cm	Mängel Aufgang	Lager- pflanzen %	Maiszünsler %	Beulenbrand %
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	202,9	276	1,0	0,0	8	22
	130% NID	241,3	295	1,0	0,3	9	32
	Mittel	222,1	285	1,0	0,1	8	27
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	243,5	286	1,0	0,0	15	23
	130% NID	273,5	295	1,0	0,0	8	44
	Mittel	258,5	291	1,0	0,0	11	33
100% Rinder- oder Schweinegülle (G) DS 3	100 % NID	233,8	282	1,0	0,0	13	35
	130% NID	273,3	286	1,0	0,0	9	37
	Mittel	253,5	284	1,0	0,0	11	36
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	245,6	281	1,0	0,0	16	36
	130% NID	257,2	288	1,0	0,0	10	42
	Mittel	251,4	284	1,0	0,0	13	39
100% KAS DS 5	100 % NID	224,2	274	2,3	0,0	19	41
	130% NID	260,0	287	2,3	0,0	14	49
	Mittel	242,1	280	2,3	0,0	16	45
Mittel	100 % NID	230,0	280	1,3	0,0	14	31
	130% NID	261,0	290	1,3	0,1	10	41
	Mittel	245,5	285	1,3	0,0	12	36

Tab. 4-8: Bonituren Forchheim 2008

Düngungssystem	Düngungshöhe	Merkmal				
		TM-Ertrag dt/ha Gesamtpflanze	Pflanzenlänge cm	Lagerpflanzen %	Maiszünsler %	Beulenbrand %
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	244,0	288	3	19	26
	130% NID	253,7	293	3	16	26
	Mittel	248,9	291	3	17	26
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	245,5	271	3	11	30
	130% NID	268,4	290	5	18	41
	Mittel	256,9	281	4	15	35
100% Rind.- o. Schweinegülle (G) DS 3	100 % NID	225,8	282	2	14	38
	130% NID	258,6	292	1	14	26
	Mittel	242,2	287	1	14	32
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	242,6	284	4	12	39
	130% NID	254,4	292	1	16	34
	Mittel	248,5	288	3	14	37
100% KAS DS 5	100 % NID	249,2	273	2	18	37
	130% NID	264,4	282	2	14	39
	Mittel	256,8	278	2	16	38
Mittel	100 % NID	241,4	280	3	15	34
	130% NID	259,9	290	2	16	33
	Mittel	250,6	285	3	15	34

Tab. 4-9: Bonituren Krauchenwies 2007 und 2008

Düngungssystem	Düngungs- höhe	Merkmal				
		TM-Ertrag dt/ha Gesamtpflanze	Pflanzenlänge cm	TM-Ertrag dt/ha Gesamtpflanze	Pflanzenlänge cm	Maiszünsler %
		2007	2007	2008	2008	2008
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	195,5	313	219,3	291	11
	130% NID	205,9	318	224,5	300	7
	Mittel	200,7	315	221,9	296	9
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	213,3	315	216,4	306	6
	130% NID	234,6	316	219,8	314	6
	Mittel	223,9	316	218,1	310	6
100% Rinder- oder Schweinegülle (G) DS 3	100 % NID	233,4	311	239,9	300	6
	130% NID	230,0	314	245,1	293	5
	Mittel	231,7	313	242,5	296	5
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	248,1	318	240,9	308	9
	130% NID	239,9	319	247,2	300	8
	Mittel	244,0	318	244,0	304	8
100% KAS DS 5	100 % NID	241,6	318	221,8	309	12
	130% NID	261,1	318	221,5	305	11
	Mittel	251,4	318	221,6	307	11
(V 6.1) keine Düngung; (V 6.2) 100% BGG 1 Gabe DS 6	100 % NID	166,9	275	165,3	263	5
	130% NID	201,2	314	165,3	263	5
	Mittel	184,0	294	165,3	263	5
Mittel	100 % NID	216,5	308	217,2	296	8
	130% NID	228,8	316	220,5	296	7
	Mittel	222,6	312	218,9	296	7

Methanerträge/-ausbeuten:

Im Erntematerial wurden neben der Rohasche ebenfalls die Nährstoffe Roh-Protein, Roh-Faser, Roh-Fett, und Stickstoff-freie Extraktstoffe (NfE) bestimmt (Weender Analyse). Für die Berechnung der theoretischen Methan-Ausbeuten bzw. -Erträge wurden darüber hinaus die der DLG-Futterwerttabelle entnommenen Verdaulichkeitskoeffizienten und der Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung (Schattauer und Weiland, 2004) entnommenen Gasausbeuten bzw. Methan-Gehalte zugrunde gelegt. Für verdauliches Eiweiß, verdauliches Fett und verdauliche Kohlenhydrate wurde von einer Ausbeute von 650, 1125 bzw. 750 L /kg oTS und einem Methangehalt von 72,5, 70,5 bzw. 52,5 Vol.% ausgegangen

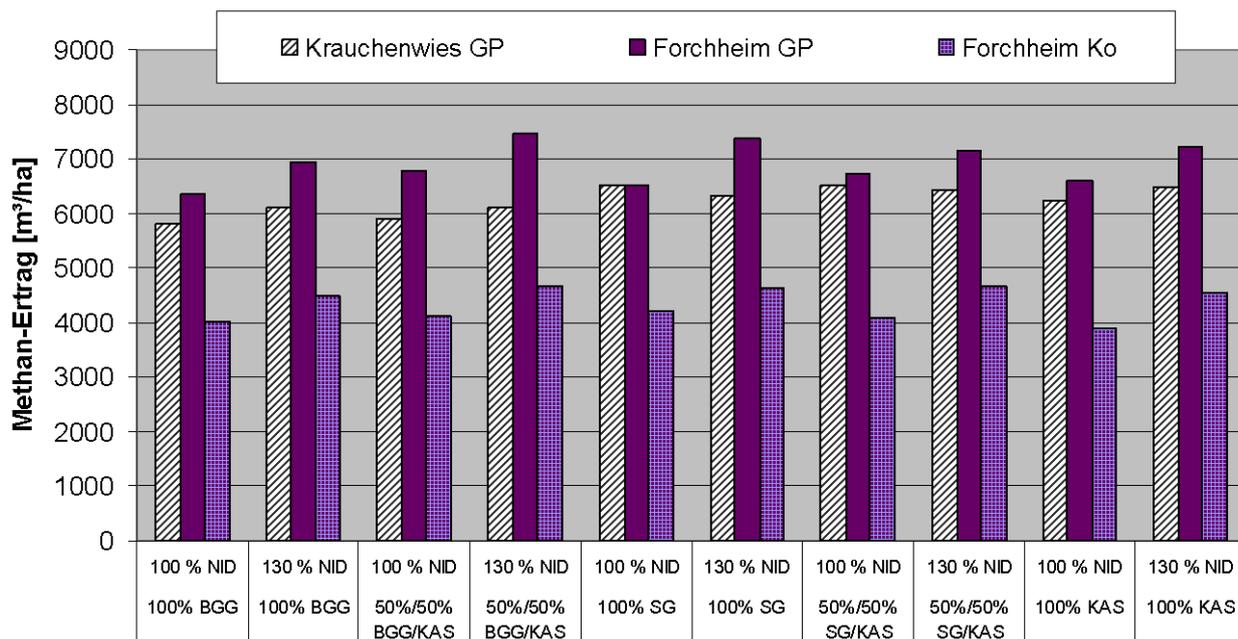
Tab. 4-10: Berechnete Methan-Ausbeuten (Weender Analyse, in: nL/kg oTS) von Mais Gesamtpflanzen an den einzelnen Standorten und in den einzelnen Jahren bzw. im Mittel der Versuchsjahre

Mais Ganzpflanze			Forchheim				Krauchenwies			
			2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel
DS 1	100% BGG	100 % NID	294,4	300,3	306,2	300,3	303,0	297,2	304,0	301,4
	100% BGG	130 % NID	299,2	300,5	306,1	301,9	304,0	300,8	302,2	302,3
DS 2	50%/50% BGG/KAS	100 % NID	297,4	300,3	306,0	301,2	303,4	298,4	302,6	301,5
	50%/50% BGG/KAS	130 % NID	300,3	299,4	305,4	301,7	303,7	299,1	300,8	301,2
DS 3	100% SG	100 % NID	300,2	301,0	305,3	302,2	304,7	300,7	300,4	301,9
	100% SG	130 % NID	296,8	301,6	306,3	301,6	301,2	299,9	300,9	300,6
DS 4	50%/50% SG/KAS	100 % NID	299,7	301,5	304,1	301,8	303,5	298,1	302,5	301,4
	50%/50% SG/KAS	130 % NID	298,2	299,8	305,7	301,2	302,9	299,7	300,1	300,9
DS 5	100% Entec	100 % NID	297,1	298,2	305,4	300,2	303,5	299,6	300,4	301,2
	100% Entec	130 % NID	301,2	299,3	306,2	302,2	303,0	299,2	299,7	300,6

Während am **Standort Forchheim** im ersten Versuchsjahr im Mittel über alle Düngungssysteme eine berechnete Methan-Ausbeute von 298 nL/kg oTS festgestellt wurde, konnten in den folgenden Jahren 2007 und 2008, 300 bzw. 306 nL/kg oTS errechnet werden (Tab. 4-10). Im Mittel über die Versuchsjahre wurde in der Maisgesamtpflanze eine Methan-Ausbeute von 301 nL/kg oTS berechnet, wobei die einzelnen Düngungssystemen zwischen 300 und 302 nL/kg oTS liegen und somit nur ein marginaler Unterschied besteht. Am **Standort Krauchenwies** wurden für die Versuchsjahre im Mittel Methan-Ausbeuten von 303, 299 und 301 nL/kg oTS berechnet. Im Mittel der Versuchsjahre lagen die 100 % NID Varianten jedes Düngungssystems bei 302 nL/kg oTS.

Am **Standort Forchheim** wurde darüber hinaus auch das geerntete Mais Korn der Weender Analyse zugeführt. Im Mittel der Jahre und der Düngungssysteme wurde eine Methan-Ausbeute von \emptyset

378 nL/kg oTS berechnet, wobei Schwankungen von 374 bis 389 nL/kg oTS zwischen den einzelnen Varianten festgemacht werden können.



GP: Ganzpflanze, Ko: Korn

Abb. 4-4: Methan-Erträge [m³/ha] von Silomais am jeweiligen Standort im Mittel der Versuchsjahre

Die aufgezeigten Unterschiede in der Qualität des Mais in Abhängigkeit des Düngungssystems sind letztlich unbedeutend, so spiegelt sich beim berechneten Methan-Ertrag das bereits im Trockenmasseertrag ermittelte Leistungspotenzial der entsprechenden Standorte wider. Generell weist Forchheim einen höheren Ertrag aus, die 130 % NID Varianten weisen höhere Erträge auf als die 100 % NID Varianten und die DS 2, 3, 4 und 5 sind den reinen Biogasgülle-Varianten überlegen (Abb. 4-4).

Nmin-Werte

Im Frühjahr 2007 wurden alle Parzellen vor der Aussat einzeln auf Nmin untersucht. Daher auch die unterschiedlichen Nmin-Werte zum Beprobungstermin 10.04.2007. Die Nmin-Werte waren zu diesem Zeitpunkt auf Grund der Trockenheit und der hohen Temperaturen hoch (40 - 70 kg N/ha) (Abb. 4-5).

Bei der Grünguternte Anfang September weisen die DS 1, 2 & 3 mit unter 30 kg N/ha sowohl bei Düngung nach 100 % NID, als auch bei Düngung nach 130 % NID die niedrigsten Nitratwerte auf. Bei der Folgebeprobung zum SchALVO-Termin am 07.11.2007 konnte man über alle Düngungssysteme und Düngungshöhen einen Anstieg der Nitratgehalte feststellen. Wobei die Nitratgehalte in den Düngungshöhen 130 % NID höher liegen als bei der Düngungshöhe 100% NID. Betrachtet man die Nmin-Werte zur Kornernte ist zu erkennen, dass die reinen Düngungssysteme Biogasgärrest und Schweinegülle (DS 1 & DS 3) zu diesem Beprobungstermin in beiden Düngungshöhen die niedrigsten Nmin-Werte aufweisen. Das DS 5 erreicht bei einer Düngung nach 130 % NID mit 64 kg N/ha den höchsten Nmin-Wert nach der Kornernte. Im Vergleich zur Grünguternte steigen nach der Kornernte die Nmin-Werte bis zum SchALVO-Termin nicht so stark und nur in einzelnen Varianten (DS 2, 3, 4) an. Der geringere Anstieg nach der Kornernte lässt sich auf die längere N-Aufnahme

der Pflanzen und die abnehmenden Temperaturen und damit verbunden die geringere Mineralisation im Gegensatz zur Grünguternte begründen.

In Krauchenwies zeigt sich 2007 ein etwas anderes Bild bei der Betrachtung der Nmin-Werte. An diesem Standort wurde im Frühjahr 2007 eine Mischprobe über alle Parzellen auf Nmin untersucht. Da auf Grund der klimatischen Bedingungen nur eine Grünguternte möglich ist, wurde im Gegensatz zu Forchheim nur eine Nmin-Beprobung nach der Ernte am 19.10.2007 durchgeführt. Am Standort Krauchenwies zeigt sich mit Ausnahme der DS3 bei 130 % NID und der DS 5 bei 130% NID ein sehr einheitliches Bild bezüglich der Nmin-Beprobung nach der Ernte. Die Beprobungswerte lagen alle zwischen 19 und 27 kg N/ha in einem sehr niedrigen Bereich. Selbst die Einmalgabe mit Biogasgärrest nach 130 % NID erreichte nur einen Nmin-Wert von 23 kg N/ha.

Im Jahr 2008 zeigen sich sowohl nach der Grüngut als auch nach der Kornerte in Forchheim sehr unterschiedliche Werte. Nach der Grünguternte am 01.09.2008 weisen die Düngungshöhen 130 % NID in den DS 1, 2 und 4 gegenüber der Düngungshöhe 100% NID einen enormen Anstieg der Nmin-Werte auf (Abb. 4-7). Das DS 3 erreicht zum Zeitpunkt der Grünguternte in beiden Düngungshöhen im Vergleich zu den anderen Düngungssystemen höhere Nmin-Werte. Nach der Kornerte zeigen sich die Nmin-Werte im Vergleich zur Grünguternte etwas einheitlicher. Die Ausreiser der DS 1, 2 & 4 in der Düngungshöhe 130 % NID sind hier nicht zu finden. Die höchsten Nmin-Werte nach der Kornerte weist das DS 3 in beiden Düngungshöhen auf. Zum SchALVO-Termin sind nach beiden Ernteterminen leichte Anstiege, aber auch Abnahmen der Nmin-Werte in einzelnen Düngungssystemen und -höhen zu erkennen.

In Krauchenwies wurden 2008 nach der Ernte zwischen 30 kg N/ha und 89 kg N/ha gemessen. Das DS 2 erreichte mit 30 kg N/ha in der Düngungshöhe 130 % NID den niedrigsten Nmin-Gehalt nach der Ernte. Das DS 2 wies 2008 in beiden Düngungshöhen die niedrigsten Nmin-Werte aus. Im DS 4 wurde in der Düngungshöhe nach 130 % NID mit 89 kg N/ha, gefolgt vom DS 3 bei 100% NID mit 73 kg N/ha der höchste Herbst-Nmin-Wert gemessen.

Man kann in beiden Jahren und an beiden Standorten feststellen, dass die Nmin-Werte im Herbst stark schwanken. Nicht immer kann eine Beziehung zwischen überhöhter Düngung (130 % NID) und hohen Herbst-Nmin-Werten nachgewiesen werden. Entscheidend für die Höhe der Nmin-Werte im Herbst hierbei ist die Witterung und damit die N-Aufnahme während der Vegetation, sowie die Witterung und Mineralisation nach der Ernte.

Zusammenfassung

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die Maisdüngung allein mit Gärresten möglich ist. Allerdings ist hierbei die Witterung stärker ertragsentscheidend als bei mineralischer Düngung (siehe 2007). Das Ertragspotential des Bodens (Wasserhaushalt, Mineralisationspotential) und die Niederschlagsverteilung sind bei der Gärrest/Gülledüngung mit ertragsentscheidend. Die Düngungshöhe von 100 % NID ist für gute Erträge ausreichend und liefert im Gegensatz zur überhöhten Düngung ein geringeres Auswaschungspotential.

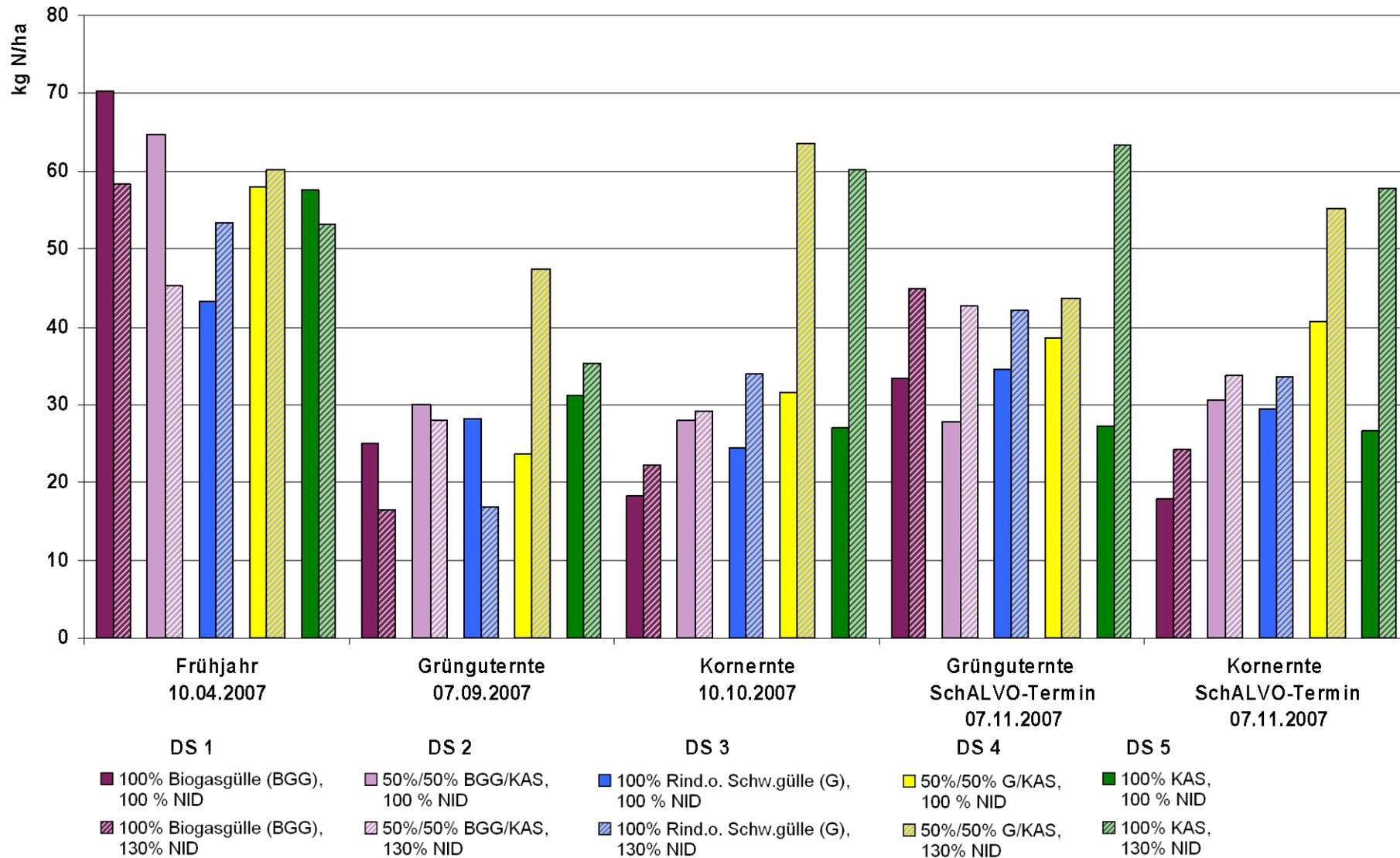


Abb. 4-5: Nmin-Werte Forchheim 2007, im Frühjahr, zur Grüngut- und Kornernte und zum SchALVO-Termin

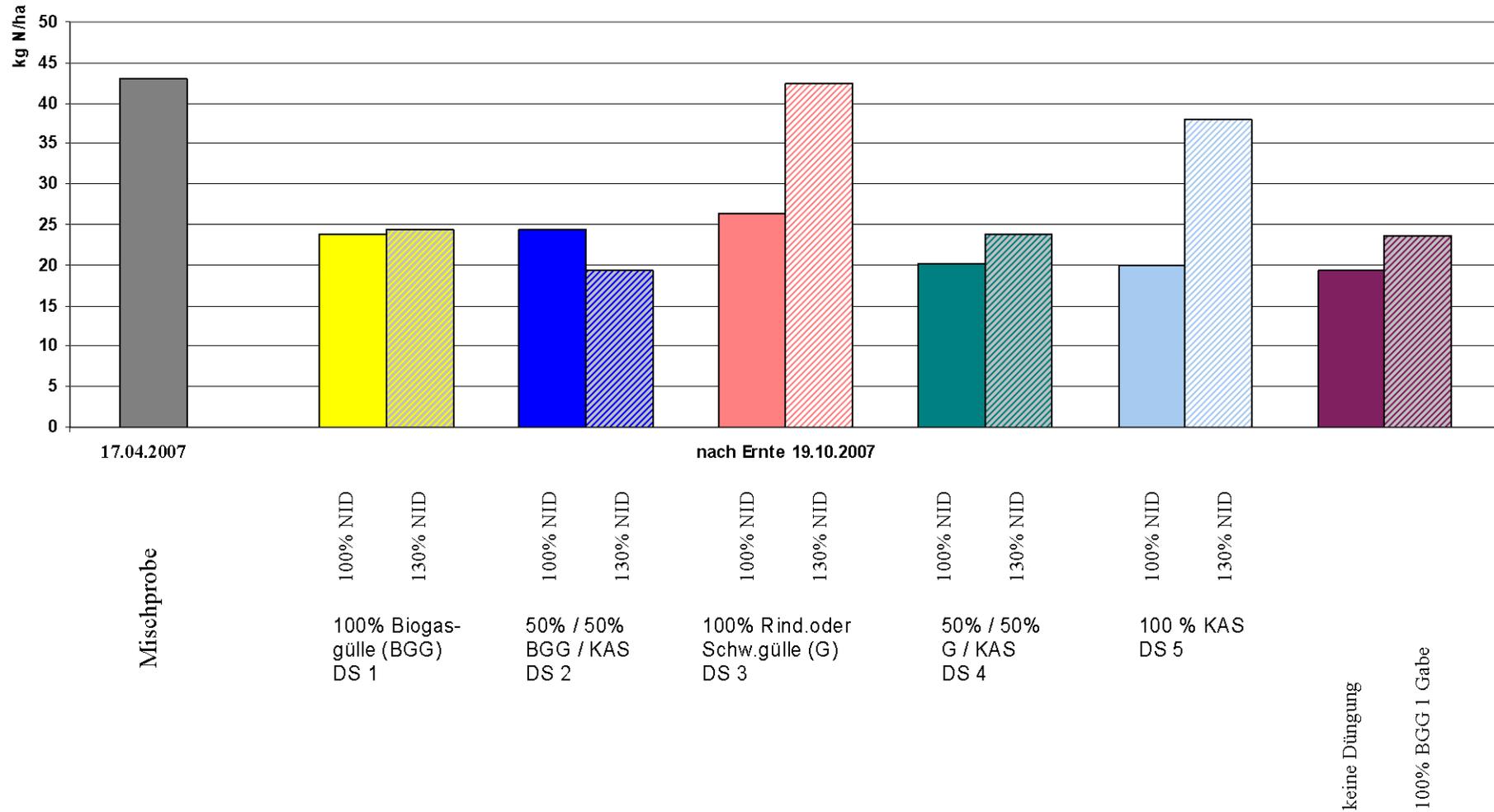


Abb. 4-6: Nmin-Werte Krauchenwies 2007, Frühjahr und nach Ernte

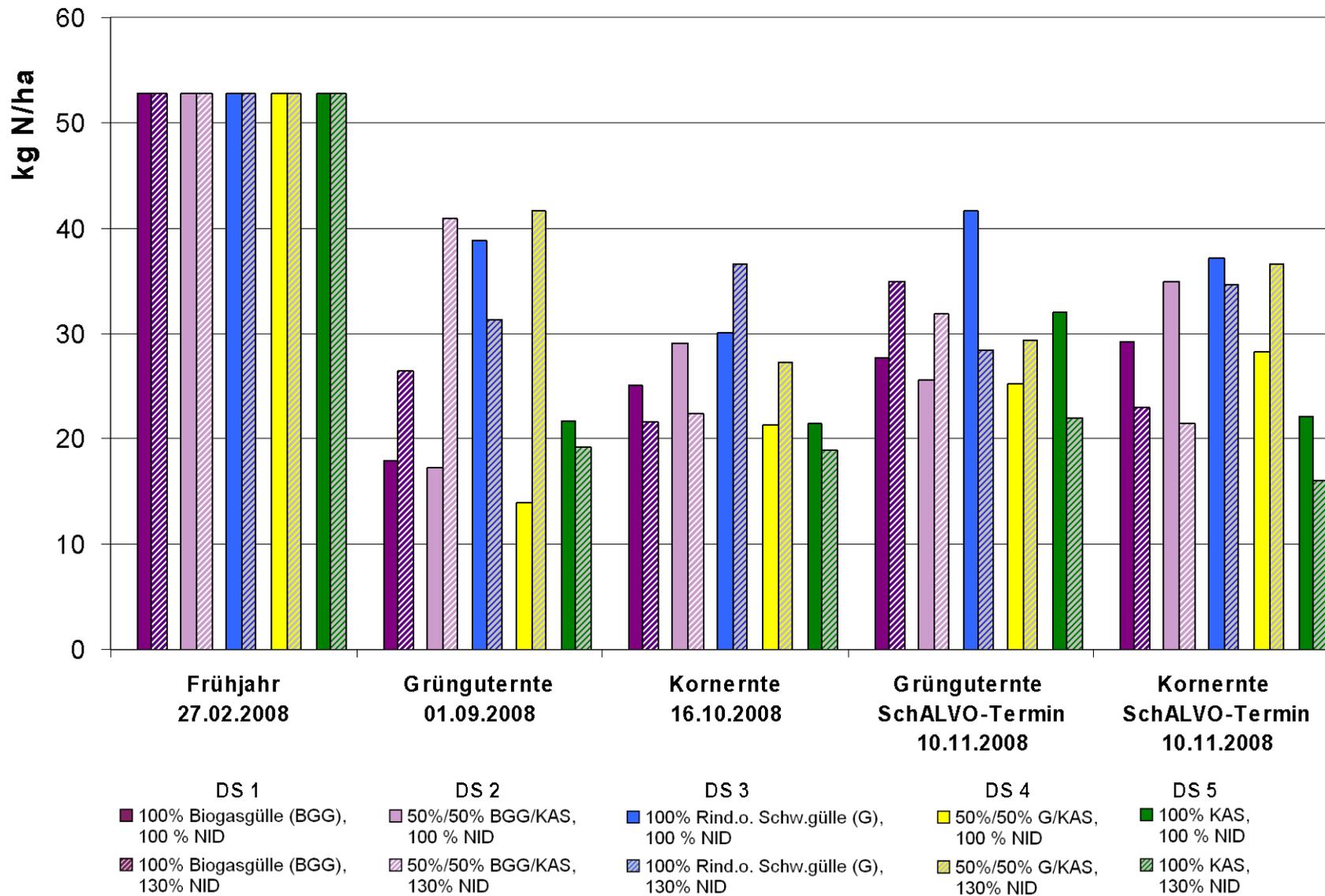


Abb. 4-7: Nmin-Werte Forchheim 2008, Fröhjahr, nach Ernte und zum SchALVO-Termin

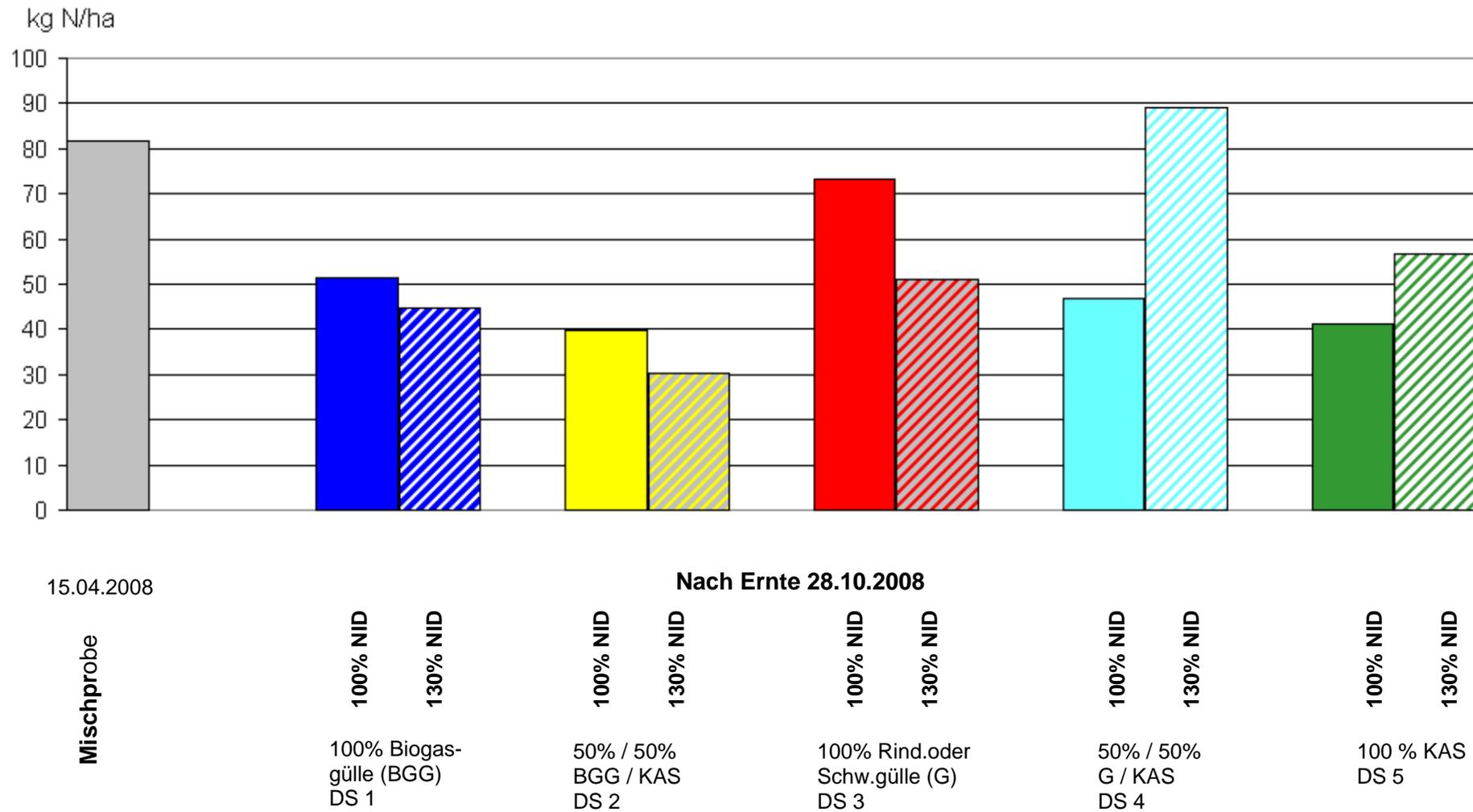


Abb. 4-8: Nmin-Werte Krauchenwies 2008, Frühjahr und nach Ernte

5 Versuche zur Ermittlung des N-Düngebedarfs 2008 - 2010

Bernd Rothfuß

Die seit dem Jahr 1989 laufenden N-Steigerungsversuche zur Ermittlung des N-Düngebedarfs wurden ab dem Jahr 2001 nur an zwei Standorten und ab 2005 nur am Standort Ladenburg weitergeführt. In Ladenburg wurde der Versuch bis zum Jahr 2008 sowohl auf wechselnder als auch auf derselben Fläche (Dauerversuch) durchgeführt. Seit 2009 läuft der Versuch in Ladenburg nur noch auf dem Dauerstandort.

