

Informationen für die Pflanzenproduktion Heft 11/2008



Ergebnisse der produktionstechnischen
Versuche 2007 in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

LANDWIRTSCHAFTLICHES TECHNOLOGIEZENTRUM
AUGUSTENBERG

Versuchsberichte Pflanzenproduktion Baden-Württemberg

Heft 11/2008

Ergebnisse der produktionstechnischen Versuche 2007

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Brigitte Fasler, Sabine Grimm, Klaus Mastel, Dr. Markus Mokry, Andreas Monkos, Friedrich Nüßlein, Nicole Schneider-Götz

Im Jahrgang 2008 bisher erschienene Hefte:

Heft 1	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Wintergerste	07.08.2008
Heft 2	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterraps	18.08.2008
Heft 3	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterroggen und Wintertriticale	03.09.2008
Heft 4	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterweizen und Dinkel	11.09.2008
Heft 5	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Wintergetreide im ökologischen Landbau	29.09.2008
Heft 6	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Hafer	01.10.2008
Heft 7	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Sommergerste	15.10.2008
Heft 8	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Sommerweizen	13.10.2008
Heft 9	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Leguminosen	22.10.2008
Heft 10	Ergebnisse der Landessortenversuche mit Körnermais	25.11.2008

Ergebnisse produktionstechnischer Versuche in Baden-Württemberg 2007

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Wetterdaten	11
2	NID-Referenzflächenversuche 2005 bis 2007	12
2.1	Versuchsbeschreibung.....	12
2.2	Anbaumaßnahmen und Ergebnisse 2005	13
2.2.1	Anbaumaßnahmen 2005	13
2.2.2	Wachstumsbeobachtungen, Erträge und Qualitäten 2005	14
2.2.3	Nmin-Werte und N-Bilanzen 2005	17
2.3	Anbaumaßnahmen und Ergebnisse 2006	21
2.3.1	Anbaumaßnahmen 2006	21
2.3.2	Wachstumsbeobachtungen, Erträge und Qualitäten 2006	21
2.3.3	Nmin-Werte und N-Bilanzen 2006	24
2.4	Anbaumaßnahmen und Ergebnisse 2007	27
2.4.1	Anbaumaßnahmen 2007	27
2.4.2	Wachstumsbeobachtungen, Erträge und Qualitäten 2007	28
2.4.3	Nmin-Werte und N-Bilanzen 2007	30
2.5	Zusammenfassung der Erträge, Qualitäten und Nmin-Ergebnisse 2005 - 2007	33
3	Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Winterweizen	37
3.1	Versuchsbeschreibung.....	37
3.2	Ergebnisse	39
4	Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Mais	48
4.1	Versuchsbeschreibung.....	48
4.2	Ergebnisse	51
5	Versuche zur Ermittlung des N-Düngebedarfs, Bericht 2006/2007	59
5.1	Versuchsbeschreibung.....	59
5.2	Standorte und Wachstumsbedingungen	60
5.2.1	Standorte und Versuchsfrüchte	60
5.2.2	Düngung	60
5.2.3	Bodenuntersuchung	60
5.2.4	Kurzbeschreibungen zum Vegetationsverlauf	60
5.3	Ergebnisse	61
5.3.1	Erträge	61
5.3.2	Fiktive Düngeempfehlungen, Düngungsoptimum, korrigierter Geldrohertrag	64
5.3.3	N-Entzüge, N-Salden	66
5.3.4	Nmin im Frühjahr, Nmin-Rest nach der Ernte und im Herbst	68
5.4	Zusammenfassung.....	71

6	Optimale Intensität bei Sommerfuttergerste	81
6.1	Versuchsbeschreibung.....	81
6.2	Ergebnisse	83
6.3	Zusammenfassung.....	87
7	N-Düngungsversuche zu Körnermais 2005 - 2007	96
7.1	Versuchsbeschreibung.....	96
7.2	Ergebnisse	98
7.3	Zusammenfassung.....	99
8	Versuch Gründüngung (2002/2003)	107
8.1	Versuchsbeschreibung.....	107
8.2	Ergebnisse im Jahr 2002/2003	107
8.2.1	Biomasseaufwuchs, N-Aufnahme durch die Pflanzen und Boden-N-Gehalte vor und über Winter	107
8.3	Fazit	108
9	Versuch Gründüngung (2003/04 - 2004/05)	111
9.1	Versuchsbeschreibung:	111
9.2	Ergebnisse im Jahr 2003/2004	112
9.2.1	Biomasseaufwuchs, N-Aufnahme durch die Pflanzen und Boden-N-Gehalte vor und über Winter	112
9.2.2	Kornerträge bei der Folgefrucht Körnermais 2004	121
9.3	Ergebnisse im Jahr 2004/2005	122
9.3.1	Biomasseaufwuchs, N-Aufnahme durch die Pflanzen und Boden-N-Gehalte vor und über Winter	122
9.3.2	Kornerträge bei der Folgefrucht Körnermais 2005	136
9.4	Zusammenfassung und Fazit.....	139
10	Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006	140
10.1	Versuchsbeschreibung.....	140
10.1.1	Versuchsfrage und Versuchsbegründung	140
10.2	Ergebnisse	141
10.2.1	Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastung 2004	141
10.2.2	Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastung 2005	146
10.2.3	Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastung 2006	148
10.3	Zusammenfassung der Ergebnisse 2004 - 2006	152
11	Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007	154
11.1	Versuchsbeschreibung.....	154
11.2	Ergebnisse	155
11.2.1	Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastungen 2007	155
11.3	Zusammenfassung.....	159

Verzeichnis der Tabellen	Seite
Tab. 1-1: Wetterdaten Forchheim 1989 - 2007.....	11
Tab. 2-1: Standorte der NID-Referenzflächenversuche 2005 und 2006.....	12
Tab. 2-2: Winterweizen, Sommergerste und Winterraps 2005; Anbaumaßnahmen.....	13
Tab. 2-3: Winterweizen 2005; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Münzesheim, Döggingen, Wettingen ..	14
Tab. 2-4: Winterraps und Sommergerste 2005; Stickstoffdüngung (kg N/ha) an den Standorten Döggingen, Wettingen und Münzesheim	14
Tab. 2-5: Winterweizen 2005; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim und Wettingen*	14
Tab. 2-6: Winterraps 2005; Wachstumsbeobachtungen in Wettingen*	15
Tab. 2-7: Sommergerste 2005; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim	15
Tab. 2-8: Winterweizen 2005; Erträge an den Standorten Döggingen, Münzesheim und Wettingen ..	15
Tab. 2-9: Winterraps 2005; Erträge an den Standorten Döggingen und Wettingen	16
Tab. 2-10: Sommergerste 2005; Ertrag am Standort Münzesheim	16
Tab. 2-11: Winterweizen 2005; Rohproteingehalt (%) an allen Standorten.....	16
Tab. 2-12: Winterraps 2005; Ölgehalt (%) an allen Standorten	16
Tab. 2-13: Sommergerste 2005; Rohproteingehalt (%) und Vollgerstenanteil (%) am Standort Münzesheim.....	17
Tab. 2-14: Winterweizen 2005; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Münzesheim, Döggingen und Wettingen	17
Tab. 2-15: Winterraps 2005; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Döggingen und Wettingen	17
Tab. 2-16: Sommergerste 2005; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 60 cm) an vier Terminen* am Standort Münzesheim.....	18
Tab. 2-17: Winterweizen 2005; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Wettingen und Döggingen.....	19
Tab. 2-18: Sommergerste und Winterraps 2005; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Wettingen und Döggingen	20
Tab. 2-19: Winterweizen, Winterraps und Sommergerste 2006; Anbaumaßnahmen.....	21
Tab. 2-20: Winterweizen 2006; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Münzesheim und Döggingen	21
Tab. 2-21: Winterraps und Sommergerste 2006; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Döggingen und Münzesheim.....	21
Tab. 2-22: Winterweizen 2006; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim und Döggingen	22
Tab. 2-23: Sommergerste 2006; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim	22
Tab. 2-24: Winterweizen 2006; Erträge an den Standorten Münzesheim und Döggingen	23
Tab. 2-25: Winterweizen 2006; Rohproteingehalt (%).....	23
Tab. 2-26: Winterraps 2006; Erträge (dt/ha) und Ölgehalt am Standort Döggingen.....	23
Tab. 2-27: Sommergerste 2006; Erträge (dt/ha), Rohproteingehalt (%) und Vollgerstenanteil (%) am Standort Münzesheim 2006	24
Tab. 2-28: Winterweizen 2006; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Münzesheim und Wettingen	24
Tab. 2-29: Winterraps 2006; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Döggingen.....	25
Tab. 2-30: Sommergerste 2006; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Münzesheim	25
Tab. 2-31: Sommergerste, Winterweizen und Winterraps 2006; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Döggingen und Wettingen	26
Tab. 2-32: Winterweizen, Sommergerste und Winterraps 2007; Anbaumaßnahmen.....	27

Tab. 2-33: Winterweizen 2007; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Münzesheim und Döggingen	27
Tab. 2-34: Winterraps und Sommergerste 2007; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Döggingen und Münzesheim.....	27
Tab. 2-35: Winterweizen 2007; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim und Döggingen	28
Tab. 2-36: Sommergerste in Münzesheim und Winterraps in Döggingen 2007; Wachstumsbeobachtungen	28
Tab. 2-37: Winterweizen 2007; Erträge an den Standorten Münzesheim und Döggingen	29
Tab. 2-38: Winterweizen 2007; Rohproteingehalt (%).....	29
Tab. 2-39: Winterraps 2007; Erträge (dt/ha) und Ölgehalt am Standort Döggingen.....	29
Tab. 2-40: Sommergerste 2007; Erträge (dt/ha), Rohproteingehalt (%) und Vollgerstenanteil (%) am Standort Münzesheim	30
Tab. 2-41: Winterweizen 2007; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Münzesheim und Wettingen	30
Tab. 2-42: Winterraps 2007; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Döggingen.....	31
Tab. 2-43: Sommergerste 2007; Nmin-Werte (kg NO ₃ -N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Münzesheim	31
Tab. 2-44: Sommergerste, Winterweizen und Winterraps 2007; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Döggingen und Wettingen	32
Tab. 2-45: Erträge und Qualitäten Winterweizen, Mittel über Orte und Jahre	33
Tab. 2-46: Erträge und Qualitäten Winterraps, Mittel über Ort und Jahre	33
Tab. 2-47: Erträge und Qualitäten Sommergerste, Mittel über Ort und Jahre	34
Tab. 3-1: Standorte	37
Tab. 3-2: Geprüfte Varianten.....	37
Tab. 3-3: Düngungshöhen (kg N/ha) in den einzelnen Varianten:.....	38
Tab. 3-4: Trockenmasseerträge (dt/ha) Ganzpflanzenernte zur Milch-/Teigreife	41
Tab. 3-5: Kornerträge (dt/ha) Biberach, Bremelau, Forchheim und Mittel der Orte	42
Tab. 3-6: Wachstumsbeobachtungen Bremelau 2006	43
Tab. 3-7: Wachstumsbeobachtungen Biberach 2006, 2007 und Mittel der Jahre	44
Tab. 3-8: Wachstumsbeobachtungen Forchheim 2006, 2007 und Mittel der Jahre	45
Tab. 4-1: Standorte	48
Tab. 4-2: Geprüfte Varianten.....	49
Tab. 4-3: Düngungshöhen in den einzelnen Varianten in (kg N/ha):	49
Tab. 4-4: Silomaiserträge (dt TS/ha), alle Standorte 2006, 2007	53
Tab. 4-5: Korn - und Strohertrag (dt/ha) Forchheim 2006, 2007 und Mittel der Jahre.....	54
Tab. 4-6: Bonituren Forchheim 2006.....	55
Tab. 4-7: Bonituren Forchheim 2007.....	56
Tab. 5-1: Kulturen 2006 und 2007	60
Tab. 5-2: Düngungshöhe (kg N/ha) sowie Anzahl der Teilgaben (in Klammern).....	60
Tab. 5-3: Erträge 2006 und 2007	62
Tab. 5-4: Fruchtfolgen auf den Standorten Ladenburg seit Versuchsbeginn 1993.....	62
Tab. 5-5: Proteingehalte (%) von Winterweizen in den verschiedenen Anbaujahren	64
Tab. 5-6: Proteingehalte (%) von Sommergerste in den verschiedenen Anbaujahren	64
Tab. 5-7: N _{max} und N _{opt} im Vergleich mit den einzelnen Düngeempfehlungen 2006 und 2007	65

Tab. 5-8: Korrigierter Geldrohertrag (€/ha) *) bei N_{opt} und bei Erträgen nach Düngeempfehlung 2006 und 2007	65
Tab. 5-9: Genauigkeit der Düngebedarfsprognose im Jahr 2006 und 2007, dargestellt anhand des Quotienten $kGE_{erzielt} / kGE_{max}$	66
Tab. 5-10: N-Salden (Differenz zwischen Zu- und Abfuhr) auf den einzelnen Varianten im Jahr 2006 und 2007 in kg N/ha	66
Tab. 5-11: Nitratgehalte (kg N/ha) der N-Steigerungsversuche im Frühjahr und im Spätherbst 2006 und 2007 in 0-90 cm Bodentiefe (nach Bodentrocknung bei 105 °C)	68
Tab. 5-12: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (N_{opt}) und NID-Düngeempfehlung; korrigierte Geldroherträge (kGE)	72
Tab. 5-13: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995	76
Tab. 5-14: Boden-Grunduntersuchungen: Standort Ladenburg, Herbst 2007, Dauerversuch	80
Tab. 5-15: Boden-Grunduntersuchungen: Standort Ladenburg, Herbst 2007, wechselnder Standort ...	80
Tab. 6-1: Standorte	81
Tab. 6-2: N-Verteilung	82
Tab. 6-3: Erträge (dt/ha) und Siebsortierungen Krauchenwies 2004 - 2007	84
Tab. 6-4: Erträge (dt/ha) und Siebsortierungen Bremelau 2004 - 2007	85
Tab. 6-5: Erträge (dt/ha) und Siebsortierungen Ladenburg 2004 - 2007	86
Tab. 6-6: Bonituren Standort Krauchenwies 2004 - 2005	88
Tab. 6-7: Bonituren Standort Krauchenwies 2006 - 2007	89
Tab. 6-8: Bonituren Standort Ladenburg 2004 - 2005	90
Tab. 6-9: Bonituren Standort Ladenburg 2006 - 2007	91
Tab. 6-10: Bonituren Standort Bremelau 2004 - 2005	92
Tab. 6-11: Bonituren Standort Bremelau 2006 - 2007	93
Tab. 6-12: Bonituren Mittel aller Standorte 2004 - 2005	94
Tab. 6-13: Bonituren Mittel aller Standorte 2006 - 2007	95
Tab. 7-1: Standortbeschreibung und Anbaudaten:	96
Tab. 7-2: Geprüfte Düngungssysteme 2005 - 2007	97
Tab. 7-3: Erträge Forchheim 2005; alle Düngungsstufen	100
Tab. 7-4: Erträge Forchheim 2003 - 2005; nur Düngungsstufen ohne die Cultan-Varianten	101
Tab. 7-5: Erträge beider Standorte 2005 - 2007	102
Tab. 7-6: Bonituren 2005, Forchheim	103
Tab. 7-7: Bonituren Forchheim 2005 - 2007	104
Tab. 7-8: Düngemittelpreise Februar 2005	105
Tab. 7-9: Düngemittelpreise Februar 2006	105
Tab. 7-10: Düngemittelpreise Februar 2007	105
Tab. 7-11: Düngungskosten am Standort Forchheim in den Düngungssystemen V2 - V10 bei Düngung nach NID unter Zugrundelegung der aktuellen Düngemittelpreise	106
Tab. 8-1: Versuch Gründüngung (2002/2003); Trockenmasseertrag (dt/ha)	110
Tab. 8-2: Versuch Gründüngung (2002/2003); N-Aufnahme Pflanze (kg N/ha)	110
Tab. 8-3: Versuch Gründüngung (2002/2003); N_{min} (0 - 90 cm) (kg N/ha)	110
Tab. 9-1: Versuch Gründüngung 2003 - 2004; Erträge, aufgenommene N-Mengen in Pflanze und N_{min} -Werte	117
Tab. 9-2: Versuch Gründüngung 2003 - 2004; Erträge, aufgenommene N-Mengen in Pflanze und N_{min} -Werte der abfrierenden und der winterharten Gründüngung	118

Tab. 9-3: Versuch Gründüngung 2003 - 2004; Erträge, N-Aufnahme durch die Pflanze und Nmin-Werte bei Winterungen	120
Tab. 9-4: Versuch Gründüngung 2003 - 2004, Nachfolgefrucht Körnermais 2004; Kernerträge, Tausendkorngewicht und Pflanzenlänge	121
Tab. 9-5: Versuch Gründüngung 2004 - 2005; Grünmasseaufwüchse	131
Tab. 9-6: Versuch Gründüngung 2004 - 2005; N in Grünpflanzenmasse.....	132
Tab. 9-7: Versuch Gründüngung 2004 - 2005; Nmin-Werte: Oktober - Dezember 2004.....	133
Tab. 9-8: Versuch Gründüngung 2004 - 2005; Nmin-Werte: Januar - April 2005.....	134
Tab. 9-9: Versuch Gründüngung 2004 - 2005; Erträge, N-Aufnahme Pflanzen und Nmin-Werte bei Selbstbegrünung, Winterraps und Wintergetreide	135
Tab. 9-10: Versuch Gründüngung 2004 - 2005; Nachfolgekultur Körnermais 2005: Kernerträge, Tausendkorngewicht und Pflanzenlänge	137
Tab. 9-11: Mittlere Kernerträge der Nachfolgekultur Körnermais 2005 bei Zusammenfassung der Begrünungsart	138
Tab. 10-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais; Daten zur Versuchsdurchführung 2004 - 2006	141
Tab. 10-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004; DON-Gehalte (mg/kg) bei unterschiedlichen Ernteterminen	142
Tab. 10-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004; Wachstumsbeobachtungen	143
Tab. 10-4: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004: Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B ₁ und B ₂ (FUM) bei Korn, Spindel und Restpflanze... ..	144
Tab. 10-5: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004: Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B ₁ und B ₂ (FUM) - an einzelnen Pflanzenteilen der Variante „Vorfrucht Körnermais, Mulchsaat, beregnet“	145
Tab. 10-6: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2005; Wachstumsbeobachtungen	146
Tab. 10-7: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2005; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze.....	147
Tab. 10-8: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2006; Wachstumsbeobachtungen	150
Tab. 10-9: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2006; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze.....	151
Tab. 11-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; Daten zur Versuchsdurchführung	154
Tab. 11-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; Wachstumsbeobachtungen	156
Tab. 11-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007: Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B ₁ und B ₂ (FUM) im Korn	157

Verzeichnis der Abbildungen	Seite
Abb. 2-1: Nmin-Ergebnisse Winterraps Döggingen, Jahre 2005 - 2007	35
Abb. 2-2: Nmin-Ergebnisse Sommergerste Kraichtal, Jahre 2005 - 2007	35
Abb. 2-3: Nmin-Ergebnisse Winterweizen Döggingen, Kraichtal, Wettingen, 2005 - 2007	36
Abb. 3-1: N-Verteilung 2006 bei 100 % NID	38
Abb. 3-2: N-Verteilung 2007 bei 100% NID	39
Abb. 3-3: Nmin-Gehalte in Biberach und Forchheim nach der Kornernte 2006	46
Abb. 3-4: Nmin-Gehalte Biberach und Forchheim nach Ganzpflanzen- und Kornernte 2007	47
Abb. 4-1: N-Verteilung 2006	50
Abb. 4-2: N-Verteilung 2007	50
Abb. 4-3: Nmin-Werte Forchheim 2007, im Frühjahr, zur Grüngut- und Kornernte und zum SchALVO-Termin	57
Abb. 4-4: Nmin-Werte Krauchenwies 2007, Frühjahr und nach Ernte	58
Abb. 5-1: Weizenerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1994, 1996, 2000, 2003 und 2006 (LRA Karlsruhe) e= einjähriger Wechselstandort; d= Dauerstandort	63
Abb. 5-2: Sommergersteerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1995, 1997, 2001 und 2007 (LRA Karlsruhe) e= einjähriger Wechselstandort; d= Dauerstandort	63
Abb. 5-3: Nmin-Gehalte im Frühjahr auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Dauerstandort ..	69
Abb. 5-4: Nmin-Gehalte im Herbst (November) auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Dauerstandort	70
Abb. 8-1: Verlauf der Grünmassebildung, der N-Aufnahme durch die Pflanzen (Gelbsef, Phacelia, Ölrettich) und des N-Gehalts im Boden (0-90 cm) 2002/2003	109
Abb. 8-2: Verlauf der Grünmassebildung, der N-Aufnahme durch die Pflanzen (Einjähriges Weidelgras, Winterraps, Winterrüben, Welsches Weidelgras und Grünroggen) und des N Gehalts im Boden (0-90 cm) 2002/2003	109
Abb. 9-1: Biomasse und N-Aufnahme in Wurzel und Spross bei Selbstbegrünung, abfrierender und winterharter Begrünung, Einarbeitungstermin ab 1.12.03	113
Abb. 9-2: Biomasse und N-Aufnahme in Wurzel und Spross bei Selbstbegrünung abfrierender und winterharter Begrünung, Einarbeitungszeitraum ab 1.03.04	113
Abb. 9-3: Verlauf der Nmin-Werte in drei Bodenschichten bei Selbstbegrünung und Einarbeitung ab 1.12.03	114
Abb. 9-4: Nmin Verlauf (0-90 cm) der selbstbegrünnten Varianten Einarbeitungstermin ab 1.12.03 und ab 1.03.04	114
Abb. 9-5: Verlauf der Nmin-Werte in drei Bodenschichten bei abfrierender Begrünung; Einarbeitung ab 1.12.03	115
Abb. 9-6: Nmin Verlauf (0-90 cm) bei abfrierender Begrünung; Einarbeitungstermin ab 1.12.03 und ab 1.03.04	115
Abb. 9-7: Verlauf der Nmin-Werte in drei Bodenschichten bei winterharter Begrünung; Einarbeitung ab 1.12.03	116
Abb. 9-8: Nmin Verlauf (0-90 cm) bei winterharter Begrünung; Einarbeitungstermin ab 1.12.03 und ab 1.03.04	116
Abb. 9-9: Grünmassebildung und Nmin-Gehalt bei Winterraps als Gründüngung (Einarbeitung ab 1.03.04) und bei Winterraps als Winterung	119
Abb. 9-10: Biomasse und N-Aufnahme (Herbst und Frühjahr) der Selbstbegrünung (Mittel) und der abfrierenden Varianten bei unterschiedlichen Saatterminen (Abfrierende Gründüngung: Mittel aus Gelbsef, Sareptasenf, Phacelia und Ölrettich)	122

Abb. 9-11: Nmin-Werte der Selbstbegrünungsvarianten bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungszeitpunkten.....	123
Abb. 9-12: Biomasse abfrierender Gründüngungspflanzen in Spross und Wurzeln bei unterschiedlichen Saatterminen vor dem Winter	124
Abb. 9-13: N in Spross und Wurzeln bei abfrierenden Gründüngungspflanzen und unterschiedlichen Saatterminen vor dem Winter	124
Abb. 9-14: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei abfrierenden Gründüngungspflanzen (Mittel aus Gelbsenf, Sareptasenf, Phacelia und Ölrettich) mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen	125
Abb. 9-15: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei Sonnenblumen mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen.....	126
Abb. 9-16: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei Ackerbohnen + Erbsen + Saatwicken mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen.....	127
Abb. 9-17: Biomasse und N-Aufnahme winterharter Gründüngungsarten im Herbst und im Frühjahr bei unterschiedlichen Saatterminen;	127
Abb. 9-18: Biomasse winterharter Gründüngungspflanzen in Spross und Wurzeln bei unterschiedlichen Aussaatterminen vor dem Winter.....	128
Abb. 9-19: N-Aufnahme (kg N/ha) winterharter Gründüngungspflanzen in Spross und Wurzeln bei unterschiedlichen Saatterminen vor dem Winter.....	129
Abb. 9-20: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei winterharten Gründüngungspflanzen (Mittel aus Einjähriges Weidelgras, Winterraps, Winterrübsen, Welsches Weidelgras und Grünroggen) mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen.....	130
Abb. 9-21: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei Kleeegrasmischungen (Mittel aus Persischer Klee u. Einjähriges Weidelgras, Alexandriner Klee u. Einjähriges Weidelgras, Inkarnatklee und Einjähriges Weidelgras) mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen	130
Abb. 9-22: Nmin-Gehalt bei Selbstbegrünung und bei Winterungen 2004/2005	136
Abb. 9-23: Beziehung zwischen der Biomassebildung der Zwischenfrüchte und den Kornerträgen der Folgefrucht Körnermais	138
Abb. 10-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; Regression zwischen dem Deoxynivalenol-Gehalt (DON) der Körner und der Bonitur der Kolben im Jahr 2006.....	148
Abb. 10-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2006; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze.....	149
Abb. 10-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; durchschnittliche Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze in den Jahren 2004 - 2006.....	152
Abb. 10-4: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; durchschnittliche Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in den Maiskörnern in Abhängigkeit von Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Beregnung in den Jahren 2004 - 2006	152
Abb. 10-5: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Maiskörnern der einzelnen Sorten in den Jahre 2004 - 2006.....	153
Abb. 11-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; mittlere Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B ₁ und B ₂ (FUM) bei unterschiedlichen Vorfrüchten (Körnermais, Winterweizen) und Bodenbearbeitungsverfahren (Mulch, Pflug).....	155
Abb. 11-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; mittlere Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B ₁ und B ₂ (FUM) bei den Sorten	158
Abb. 11-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; Regression der Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) mit Trendlinie.....	159

1 Wetterdaten

Tab. 1-1: Wetterdaten Forchheim 1989 - 2007

Jahr	Temperaturen in °C												Mittel	Mittel Veg.-zeit
	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	16,6
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	16,5
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	15,9
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	17,0
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	17,2
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	17,3
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	16,7
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	16,0
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	16,9
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	17,0
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	18,2
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	17,0
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	16,0
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	16,1
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	18,1
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	16,2
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	16,7
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	17,4
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	16,7
Mittel 89-07	2,4	3,6	7,3	10,6	15,5	18,6	20,5	20,2	15,4	10,9	5,7	2,9	11,1	16,8
langjähriges Mittel	1,2	2,5	6	9,9	14,3	17,5	19,6	18,8	15,4	10,4	5,3	2,2	10,2	15,9
Jahr	Niederschläge in mm												Summe	Summe Veg.-zeit
	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	306,0
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	299,0
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	208,0
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	327,6
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	341,2
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	423,3
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	523,8
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	248,4
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	347,8
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	360,6
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	263,5
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	432,2
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	390,5
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	517,4
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	276,7
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	332,1
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	365,7
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	355,4
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	340,2
Mittel 89-07	47,8	52,9	52,3	46,1	58,4	63,3	69,0	55,0	58,7	66,4	62,8	59,4	692,0	350,5
langjähriges Mittel	57	54	53	60	79	87	70	66	52	58	65	67	791,0	414,0

2 NID-Referenzflächenversuche 2005 bis 2007

(NID = Nitratinformationsdienst Baden-Württemberg)

2.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

Begleitend zum NID werden seit dem Jahr 2004 an mehreren Standorten in Baden-Württemberg Stickstoffdüngungsversuche durchgeführt, um die Auswirkungen primär auf Ertrag und Qualität zu überprüfen, wenn von der Düngeempfehlung des NID nach unten oder nach oben abgewichen wird.