In diesem Zwischenbericht 2008-2010 werden die Daten zur weiteren Verwendung nur noch in Tabellenform dargestellt, in Anlehnung an den Versuchsfeldführer des Landratsamtes Karlsruhe.

In den Tabellen Tab. 5-13 und Tab. 5-15 sind die Ertragsdaten, die Qualitätsuntersuchungen, die optimale Düngung (N_{opt}) nach BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER*, die Düngeempfehlung nach NID und die korrigierten Geldroherträge sowie die Berechnung des N-Bedarfs und der Nettomineralisation über die gesamte Versuchszeit bis einschließlich 2010 für den Standort Ladenburg zu finden. Außerdem sind in Tab. 5-16 und Tab. 5-17 die Ergebnisse der zuletzt durchgeführten Grundbodenuntersuchung aus dem Jahr 2007 beim Standort Ladenburg aufgelistet.

* BOGUSLAWSKI, E. V. UND SCHNEIDER, B. (1962): Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes. Z. f. Acker- und Pflanzenbau, **114**, S. 221-236, **116**, S. 231-256, 1963; **119**, S. 1-28, 1964

5.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage

1. Wie gut trifft die Düngebedarfsprognose (NID, Pauschalansatz) die wirtschaftlich optimale Düngung auf dem Standort Ladenburg?
2. Ist das Düngeoptimum auf dem Standort Ladenburg im mehrjährigen und einjährigen Versuch gleich hoch?
3. Wie entwickeln sich die N-Salden (Zu-/Abfuhr) sowie die Rest-Nitratgehalte im Boden in Abhängigkeit von der N-Gabe?

5.2 Standorte und Wachstumsbedingungen

5.2.1 Standorte und Versuchsfrüchte

Im Jahr 2008 wurde auf dem Standort Ladenburg Silomais, 2009 Winterweizen und 2010 Zuckerrüben angebaut (vgl Tab. 5-1).

Tab. 5-1: Kulturen 2008 bis 2010

Standort (LRA)		Kulturart	Sorte
		Versuchsjahr 2008	
Ladenburg (Karlsruhe)	e	Silomais	PR36 K67
Ladenburg (Karlsruhe)	d	Silomais	PR36 K67
		Versuchsjahr 2009	
Ladenburg (Karlsruhe)	d	Winterweizen	Mercato B
		Versuchsjahr 2010	
Ladenburg (Karlsruhe)	d	Zuckerrüben	Beretta

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerstandort

5.2.2 Düngung

In Tab. 5-2 sind die N-Düngergaben aufgeführt. Die N-Düngung mit Kalkammonsalpeter (27% N) wurde entsprechend den Versuchsvorgaben eingebracht.

Tab. 5-2: Düngungshöhe (kg N/ha) sowie Anzahl der Teilgaben (in Klammern)

Fruchtart	Varianten (Versuchsglieder)					
	1	2	3	4	5	6
Silomais (2008)	0 (0)	40 (1)	80 (1)	120 (2)	160 (2)	200 (2)
Winterweizen (2009)	0 (0)	80 (3)	120 (3)	160 (3)	200 (3)	240 (3)
Zuckerrüben (2010)	0 (0)	30 (1)	60 (1)	90(1)	120 (2)	150 (2)

5.2.3 Bodenuntersuchung

Wie in den vorangegangenen Jahren wurden N_{\min} -Untersuchungen zu den Terminen "Frühjahr" (Vegetationsbeginn, Februar/März) und "Herbst" (SchALVO-Termin: November) an frischen bzw. bei 40°C und 105 °C getrockneten Proben durchgeführt. Im vorliegenden Bericht werden nur die Ergebnisse der frischen und insbesondere bei 105 °C getrockneten Proben bewertet.

5.2.4 Kurzbeschreibungen zum Vegetationsverlauf

Silomais 2008

Der Versuch wurde am 28.04.2008 mit Silomais für die Biogasanlage der Sorte PR 36 K 67 ange-sät. Dies ist für den hiesigen Raum ein normaler Saattermin. Der Aufgang war ab 11.05.2008, er war relativ einheitlich. Die Frühjahrs N_{\min} -Proben wurden am 19.02.2008 gezogen. Die erste N-Gabe wurde am 09.05.2008 im Stadium 05-07 ausgebracht. Die N-Form war immer Kalkammonsalpeter (27 % N).

Die Höhe der ersten N-Gabe betrug:

Variante	1	2	3	4	5	6
N-Düngungshöhe (kg/ha)	0	40	80	80	120	120

Der Mais entwickelte sich zunächst zögerlich, da es sehr trocken war. Sehr früh wurden im Dauer-versuch Ackerwinden sichtbar, die dann mit 0,5 l/ha MaisBanvell WG bekämpft wurden (nicht im Wechserversuch). Am 27.05 2008 wurde über alle Parzellen noch 0,8 l/ha Motivell, Callisto mit

0,8l/ha und 0,4 l/ha Curol B gegen die standorttypische Maisverunkrautung eingesetzt. Der Erfolg war gut.

Die zweite N-Gabe wurde am 03.06.2008 im Stadium 14-16 ausgebracht. Hier zeigten sich alle Varianten, aber nicht so deutlich wie erwartet.

Die Höhe der zweiten N-Gabe betrug:

Variante	1	2	3	4	5	6
EC	14 - 15	14 - 15	14 - 15	14 - 16	15 - 16	15 - 16
N-Düngungshöhe (kg/ha)	0	0	0	40	40	80

Erst Ende Mai/Anfang Juni hat es geregnet, und jetzt erst entwickelte sich der Mais mit hoher Geschwindigkeit. Der weitere Vegetationsverlauf war geprägt von günstigem Wetter, der Mais konnte sich gut entwickeln. Der Wechselversuch präsentierte sich während der ganzen Vegetationszeit besser als der Dauerversuch. Eine Maiszünslerbehandlung wurde nicht durchgeführt, da der Druck nicht sehr hoch war. Krankheiten traten nicht auf. Am 17.09.2008 wurde der Silomais bei allerbesten Bedingungen geerntet.

Winterweizen 2009

Der Versuch wurde am 15.10.2008 mit Winterweizen der Sorte Mercato angesät. Dies ist für den hiesigen Raum ein normaler Saattermin. Der Aufgang war ab 02.11.2008, er war etwas lückig, da es sehr trocken war. Die Frühjahrs N_{\min} -Proben wurden am 04.03.2009 gezogen. Die erste N - Gabe wurde am 4.03.2009 im Stadium 20-22 ausgebracht. Die N-Form war immer Kalkammonsalpeter (27 % N).

Die Höhe der ersten N-Gabe betrug:

Variante	1	2	3	4	5	6
N-Düngungshöhe (kg/ha)	0	30	30	50	70	80

Der Weizen kam relativ ausgeglichen und ohne Schäden aus dem Winter. In der Folgezeit entwickelte sich der Weizen ohne Auffälligkeiten. Nachteilig war der relativ hohe Besatz mit Ackerfuchschwanz. Die Unkrautbehandlung wurde am 02.04.2009 mit 3,0 l/ha IPU plus 0,05 kg/ha Artus durchgeführt. Die Wirkung war zufriedenstellend. Die zweite N-Gabe wurde am 09.04.2009 im Stadium 27 - 30 ausgebracht. Hier zeigten sich alle Varianten sehr deutlich.

Die Höhe der zweiten N-Gabe betrug:

Variante	1	2	3	4	5	6
EC	27 - 29	29 - 30	29 - 30	29 - 30	30	30
N-Düngungshöhe	0	30	30	50	50	70

Der Weizen präsentierte sich zu diesem Zeitpunkt sehr gut. Das milde Aprilwetter hat ihm sichtlich in seiner Entwicklung gut getan, auch der Nullvariante. In der Folge entwickelte sich der Weizen ohne Besonderheiten. Die dritte N-Gabe wurde am 19.05.2009 im Stadium 49-55 ausgebracht. Alle Varianten waren deutlich zu erkennen. Insgesamt war der Weizen zu diesem Zeitpunkt schön und gleichmäßig, insbesondere die Wiederholungen 1 und 2.

Die Höhe der dritten N-Gabe betrug:

Variante	1	2	3	4	5	6

EC	55	53	51	49 - 51	49	49
N-Düngungshöhe (kg/ha)	0	20	60	60	80	90

Der Krankheitsdruck war insgesamt gering, allerdings wurde schon früh Rostbefall festgestellt, der dann in der Ährenbehandlung am 25.05. 2009 mit 1,0 l/ha Input plus 0,3 l/ha Taspa gut bekämpft wurde. Auch im Juni entwickelte sich der Weizen ohne Besonderheiten weiter, so dass er Mitte Juli druschreif war. Aufgrund der nassen Witterungsbedingungen wurde die Ernte erst am 20.07.2009 durchgeführt. Die äußeren Bedingungen waren nicht optimal.

Zuckerrüben 2010

Der Versuch wurde am 25.03.2010 mit Zuckerrüben der Sorte Beretta angesät. Dies ist für den hiesigen Raum ein normaler Saattermin. Der Aufgang war ab 15.04.2010, er war relativ gleichmäßig. Die Frühjahrs N_{\min} -Proben wurden am 03.03.2010 gezogen. Die erste N-Gabe wurde am 03.05. 2010 im Stadium 13 - 14 ausgebracht. Die N-Form war immer Kalkammonsalpeter (27 % N).

Die Höhe der ersten N-Gabe betrug:

Variante	1	2	3	4	5	6
N-Düngungshöhe (kg/ha)	0	30	60	90	90	90

Die Zuckerrüben entwickelten sich trotz der trockenen Bedingungen im April gut und gleichmäßig. Bei der ersten N-Gabe gab es kaum Unterschiede im Wuchs. Der Unkrautbesatz wurde konsequent behandelt. NAK1 am 19.04.2010; NAK2 am 05.05.2010 und NAK3 04.06.2010. Die Zuckerrüben waren bis zur Ernte unkrautfrei. Die zweite N-Gabe wurde am 02.06.2010 im Stadium 19-20 ausgebracht. Hier zeigten sich alle Varianten sehr deutlich.

Die Höhe der zweiten N-Gabe betrug:

Variante	1	2	3	4	5	6
EC	16 -17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	19 - 20	19 - 20
N-Düngungshöhe (kg/ha)	0	0	0	0	30	60

Die Zuckerrüben standen zu diesem Zeitpunkt sehr schön. Im gesamten ersten Block konnte man etwas Hasenfraß beobachten. Der Krankheitsdruck war insgesamt gering, es wurde keine Maßnahme durchgeführt. Die Rüben haben den trockenen, heißen Zeitraum ab Ende Juni bis 22. Juli gut überstanden, danach war das Wetter bis zur Ernte für die Rüben gut. Die Ernte wurde am 29.09.2010 durchgeführt.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Erträge und Qualität

Der N-Steigerungsversuch wurde nur auf dem Standort Ladenburg mit Silomais (2008), Winterweizen (2009) und Zuckerrüben (2010) weitergeführt. Bei der Berechnung der wirtschaftlich optimalen N-Düngung (N_{opt}) werden sowohl die Düngungshöhe als auch der Produktpreis und die Faktorkosten berücksichtigt (siehe Kap. 5.3.2).

Tab. 5-3: Erträge 2008, 2009 und 2010

Silomais	Ertrag in dt/ha FM 2008							MW	GD 5%
	Standort	N0	N40	N80	N120	N160	N200		
Ladenburg (e)	388	399	417	451	421	424	417	26,5	
Ladenburg (d)	309	366	382	415	421	434	388	34,1	

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerversuch

fett gedruckt: Ertrag bei optimaler N-Düngung (einjährig $N_{opt}= 0$ kg N/ha; Dauerversuch $N_{opt}= 80$ kg N/ha)

Winterweizen	Kornertrag in dt/ha bei 86% TM 2009						MW	GD 5%
	Standort	N0	N80	N120	N160	N200		
Ladenburg (d)	26,1	57,6	64,8	75,4	82,5	84,7	65,2	7,70

fett gedruckt: Ertrag bei optimaler N-Düngung (Dauerversuch $N_{opt}= 228$ kg N/ha)

Zuckerrüben	Ertrag in dt/ha FM 2010						MW	GD 5%
	Standort	N0	N30	N60	N90	N120		
Ladenburg (d)	453	554	588	641	655	699	598	104,7

fett gedruckt: Ertrag bei optimaler N-Düngung (Dauerversuch $N_{opt}= 149$ kg N/ha)

Tab. 5-4: Fruchtfolge auf dem Standort Ladenburg seit Versuchsbeginn 1993

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Körnermais	Winterweizen	Sommergerste	Winterweizen	Sommergerste	Wintergerste	Zuckerrüben	Winterweizen	Sommergerste

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Körnermais	Winterweizen	Wintergerste	Zuckerrüben	Winterweizen	Sommergerste	Silomais	Winterweizen	Zuckerrüben

In den nachfolgenden Abbildungen wurden die Erträge für Winterweizen und Zuckerrüben in den jeweiligen Anbaujahren ergänzt, wobei in beiden Abbildungen die Ergebnisse sowohl des einjährigen Wechselstandortes als auch des mehrjährigen Dauerversuches dargestellt sind. Silomais wurde zum ersten Mal in Ladenburg angebaut, deshalb gibt es hier keine Auswertung.

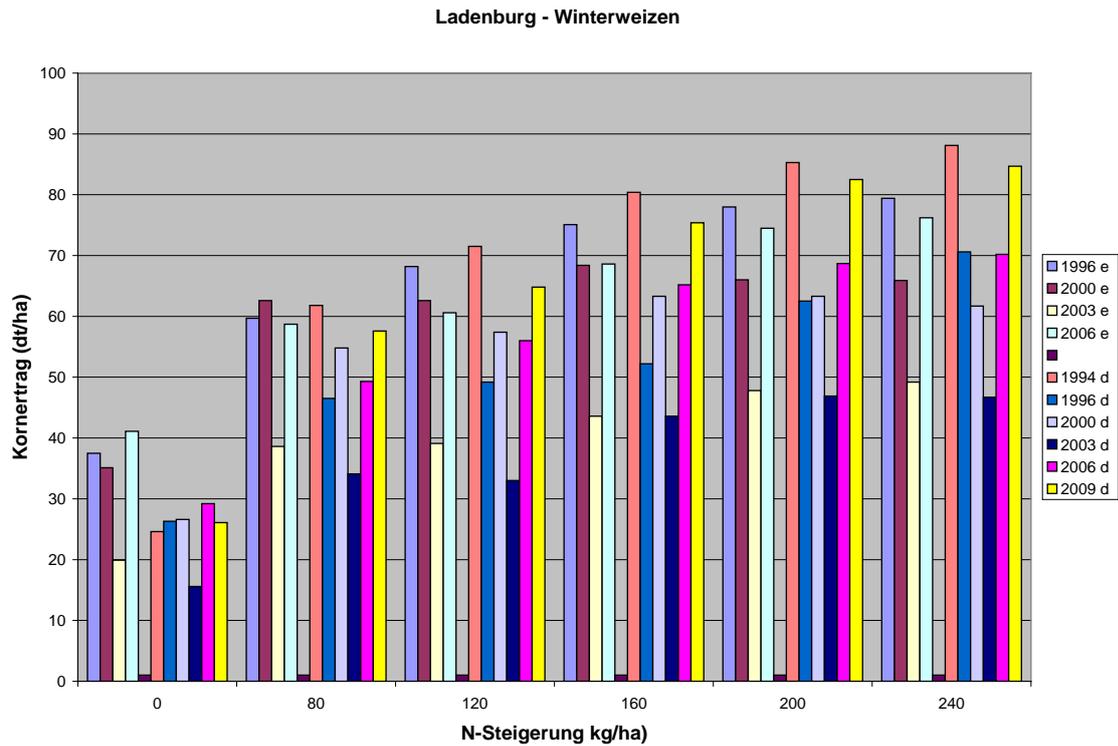


Abb. 5-1: Weizenerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1994, 1996, 2000, 2003, 2006 und 2009 (LRA Karlsruhe)
e= einjähriger Wechselstandort; d= Dauerstandort

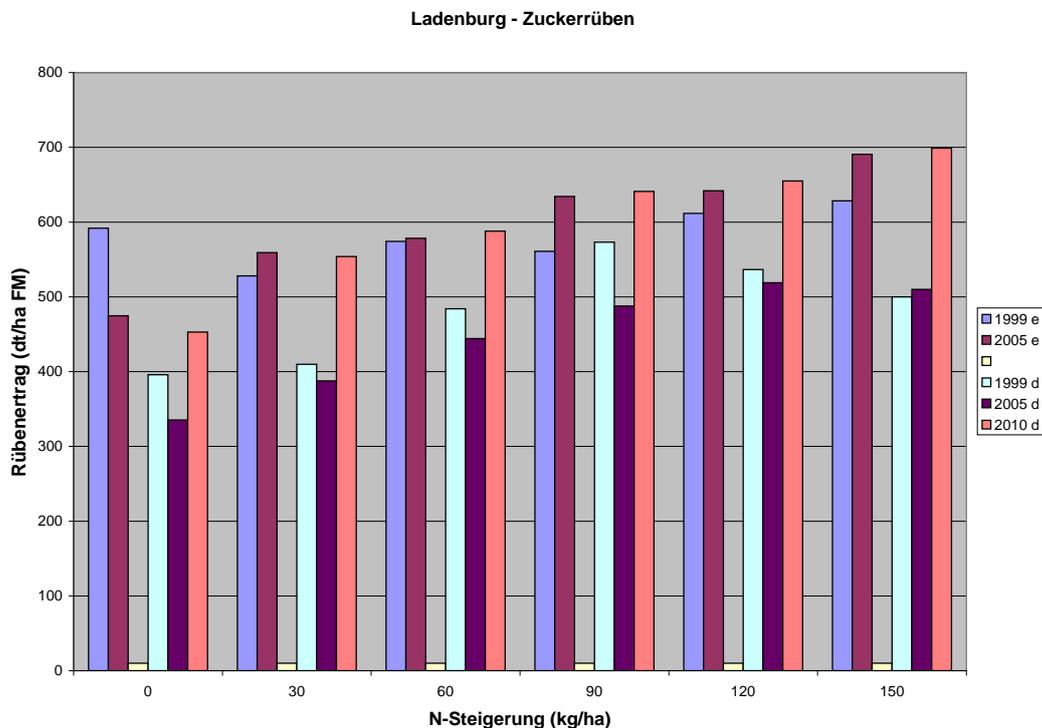


Abb. 5-2: Zuckerrübenenerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1999, 2005 und 2010 (LRA Karlsruhe)
e= einjähriger Wechselstandort; d= Dauerstandort

Tab. 5-5: Proteingehalte (%) von Silomais 2008

Standort	Jahr	Sorte	N0	N40	N80	N120	N160	N200
Ladenburg (e)	2008	PR36 K67	5,51	6,01	7,81	7,17	7,25	7,73
Ladenburg (d)	2008	PR36 K67	5,12	6,25	6,85	7,10	7,38	7,58

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerversuch

Tab. 5-6: Proteingehalte (%) von Winterweizen in den verschiedenen Anbaujahren

Standort	Jahr	Sorte	N0	N80	N120	N160	N200	N240
Ladenburg (d)	1994	Mikon A7	9,3	11,5	11,2	11,7	12,8	13,5
Ladenburg (e)	1996	Ibis	8,8	11,5	13,3	14,0	14,5	14,8
Ladenburg (d)	1996	Ibis	9,0	11,4	13,2	13,1	14,5	14,6
Ladenburg (e)	2000	Batis A	8,4	9,8	12,6	13,5	14,8	15,8
Ladenburg (d)	2000	Batis A	8,7	10,2	13,2	14,2	14,5	15,9
Ladenburg (e)	2003	Tiger A	10,7	12,6	14,5	15,5	15,9	16,2
Ladenburg (d)	2003	Tiger A	11,8	13,1	14,9	15,8	16,4	16,7
Ladenburg (e)	2006	Brilliant A	11,8	12,2	11,4	12,5	12,5	13,0
Ladenburg (d)	2006	Brilliant A	8,9	10,4	11,3	11,6	12,7	13,5
Ladenburg (d)	2009	Mercato B	8,4	8,8	11,1	11,1	11,9	12,4

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerversuch

Tab. 5-7: Zuckergehalte (%) von Zuckerrüben in den verschiedenen Anbaujahren

Standort	Jahr	Sorte	N0	N40	N80	N120	N160	N200
Ladenburg (e)	1999	Patricia	19,8	19,5	20,0	19,3	19,3	19,1
Ladenburg (d)	1999	Patricia	19,3	18,7	19,9	19,7	19,3	18,4
Ladenburg (e)	2005	Achat	15,4	15,5	13,8	14,3	14,5	14,9
Ladenburg (d)	2005	Achat	17,3	16,9	15,8	14,5	14,8	15,7
Ladenburg (d)	2010	Beretta	16,6	16,6	16,8	17,2	17,5	16,9

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerversuch

5.3.2 Fiktive Düngeempfehlungen, Düngungsoptimum, korrigierter Geldrohertrag

Die Ertragskurven zur Kennzeichnung der Abhängigkeit des Ertrages von der N-Düngung wurden, wie in den vorangegangenen Jahren, nach der Ertragsfunktion von *BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER* berechnet. Mittels eines PC-Programms kann in einer düngungsabhängigen Kurvendarstellung neben den jeweiligen Optimalpunkten für Aufwand und Ertrag auch der Ertrag bei jeder beliebigen Düngungshöhe abgeleitet werden. So wird aus dem berechneten Ertragsmaximum die für den Maximalertrag notwendige N-Düngung (N_{max}) abgelesen.

Bei der Berechnung der NID-Düngeempfehlung schlägt das Programm aufgrund der ermittelten N_{min} -Werte (Frühjahr, Boden bei 105 °C getrocknet bzw. im frischen Zustand) und den Angaben der NID-Erhebungsbögen eine Stickstoffdüngung vor. Zu ihrer Berechnung wurden die N_{min} -Werte derjenigen Varianten herangezogen, die dem N_{opt} -Wert am nächsten kamen.

Die als "Pauschalansatz" bezeichnete Düngung entspricht für die jeweilige Kultur dem mittleren N-Düngebedarf der Versuche auf den optimal gedüngten Parzellen in den Jahren 1989 bis 1992 (Prüfung von Bodenuntersuchungsverfahren zur Ermittlung des Stickstoff-Düngebedarfs landwirtschaftlicher Kulturen).

* Der korrigierte Geldrohertrag ist der um die Düngungskosten verringerte Erlös (Menge des Produktes mal erzielter Preis), d.h. eine Maßzahl zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Düngungsvarianten.

Tab. 5-8: N_{max} und N_{opt} im Vergleich mit den einzelnen Düngeempfehlungen 2008, 2009 und 2010

Standort ¹⁾	Kultur	N_{max} ²⁾	N_{opt} ³⁾	NID ⁴⁾ 105°C (frisch)	Pauschalansatz
2008					
Ladenburg (e)	Silomais	184	0	104 (97)	80
Ladenburg (d)	Silomais	200	80	109 (106)	80
2009					
Ladenburg (d)	Winterweizen	229	228	137 (126)	160
2010					
Ladenburg (d)	Zuckerrüben	149	149	65 (57)	90

¹⁾ e= einjähriger Versuch, d =mehnjähriger Dauerversuch

²⁾ N_{max} = Nährstoffmenge, die zum errechneten Höchstertrag führte

³⁾ N_{opt} = Düngungshöhe, die zum höchsten korrigierten Geldrohertrag führte

⁴⁾ Berechnungsgrundlage: Nitratwerte nach 105 °C-Bodentrocknung und frisch analysierter Boden

Korrigierte Geldroherträge (kGE)

Die korrigierten Geldroherträge beziehen sich nur auf die reinen Ertragsdaten. Qualitätsparameter werden bei der Berechnung nach BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER* nicht einbezogen. Diese Einschränkung ist bei den nachfolgenden Aussagen und Folgerungen zu berücksichtigen.

* BOGUSLAWSKI, E. V. UND SCHNEIDER, B. (1962): Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes. Z. f. Acker- und Pflanzenbau, **114**, S. 221-236, **116**, S. 231-256, 1963; **119**, S. 1-28, 1964

Tab. 5-9: Korrigierter Geldrohertrag (€/ha *) bei Nopt und bei Erträgen nach Düngeempfehlung 2008, 2009 und 2010

Standort	Kultur	N _{opt}	NID ¹⁾ 105°C	Pauschal- ¹⁾ ansatz
2008				
Ladenburg (e)	Silomais	1263	1149 (-114)	1200 (-63)
Ladenburg (d)	Silomais	1106	1079 (-27)	1106 (0)
2009				
Ladenburg (d)	Winterweizen	892	817 (-75)	859 (-33)
2010				
Ladenburg (d)	Zuckerrüben	2759	2502 (-257)	2618 (-141)

*) Basis SMais: 23,- €/t + 304,- €/ha Flächenprämie
 Basis WWei: 10,30 €/dt + 304,- €/ha Flächenprämie
 Basis ZRüb: 25 €/t + 304,- + €/ha Flächenprämie
 Faktorkosten: 1,- €/kg N (2008); 1,- €/kg N (2009); 0,80 €/kg N (2010); 20,- €/Überfahrt

¹⁾ in Klammern: Abweichung vom Erlös bei N_{opt}

Um die Zuverlässigkeit der beiden Düngebedarfsprognosen einschätzen zu können, wird der nach den Düngeempfehlungen theoretisch erzielte korrigierte Geldrohertrag (kGE_{erzielt}) relativ zu dem korrigierten Geldrohertrag (kGE_{max}) bei N_{opt} gesetzt:

$$\frac{kGE_{erzielt}}{kGE_{max}} = \text{Relativzahl}$$

Tab. 5-10: Genauigkeit der Düngebedarfsprognose in den Jahren 2008, 2009 und 2010, dargestellt anhand des Quotienten kGE_{erzielt} / kGE_{max}

Standort	Kultur	NID 105°C	Pauschalansatz
2008			
Ladenburg (e)	Silomais	0,91	0,95
Ladenburg (d)	Silomais	0,98	1,00
2009			
Ladenburg (d)	Winterweizen	0,92	0,96
2010			
Ladenburg (d)	Zuckerrüben	0,91	0,95

5.3.3 N-Entzüge, N-Salden

Durch die Gegenüberstellung von N-Zufuhr und N-Abfuhr (= N-Saldo) kann die N-Nachlieferung des Bodens verfolgt und festgestellt werden, wie sich negative oder positive N-Salden im Laufe der langjährigen Versuchsreihe auf die Ertragsentwicklung auswirken.

Tab. 5-11: N-Salden (Differenz zwischen Zu- und Abfuhr) auf den einzelnen Varianten in den Jahren 2008, 2009 und 2010 in kg N/ha

Silomais 2008						
Standort	N0	N40	N80	N120	N160	N200
Ladenburg (e)	-99,5	-84,7	-66,3	-42,1	7,4	29,8
Ladenburg (d)	-85,8	-81,6	-57,7	-39,2	-4,4	38,1

e = einjähriger Versuch, d = Dauerversuch; fett gedruckt: N-Saldo bei N_{opt}

Winterweizen 2009						
Standort	N0	N80	N120	N160	N200	N240
Ladenburg (d)	-30,2	10,3	21,0	44,8	64,9	95,5

d = Dauerversuch; fett gedruckt: N-Saldo bei N_{opt}

Zuckerrüben 2010						
Standort	N0	N30	N60	N90	N120	N150
Ladenburg (d)	-40,8	-23,5	0,6	24,1	44,1	62,5

d = Dauerversuch; fett gedruckt: N-Saldo bei N_{opt}

N-Saldo – N-Nettomineralisation

Mit den Kenngrößen „N-Saldo“ sowie „N-Nettomineralisation“ lassen sich besonders bei langjährigen, statischen Düngeversuchen der Einfluss von Kulturart sowie Düngungssystem auf den N-Haushalt des Bodens ableiten.

Die Nettomineralisation kann hierbei verschiedene Werte annehmen, die ihrerseits Aussagen über eine „Zehrung“ bzw. „Schonung“ des Boden-N-Pools ermöglichen:

$$\text{Nettomineralisation} = (\text{N-Düngung} + N_{\min} \text{ zu Veg.B.}) - (\text{N-Abfuhr} + N_{\min} \text{ n. Ernte})$$

Negativwerte:

- Nettomineralisation > N-Bilanz/-Saldo
N_{min}-Anstieg – Zehrung des Boden-N-Pools – N-Verluste möglich
- Nettomineralisation < N-Bilanz/-Saldo
N_{min}-Rückgang – Schonung des Boden-N-Pools

Positivwerte:

- Nettomineralisation < N-Bilanz/-Saldo
N_{min}-Anstieg – Zehrung des Boden-N-Pools – N-Verluste möglich
- Nettomineralisation > N-Bilanz/-Saldo
N_{min}-Rückgang – Schonung des Boden-N-Pools.

Diese Berechnung wurde im Doppelbericht 2001/2002 für alle fünf Standorte durchgeführt. Im vorliegenden Bericht wurden die Daten vom Standort Ladenburg bis einschließlich 2010 zusammengeführt (siehe Tab. 5-15). Bei den grau unterlegten Daten liegt keine N-Zehrung vor. Die N-Ausnutzung – auch bei hohen N_{\min} -Werten zu Vegetationsbeginn – war in diesen Versuchsvarianten bzw. bei den entsprechenden Kulturen gut bis sehr gut.

Bei der Tabelle ist zu beachten:

- Bei den N_{\min} -Daten handelt es sich um die Werte nach 105 °C-Bodentrocknung.
- Bei der einjährigen Versuchsanstellung gab es bei der N_{\min} -Untersuchung zu Vegetationsbeginn nur einen Mittelwert für alle 6 Varianten.

Statt des N_{\min} -wertes nach der Ernte (siehe o.g. Formel) wurde der Herbstwert zum SchALVO-Termin (November) herangezogen!

5.3.4 N_{\min} im Frühjahr, N_{\min} -Rest nach der Ernte und im Herbst

Zur Beurteilung der Stickstoffdüngung ist neben der Ertragswirksamkeit auch die im Boden verbliebene, potentiell auswaschbare Nitrat-Restmenge nach der Ernte bzw. zum SchALVO-Kontrolltermin (Spätherbst/November) von Bedeutung. Die Frühjahrswerte sind zur Orientierung aufgeführt.

Tab. 5-12: Nitratgehalte (kg N/ha) der N-Steigerungsversuche im Frühjahr und im Spätherbst- 2008, 2009 und 2010 in 0-90 cm Bodentiefe (nach Bodentrocknung bei 105 °C)

Standort / Jahr	Kultur	Ernte	N0	N80	N120	N160	N200	N240
Frühjahr 2008								
Ladenburg (e)	Silomais		51 ^{*)}					
Ladenburg (d)	Silomais		26	28	26	34	35	39
Herbst 2008								
Ladenburg (e)	Silomais	17.09.08	50	41	46	43	57	52
Ladenburg (d)	Silomais	17.09.08	17	22	53	37	62	101

^{*)} Mittelwert; e = einjähriger Versuch, d = Dauerversuch

Standort	Kultur	Ernte	N0	N80	N120	N160	N200	N240
Frühjahr 2009								
Ladenburg (d)	Winterweizen		11	12	15	15	32	39
Herbst 2009								
Ladenburg (d)	Winterweizen	20.07.09	27	33	40	43	66	55

^{*)} Mittelwert, d = Dauerversuch

Standort	Kultur	Ernte	N0	N30	N60	N90	N120	N150
Frühjahr 2010								
Ladenburg (d)	Zuckerrüben		108	37	47	51	78	75
Herbst 2010								
Ladenburg (d)	Zuckerrüben	29.09.09	39	29	35	33	37	41

^{*)} Mittelwert, d = Dauerversuch

In den nachfolgenden Abbildungen wurden die N_{\min} -Gehalte der Jahre 2008-2010 ergänzt. Es wurde nur der Dauerstandort nach Bodentrocknung bei 105 °C abgebildet.

Ladenburg (Frühjahr 1995-2010)

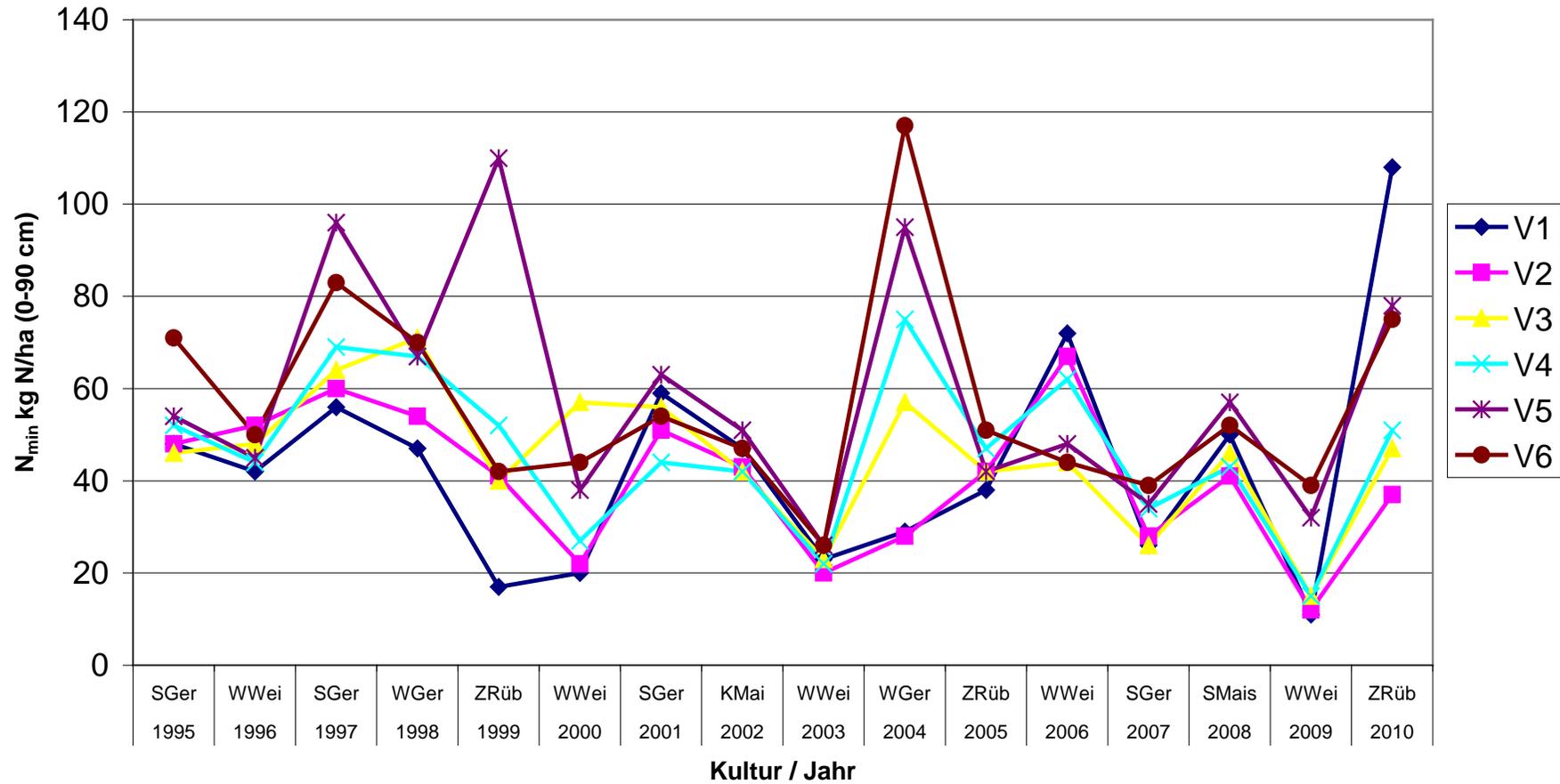


Abb. 5-3: N_{min}-Gehalte im Frühjahr auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Dauerstandort

Ladenburg (Herbst 1994-2010)

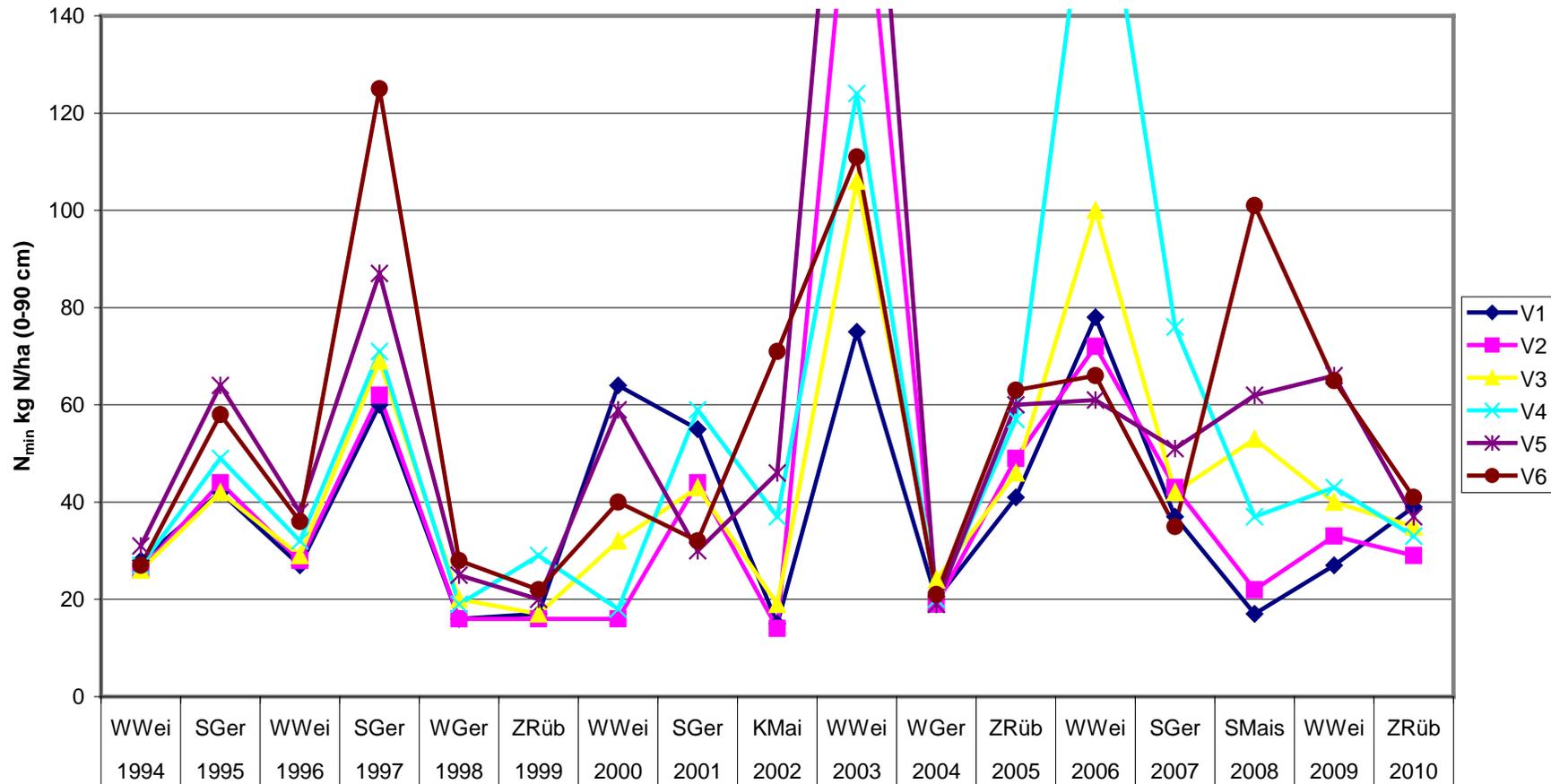


Abb. 5-4: N_{min}-Gehalte im Herbst (November) auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Dauerstandort

5.4 Zusammenfassung

Seit 2006 werden die N-Steigerungsversuche nur noch auf dem Standort Ladenburg weitergeführt. Im Jahr 2008 wurde zum letzten Mal der Wechselfersuch ausgesät, seit 2009 wird nur noch der Dauerversuch weitergeführt.

Die wirtschaftlich optimalen **Silomais-Erträge 2008** wurden beim Wechselstandort mit einer N-Nulldüngung (Variante 1) erzielt, beim Dauerversuch hat die Variante 2 (80 kg N/ha) wirtschaftlich am besten abgeschnitten. Im Jahr **2009** sind die **Winterweizen - Erträge** entsprechend dem Düngenniveau recht gut ausgefallen. Auch die **Erträge bei Zuckerrüben 2010** waren insgesamt auf recht hohem Niveau. In den Jahren 2009 und 2010 waren jeweils die höchste N-Düngungsstufen (Varianten 6) wirtschaftlich optimal.

Die **NID-Düngeempfehlungen** auf der Basis von **105°C** getrockneten und **frisch analysierten** Bodenproben waren in den Jahren 2008 bis 2010 ähnlich. Es bestätigte sich erneut, dass beide Untersuchungsverfahren als gleichwertig einzustufen sind.

Die **NID-Düngeempfehlungen** waren **bei Silomais im Vergleich zu N_{opt}** in der einjährigen Versuchsanstellung deutlich zu hoch. Dies überrascht nicht, da die N-Nulldüngung die wirtschaftlichste Variante war. Insgesamt konnte der bei der NID-Düngeempfehlung erwartete Ertrag von 500 dt FM/ha bei weitem nicht erreicht werden. Die Ertragsunterschiede waren innerhalb der gedüngten Varianten sowohl im Dauer- als auch im Wechselfersuch nicht sehr groß. Lediglich die Nullparzellen fielen auf beiden Standorten ab. Dies wird ebenfalls deutlich, wenn die Relativzahl zur Beurteilung der Düngebedarfsprognose herangezogen und damit der korrigierte Geldrohertrag von N_{opt} ins Verhältnis zum erzielten Ergebnis nach der NID-Düngeempfehlung gesetzt wird (einjährig: 0,91 bzw. Dauerversuch: 0,98).

Die **NID-Düngeempfehlungen** waren 2009 **bei Winterweizen** und 2010 **bei Zuckerrüben im Vergleich zu N_{opt}** beim Dauerversuch deutlich zu niedrig. 2009 konnte auch der erwartete Weizenertrag von 75 dt/ha, welcher der NID - Düngeempfehlung zugrunde lag, in den Varianten 4, 5 und 6 deutlich übertroffen werden. Bei den Zuckerrüben im Jahr 2010 wurde der erwartete Ertrag von 500 dt/ha, auf dem die NID-Düngeempfehlung basierte, in allen Varianten außer der Nullparzelle z.T. sehr deutlich übertroffen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass bei der NID-Düngeempfehlung der geschätzte Ertrag die Schwachstelle darstellt. Denn für die jeweilig angebaute Kultur gibt es aufgrund des Witterungsverlaufes günstige oder weniger günstige Wachstumsbedingungen, die zu Mehr- oder Mindererträgen führen können.

Die **pauschale Düngeempfehlung** lag im **Vergleich zu N_{opt}** bei Silomais im Wechselfersuch mit 80 kg N/ha zu hoch, hat aber im Dauerversuch genau gepasst. 2009 bei Winterweizen und 2010 bei Zuckerrüben waren die pauschalen Empfehlungen im Vergleich zu N_{opt} deutlich zu niedrig.

Bei Silomais sind die **N-Salden** sowohl im Dauer- als auch im Wechselfersuch nur in der V6 bzw. im Dauerversuch noch in der V5 positiv. Dies zeigt das hohe N-Nachlieferungsvermögen des Bodens zur Kultur Silomais. Der Silomais kann durch seine lange Vegetationszeit und tiefe Durchwurzelung des Bodens sowie die durchgehende Nährstoffaufnahme in den Hauptmineralisierungsmonaten Mai bis September den Bodenstickstoff optimal ausnutzen. Bei Winterweizen und Zuckerrüben war jeweils ein positiver N-Saldo von ca. 90 kg N/ha bzw. ca. 60 kg N/ha erforderlich, um den optimalen Ertrag zu erzielen. Insgesamt spiegeln sich die N-Steigerungen in den N-Salden jedoch hervorragend wieder.

Beim N-Steigerungsversuch waren die **N_{min}-Werte** im Herbst 2008 nach Silomais in den beiden hohen Düngungsstufen sowohl beim Wechsel- (V5: 74 kg N/ha, V6: 94 kg N/ha) als auch beim Dauerstandort (V5: 62 Kg N/ha, V6: 102 kg N/ha) erwartungsgemäß hoch. Beim Winterweizen 2009 sind die V4 (66 kg N/ha) und die V5 (55 kg N/ha) mit hohen Werten aufgefallen. Die N_{min}-Werte im Herbst 2010 bei den Zuckerrüben wiesen zwischen den Düngungsvarianten nur geringe Unterschiede auf und lagen im Bereich von 29 kg N/ha bei der V1 und 41 kg N/ha bei der V6.

Tab. 5-13: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und NID-Düngeempfehlung; korrigierte Geldroherträge (kGE), Dauerstandort

N _{opt} kg N/ha kGE; DM/ha*)	NID; kg N/ha kGE; DM/ha*)	Variante	Jahr	Fruchtart	N-Düngung kg N/ha	Ertrag dt/ha	TS %	TKG g	Rohprotein %	Sedi-Wert ml	HLG	Vollgerste %	Inv. Zucker % i. FM
Dauerversuch					(mehrjährig)								
			1993	KMai									
233	n.b.	1	1994	WWei	0	24,6			9,3				
2.325	n.b.	2			120	61,8			11,5				
		3			150	71,5			11,2				
		4			180	80,4			11,7				
		5			210	85,3			12,8				
		6			240	88,1			13,5				
100	75	1	1995	SGer	0	24,9			9,8				
2.064	1.975	2			25	38,4			9,8				
1)	0,96	3			50	48,0			9,6				
		4			75	52,9			10,5				
		5			100	55,4			11,5				
		6			125	57,7			12,3				
238	155	1	1996	WWei	0	26,3		46,2	9,0	26			
1.851	1.705	2			80	46,5		49,7	11,4	37			
	0,92	3			120	49,2		48,8	13,2	46			
		4			160	52,2		47,3	13,1	63			
		5			200	62,5		48,1	14,5	68			
		6			240	70,6		52,6	14,6	70			
110	35	1	1997	SGer	0	33,0			8,9				
2.128	1.723	2			25	42,4			9,3				
	0,81	3			50	50,5			9,6				
		4			75	59,1			10,5				
		5			100	61,3			11,4				
		6			125	61,8			12,5				
120	70	1	1998	WGer	0	19,6	88,3	45,2	8,7		61,3		
1.376	1.152	2			60	40,0	89,0	51,0	10,4		66,1		
	0,84	3			90	53,5	89,0	54,4	10,5		67,3		
		4			120	58,6	89,4	55,3	10,8		69,4		
		5			150	59,3	88,4	55,6	13,1		69,4		
		6			180	59,4	88,4	56,2	14,3		69,2		
100	115	1	1999	ZRüb	0	395,9	25,2		2,9			76,0	19,3
4.971	4.790	2			30	409,9	23,9		2,8			77,5	18,7
	0,96	3			60	484,1	25,5		2,9			77,2	19,9
		4			90	573,2	25,3		3,3			77,0	19,7
		5			120	536,6	24,7		3,9			77,1	19,3
		6			150	500,0	23,9		4,3			76,0	18,4
120	120	1	2000	WWei	0	26,6	88,1	49,9	8,7	18	80,26		
1.484	1.484	2			80	54,8	88,8	54,9	10,2	27	81,8		
	1,00	3			120	57,4	88,7	54,4	13,2	49	83,74		
		4			160	63,3	88,7	52,7	14,2	61	83,07		
		5			200	63,3	88,6	51,5	14,5	64	83,01		
		6			240	61,7	87,3	47,1	15,9	67	81,72		

*) kGE; DM/ha bis 2000 ; kGE; €/ha ab 2001 *berechnet nach BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER*

1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/Nopt

Tab. 5-13: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und NID Düngeempfehlung; korrigierte Geldroherträge (kGE) - 1. Fortsetzung

N_{opt} kg N/ha kGE; DM/ha*)	NID; kg N/ha kGE; DM/ha*)	Variante	Jahr	Fruchtart	N-Düngung kg N/ha	Ertrag dt/ha	TS %	TKG g	Rohprotein %	Sedi-Wert ml	HLG	Vollgerste %	Inv. Zucker % i. FM
100	60	1	2001	SGer	0	18,9		45,7	8,8			93,5	
916	841	2			25	32,6		45,0	8,8			92,8	
	0,92	3			50	39,2		45,3	9,0			91,9	
		4			75	46,6		44,7	10,6			88,0	
		5			100	47,0		43,3	11,5			81,6	
		6			125	48,4		44,5	12,8			82,3	
161	90	1	2002	KMai	0	60,5			6,7				
1.630	1.457	2			40	79,2			6,9				
	0,89	3			80	91,3			7,9				
		4			120	106,4			8,8				
		5			160	110,9			9,4				
		6			200	107,2			9,5				
217	145	1	2003	WWei	0	15,6		51,2	11,8	33	85,5		
752	686	2			80	34,1		55,3	13,1	46	84,9		
	0,91	3			120	33,0		54,4	14,9	58	84,8		
		4			160	43,6		53,8	15,8	60	83,9		
		5			200	46,9		51,3	16,4	58	82		
		6			240	46,7		52,9	16,7	58	81,9		
120	40	1	2004	WGer	0	37,8		48,6	9,3			96,9	
984	780	2			30	55,0		51,5	9,3			97,1	
	0,79	3			60	71,5		51,4	9,6			97,9	
		4			90	79,4		50,6	10,8			97,7	
		5			120	84,6		51,6	12,5			98,1	
		6			150	88,5		48,7	13,4			95,3	
128	120	1	2005	ZRüb	0	335,3	23,2		2,5				17,3
3.162	3.138	2			30	387,5	22,8		3,1				16,9
	0,99	3			60	444,2	23,5		2,9				15,8
		4			90	484,7	24,0		3,1				14,5
		5			120	518,9	23,8		3,9				14,8
		6			150	510,0	23,5		4,6				15,7
219	75	1	2006	WWei	0	29,2		32,6	8,9		80,6		
956	778	2			80	49,3		36,9	10,4		83,7		
	0,81	3			120	56,0		31,8	11,3		84,9		
		4			160	65,2		34,2	11,6		85,5		
		5			200	68,7		32,8	12,7		84,9		
		6			240	70,2		31,3	13,5		84,1		
124	75	1	2007	SGer	0	11,9		20,5	11,7			77,8	
860	745	2			25	19,3		26,7	11,2			86,4	
	0,87	3			50	25,3		36,2	11,7			89,6	
		4			75	29,4		34,0	12,8			86,5	
		5			100	34,2		39,1	12,8			86,2	
		6			125	37,8		35,9	13,5			83,9	

*) kGE; DM/ha bis 2000 ; kGE; €/ha ab 2001 berechnet nach BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER

1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/N_{opt}

Tab. 5-13: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und NID Düngeempfehlung; korrigierte Gelderträge (kGE) - 2. Fortsetzung

N_{opt} kg N/ha kGE; DM/ha*)	NID; kg N/ha kGE; DM/ha*)	Variante	Jahr	Fruchtart	N-Düngung kg N/ha	Ertrag dt/ha	TS %	TKG g	Rohprotein %	Sedi-Wert ml	HLG	Vollgerste %	Inv. Zucker % i. FM
80	109	1	2008	SMai	0	121,7			5,1				
1.106	1.079	2			40	141,4			6,3				
	0,98	3			80	145,4			6,9				
		4			120	162,9			7,1				
		5			160	161,9			7,4				
		6			200	155,3			7,6				
228	137	1	2009	WWei	0	26,1		37,0	8,4		68,5		
892	817	2			80	57,6		44,1	8,8		71,6		
	0,92	3			120	64,8		46,9	11,1		73,3		
		4			160	75,4		45,7	11,1		73,8		
		5			200	82,5		43,3	11,9		74,6		
		6			240	84,7		41,3	12,4		74,1		
149	65	1	2010	ZRüb	0	453,0	23,7		2,4				16,6
2.759	2.502	2			30	554,0	23,6		2,6				16,6
	0,91	3			60	588,0	23,3		2,6				16,8
		4			90	641,0	23,7		2,8				17,2
		5			120	655,0	22,7		3,1				17,5
		6			150	699,0	22,8		3,4				16,9

*) kGE; DM/ha bis 2000 ; kGE; €/ha ab 2001 *berechnet nach BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER*

1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/N_{opt}

Tab. 5-14: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und NID Düngeempfehlung; korrigierte Geldroherträge (kGE) - wechselnde Standorte

N _{opt} kg N/ha kGE; DM/ha*)	NID; kg N/ha kGE; DM/ha*)	Variante	Jahr	Fruchtart	N-Düngung kg N/ha	Ertrag dt/ha	TS %	TKG g	Rohprotein %	Sedi-Wert ml	HLG	Vollgerste %	Inv. Zucker % i. FM
Wechselversuch					(einjährig)								
200	155	1	1996	WWei	0	37,5		55,6	8,8	27			
2.156	2.119	2			80	59,7		58,9	11,5	38			
1)	0,98	3			120	68,2		59,8	13,3	46			
		4			160	75,1		59,7	14,0	61			
		5			200	78		58,5	14,5	66			
		6			240	79,4		58,6	14,8	67			
101	60	1	1997	SGer	0	42,8			8,5				
2.163	1.992	2			25	48,8			8,8				
	0,92	3			50	53,9			9,6				
		4			75	61,2			10,3				
		5			100	62,3			11,1				
		6			125	60,3			11,7				
120	70	1	1998	WGer	0	37,8	89,8	56	8,5	18	69,2		
1.492	1.443	2			60	57,5	89,7	57,8	9,4	28	71,4		
	0,97	3			90	59,7	90,0	10,4	10,4	56	71,8		
		4			120	63,7	89,5	10,4	10,4	66	71,3		
		5			150	65,3	89,8	13,1	13,1	66	69,5		
		6			180	61,6	89,2	14,1	14,1	68	70,2		
134	120	1	1999	ZRüb	0	591,9	25,5		3,1			76,5	19,8
5.276	5.268	2			30	528,1	25,3		3,4			76,0	19,5
	1,00	3			60	574,1	25,6		3,6			77,2	20,0
		4			90	561	25,2		4,0			75,9	19,3
		5			120	611,6	25,5		5,2			74,8	19,3
		6			150	628,5	25,0		4,7			75,4	19,1
120	95	1	2000	WWei	0	35,1	88,9	54,5	8,4	18	83,0		
1.601	1.564	2			80	62,6	88,2	54,4	9,8	28	82,8		
	0,98	3			120	62,6	89,2	57,7	12,6	44	85,3		
		4			160	68,4	89,8	53,8	13,5	56	85,8		
		5			200	66	89,4	53,5	14,8	66	84,8		
		6			240	65,9	89,1	49,1	15,8	68	84,0		
107	60	1	2001	SGer	0	33,4		48,5	8,7			95,1	
1.019	963	2			25	44,2		48,8	8,9			94,8	
	0,95	3			50	47,7		46,9	9,5			94,0	
		4			75	50,9		45,6	10,7			89,6	
		5			100	54,9		45,1	11,5			87,3	
		6			125	54		45,1	11,8			89,0	
161	90	1	2002	KMai	0	69,4			6,7				
1.622	1.482	2			40	83,3			7,6				
	0,91	3			80	96,6			8,1				
		4			120	100,6			8,8				
		5			160	111			9,3				
		6			200	104,7			9,4				

*) kGE; DM/ha bis 2000 ; kGE; €/ha ab 2001 *berechnet nach BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER*

1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/N_{opt}

Tab. 5-14: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und NID Düngeempfehlung; korrigierte Gelderträge (kGE) - wechselnde Standorte 1. Fortsetzung

N_{opt} kg N/ha	NID; kg N/ha	Variante	Jahr	Fruchtart	N-Düngung	Ertrag	TS	TKG	Rohprotein	Sedi-Wert	HLG	Vollgerste	Inv. Zucker
kGE; DM/ha*)	kGE; DM/ha*)				kg N/ha	dt/ha	%	g	%	ml		%	% i. FM
160	145	1	2003	WWei	0	19,9		46,9	10,7	26	84,2		
761	749	2			80	38,6		56,7	12,6	44	84,1		
	0,98	3			120	39,1		52,4	14,6	55	86,0		
		4			160	43,6		53,9	15,5	58	84,1		
		5			200	47,7		50,5	15,9	55	83,7		
		6			240	49,2		52,5	16,2	59	83,4		
149	95	1	2004	WGer	0	53,9		49,0	9,4			96,7	
1.021	983	2			30	67,5		51,7	9,6			97,7	
	0,96	3			60	77,5		52,5	9,9			98,1	
		4			90	82,9		52,8	10,8			97,3	
		5			120	88,4		52,8	11,8			98,2	
		6			150	92,3		53,5	12,6			97,6	
148	120	1	2005	ZRüb	0	474,7	22,9		2,6				15,4
4.046	3.954	2			30	559,2	23,7		2,4				15,5
	0,98	3			60	578,3	23,4		3,1				13,8
		4			90	634,2	24,1		2,9				14,3
		5			120	641,9	23,4		3,4				14,5
		6			150	690,8	23,9		4,6				14,9
230	80	1	2006	WWei	0	41,1		35,8	11,8		82,6		
1.030	889	2			80	58,7		34,3	12,2		83,9		
	0,86	3			120	60,6		35,2	11,4		85		
		4			160	68,8		35,1	12,5		84,5		
		5			200	74,5		35,5	12,5		84,9		
		6			240	76,2		39,7	13		84,8		
50	45	1	2007	SGer	0	37,2		39,2	11,7			90,6	
1.060	1.054	2			25	41,7		40,1	12,5			88,6	
	0,99	3			50	44,7		39,3	12,9			88,6	
		4			75	44,5		37,1	13,6			84,8	
		5			100	46,4		37,3	13,9			82,7	
		6			125	46,9		34,2	14,3			84,2	
0	104	1	2008	SMai	0	131,3			5,5				
1.263	1.149	2			40	150,8			6,0				
	1	3			80	156,2			6,8				
		4			120	164,3			7,2				
		5			160	153,0			7,3				
		6			200	160,0			7,7				

*) kGE; DM/ha bis 2000 ; kGE; €/ha ab 2001 *berechnet nach BOGUSLAWSKI/SCHNEIDER*

1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/N_{opt}

Tab. 5-15: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995

Standort	Dauer	Kultur	N-Gabe	Ertrag	Protein	N-Entzug	N-Saldo	N-Entzug	N _{min} Frühjahr	N _{min} Herbst	N-Bedarf	Nettomineralisation
			kg N/ha	dt/ha	%	kg N/ha	kg N/ha	kg N/dt Ertrag	kg N/ha *)	kg N/ha *)	kg N/ha	kg N/ha
Ladenburg 1995	mehrfährig	So.Gerste	0	24,9	9,8	33,6	-33,6	1,35	48	42	54	-27,6
			25	38,4	9,8	51,8	-26,8	1,35	48	44	72	-22,8
			50	48	9,6	63,4	-13,4	1,32	46	42	83	-9,4
			75	52,9	10,5	76,4	-1,4	1,44	52	49	96	1,6
			100	55,4	11,5	87,7	12,3	1,58	54	64	108	2,3
Ladenburg 1996	einjährig	W.Weizen	125	57,7	12,3	97,7	27,3	1,69	71	58	118	40,3
			0	37,5	8,8	45,4	-45,4	1,21	41	28	65	-32,4
			80	59,7	11,5	94,5	-14,5	1,58	41	21	114	5,5
			120	68,2	13,3	124,8	-4,8	1,83	41	22	145	14,2
			160	75,1	14	144,7	15,3	1,93	41	25	165	31,3
Ladenburg 1996	mehrfährig	W.Weizen	200	78	14,5	155,6	44,4	2,00	41	26	176	59,4
			240	79,4	14,8	161,7	78,3	2,04	41	28	182	91,3
			0	26,3	9	32,6	-32,6	1,24	42	27	53	-17,6
			80	46,5	11,4	72,9	7,1	1,57	52	28	93	31,1
			120	49,2	13,2	89,4	30,6	1,82	48	29	109	49,6
Ladenburg 1997	einjährig	So.Gerste	160	52,2	13,1	94,1	65,9	1,80	44	32	114	77,9
			200	62,5	14,5	124,7	75,3	2,00	45	38	145	82,3
			240	70,6	14,6	141,8	98,2	2,01	50	36	162	112,2
			0	42,8	8,5	50,1	-50,1	1,17	69	59	70	-40,1
			25	48,8	8,8	59,1	-34,1	1,21	69	67	79	-32,1
Ladenburg 1997	mehrfährig	So.Gerste	50	53,9	9,6	71,2	-21,2	1,32	69	70	91	-22,2
			75	61,2	10,3	86,7	-11,7	1,42	69	80	107	-22,7
			100	62,3	11,1	95,2	4,8	1,53	69	87	115	-13,2
			125	60,3	11,7	97,1	27,9	1,61	69	82	117	14,9
			0	33	8,9	40,4	-40,4	1,22	56	60	60	-44,4
Ladenburg 1998	einjährig	W.Gerste	25	42,4	9,3	54,3	-29,26	1,28	60	62	74	-31,3
			50	50,5	9,6	66,7	-16,71	1,32	64	69	87	-21,7
			75	59,1	10,5	85,4	-10,39	1,44	69	71	105	-12,4
			100	61,3	11,4	96,2	3,84	1,57	96	87	116	12,8
			125	61,8	12,5	106,3	18,70	1,72	83	125	126	-23,3
Ladenburg 1998	mehrfährig	W.Gerste	0	37,8	8,5	44,2	-44,2	1,17	66	20	64	1,8
			60	57,5	9,4	74,4	-14,4	1,29	66	20	94	31,6
			90	59,7	10,4	85,4	4,6	1,43	66	22	105	48,6
			120	63,7	10,4	91,2	28,8	1,43	66	26	111	68,8
			150	65,3	13,1	117,7	32,3	1,80	66	19	138	79,3
Ladenburg 1998	einjährig	W.Gerste	180	61,6	14,1	119,5	60,5	1,94	66	21	140	105,5
			0	19,6	8,7	23,5	-23,5	1,20	47	16	43	7,5
			60	40	14,3	78,7	-18,7	1,97	54	16	99	19,3
			90	53,5	10,5	77,3	12,7	1,44	71	20	97	63,7
			120	58,6	10,8	87,1	32,9	1,49	67	19	107	80,9
Ladenburg 1998	mehrfährig	W.Gerste	150	59,3	13,1	106,9	43,1	1,80	67	25	127	85,1
			180	59,4	10,4	85,0	95,0	1,43	70	28	105	137,0

*) N_{min}-Werte nach 105°C-Bodentrocknung

Tab. 5-15: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995 - 1. Fortsetzung