Die Ergebnisse der Vorjahre sind in der Schriftenreihe Informationen für die Pflanzenproduktion IfPP 2/2007 veröffentlicht.

Standorte

Die Standorte der Referenzflächenversuche für die 3 Kulturen Winterweizen, Winterraps und Sommergerste sind in Tab. 2-1 dargestellt.

Tab. 2-1: Standorte der NID-Referenzflächenversuche 2005 und 2006

Winterweizen (WW)	
<i>Dienststelle</i>	<i>Versuchsfeld in</i>
LRA* Karlsruhe	Münzesheim
LRA Schwarzwald-Baar-Kreis	Döggingen
LRA Heidenheim	Wettingen (nur 2005)
Winterraps (WR)	
<i>Dienststelle</i>	<i>Versuchsfeld in</i>
LRA Schwarzwald-Baar-Kreis	Döggingen
LRA Heidenheim	Wettingen (nur 2005)
Sommergerste (SG)	
<i>Dienststelle</i>	<i>Versuchsfeld in</i>
LRA Karlsruhe	Münzesheim

* Untere Landwirtschaftsbehörde beim Landratsamt

Versuchsvarianten für alle drei Kulturarten

- V1** Keine N-Düngung
- V2** N-Düngung nach NID-Empfehlung
- V3** N-Düngung nach NID-Empfehlung minus 20 % (Bei Winterweizen und Winterraps: mindestens minus 30 kg/ha N)
- V4** N-Düngung nach NID-Empfehlung plus 20 % (Bei Winterweizen und Winterraps: mindestens plus 30 kg/ha N)

Versuchsanlage

Bei der Versuchsanlage handelt es sich um eine einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen.

Während der Vegetationszeit wurden die üblichen Bonituren (Krankheiten, Lager vor Ernte, Feststellung des Datums der Gelbreife und der Ernte) durchgeführt.

Bei Winterweizen und Sommergerste wurden die Kornerträge und Proteingehalte, bei Sommergerste zusätzlich der Vollgerstenanteil bestimmt. Beim Winterraps wurde neben dem Kornertrag der Ölgehalt festgestellt.

Zu vier Terminen (T1, T2, T3, T4) wurde der Nmin-Gehalt des Bodens in den Schichten 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm untersucht. Dabei entsprechen die 4 Termine den folgenden Beprobungszeitpunkten:

- T1 für WW und WR zu Vegetationsbeginn, für SG vor 1. N-Düngung
- T2 nach der Ernte
- T3 Mitte Oktober
- T4 Ende November/Anfang Dezember

2.2 Anbaumaßnahmen und Ergebnisse 2005

2.2.1 Anbaumaßnahmen 2005

Die Anbaumaßnahmen und die N-Düngung sind den Tabellen Tab. 2-2 bis Tab. 2-4 zu entnehmen

Tab. 2-2: Winterweizen, Sommergerste und Winterraps 2005; Anbaumaßnahmen

	WW Münzes- heim	WW Döggingen	WW Wettingen	WR Döggingen	WR Wettingen	SG Münzes- heim
Vorfrucht	Winterraps	Silomais	Silomais	Winter- gerste	Winter- gerste	Winterraps
Zwischenfrucht	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	Senf
Sorte	Cubus (A)	Tiger (A)	Dekan (B)	Oase	Smart	Pasadena
Aussaattermin	12.10.04	10.10.04	06.10.04	22.08.04	28.08.04	21.03.05
Bodenbearbeitungssystem	Mulchsaat	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug	Mulchsaat
Pflanzenschutzmaßnahmen	betriebsüblich					

Tab. 2-3: Winterweizen 2005; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Münzesheim, Döggingen, Wettingen

Gabe	Münzesheim					Döggingen					Wettingen				
	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4
1	23.03.05	0	50	40	60	04.04.05	0	80	80	80	04.04.05	40	40	40	40
2	22.04.05	0	50	40	70	-	-	-	-	-	21.04.05	0	30	0	30
3	24.05.05	0	40	30	45	13.05.05	0	50	30	80	19.05.05	0	20	25	35
4	07.06.05	0	35	30	35	16.06.05	0	60	40	80	30.05.05	0	30	30	45
Gesamt		0	175	140	210		0	190	150	240		40	170	136	204

Tab. 2-4: Winterraps und Sommergerste 2005; Stickstoffdüngung (kg N/ha) an den Standorten Döggingen, Wettingen und Münzesheim

Gabe	Winterraps Döggingen					Winterraps Wettingen					Sommergerste Münzesheim				
	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4
1	04.04.05	0	100	100	120	04.04.05	0	100	100	100	04.04.05	0	78	62	94
2	28.04.05	0	90	60	100	21.04.05	0	70	36	104					
Gesamt		0	190	160	220		0	170	136	204		0	78	62	94

2.2.2 Wachstumsbeobachtungen, Erträge und Qualitäten 2005

Bei Winterweizen gab es in Münzesheim und Wettingen hinsichtlich Lager- und Krankheitsanfälligkeit keine nennenswerten Unterschiede. Nur die ungedüngte Variante war in zwei Fällen bei Blattseptoria und Ährenfusarium gesünder als die gedüngten Varianten.

Tab. 2-5: Winterweizen 2005; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim und Wettingen*

N-Düngung	Lager vor Ernte		Blattseptoria		Spelzenbräune	Mehltau (Blatt)	Ährenfusarium	Braunrost
	Münzesheim	Wettingen	Münzesheim	Wettingen	Münzesheim	Münzesheim	Münzesheim	Münzesheim
keine	1	1	2	3	2	1	2	1
NID	1	1	3	3	2	2	2	1
NID - 20 %	1	1	3	3	2	2	2	1
NID + 20 %	2	1	4	3	2	2	2	1
Mittel	1,3	1	3	3	2	1,8	2	1

* Am Standort Döggingen war der Krankheitsbefall sehr gering und wurde nicht bonitiert.

Bei Winterraps in Wettingen differierte die Bestandesdichte in den Varianten nur unwesentlich (Tab. 2-6). Auch auf die Krankheitsanfälligkeit hatte die Stickstoffdüngung keine Auswirkungen.

Tab. 2-6: Winterraps 2005; Wachstumsbeobachtungen in Wettingen*

N-Düngung	Bestandesdichte	Phoma	Verticillium
keine	68	3	2
NID	70	3	2
NID - 20 %	67	3	2
NID + 20 %	62	3	2
Mittel	67	3	2

* Am Standort Döggingen war der Krankheitsbefall sehr gering, er wurde nicht bonitiert.

Bei Sommergerste war in Münzesheim ein deutlicher Einfluss der Höhe der Stickstoffdüngung auf die Lageranfälligkeit zu beobachten (Tab. 2-7). In der V4 (NID + 20 %) trat sehr starkes Lager auf, der Befall mit Mehltau und Netzflecken war stärker als bei geringerer Stickstoffdüngung. Rhynchosporium war bei allen Varianten gleichermaßen zu beobachten.

Tab. 2-7: Sommergerste 2005; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim

N-Düngung	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Netzflecken	Rhynchosporium
keine	1	1	2	3
NID	6	3	2	3
NID - 20 %	4	2	2	3
NID + 20 %	8	4	3	3
Mittel	4,8	2,5	2,3	3

Bei Winterweizen stiegen die Erträge an allen Standorten mit zunehmender N-Düngung (Tab. 2-8) an. Signifikante Unterschiede zwischen den gedüngten Varianten traten allerdings nur am Standort Döggingen auf. Der Ertrag in der NID - 20 % -Stufe war signifikant niedriger als in der NID-Stufe und in der NID + 20 %-Stufe. In der NID + 20 %-Stufe gab es gegenüber der NID-Stufe 5 % Mehrertrag, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. In der ungedüngten Variante wurden nur 28,3 dt/ha geerntet, der Ertrag dieser Variante war hier, wie auch in Münzesheim, signifikant niedriger als in allen gedüngten Varianten. Am Standort Wettingen, wo die ungedüngte Variante auf Grund einer Startdüngungsgabe von 40 kg N/ha ausgeschlossen werden musste, traten keine signifikanten Ertragsunterschiede auf.

Im Mittel der Standorte unterschied sich nur die ungedüngte Variante signifikant von den drei anderen Varianten.

Tab. 2-8: Winterweizen 2005; Erträge an den Standorten Döggingen, Münzesheim und Wettingen

N-Düngung	Döggingen		Münzesheim		Wettingen		Mittel der Orte	
	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾
keine	28,3	44,8	84,0	78,9			56,1	66,2
NID	63,3	100,0	106,4	100,0	89,7	100,0	86,5	100,0
NID-20%	59,1	93,5	105,9	99,5	89,2	99,4	84,7	98,0
NID+20%	66,7	105,5	107,0	100,6	90,5	100,9	88,1	101,9
GD 5 %	3,5*		3,5*		2,8*		8,4	

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Bei Winterraps gab es im Mittel der beiden Standorte keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den Varianten. An den beiden Einzelstandorten lieferte die ungedüngte Variante signifikant weniger Ertrag als die gedüngten Varianten. Am Standort Wettingen wurde zudem in der NID-20 % -Variante signifikant mehr Ertrag erreicht als in der NID- und in der NID + 20 % -Variante.

Tab. 2-9: Winterraps 2005; Erträge an den Standorten Döggingen und Wettingen

N-Düngung	Döggingen		Wettingen		Mittel der Orte	
	Kornertrag bei 91% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 91% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 91% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾
keine	24,0	56,0	34,9	87,3	29,5	71,2
NID	42,9	100,0	40,0	100,0	41,4	100,0
NID-20%	42,2	98,3	42,2	105,5	42,2	101,9
NID+20%	45,0	105,0	40,0	100,1	42,5	102,7
GD 5 %	4,2*		1,3*		14,0	

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Bei Sommergerste wurde lediglich in der ungedüngten Variante signifikant weniger geerntet als in den gedüngten Varianten, zwischen denen keine signifikanten Ertragsunterschiede auftraten.

Tab. 2-10: Sommergerste 2005; Ertrag am Standort Münzesheim

N-Düngung	Kornertrag bei 86% TS in dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾
keine	69,1	82,8
NID	83,4	100,0
NID-20%	84,7	101,6
NID+20%	83,5	100,2
GD 5 %	8,3*	

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Tab. 2-11: Winterweizen 2005; Rohproteingehalt (%) an allen Standorten

N-Düngung	Döggingen	Münzesheim	Wettingen	Mittel der Orte
keine	9,9	8,9	11,1	10,0
NID	13,0	12,8	13,2	13,0
NID-20%	12,1	12,2	12,5	12,3
NID+20%	13,9	12,9	13,6	13,5

Mit zunehmender N-Düngung war an allen Standorten ein Anstieg des Rohproteingehalts zu beobachten.

Tab. 2-12: Winterraps 2005; Ölgehalt (%) an allen Standorten

N-Düngung	Döggingen	Wettingen	Mittel der Orte
keine	54,4	47,8	51,1
NID	49,8	46,6	48,2
NID-20%	49,7	46,2	47,9
NID+20%	48,9	45,8	47,3

Der Ölgehalt war an beiden Standorten in der ungedüngten Variante am höchsten. Unter den gedüngten Varianten brachte sowohl in Döggingen als auch in Wettingen die NID-Variante einen leicht höheren Ölgehalt als die Varianten NID -20 % und NID + 20 %.

Tab. 2-13: Sommergerste 2005; Rohproteingehalt (%) und Vollgerstenanteil (%) am Standort Münzesheim

N-Düngung	Münzesheim	
	Rohprotein (%)	Vollgerstenanteil (%)
keine	11,8	97,0
NID	12,0	95,7
NID-20%	11,6	96,2
NID+20%	12,0	94,2

Der Rohproteingehalt war in allen Varianten hoch und lag über dem bei Braugerste angestrebten Wert von 11,5 %. Sogar in der ungedüngten Variante wurden 11,5 % überschritten, was auf eine hohe Nachlieferung des Bodens hinweist. Die hohe Nachlieferung des Bodens ist nach der stickstoffreichen Vorfrucht Winterraps nicht selten. Der Vollgerstenanteil war in der ungedüngten Variante am höchsten und verminderte sich mit zunehmender Stickstoffdüngung.

2.2.3 Nmin-Werte und N-Bilanzen 2005

Tab. 2-14: Winterweizen 2005; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Münzesheim, Döggingen und Wettingen

N-Düngung	Münzesheim				Döggingen				Wettingen			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3 ^{**})	T4
keine	30	21	15	24	31	27	27	7	59	52	24	entfällt
NID	31	18	27	34	31	40	33	7	58	66	37	entfällt
NID-20%	36	19	35	44	31	40	41	9	58	42	22	entfällt
NID+20%	35	17	29	35	31	41	31	10	62	90	44	entfällt

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

***) Probenahme erfolgte am 15. November

Tab. 2-15: Winterraps 2005; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Döggingen und Wettingen

N-Düngung	Döggingen				Wettingen			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3 ^{**})	T4
keine	28	33	56	58	26	52	135	entfällt
NID	28	42	66	59	24	81	159	entfällt
NID-20%	28	79	57	58	21	57	159	entfällt
NID+20%	28	41	61	54	23	80	198	entfällt

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

***) Probenahme erfolgte am 15. November

Tab. 2-16: Sommergerste 2005; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 60 cm) an vier Terminen* am Standort Münzesheim

N-Düngung	T1	T2	T3	T4
keine	26	21	17	31
NID	29	30	19	32
NID-20%	26	37	19	40
NID+20%	27	33	26	33

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

Stickstoffbilanzen 2005

Ziel war unter anderem zu prüfen, ob mit der Berechnungsmethode des Nitratinformationsdienstes die richtige Höhe der N-Düngung ermittelt wird. Daher wurden N-Bilanzen erstellt. Folgende Kenngrößen sind hilfreich, um die oben genannte Frage zu beurteilen.

$$\begin{aligned} \text{N-Saldo I (kg N/ha)} &= \text{N-Düngung} - \text{N-Abfuhr (Abfuhr durch Körner)} \\ &= N_{Dg} - N_k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N-Saldo II (kg N/ha)} &= \text{Nmin zu Veg.beginn} + \text{N-Düngung} - \text{N-Entzug (N-Aufnahme durch Korn und Stroh)} \\ &= N_{min_{VB}} + N_{Dg} - (N_k + N_s) \end{aligned}$$

Das N-Saldo II sollte kleiner oder gleich Null sein, damit mehr Stickstoff über Körner und Stroh entzogen wird als über die Düngung, einschließlich Nmin zu Vegetationsbeginn, den Pflanzen zur Verfügung steht.

Zusätzlich kann errechnet werden, wie viel Stickstoff (N_{Zus}) entweder durch Mineralisierung oder durch Aufwärtsverlagerung aus tieferen Bodenschichten hinzugekommen sein muss und von den Pflanzen aufgenommen wurde. Hierzu wurden der nach der Ernte im Boden vorgefundene mineralische Stickstoff (N_{min_E}) und der durch Korn und Stroh entzogene Stickstoff (N_{K+S}) dem zu Vegetationsbeginn im Boden vorhandenen mineralischen Stickstoff ($N_{min_{VB}}$) und dem gedüngten Stickstoff (N_{Dg}) gegenüber gestellt. N_{Zus} lässt sich nach folgender Formel errechnen:

$$N_{Zus} = N_{min_E} + N_{K+S} - N_{min_{VB}} - N_{Dg}$$

Tab. 2-17: Winterweizen 2005; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Wettingen und Döggingen

	Winterweizen Münzesheim				Winterweizen Wettingen				Winterweizen Döggingen			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
N-min Vegetationsbeginn ($N_{\min_{VB}}$) (kg N/ha)	30	31	36	35	59	58	58	62	31	31	31	31
% TS Stroh	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
% N in TS Stroh*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Aufwuchs Stroh (dt FM/ha)**	67,2	85,1	84,7	85,6	63,3	71,8	71,4	72,4	22,7	50,6	47,3	53,4
N-Aufnahme Stroh (N_s) (kg N/ha)	29	37	36	37	27	31	31	31	10	22	20	23
Proteingehalt Korn (%)	8,9	12,8	12,2	12,9	11,1	13,2	12,5	13,6	9,9	13,0	12,1	13,9
% TS Korn	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
% N in TS Korn	1,56	2,25	2,14	2,26	1,78	2,11	2,00	2,18	1,74	2,28	2,12	2,44
Kornertrag (dt FM/ha)	84,0	106,4	105,9	107,0	79,1	89,7	89,2	90,5	28,3	63,3	59,1	66,7
N-Aufnahme Korn (N_K) (kg N/ha)	113	206	195	208	121	163	153	169	42	124	108	140
Düngung (N_{Dg})(kg N/ha)	0	175	140	210	40	120	95	150	0	190	150	240
N-min nach der Ernte (N_{\min_E}) (kg N/ha)	21	18	19	17	52	66	42	90	27	40	40	41
N-Bilanz:												
N-Saldo I: $N_{Dg} - N_K$ (kg N/ha)	-113	-31	-55	2	-81	-43	-58	-19	-42	66	42	100
N-Saldo II: $N_{\min_{VB}} + N_{Dg} - (N_s + N_K)$ (kg N/ha)	-112	-36	-55	0	-49	-16	-31	12	-21	75	53	108
N_{Zus}: $N_{\min_E} + N_{K+S} - N_{\min_{VB}} - N_{Dg}$ (kg N/ha)	133	54	74	17	101	82	73	79	48	-35	-13	-67

*) Berechnungsansatz und Werte aus der Düngeverordnung und der Nährstoffbilanzierung Feld-Stall (Naebi), da im Versuch nicht ermittelt

***) unter Annahme eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 0,8 errechnet

Tab. 2-18: Sommergerste und Winterraps 2005; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Wettingen und Döggingen

	Sommergerste Münzesheim				Winterraps Wettingen				Winterraps Döggingen			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
N-min Vegetationsbeginn (N_{min} v_B) (kg N/ha)	26	24	21	23	26	24	21	23	28	28	28	28
% TS Stroh	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
% N in TS Stroh*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Aufwuchs Stroh (dt FM/ha)**	48,3	58,4	59,3	58,5	59,4	68,0	71,7	68,0	64,6	63,4	66,4	67,6
N-Aufnahme Stroh (N_s) (kg N/ha)	21	25	26	25	36	41	43	41	39	38	40	41
Proteingehalt Korn (%)	11,8	12	11,6	12	-	-	-	-	-	-	-	-
% TS Korn	86	86	86	86	91	91	91	91	91	91	91	91
% N in TS Korn	1,89	1,92	1,86	1,92	3,3	3,3	3,3	3,3	2,37	3,11	3,12	3,26
Kornertrag (dt FM/ha)	69,1	83,4	84,7	83,5	34,9	40,0	42,2	40,0	38,0	37,3	39,1	39,7
N-Aufnahme Korn (N_κ) (kg N/ha)	112	138	135	138	105	120	127	120	90	116	122	130
Düngung (N_{Dg})(kg N/ha)	0	78	62	94	0	170	136	204	0	190	160	220
N-min nach der Ernte (N_{min} E) (kg N/ha)	21	30	37	33	52	81	57	80	33	42	79	41
N-Bilanz:												
N-Saldo I: N_{Dg} - N_κ (kg N/ha)	-112	-60	-73	-44	-105	50	9	84	-90	74	38	90
N-Saldo II: N_{min} v_B + N_{Dg} - (N_s + N_κ) (kg N/ha)	-107	-61	-78	-46	-115	33	-13	66	-101	64	26	77
N_{Zus}: N_{min} E + N_{K+S} - N_{min} v_B - N_{Dg} (kg N/ha)	128	91	115	79	167	48	70	14	134	-22	53	-36

*) Berechnungsansatz und Werte aus der Düngeverordnung und der Nährstoffbilanzierung Feld-Stall (Naebi), da im Versuch nicht ermittelt

**) unter Annahme (Sommergerste) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 0,7 errechnet
unter Annahme (Winterraps) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 1,7 errechnet

2.3 Anbaumaßnahmen und Ergebnisse 2006

2.3.1 Anbaumaßnahmen 2006

Die produktionstechnischen Maßnahmen sind den Tabellen Tab. 2-19 bis Tab. 2-21 zu entnehmen.

Tab. 2-19: Winterweizen, Winterraps und Sommergerste 2006; Anbaumaßnahmen

	Winterweizen Münzesheim	Winterweizen Döggingen	Winterraps Döggingen	Sommergerste Münzesheim
Vorfrucht	Winterraps	Winterraps	Winterweizen	Winterraps
Zwischenfrucht	entfällt	entfällt	entfällt	Senf
Sorte	Cubus (A)	Transit (A)	Oase	Pasadena
Aussaattermin	12.10.05	30.09.05	17.08.05	23.03.06
Bodenbearbeitungssystem	Mulchsaat	Pflug	Pflug	Mulchsaat
Pflanzenschutzmaßnahmen	betriebsüblich			

Tab. 2-20: Winterweizen 2006; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Münzesheim und Döggingen

Gabe	Winterweizen Münzesheim					Winterweizen Döggingen				
	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4
1	17.03.06	0	45	35	55	21.04.06	0	60	50	70
2	20.04.06	0	45	36	59	23.05.06	0	17	17	31
3	24.05.06	0	40	35	45	14.06.06	0	50	30	60
4	06.06.06	0	40	35	45	-	-	-	-	-
Gesamt		0	170	141	204		0	127	97	161

Tab. 2-21: Winterraps und Sommergerste 2006; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Döggingen und Münzesheim

Gabe	Winterraps Döggingen					Sommergerste Münzesheim				
	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4
1	21.04.06	0	100	80	120	04.04.06	0	62	62	62
2	04.05.06	0	60	48	72	20.04.06	0	16	-	32
Gesamt		0	160	128	192		0	78	62	94

2.3.2 Wachstumsbeobachtungen, Erträge und Qualitäten 2006

Bei Winterweizen war 2006 in Münzesheim kein nennenswerter Einfluss der Stickstoffdüngung auf Krankheits- und Lageranfälligkeit feststellbar. In allen Düngungsvarianten konnte in Münzesheim

ein erhöhter Befall mit Blattseptoria festgestellt werden (Tab. 2-22). In Döggingen dagegen war der Befall mit Blattseptoria deutlich geringer. In Döggingen zeigte der Winterweizen eine leichte Neigung zum Halmknicken. Insgesamt war der Krankheitsdruck niedrig.

Tab. 2-22: Winterweizen 2006; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim und Döggingen

N-Düngung	Blattseptoria		Mehltau	Braunrost	Ährenfusarium	DTR	Halmknicken
	Münzesheim	Döggingen					
keine	3	2	1	1	1	1	3
NID	5	2	2	2	1	1	3
NID - 20 %	5	2	2	2	1	2	3
NID + 20 %	5	3	2	2	1	2	4
Mittel	4	2	2	2	1	1	3

Bei Sommergerste (Münzesheim) war 2006 praktisch kein Einfluss der Höhe der Stickstoffdüngung auf die Lageranfälligkeit zu beobachten (Tab. 2-23). Die Mehltauanfälligkeit war in den drei gedüngten Varianten unabhängig von der Düngungshöhe gleich hoch. In der Variante mit 20% höherer Stickstoffdüngung war die Anfälligkeit für Halm- und Ährenknicken etwas höher als in den anderen Varianten. Der Krankheitsdruck war 2006 auf Grund der trockenen Witterung sehr gering.

Tab. 2-23: Sommergerste 2006; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim

N-Düngung	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Halmknicken	Ährenknicken
keine	1	2	1	1
NID	1	3	1	1
NID - 20 %	1	3	1	1
NID + 20 %	2	3	2	2
Mittel	1	3	1	1

Winterweizen

Im Mittel beider Standorte stieg mit zunehmender N-Düngung der Ertrag bei Winterweizen an. An beiden Standorten brachte die NID + 20 % - Variante den höchsten Ertrag. Signifikante Ertragsunterschiede gab es an beiden Standorten nur zwischen der ungedüngten und den gedüngten Varianten. Am Standort Döggingen war in der Variante NID - 20 % im Vergleich zum Standort Münzesheim ein deutlicher Ertragsrückgang zu sehen.

Tab. 2-24: Winterweizen 2006; Erträge an den Standorten Münzesheim und Döggingen

N-Düngung	Döggingen		Münzesheim		Mittel der Orte	
	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾
keine	59,1	73,7	75,6	85,2	66,1	79,7
NID	80,2	100,0	88,8	100,0	84,5	100,0
NID-20%	78,7	98,1	89,8	101,2	84,3	99,7
NID+20%	80,4	100,2	90,7	102,2	85,6	101,2
GD 5 %	4,5*		6,8*			

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Mit zunehmender N-Düngung war an beiden Standorten ein Anstieg des Rohproteingehalts zu beobachten (Tab. 2-25). Die NID-Variante lag an beiden Standorten leicht unter der erhöhten Stickstoffvariante.

Tab. 2-25: Winterweizen 2006; Rohproteingehalt (%)

N-Düngung	Döggingen	Münzesheim	Mittel der Orte
	Rohprotein (%)	Rohprotein (%)	Rohprotein (%)
keine	9,8	9,1	9,5
NID	13,7	13,2	13,5
NID-20%	12,3	12,3	12,3
NID+20%	13,9	13,8	13,9

Winterraps

In diesem Jahr lieferte sowohl die Variante +20% als auch die Variante - 20 % gegenüber der NID- und der ungedüngten Variante einen deutlichen Mehrertrag. Signifikante Ertragsunterschiede konnten zwischen der ungedüngten Variante und der NID - 20% und NID + 20%-Variante, sowie zwischen der NID, der NID - 20% und NID + 20%-Variante festgestellt werden. Der Ölgehalt nahm mit abnehmender Stickstoffdüngung zu.

Tab. 2-26: Winterraps 2006; Erträge (dt/ha) und Ölgehalt am Standort Döggingen

N-Düngung	Döggingen		
	Kornertrag bei 91% TS dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾	Ölgehalt (%)
keine	46,2	101,9	48,8
NID	45,3	100,0	47,1
NID-20%	49,2	108,7	47,5
NID+20%	51,1	112,8	46,5
GD 5 %	2,3*		

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Sommergerste

2006 nahm auch bei der Sommergerste der Ertrag mit steigender N-Düngung zu. Signifikante Ertragsunterschiede konnten zwischen der ungedüngten Variante und allen Düngungsvarianten festgestellt werden.

Tab. 2-27: Sommergerste 2006; Erträge (dt/ha), Rohproteingehalt (%) und Vollgerstenanteil (%) am Standort Münzesheim 2006

N-Düngung	Kornertrag bei 86% TS in dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾	Rohprotein (%)	Vollgerstenanteil (%)
keine	59,1	82,5	9,2	95,2
NID	71,6	100	10,6	92,6
NID-20%	71,1	99,3	10,8	91,2
NID+20%	74,5	104,1	11,3	90,8
GD 5 %	3,7*			

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Die Rohproteinwerte lagen 2006 in allen Varianten unter dem für Braugerste kritischen Wert von 11,5 %. Wobei auch in diesem Jahr der Rohproteingehalt mit zunehmender Stickstoffdüngung anstieg. In der Variante NID - 20 % lag der Rohproteingehalt über dem der NID-Variante.

Der Vollgerstenanteil nahm mit zunehmender Stickstoffdüngung deutlich ab.

2.3.3 Nmin-Werte und N-Bilanzen 2006

Die Nitratwerte unter Winterweizen waren an beiden Standorten von der Ernte bis zum letzten Probenahmetermin rückläufig. Insgesamt lagen sie in einem niedrigen Bereich.

Tab. 2-28: Winterweizen 2006; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Münzesheim und Wettingen

N-Düngung	Münzesheim				Döggingen			
	T1	T2	T3**	T4	T1	T2	T3	T4***
keine	49	31	10	9	59	23	47	7
NID	57	45	10	8	68	30	63	8
NID-20%	64	36	11	13	64	30	40	12
NID+20%	77	63	13	13	57	33	56	11

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

**) Probenahme erfolgte am 15. November

***) Probenahme erfolgte am 19. Dezember

Unter Winterraps stiegen die Nitratwerte mit zunehmender N-Düngung stark an. Die gemessenen Nitratwerte von 108 kg N/ha - 219 kg N/ha am 21. Dezember zeigen ein sehr hohes Auswaschungspotential, welches aber nicht alleine auf die Düngung zurückzuführen ist. Die hohen Nitratwerte nach der Ernte in der ungedüngten Variante weisen auf eine hohe Stickstoffmineralisation aus dem Boden und den Ernteresten hin, was bei Raps durchaus bekannt ist.

Tab. 2-29: Winterraps 2006; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Döggingen

N-Düngung	Döggingen			
	T1	T2	T3	T4**
keine	36	69	118	108
NID	28	124	182	197
NID-20%	33	127	178	159
NID+20%	33	202	222	219

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

***) Probenahme erfolgte am 21. Dezember

Bei Sommergerste liegen die Nitratwerte nach der Ernte wie auch Anfang Dezember auf einem sehr niedrigen Niveau. Wie beim Winterweizen weist die Düngungsvariante nach NID zu den Probenahmezeitpunkten T3 und T4 ähnlich niedrige Nitratwerte auf, wie die ungedüngten Varianten.

Tab. 2-30: Sommergerste 2006; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Münzesheim

N-Düngung	T1	T2	T3**	T4
keine	25	31	9	8
NID	27	28	12	9
NID-20%	25	30	13	11
NID+20%	26	38	16	18

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

***) Probenahme erfolgte am 15. November

Stickstoffbilanzen 2006

Tab. 2-31: Sommergerste, Winterweizen und Winterraps 2006; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Döggingen und Wettingen

	Sommergerste Münzesheim				Winterweizen Münzesheim				Winterweizen Döggingen				Winterraps Döggingen			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
N-min Vegetationsbeginn (N_{min VB}) (kg N/ha)	25	27	25	26	49	57	64	77	59	68	64	57	36	28	33	33
% TS Stroh	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
% N in TS Stroh*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Aufwuchs Stroh (dt FM/ha)**	41,4	50,1	49,8	52,2	60,5	71,0	71,8	72,6	45,3	64,2	63,0	64,3	78,5	77,0	83,6	83,5
N-Aufnahme Stroh (N_s) (kg N/ha)	18	22	21	22	26	31	31	31	19	28	27	28	47	46	50	50
Proteingehalt Korn (%)	9,2	10,6	10,8	11,3	9,1	13,2	12,3	13,8	9,8	13,7	12,3	13,9				
% TS Korn	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	91	91	91	91
% N in TS Korn	1,47	1,70	1,73	1,81	1,60	2,32	2,16	2,42	1,72	2,40	2,16	2,44	3,30	3,30	3,30	3,30
Kornertrag (dt FM/ha)	59,1	71,6	71,1	74,5	75,6	88,8	89,8	90,7	56,6	80,2	78,7	80,4	46,2	45,3	49,2	49,1
N-Aufnahme Korn (N_k) (kg N/ha)	75	105	106	116	104	177	167	189	84	166	146	169	139	136	148	147
Düngung (N_{Dg}) (kg N/ha)	0	78	62	94	0	170	141	204	0	127	97	161	0	160	128	192
N-min nach der Ernte (N_{min E}) (kg N/ha)	31	28	30	38	31	45	36	63	23	30	30	33	69	124	127	202
N-Bilanz:																
N-Saldo I: N_{Dg} - N_k (kg N/ha)	-75	-27	-44	-22	-104	-7	-26	15	-84	-39	-49	-8	-139	24	-20	45
N-Saldo II: N_{min VB} + N_{Dg} - (N_s + N_k) (kg N/ha)	-68	-22	-40	-18	-81	19	7	61	-44	1	-12	21	-150	6	-37	28
N_{Zus} : N_{min E} + N_{K+S} - N_{min VB} - N_{Dg} (kg N/ha)	99	50	70	56	112	26	29	2	67	29	42	11	219	118	164	174

*) Berechnungsansatz und Werte aus der Düngeverordnung und der Nährstoffbilanzierung Feld-Stall (Naebi), da im Versuch nicht ermittelt

***) unter Annahme (Sommergerste) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 0,7 errechnet
 unter Annahme (Winterweizen) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 0,8 errechnet
 unter Annahme (Winterraps) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 1,7 errechnet

2.4 Anbaumaßnahmen und Ergebnisse 2007

2.4.1 Anbaumaßnahmen 2007

Die produktionstechnischen Maßnahmen sind den Tabellen Tab. 2-32 bis Tab. 2-34 zu entnehmen.

Tab. 2-32: Winterweizen, Sommergerste und Winterraps 2007; Anbaumaßnahmen

	Winterweizen Münzesheim	Winterweizen Döggingen	Winterraps Döggingen	Sommergerste Münzesheim
Vorfrucht	Winterraps	Winterraps	Wintergerste	Winterraps
Zwischenfrucht	entfällt	entfällt	entfällt	Senf
Sorte	Cubus	Türkis	Ontario	Pasadena
Aussaattermin	11.10.2006	02.10.2006	19.08.2006	14.03.2007
Ernte	06.08.2007	16.07.2007	25.07.2007	18.07.2007
Bodenbearbeitungssystem	Mulchsaat	Pflug	Pflug	Mulchsaat
Pflanzenschutzmaßnahmen	betriebsüblich			
Stickstoffdüngung (kg N/ha)	Winterweizen Münzesheim	Winterweizen Döggingen	Winterraps Döggingen	Sommergerste Münzesheim
V1	0	0	0	0
V2	180	143	170	65
V3	144	116	135	52
V4	215	173	205	78

Tab. 2-33: Winterweizen 2007; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Münzesheim und Döggingen

Gabe	Winterweizen Münzesheim					Winterweizen Döggingen				
	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4
1	08.03.07	0	40	30	50	28.03.06	0	58	51	68
2	8.03.07	0	50	40	65	26.04.07	0	30	30	40
3	04.05.07	0	50	44	55	21.05.07	0	55	35	65
4	16.05.07	0	40	30	45	-	-	-	-	-
Gesamt		0	180	144	215		0	143	116	173

Tab. 2-34: Winterraps und Sommergerste 2007; Stickstoffdüngung (kg N/ha) in Döggingen und Münzesheim

Gabe	Winterraps Döggingen					Sommergerste Münzesheim				
	Datum	V1	V2	V3	V4	Datum	V1	V2	V3	V4
1	28.03.07	0	100	80	120	28.03.07	0	65	52	78
2	13.04.07	0	70	55	85					
Gesamt		0	170	135	205		0	65	52	78

2.4.2 Wachstumsbeobachtungen, Erträge und Qualitäten 2007

Bei Winterweizen war 2007 in Münzesheim und in Döggingen kein nennenswerter Einfluss der Stickstoffdüngung auf Krankheits- und Lageranfälligkeit feststellbar. In allen Düngungsvarianten konnte in Münzesheim ein starker Befall mit Blattseptoria festgestellt werden (Tab. 2-35). Aber auch Braunrost trat in Münzesheim auf. In Döggingen war der Befall mit Spelzenbräune deutlich zu sehen. Auf beiden Standorten war in der NID + 20%-Variante eine leichte Erhöhung der Lagerneigung gegenüber den anderen Varianten zu erkennen.

Tab. 2-35: Winterweizen 2007; Wachstumsbeobachtungen in Münzesheim und Döggingen

N-Düngung	Lager vor Ernte		Mängel vor Ernte	Braunrost	Spelzenbräune	Blattseptoria
	Münzesheim	Döggingen	Münzesheim	Münzesheim	Döggingen	Münzesheim
keine	1	1	2	2	4	5
NID	2	2	2	2	5	7
NID - 20 %	2	1	2	3	4	8
NID + 20 %	3	3	1	3	5	8
Mittel	2	2	2	2	4	7

Sommergerste

Bei Sommergerste (Münzesheim) war 2007 ein deutlicher Einfluss der Stickstoffdüngung im Bezug auf die Lageranfälligkeit und den Mehлтаubefall festzustellen (Tab. 2-36). Sowohl die Lagerneigung, wie auch der Mehлтаubefall war in der Variante NID + 20% ausgeprägter, wie in den anderen gedüngten Varianten. Das verstärkte Lager im Jahr 2007 ist zum einen auf die überhöhte Düngung in der NID + 20% -Variante zurückzuführen. Allerdings waren alle Varianten mehr oder weniger von Lager betroffen, was mit auf die starken Gewitterschauer im Juni und Juli zurückzuführen ist. Die feuchte warme Witterung im Mai und Juni begünstigte 2007 den Mehлтаubefall und sorgte gegenüber dem Vorjahr für einen höheren Krankheitsdruck.

Tab. 2-36: Sommergerste in Münzesheim und Winterraps in Döggingen 2007; Wachstumsbeobachtungen

N-Düngung	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Undef. Blattflecken	Mängel im Stand nach Winter	Mängel im Stand vor Reife
	Sommergerste	Sommergerste	Sommergerste	Winterraps	Winterraps
keine	1	4	3	3	3
NID	3	5	3	2	2
NID - 20 %	3	5	3	2	3
NID + 20 %	6	6	3	2	2
Mittel	3	5	3	2	2

Winterweizen

Am Standort Döggingen erzielte die Variante NID - 20% den höchsten Ertrag. Die Variante Ohne Düngung und NID + 20% lagen ertraglich auf gleichem Niveau. Signifikante Ertragsunterschiede

konnten am Standort Döggingen nicht festgestellt werden. Am Standort Münzesheim dagegen konnten signifikante Ertragsunterschiede zwischen der ungedüngten und den gedüngten Varianten festgestellt werden. Die NID-Variante erzielte hier den höchsten Ertrag mit 95,3 dt/ha. Dahinter folgte die NID- 20% Variante. Die Variante mit der überhöhten Düngung erzielte bei den gedüngten Varianten den niedrigsten Ertrag.

Tab. 2-37: Winterweizen 2007; Erträge an den Standorten Münzesheim und Döggingen

N-Düngung	Döggingen		Münzesheim		Mittel der Orte	
	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾	Kornertrag bei 86% TS dt/ha	Relativ-ertrag (%) ¹⁾
keine	69,9	93,9	71,9	74,8	70,6	83,2
NID	74,4	100,0	95,3	100,0	84,8	100,0
NID-20%	76,7	103,0	93,7	98,3	85,2	100,4
NID+20%	69,7	93,6	91,6	96,2	80,6	95,0
GD 5 %	15,6		5,1*			

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Mit zunehmender N-Düngung war an beiden Standorten ein Anstieg des Rohproteingehalts zu beobachten (Tab. 2-39). Die NID-Variante lag an beiden Standorten leicht unter der erhöhten Stickstoffvariante.

Tab. 2-38: Winterweizen 2007; Rohproteingehalt (%)

N-Düngung	Döggingen	Münzesheim	Mittel der Orte
	Rohprotein (%)	Rohprotein (%)	Rohprotein (%)
keine	11,6	10,1	10,9
NID	13,1	14,7	13,9
NID-20%	12,9	14,0	13,5
NID+20%	13,4	15,0	14,2

Winterraps

In diesem Jahr lieferte die NID - Variante gegenüber der +20% als auch der 20 % - Variante und der ungedüngten Variante einen Mehrertrag. Signifikante Ertragsunterschiede konnten zwischen der ungedüngten Variante und den gedüngten Varianten festgestellt werden. Der Ölgehalt nahm mit abnehmender Stickstoffdüngung zu.

Tab. 2-39: Winterraps 2007; Erträge (dt/ha) und Ölgehalt am Standort Döggingen

N-Düngung	Döggingen		
	Kornertrag bei 91% TS dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾	Ölgehalt (%)
keine	32,7	75,8	45,9
NID	43,1	100,0	43,0
NID-20%	39,7	91,9	43,1
NID+20%	42,4	98,3	42,2
GD 5 %	5,0*		

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Sommergerste

2007 nahm der Ertrag mit Ausnahme der NID + 20% - Variante, mit steigender Stickstoffdüngung zu. Signifikante Ertragsunterschiede konnten keine festgestellt werden.

Tab. 2-40: Sommergerste 2007; Erträge (dt/ha), Rohproteingehalt (%) und Vollgerstenanteil (%) am Standort Münzesheim

N-Düngung	Kornertrag bei 86% TS in dt/ha	Relativertrag (%) ¹⁾	Rohprotein (%)	Vollgerstenanteil (%)
keine	61,6	104,2	13,4	80,1
NID	59,1	100,0	13,8	78,9
NID-20%	60,5	102,4	14,2	80,8
NID+20%	59,0	99,8	13,9	81,6
GD 5 %	4,3			

¹⁾ der Ertrag in der NID-Variante (V2) wurde = 100% gesetzt

* = signifikant

Die Rohproteinwerte lagen 2007 in allen Varianten über dem für Braugerste kritischen Wert von 11,5 %. In diesem Jahr erreichte die NID-20% - Variante den höchsten Rohproteingehalt. Die Proteinwerte waren 2007 allgemein sehr hoch, was sich auf die extrem hohen Temperaturen im April und Mai, sowie die späten Niederschläge im Juni und Juli zurückführen lässt. Auf Grund der feuchten, warmen Witterung wurde die Bodenmineralisation stark gefördert, wodurch die Pflanzen zuviel Stickstoff zur Verfügung hatten.

Der Vollgerstenanteil lag weit unter den für Braugerste geforderten 90 %. Die extreme Witterung hat sich in diesem Jahr sowohl negativ auf den Ertrag, auf die Kornfüllungsphase und auch auf den Rohproteingehalt ausgewirkt.

2.4.3 Nmin-Werte und N-Bilanzen 2007

Die Nitratwerte unter Winterweizen waren an beiden Standort von der Ernte bis zum letzten Probenahmetermin leicht rückläufig. Wobei die Nmin-Werte in Münzesheim nach der Ernte bis zum Beprobungstermin im Oktober stark abnahmen, bis zum letzten Probetermin jedoch wieder leicht zulegen. In Döggingen dagegen waren die Werte nach der Ernte wesentlich niedriger, wie beim Folgetermin im Oktober, wobei auch diese Werte bis zur letzten Beprobung abnahmen. Insgesamt lagen die Nmin - Werte in einem höheren Bereich als im Vorjahr. Dies lässt sich wiederum auf den Jahreswitterungsverlauf 2007 (Sommer: warm/ feucht; Herbst: warm/trocken) zurückführen.

Tab. 2-41: Winterweizen 2007; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* an den Standorten Münzesheim und Wettingen

N-Düngung	Münzesheim				Döggingen			
	T1	T2	T3**	T4	T1	T2	T3	T4***
keine	8	14	17	13	66	29	77	45
NID	8	40	25	34	59	55	123	100
NID-20%	8	50	22	35	63	49	130	79
NID+20%	8	89	32	42	76	62	112	94

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

**) Probenahme erfolgte am 30. Oktober

***) Probenahme erfolgte am 11. November

Unter Winterraps stiegen die Nitratwerte mit zunehmender N-Düngung an. Die gemessenen Nitratwerte von 91 kg N/ha - 134 kg N/ha am 10. November zeigen ein sehr hohes Auswaschungspotential, welches aber nicht alleine auf die Düngung zurückzuführen ist. Die hohen Nitratwerte nach der Ernte in der ungedüngten Variante weisen auf eine hohe Stickstoffmineralisation aus dem Boden und den Ernteresten hin, was bei Raps durchaus bekannt ist. Die Werte 2007 sind wesentlich niedriger als 2006.

Tab. 2-42: Winterraps 2007; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Döggingen

N-Düngung	Döggingen			
	T1	T2	T3	T4**
keine	8	29	69	91
NID	10	57	48	107
NID-20%	4	52	45	124
NID+20%	9	70	45	134

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

***) Probenahme erfolgte am 10. November

Bei Sommergerste liegen die Nitratwerte nach der Ernte wie auch Anfang Dezember auf einem niedrigen Niveau. Wobei die Werte von der Ernte bis zur letzten Beprobung kontinuierlich zunehmen. Die Düngungsvariante nach NID weist zu den Probenahmezeitpunkten T3 und T4 niedrigere Nitratwerte auf, wie die ungedüngten Varianten.

Tab. 2-43: Sommergerste 2007; Nmin-Werte (kg NO₃-N/ha, 0 - 90 cm) an vier Terminen* am Standort Münzesheim

N-Düngung	T1	T2	T3**	T4
keine	57	25	53	64
NID	59	37	43	48
NID-20%	57	33	59	67
NID+20%	56	42	52	57

*) T1 = vor Vegetationsbeginn, T2 = nach der Ernte, T3 = Mitte Oktober, T4 = Ende November/Anfang Dezember

***) Probenahme erfolgte am 30. Oktober

Stickstoffbilanzen 2007

Tab. 2-44: Sommergerste, Winterweizen und Winterraps 2007; Stickstoffbilanz (kg N/ha) an den Standorten Münzesheim, Döggingen und Wettingen

	Sommergerste Münzesheim				Winterweizen Münzesheim				Winterweizen Döggingen				Winterraps Döggingen			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
N-min Vegetationsbeginn ($N_{min\ VB}$) (kg N/ha)	57	59	57	56	8	8	8	8	66	59	63	76	8	10	4	9
% TS Stroh	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
% N in TS Stroh*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Aufwuchs Stroh (dt FM/ha)**	42,2	42,6	42,4	41,3	60,8	76,2	75,0	73,3	55,9	59,5	61,4	55,8	55,6	73,3	67,5	72,1
N-Aufnahme Stroh (N_S) (kg N/ha)	18	18	18	18	26	33	32	32	24	26	26	24	34	44	41	43
Proteingehalt Korn (%)	13,4	13,8	14,2	13,9	10,1	14,7	14	15	11,6	13,1	12,9	13,4				
% TS Korn	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	91	91	91	91
% N in TS Korn	2,1	2,2	2,3	2,2	1,77	2,58	2,46	2,63	2,04	2,30	2,26	2,35	3,3	3,3	3,3	3,3
Kornertrag (dt FM/ha)	60,3	60,8	60,5	59,0	76	95,3	93,7	91,6	69,9	74,4	76,7	69,7	32,7	43,1	39,7	42,4
N-Aufnahme Korn (N_K) (kg N/ha)	111	116	118	113	116	211	198	207	122	147	149	141	98	129	119	127
Düngung (N_{Dg}) (kg N/ha)	0	65	52	78	0	180	144	215	0	143	116	173	0	170	135	205
N-min nach der Ernte ($N_{min\ E}$) (kg N/ha)	25	37	33	42	14	40	50	89	29	55	49	62	29	57	52	70
N-Bilanz:																
N-Saldo I: $N_{Dg} - N_K$ (kg N/ha)	-111	-51	-66	-35	-116	-31	-54	8	-122	-4	-33	32	-98	41	16	78
N-Saldo II: $N_{min\ VB} + N_{Dg} - (N_S + N_K)$ (kg N/ha)	-72	-10	-27	3	-134	-56	-78	-16	-80	29	3	84	-124	7	-21	43
N Zus: $N_{min\ E} + N_{K+S} - N_{min\ VB} - N_{Dg}$ (kg N/ha)	97	47	60	39	148	96	128	105	109	26	46	-22	153	51	73	27

*) Berechnungsansatz und Werte aus der Düngeverordnung und der Nährstoffbilanzierung Feld-Stall (Naebi), da im Versuch nicht ermittelt

***) unter Annahme (Sommergerste) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 0,7 errechnet
 unter Annahme (Winterweizen) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 0,8 errechnet
 unter Annahme (Winterraps) eines Stroh:Korn-Verhältnisses von 1,7 errechnet

2.5 Zusammenfassung der Erträge, Qualitäten und Nmin-Ergebnisse 2005 - 2007

Betrachtet man das Mittel der Erträge über Orte und Jahre so zeigt sich, dass die Düngung nach NID beim Winterweizen (Tab. 2-45) die höchsten Erträge erzielte. Beim Rohprotein lag die NID-Variante leicht hinter der NID+20%-Variante zurück.