Standort	Dauer	Kultur	N-Gabe kg N/ha	Ertrag dt/ha	Protein %	N-Entzug kg N/ha	N-Saldo kg N/ha	N-Entzug kg N/dt Ertrag	N _{min} Frühjahr kg N/ha *)	N _{min} Herbst kg N/ha *)	N-Bedarf kg N/ha	Nettomineralisation kg N/ha
Ladenburg 1999	einjährig	Z.Rüben	0	591,9	3,1	73,8	-73,8	0,12	44	106	104	-135,8
			30	528,1	3,4	72,3	-42,3	0,14	44	31	102	-29,3
			60	574,1	3,6	83,2	-23,2	0,14	44	35	113	-14,2
			90	561	4	90,3	-0,3	0,16	44	29	120	14,7
			120	611,6	5,2	128,0	-8,0	0,21	44	26	158	10,0
Ladenburg 1999	mehrfährig	Z.Rüben	0	395,9	2,9	46,2	-46,2	0,12	17	17	76	-46,2
			30	409,9	2,8	46,2	-16,2	0,11	41	16	76	8,8
			60	484,1	2,9	56,5	3,5	0,12	40	17	86	26,5
			90	573,2	3,3	76,1	13,9	0,13	52	29	106	36,9
			120	536,6	3,9	84,2	35,8	0,16	110	20	114	125,8
Ladenburg 2000	einjährig	W.Weizen	0	35,1	8,39	40,5	-40,5	1,15	64	22	61	1,5
			80	62,6	9,83	84,7	-4,7	1,35	64	44	105	15,3
			120	62,6	12,59	108,4	11,6	1,73	64	32	128	43,6
			160	68,4	13,45	126,6	33,4	1,85	64	38	147	59,4
			200	66	14,75	134,0	66,0	2,03	64	73	154	57,0
Ladenburg 2000	mehrfährig	W.Weizen	0	26,6	8,65	31,7	-31,7	1,19	20	64	52	-75,7
			80	54,8	10,19	76,8	3,2	1,40	22	16	97	9,2
			120	57,4	13,24	104,6	15,4	1,82	57	32	125	40,4
			160	63,3	14,22	123,9	36,1	1,96	27	18	144	45,1
			200	63,3	14,51	126,4	73,6	2,00	38	59	146	52,6
Ladenburg 2001	einjährig	So.Gerste	0	33,4	8,73	40,1	-40,1	1,20	77	22	60	14,9
			25	44,2	8,85	53,8	-28,8	1,22	77	21	74	27,2
			50	47,7	9,48	62,2	-12,2	1,30	77	24	82	40,8
			75	50,9	10,69	74,9	0,1	1,47	77	23	95	54,1
			100	54,9	11,53	87,1	12,9	1,59	77	24	107	65,9
Ladenburg 2001	mehrfährig	So.Gerste	0	18,9	8,8	22,9	-22,9	1,21	59	55	43	-18,9
			25	32,6	8,78	39,4	-14,4	1,21	51	44	59	-7,4
			50	39,2	9,01	48,6	1,4	1,24	56	43	69	14,4
			75	46,6	10,55	67,6	7,4	1,45	44	59	88	-7,6
			100	47	11,54	74,6	25,4	1,59	63	30	95	58,4
Ladenburg 2002	einjährig	Kö.Mais	0	69,4	6,69	63,9	-63,9	0,92	51	21	84	-33,9
			40	83,3	7,57	86,8	-46,8	1,04	51	22	107	-17,8
			80	96,6	8,09	107,5	-27,5	1,11	51	22	128	1,5
			120	100,6	8,83	122,2	-2,2	1,22	51	26	142	22,8
			160	111	9,25	141,3	18,7	1,27	51	37	161	32,7
			200	104,7	9,42	135,7	64,3	1,30	51	65	156	50,3

*) N_{min}-Werte nach 105°C-Bodentrocknung

Tab. 5-15: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995 - 2. Fortsetzung

Standort	Dauer	Kultur	N-Gabe kg N/ha	Ertrag dt/ha	Protein %	N-Entzug kg N/ha	N-Saldo kg N/ha	N-Entzug kg N/dt Ertrag	N _{min} Frühjahr kg N/ha *)	N _{min} Herbst kg N/ha *)	N-Bedarf kg N/ha	Nettomineralisation kg N/ha
Ladenburg 2002	mehrfährig	Kö.Mais	0	60,5	6,69	55,7	-55,7	0,92	47	15	76	-23,7
			40	79,2	6,88	75,0	-35,0	0,95	43	14	95	-6,0
			80	91,3	7,87	98,9	-18,9	1,08	42	19	119	4,1
			120	106,4	8,76	128,3	-8,3	1,21	42	37	148	-3,3
			160	110,9	9,36	142,8	17,2	1,29	51	46	163	22,2
Ladenburg 2003	einjährig	W.Weizen	0	19,88	10,7	29,3	-29,3	1,47	22	138	49	-145,3
			80	38,58	12,62	67,0	13,0	1,74	22	185	87	-150,0
			120	39,12	14,57	78,4	41,6	2,00	22	117	98	-53,4
			160	43,58	15,52	93,1	66,9	2,14	22	160	113	-71,1
			200	47,76	15,92	104,6	95,4	2,19	22	121	125	-3,6
Ladenburg 2003	mehrfährig	W.Weizen	0	15,62	11,76	25,3	-25,3	1,62	23	75	45	-77,3
			80	34,06	13,09	61,3	18,7	1,80	20	186	81	-147,3
			120	32,96	14,87	67,4	52,6	2,05	23	106	87	-30,4
			160	43,64	15,83	95,1	64,9	2,18	22	124	115	-37,1
			200	46,86	16,4	105,7	94,3	2,26	26	232	126	-111,7
Ladenburg 2004	einjährig	W.Gerste	0	53,9	9,4	69,7	-69,7	1,29	38	21	90	-52,7
			30	67,5	9,6	89,2	-59,2	1,32	38	19	109	-40,2
			60	77,49	9,9	105,6	-45,6	1,36	38	21	126	-28,6
			90	82,92	10,8	123,2	-33,2	1,49	38	20	143	-15,2
			120	88,43	11,8	143,6	-23,6	1,62	38	19	164	-4,6
Ladenburg 2004	mehrfährig	W.Gerste	0	37,83	9,3	48,4	-48,4	1,28	29	20	68	-39,4
			30	54,95	9,3	70,3	-40,3	1,28	28	19	90	-31,3
			60	71,51	9,6	94,5	-34,5	1,32	57	24	114	-1,5
			90	79,4	10,8	118,0	-28,0	1,49	75	20	138	27,0
			120	84,59	12,5	145,5	-25,5	1,72	95	19	165	50,5
Ladenburg 2005	einjährig	Z.Rüben	0	474,7	2,6	45,3	-45,3	0,10	43	31	65	-33,3
			30	559,2	2,35	49,8	-19,8	0,09	43	30	80	-6,8
			60	578,3	3,05	66,2	-6,2	0,11	43	35	96	1,8
			90	634,2	2,86	70,1	19,9	0,11	43	30	100	32,9
			120	641,9	3,36	80,6	39,4	0,13	43	34	111	48,4
Ladenburg 2005	mehrfährig	Z.Rüben	0	335,3	2,54	31,7	-31,7	0,09	38	41	62	-34,7
			30	387,5	3,05	43,2	-13,2	0,11	42	49	73	-20,2
			60	444,2	2,86	47,7	12,3	0,11	42	46	78	8,3
			90	487,7	3,11	58,3	31,7	0,12	47	57	88	21,7
			120	518,9	3,87	76,5	43,5	0,15	42	60	106	25,5
			150	510	4,57	87,4	62,6	0,17	51	63	117	50,6

*) N_{min}-Werte nach 105°C-Bodentrocknung

Tab. 5-15: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995 - 3. Fortsetzung

Standort	Dauer	Kultur	N-Gabe kg N/ha	Ertrag dt/ha	Protein %	N-Entzug kg N/ha	N-Saldo kg N/ha	N-Entzug kg N/dt Ertrag	N _{min} Frühjahr kg N/ha *)	N _{min} Herbst kg N/ha *)	N-Bedarf kg N/ha	Nettomineralisation kg N/ha
Ladenburg 2006	einjährig	W.Weizen	0	41,1	11,8	66,7	-66,7	1,62	42	19	87	-43,7
			80	58,7	12,2	98,5	-18,5	1,68	42	16	119	7,5
			120	60,6	11,4	95,1	24,9	1,57	42	16	115	50,9
			160	68,8	12,5	118,3	41,7	1,72	42	21	138	62,7
			200	74,5	12,5	128,1	71,9	1,72	42	20	148	93,9
			240	76,2	13	136,3	103,7	1,79	42	27	156	118,7
Ladenburg 2006	mehrjährig	W.,Weizen	0	29,2	8,9	35,8	-35,8	1,22	72	78	56	-41,8
			80	49,3	10,4	70,6	9,4	1,43	67	72	91	4,4
			120	56	11,3	87,1	32,9	1,55	44	100	107	-23,1
			160	65,2	11,6	104,1	55,9	1,60	62	182	124	-64,1
			200	68,7	12,7	120,1	79,9	1,75	48	61	140	66,9
			240	70,2	13,5	130,4	109,6	1,86	44	66	150	87,6
Ladenburg 2007	einjährig	e	0	37,2	11,7	59,9	-59,9	1,61	81	20	80	1,1
			25	41,7	12,5	71,7	-46,7	1,72	81	24	92	10,3
			50	44,7	12,9	79,3	-29,3	1,78	81	19	99	32,7
			75	44,5	13,6	83,3	-8,3	1,87	81	21	103	51,7
			100	46,4	13,9	88,7	11,3	1,91	81	34	109	58,3
			125	46,9	14,3	92,3	32,7	1,97	81	25	112	88,7
Ladenburg 2007	mehrjährig	So.Gerste	0	11,9	11,7	19,2	-19,2	1,61	26	37	39	-30,2
			25	19,3	11,2	29,7	-4,7	1,54	28	43	50	-19,7
			50	25,3	11,7	40,7	9,3	1,61	26	42	61	-6,7
			75	29,4	12,8	51,8	23,2	1,76	34	76	72	-18,8
			100	34,2	12,8	60,2	39,8	1,76	35	51	80	23,8
			125	37,8	13,5	70,2	54,8	1,86	39	35	90	58,8
Ladenburg 2008	einjährig	S.Mais	0	131,3	5,51	99,5	-99,5	0,76	51	15	120	-63,5
			40	150,8	6,01	124,7	-84,7	0,83	51	19	145	-52,7
			80	156,2	6,81	146,3	-66,3	0,94	51	29	166	-44,3
			120	164,3	7,17	162,1	-42,1	0,99	51	58	182	-49,1
			160	153,0	7,25	152,6	7,4	1,00	51	74	173	-15,6
			200	160,0	7,73	170,2	29,8	1,06	51	94	190	-13,2
Ladenburg 2008	mehrjährig	S.Mais	0	121,7	5,12	85,8	-85,8	0,70	50	17	106	-52,8
			40	141,4	6,25	121,6	-81,6	0,86	41	22	142	-62,6
			80	145,4	6,85	137,1	-57,1	0,94	46	53	157	-64,1
			120	162,9	7,10	159,2	-39,2	0,98	43	37	179	-33,2
			160	161,9	7,38	164,4	-4,4	1,02	57	62	184	-9,4
			200	155,3	7,58	161,9	38,1	1,04	52	101	182	-10,9
Ladenburg 2009	mehrjährig	W.Weizen	0	26,1	8,4	30,2	-30,2	1,16	11	27	50	-46,2
			80	57,6	8,8	69,7	10,3	1,21	12	33	90	-10,7
			120	64,8	11,1	99,0	21,0	1,53	15	40	119	-4,0
			160	75,4	11,1	115,2	44,8	1,53	15	43	135	16,8
			200	82,5	11,9	135,1	64,9	1,64	32	66	155	30,9
			240	84,7	12,4	144,5	95,5	1,71	39	55	165	79,5

*) N_{min}-Werte nach 105°C-Bodentrocknung

Tab. 5-15: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995 - 4. Fortsetzung

Standort	Dauer	Kultur	N-Gabe kg N/ha	Ertrag dt/ha	Protein %	N-Entzug kg N/ha	N-Saldo kg N/ha	N-Entzug kg N/dt Ertrag	N _{min} Frühjahr kg N/ha *)	N _{min} Herbst kg N/ha *)	N-Bedarf kg N/ha	Nettomineralisation kg N/ha
Ladenburg	mehrfährig	Z.Rüben	0	453	2,38	40,8	-40,8	0,09	108	39	71	28,2
	2010		30	554	2,56	53,5	-23,5	0,10	37	29	84	-15,5
			60	588	2,71	59,4	0,6	0,10	47	35	89	12,6
			90	641	2,71	65,9	24,1	0,10	51	33	96	42,1
			120	655	3,06	72,9	47,1	0,11	78	37	103	88,1
			150	699	3,44	87,5	62,5	0,13	75	41	117	96,5

*) N_{min}-Werte nach 105°C-Bodentrocknung

N-Bedarf = (Ertrag * N-Entzug) + Zuschlag

Zuschlag: bei Raps und Zuckerrüben **+30**; bei allen anderen Kulturen **+20**

Nettomineralisation = (N-Gabe + N_{min} Frühjahr) - (N-Entzug/ha + N_{min} im Herbst)

Tab. 5-16: Boden-Grunduntersuchungen: Standort Ladenburg, Herbst 2007, Dauerversuch

Variante	Schicht	Bodenart	pH-Wert	pH-Kl.	P ₂ O ₅ mg/100g	Geh.- Kl.	K ₂ O mg/100g	Geh.- Kl.	Mg mg/100g	Geh.- Kl.
V1	0 - 30	uL	7,3	D	12	B	18	C	8	C
V1	30 - 60	uL	7,4		7		12		8	
V1	60 - 90	uL	7,6		3		6		8	
V2	0 - 30	uL	7,4	D	8	B	15	C	8	C
V2	30 - 60	uL	7,4		4		10		8	
V2	60 - 90	uL	7,6		2		5		7	
V3	0 - 30	uL	7,3	D	8	B	13	B	8	C
V3	30 - 60	uL	7,5		5		10		8	
V3	60 - 90	uL	7,7		3		5		7	
V4	0 - 30	uL	7,3	C	7	B	14	B	9	C
V4	30 - 60	uL	7,4		3		9		10	
V4	60 - 90	uL	7,6		2		5		8	
V5	0 - 30	uL	7,3	D	6	B	13	B	9	C
V5	30 - 60	uL	7,4		3		9		10	
V5	60 - 90	uL	7,6		2		5		8	
V6	0 - 30	uL	7,3	D	7	B	12	B	9	C
V6	30 - 60	uL	7,4		4		9		9	
V6	60 - 90	uL	7,6		2		5		8	

Tab. 5-17: Boden-Grunduntersuchungen: Standort Ladenburg, Herbst 2007, wechselnder Standort

Variante	Schicht	Bodenart	pH-Wert	pH-Kl.	P ₂ O ₅ mg/100g	Geh.- Kl.	K ₂ O mg/100g	Geh.- Kl.	Mg mg/100g	Geh.- Kl.
V1	0 - 30	uL	7,2	D	12	B	18	C	9	C
V1	30 - 60	uL	7,4		4		10		9	
V1	60 - 90	uL	7,7		3		4		8	
V2	0 - 30	uL	7,4	D	13	C	17	C	9	C
V2	30 - 60	uL	7,5		5		10		9	
V2	60 - 90	uL	7,7		3		4		7	
V3	0 - 30	uL	7,3	D	13	C	19	C	10	C
V3	30 - 60	uL	7,5		5		9		9	
V3	60 - 90	uL	7,7		5		4		7	
V4	0 - 30	uL	7,3	D	13	C	19	C	9	C
V4	30 - 60	uL	7,5		6		10		8	
V4	60 - 90	uL	7,7		4		4		6	
V5	0 - 30	uL	7,5	E	14	C	18	C	8	C
V5	30 - 60	uL	7,5		6		6		8	
V5	60 - 90	uL	7,7		3		5		7	
V6	0 - 30	uL	7,4	D	16	C	19	C	8	C
V6	30 - 60	uL	7,5		6		9		8	
V6	60 - 90	uL	7,7		3		5		6	

pH-Kl. = pH-Klasse

Geh.-Kl. = Gehaltsklasse

6 N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010

Bernd Rothfuß

6.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

Welche N-Düngungsstrategien sind bei den praxisrelevanten Winterbraugerstesorten optimal?

In den letzten Jahren haben die baden-württembergischen Landwirte aufgrund mangelnder Wirtschaftlichkeit den Braugerstenanbau deutlich eingeschränkt. So verminderte sich in Baden-Württemberg allein in den Jahren 2008 bis 2010 die Anbaufläche von 86.900 ha auf 60.100 ha. Zwar wird der Erzeugerpreis durch diesen Anbau rückgang und der Tatsache, dass es in den letzten zwei Jahren nur Durchschnittsernten gab, vermutlich wieder steigen. Es ist aber zu bezweifeln, dass die Landwirte den Sommergerstenanbau wieder in altem Anbauumfang in die Fruchtfolge aufnehmen. In Zeiten des Biogasbooms haben viele Landwirte den Silomaisanbau für Biogasbetriebe in ihre Fruchtfolge aufgenommen und haben sich z.T. mit langfristigen Lieferverträgen an den Biogasbetreiber gebunden.

Deshalb könnte der Anbau von Winterbraugerste, die hinsichtlich Ertragsleistung und -sicherheit der Sommergerste überlegen ist, für manchen Landwirt eine interessante Alternative darstellen, zumal es mittlerweile Sorten gibt, die auch von der Malzindustrie nachgefragt werden.

Um einen hohen Ertrag bei entsprechend niedrigem Rohproteingehalt zu erreichen, kommt es vor allem auf eine angepasste N-Düngungsstrategie an. Da es hier an entsprechenden Erfahrungen mangelt, wurde dieser Versuch mit drei Sorten an vier Standorten (Tab. 6-1) über ein Zeitraum von drei Jahren durchgeführt.

Standort- und Anbaudaten

Tab. 6-1: Allgemeine Angaben zu den Versuchsorten:

Versuchsort	Höhe ü. NN	Nieder- schl. Ø	Temp. °C.Ø	Bodentyp	Bod. Art	Ack. Zahl	pH- Wert	Vor- frucht
Boxberg	360	720	8.4	Parabraunerde	uL	60	6,5	W.-raps
Kraichtal	210	650	9.3	Parabraunerde	uL	82	7,1	W.-raps
Krauchen- wies	620	790	7.2	Pseudogley- Parabraunerde	sL	56	5,5	Brache
Ladenburg	100	676	11,2	Auenboden	tL	84	7,3	Hafer

Als Vorfrüchte standen in Boxberg und Kraichtal in allen drei Jahren Winterraps, in Krauchenwies Brache und in Ladenburg Hafer. Die Grundbodenbearbeitung erfolgte in Ladenburg und Kraichtal pfluglos, in Boxberg und Krauchenwies mit dem Pflug. Die Aussaatstärke betrug in Boxberg zwischen 350 und 370 Körner je m², in Kraichtal immer 300, in Krauchenwies immer 330, in Ladenburg im Jahr 2008 340, 2009 310 und 2010 340 Körner je m². Der Aussaattermin war an allen Orten, mit Ausnahme Kraichtal, und Jahren immer in der letzten Septemberwoche. In Kraichtal wurde in allen drei Jahren in der zweiten Oktoberwoche gesät. Die Grunddüngung wurde anhand Bodenuntersuchungsergebnissen durchgeführt. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfolgte nach den örtlichen Notwendigkeiten, analog der Stufe 2 in den Landessortenversuchen.

Versuchsbeschreibung:

Geprüfte Sorten: Malwinta, Nickela, Wintmalt

Die N-Düngung erfolgte auf allen Standorten in zwei Gaben. Die Düngungshöhe wurde unterschiedlich gestaltet. Neben einer obligatorischen Nulldüngung wurde eine Variante nach den Vorgaben des NID gefahren. Bei den weiteren Varianten wurde die N-Düngung nach NID um 30 kg N/ha bzw. 60 kg N/ha vermindert. Die Düngungshöhe nach NID unterschied sich über die Jahre und Standorte meist wenig und schwankte je nach N_{\min} -Werten zwischen 80 und 120 kg N/ha. Tab. 6-2 zeigt die ausgebrachten N-Mengen je ha und Gabe in Abhängigkeit von der N-Stufe, wenn 120 kg N/ha. (N-Düngungshöhe Insgesamt) nach NID errechnet wurden.

Tab. 6-2: Geprüfte N-Düngungsstrategien (Beispiel kg N/ha nach NID = 120)

	1. Gabe zu Vegetationsbeginn (kg N/ha)	2. Gabe zu Schossbeginn (kg N/ha)
1. Nulldüngung	0	0
2. nach NID	60	60
3. NID -30 kg N	60	30
4. NID -60 kg N	40	20

6.2 Ergebnisse

Erträge:

Die Kornerträge im 3-Jahresschnitt schwanken zwischen 50 dt/ha und 81 dt/ha je nach Ort und N-Düngung. Die Unterschiede zwischen den Sorten sind gering (vgl. Abb. 6-1 und Abb. 6-2). Allerdings bringt die Sorte Wintmalt im Mittel aller N-Düngungsstrategien, Orte und Jahre die höchsten Erträge. Malwinta und Nickela unterscheiden sich kaum in der Ertragshöhe.

Vergleicht man die verschiedenen N-Düngungsstrategien (vgl. Abb. 6-3) miteinander, schneidet die N-Düngung nach NID am besten ab. Mit der Düngung nach NID erreicht man im Schnitt der Jahre 79,6 dt/ha. Bei der Variante NID - 30kg N/ha erreicht man 75,8 dt/ha. Reduziert man die N-Düngungshöhe nach NID um 60 kg N/ha, fällt der Ertrag auf 68,7 dt/ha nochmals deutlich ab. Bei der Nullvariante wird mit 53,1 dt/ha am wenigsten geerntet.

Betrachtet man die Ergebnisse der verschiedenen Versuchsstandorte (vgl. Abb. 6-4, so fällt auf, dass in Krauchenwies die besten Erträge realisiert wurden. Vor allem bei der Nulldüngung ist in Krauchenwies im Durchschnitt der Jahre mit 67,7 dt/ha der mit Abstand höchste Ertrag in dieser Variante geerntet worden, was allerdings auf den außergewöhnlich hohen Ertrag im Jahr 2008 in Höhe von 84,1 dt/ha zurückzuführen ist. Aber auch bei allen gedüngten Varianten erreichte Krauchenwies im Schnitt der drei Jahren immer über 80 dt/ha, wobei die Düngung nach NID mit 88,6 dt/ha nur unwesentlich besser abschnitt als die N-verminderten Strategien. Boxberg und Kraichtal fallen gegenüber Krauchenwies um 10 bzw. 15 dt/ha ab und Ladenburg liegt mit 59,4 dt/ha schon über 20 dt/ha unter dem Ertrag in Krauchenwies. Vermutlich sind die deutlich höheren Niederschlagsmengen ein entscheidender Faktor für die Ertragsbildung, welcher die schlechtesten Bodenzahlen auf diesem Standort mehr als nur kompensierten. Die Braugerste stand in Krauchenwies immer nach der Vorfrucht Brache, was auch auf hohe Mineralisierungsraten schließen lässt. Dies hat sich sicher auf den Ertrag ausgewirkt, aber auch die hohen Rohproteingehalte (vgl. Abb. 6-5) können damit zusammenhängen.

Auch in Boxberg und Kraichtal stand mit Winterraps eine Vorfrucht mit hohem Mineralisierungspotential. Lediglich in Ladenburg stand mit Hafer eine Vorfrucht mit sehr geringen N-Nachlieferungspotential. Inwieweit sich in Kraichtal, der im Schnitt 14 Tage spätere Aussattermin sich ertraglich ausgewirkt hat, kann nicht abschließend beurteilt werden, aber gewisse Ertragsinbußen sind zu vermuten.

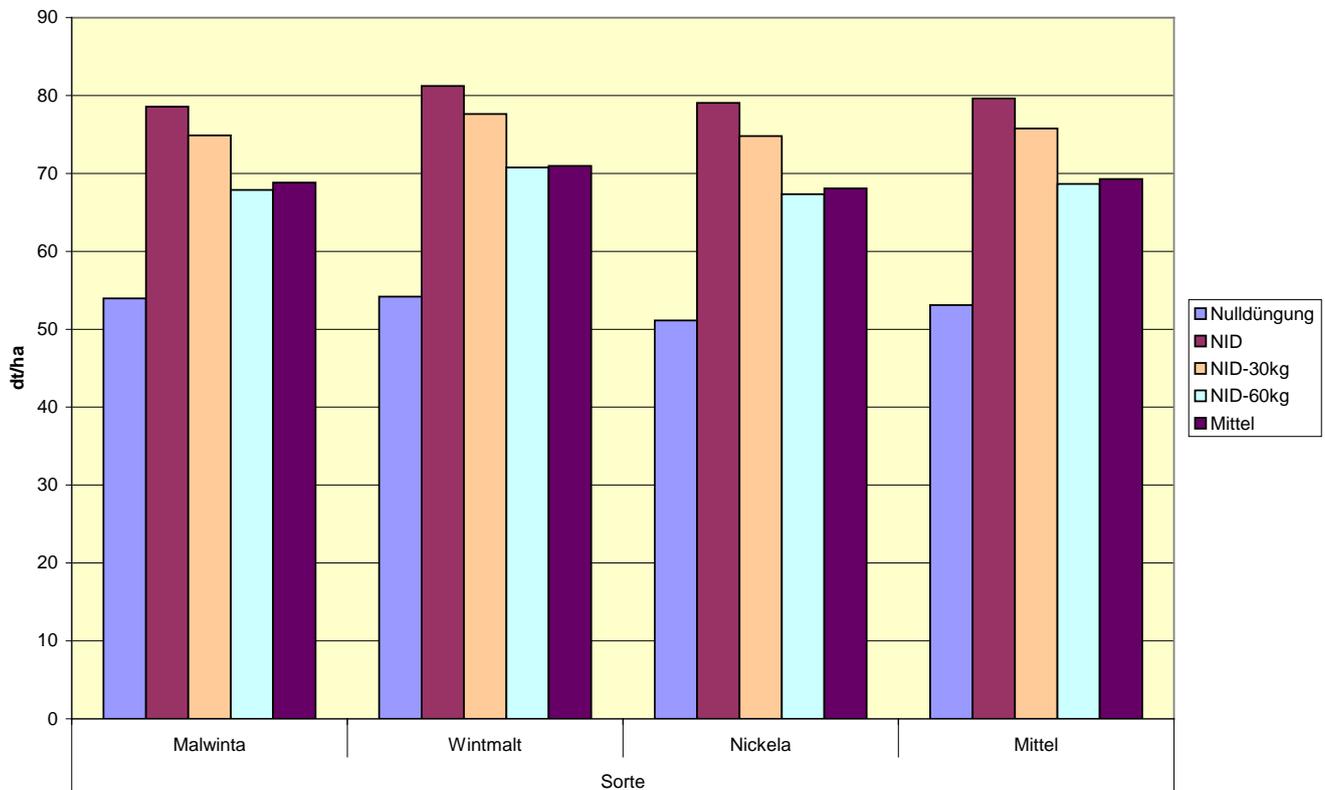


Abb. 6-1: Sortenerträge der N-Düngungstufen (Ø 3 Jahre, 4 Orte)

Rohproteingehalte:

Die Rohproteingehalte sind im Schnitt der Jahre und Orte weit unter dem Qualitätsgrenzwert von 11,5 %. Die NID-Variante erreicht mit 10,5 % den höchsten Rohproteingehalt, die N-verminderten Strategien haben entsprechend niedrigere Gehalte (vgl. Abb. 6-5). Wie beim Ertrag sind am Standort Krauchenwies die Rohproteingehalte deutlich höher als an den anderen Standorten. So liegen die Werte in Krauchenwies wie bei der NID- und N - 30kg N-Varianten über 11,5 % (vgl. Abb. 6-6). Die Gersten wären, wenn überhaupt nur mit Abschlägen zu vermarkten.

Beim Sortenvergleich fällt hier ebenfalls die Sorte Wintmalt auf, die bei allen N-Düngungsstrategien den niedrigsten Rohproteingehalt aufweist.

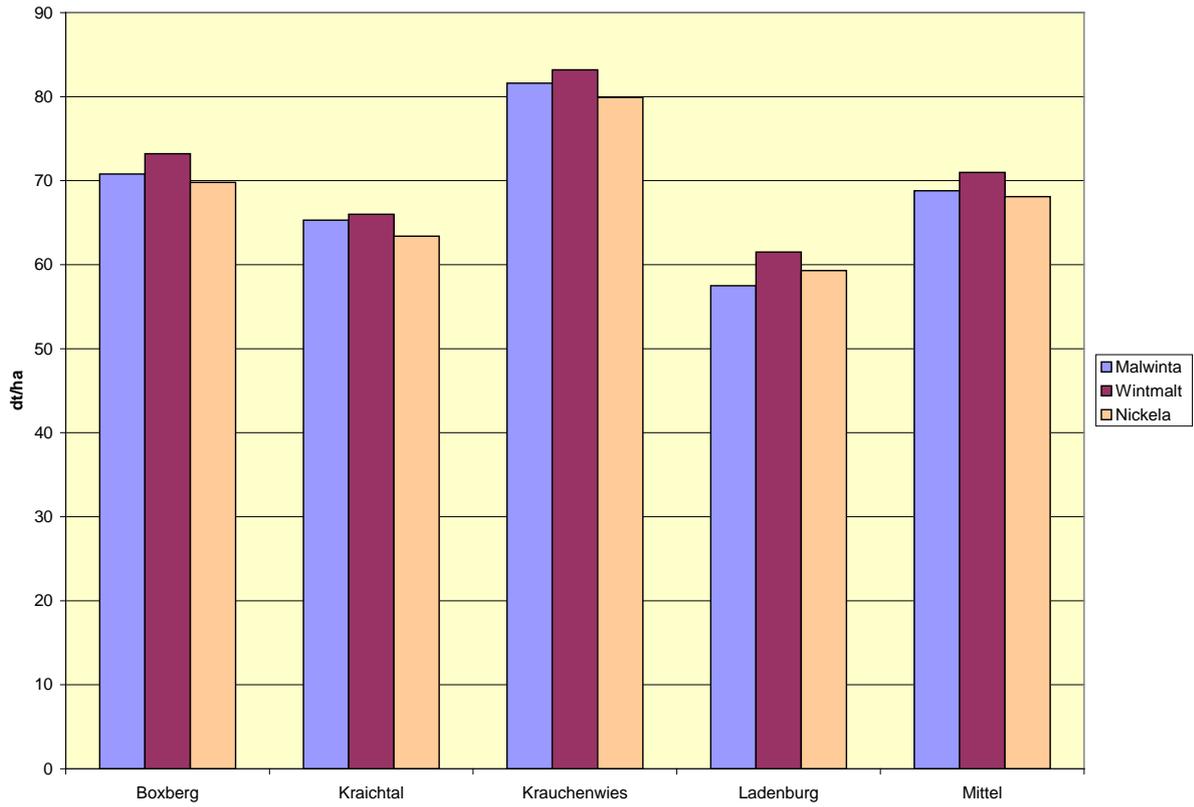


Abb. 6-2: Sortenerträge an den Standorten (Ø 3 Jahre, 4 N-Düngungsstufen)

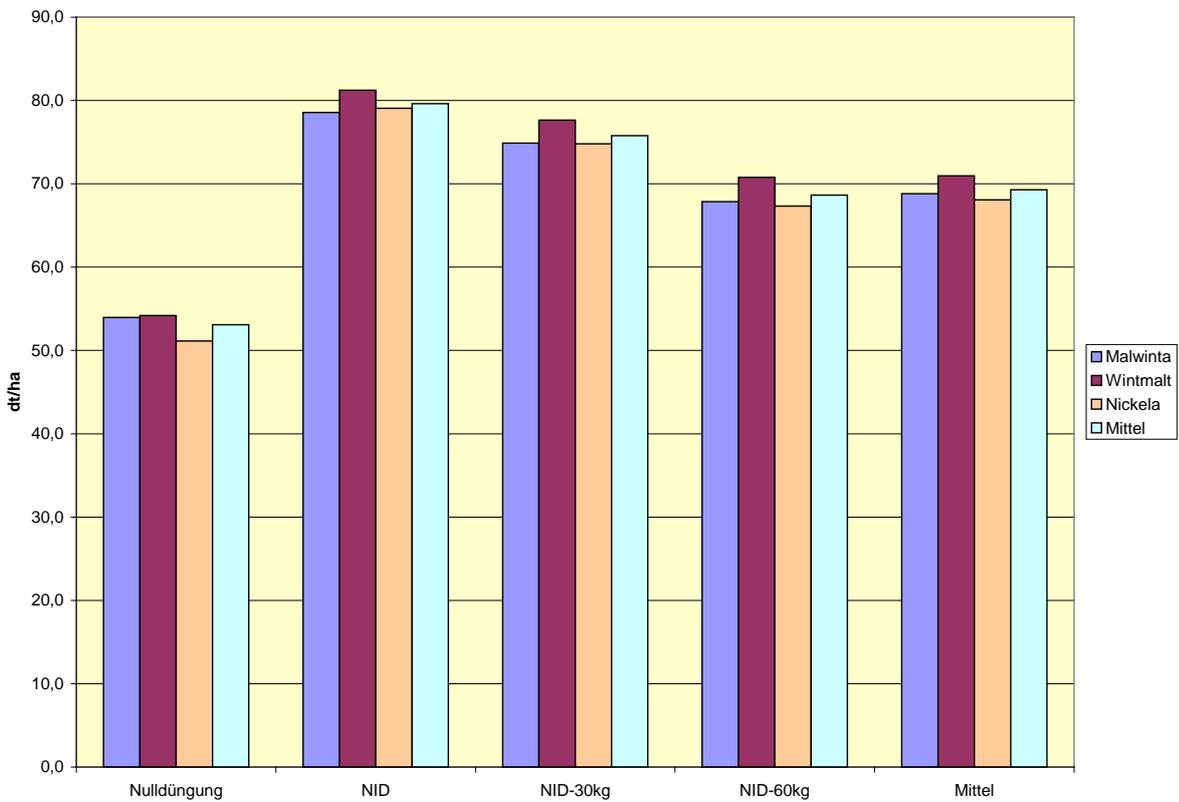


Abb. 6-3: Sortenerträge der N-Düngungsstufen (Ø 3 Jahre, 4 Orte)