Tab. 2-45: Erträge und Qualitäten Winterweizen, Mittel über Orte und Jahre

Ort	Jahr	Kornertrag bei 86% TS (dt/ha)					Rohprotein (Korn/Kern) in TM (%)				
		keine	NID	NID -20%	NID +20%	Mittel	keine	NID	NID -20%	NID +20%	Mittel
Döggingen	2005	28,3	63,3	59,1	66,7	54,4	9,9	13,0	12,1	13,9	12,2
	2006	59,1	80,2	78,7	80,4	74,6	9,8	13,7	12,3	13,9	12,4
	2007	69,9	74,4	76,7	69,7	72,6	11,6	13,1	12,9	13,4	12,8
	Mittel	52,4	72,6	71,5	72,3	67,2	10,4	13,3	12,4	13,7	12,5
	GD 5 %					16,7					
Kraichtal	2005	84,0	106,4	105,9	107,0	100,8	8,9	12,8	12,2	12,9	11,7
	2006	75,6	88,8	89,8	90,7	86,2	9,1	13,2	12,3	13,8	12,1
	2007	71,2	95,3	93,7	91,6	87,9	10,1	14,7	14,0	15,0	13,5
	Mittel	76,9	96,8	96,5	96,5	91,7	9,4	13,6	12,8	13,9	12,4
	GD 5 %					5,2*					
Mittel	2005	56,1	84,8	82,5	86,9	77,6	9,4	12,9	12,2	13,4	12,0
	2006	67,4	84,5	84,3	85,6	80,4	9,5	13,5	12,3	13,9	12,3
	2007	70,6	84,8	85,2	80,6	80,3	10,9	13,9	13,5	14,2	13,1
	Mittel	64,7	84,7	84,0	84,4	79,4	9,9	13,4	12,7	13,8	12,5
	GD 5 %					2,2*					

* bei GD 5 % = signifikant

Bei Winterraps erzielte die NID+20%-Variante im Schnitt der Jahre den höchsten Ertrag. Allerdings erzielte diese Variante den niedrigsten Ölgehalt (Tab. 2-46). Da bei Raps eine zunehmende Stickstoffdüngung mit einem abnehmenden Ölgehalt korreliert, reicht die Düngung nach NID aus um einen guten Ertrag mit guten Ölgehalten zu erhalten.

Tab. 2-46: Erträge und Qualitäten Winterraps, Mittel über Ort und Jahre

Ort	Jahr	Kornertrag bei 91% TS (dt/ha)					Ölgehalt bei 91 % TS (%)				
		keine	NID	NID -20%	NID +20%	Mittel	keine	NID	NID -20%	NID +20%	Mittel
Döggingen	2005	24,0	42,9	42,2	45,0	38,5	54,4	49,9	49,7	48,9	50,7
	2006	46,2	45,3	49,2	51,1	48,0	48,8	47,1	47,5	46,5	47,5
	2007	32,7	43,1	39,7	42,4	39,5	45,9	43,0	43,1	42,2	43,6
	Mittel	34,3	43,8	43,7	46,2	42,0	49,7	46,7	46,8	45,9	47,3
	GD 5 %					9,2					

* bei GD 5 % = signifikant

Im Mittel der Versuchsjahre erreichte bei der Sommergerste die NID+20%-Variante die höchsten Erträge (Tab. 2-47). Die Variante ohne Düngung war dagegen beim Vollgerstenanteil führend, dicht gefolgt von der NID+20%-Variante. Aber auch beim Rohproteingehalt erzielte die Variante ohne Düngung in diesen Versuchsjahren die besten Ergebnisse.

Tab. 2-47: Erträge und Qualitäten Sommergerste, Mittel über Ort und Jahre

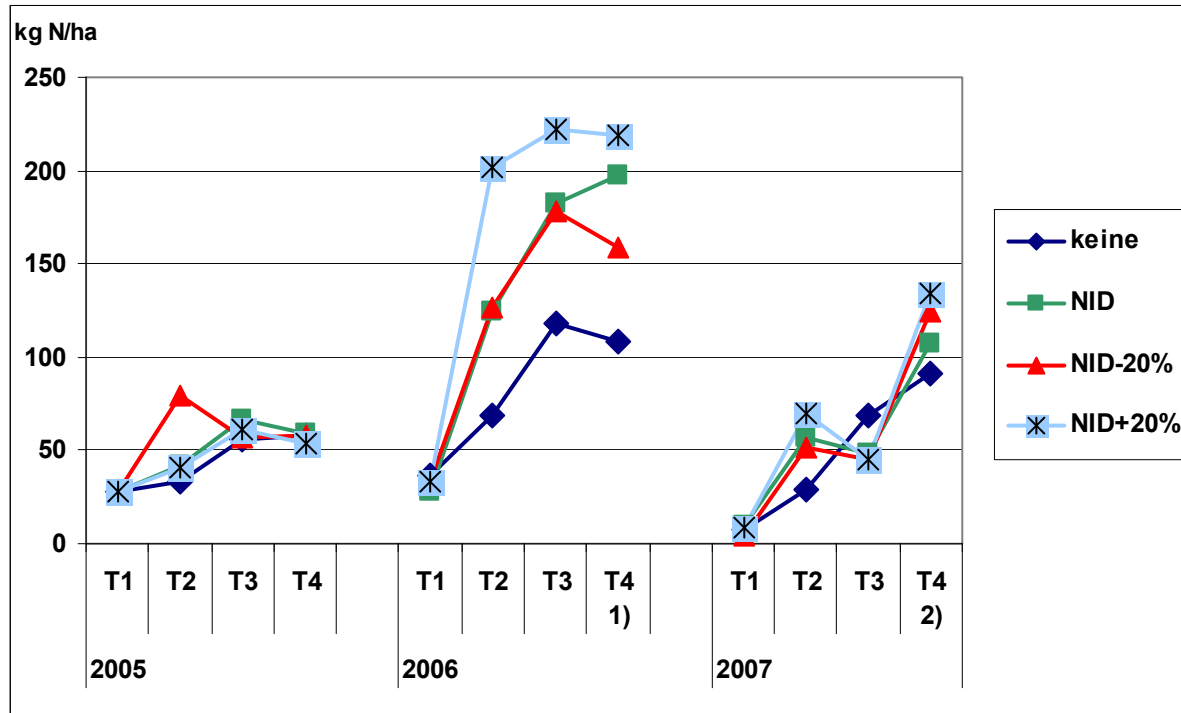
		Kornertrag 86 % TS				
Ort	Jahr	keine	NID	NID-20%	NID+20%	Mittel
Kraichtal	2005	69,1	83,4	84,7	83,5	80,2
	2006	59,1	71,6	71,1	74,5	69,1
	2007	61,6	59,1	60,5	59,0	60,1
	Mittel	63,2	71,3	72,1	72,3	69,7
	GD 5 %					9,5
		Vollgerstenanteil %				
Ort	Jahr	keine	NID	NID-20%	NID+20%	Mittel
Kraichtal	2005					
	2006	95,2	92,6	91,2	90,8	92,5
	2007	80,1	78,9	80,8	81,6	80,4
	Mittel	87,7	85,8	86,0	86,2	86,4
		Rohproteingehalt				
Ort	Jahr	keine	NID	NID-20%	NID+20%	Mittel
Kraichtal	2005	11,8	12,0	11,6	12,0	11,9
	2006	9,2	10,6	10,8	11,3	10,5
	2007	13,4	13,8	14,2	13,9	13,8
	Mittel	11,5	12,1	12,2	12,4	12,1

* bei GD 5 % = signifikant

In den Abbildungen Abb. 2-1 bis Abb. 2-3 sind die Nmin-Werte der einzelnen Kulturen und Standorte über die drei Jahre dargestellt. Bei allen drei Kulturen zeigt sich deutlich, dass die Nmin-Werte im Herbst (T3) und Winter (T4) bei der Düngung nach NID im Vergleich zu den anderen Düngungsstufen immer auf einem niedrigen Niveau liegen. Auf Grund der geringen Nmin-Werte im Herbst und Winter und der guten Erträge und Qualitäten ist die Düngung nach NID gerechtfertigt und trägt dazu bei, das Grundwasser vor Nitrateinträgen zu schützen.

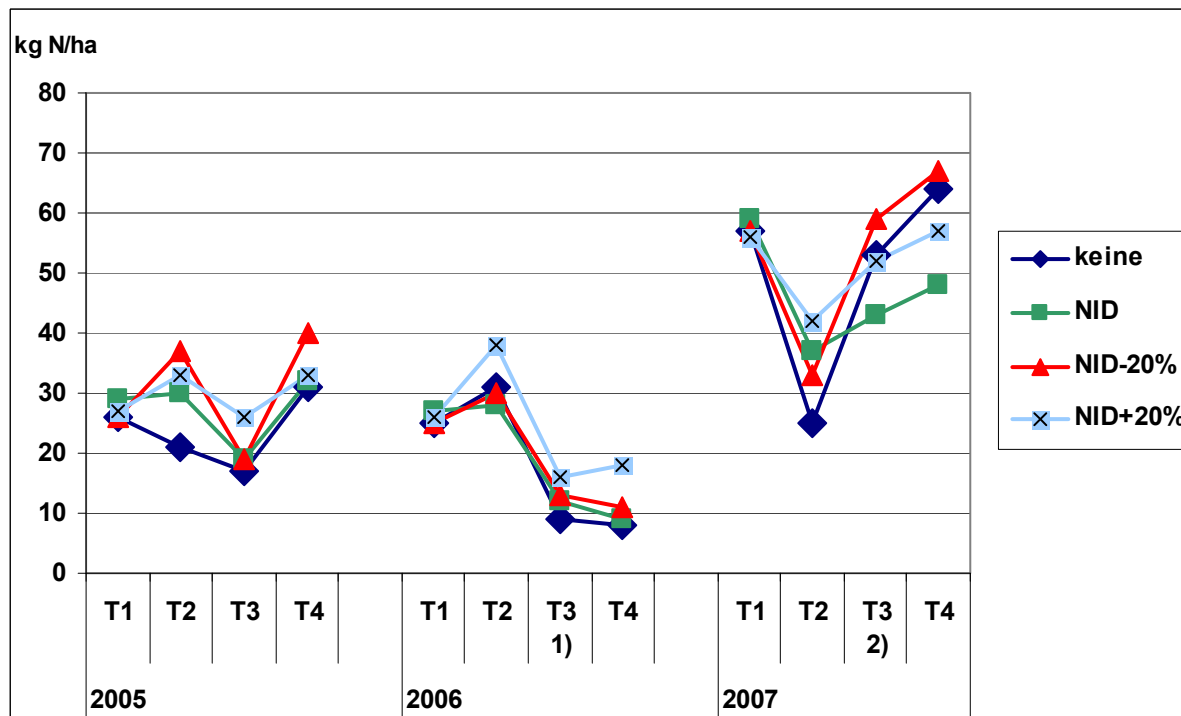
Zusammenstellung der Nmin-Ergebnisse 2005 - 2007

- T1 für WW und WR zu Vegetationsbeginn, für SG vor 1. N-Düngung
- T2 nach der Ernte
- T3 Mitte Oktober
- T4 Ende November/Anfang Dezember



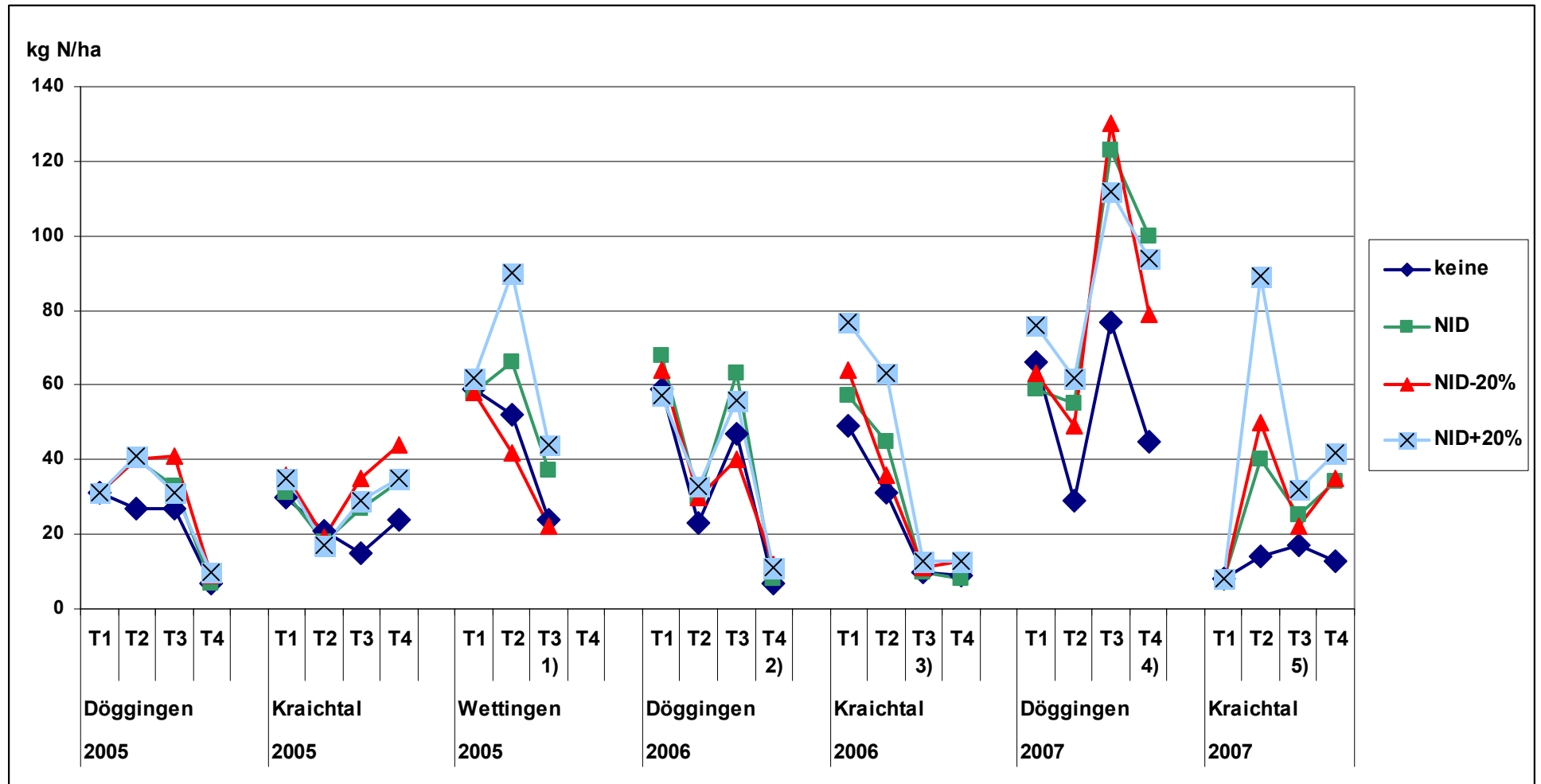
1) 21. Dez., 2) 10. Nov.

Abb. 2-1: Nmin-Ergebnisse Winterrapis Döggingen, Jahre 2005 - 2007



1) 15. Nov., 2) 30. Okt.

Abb. 2-2: Nmin-Ergebnisse Sommergerste Kraichtal, Jahre 2005 - 2007



1) 15. Nov., 2) 19. Dez., 3) 15. Nov., 4) 11. Nov., 5) 30. Okt.

Abb. 2-3: Nmin-Ergebnisse Winterweizen Döggingen, Kraichtal, Wettingen, 2005 - 2007

3 Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Winterweizen

3.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

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 drei und 2007 an zwei Standorten durchgeführt.

Tab. 3-1: Standorte

Dienststelle/ Versuchsfeld	Höhe ü. NN	Ø Niederschlag in mm	Ø Jahres- temperatur in °C	Bodenart	Boden- zahl
LRA Biberach Privatlandwirt	570	835	8,1	Sandiger Lehm	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)

Die Düngung (Tab. 3-1) erfolgte auf allen 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. Beide Düngungshöhen wurden in allen Düngungssystemen geprüft.

Auf allen Standorten erfolgte der Pflanzenschutz nach guter fachlicher Praxis.

Tab. 3-2: Geprüfte Varianten

Faktor	Nr.	Faktorstufen
N-Düngungs- system (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
N-Düngungshöhe	1	100 % NID
	2	130 % NID

Bei der N-Bedarfsberechnung betrug der im Düngerjahr anrechenbare Stickstoff bei den Güllen 60% des Gesamt-Stickstoffs.

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

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

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

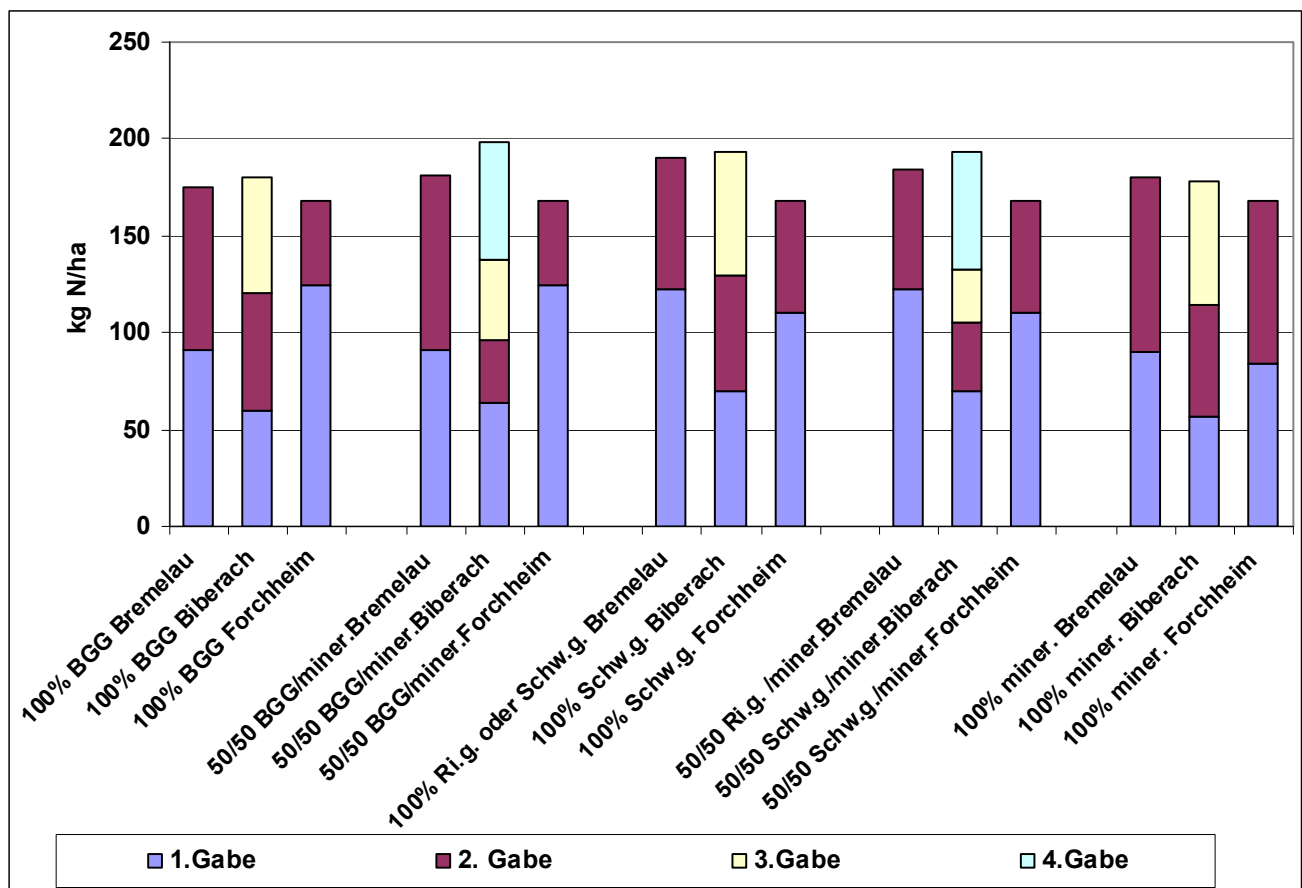


Abb. 3-1: N-Verteilung 2006 bei 100 % NID

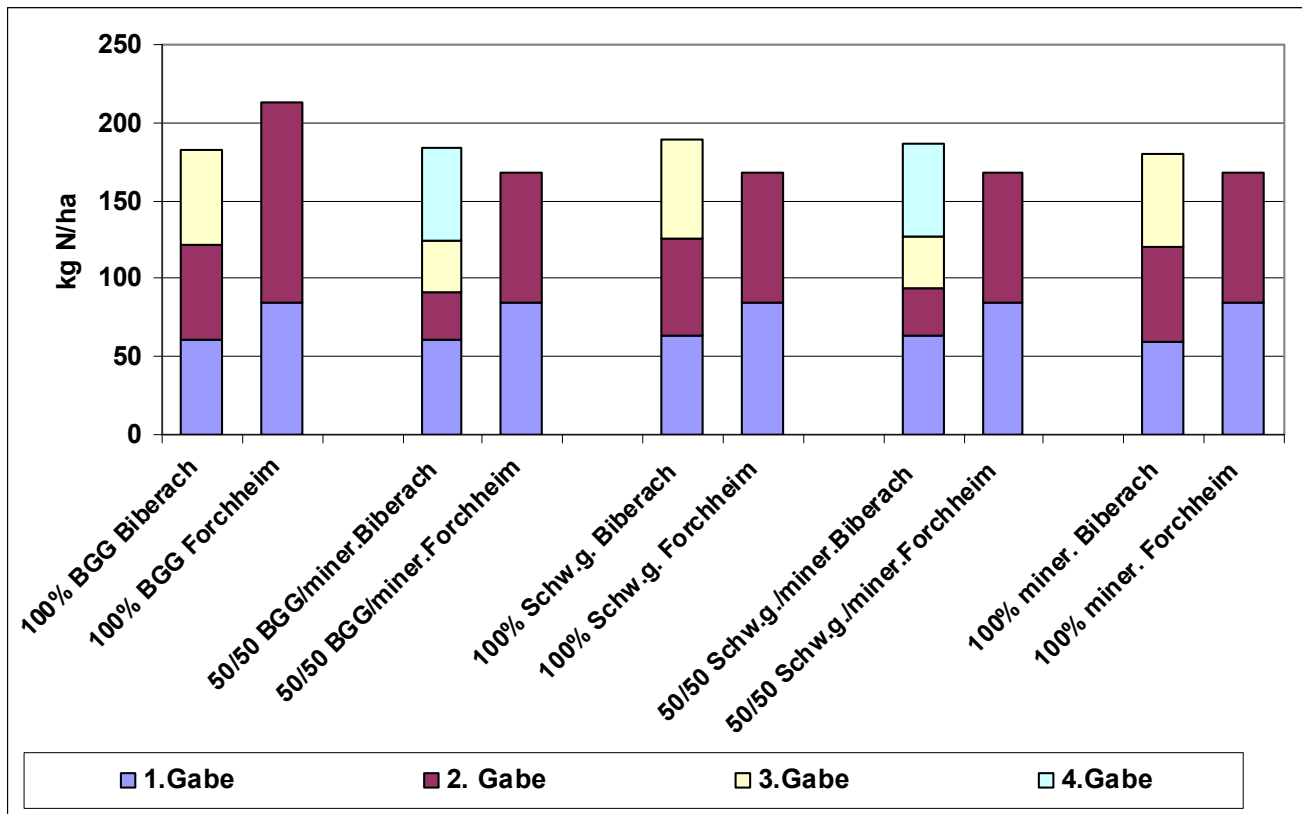


Abb. 3-2: N-Verteilung 2007 bei 100% NID

3.2 Ergebnisse

Erträge:

Bei den **Trockenmasseerträgen der Gesamtpflanze** (Milch-/Teigreife) lieferten die Düngungssysteme (DS) mit Schweinegülle (DS 3 und DS 4) im Mittel aller Standorte und Düngungshöhen in beiden Versuchsjahren die höchsten Erträge (Tab. 3-4). Am **Standort Biberach** wurden 2006 und 2007 in der DS 3 die höchsten Trockenmasseerträge bei der Ganzpflanzenernte erreicht. An diesem Standort konnten 2006 signifikante Unterschiede zwischen den Düngungshöhen und zwischen den DS festgestellt werden. Am **Standort Bremelau** erzielten dagegen die DS 2 und die DS 5 im Mittel der Variante den höchsten Ertrag. Sie waren den Varianten 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 die DS 4 dicht gefolgt von der DS 3 den höchsten Ertrag. Beim **Standort Forchheim** dagegen erlangte im Jahr 2006 die DS 1 im Mittel mit 135,4 dt/ha TM den höchsten Ertrag und war damit allen anderen Düngungssystemen signifikant überlegen. 2007 dagegen erreichte das Düngungssystem mit 100 % Mineraldünger (DS 5) im Mittel mit 146,2 dt/ha TM den höchsten Ertrag. Die reinen Gülledüngungssysteme (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.

Die **Kornerträge von 2006** (Tab. 3-5) zeigen, dass im Mittel aller drei Standorte die 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 die DS 4 den höchsten Ertrag.

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 die DS 5 gegenüber der DS 1 und DS 2 ertraglich signifikant überlegen. 2007 konnten in Biberach im Gegensatz zum Vorjahr keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Düngungssysteme festgestellt werden. Den höchsten Ertrag am Standort Biberach erzielte die DS 4. Bei der Düngungshöhe von 100 % NID war die DS 3 der DS 1, DS 2 und DS 5 signifikant überlegen. Bei Düngungshöhe von 130 % NID war die DS 1 der DS 2 signifikant überlegen.

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 die DS 2 allen Düngungssystemen mit Ausnahme der DS 4 ertraglich überlegen.

In Forchheim erzielte 2006 die 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 der DS 3 signifikant unterlegen. Im Jahr 2007 gab es in Forchheim sowohl zwischen den Düngungshöhen, wie auch zwischen den Düngungssystemen signifikante Unterschiede. Die DS 4 erzielte in beiden Düngungshöhen mit 84,3 und 88,5 dt/ha die höchsten Erträge. Die DS 2 mit 130% NID-Düngung erzielt mit 88,8 dt/ha den höchsten Ertrag am Standort Forchheim.

Wachstumsbeobachtungen:

Die Bonituren zeigen für den Standort Biberach (Tab. 3-7), dass die Bestandesdichten zum Zeitpunkt der Blüte in beiden 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. 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 zeigten allerdings einen mittleren bis starken Befall durch alle Düngungssysteme. 2007 war der Druck deutlich geringer, denn die für Blattseptoria anfälligere Sorte Limes zeigte hier nur einen geringen Befall.

Am Standort Bremelau (Tab. 3-6) liegen für das Jahr 2006 kaum und für 2007 keine Boniturergebnisse vor. 2006 wurde bei den Krankheiten nur auf Blattseptoria bonitiert. Insgesamt war der Befall mit Blattseptoria gering. Allerdings zeigte sich in den Düngungssystemen mit Schweinegülle (DS 3 und DS 4) ein etwas höherer Befall. Die Güllesysteme (DS 1 - DS 4) wurden bei der Ausbringung über Kopf gedüngt, wodurch sich bei den Systemen mit Schweinegülle Verätzungsschäden an den Blättern zeigten.

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 Düngungssystemen verteilt. 2006 konnte in der DS 5 ein mittlerer bis starker Befall mit Mehltau festgestellt werden. Interessant ist in Forchheim die Feststellung der Ähren je laufender Meter und die Bestandesdichte. Hier zeigt sich deutlich, dass alle Düngungssysteme mit Düngung von 130 % NID eine wesentlich höhere Bestandesdichte und wesentlich mehr Ähren je laufenden Meter hervorbringen.

Zusammenfassung der Erntejahre 2006, 2007

Die zweijährigen Ergebnisse zeigen dass es durchaus möglich ist Winterweizen nur mit Gärresten zu düngen. Hierbei sind je nach Ausbringungszeitpunkt und nachfolgender Witterung keine Höchst-

erträge zu erwarten. Die Düngungshöhen von 100 % und 130 % NID sollten zukünftig auch auf Grund der Nmin-Werte nach der Ernte auf die 100% NID beschränkt werden. Der Mehrertrag durch die überhöhte Stickstoffdüngung ist minimal und die Nmin-Werte sind in den meisten Varianten gegenüber der 100% NID Düngung erhöht.

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

		Biberach		Bremelau		Forchheim		Mittel der Orte	
		TM-Ertrag in dt/ha		TM-Ertrag in dt/ha		TM-Ertrag in dt/ha		TM-Ertrag in dt/ha	
D.-System	D.-Höhe	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
100%	100% NID	148,8	195,3	80,0	102,4	134,0	124,5	120,9	140,7
Biogasgülle (BGG) DS 1	130% NID	154,8	199,9	81,9	100,1	136,8	143,0	124,5	147,6
	Mittel	151,8	197,6	80,9	101,2	135,4	133,7	122,7	144,2
50%/50% BGG/KAS DS 2	100% NID	158,4	195,3	110,0	100,6	109,1	129,4	125,8	141,7
	130% NID	168,6	210,3	107,7	102,5	140,9	156,8	139,0	156,5
	Mittel	163,5	202,8	108,8	101,5	125,0	143,1	132,4	149,1
100% Schweinegülle (SG) DS 3	100% NID	173,3	214,7	76,5	91,9	116,8	127,8	122,2	144,8
	130% NID	183,3	221,7	92,2	112,1	131,1	144,8	135,5	159,5
	Mittel	178,3	218,2	84,4	102,0	124,0	136,3	128,9	152,1
50%/50% SG/KAS DS 4	100% NID	162,6	206,0	105,4	101,5	114,6	145,4	127,5	151,0
	130% NID	176,6	189,8	109,6	105,2	130,0	143,0	138,7	146,0
	Mittel	169,6	197,9	107,5	103,3	122,3	144,2	133,1	148,5
100% KAS DS 5	100% NID	171,4	192,6	109,3	96,7	112,7	142,8	131,1	144,0
	130% NID	171,6	217,1	108,3	99,9	116,0	149,6	132,0	155,6
	Mittel	171,5	204,9	108,8	98,3	114,3	146,2	131,5	149,8
Mittel	100% NID	162,9	200,8	96,2	98,6	117,4	133,9	125,5	144,4
	130% NID	171,0	207,8	99,9	103,9	131,0	147,4	134,0	153,0
	Mittel	166,9	204,3	98,1	101,3	124,2	140,7	129,7	148,7
GD 5% Düngungshöhe		7,26*	10,31	9,87	10,13	7,23*	6,28*		
GD 5% Düngungssystem		11,48*	16,3	8,87*	16,02	8,49*	8,89*		

* signifikant

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

Düngungs-System	Düngungs-Höhe	Biberach		Breme-lau	Forchheim		Mittel der Orte	
		Kornertrag bei 86 % TS in dt/ha		Kornertrag bei 86 % TS in dt/ha	Kornertrag bei 86 % TS in dt/ha		Kornertrag bei 86 % TS in dt/ha	
		2006	2007	2006	2006	2007	2006	2007
100% Biogas-gülle(BGG) DS 1	100 % NID	82,8	117,4	40,3	72,3	70,6	65,1	94,0
	130% NID	84,7	123,3	44,1	75,4	79,8	68,1	101,6
	Mittel	83,7	120,4	42,2	73,8	75,2	66,6	97,8
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	88,8	116,7	57,1	70,8	79,0	72,2	97,9
	130% NID	86,8	118,3	60,6	78,8	88,8	75,4	103,5
	Mittel	87,8	117,5	58,8	74,8	83,9	73,8	100,7
100% Schwei-negülle (SG) DS 3	100 % NID	90,7	121,2	49,8	73,5	74,0	71,3	97,6
	130% NID	91,0	120,8	45,4	79,0	79,3	71,8	100,0
	Mittel	90,9	121,0	47,6	76,2	76,6	71,6	98,8
50%/50% SG/KAS DS 4	100 % NID	90,5	120,0	56,3	68,2	84,3	71,7	102,1
	130% NID	91,8	122,5	55,8	78,3	88,5	75,3	105,5
	Mittel	91,2	121,3	56,0	73,2	86,4	73,5	103,8
100% KAS DS 5	100 % NID	93,2	117,4	47,8	65,4	80,1	68,8	98,8
	130% NID	90,0	122,2	49,5	70,0	87,5	69,8	104,9
	Mittel	91,6	119,8	48,7	67,7	83,8	69,3	101,8
Mittel	100 % NID	89,2	118,6	50,3	70,0	77,6	69,8	98,1
	130% NID	88,9	121,4	51,1	76,3	84,8	72,1	103,1
	Mittel	89,0	120,0	50,7	73,2	81,2	70,9	100,6
GD 5% Düngungshöhe		3,4	2,62*	4,48	2,19*	2,6*		
GD 5%Düngungssystem		5,37*	4,15	7,1*	3,46*	2,46*		

* signifikant

Tab. 3-6: Wachstumsbeobachtungen Bremelau 2006

Variante	Intensität	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, 2007 und Mittel der Jahre

Variante	Intensität	2006		2007			Mittel der Jahre		
		Blatt-septoria	Bestandes-dichte z. Zt. der Blüte	Lager vor Ernte	Blatt-septoria	Bestandes-dichte z. Zt. der Blüte	Lager vor Ernte	Blatt-septoria	Bestandes-dichte z. Zt. der Blüte
100% Biogasgülle (BGG) DS 1	100 % NID	7	4	4	3	4	4	5	4
	130% NID	5	6	7	3	5	7	4	5
	Mittel	6	5	5	3	4	5	4	5
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	5	5	5	3	5	5	4	5
	130% NID	4	6	8	3	5	8	4	6
	Mittel	5	6	6	3	5	6	4	5
100% Schweinegülle (SG) DS 3	100 % NID	6	5	5	3	8	5	4	6
	130% NID	4	7	8	3	8	8	4	7
	Mittel	5	6	6	3	8	6	4	7
50%/50% SG/KAS DS 4	100 % NID	6	6	3	3	7	3	4	6
	130% NID	3	7	7	2	8	7	3	8
	Mittel	5	7	5	3	7	5	4	7
100% KAS DS 5	100 % NID	4	7	3	3	5	3	4	6
	130% NID	4	7	6	3	7	6	3	7
	Mittel	4	7	5	3	6	5	3	7
Mittel	100 % NID	5	6	4	3	6	4	4	6
	130% NID	4	7	7	3	6	7	3	6
	Mittel	5	6	5	3	6	5	4	6

Tab. 3-8: Wachstumsbeobachtungen Forchheim 2006, 2007 und Mittel der Jahre

Düngungs- system	Düng- ungs- höhe	2006					2007					Mittel der Jahre				
		Ähren je lfd. m in der Reihe	Be- standes- -dichte (Ähren)	Pflan- zen- länge zur Ernte cm	Mehl- tau (Blatt)	Blatt- septo- ria	Ähren je lfd. m in der Reihe	Be- standes- -dichte (Ähren)	Pflan- zen- länge zur Ernte cm	Mehl- tau (Blatt)	Blatt- septo- ria	Ähren je lfd. m in der Reihe	Be- standes- -dichte (Ähren)	Pflan- zen- länge zur Ernte cm	Mehl- tau (Blatt)	Blatt- septo- ria
100% Biogas- gülle (BGG)) DS 1	100 % NID	61	403	83	2	3	64	425	87	1	5	62	414	85	2	4
	130% NID	64	427	84	2	3	71	470	90	1	4	67	448	87	2	3
	Mittel	62	415	84	2	3	67	448	88	1	4	65	431	86	2	4
50%/50% BGG/KAS)) DS 2	100 % NID	59	390	81	3	3	63	420	90	1	5	61	405	85	2	4
	130% NID	66	438	83	3	3	71	473	91	1	4	68	456	87	2	3
	Mittel	62	414	82	3	3	67	447	90	1	4	65	430	86	2	4
100%Schweine- gülle (SG)) DS 3	100 % NID	60	402	82	1	3	57	380	88	1	4	59	391	85	1	4
	130% NID	66	437	83	1	3	70	469	91	1	5	68	453	87	1	4
	Mittel	63	419	83	1	3	64	424	89	1	4	63	422	86	1	4
50%/50% SG/KAS) DS 4	100 % NID	57	382	81	1	3	62	412	90	1	4	60	397	85	1	4
	130% NID	67	447	84	2	2	69	462	92	1	4	68	454	88	1	3
	Mittel	62	414	82	1	3	66	437	91	1	4	64	425	87	1	3
100% KAS) DS 5	100 % NID	57	378	81	5	3	67	445	90	4	4	62	412	85	4	3
	130% NID	64	428	83	6	2	73	484	92	4	3	68	456	87	5	3
	Mittel	61	403	82	5	2	70	464	91	4	4	65	434	86	5	3
Mittel	100 % NID	59	391	81	2	3	62	416	89	2	4	61	404	85	2	4
	130% NID	65	435	84	3	3	71	471	91	2	4	68	453	87	2	3
	Mittel	62	413	82	3	3	67	444	90	2	4	64	429	86	2	3

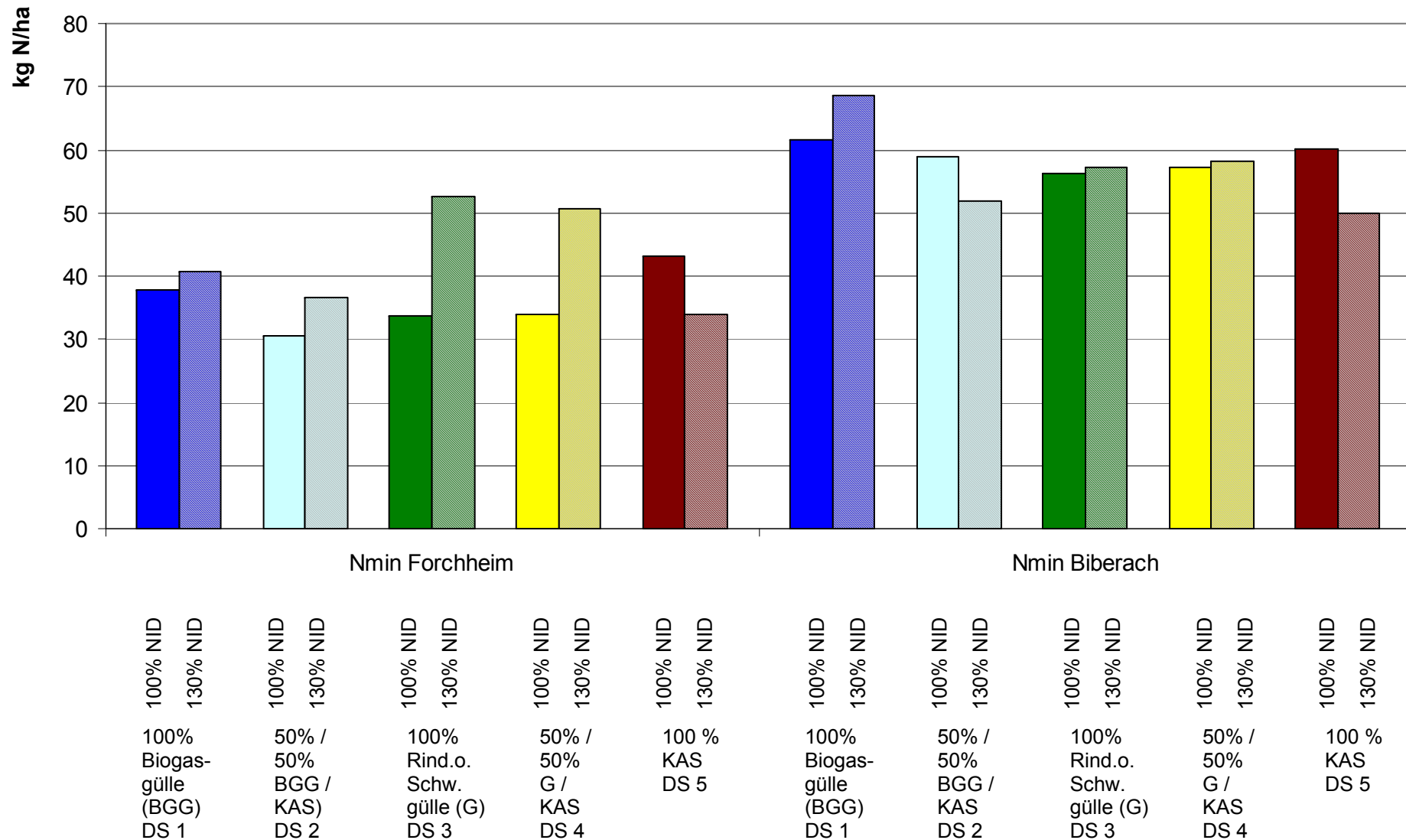


Abb. 3-3: Nmin-Gehalte in Biberach und Forchheim nach der Kornernte 2006

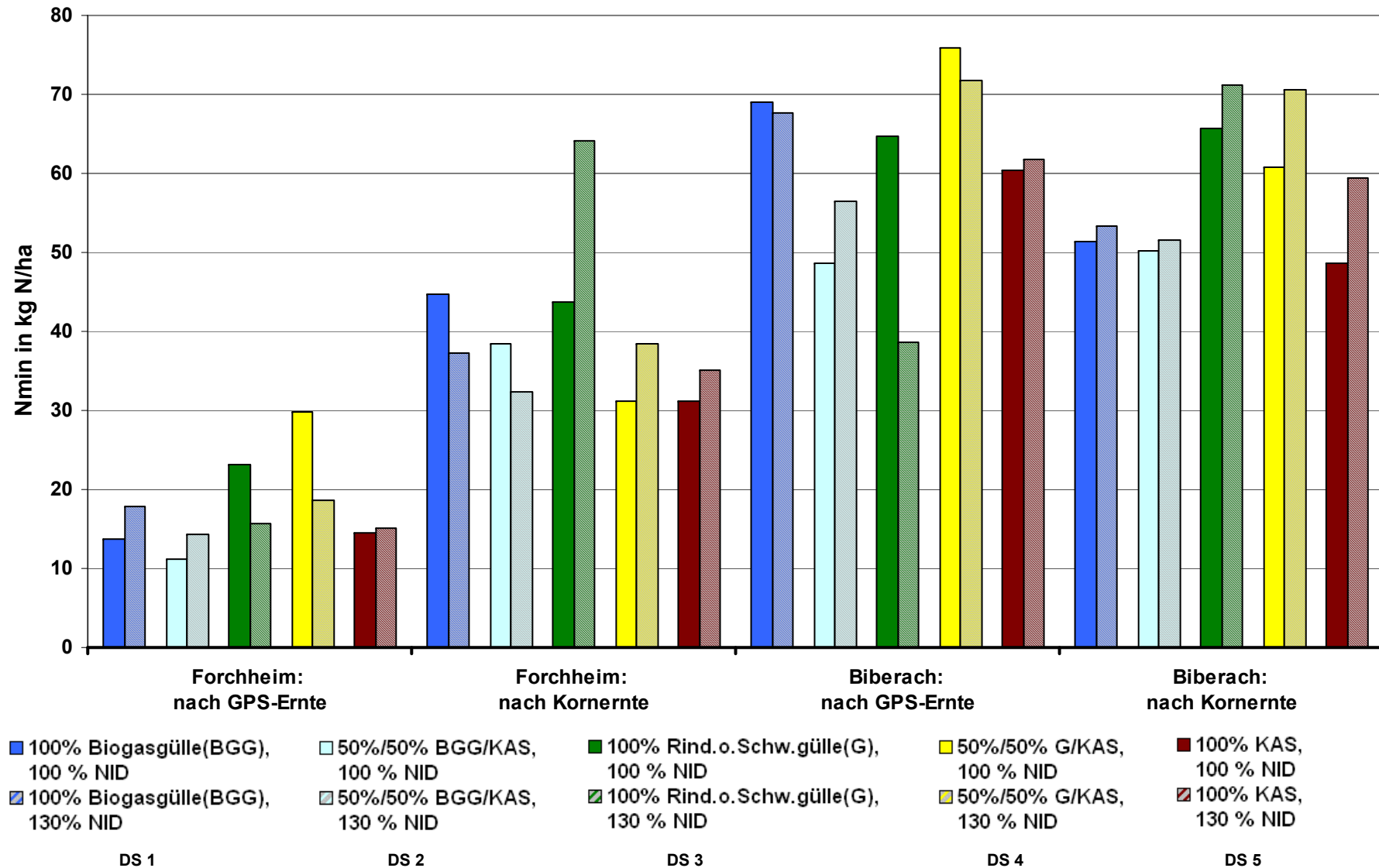


Abb. 3-4: Nmin-Gehalte Biberach und Forchheim nach Ganzpflanzen- und Kornernte 2007

4 Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen zu Mais

4.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

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, 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 eine ordnungsgemäße Düngung im Sinne der Düngeverordnung durchzuführen.

Der Versuch wird seit 2006 an zwei Standorten durchgeführt. Die Korn- und Stroherträge können auf Grund der klimatischen Bedingungen nur am Standort Forchheim erhoben werden.

Tab. 4-1: Standorte

Dienststelle/ Versuchsfeld	Höhe ü. NN	Ø Niederschlag in mm	Ø Jahres- temperatur °C	Bodenart	Boden- zahl
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)

Die Düngung (Tab. 4-2) 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.

Auf allen Standorten erfolgte der Herbizideinsatz ortsüblich.