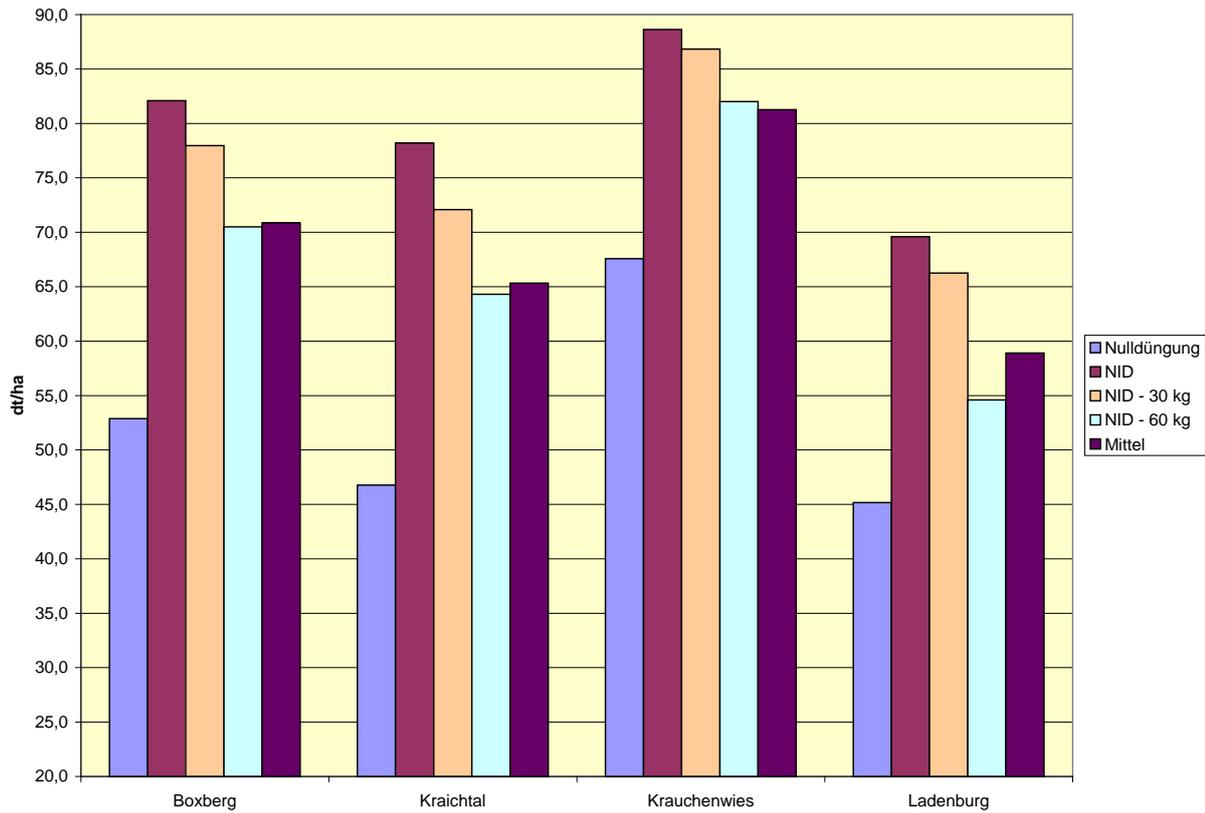


Abb. 6-4: Erträge in Abhängigkeit von der N-Düngung an den Standorten (Ø 3 Jahre, 3 Sorten)

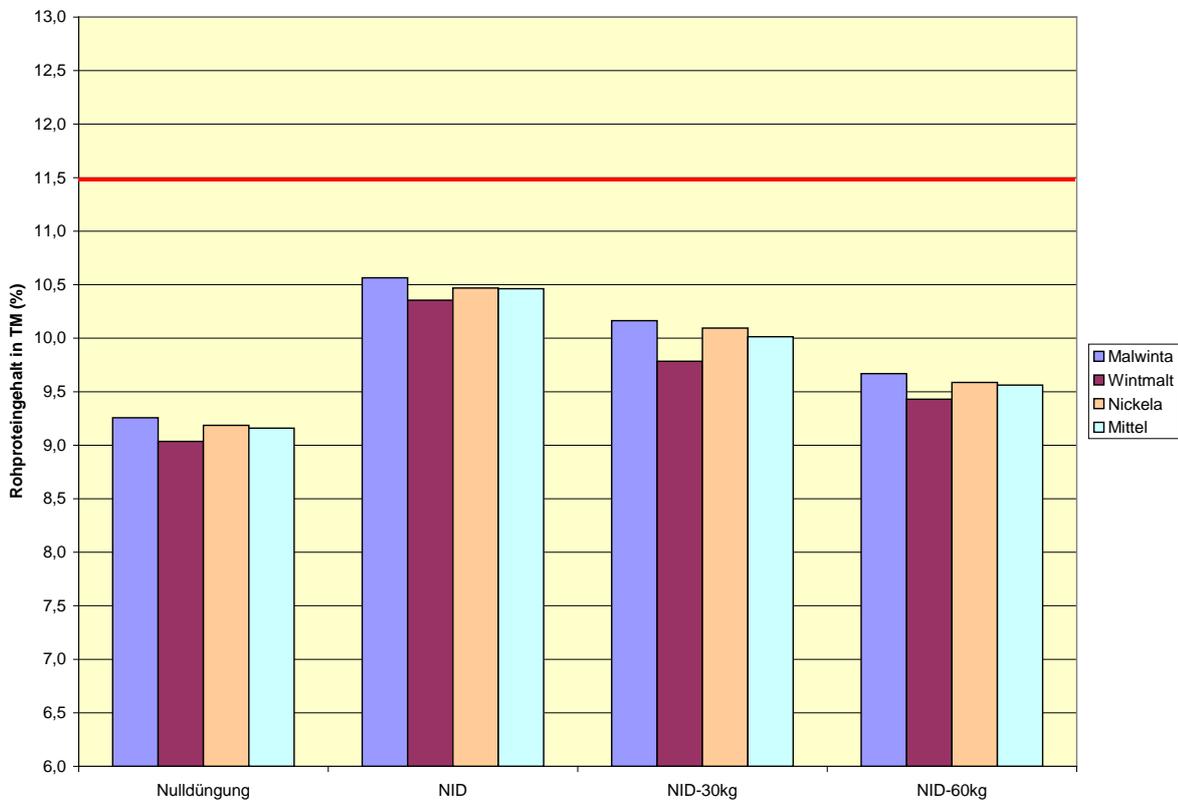


Abb. 6-5: Rohproteingehalte der Sorten nach N-Düngungshöhe (Ø 3 Jahre, 4 Orte)

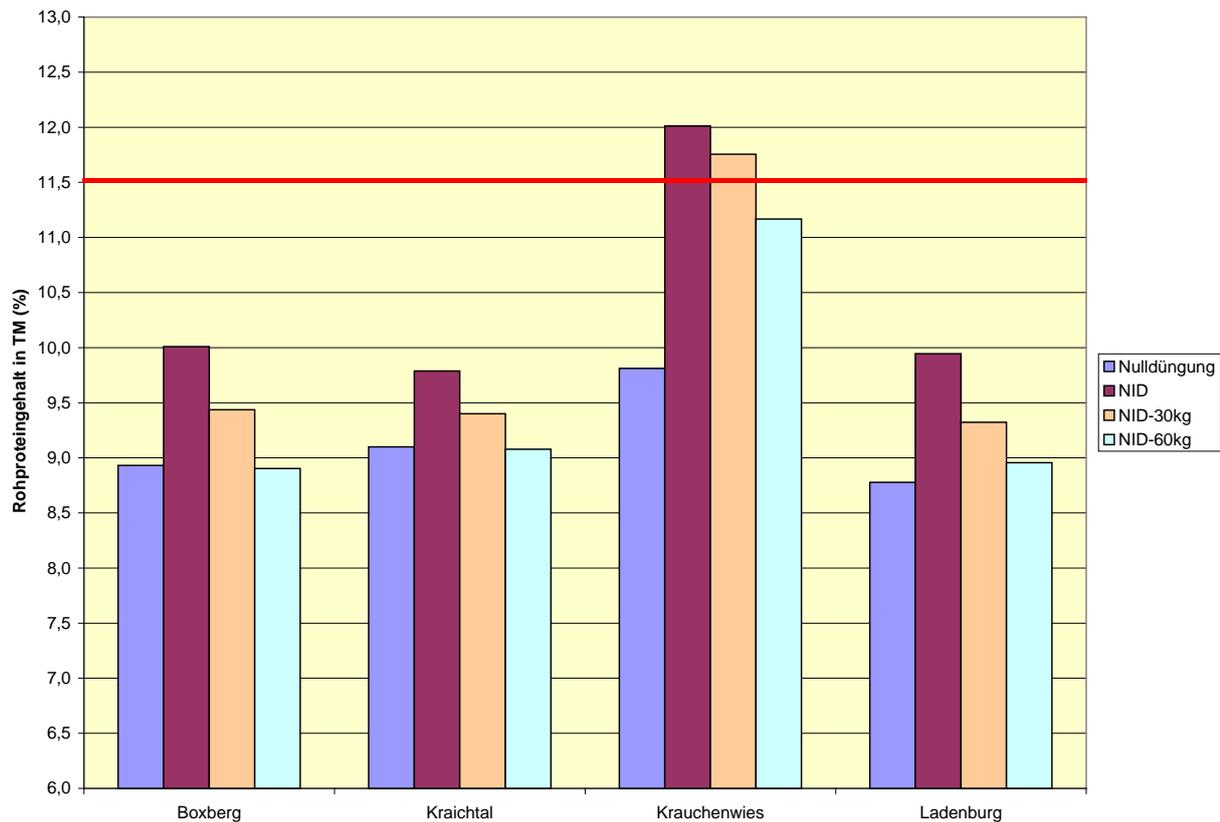


Abb. 6-6: Rohproteingehalte in Abhängigkeit von der N-Düngung an den Standorten (Ø 3 Jahre, 3 Sorten)

Vollgersteanteil:

Der Vollgersteanteil lag im Mittel der Orte und Jahre bei allen Düngungsstufen über dem Qualitätsgrenzwert von 90 %. Aus Abb. 6-8 ist ab zu lesen, dass die Vollgersteanteile bei zunehmender N-Düngung geringer werden. Dies lässt sich mit den durch die N-Düngung erreichten höheren Bestandesdichten erklären. Im Vergleich der Sorten (vgl. Abb. 6-7) zeigen Malwinta und Wintmalt die höchsten Vollgersteanteile, lediglich Nickela fällt deutlich ab.

Vergleicht man die Versuchsstandorte, zeigen sich vor allem in Krauchenwies, dem Standort mit den am Abstand höchsten Erträgen, Qualitätseinbußen im Merkmal Vollgersteanteil. In Krauchenwies erreicht lediglich die Sorte Malwinta in allen Düngungsstufen im Dreijahresschnitt einen Wert über 90 %, Wintmalt schafft dies nur noch in der Null- und NID - 60 kg Variante. Nickela kommt in Krauchenwies lediglich in der Nullvariante über 90 %. Auf allen anderen Standorten wird der 90 % Vollgersteanteil im Schnitt bei allen Sorten und Düngungsvarianten erreicht (vgl. Abb. 6-7).

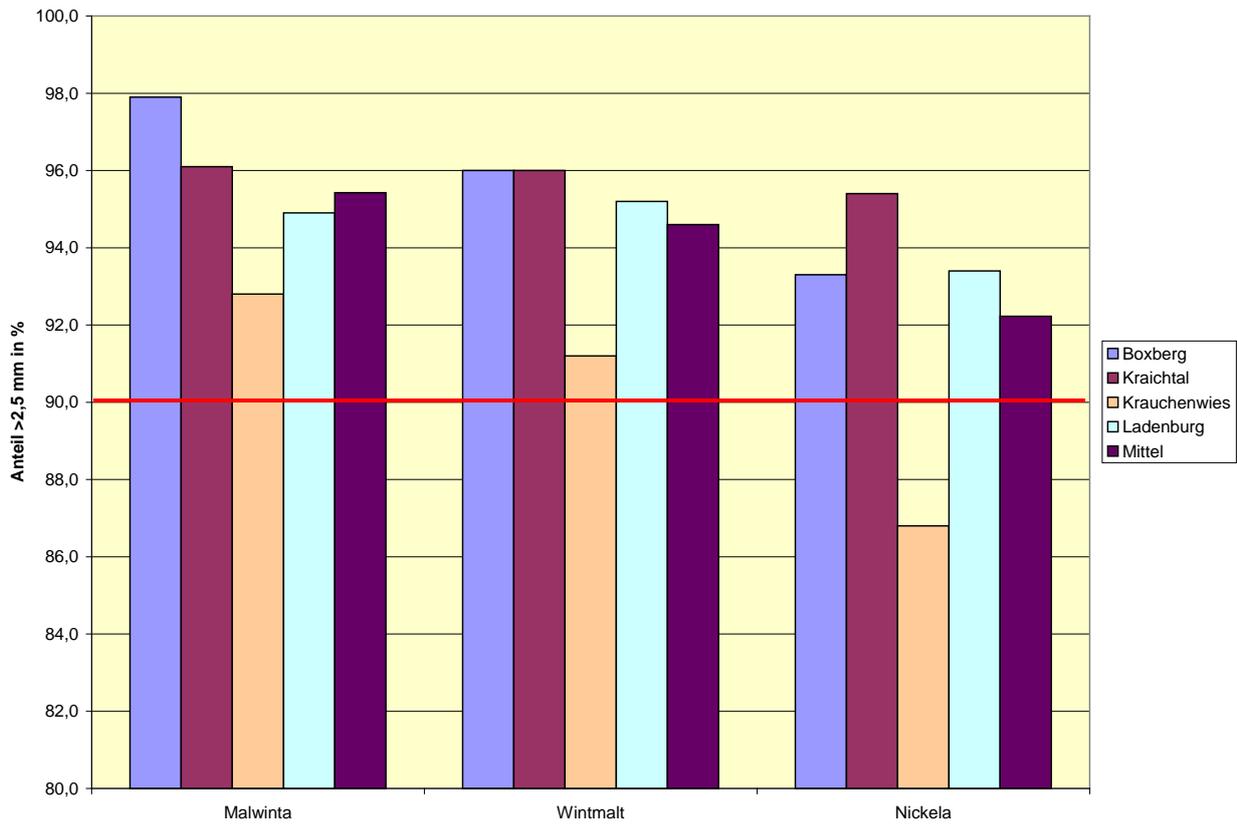


Abb. 6-7: Vollgersteanteile der Sorten an den Standorten (Ø 3 Jahre, 4 Düngungsstufen)

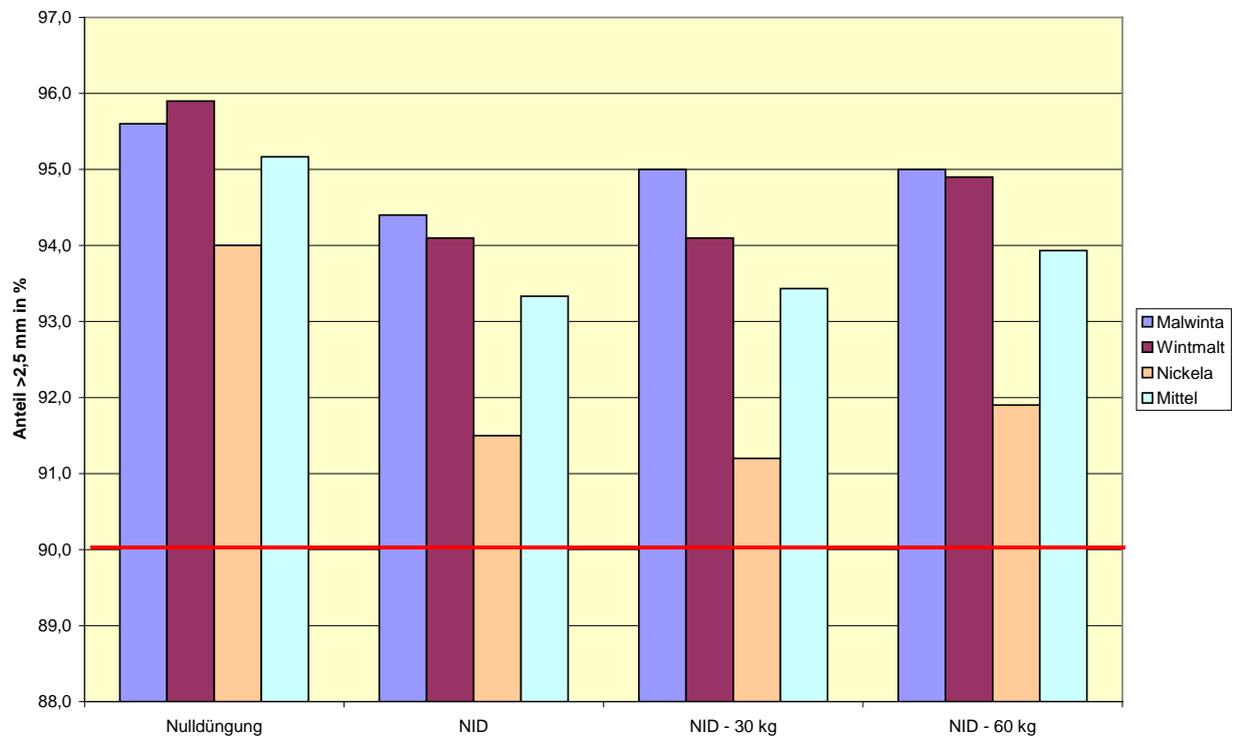


Abb. 6-8: Vollgersteanteile der Sorten nach Düngungsstufen (Ø 3 Jahre, 4 Orte)

Kleinvermälzungsergebnisse:

Die aus landwirtschaftlicher Sicht besten Sorten haben keinen Nutzen, wenn nicht auch die Verarbeitungseignung der Sorten gegeben ist. Aus diesem Grund wurden Kornproben der vier Standorte und drei Sorten einer Kleinvermälzung unterzogen. Auf Ergebnisse im Einzelnen wird hier nicht eingegangen. Zusammenfassend kann man sagen, dass das Qualitätsniveau bei der Verarbeitungseignung der Winterbraugerstesorten insgesamt schon relativ hoch ist und sich langsam den gängigen Sommerbraugerstesorten nähert.

6.3 Zusammenfassung

Die Versuche zeigen, dass der Anbau von Winterbraugerste, sofern man Anbauverträge bekommt für die Landwirtschaft eine durchaus interessante Alternative sein kann. An den Standorten Boxberg, Kraichtal und Krauchenwies wurden auch die Landessortenversuche (LSV) Sommergerste durchgeführt. Die Erträge des Winterbraugersteversuchs sind in der NID-Variante um 9,4 dt/ha (Mittel der Jahre 2008-2010) höher als die Erträge in den LSV Sommergerste (Ø der Sorten in Intensitätsstufe 2, Abb. 6-9). Eine N-Düngung nach NID ist geeignet, optimale Erträge und Qualitäten mit Winterbraugerste zu erzeugen.

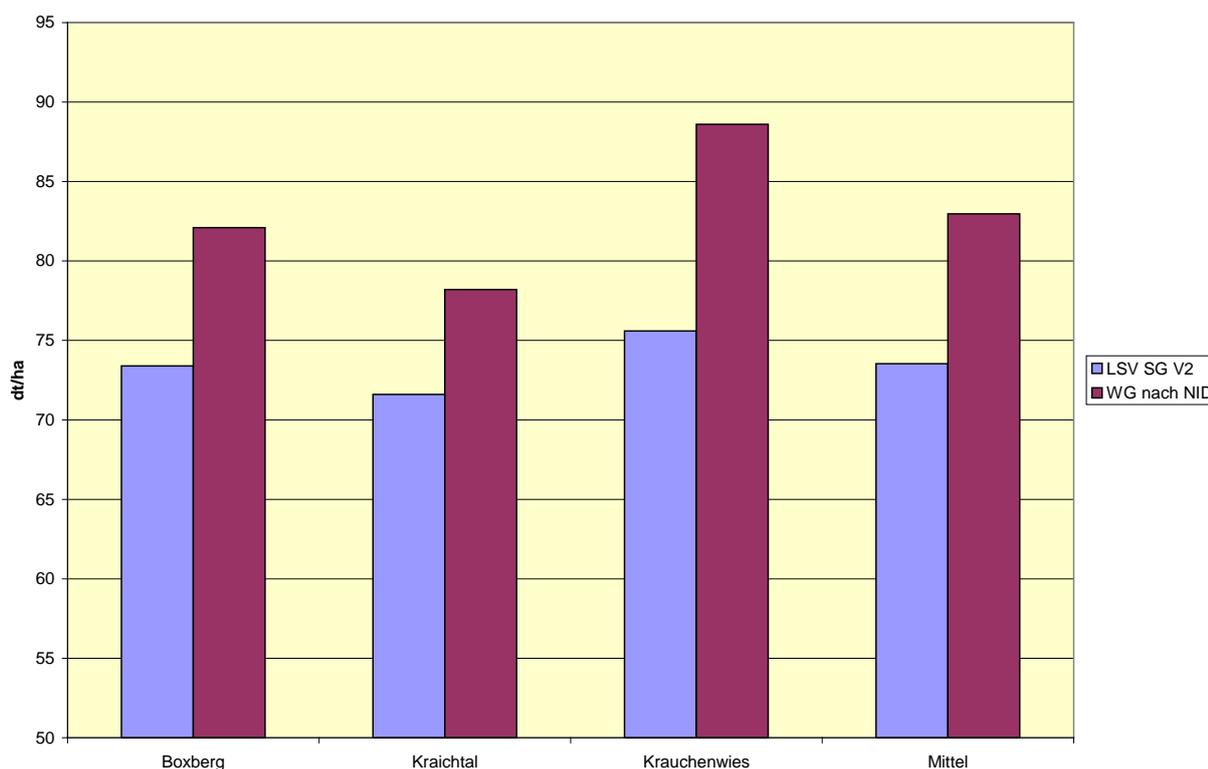


Abb. 6-9: Ertragsvergleich: LSV Sommergerste, (Stufe 2, Ø aller Sorten) mit PTV Wintergerste (NID Variante, Ø 3 Sorten) an 3 Standorten 2008 - 2010

Tab. 6-3: Kornertrag

PTV N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010
Kornertrag bei 86% TS dt/ha

Intensität	Ort	Sorte Malwinta Jahr				Sorte Wintmalt Jahr				Sorte Nickela Jahr				Mittel Jahr			
		2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel
Nulldüngung	Boxberg	58,2	45,8	60,7	54,9	61,8	44,7	52,5	53,0	61,0	38,4	52,6	50,7	60,4	43,0	55,3	52,9
	Kraichtal	51,1	43,4	50,2	48,2	54,6	40,5	44,3	46,5	52,2	41,0	43,7	45,6	52,6	41,6	46,1	46,8
	Krauchenwies	84,1	56,0	61,7	67,2	88,9	58,5	67,4	71,6	84,7	49,4	57,6	63,9	85,9	54,6	62,2	67,6
	Ladenburg	53,7	39,1	43,5	45,4	56,6	38,0	42,6	45,7	52,2	32,8	48,0	44,3	54,2	36,6	44,7	45,2
	Mittel	61,8	46,1	54,0	54,0	65,5	45,4	51,7	54,2	62,5	40,4	50,5	51,1	63,3	44,0	52,1	53,1
NID	Boxberg	72,5	88,7	82,6	81,3	70,5	93,7	91,7	85,3	77,9	89,0	72,1	79,7	73,7	90,5	82,1	82,1
	Kraichtal	78,1	76,6	78,3	77,7	82,0	78,8	77,5	79,4	78,3	77,4	76,5	77,4	79,5	77,6	77,4	78,2
	Krauchenwies	90,8	88,4	87,5	88,9	83,4	92,6	87,7	87,9	94,2	88,2	84,9	89,1	89,5	89,7	86,7	88,6
	Ladenburg	71,3	61,0	66,9	66,4	75,9	67,8	73,3	72,3	74,1	64,3	71,6	70,0	73,8	64,4	70,6	69,6
	Mittel	78,2	78,7	78,8	78,6	78,0	83,2	82,5	81,2	81,2	79,8	76,3	79,1	79,1	80,6	79,2	79,6
NID-30kg	Boxberg	70,7	81,5	77,3	76,5	73,6	79,8	84,1	79,2	74,6	80,9	79,1	78,2	72,9	80,8	80,2	78,0
	Kraichtal	68,8	71,0	73,6	71,1	75,1	76,0	74,0	75,0	72,3	69,4	68,5	70,1	72,1	72,1	72,0	72,1
	Krauchenwies	88,5	88,4	88,0	88,3	79,7	90,3	89,7	86,6	88,3	83,3	85,2	85,6	85,5	87,3	87,6	86,8
	Ladenburg	69,8	55,8	65,2	63,6	77,9	62,8	68,6	69,8	74,7	55,8	65,6	65,4	74,1	58,2	66,4	66,2
	Mittel	74,4	74,2	76,0	74,9	76,6	77,2	79,1	77,6	77,5	72,3	74,6	74,8	76,2	74,6	76,6	75,8
NID-60kg	Boxberg	69,9	70,4	71,2	70,5	75,9	69,3	80,4	75,2	72,5	65,4	73,9	70,6	72,8	68,3	75,2	72,1
	Kraichtal	65,7	62,1	65,2	64,3	68,0	60,4	60,7	63,0	62,6	60,2	58,2	60,3	65,4	60,9	61,3	62,6
	Krauchenwies	91,5	78,0	76,6	82,0	86,7	87,3	86,6	86,9	93,9	77,0	71,8	80,9	90,7	80,8	78,3	83,3
	Ladenburg	66,9	46,1	50,8	54,6	70,6	51,0	52,4	58,0	65,9	50,0	56,7	57,5	67,8	49,0	53,3	56,7
	Mittel	73,5	64,2	66,0	67,9	75,3	67,0	70,0	70,8	73,7	63,1	65,1	67,3	74,2	64,8	67,0	68,7
Mittel	Boxberg	67,8	71,6	73,0	70,8	70,5	71,9	77,2	73,2	71,5	68,4	69,4	69,8	69,9	70,6	73,2	71,3
	Kraichtal	65,9	63,3	66,8	65,3	69,9	64,0	64,1	66,0	66,4	62,0	61,7	63,4	67,4	63,1	64,2	64,9
	Krauchenwies	88,7	77,7	78,5	81,6	84,7	82,2	82,8	83,2	90,3	74,5	74,9	79,9	87,9	78,1	78,7	81,6
	Ladenburg	65,4	50,5	56,6	57,5	70,2	54,9	59,2	61,5	66,8	50,7	60,5	59,3	67,5	52,0	58,8	59,4
	Mittel	72,0	65,8	68,7	68,8	73,8	68,2	70,8	71,0	73,7	63,9	66,6	68,1	73,2	66,0	68,7	69,3

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-4: Rohproteingehalt

PTV N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010

Rohprotein (Korn/Kern) in TM (%)

Intensität	Ort	Sorte Malwinta Jahr				Sorte Wintmalt Jahr				Sorte Nickela Jahr				Mittel Jahr			
		2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel
Nulldüngung	Boxberg		9,0	8,9	9,0		9,6	8,7	9,1	8,1	9,1	8,8	8,7	8,1	9,2	8,8	8,9
	Kraichtal	9,5	8,7	9,5	9,2	9,2	8,4	9,0	8,9	9,6	8,5	9,5	9,2	9,4	8,5	9,3	9,1
	Krauchenwies	10,0	9,9	9,8	9,9	9,5	9,9	9,5	9,6	9,6	10,3	9,8	9,9	9,7	10,0	9,7	9,8
	Ladenburg	9,2	8,6	8,7	8,8	8,5	8,8	8,3	8,5	8,9	9,1	8,9	9,0	8,9	8,8	8,6	8,8
	Mittel	9,6	9,1	9,2	9,3	9,1	9,2	8,9	9,0	9,1	9,3	9,3	9,2	9,2	9,2	9,1	9,2
NID	Boxberg		9,5	10,7	10,1		9,3	10,6	10,0	10,4	9,3	10,2	10,0	10,4	9,4	10,5	10,0
	Kraichtal	10,0	8,9	9,9	9,6	10,3	8,6	10,7	9,9	10,2	8,8	10,7	9,9	10,2	8,8	10,4	9,8
	Krauchenwies	12,1	11,9	12,7	12,2	11,5	11,5	12,4	11,8	11,8	11,4	12,8	12,0	11,8	11,6	12,6	12,0
	Ladenburg	11,0	9,5	10,0	10,2	10,3	9,6	9,1	9,7	10,4	9,8	9,8	10,0	10,6	9,6	9,6	9,9
	Mittel	11,0	9,9	10,8	10,6	10,7	9,8	10,7	10,4	10,7	9,8	10,9	10,5	10,8	9,8	10,8	10,5
NID-30kg	Boxberg		9,1	9,9	9,5		8,7	9,6	9,2	9,8	9,1	10,0	9,6	9,8	9,0	9,9	9,5
	Kraichtal	10,0	8,2	10,1	9,4	9,5	8,1	10,0	9,2	9,8	8,3	10,6	9,6	9,8	8,2	10,2	9,4
	Krauchenwies	12,0	11,3	12,4	11,9	11,9	10,6	12,0	11,5	12,0	10,9	12,7	11,9	12,0	10,9	12,4	11,8
	Ladenburg	10,2	8,9	9,7	9,6	9,4	9,1	8,7	9,1	9,8	8,9	9,2	9,3	9,8	9,0	9,2	9,3
	Mittel	10,7	9,4	10,5	10,2	10,3	9,1	10,1	9,8	10,4	9,3	10,6	10,1	10,4	9,3	10,4	10,0
NID-60kg	Boxberg		8,7	9,5	9,1		8,4	9,0	8,7	8,7	8,9	9,1	8,9	8,7	8,7	9,2	8,9
	Kraichtal	9,7	8,4	9,7	9,3	8,9	8,0	9,6	8,8	9,7	8,1	9,6	9,1	9,4	8,2	9,6	9,1
	Krauchenwies	11,3	10,6	11,5	11,1	11,3	11,1	10,9	11,1	10,8	11,4	11,6	11,3	11,1	11,0	11,3	11,2
	Ladenburg	9,8	8,6	8,6	9,0	9,1	9,0	8,4	8,8	9,6	8,8	8,7	9,0	9,5	8,8	8,6	9,0
	Mittel	10,3	9,1	9,8	9,7	9,8	9,1	9,5	9,4	9,7	9,3	9,8	9,6	9,9	9,2	9,7	9,6
Mittel	Boxberg		9,1	9,8	9,4		9,0	9,5	9,2	9,3	9,1	9,6	9,3	9,3	9,1	9,6	9,3
	Kraichtal	9,8	8,5	9,8	9,4	9,5	8,3	9,8	9,2	9,8	8,4	10,1	9,4	9,7	8,4	9,9	9,3
	Krauchenwies	11,4	10,9	11,6	11,3	11,1	10,8	11,2	11,0	11,1	11,0	11,7	11,3	11,1	10,9	11,5	11,2
	Ladenburg	10,1	8,9	9,3	9,4	9,3	9,1	8,6	9,0	9,7	9,1	9,1	9,3	9,7	9,1	9,0	9,3
	Mittel	10,4	9,4	10,1	9,9	9,9	9,3	9,8	9,7	9,9	9,4	10,1	9,8	10,1	9,4	10,0	9,8