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⁾	100% Biogasgülle (BGG), 100 % NID; 1. Gabe
N-Düngungshöhe	1	100 % NID
	2	130 % NID

¹⁾ Die 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 ist 2007 eine Anhangvariante 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	2006	2007
DS 1	100% Biogasgülle (BGG), 100 % NID	220	200	123	153
	100% Biogasgülle (BGG), 130 % NID	286	260	163	200
DS 2	50%/50% BGG/KAS, 100 % NID	220	200	130	150
	50%/50% BGG/KAS, 130 % NID	286	260	170	196
DS 3	100% Schweinegülle (SG), 100 % NID	220	200	140	173
	100% Schweinegülle (SG), 130 % NID	286	260	180	230
DS 4	50%/50% SG/KAS, 100 % NID	220	200	130	150
	50%/50% SG/KAS, 10 % NID	286	260	170	195
DS 5	100% KAS, 100 % NID		200	130	150
	100% KAS, 130% NID		260	170	196
DS 6	100% Entec, 100 % NID	220			
	100% Entec, 130% NID	286			
DS 7	100% Biogasgülle (BGG), 100 % NID; 1. Gabe				150
	Nulldüngung				0

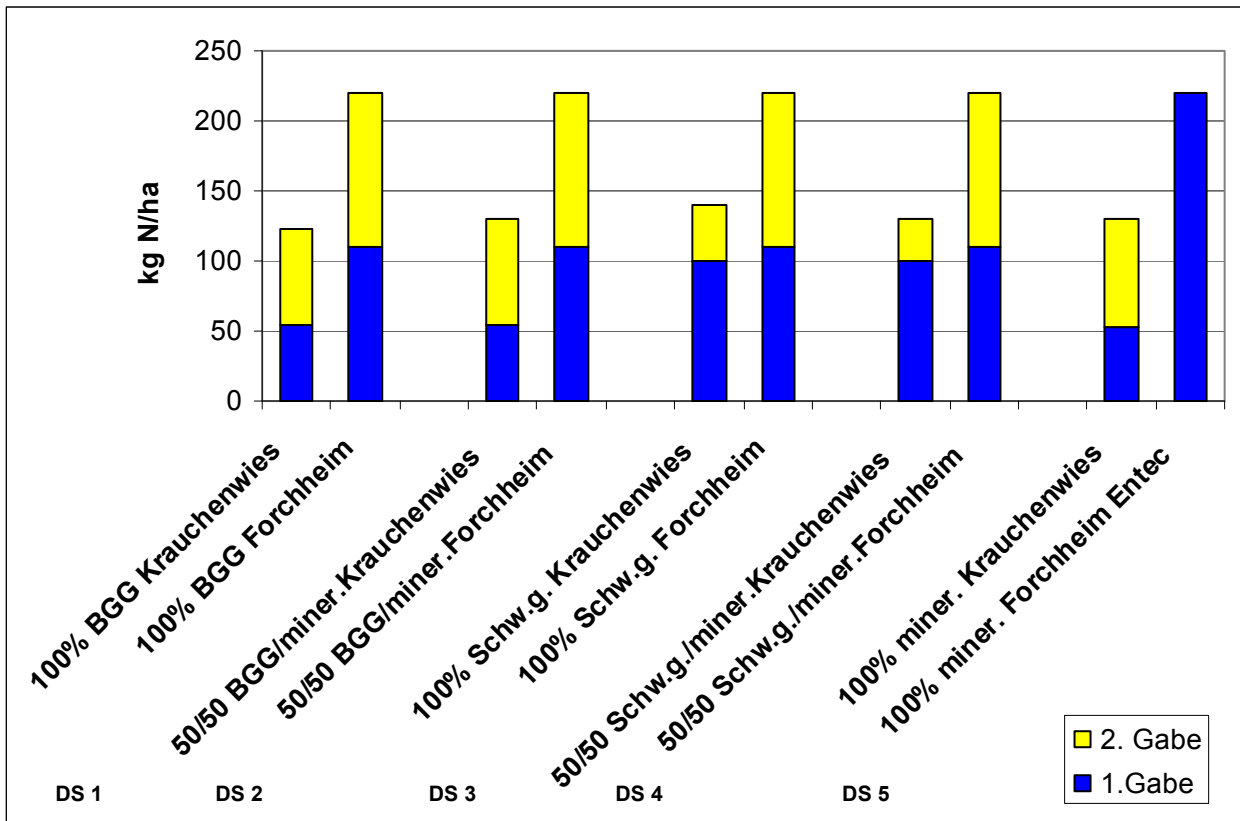


Abb. 4-1: N-Verteilung 2006

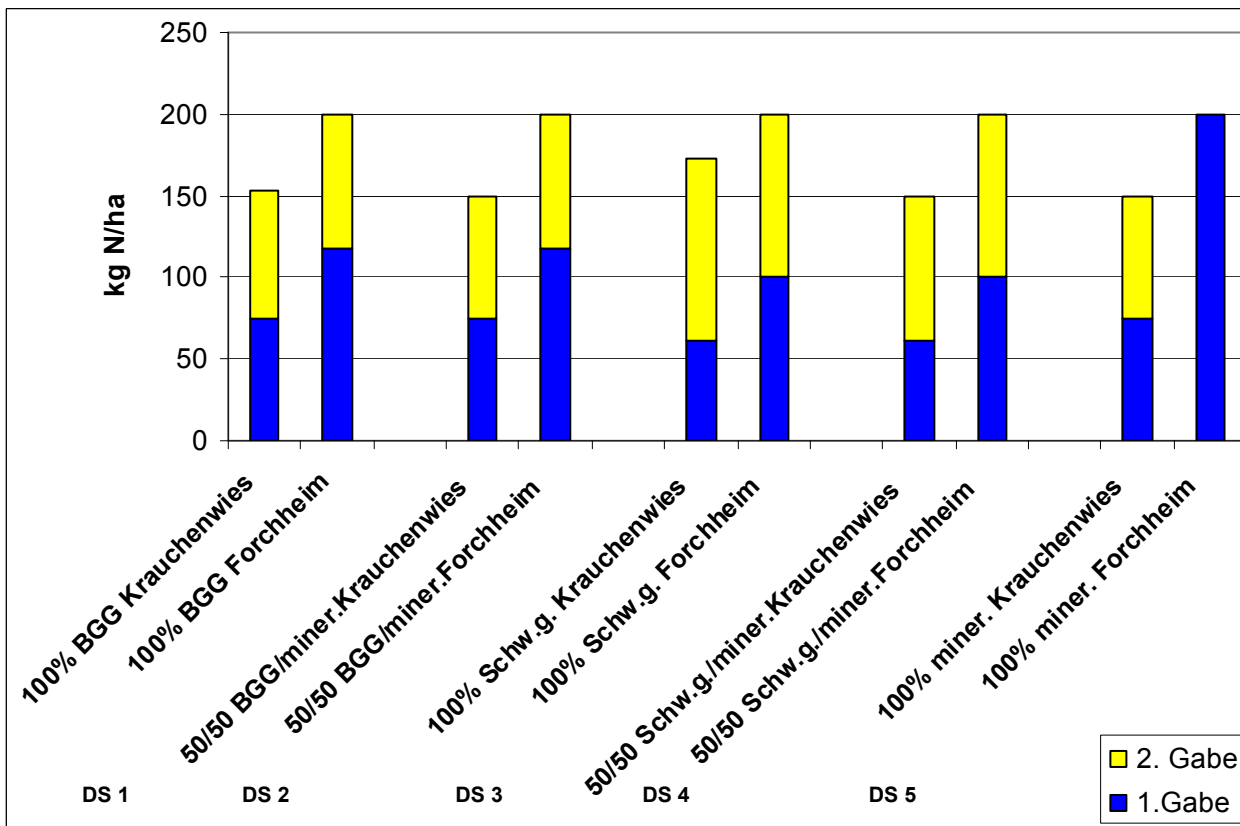


Abb. 4-2: N-Verteilung 2007

4.2 Ergebnisse

Trockenmasseerträge (Silomais)

Die Trockenmasseerträge der beiden Standorte zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Düngungshöhen (Tab. 4-4). Am **Standort Forchheim** konnten sowohl im Jahr 2006, wie auch im Jahr 2007 signifikante Ertragsunterschiede zwischen der Düngungshöhe 100% NID und 130 % NID ermittelt werden. In Forchheim erreichte in beiden Jahren das Düngungssystem (DS) 50 % Biogasgülle/ 50% mineralisch bei 130 % NID den höchsten Trockenmasseertrag. Bei Düngung nach 100% NID erreichte 2006 die Variante 100 % Biogasgülle und 2007 die Variante 50% Schweinegülle/50 % KAS den höchsten Trockenmasseertrag. Im Jahr 2007 war die Variante 50 % Biogasgülle/ 50% mineralisch der DS 1 (100% BGG) und der DS 5 (100% mineralisch) ertraglich signifikant überlegen. 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 konnten sowohl zwischen den Düngungshöhen, wie auch zwischen den Düngungssystemen signifikante Unterschiede festgestellt werden. So war die Variante 100 % KAS allen Varianten mit Ausnahme der 50% Gülle/ 50% KAS, ertraglich signifikant überlegen. Bei einer Düngung nach 100 % NID zeigte sich die 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 der Düngungshöhe oder den Düngungssystemen nachgewiesen werden. Die DS 3 (100% Schweinegülle) erreichte 2006 den Höchstertrag in der Düngungshöhe 130 % NID. Aber auch in der Düngungshöhe 100 % NID war diese Variante ertraglich am stärksten. 2007 erzielt die DS 4 (50% Gülle/ 50% KAS) in beiden Düngungshöhen den höchsten Ertrag. In diesem Jahr wurden sowohl zwischen den Düngungshöhen wie auch zwischen den Düngungssystemen ertraglich signifikante Unterschiede festgestellt.

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. 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.

Zusammenfassung

Nach zwei Versuchsjahren lässt sich die Versuchsfrage, ob die Maisdüngung allein mit Gärresten möglich ist, noch nicht abschließend beantworten. Die Ergebnisse zeigen aber, dass die Möglichkeit besteht, Mais nur mit Gärresten zu düngen. Allerdings ist hierbei die Witterung stärker ertragsentscheidend als bei mineralischer Düngung (siehe 2007). Die Düngungshöhen von 100 % und 130 % NID sollten zukünftig auf Grund der Praxistauglichkeit des Versuches und den Nmin-Werten nach der Ernte auf 100% NID beschränkt werden. Der Mehrertrag durch die überhöhte Stickstoffdüngung (130% NID) ist je nach Düngerart stark unterschiedlich. Die Nmin-Werte sind in den meisten Düngungssystemen gegenüber der 100% NID Düngung erhöht.

Tab. 4-4: Silomaiserträge (dt TS/ha), alle Standorte 2006, 2007

N-Düngungssystem	Düngungshöhe	2006			2007			Mittel		
		Forchheim (Rheinst.)	Krauchenwies	Mittel	Forchheim (Rheinst.)	Krauchenwies	Mittel	Forchheim (Rheinst.)	Krauchenwies	Mittel
100% Biogasgülle(BGG) DS 1	100 % NID	214,7	183,7	199,2	202,9	195,5	199,2	208,8	189,6	199,2
	130% NID	227,9	198,4	213,1	241,3	205,9	223,6	234,6	202,1	218,3
	Mittel	221,3	191,0	206,1	222,1	200,7	211,4	221,7	195,9	208,8
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	211,2	177,3	194,2	243,5	213,3	228,4	227,4	195,3	211,3
	130% NID	233,5	175,1	204,3	273,5	234,6	254,0	253,5	204,9	229,2
	Mittel	222,3	176,2	199,3	258,5	223,9	241,2	240,4	200,1	220,3
100% Rind.o.Schweinegülle(G) DS 3	100 % NID	213,6	197,3	205,4	233,8	233,4	233,6	223,7	215,3	219,5
	130% NID	229,4	177,8	203,6	273,3	230,0	251,7	251,3	203,9	227,6
	Mittel	221,5	187,5	204,5	253,5	231,7	242,6	237,5	209,6	223,6
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	208,0	183,6	195,8	245,6	248,1	246,8	226,8	215,8	221,3
	130% NID	228,9	176,1	202,5	257,2	239,9	248,6	243,1	208,0	225,5
	Mittel	218,4	179,9	199,2	251,4	244,0	247,7	234,9	211,9	223,4
100% KAS DS 5	100 % NID		179,3	179,3	224,2	241,6	232,9	224,2	210,4	215,0
	130% NID		186,5	186,5	260,0	261,1	260,5	260,0	223,8	235,8
	Mittel		182,9	182,9	242,1	251,4	246,7	242,1	217,1	225,4
100% Entec Mais DS 6	100 % NID	211,4		211,4				211,4		211,4
	130% NID	222,1		222,1				222,1		222,1
	Mittel	216,8		216,8				216,8		216,8
(V 6.1) keine Düngung; (V 6.2) 100% BGG 1 Gabe DS 7	100 % NID					166,85	166,85		166,85	166,9
	100 % NID					201,2	201,2		201,2	201,2
	Mittel									
Mittel	100 % NID	211,8	184,2	198,0	230,0	216,5	222,6	220,9	201,8	210,9
	130% NID	228,4	182,8	205,6	261,0	228,8	243,4	244,7	207,9	225,4
GD 5 % Düngungshöhe		11,2*	7,5	139,0	9*	7,3*	146,9	79,7	59,8	
GD 5 % Düngungssystem		11,2	11,9	16,3	14,3*	12,7*	36,0	43,0	49,7	11,5**
GD 5 % Wirkung Düngungshöhe mal Düngungssystem		15,7	16,8	23,2	20,2	17,9*	35,1	41,8	49,0	53,1
GD 5% Vergleich aller Düngungshöhen und Düngungssysteme miteinander		16,2	16,8	54,7	20,2	17,9*	68,8	32,3	18,8	

* = signifikant, ** hochsignifikant

Für den Vergleich Düngungshöhe und den Vergleich aller Düngungshöhen und Düngungssysteme wird im Mittel der Standorte und Jahre keine Grenzdifferenz ausgewiesen.

Tab. 4-5: Korn - und Strohertrag (dt/ha) Forchheim 2006, 2007 und Mittel der Jahre

Düngungssystem	Düngungshöhe	Kornertrag bei 86% TS dt/ha			Stroh-TM-Ertrag dt/ha		
		Jahr			Jahr		
		2006	2007	Mittel	2006	2007	Mittel
100% Biogasgülle(BGG) DS 1	100 % NID	117,2	123,4	120,3	115,6	113,5	114,5
	130% NID	143,4	137,9	140,6	129,2	168,6	148,9
	Mittel	130,3	130,7	130,5	122,4	141,0	131,7
50%/50% BGG/KAS DS 2	100 % NID	122,2	129,7	125,9	114,5	118,6	116,6
	130% NID	146,1	146,0	146,0	137,3	176,0	156,6
	Mittel	134,1	137,8	136,0	125,9	147,3	136,6
100% Rind.o.Schweinegülle(G) DS 3	100 % NID	125,4	134,4	129,9	124,2	127,8	126,0
	130% NID	155,0	143,2	149,1	146,0	175,1	160,5
	Mittel	140,2	138,8	139,5	135,1	151,4	143,2
50%/50% G/KAS DS 4	100 % NID	115,0	134,5	124,8	111,1	114,9	113,0
	130% NID	149,8	147,3	148,5	143,2	176,4	159,8
	Mittel	132,4	140,9	136,6	127,1	145,6	136,4
100% KAS DS 5	100 % NID		107,2	107,2		110,2	110,2
	130% NID		136,9	136,9		169,9	169,9
	Mittel		122,1	122,1		140,0	140,0
100% Entec Mais DS 6	100 % NID	121,0		121,0	102,0		102,0
	130% NID	139,4		139,4	136,4		136,4
	Mittel	130,2		130,2	119,2		119,2
Mittel	100 % NID	120,2	125,9	123,0	113,5	117,0	115,2
	130% NID	146,7	142,2	144,5	138,4	173,2	155,8
	Mittel	133,4	134,0	133,7	125,9	145,1	135,5
GD 5% Düngungshöhe		8,5	6,4*		10,6	6,6	
GD 5% Düngungssystem		13,5	8,3*		6,7	4,2	

* = signifikant

Tab. 4-6: Bonituren Forchheim 2006

Düngungssystem	Düngungshöhe	Merkmal					
		TM-Ertrag Gesamt- pflanze dt/ha	Pflanzenlänge cm	Mängel Aufg. 15.05.2006	Lager Ernte	Maiszünsler % 09.09.2006	Beulenbrand % 09.09.2006
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- samtpflanze	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% Rind.o.Schw.gülle(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

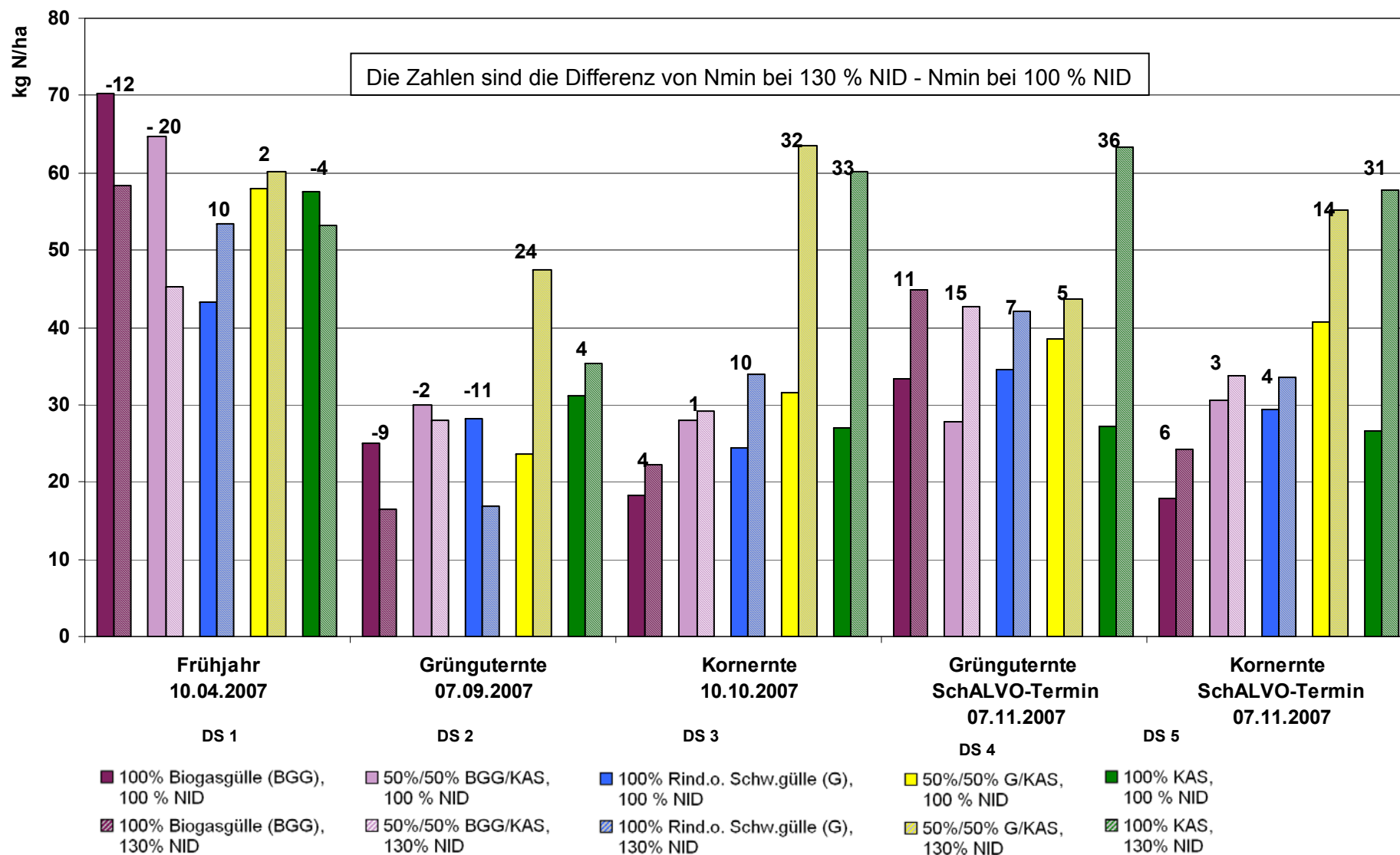


Abb. 4-3: Nmin-Werte Forchheim 2007, im Frühjahr, zur Grünget- und Kornernte und zum SchALVO-Termin

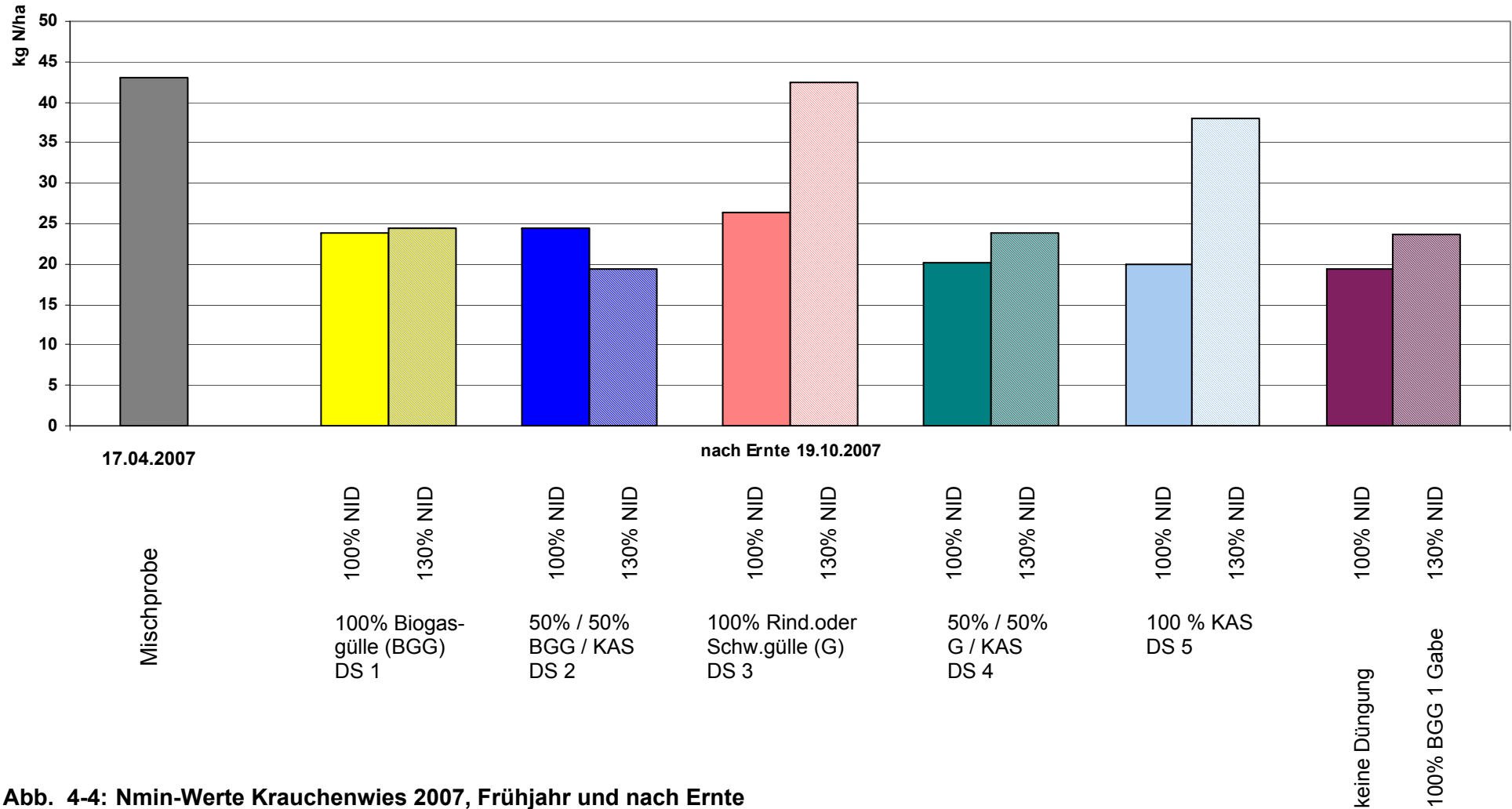


Abb. 4-4: Nmin-Werte Krauchenwies 2007, Frühjahr und nach Ernte

5 Versuche zur Ermittlung des N-Düngebedarfs, Bericht 2006/2007

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 in jedem Jahr sowohl auf wechselnder als auch auf derselben Fläche (Dauerversuch) durchgeführt.

In diesem Zwischenbericht 2006/2007 werden die Daten zur weiteren Verwendung nur noch in Tabellenform dargestellt, in Anlehnung an den Versuchsfeldführer des Landratsamtes Karlsruhe.

Mit den Tabellen Tab. 5-12 und Tab. 5-13 sind die Ertragsdaten, 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 2007 für den Standort Ladenburg zu finden. Außerdem sind in den Tab. 5-14 und Tab. 5-15 die Ergebnisse der Boden-Grunduntersuchung aus den Herbstproben 2007 beim Standort Ladenburg aufgelistet. Bereits im Jahr 2005 wurde eine umfangreiche Bodenuntersuchung durchgeführt (*Ergebnisse im Bericht des LTZ Augustenberg, Dr. Mokry/Fasler „Versuche zur Ermittlung des N-Düngebedarfs, Bericht 2005“*).

* 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 2006 wurde auf dem Standort Ladenburg zum 5. Mal Winterweizen und 2007 zum 4. Mal Sommergerste angebaut. Bei den Versuchsanstellungen auf jeweils wechselnder Fläche war es jeweils einmal weniger.

Tab. 5-1: Kulturen 2006 und 2007

Standort (LRA)		Kulturart	Sorte
		Versuchsjahr 2006	
Ladenburg (Karlsruhe)	e	Winterweizen	Brillant A
Ladenburg (Karlsruhe)	d	Winterweizen	Brillant A
		Versuchsjahr 2007	
Ladenburg (Karlsruhe)	e	Sommergerste	Braemar
Ladenburg (Karlsruhe)	d	Sommergerste	Braemar

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
Winterweizen (2006)	0 (0)	80 (3)	120 (3)	160 (3)	200 (4)	240 (4)
Sommergerste (2007)	0 (0)	25 (1)	50 (1)	75 (2)	100 (2)	125 (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

Winterweizen 2006

Der Versuch wurde am 08.10.2006 mit Winterweizen der Sorte Brilliant A angesät. Dies ist für den hiesigen Raum ein früher Saattermin. Der Aufgang war ab 18.10.2006 etwas ungleichmäßig.

Die erste N-Gabe wurde am 22.03.2006 im Stadium 22 - 24 ausgebracht. Der Weizen hatte den langen und kalten Winter gut und ohne Schäden überstanden, zwischen den Varianten gab es noch keine Unterschiede. Bei der zweiten N-Gabe am 19.04.2006 im Stadium 29 - 31 konnten im Wech-

sel -, wie im Dauerversuch die schwach gedüngten Varianten gut von der stärker gedüngten unterschieden werden.

Der Unkrautdruck war 2006 nicht sehr hoch. Die Unkrautbekämpfung wurde etwas verspätet am 20.04.2006 mit 40 g/ha Artus, 1,0 l/ha Mecoprop und 0,5 l/ha Topik durchgeführt. Die Wirkung war gut.