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-5: Sortierung > 2,5 mm

PTV N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010

Sortierung > 2.5 mm (%)

Intensität	Ort	Sorte Malwinta Jahr				Sorte Wintmalt Jahr				Sorte Nickela Jahr				Mittel Jahr			
		2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel
Nulldüngung	Boxberg		98,9		98,9		98,7		98,7	92,0	98,6		95,3	92,0	98,7		97,0
	Kraichtal	94,6	97,3	95,2	95,7	93,3	97,1	95,5	95,3	93,4	97,2	94,0	94,8	93,8	97,2	94,9	95,3
	Krauchenwies	97,0	97,7	94,0	96,2	95,8	96,2	97,5	96,5	95,5	95,8	88,5	93,3	96,1	96,6	93,3	95,3
	Ladenburg	93,7	92,4	94,9	93,7	92,5	96,1	96,2	94,9	90,5	94,1	94,1	92,9	92,2	94,2	95,1	93,8
	Mittel	95,1	96,6	94,7	95,6	93,9	97,0	96,4	95,9	92,8	96,4	92,2	94,0	93,8	96,7	94,4	95,1
NID	Boxberg		98,5		98,5		98,8		98,8	84,0	99,0		91,5	84,0	98,8		95,1
	Kraichtal	95,1	96,7	96,2	96,0	95,0	97,2	96,1	96,1	95,7	96,5	95,2	95,8	95,3	96,8	95,8	96,0
	Krauchenwies	82,1	96,5	92,8	90,5	86,8	95,0	86,1	89,3	86,0	94,9	77,0	86,0	85,0	95,5	85,3	88,6
	Ladenburg	93,7	97,0	95,6	95,4	93,4	96,7	96,3	95,5	87,8	95,4	95,4	92,8	91,6	96,4	95,7	94,6
	Mittel	90,3	97,2	94,8	94,4	91,7	96,9	92,8	94,1	88,4	96,4	89,2	91,5	90,0	96,9	92,3	93,3
NID-30kg	Boxberg		99,0	94,3	96,6		99,1	96,3	97,7	84,3	98,9	94,5	92,6	84,3	99,0	95,0	95,2
	Kraichtal	96,8	96,6	95,5	96,3	96,4	97,8	96,2	96,8	93,2	96,3	95,4	94,9	95,5	96,9	95,7	96,0
	Krauchenwies	88,5	95,3	92,8	92,2	83,2	94,9	87,3	88,5	76,9	95,8	77,8	83,5	82,9	95,3	86,0	88,1
	Ladenburg	94,6	96,3	95,9	95,6	92,4	96,3	95,3	94,7	90,5	96,0	95,4	93,9	92,5	96,2	95,5	94,7
	Mittel	93,3	96,8	94,6	95,0	90,7	97,0	93,8	94,1	86,2	96,8	90,7	91,2	89,7	96,9	93,0	93,4
NID-60kg	Boxberg		98,9		98,9		99,0		99,0	89,7	99,1		94,4	89,7	99,0		96,7
	Kraichtal	95,7	97,0	96,4	96,3	94,0	97,2	96,5	95,9	95,1	96,7	96,1	96,0	94,9	97,0	96,3	96,1
	Krauchenwies	92,3	96,7	87,6	92,2	88,2	95,8	90,9	91,6	89,9	97,2	66,3	84,5	90,1	96,6	81,6	89,4
	Ladenburg	94,6	95,5	94,9	95,0	93,9	96,8	96,7	95,8	88,9	97,4	95,0	93,8	92,5	96,6	95,5	94,8
	Mittel	94,2	97,0	92,9	95,0	92,0	97,2	94,7	94,9	90,9	97,6	85,8	91,9	92,2	97,3	91,1	93,9
Mittel	Boxberg		98,8	94,3	97,9		98,9	96,3	98,4	87,5	98,9	94,5	93,3	87,5	98,9	95,0	95,9
	Kraichtal	95,6	96,9	95,8	96,1	94,7	97,3	96,1	96,0	94,3	96,7	95,1	95,4	94,9	97,0	95,7	95,8
	Krauchenwies	90,0	96,6	91,8	92,8	88,5	95,5	90,4	91,5	87,1	95,9	77,4	86,8	88,5	96,0	86,6	90,3
	Ladenburg	94,1	95,3	95,3	94,9	93,1	96,5	96,1	95,2	89,4	95,7	94,9	93,4	92,2	95,8	95,4	94,5
	Mittel	93,2	96,9	94,3	95,0	92,1	97,0	94,4	94,7	89,6	96,8	89,6	92,1	91,4	96,9	92,7	93,9

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-6: Vollgersteuertrag

PTV N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010
Vollgersteuertrag dt/ha

Intensität	Ort	Sorte Malwinta Jahr				Sorte Wintmalt Jahr				Sorte Nickela Jahr				Mittel Jahr			
		2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel
Nulldüngung	Boxberg		45,3		45,3		44,1		44,1	56,1	37,9		47,0	56,1	42,5		45,9
	Kraichtal	48,4	42,2	47,8	46,1	50,9	39,3	42,3	44,2	48,8	39,8	41,0	43,2	49,4	40,5	43,7	44,5
	Krauchenwies	81,5	54,7	58,0	64,7	85,1	56,3	65,7	69,0	80,9	47,3	50,9	59,7	82,5	52,8	58,2	64,5
	Ladenburg	50,3	36,2	41,3	42,6	52,3	36,5	41,0	43,3	47,3	30,8	45,1	41,1	50,0	34,5	42,5	42,3
	Mittel	60,1	44,6	49,0	50,6	62,8	44,1	49,7	51,4	58,3	39,0	45,7	47,8	60,2	42,5	48,1	49,8
NID	Boxberg		87,4		87,4		92,6		92,6	65,5	88,0		76,8	65,5	89,4		83,4
	Kraichtal	74,3	74,2	75,3	74,6	77,9	76,6	74,4	76,3	75,0	74,7	72,8	74,2	75,7	75,2	74,2	75,0
	Krauchenwies	74,5	85,3	81,2	80,3	72,4	87,9	75,5	78,6	81,0	83,7	65,4	76,7	76,0	85,6	74,0	78,5
	Ladenburg	66,8	59,1	64,0	63,3	70,9	65,6	70,6	69,0	65,1	61,4	68,2	64,9	67,6	62,0	67,6	65,7
	Mittel	71,9	76,5	73,5	74,2	73,7	80,7	73,5	76,4	71,6	77,0	68,8	72,8	72,3	78,1	71,9	74,4
NID-30kg	Boxberg		80,7	72,9	76,8		79,1	80,9	80,0	62,8	80,1	74,8	72,6	62,8	80,0	76,2	75,9
	Kraichtal	66,6	68,6	70,3	68,5	72,4	74,3	71,1	72,6	67,4	66,8	65,3	66,5	68,8	69,9	68,9	69,2
	Krauchenwies	78,3	84,3	81,7	81,4	66,3	85,7	78,3	76,8	67,9	79,8	66,3	71,3	70,8	83,2	75,4	76,5
	Ladenburg	66,0	53,7	62,4	60,7	72,0	60,5	65,4	66,0	67,6	53,6	62,5	61,2	68,5	55,9	63,5	62,6
	Mittel	70,3	71,8	71,8	71,4	70,2	74,9	73,9	73,3	66,4	70,1	67,2	67,9	68,7	72,3	71,0	70,8
NID-60kg	Boxberg		69,6		69,6		68,6		68,6	65,1	64,8		64,9	65,1	67,7		67,0
	Kraichtal	62,8	60,2	62,8	61,9	63,9	58,7	58,6	60,4	59,5	58,2	55,9	57,9	62,1	59,1	59,1	60,1
	Krauchenwies	84,4	75,5	67,1	75,7	76,5	83,6	78,7	79,6	84,4	74,9	47,6	69,0	81,8	78,0	64,5	74,7
	Ladenburg	63,3	44,1	48,2	51,8	66,3	49,3	50,7	55,4	58,6	48,6	53,8	53,7	62,7	47,3	50,9	53,7
	Mittel	70,2	62,3	59,4	63,8	68,9	65,1	62,7	65,5	66,9	61,6	52,4	61,0	68,5	63,0	58,2	63,4
Mittel	Boxberg		70,8	72,9	71,2		71,1	80,9	73,1	62,4	67,7	74,8	66,1	62,4	69,9	76,2	69,3
	Kraichtal	63,0	61,3	64,0	62,8	66,3	62,3	61,6	63,4	62,7	59,9	58,8	60,4	64,0	61,1	61,5	62,2
	Krauchenwies	79,7	74,9	72,0	75,5	75,1	78,4	74,6	76,0	78,6	71,4	57,5	69,2	77,8	74,9	68,0	73,6
	Ladenburg	61,6	48,3	54,0	54,6	65,4	53,0	56,9	58,4	59,6	48,6	57,4	55,2	62,2	50,0	56,1	56,1
	Mittel	68,1	63,8	64,1	65,2	68,9	66,2	65,6	66,8	65,8	61,9	59,2	62,5	67,4	64,0	63,0	64,8

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-7: Bestandesdichte

V08-1 N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010
Bestandesdichte (Ähren)

Sorte	Ort	Jahr 2008 Intensität				Jahr 2009 Intensität				Jahr 2010 Intensität			
		Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg
Malwinta	Boxberg	1320,3	1466,7	1307,7	1384,7								
	Kraichtal	462,3	717,7	640,0	473,0	306,3	700,0	548,7	513,3	444,7	655,7	629,0	506,7
	Krauchenwies					634,7	1029,7	874,3	817,3				
	Ladenburg	595,3	735,7	689,0	629,0	371,3	531,3	582,3	391,0	468,7	657,7	646,7	493,3
Wintmalt	Boxberg	1264,0	1387,0	1610,3	1341,0								
	Kraichtal	638,0	733,7	782,3	602,0	384,3	582,3	684,7	615,3	548,7	829,0	709,0	580,0
	Krauchenwies					841,7	1069,3	1044,7	1061,7				
	Ladenburg	735,7	842,3	873,3	828,7	446,7	695,3	577,7	642,0	584,7	720,0	635,7	671,0
Nickela	Boxberg	1248,7	1271,7	1341,3	1407,3								
	Kraichtal	504,7	669,0	720,0	502,3	386,7	651,0	526,7	553,3	499,7	647,0	735,7	655,7
	Krauchenwies					819,7	1093,7	1064,3	861,3				
	Ladenburg	675,7	831,0	964,3	766,7	417,7	615,7	551,0	537,7	493,0	691,3	686,7	491,0

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-8: Lager vor Ernte

V08-1 N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010
Lager vor Ernte

Sorte	Ort	Jahr 2008 Intensität				Jahr 2009 Intensität				Jahr 2010 Intensität			
		Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg
Malwinta	Boxberg												
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Krauchenwies	2,3	5,3	6,0	5,0					1,0	7,0	6,0	6,0
	Ladenburg	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Wintmalt	Boxberg												
	Kraichtal	1,0	2,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,3	1,0	1,0
	Krauchenwies	1,0	6,0	6,7	5,7					1,0	7,7	6,7	6,0
	Ladenburg	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Nickela	Boxberg												
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Krauchenwies	1,0	3,7	2,7	1,7					1,0	6,3	4,0	5,3
	Ladenburg	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-9: Mehltaubonituren

**V08-1 N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010
Mehltau (Blatt)**

Sorte	Ort	Jahr 2008 Intensität				Jahr 2009 Intensität				Jahr 2010 Intensität			
		Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg
Malwinta	Boxberg	1,0	1,0	1,0	1,0								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,7	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	2,3	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0
Wintmalt	Boxberg	1,0	1,0	1,0	1,0								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,7	3,3	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,7	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0
Nickela	Boxberg	1,0	1,0	1,0	1,0								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,7	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,7	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-10: Netzfleckenbonituren

V08-1 N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010
Netzflecken (Pyrenophora teres)

Sorte	Ort	Jahr 2008 Intensität				Jahr 2009 Intensität				Jahr 2010 Intensität			
		Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg
Malwinta	Boxberg	3,7	3,3	4,0	3,3								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,3	2,7
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	2,0	2,0	2,0					2,0	2,0	2,0	2,0
Wintmalt	Boxberg	3,0	3,0	3,0	3,3								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,0	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	2,0	2,0	2,0					2,0	2,0	2,0	2,0
Nickela	Boxberg	4,0	4,0	3,7	3,3								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,7	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	2,0	2,0	2,0					2,0	2,0	2,0	2,0

Auswertung 28.09.2010

Tab. 6-11: Rhynchosporiumbonituren

V08-1 N-Düngung zu Winterbraugerste 2008 - 2010
Rhynchosporium

Sorte	Ort	Jahr 2008 Intensität				Jahr 2009 Intensität				Jahr 2010 Intensität			
		Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg	Nulldüngung	NID	NID-30kg	NID-60kg
		Malwinta	Boxberg	4,0	4,0	3,7	3,3						
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	2,0	2,0	2,0	3,3	2,7	3,3	3,3	2,0	2,0	2,0	2,0
Wintmalt	Boxberg	3,3	3,3	3,0	3,3								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	2,0	2,0	2,0	3,7	4,0	3,0	5,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Nickela	Boxberg	3,0	3,0	3,0	3,0								
	Kraichtal	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,3	2,0
	Krauchenwies												
	Ladenburg	1,0	2,0	2,0	2,0	3,3	3,3	2,7	4,3	2,0	2,0	2,0	2,0

Auswertung 28.09.2010

7 Düngungsversuche zu Körnermais 2008 - 2010

Bernd Rothfuß

7.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchs begründung

Wie wirken sich verschiedene N-Düngungssysteme auf das Wachstum der Pflanzen, den Ertrag, die Ausnutzung des gedüngten Stickstoffs und auf die Mobilität des Stickstoffs im Boden bei Körnermais aus?

Am Versuchsstandort Forchheim wird der Versuch seit 1998 durchgeführt. Von 2003 bis 2005 wurde hier neben dem Faktor Düngungssystem als zweiter Faktor die Düngungshöhe untersucht.

Seit dem Jahr 2005 wird der Versuch auch am Standort Orschweier durchgeführt. An beiden Standorten (in Forchheim ab seit 2006) wird der Versuch als einfaktorielle Blockanlage mit 3 Wiederholungen angelegt, es wurde nur noch die Düngungshöhe nach NID geprüft.

Die Versuchsergebnisse der Jahre 1998 - 2007 sind in der Schriftenreihe „Informationen für die Pflanzenproduktion“, im Sonderheft 2/2004 (1998-2003), Heft 12/2003 (2000-2003), Heft 3/2005 (2004), Heft 11/2008 (2005 - 2007) veröffentlicht.

Die Beschreibung der Versuchsstandorte und die Anbaudaten sind in den Tab. 7-1 bis 7-7 zusammengestellt.

Tab. 7-1: Standortbeschreibung

Dienststelle/ Versuchsfeld	Höhe ü. NN	Ø Niederschlag in mm	Ø Jahres- temperatur °C	Bodenart	Bodenzahl
LTZ Augustenberg Forchheim	117	742	10,1	Anlehmiger Sand	24 - 32
LRA Ortenaukreis/ LRA Emmendingen Orschweier	166	827	9,5	Sandiger Lehm	78 - 85

Tab. 7-2: Vorfrüchte

Dienststelle/ Versuchsfeld	2008	2009	2010
LTZ Augustenberg Forchheim	Wintergerste	Winterraps	Winterweizen
LRA Ortenaukreis/ LRA Emmendingen Orschweier	Winterraps	Körnermais	Winterraps

Tab. 7-3: Bodenbearbeitung, Grunddüngung, Sorten und Pflanzenschutz

Grundbodenbearbeitung:	Pflug im Herbst
Grunddüngung:	Nach Bodenproben und Bedarf
Geprüfte Sorten:	<u>2008</u> PR 38 B85 <u>2009 und 2010:</u> PR39 D23
Pflanzenschutz:	Herbizidbehandlung erfolgte in allen Jahren ortsüblich. Zweimalige Trichogramma-Ausbringung.

Tab. 7-4: Nmin-Gehalte im Frühjahr

Versuchsfeld	2008 (kg/ha)	2009 (kg/ha)	2010 (kg/ha)
Forchheim	19	47	78
Orschweier	70	100	91

Tab. 7-5: Beregnungsmengen und Beregnungszeitpunkte in Forchheim

Jahr	Beregnungsmenge (mm)/Datum	Beregnungsmenge (mm)/Datum	Beregnungsmenge (mm)/Datum
2008	30/2.7.	30/17.7.	30/25.7.
2009	30/30.6.	30/30.7.	----
2010	30/1.7.	30/7.7.	30/16.7.

Tab. 7-6: N-Düngungshöhe

Versuchsfeld	2008 (kg/ha)	2009 (kg/ha)	2010 (kg/ha)
Forchheim	170	170	180
Orschweier	170	170	160

Tab. 7-7: Geprüfte Düngungssysteme 2008 - 2010

Varianten	Beschreibung	2008	2009	2010
1	ungedüngt	x	x	x
2	UF 40 kg/ha N als ENTEC 25+15 + Flächendüngung als KAS im 6-Blattstadium	x	(nur in F.)	
3	Gesamte N-Düngung als ENTEC 18+8+13+2 zur Saat	x		
4	UF 30 kg/ha N als Kalkstickstoff + Flächendüngung als KAS im 6-Blattstadium	x	x	x
5	Gesamte N-Düngung mit Harnstoff zur Saat	x	x	x
6	UF 40 kg/ha N als DAP + Injektion von Domamon zur Saat in jede 2. Zwischenreihe („Cultan 2“)	x	x	x
7	Injektion von Domamon in einer Gabe zur Saat in jede 2. Zwischenreihe („Cultan 3“)	x	x	x
8	Gesamte N-Düngung mit Alzon 46 zur Saat	x	x	x
9	Gesamte N-Düngung als ENTEC 21+8+11+4 zur Saat			x
10	Gesamte N-Düngung als ENTEC 26 zur Saat		x	x
11	UF 40 kg/ha N als DAP + Flächendüngung als KAS im 6-Blattstadium	x	x	x
12	UF 40 kg/ha N als DAP + Flächendüngung mit Harnstoff zur Saat	x	x	x

7.2 Ergebnisse

Erträge

Insgesamt sind die Ertragsunterschiede zwischen der Nullparzelle und dem Mittel der gedüngten Varianten zwischen den Standorten sehr groß. Während in Orschweier der Ertragsanstieg im Schnitt der Jahre eher gering (8,3 dt/ha) ausfällt, ist er in Forchheim mit (33 dt/ha) wesentlich höher (vgl. Abb. 7-1). Dabei fällt auf dass das Ausgangsniveau in der Nullparzelle auf beiden Standorten fast identisch ist (Orschweier 106,7 dt/ha, Forchheim 107,1 dt/ha, vgl. Abb. 7-2). Dass die N- Düngung auf dem wesentlich schlechteren Standort Forchheim so viel besser anschlägt als in Orschweier, ist sicher auf die Beregnung zurückzuführen. Die Erträge im Einzelnen sind in Tab. 7-8 aufgelistet.

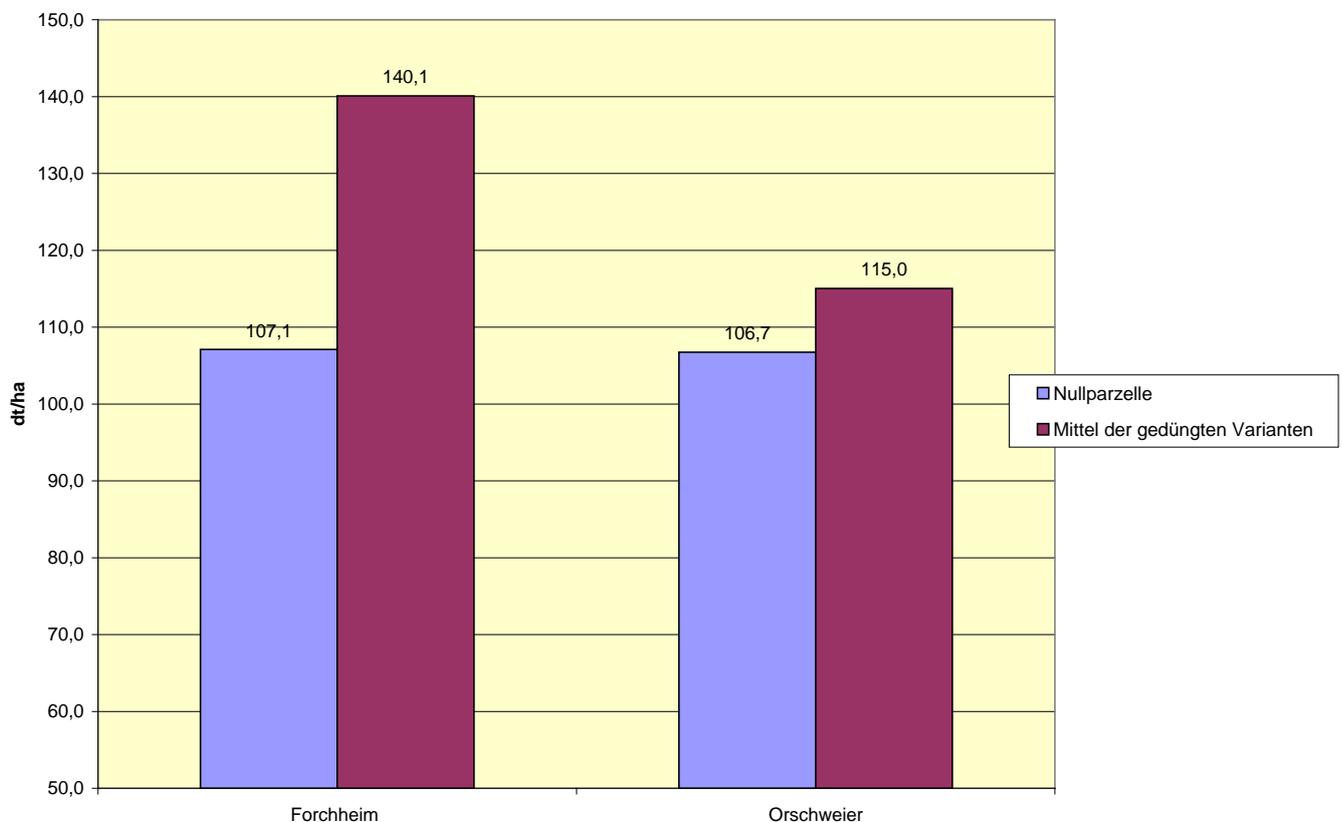
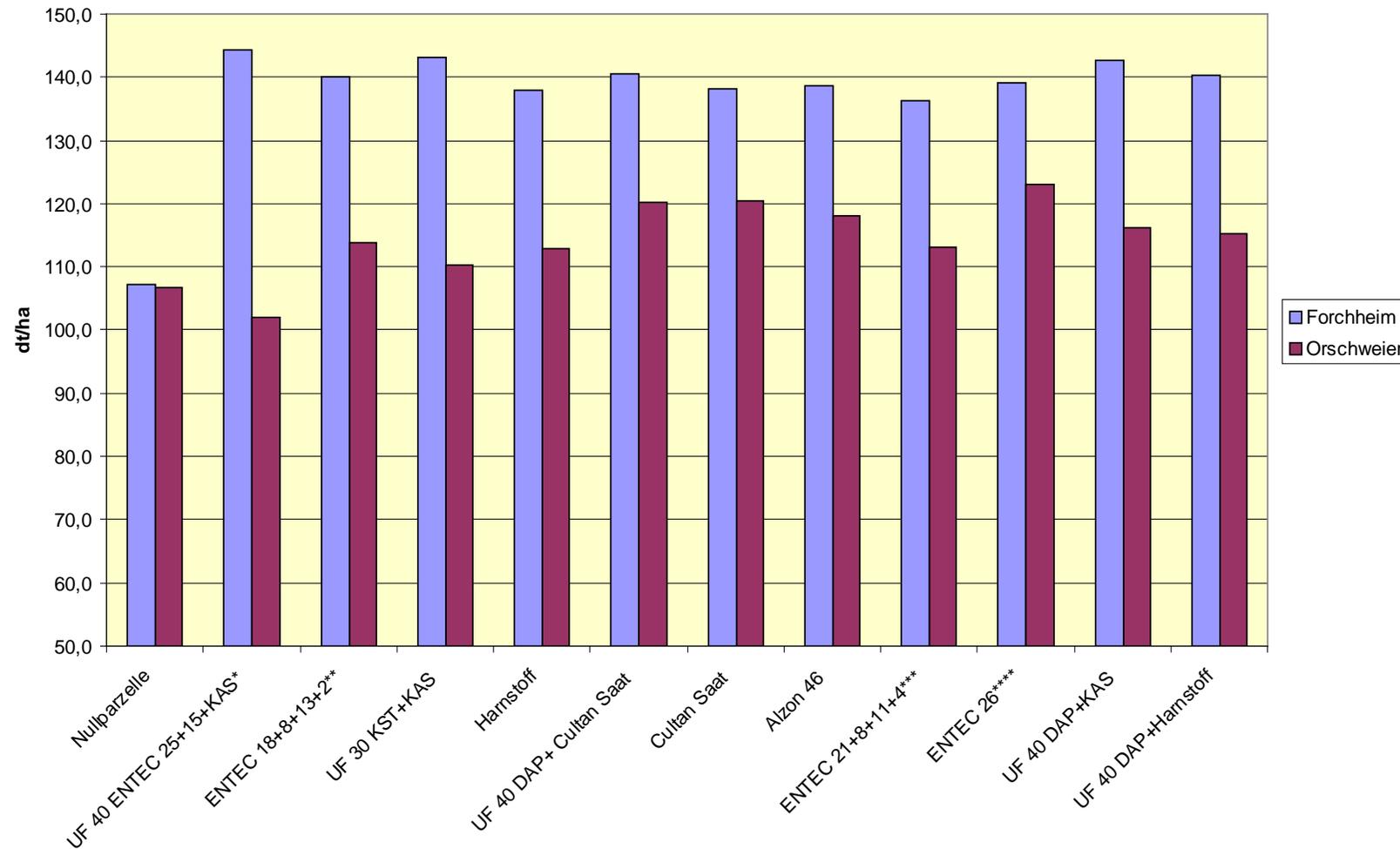


Abb. 7-1: Ertragsunterschiede zwischen der ungedüngten und dem Mittel der gedüngten Varianten an beiden Versuchsstandorten im Mittel der Jahre 2008-2010



* Orschweier nur 2008, Forchheim 2008 und 2009

** an beiden Orten nur 2008

*** an beiden Orten nur 2010

**** an beiden Orten nur 2009 und 2010

Abb. 7-2: Durchschnittserträge der Varianten im Mittel der Jahre 2008 - 2010

Tab. 7-8: Erträge (dt/ha und relativ) nach Jahren und Orten

Düngung	Jahr	Forchheim	Orschweier	Forchheim	Orschweier
		Erträge dt/ha		Erträge relativ	
ungedüngt(B)	2008	82,2	89,8	100,0	100,0
	2009	120,9	120,3	100,0	100,0
	2010	118,3	110,2	100,0	100,0
	Mittel	107,1	106,7	100,0	100,0
UF 40 ENTEC 5+15+KAS	2008	140,0	102,0	170,3	113,6
	2009	148,5		122,8	
	2010				
	Mittel				
ENTEC 18+8+13+2	2008	140,1	113,9	170,5	126,9
	2009				
	2010				
	Mittel				
UF 30 KST+KAS	2008	146,0	99,1	177,7	110,5
	2009	145,4	124,6	120,3	103,6
	2010	137,7	107,3	116,5	97,4
	Mittel	143,1	110,4	133,6	103,4
Harnstoff	2008	135,6	112,5	165,1	125,4
	2009	142,1	113,6	117,5	94,5
	2010	136,2	112,2	115,2	101,8
	Mittel	138,0	112,8	128,8	105,7
UF 40 DAP+ Cultan Saat	2008	142,8	117,9	173,8	131,4
	2009	143,5	131,8	118,7	109,6
	2010	135,7	110,6	114,7	100,4
	Mittel	140,7	120,1	131,3	112,5
Cultan Saat	2008	140,2	113,9	170,7	126,9
	2009	141,6	132,5	117,1	110,2
	2010	132,5	115,3	112,1	104,6
	Mittel	138,1	120,6	129,0	113,0
Alzon 46	2008	138,3	114,3	168,2	127,3
	2009	140,3	124,6	116,0	103,6
	2010	137,4	115,3	116,2	104,6
	Mittel	138,6	118,0	129,4	110,6
ENTEC 21+8+11+4	2008				
	2009				
	2010	136,3	113,2	115,2	102,7
	Mittel				
ENTEC 26	2008				
	2009	142,8	131,4	118,1	109,2
	2010	135,4	114,5	114,5	103,9
	Mittel				
UF 40 DAP+KAS	2008	146,0	108,3	177,7	120,7
	2009	149,0	129,5	123,2	107,6
	2010	133,0	111,0	112,5	100,7
	Mittel	142,7	116,3	133,2	108,9
UF 40 DAP+Harnstoff	2008	136,5	116,3	166,2	129,6
	2009	146,8	126,8	121,4	105,4
	2010	137,3	102,9	116,1	93,4
	Mittel	140,2	115,3	130,9	108,1

Standort Forchheim

Am Standort Forchheim zeigen sich deutliche Ertragssteigerungen zwischen den gedüngten Varianten und der Nullparzelle. Insbesondere im Jahr 2008 ist der Ertragszuwachs von ungedüngt zu gedüngt mit 58,4 dt/ha sehr deutlich. Auch in den Jahren 2009 (23,5 dt/ha) und 2010 (17,4 dt/ha) gibt es einen Ertragsanstieg der aber bei weitem nicht mehr so deutlich ausfällt (vgl. Abb. 7-3). Dagegen sind die Ertragsunterschiede zwischen den gedüngten Varianten (vgl. Abb. 7-4) gering. Im Jahr 2008 waren die Varianten mit Kalkstickstoff + KAS und DAP + KAS mit jeweils 146 dt/ha am ertragstärksten. Die beiden Varianten mit Harnstoff zeigten sich am ertragschwächsten, wobei in der Harnstoffvariante ohne Unterfußdüngung der geringste Ertrag mit 135,6 dt/ha erreicht wurde. Auch im Jahr 2009 waren die Varianten mit Kalkammonsalpeter die besten: Kalkstickstoff + KAS (148,5 dt/ha), Entec 25+15 + KAS (148 dt/ha) und DAP + KAS (149 dt/ha). Mit 140 dt/ha hat die Alzondüngung den geringsten Ertrag gebracht. Insgesamt war das Jahr 2009 mit 144,4 dt/ha im Schnitt aller gedüngter Varianten das Spitzenjahr. Das Jahr 2010 war das Jahr mit den geringsten Erträgen, und den geringsten Ertragsunterschieden. So waren zwischen der schwächsten Variante Cultan Saat mit 132,5 dt/ha und der stärksten Variante Kalkstickstoff + KAS mit 137,7 dt/ha gerade mal 5,5 dt/ha Ertragsunterschied festzustellen. Für den Standort Forchheim kann man festhalten, dass sich die Varianten Unterfußdüngung plus Kalkammonsalpeter im 6-Blattstadium durchweg am besten gezeigt haben. Lediglich 2010 fiel die Variante DAP+KAS etwas ab (vgl. Abb. 7-4). Bei den über 3 Jahre geprüften Varianten gibt es im 3-Jahresschnitt in Forchheim nur geringe Ertragsunterschiede (vgl. Abb. 7-5). Zwischen der besten Variante 30 N UFD mit Kalkstickstoff + KAS und der Harnstoffvariante am Schluss liegen gerade mal 5 dt/ha.