Der weitere Vegetationsverlauf war geprägt von sehr günstigem Wetter. Am 09.05.2006 konnte die dritte N-Gabe ausgebracht werden. In der Folgezeit wurde es trocken und kalt, was sich jedoch nicht negativ auf die Entwicklung des Weizens ausgewirkt hat. Am 31.05.2006 wurde die Spät-/Ährendüngung verabreicht. Alle Varianten waren jetzt deutlich ausgeprägt.

Ab Mitte Juni wurde es trocken und sehr warm. Dieses Wetter blieb auch im Juli erhalten, so dass die Ernte am 19.07.2006 bei hervorragenden Bedingungen durchgeführt werden konnte. Die Erträge waren gut. Sie wären sicher etwas höher ausgefallen, wenn die Abreife nicht so schnell erfolgt wäre.

Die Erträge im Wechselversuch waren durchgehend höher als im Dauerversuch. In den niedrig oder nicht gedüngten Varianten war dies plausibel, in den hochgedüngten Varianten aber nicht erklärbar.

Sommergerste 2007

Der Versuch wurde am 13.03.2007 mit Braugerste der Sorte Braemar angesät. Der Aufgang ab 01.04.2007 war relativ einheitlich.

Die erste N-Gabe wurde am 16.03.2007 im Stadium 00 ausgebracht. Die Gerste entwickelte sich in der Folgezeit unauffällig. Sichtbar war zu diesem Zeitpunkt, dass eine massive Verungrasung mit Ackerfuchsschwanz (AFS) abzusehen war. Im weiteren Verlauf des Monats April wurde es sehr trocken. Die Gerste bestockte daher kaum und ging sehr früh in die Schossphase über. Außerdem war eine Ungrasbekämpfung nicht möglich, da dies die Gerste zerstört hätte.

Die zweite N-Gabe wurde am 08.05.2007 im Stadium 22 - 31 ausgebracht. Hier zeichneten alle Varianten deutlich. Die schwach gedüngten Varianten konnten gut von den stärker gedüngten unterschieden werden. Im Wechselversuch war dies nicht so deutlich.

Der Unkrautdruck war auch 2007 nicht sehr hoch. Trotzdem wurde am 14.05.2007 eine Unkrautbekämpfung mit 1,0 l/ha Starane 180 und 1,0 l/ha U 46 M fluid durchgeführt. Die Wirkung war gut.

Der weitere Vegetationsverlauf war geprägt von sehr günstigem Wetter. Die Gerste konnte den Entwicklungsrückstand aber nicht mehr aufholen. Ab Ende Juni reifte der Bestand trotz des regnerischen Wetters zügig ab und die Ernte konnte am 15.07.2007 bei guten Bedingungen eingebracht werden.

Die Erträge waren vor allem im Dauerversuch sehr schlecht, was sicher weitgehend auf den trockenen April und den enormen AFS Druck zurückzuführen ist. Die Erträge im Wechselversuch waren durchgehend höher.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Erträge

Der N-Steigerungsversuch wurde nur auf dem Standort Ladenburg mit Winterweizen bzw. Sommergerste weitergeführt. Bei der Berechnung der optimalen N-Düngung (N_{opt}) werden sowohl die Dünghöhe, als auch der Produktpreis und die Faktorkosten berücksichtigt (siehe Kap. 5.3.2).

Tab. 5-3: Erträge 2006 und 2007

Winterweizen	Kornertrag in dt/ha bei 86% TM							2006	
	N0	N80	N120	N160	N200	N240	MW	GD 5%	
Ladenburg (e)	41,1	58,7	60,6	68,8	74,5	76,2	63,3	6,0	
Ladenburg (d)	29,2	49,3	56,0	65,2	68,7	70,2	56,4	4,0	

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerversuch

fettgedruckt: Ertrag bei optimaler N-Düngung (einjährig $N_{opt}= 230$ kg N/ha; Dauerversuch $N_{opt}= 219$ kg N/ha)

Sommergerste	Kornertrag in dt/ha bei 86% TM						2007	
	N0	N25	N50	N75	N100	N125	MW	GD 5%
Ladenburg (e)	37,2	41,7	44,7	44,5	46,4	46,9	43,6	5,4
Ladenburg (d)	11,9	19,3	25,3	29,4	34,2	37,8	26,3	5,5

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerversuch

fettgedruckt: Ertrag bei optimaler N-Düngung (einjährig $N_{opt}= 50$ kg N/ha; Dauerversuch $N_{opt}= 124$ kg N/ha)

Tab. 5-4: Fruchtfolgen auf den Standorten Ladenburg seit Versuchsbeginn 1993

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Körner- mais	Winter- weizen	Sommer- gerste	Winter- weizen	Sommer- gerste	Winter- gerste	Zucker- rüben	Winter- weizen
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Sommer- gerste	Körner- mais	Winter- weizen	Winter- gerste	Zucker- rüben	Winter- weizen	Sommer- gerste	

In den nachfolgenden Abbildungen wurden die Erträge für Winterweizen und Sommergerste in den jeweiligen Anbaujahren ergänzt, wobei in beiden Abbildungen die Ergebnisse sowohl des einjährigen Wechselstandortes als auch des mehrjährigen Dauerversuches dargestellt sind.

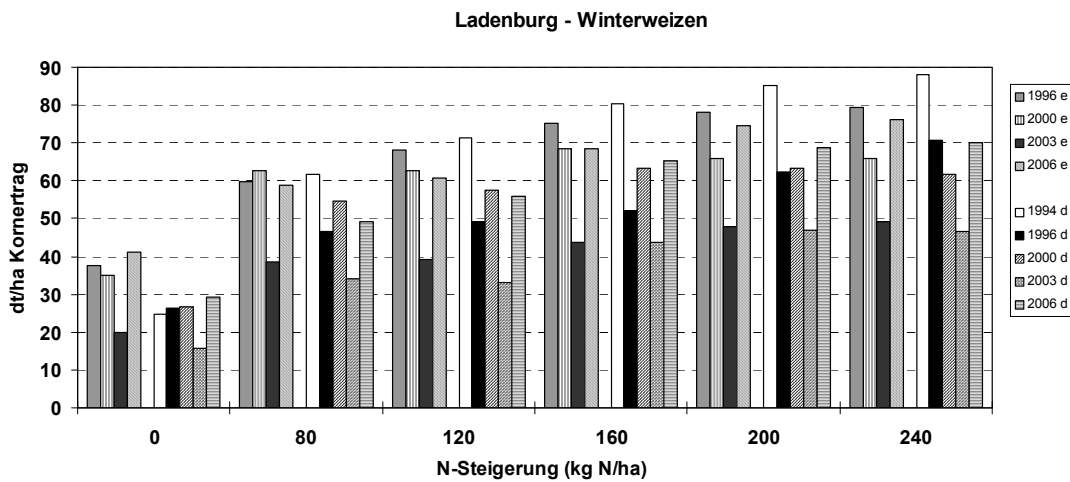


Abb. 5-1: Weizenerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1994, 1996, 2000, 2003 und 2006 (LRA Karlsruhe)
 e= einjähriger Wechselstandort; d= Dauerstandort

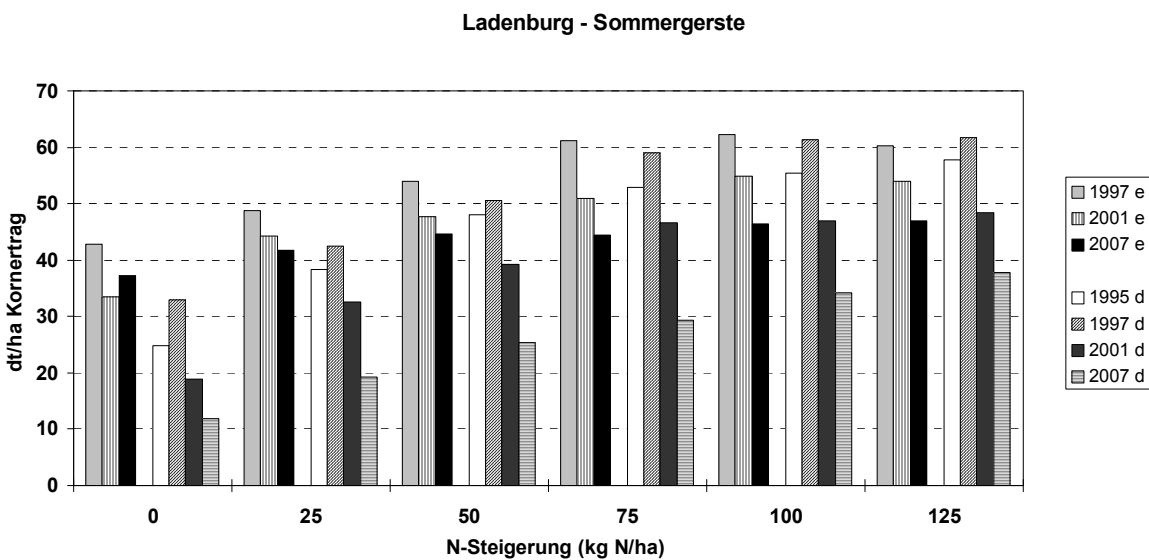


Abb. 5-2: Sommergersteerträge im ein- und mehrjährigen Versuch auf dem Standort Ladenburg 1995, 1997, 2001 und 2007 (LRA Karlsruhe)
 e= einjähriger Wechselstandort; d= Dauerstandort

Tab. 5-5: 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

e= einjähriger Versuch auf wechselnder Fläche, d= Dauerversuch

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

Standort	Jahr	Sorte	N0	N25	N50	N75	N100	N125
Ladenburg d)	1995	Alexis	9,8	9,8	9,6	10,5	11,5	12,3
Ladenburg e)	1997	Scarlett	8,5	8,8	9,6	10,3	11,1	11,7
Ladenburg d)	1997	Scarlett	8,9	9,3	9,6	10,5	11,4	12,5
Ladenburg e)	2001	Pasadena	8,7	8,6	9,5	10,7	11,5	11,8
Ladenburg d)	2001	Pasadena	8,8	8,8	9,0	10,6	11,5	12,8
Ladenburg e)	2007	Braemar	11,7	12,5	12,9	13,6	13,9	14,3
Ladenburg d)	2007	Braemar	11,7	11,2	11,7	12,8	12,8	13,5

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. 5-7: N_{max} und N_{opt} im Vergleich mit den einzelnen Düngeempfehlungen 2006 und 2007

Standort ¹⁾	Kultur	N_{max} ²⁾	N_{opt} ³⁾	NID ⁴⁾ 105°C (frisch)	Pauschal- ansatz
2006					
Ladenburg (e)	Winterweizen	231	230	80 (75)	180
Ladenburg (d)	Winterweizen	226	219	75 (80)	180
2007					
Ladenburg (e)	Sommergerste	121	50	45 (45)	60
Ladenburg (d)	Sommergerste	124	124	75 (70)	60

¹⁾ e= einjähriger Versuch, d =mehrfähriger 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) 2005

Die korrigierten Geldroherträge und somit auch die Einschätzung der Zuverlässigkeit der Düngungsprognosen 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. 5-8: Korrigierter Geldrohertrag (€/ha) ^{*)} bei N_{opt} und bei Erträgen nach Düngeempfehlung 2006 und 2007

Standort	Kultur	N_{opt}	NID ¹⁾ 105°C	Pauschal- ¹⁾ ansatz
2006				
Ladenburg (e)	Winterweizen	1030	889 (-141)	989 (-41)
Ladenburg (d)	Winterweizen	956	778 (-178)	933 (-23)
2007				
Ladenburg (e)	Sommergerste	1060	1054 (-6)	1049 (-11)
Ladenburg (d)	Sommergerste	860	745 (-115)	693 (-167)

^{*)} Basis WWei: 13,- €/dt + 285,- €/ha Flächenprämie

Basis SGer: 19,- €/dt + 285,- €/ha Flächenprämie

Faktorkosten: 0,75 €/kg N; 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:

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

Tab. 5-9: Genauigkeit der Düngebedarfsprognose im Jahr 2006 und 2007, dargestellt anhand des Quotienten $kGE_{\text{erzielt}} / kGE_{\text{max}}$

Standort	Kultur	NID 105°C	Pauschalansatz
2006			
Ladenburg (e)	Winterweizen	0,86	0,96
Ladenburg (d)	Winterweizen	0,81	0,98
2007			
Ladenburg (e)	Sommergerste	0,99	0,99
Ladenburg (d)	Sommergerste	0,87	0,81

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. 5-10: N-Salden (Differenz zwischen Zu- und Abfuhr) auf den einzelnen Varianten im Jahr 2006 und 2007 in kg N/ha

Winterweizen 2006						
Standort	N0	N80	N120	N160	N200	N240
Ladenburg (e)	-73,2	-28,0	15,8	30,2	59,5	90,5
Ladenburg (d)	-39,2	2,6	24,5	45,9	68,4	97,0

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

Sommergerste 2007						
Standort	N0	N25	N50	N75	N100	N125
Ladenburg (e)	-59,9	-46,7	-29,3	-8,3	11,3	32,7
Ladenburg (d)	-19,2	-4,7	9,3	23,2	39,8	54,8

e = einjähriger Versuch, 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:

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

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 2007 zusammengeführt (siehe). 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.
- Beim 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. 5-11: Nitratgehalte (kg N/ha) der N-Steigerungsversuche im Frühjahr und im Spätherbst 2006 und 2007 in 0-90 cm Bodentiefe (nach Bodentrocknung bei 105 °C)

Standort / Jahr	Kultur	Ernte	N0	N80	N120	N160	N200	N240
Frühjahr 2006								
Ladenburg (e)	Winterweizen		42 ^{*)}					
Ladenburg (d)	Winterweizen		72	67	44	62	48	44
Herbst 2006								
Ladenburg (e)	Winterweizen	19.07.06	19	16	16	21	20	27
Ladenburg (d)	Winterweizen	19.07.06	78	72	100	182	61	66

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

Standort	Kultur	Ernte	N0	N25	N50	N75	N100	N125
Frühjahr 2007								
Ladenburg (e)	Sommergerste		81 ^{*)}					
Ladenburg (d)	Sommergerste		26	28	26	34	35	39
Herbst 2007								
Ladenburg (e)	Sommergerste	15.07.07	20	24	19	21	34	25
Ladenburg (d)	Sommergerste	15.07.07	37	43	42	76	51	35

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

In den nachfolgenden Abbildungen wurden die N_{min}-Gehalte der Jahre 2006/2007 ergänzt. Es wurde nur der Dauerstandort nach Bodentrocknung bei 105 °C abgebildet.

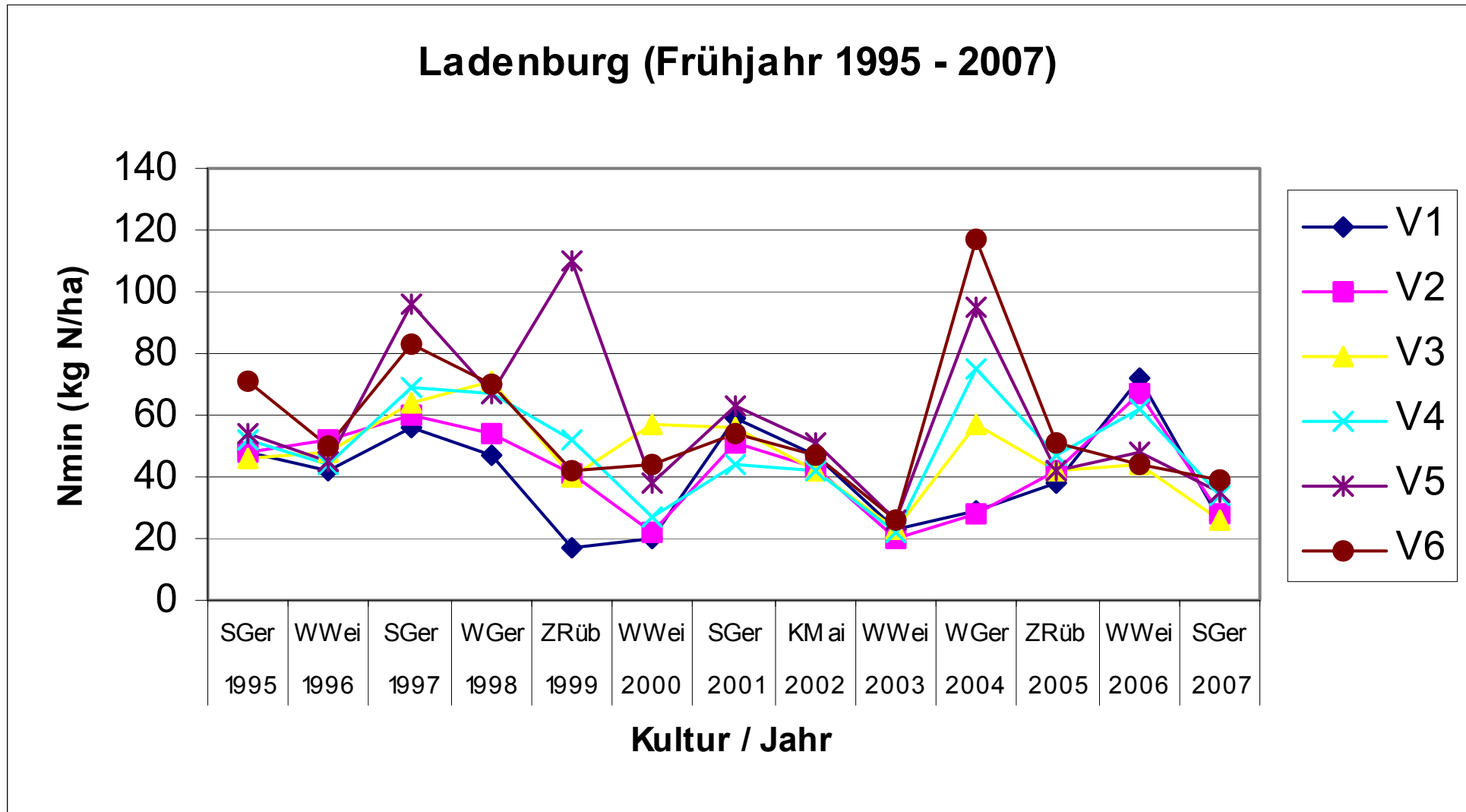


Abb. 5-3: Nmin-Gehalte im Frühjahr auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Dauerstandort

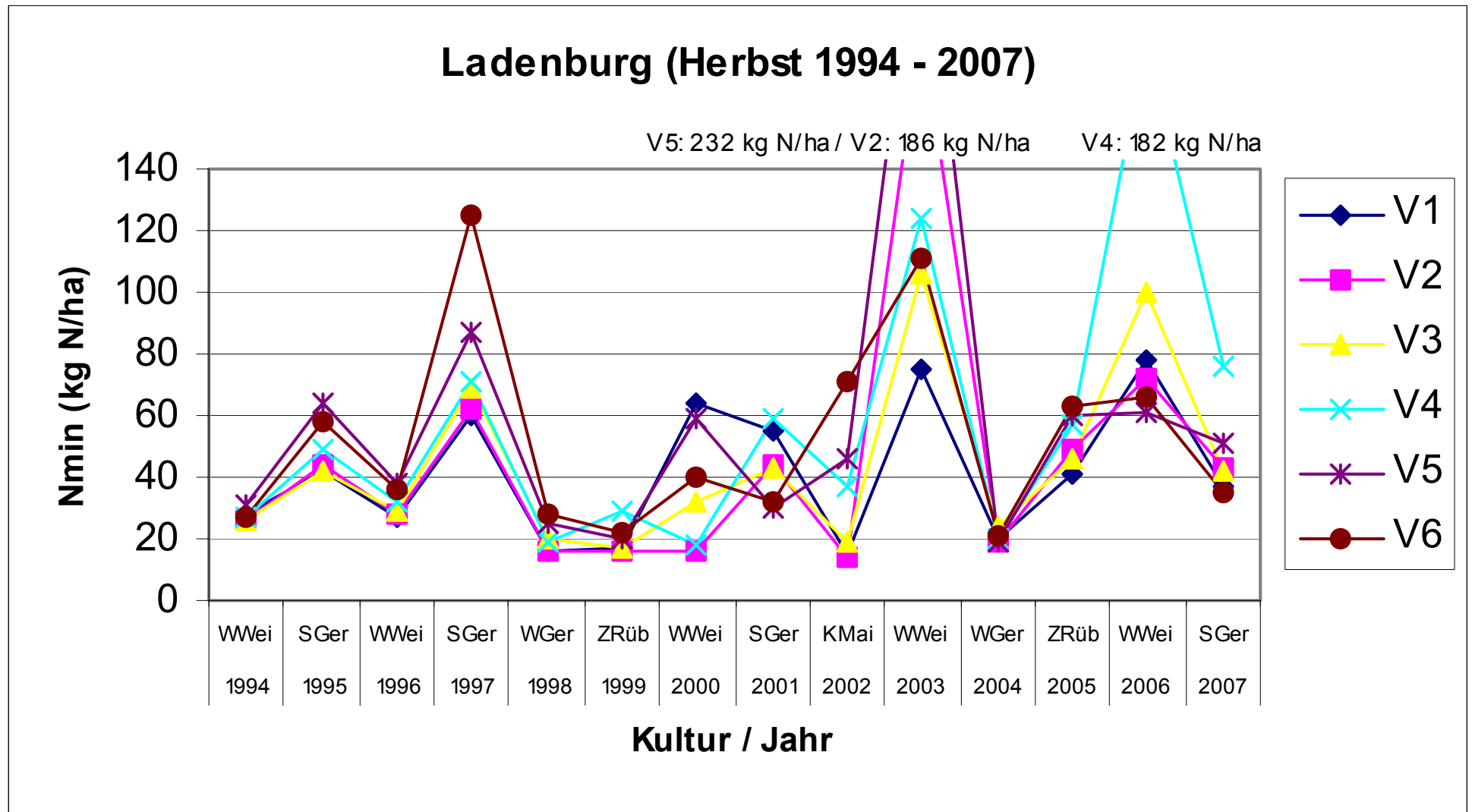


Abb. 5-4: Nmin-Gehalte im Herbst (November) auf dem Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Dauerstandort

5.4 Zusammenfassung

In den Versuchsjahren 2006 und 2007 wurden die N-Steigerungsversuche nur noch auf dem Standort Ladenburg weitergeführt.

Die wirtschaftlich optimalen **Winterweizen-Erträge 2006** wurden mit einer N-Düngung von 200 kg N/ha (Var. 5) sowohl beim einjährigen, als auch beim Dauerversuch erzielt. Auffallend sind jedoch die um zwei bis fast 4 %-Punkte niedrigeren Proteingehalte im Vergleich zu den Vorjahren. Die **Erträge** bei **Sommergerste 2007** waren insgesamt recht niedrig, besonders jedoch auf dem Dauerstandort. Die schlechten Witterungsbedingungen zu Vegetationsbeginn (April 2007) und die massive Verungrasung mit Ackerfuchsschwanz waren hierfür vermutlich ausschlaggebend. Aufgrund der niedrigen Erträge lagen die Proteingehalte für Braugerste in allen Varianten auf ungünstig hohem, beim errechneten N-Optimum sogar mit 14,3 (einjährig) bzw. 13,5 % (Dauerversuch) auf sehr hohem Niveau.

Die **NID-Düngeempfehlungen** auf der Basis von **105 °C** getrockneten und **frisch analysierten** Bodenproben waren bei Winterweizen und Sommergerste sehr ähnlich. Es bestätigte sich, dass beide Untersuchungsverfahren als gleichwertig einzustufen sind.

Die **NID-Düngeempfehlungen** waren bei Winterweizen im **Vergleich zu N_{opt}** bei der einjährigen Versuchsanstellung und beim Dauerversuch deutlich zu niedrig. Dies wird besonders 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: 0,86 bzw. Dauerversuch: 0,81). Bei Sommergerste verlief das Versuchsjahr generell etwas ungünstig (Witterung, Unkraut). Betrachtet man jedoch die einjährige Versuchsanlage, die für einen Vergleich in der Praxis am besten herangezogen werden sollte (*keine Nachwirkungen durch die langjährige Versuchsanlage*), so ist die Treffergenauigkeit von 0,99 sehr gut.

Die **pauschale Düngeempfehlung** lag im **Vergleich zu N_{opt}** bei Winterweizen mit 180 kg N/ha etwas zu niedrig. Wird jedoch die Genauigkeit der Düngebedarfsprognose herangezogen so waren die Werte mit 0,96 (einjährig) und 0,98 (Dauerversuch) sehr gut. Durch den ungünstigen Versuchverlauf bei Sommergerste war auch die pauschale Düngeempfehlung im Dauerversuch schlecht (0,81), die Treffergenauigkeit beim einjährigen Versuch dagegen mit einer Relativzahl von 0,99 ebenfalls sehr gut.