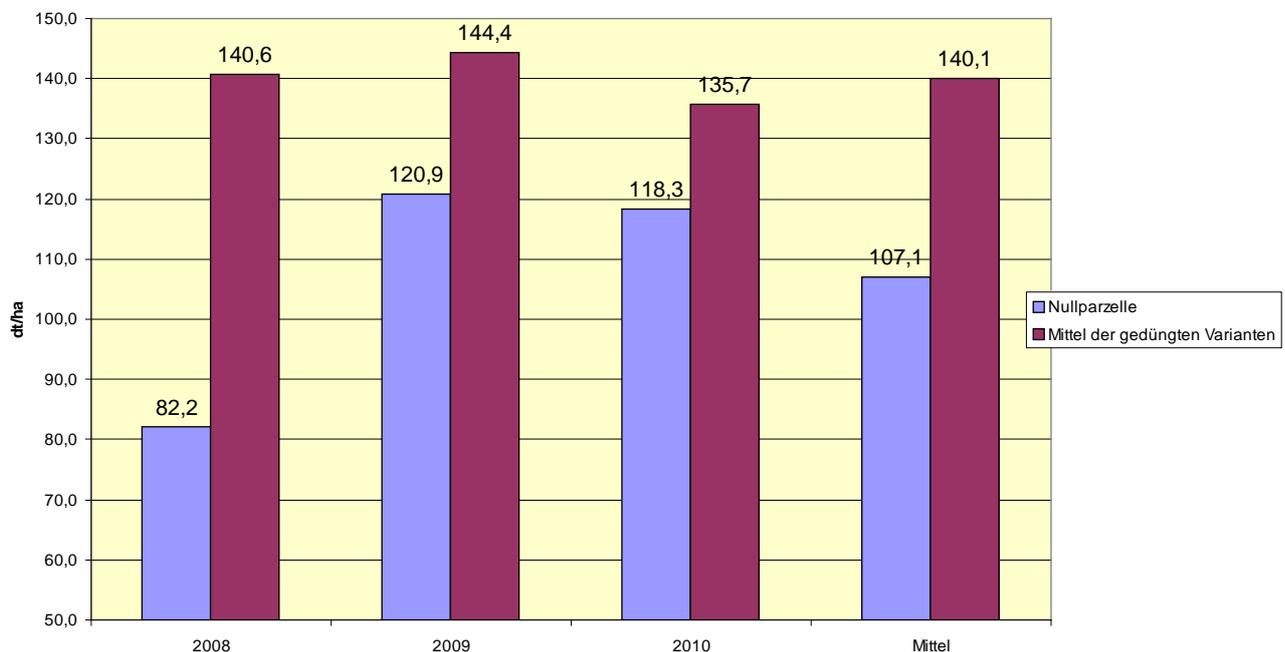


Abb. 7-3: Erträge der Nullparzelle im Vergleich zu Mittel der gedüngten Varianten in Forchheim

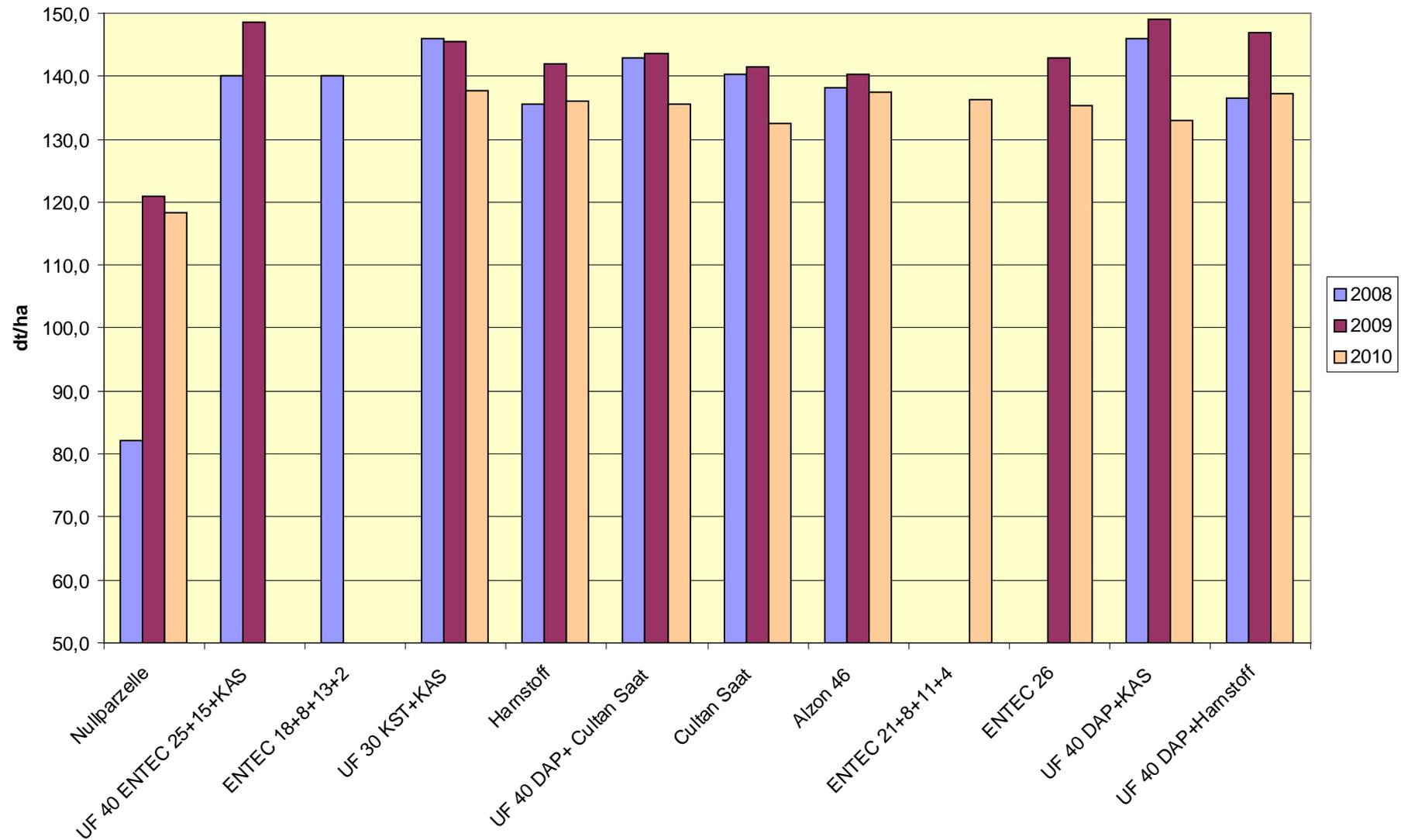


Abb. 7-4: Erträge der N-Düngungssysteme in Forchheim

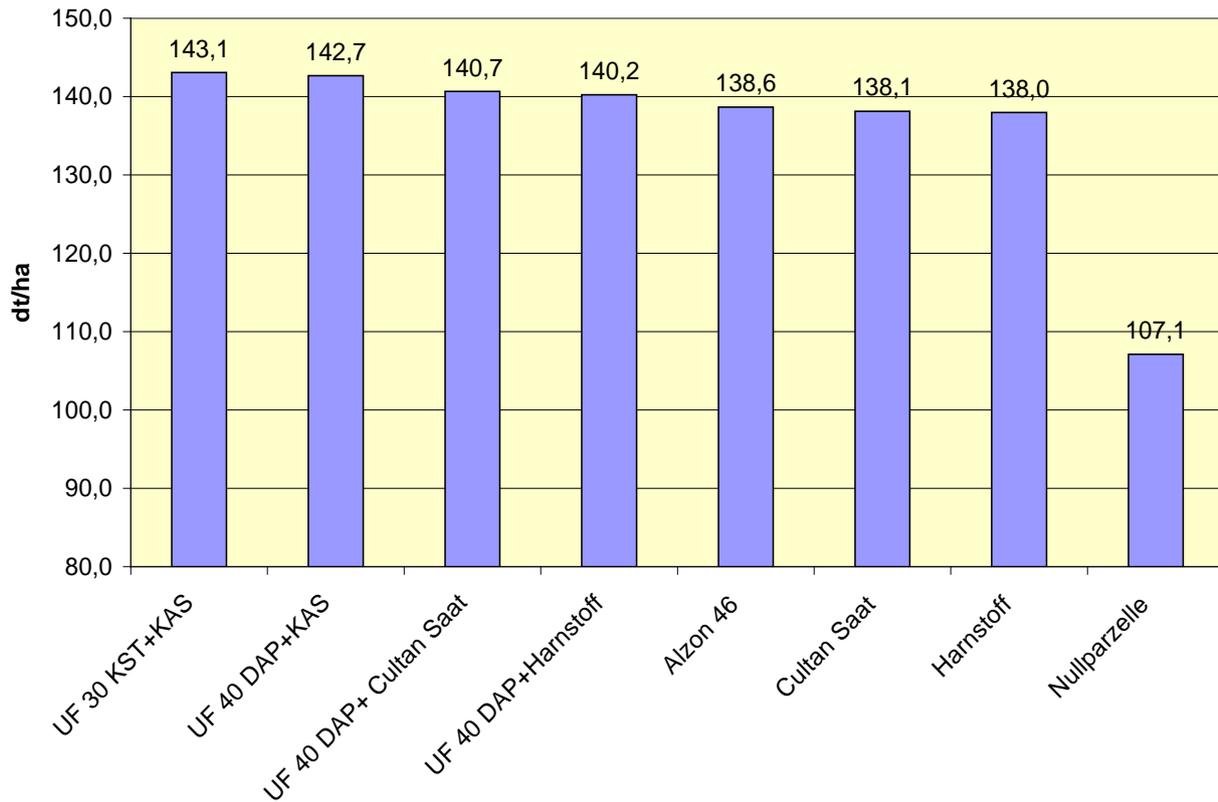


Abb. 7-5: Erträge der 3-jährig geprüften N-Düngungssysteme in Forchheim

Standort Orschweier

Die Ertragsunterschiede im Mittel der gedüngten Varianten zur Nullparzelle waren in Orschweier deutlich geringer als in Forchheim. War der Unterschied im Jahr 2008 mit 20,2 dt/ha zwischen Nullparzelle (89,8 dt/ha) und gedüngten Varianten (110,9 dt/ha) noch sehr deutlich, so fiel dieser Unterschied 2009 (Nullparzelle 120,3 dt/ha, Durchschnitt der gedüngten Varianten 126,8 dt/ha) wesentlich geringer aus. Im Jahr 2010 wurde durch die N-Düngung nur ein sehr geringer Mehrertrag von 1,2 dt/ha (Nullparzelle 110, 2 dt/ha, Durchschnitt der gedüngten Varianten 111,4 dt/ha) realisiert (vgl. Abb. 7-6).

Im Jahr 2008 haben die Varianten Unterfußdüngung Entec 25+15 + KAS (102 dt/ha) sowie Unterfußdüngung Kalkstickstoff + KAS (99,1 dt/ha) die geringsten Erträge erzielt. Dagegen haben die Varianten Unterfußdüngung Diammonphosphat + Cultan (117,9 dt/ha) und Unterfußdüngung mit Unterfußdüngung + Harnstoff (116,3 dt/ha) die höchsten Erträge erreicht. Das macht dann immerhin einen Ertragsunterschied von 18,8 dt/ha zwischen den Extremen aus.

2009 fiel die Harnstoffvariante (113 dt/ha) sehr deutlich gegenüber allen anderen Varianten ab und lag als einzige Variante unter dem Ertrag der Nullvariante. Der Ertragsunterschied Harnstoff zu den anderen Varianten lag zwischen 11,6 dt/ha (Alzon) und 19,5 dt/ha (Cultan Saat). 2009 erzielten die beiden Cultanvarianten mit 131,8 dt/ha (Unterfußdüngung Diammonphosphat + Cultan Saat) und 132,5 dt/ha (Cultan Saat) die höchsten Erträge.

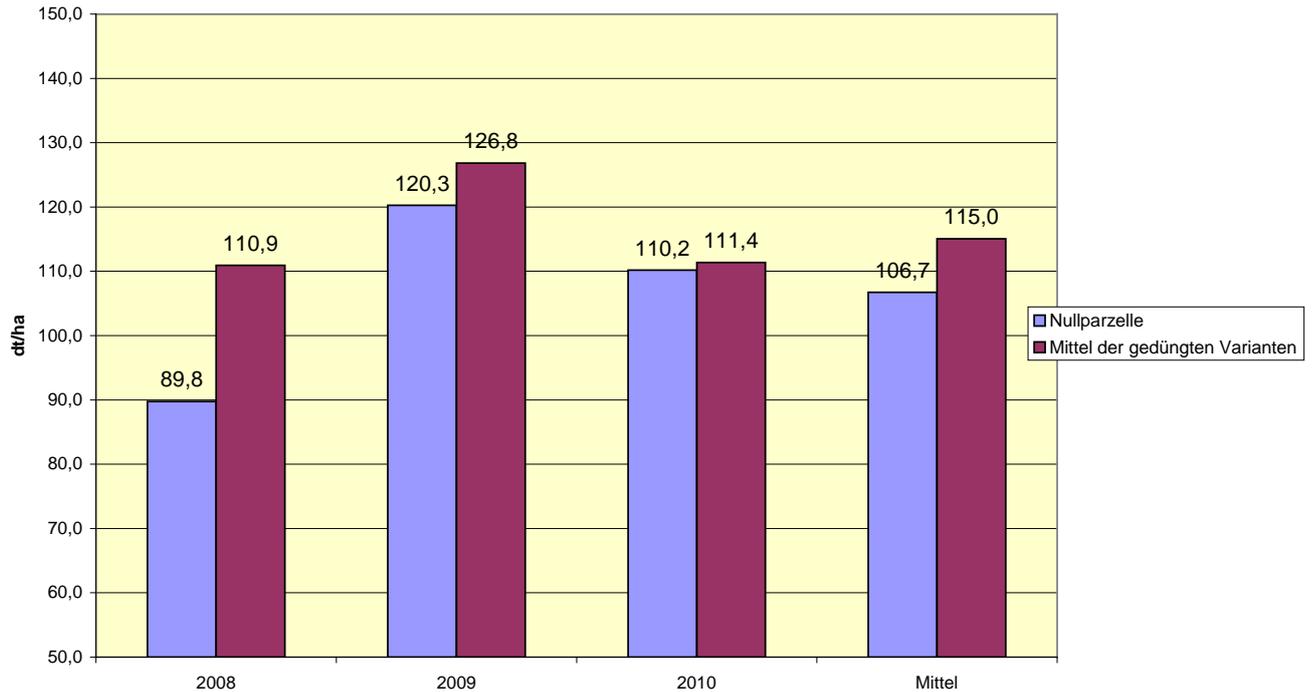


Abb. 7-6: Erträge der Nullparzelle im Vergleich zum Mittel der gedüngten Varianten in Orschweier

2010 war in Orschweier ein besonderes Jahr, die Nullparzelle lag im Schnitt nur 1,4 dt/ha unter dem Mittel der gedüngten Varianten. Dabei blieben zwei Varianten (Unterfußdüngung Kalkstickstoff + KAS und Unterfußdüngung Diammonphosphat + Harnstoff) ertraglich hinter der Nullparzelle zurück. Der Ertragsunterschied zwischen der schlechtesten Variante Unterfußdüngung Kalkstickstoff + KAS (107,3 dt/ha) und den besten Varianten Cultan Saat und Alzon 46 (jeweils 115,3 dt/ha) betrug lediglich 8 dt/ha (vgl. Abb. 7-7).

Im dreijährigen Mittel lag in Orschweier die Variante Cultan Saat mit 120,6 dt/ha vorne, die anderen Varianten schnitten etwas schlechter ab, lediglich die Harnstoffvariante mit 112,8 dt/ha und die Unterfußdüngung Kalkstickstoff + KAS mit 110,4 dt/ha fielen deutlich ab. (vgl. Abb. 7-8).

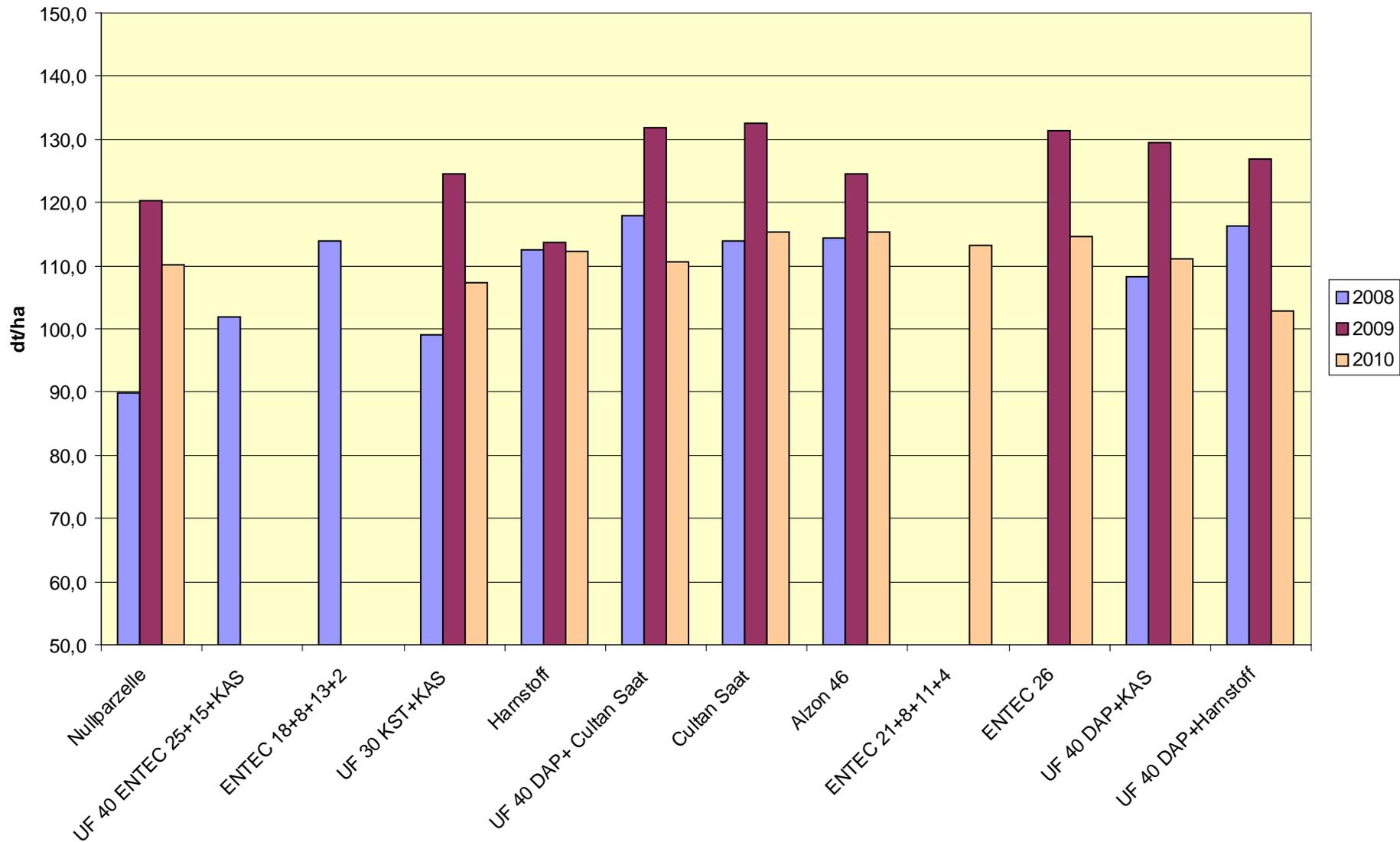


Abb. 7-7: Erträge der N-Düngungssysteme in Orschweier

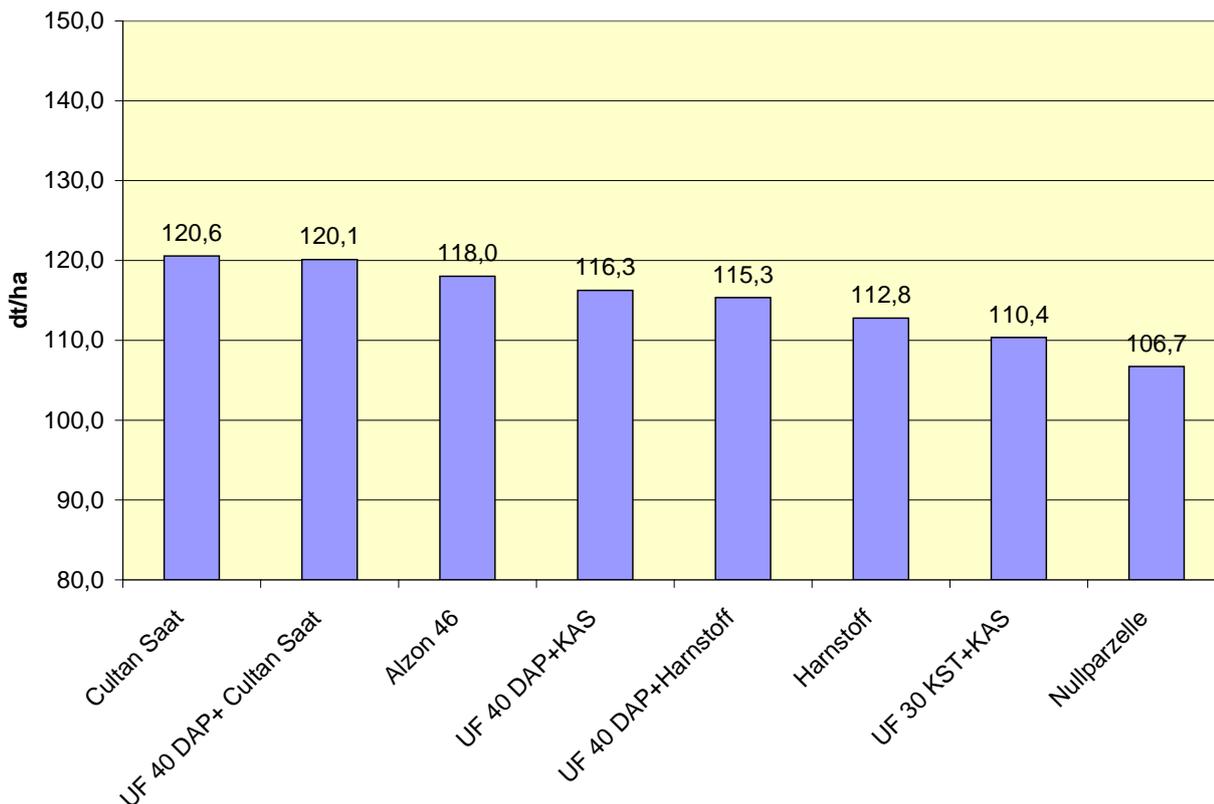


Abb. 7-8: Erträge der 3-jährig geprüften N-Düngungssysteme in Orschweier

Wachstumsbeobachtungen

Die Boniturergebnisse für die verschiedenen Merkmale sind in den Tabellen 7-9 - 7-12 aufgelistet.

Bezüglich der Pflanzenlänge (vgl. Tab. 7-9) gab es deutliche Unterschiede zwischen den Versuchstandorten. Während in Orschweier die Pflanzenlänge über 3 Jahre und alle Varianten sehr wenig differierte (290 cm - 310 cm) gab es in Forchheim erhebliche Differenzen (217 cm - 275 cm). Insgesamt war der Mais in Orschweier deutlich länger.

Der Zünslerbefall (vgl. Tab. 7-10) wurde in Orschweier lediglich im Jahr 2010 bonitiert. In Forchheim war der Befall im Jahr 2008 sehr gering mit 0,3% bis 4,7%, 2009 lag mit 2,7% - 5,0% etwas höher. 2010 war der Befall in Forchheim mit 4,7% - 17,3 % und in Orschweier mit 8,0% - 11,7%, deutlich höher.

Der Befall mit Beulenbrand (vgl. Tab. 7-11) wurde in Orschweier 2010 bonitiert und lag auf sehr niedrigem Niveau (1,0% - 2,0%). In Forchheim war im Jahr 2009 mit 0,3% - 2,3% ein geringer Befall festzustellen, dagegen wurde in den Jahren 2008 mit 5,3% - 12% und 2010 mit 10% - 18,3% ein sehr deutlicher Befall vorgefunden. In der ungedüngten Variante wurde 2008 in Forchheim mit 1,0% und 2010 mit 5,7% ein sehr geringer Befall mit Beulenbrand bonitiert.

Stängelfäule ist an beiden Standorten und über 3 Jahre kaum aufgetreten (vgl. Tab. 7-12).

Tab. 7-9: Pflanzenlänge in cm zur Ernte (2008-2010)

Düngung	Jahr	Ort	
		Forchheim	Orschweier
ungedüngt	2008	253	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	224	fehlender Wert
UF 40 ENTEC 25+15+KAS	2008	264	290
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
ENTEC 18+8+13+2	2008	265	290
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
UF 30 KST+KAS	2008	267	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	222	fehlender Wert
Harnstoff	2008	278	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	219	fehlender Wert
UF 40 DAP+Cultan Saat	2008	267	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	229	fehlender Wert
Cultan Saat	2008	272	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	220	fehlender Wert
Alzon 46	2008	275	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	223	fehlender Wert
ENTEC 21+8+11+4	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	217	fehlender Wert
ENTEC 26	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	fehlender Wert	310
	2010	226	fehlender Wert
UF 40 DAP+KAS	2008	269	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	228	fehlender Wert
UF 40 DAP+Harnstoff	2008	263	290
	2009	fehlender Wert	310
	2010	225	fehlender Wert

Tab. 7-10: Pflanzen mit Zünslerbefall in % zur Ernte (2008-2010)

Düngung	Jahr	Ort	
		Forchheim	Orschweier
ungedüngt	2008	1,3	fehlender Wert
	2009	5,0	fehlender Wert
	2010	4,7	8,7
	Mittel	3,7	fehlender Wert
UF 40 ENTEC 25+15+KAS	2008	3,3	fehlender Wert
	2009	3,0	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
ENTEC 18+8+13+2	2008	1,7	fehlender Wert
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
	Mittel	1,7	fehlender Wert
UF 30 KST+KAS	2008	0,3	fehlender Wert
	2009	2,7	fehlender Wert
	2010	10,7	11,3
	Mittel	4,6	fehlender Wert
Harnstoff	2008	1,3	fehlender Wert
	2009	4,7	fehlender Wert
	2010	12,3	10,7
	Mittel	6,1	fehlender Wert
UF 40 DAP+Cultan Saat	2008	2,3	fehlender Wert
	2009	5,3	fehlender Wert
	2010	17,3	10,7
	Mittel	8,3	fehlender Wert
Cultan Saat	2008	1,7	fehlender Wert
	2009	7,7	fehlender Wert
	2010	13,0	8,0
	Mittel	7,4	fehlender Wert
Alzon 46	2008	0,7	fehlender Wert
	2009	2,7	fehlender Wert
	2010	16,3	10,3
	Mittel	6,6	fehlender Wert
ENTEC 21+8+11+4	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	10,3	10,0
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
ENTEC 26	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	6,3	fehlender Wert
	2010	10,7	8,3
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
UF 40 DAP+KAS	2008	4,7	fehlender Wert
	2009	5,0	
	2010	16,3	11,7
	Mittel	8,7	11,7
UF 40 DAP+Harnstoff	2008	2,7	fehlender Wert
	2009	5,0	
	2010	14,7	9,7
	Mittel	7,4	fehlender Wert

Tab. 7-11: Pflanzen mit Beulenbrandbefall in % (2008 - 2010)

Düngung	Jahr	Ort	
		Forchheim	Orschweier
ungedüngt	2008	1,0	fehlender Wert
	2009	0,3	fehlender Wert
	2010	5,7	1,7
	Mittel	2,3	fehlender Wert
UF 40 ENTEC 25+15+KAS	2008	11,7	fehlender Wert
	2009	3,3	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
ENTEC 18+8+13+2	2008	11,3	fehlender Wert
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
UF 30 KST+KAS	2008	13,7	fehlender Wert
	2009	1,3	fehlender Wert
	2010	10,7	2,0
	Mittel	8,6	fehlender Wert
Harnstoff	2008	7,3	fehlender Wert
	2009	3,7	fehlender Wert
	2010	14,3	1,0
	Mittel	8,4	fehlender Wert
UF 40 DAP+Cultan Saat	2008	12,0	fehlender Wert
	2009	2,0	fehlender Wert
	2010	16,0	1,3
	Mittel	10,0	fehlender Wert
Cultan Saat	2008	10,0	fehlender Wert
	2009	0,7	fehlender Wert
	2010	10,0	1,7
	Mittel	6,9	fehlender Wert
Alzon 46	2008	10,7	fehlender Wert
	2009	0,3	fehlender Wert
	2010	16,0	1,0
	Mittel	9,0	fehlender Wert
ENTEC 21+8+11+4	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	12,0	1,3
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
ENTEC 26	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	2,3	fehlender Wert
	2010	10,3	2,7
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
UF 40 DAP+KAS	2008	9,7	fehlender Wert
	2009	1,3	fehlender Wert
	2010	12,7	2,0
	Mittel	7,9	fehlender Wert
UF 40 DAP+Harnstoff	2008	5,3	fehlender Wert
	2009	1,0	fehlender Wert
	2010	18,3	1,7
	Mittel	8,2	fehlender Wert

Tab. 7-12: Pflanzen mit Stängelfäulebefall in % (2008 - 2010)

Düngung	Jahr	Ort	
		Forchheim	Orschweier
ungedüngt	2008	1,0	3,3
	2009	1,0	2,3
	2010	1,0	1,7
	Mittel	1,0	2,4
UF 40 ENTEC 25+15+KAS	2008	1,0	2,0
	2009	1,0	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
ENTEC 18+8+13+2	2008	1,0	2,3
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	fehlender Wert	fehlender Wert
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
UF 30 KST+KAS	2008	1,0	2,0
	2009	1,0	2,7
	2010	1,0	2,0
	Mittel	1,0	2,2
Harnstoff	2008	1,0	2,0
	2009	1,0	2,7
	2010	1,0	2,0
	Mittel	1,0	2,2
UF 40 DAP+Cultan Saat	2008	1,0	2,3
	2009	1,0	2,3
	2010	1,0	2,0
	Mittel	1,0	2,2
Cultan Saat	2008	1,0	2,0
	2009	1,0	1,7
	2010	1,0	1,3
	Mittel	1,0	1,7
Alzon 46	2008	1,0	2,3
	2009	1,0	4,0
	2010	1,0	2,0
	Mittel	1,0	2,8
ENTEC 21+8+11+4	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	fehlender Wert	fehlender Wert
	2010	1,0	1,3
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
ENTEC 26	2008	fehlender Wert	fehlender Wert
	2009	1,0	2,7
	2010	1,0	1,7
	Mittel	fehlender Wert	fehlender Wert
UF 40 DAP+KAS	2008	1,0	2,3
	2009	1,0	3,7
	2010	1,0	1,3
	Mittel	1,0	2,4
UF 40 DAP+Harnstoff	2008	1,0	2,0
	2009	1,0	3,3
	2010	1,0	2,0
	Mittel	1,0	2,4

Wirtschaftlichkeit

Um die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Düngungssysteme zu beurteilen, wurden die Düngemittelpreise der Stickstoffdünger (vgl. Tab. 7-13) beim Landhandel und Hersteller abgefragt. Diese Preise wurden mit Hilfe des Düngepreisprogramms der LEL auf Kosten pro kg Rein-N (vgl. Tab. 7-14) der jeweiligen Dünger umgerechnet. Bei dieser Excelanwendung werden der Kalkwert sowie die Wert der übrigen Nährstoffe, die in den Düngern enthalten sind, mit verrechnet. Nicht berücksichtigt werden die Ausbringkosten. Berechnet man die Kosten der Düngungssysteme auf die durchschnittliche N-Ausbringungshöhe von 170 kg/N je ha, dann ergeben sich je nach System Düngungskosten, die in Tab. 7-15 dargestellt sind.

Tab. 7-13: Düngemittelpreise (€/dt o.Mwst.) 2008- 2010

Artikel	Gebinde	Jahr 2008	Jahr 2009	Jahr 2010
KAS 27%	lose	28,68 €	21,85 €	19,42 €
Entec 25-15	lose	40,10 €	X	X
Entec 18-8-13-2	lose	39,54 €	X	X
Kalkstickstoff	600kg Bigbag	46,40 €	49,69 €	47,10 €
Harnstoff 46%	lose	44,04 €	32,12 €	28,16 €
DAP18-46	lose	43,46 €	42,19 €	33,65 €
Entec 21-8-11-4	lose	X	X	33,91 €
Entec 26	lose	X	46,31 €	25,79 €
Alzon 46	lose	38,00 €	50,00 €	30,00 €
Domamon L 26	flüssig	20,30 €	17,80 €	15,00 €

Quellen: Landhandel und Hersteller

Tab. 7-14: Durchschnittskosten der verschiedenen N-Dünger pro kg N 2008-2010

Artikel	Gebinde	netto
Kalkammonsalpeter 27%	lose	0,90 €
Kalkstickstoff	600kg Bigbag	2,31 €
Harnstoff 46%	lose	0,82 €
Diamonphosphat 18-46	lose	0,81 €
Entec 21-8-11-4	lose	0,94 €
Entec 26	lose	1,06 €
Alzon 46	lose	0,91 €
Domamon	flüssig	0,85 €

Die Kosten je kg N wurde mit LEL Düngerpreisprogramm der LEL unter Einbezug des Kalkwertes und der übrigen Nährstoffe berechnet.

Tab. 7-15: Durchschnittskosten der verschiedenen N-Düngungssysteme pro ha 2008-2010 berechnet auf 170 kg/ha N-Düngungshöhe

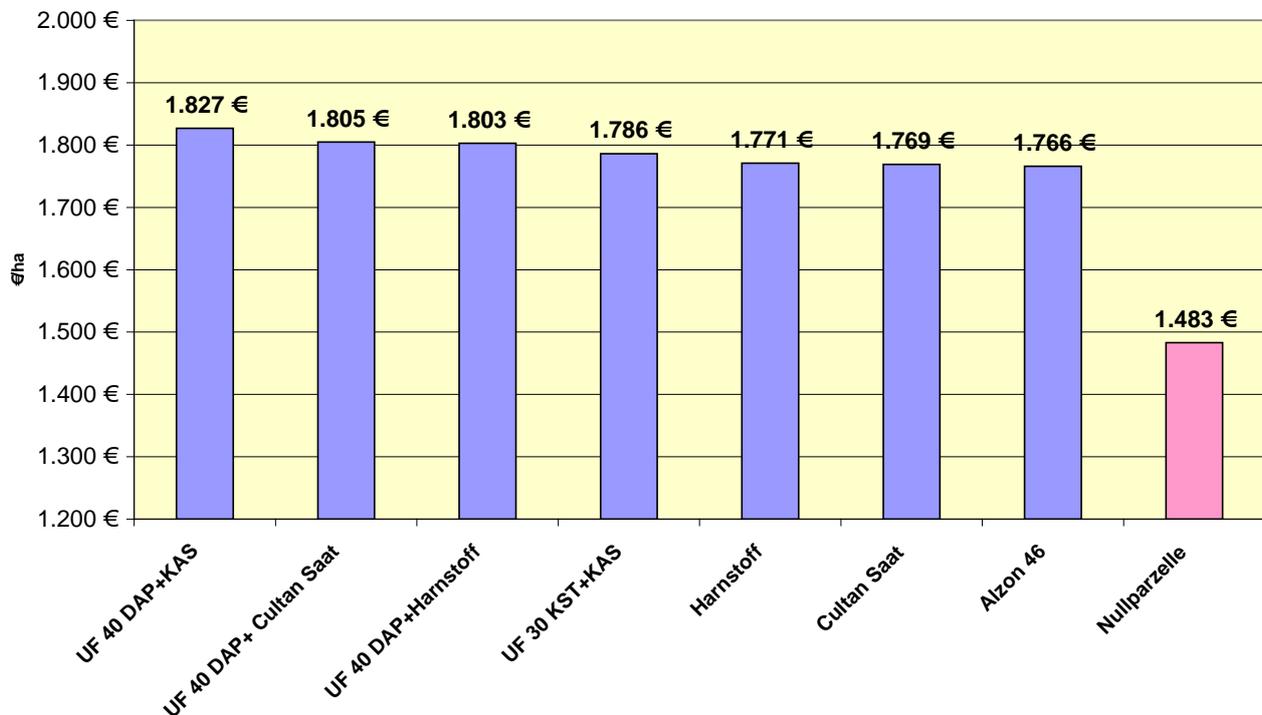
Düngesystem	netto
UF 40 DAP+ Cultan Saat	142,90 €
UF 40 DAP+KAS	149,40 €
Cultan Saat	144,50 €
Alzon 46	154,70 €
UF 40 DAP+Harnstoff	139,00 €
UF 30 KST+KAS	195,30 €
Harnstoff	139,40 €

ohne Ausbringkosten

Tab. 7-16: Maispreise 2008 - 2010

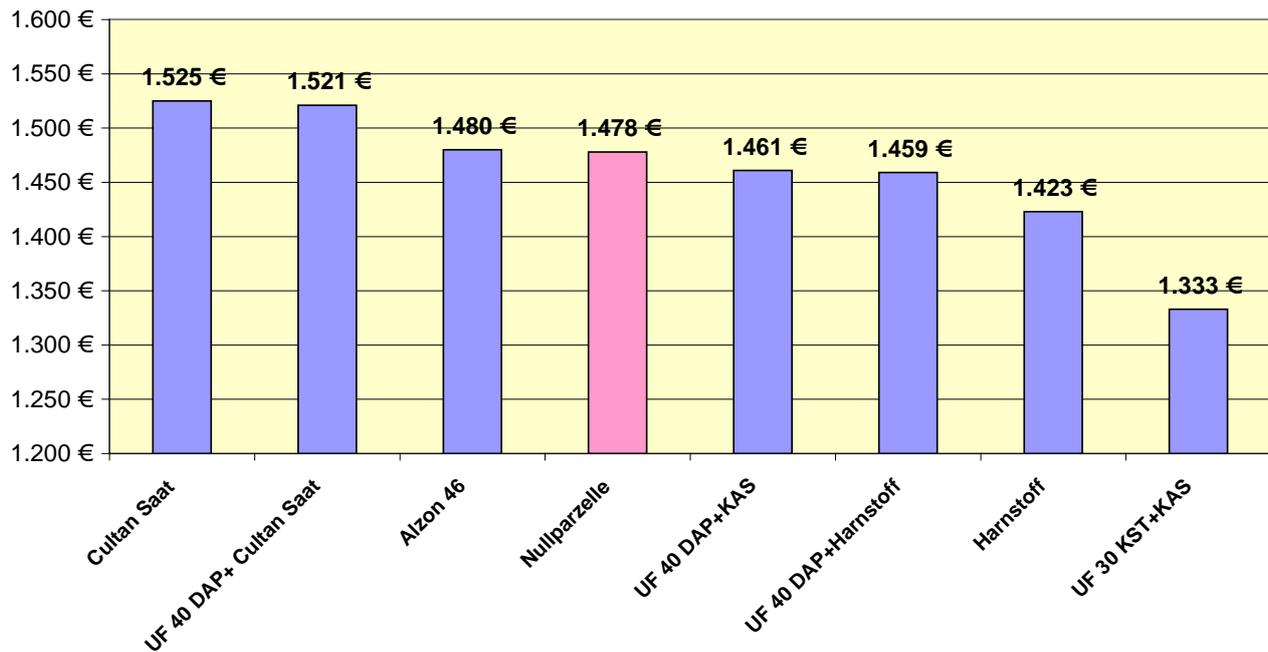
	Jahr 2008	Jahr 2009	Jahr 2010	Ø 2008-2010
Mais €/t netto	120 €	110 €	185 €	138,5 €

Quellen: Landhandel und Hersteller



Annahme: berechnet mit Maispreis von 138,5 €/t und Kosten der N-Düngesysteme aus Tab.3-15, jeweils netto

Abb. 7-9: Um N-Düngerkosten bereinigte Marktleistung (Ø 2008 - 2010, Forchheim) ohne Ausbringkosten



Annahme: berechnet mit Maispreis von 138,5 €/t und Kosten der N-Düngesysteme aus Tab.3- 15, jeweils netto

Abb. 7-10: Um N-Düngerkosten bereinigte Marktleistung (Ø 2008-2010, Orschweier) ohne Ausbringkosten

Anhand des Durchschnittserntepreises für Körnermais aus den Jahren 2008 - 2010 (vgl. Tab. 7-16) wurde für die beiden Standorte eine um die N-Düngerkosten bereinigte Marktleistung für alle 3-jährig geprüften Varianten errechnet. Die Ausbringkosten wurden dabei nicht berücksichtigt. In Forchheim waren im Schnitt der 3 Jahre alle Varianten lohnend. Die einzelnen Varianten unterscheiden sich nur wenig voneinander (vgl. Abb. 7-9). In Orschweier dagegen zeigt Abb. 7-10, dass die Düngung nicht immer lohnend war

N_{min}-Werte nach Ernte

Die N_{min}-Gehalte nach Ernte sind in Forchheim (vgl. Abb. 7-11 bis 7-13) in den Jahren 2008 und 2009 sehr niedrig (Ø ca. 10 bzw. 14 kg/ha). Im Jahr 2010 waren sie deutlich höher (Ø ca. 40 kg/ha), lediglich die Nullvariante wies 2010 einen niedrigen N_{min}-Gehalt (12 kg/ha) auf. In Forchheim konnte in den Jahren 2008 und 2009 die N-Düngung voll in Ertrag umgesetzt werden. 2010 gab es - wie auch auf vielen Praxisbetrieben - bedingt durch die Winterung erhöhte N_{min}-Gehalte nach Ernte. Die Monate vor der Ernte im September und Oktober waren überdurchschnittlich kühl, so dass in Verbindung mit dem viel zu kühlen Mai der Wachstumsfaktor Wärme vielfach im Minimum war. Lediglich in der Nullparzelle mit einem N_{min}-Gehalt von 12 kg/ha war nach der Ernte der pflanzenverfügbare Stickstoff fast vollends ausgenutzt.

Die N_{min}-Gehalte nach Ernte in Orschweier (vgl. Abb. 7-14 bis 7-16) sind in den Jahren 2008 und 2009 mit Ø 26 bzw. 27 kg/ha etwa doppelt so hoch wie in Forchheim, wobei die Nullparzellen nicht abfallen. Im Jahr 2010 waren die N_{min}-Werte ebenfalls deutlich höher (Ø ca. 42 kg/ha), wobei es große Unterschiede zwischen den Varianten gab. Lediglich die Nullvariante wies 2010 einen niedrigen N_{min}-Gehalt von 17 kg/ha auf.

In Orschweier konnte der vorhandene pflanzenverfügbare Bodenstickstoff in keinem Jahr vollständig in Ertrag umgesetzt zuwerden. In den Jahren 2008 und 2009 scheint der Wachstumsfaktor Wasser der begrenzende Faktor gewesen zu sein, und im Jahr 2010 hat neben dem Wasser vor allem auch die Wärme gefehlt.

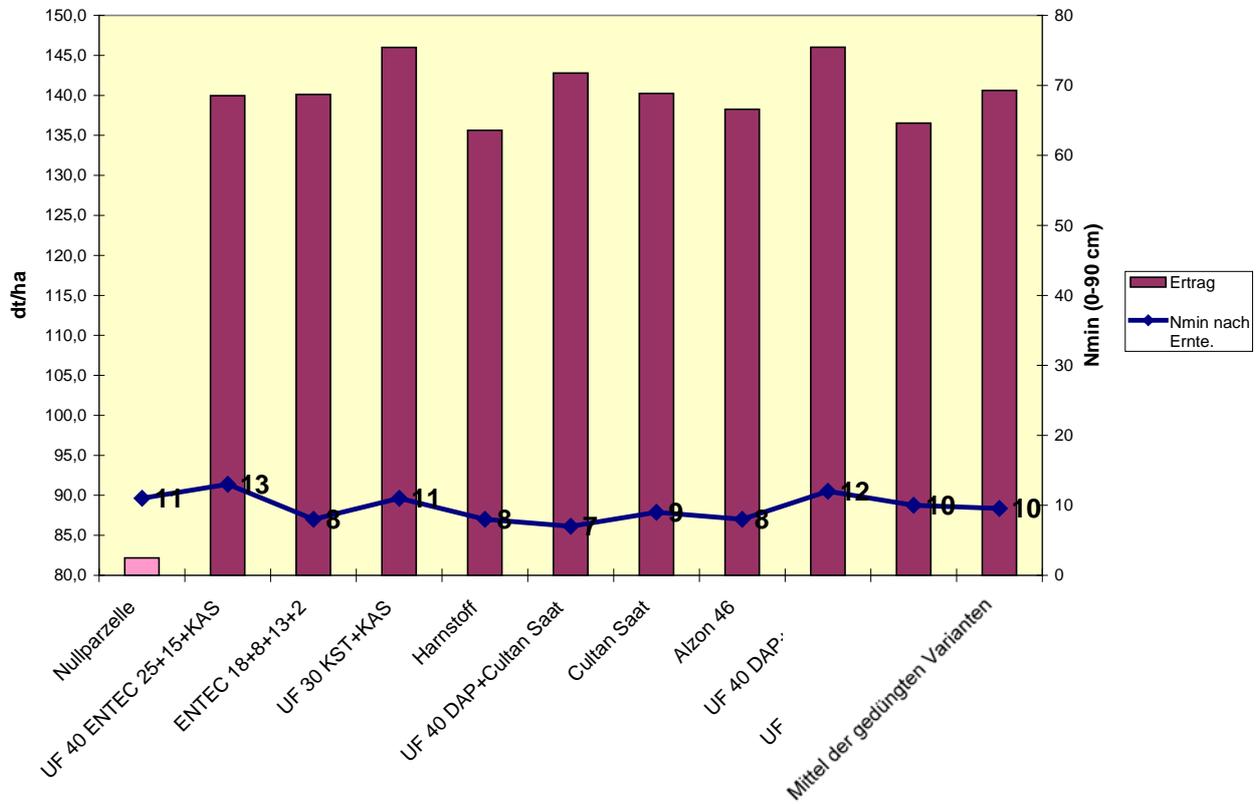


Abb. 7-11: Ertrag und N_{min}-Wert nach Ernte Forchheim 2008

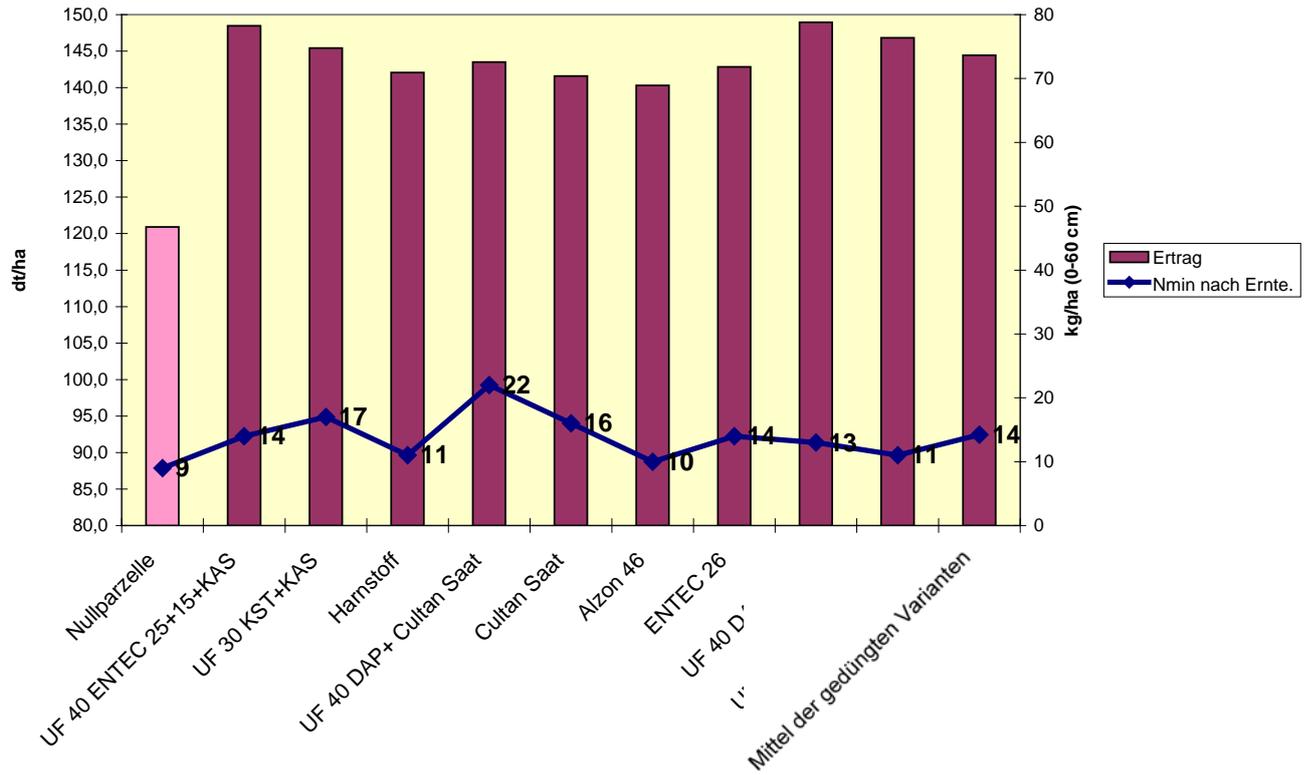


Abb. 7-12: Ertrag und N_{min}-Wert nach Ernte Forchheim 2009

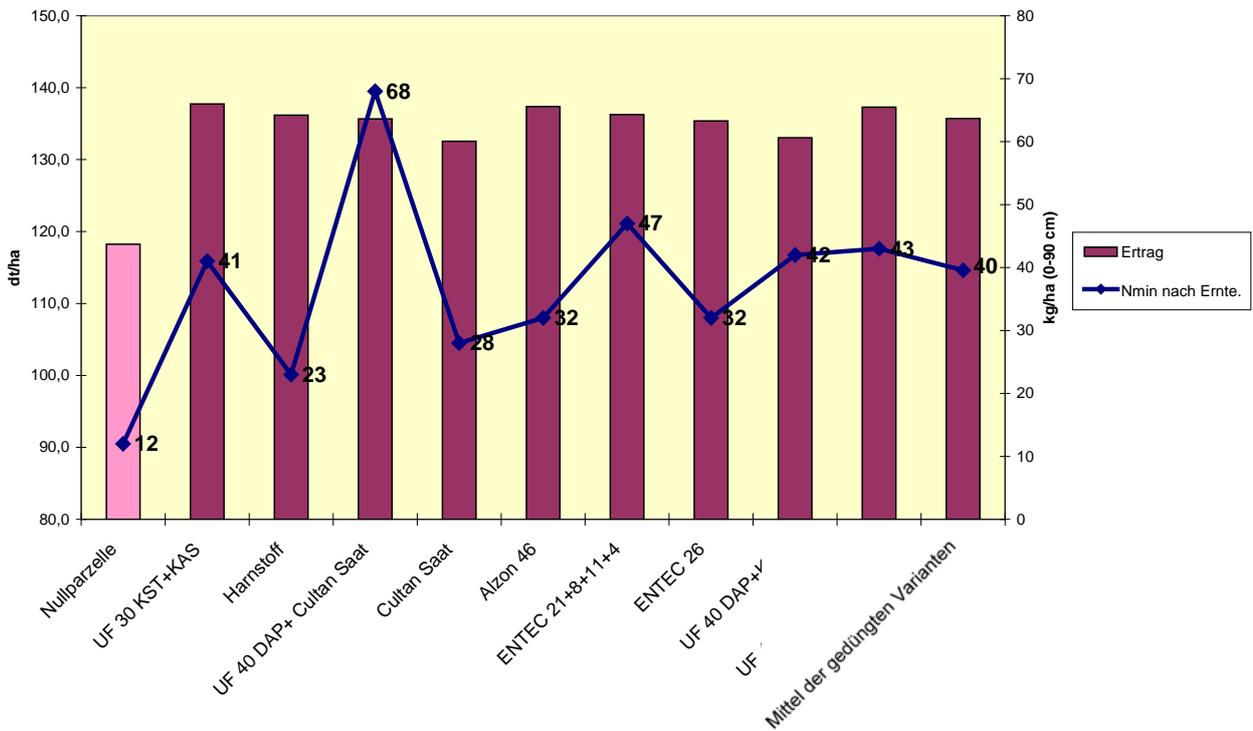


Abb. 7-13: Ertrag und N_{min}-Wert nach Ernte Forchheim 2010

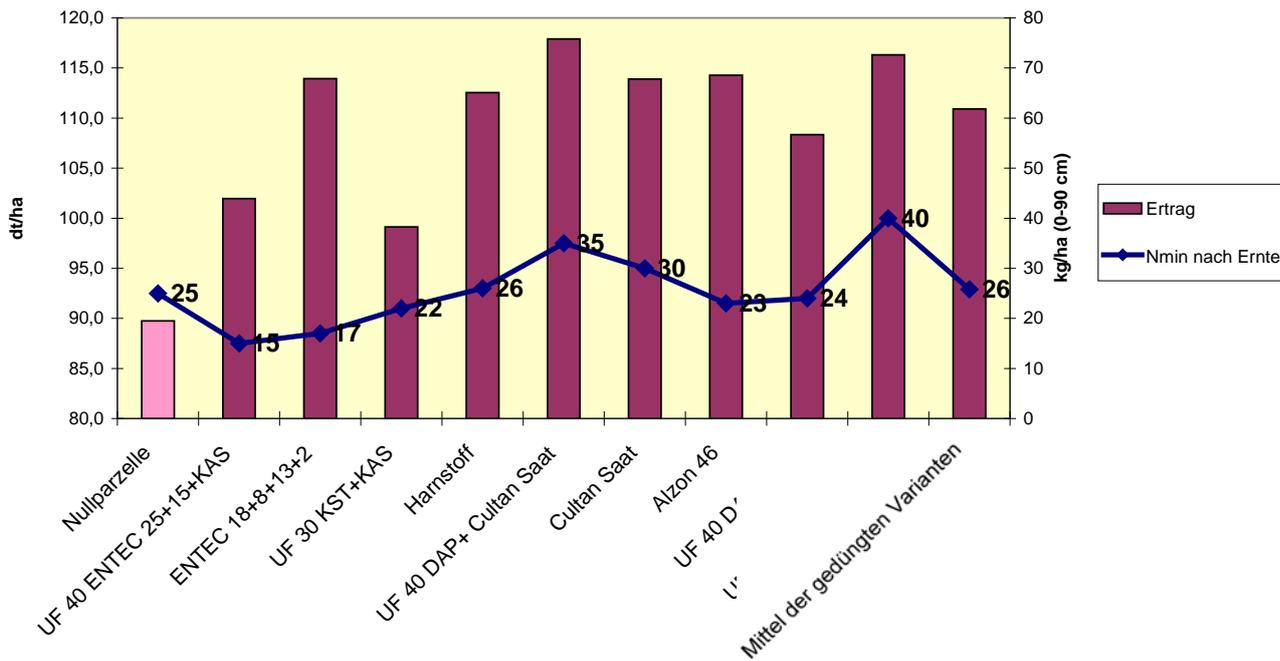


Abb. 7-14: Ertrag und N_{min}-Wert nach Ernte Orschweier 2008

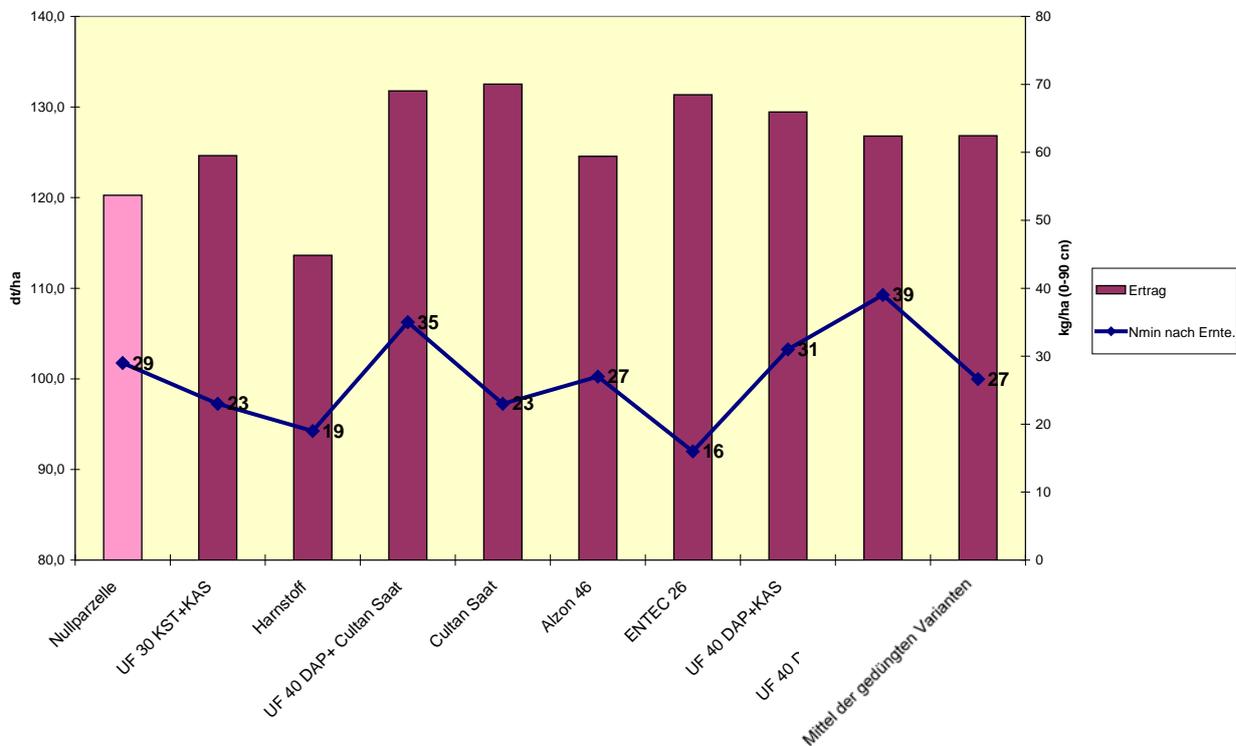


Abb. 7-15: Ertrag und N_{min}-Wert nach Ernte Orschweier 2009

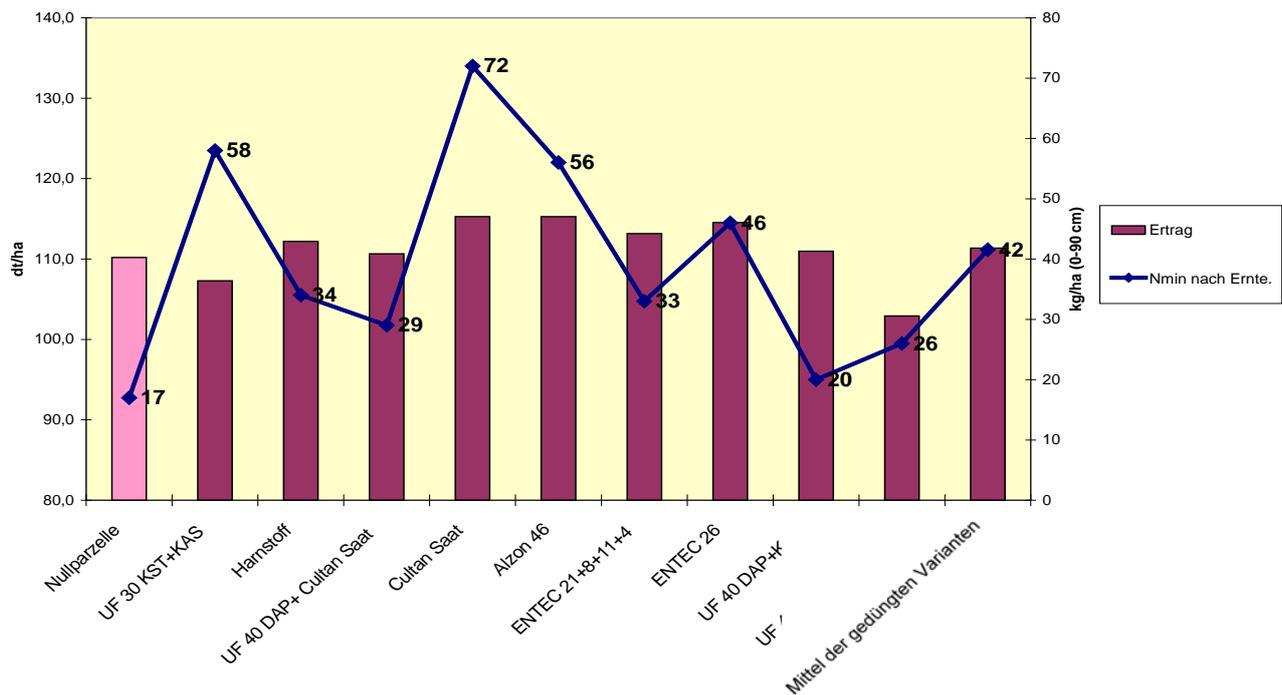


Abb. 7-16: Ertrag und N_{\min} -Wert nach Ernte Orschweier 2010

7.3 Zusammenfassung

Die N-Düngungsversuche zu Körnermais haben gezeigt, zu welchen Ertragsleistungen der Mais fähig ist, wenn alle Wachstumsfaktoren in ausreichendem Maße vorhanden sind. Vor allem in Forchheim konnten mit Einsatz der Beregnung sehr hohe Erträge realisiert werden. Auf Grund der langen Wachstumsdauer können über den ganzen Sommer bis einschließlich Herbst enorme Mengen an pflanzenverfügbarem Bodenstickstoff mobilisiert und vom Mais in Ertrag umgesetzt werden. Das kann man an den Erträgen von bis zu 120 dt/ha im Jahr 2009 in den Nullparzellen sowohl in Rheinstetten-Forchheim als auch in Orschweier sehen. In Rheinstetten-Forchheim spielt die Beregnung dabei eine entscheidende Rolle. In Orschweier tragen die hohen N_{\min} -Gehalte im Frühjahr, der an sich schon sehr gute Boden sowie die stickstoffreichen Erntereste der Vorfrüchte Winterraps bzw. Körnermais entscheidend zu den sehr hohen Erträge in der Nullparzelle bei.

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der N-Düngungssysteme kann ganz klar gesagt werden, dass wenn der gedüngte Stickstoff in Ertrag umgesetzt wird, alle N-Düngungsvarianten auf jeden Fall wirtschaftlich sind. Das haben speziell die Ergebnisse in Rheinstetten-Forchheim gezeigt. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Verschiedenen N-Düngungssystemen nicht sehr groß, so dass der aktuelle Stickstoffpreis eine entscheidende Rolle spielt. Beim preislichen Vergleich der verschiedenen Stickstoffdünger ist der Wert der übrigen im Dünger vorhandenen Nährstoffe sowie der Kalkwert zu berücksichtigen. Allerdings bleibt aufgrund der Ergebnisse in Orschweier auch fest zu halten, dass bei entsprechendem Stickstoffnachlieferungspotenzial auf sehr guten Böden und nach guten Vorfrüchten sowie hohem Nitratstickstoffgehalt im Frühjahr die Höhe der Stickstoffdüngung entsprechend verringert werden sollte.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Landwirtschaftliches Technologiezentrum
Augustenberg (LTZ)
Neßlerstr. 23-31
76227 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 9468-0

Fax: 0721 / 9468-209

eMail: poststelle@ltz.bwl.de

Internet: www.ltz-augustenberg.de

Bearbeitung und Redaktion:

LTZ Augustenberg
Dr. Markus Mokry, Nicole Schneider-Götz, Bernd Rothfuß,

Auflage: 120 Exemplare

Druck: Bahnmayer GmbH

Weißensteiner Str. 58

73525 Schwäbisch Gmünd

ISSN-Nr. 0937-6712

Stand: September 2012