Grundsätzlich waren bei Winterweizen positive **N-Salden** von ca. 60 kg N/ha erforderlich, um den optimalen Ertrag zu erzielen. Bei Sommergerste konnte bei der einjährigen Versuchsanlage mit einem negativen N-Saldo der optimale Ertrag erzielt werden. Beim Dauerversuch war dies hingegen nicht möglich (+ 55 kg N/ha erforderlich). Durch die warme Witterung im April und die starke Verungrasung war 2007 aber ein ungünstiges und untypisches Versuchsjahr. Die N-Steigerungen spiegeln sich in den N-Salden jedoch hervorragend wider.

Beim N-Steigerungsversuch waren die **Nmin-Reste** im Herbst 2006 nach Winterweizen insbesondere auf dem Dauerstandort relativ hoch (ca. 60 – 75 kg N/ha), wobei die Varianten 3 und 4 (N120 und N160) mit 100 bzw. 182 kg Rest-N/ha besonders auffällig waren. Hohe Herbstwerte wurden auch im Jahr 2003 gefunden, in 2000 und 1997 hingegen nicht. Nach Sommergerste 2007 fiel nur noch die Variante 4 (N 75) mit 76 kg N/ha negativ auf. Beim einjährigen Versuch wurden die SchALVO-Werte in allen N-Steigerungsvarianten und Versuchsjahren problemlos eingehalten. Die Gehalte waren immer gleichmäßig niedrig und deutlich kleiner als beim Dauerversuch.

Die seit 2006 nur noch in Ladenburg weitergeführten N-Steigerungsversuche sind für eine Verallgemeinerung nur bedingt geeignet, können jedoch einen Beitrag zur Einschätzung von SchALVO-Vorgaben bzw. bei den aktuell diskutierten N-Düngungsstrategien herangezogen werden.

Tab. 5-12: Standort Ladenburg (LRA Karlsruhe) - Erträge und Qualitätsuntersuchungen; optimale N-Düngung (Nopt) und NID-Düngeempfehlung; korrigierte Geldroherträge (kGE)

Nopt; 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	Inv. Zucker % i. TM	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	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	19,3
4.971	4.790	2			30	409,9	23,9		2,8			77,5	18,74
	0,96	3			60	484,1	25,5		2,9			77,2	19,93
		4			90	573,2	25,3		3,3			77	19,69
		5			120	536,6	24,7		3,9			77,1	19,3
		6			150	500	23,9		4,3			76	18,38
120	120	1	2000	WWei	0	26,6	88,1	49,91	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	54,44	13,2	49	83,74		
		4			160	63,3	88,7	52,7	14,2	61	83,07		
		5			200	63,3	88,6	51,52	14,5	64	83,01		
		6			240	61,7	87,3	47,06	15,9	67	81,72		

*) kGE; DM/ha bis 2000 ; kGE; €/ha ab 2001 *berechnet nach BOUGUSLAWSKI/SCHNEIDER* 1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/Nopt

Nopt; kg N/ha <i>kGE; DM/ha*</i>	NID; kg N/ha <i>kGE; DM/ha*</i>	Variante	Jahr	Fruchtart	N-Düngung kg N/ha	Ertrag dt/ha	TS %	TKG g	Rohprotein %	Sedi-Wert ml	HLG	Inv. Zucker % i. TM	Inv. Zucker % i. FM
100	60	1	2001	SGer	0	18,9		45,68	8,8			93,5	
916	841	2			25	32,6		45,03	8,78			92,8	
	0,92	3			50	39,2		45,29	9,01			91,9	
		4			75	46,6		44,74	10,55			88	
		5			100	47		43,33	11,54			81,55	
		6			125	48,4		44,45	12,8			82,25	
161	90	1	2002	KMai	0	60,5			6,69				
1.630	1.457	2			40	79,2			6,88				
	0,89	3			80	91,3			7,87				
		4			120	106,4			8,76				
		5			160	110,9			9,36				
		6			200	107,2			9,48				
217	145	1	2003	WWei	0	15,6		51,2	11,76	33	85,5		
752	686	2			80	34,1		55,3	13,09	46	84,9		
	0,91	3			120	33		54,4	14,87	58	84,8		
		4			160	43,6		53,8	15,83	60	83,9		
		5			200	46,9		51,3	16,4	58	82		
		6			240	46,7		52,9	16,71	58	81,9		
120	40	1	2004	WGer	0	37,83		48,61	9,3			96,9	
984	780	2			30	54,95		51,47	9,3			97,1	
	0,79	3			60	71,51		51,37	9,6			97,85	
		4			90	79,4		50,62	10,8			97,7	
		5			120	84,59		51,58	12,5			98,05	
		6			150	88,52		48,71	13,4			95,3	
128	120	1	2005	ZRüb	0	335,3	23,2		2,54				17,3
3.162	3.138	2			30	387,5	22,8		3,05				16,9
	0,99	3			60	444,2	23,5		2,86				15,8
		4			90	484,7	24,0		3,11				14,5
		5			120	518,9	23,8		3,87				14,8
		6			150	510	23,5		4,57				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		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		
												Vollgerste	Marktware
												%	%
124	75	1	2007	SGer	0	11,9		20,5	11,7			77,8	87,2
860	745	2			25	19,3		26,7	11,2			86,4	92,7
	0,87	3			50	25,3		36,2	11,7			89,6	96
		4			75	29,4		34,0	12,8			86,5	94,5
		5			100	34,2		39,1	12,8			86,2	95,3
		6			125	37,8		35,9	13,5			83,9	94

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

1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/Nopt

Nopt; 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	Inv. Zucker % i. TM	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		69,2		
1.492	1.443	2			60	57,5	89,7	57,8	9,4		71,4		
	0,97	3			90	59,7	90,0	10,4	10,4		71,8		
		4			120	63,7	89,5	10,4	10,4		71,3		
		5			150	65,3	89,8	13,1	13,1		69,5		
		6			180	61,6	89,2	14,1	14,1		70,2		
134	120	1	1999	ZRüb	0	591,9	25,5		3,1			76,5	19,76
5.276	5.268	2			30	528,1	25,3		3,4			76	19,46
	1,00	3			60	574,1	25,6		3,6			77,2	20,01
		4			90	561	25,2		4,0			75,9	19,34
		5			120	611,6	25,5		5,2			74,8	19,26
		6			150	628,5	25,0		4,7			75,4	19,07
120	95	1	2000	WWei	0	35,1	88,9	54,45	8,4	18	83,03		
1.601	1.564	2			80	62,6	88,2	54,36	9,8	28	82,82		
	0,98	3			120	62,6	89,2	57,65	12,6	44	85,25		
		4			160	68,4	89,8	53,79	13,5	56	85,83		
		5			200	66	89,4	53,5	14,8	66	84,77		
		6			240	65,9	89,1	49,09	15,8	68	84,04		
												Vollgerste	
												%	
107	60	1	2001	SGer	0	33,4		48,46	8,73			95,1	
1.019	963	2			25	44,2		48,78	8,85			94,75	
	0,95	3			50	47,7		46,86	9,48			94	
		4			75	50,9		45,64	10,69			89,55	
		5			100	54,9		45,09	11,53			87,3	
		6			125	54		45,09	11,76			89	

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

1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/Nopt



Nopt; 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	Inv. Zucker % i. TM	Inv. Zucker % i. FM
161	90	1	2002	KMai	0	69,4			6,69				
1.622	1.482	2			40	83,3			7,57				
	0,91	3			80	96,6			8,09				
		4			120	100,6			8,83				
		5			160	111			9,25				
		6			200	104,7			9,42				
160	145	1	2003	WWei	0	19,9		46,9	10,7	26	84,2		
761	749	2			80	38,6		56,7	12,62	44	84,1		
	0,98	3			120	39,1		52,4	14,57	55	86		
		4			160	43,6		53,9	15,52	58	84,1		
		5			200	47,7		50,5	15,92	55	83,7		
		6			240	49,2		52,5	16,22	59	83,4		
149	95	1	2004	WGer	0	53,9		48,96	9,4			96,65	
1.021	983	2			30	67,5		51,72	9,6			97,65	
	0,96	3			60	77,49		52,46	9,9			98,1	
		4			90	82,92		52,78	10,8			97,25	
		5			120	88,43		52,78	11,8			98,15	
		6			150	92,31		53,52	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		
												Vollgerste	Marktware
												%	%
50	45	1	2007	SGer	0	37,2		39,2	11,7			90,6	96,7
1.060	1.054	2			25	41,7		40,1	12,5			88,6	95,9
	0,99	3			50	44,7		39,3	12,9			88,6	96
		4			75	44,5		37,1	13,6			84,8	94,3
		5			100	46,4		37,3	13,9			82,7	92,6
		6			125	46,9		34,2	14,3			84,2	94,9

*) kGE; DM/ha bis 2000 ; kGE; €/ha ab 2001 berechnet nach BOUGUSLAWSKI/SCHNEIDER 1) Treffsicherheit der Düngeempfehlung mittels Relativzahl NID/Nopt

Tab. 5-13: Nettomineralisation in Ladenburg seit 1995

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	Nmin Frühjahr kg N/ha *)	Nmin Herbst kg N/ha *)	N-Bedarf kg N/ha	Netto-Mineralisierung kg N/ha
Ladenburg 1995	mehrfährig	So.Gerste	0	24,9	9,8	36,8	-36,8	1,48	48	42	57	-30,8
			25	38,4	9,8	56,8	-31,8	1,48	48	44	77	-27,8
			50	48	9,6	69,5	-19,5	1,45	46	42	90	-15,5
			75	52,9	10,5	83,8	-8,8	1,58	52	49	104	-5,8
			100	55,4	11,5	96,1	3,9	1,74	54	64	116	-6,1
			125	57,7	12,3	107,1	17,9	1,86	71	58	127	30,9
Ladenburg 1996	einjährig	W.Weizen	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
			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
Ladenburg 1996	mehrfährig	W.Weizen	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
			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
Ladenburg 1997	einjährig	So.Gerste	0	42,8	8,5	54,9	-54,9	1,28	69	59	75	-44,9
			25	48,8	8,8	64,8	-39,8	1,33	69	67	85	-37,8
			50	53,9	9,6	78,1	-28,1	1,45	69	70	98	-29,1
			75	61,2	10,3	95,1	-20,1	1,55	69	80	115	-31,1
			100	62,3	11,1	104,3	-4,3	1,67	69	87	124	-22,3
			125	60,3	11,7	106,4	18,6	1,77	69	82	126	5,6
Ladenburg 1997	mehrfährig	So.Gerste	0	33	8,9	44,3	-44,31	1,34	56	60	64	-48,3
			25	42,4	9,3	59,5	-34,49	1,40	60	62	79	-36,5
			50	50,5	9,6	73,1	-23,15	1,45	64	69	93	-28,1
			75	59,1	10,5	93,6	-18,63	1,58	69	71	114	-20,6
			100	61,3	11,4	105,4	-5,44	1,72	96	87	125	3,6
			125	61,8	12,5	116,6	8,45	1,89	83	125	137	-33,6
Ladenburg 1998	einjährig	W.Gerste	0	37,8	8,5	48,5	-48,5	1,28	66	20	68	-2,5
			60	57,5	9,4	81,5	-21,5	1,42	66	20	102	24,5
			90	59,7	10,4	93,7	-3,7	1,57	66	22	114	40,3
			120	63,7	10,4	100,0	20,0	1,57	66	26	120	60,0
			150	65,3	13,1	129,1	20,9	1,98	66	19	149	67,9
			180	61,6	14,1	131,0	49,0	2,13	66	21	151	94,0
Ladenburg 1998	mehrfährig	W.Gerste	0	19,6	8,7	25,7	-25,7	1,31	47	16	46	5,3
			60	40	14,3	86,3	-26,3	2,16	54	16	106	11,7
			90	53,5	10,5	84,8	5,2	1,58	71	20	105	56,2
			120	58,6	10,8	95,5	24,5	1,63	67	19	115	72,5
			150	59,3	13,1	117,2	32,8	1,98	67	25	137	74,8
			180	59,4	10,4	93,2	86,8	1,57	70	28	113	128,8
Ladenburg 1999	einjährig	Z.Rüben	0	591,9	3,1	81,0	-81,0	0,14	44	106	111	-143,0
			30	528,1	3,4	79,2	-49,2	0,15	44	31	109	-36,2
			60	574,1	3,6	91,2	-31,2	0,16	44	35	121	-22,2
			90	561	4	99,0	-9,0	0,18	44	29	129	6,0
			120	611,6	5,2	140,3	-20,3	0,23	44	26	170	-2,3
			150	628,5	4,7	130,3	19,7	0,21	44	70	160	-6,3

*) Nmin-Werte nach 105 °C-Bodentrocknung

Standort	Dauer	Kultur	N-Gabe	Ertrag	Protein	N-Entzug	N-Saldo	N-Entzug	Nmin Frühjahr	Nmin Herbst	N-Bedarf	Netto-Mineralisierung
			kg N/ha									
Ladenburg 1999	mehrjährig	Z.Rüben	0	395,9	2,9	50,7	-50,7	0,13	17	17	81	-50,7
			30	409,9	2,8	50,6	-20,6	0,12	41	16	81	4,4
			60	484,1	2,9	61,9	-1,9	0,13	40	17	92	21,1
			90	573,2	3,3	83,5	6,5	0,15	52	29	113	29,5
			120	536,6	3,9	92,3	27,7	0,17	110	20	122	117,7
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	mehrjährig	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	S.Gerste	0	33,4	8,73	44,0	-44,0	1,32	77	22	64	11,0
			25	44,2	8,85	59,0	-34,0	1,34	77	21	79	22,0
			50	47,7	9,48	68,2	-18,2	1,43	77	24	88	34,8
			75	50,9	10,69	82,1	-7,1	1,61	77	23	102	46,9
			100	54,9	11,53	95,5	4,5	1,74	77	24	116	57,5
Ladenburg 2001	mehrjährig	S.Gerste	0	18,9	8,8	25,1	-25,1	1,33	59	55	45	-21,1
			25	32,6	8,78	43,2	-18,2	1,32	51	44	63	-11,2
			50	39,2	9,01	53,3	-3,3	1,36	56	43	73	9,7
			75	46,6	10,55	74,2	0,8	1,59	44	59	94	-14,2
			100	47	11,54	81,8	18,2	1,74	63	30	102	51,2
Ladenburg 2002	einjährig	Kö.Mais	0	69,4	6,69	70,1	-70,1	1,01	51	21	90	-40,1
			40	83,3	7,57	95,1	-55,1	1,14	51	22	115	-26,1
			80	96,6	8,09	117,9	-37,9	1,22	51	22	138	-8,9
			120	100,6	8,83	134,0	-14,0	1,33	51	26	154	11,0
			160	111	9,25	154,9	5,1	1,40	51	37	175	19,1
Ladenburg 2002	mehrjährig	Kö.Mais	0	60,5	6,69	61,1	-61,1	1,01	47	15	81	-29,1
			40	79,2	6,88	82,2	-42,2	1,04	43	14	102	-13,2
			80	91,3	7,87	108,4	-28,4	1,19	42	19	128	-5,4
			120	106,4	8,76	140,6	-20,6	1,32	42	37	161	-15,6
			160	110,9	9,36	156,6	3,4	1,41	51	46	177	8,4
			200	107,2	9,48	153,3	46,7	1,43	47	71	173	22,7

*) Nmin-Werte nach 105 °C-Bodentrocknung

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	Nmin Frühjahr kg N/ha *)	Nmin Herbst kg N/ha *)	N-Bedarf kg N/ha	Netto-Mineralisierung kg N/ha
Ladenburg 2003	einjährig	WWei	0	19,88	10,7	32,1	-32,1	1,61	22	138	52	-148,1
			80	38,58	12,62	73,5	6,5	1,90	22	185	93	-156,5
			120	39,12	14,57	86,0	34,0	2,20	22	117	106	-61,0
			160	43,58	15,52	102,0	58,0	2,34	22	160	122	-80,0
			200	47,76	15,92	114,7	85,3	2,40	22	121	135	-13,7
Ladenburg 2003	mehrjährig	WWei	0	15,62	11,76	27,7	-27,7	1,77	23	75	48	-79,7
			80	34,06	13,09	67,3	12,7	1,97	20	186	87	-153,3
			120	32,96	14,87	73,9	46,1	2,24	23	106	94	-36,9
			160	43,64	15,83	104,2	55,8	2,39	22	124	124	-46,2
			200	46,86	16,4	115,9	84,1	2,47	26	232	136	-121,9
Ladenburg 2004	einjährig	WGer	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	mehrjährig	WGer	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	ZRüb	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	mehrjährig	ZRüb	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

*) Nmin-Werte nach 105 °C-Bodentrocknung

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	Nmin Frühjahr kg N/ha *)	Nmin Herbst kg N/ha *)	N-Bedarf kg N/ha	Netto-Mineralisierung kg N/ha
Ladenburg 2006	einjährig	WWei	0	41,1	11,8	73,2	-73,2	1,78	42	19	93	-50,2
			80	58,7	12,2	108,0	-28,0	1,84	42	16	128	-2,0
			120	60,6	11,4	104,2	15,8	1,72	42	16	124	41,8
			160	68,8	12,5	129,8	30,2	1,89	42	21	150	51,2
			200	74,5	12,5	140,5	59,5	1,89	42	20	161	81,5
			240	76,2	13	149,5	90,5	1,96	42	27	169	105,5
Ladenburg 2006	mehrjährig	WWei	0	29,2	8,9	39,2	-39,2	1,34	72	78	59	-45,2
			80	49,3	10,4	77,4	2,6	1,57	67	72	97	-2,4
			120	56	11,3	95,5	24,5	1,70	44	100	115	-31,5
			160	65,2	11,6	114,1	45,9	1,75	62	182	134	-74,1
			200	68,7	12,7	131,6	68,4	1,92	48	61	152	55,4
			240	70,2	13,5	143,0	97,0	2,04	44	66	163	75,0
Ladenburg 2007	einjährig	SGer	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	SGer	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

*) Nmin-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 + Nmin Frühjahr) - (N-Entzug/ha + N

Tab. 5-14: 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. 5-15: 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 Optimale Intensität bei Sommerfuttergerste

6.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

Welche Auswirkungen haben verschiedene Intensitäten auf Ertrag und Wirtschaftlichkeit bei Sommerfuttergerste in Abhängigkeit von den Sorten?

Dieser Versuch wurde durchgeführt um zu prüfen, ob sich der Einsatz von Wachstumsreglern und Fungiziden im Sommerfuttergerstenanbau ertraglich auswirkt und ob diese Maßnahme wirtschaftlich ist. Dieser Versuch wurde 2004 - 2007 an drei Standorten in Baden-Württemberg mit je 3 bzw. 4 Sommerfuttergerstensorten angelegt, jedoch wurden ab 2006 neuere Sorten geprüft.

Tab. 6-1: Standorte

Dienststelle/ Versuchsfeld	Höhe ü. NN	Ø Niederschlag in mm	Ø Jahres- temperatur °C	Bodenart	Bodenzahl
LRA Sigmaringen Krauchenwies	620	790	7,6	Sandiger Lehm	52-56
LRA Karlsruhe Ladenburg	100	668	10,2	Toniger Lehm	84
LRA Reutlingen Bremelau	765	824	6,7	Lehmiger Ton	55

Geprüfte Sorten

Versuchsfeld	Sorten			
	2004	2005	2006	2007
Krauchenwies	Adonis Annabell Temperament Simba	Adonis Annabell Temperament Simba	Simba Tocada Beatrix	Simba Tocada Beatrix
Ladenburg	Adonis Annabell Temperament Simba	Adonis Annabell Temperament Simba	Simba Tocada Beatrix	Simba Tocada Beatrix
Bremelau	Adonis Annabell Temperament Simba	Adonis Annabell Temperament Simba	Annabell Simba Tocada Beatrix Ursa	Annabell Simba Tocada Beatrix Ursa

N-Düngung:

In V 1 bis V 3 Düngung nach NID bei einer Ertragserwartung von 75 dt/ha und einem Entzugswert von 2,2 kg/dt, 60 - 70 % zur Saat und den Rest in EC 47/49. In V 4 bei einem Bedarf nach NID von weniger als 80 kg N, in einer Gabe zur Saat. Bei einem Bedarf von mehr als 80 kg N/ha Aufteilung 50 - 60 % zur Saat den Rest in EC 29.

Tab. 6-2: N-Verteilung

	Variante	2004			2005			2006			2007			
		N 1	N 2	Summe	N 1	N 2	Summe	N 1	N 2	Summe	N 1	N 2	N 3	Summe
Ladenburg	V 1	66	39	105	66		66	66	39	105	75		39	114
	V 2	66	39	105	66		66	66	39	105	75		39	114
	V 3	66	39	105	66		66	66	39	105	75		39	114
	V 4	57	48	105	57	48	105	57	48	105	66	48		114
Krauchenwies	V 1	72	44	116	75	35	110	64	35	99	70		40	110
	V 2	72	44	116	75	35	110	64	35	99	70		40	110
	V 3	72	44	116	75	35	110	64	35	99	70		40	110
	V 4	63	52	115	55	55	110	50	55	105	53	53		106
Bremelau	V 1	70	30	100	90	40	130	80	40	120	80	40		120
	V 2	70	30	100	90	40	130	80	40	120	80	40		120
	V 3	70	30	100	90	40	130	80	40	120	80	40		120
	V 4	110		110	70	60	130	70	50	120	80	40		120

Grau hinterlegt: kein Wachstumsreglereinsatz in diesen Jahren

Zu prüfende Intensitäten

V 1	<u>Keine</u> Fungizide, <u>keine</u> Wachstumsregler
V 2	Fungizideinsatz nach Proplant, <u>keine</u> Wachstumsregler
V 3	Fungizideinsatz nach Proplant, <u>mit</u> Wachstumsregler
V 4	Fungizideinsatz nach Proplant, <u>mit</u> Wachstumsregler, andere N-Verteilung

Durchgeführter Wachstumsreglereinsatz

Standort	Wachstumsreglereinsatz			
	2004	2005	2006	2007
Ladenburg			X	X
Krauchenwies	X		X	X
Bremelau	X			X

X = Maßnahme durchgeführt

6.2 Ergebnisse

Erträge

Die Ertragsergebnisse 2004 (Tab. 6-3, Tab. 6-4, Tab. 6-5) zeigen an allen drei Standorten, dass die Sorte Temperament im Mittel der V1 und der V2 den höchsten Ertrag erzielte. 2005 konnte bezogen auf das Mittel aus V1 und V2 sowohl am Standort Krauchenwies, wie auch am Standort Bremelau die Sorte Annabell die Sorte Temperament ertraglich übertrumpfen. Am Standort Krauchenwies war die Sorte Temperament 2004 ertraglich gegenüber allen anderen Sorten signifikant überlegen. 2005 war sie nur gegenüber der Sorte Simba ertraglich signifikant überlegen. Dagegen war die Sorte Annabell am Standort Krauchenwies 2005 allen anderen Sorten ertraglich überlegen. Am Standort Ladenburg konnte 2004 die Sorte Temperament gegenüber der Sorte Annabell signifikant höhere Erträge erzielen. Dagegen konnte sich 2005 sowohl die Sorte Simba, wie auch die Sorte Temperament ertraglich signifikant gegenüber den anderen Sorten absetzen.

Am Standort Krauchenwies war die Sorte Beatrix 2006, dicht gefolgt von der Sorte Tacoda die ertragsstärkste Sorte. 2007 dagegen dominiert die Sorte Tocada.

Am Standort Bremelau war die Sorte Simba 2006 die ertragsstärkste Sorte. Sie mit Ausnahme der Sorte Beatrix allen anderen Sorten ertraglich signifikant überlegen. 2007 war die Sorte Tocada die ertragsstärkste Sorte. Sie war mit Ausnahme der Sorte Simba allen anderen Sorten signifikant überlegen.

Am Standort Ladenburg dominiert 2006 und 2007 die Sorte Beatrix. Sie ist in beiden Jahren der Sorte Tocada ertraglich signifikant überlegen. 2007 unterscheidet sich der Ertrag auch signifikant vom Ertrag der Sorte Simba.

Siebsortierung

Im Jahr 2004 wurde an keinem der drei Standorte die Siebsortierung $> 2,2$ mm festgestellt, diese wurden erst 2005 erfasst. Am **Standort Krauchenwies** (Tab. 6-3) bringt die Intensitätsstufe proPlant ohne Wachstumsregler 2005 in jeder Sorte die höchsten Siebsortierungen. In den Sorten Temperament und Simba lag die Siebsortierung 2005 in Abhängigkeit von der Behandlungsintensität oft weit unter 90%. Im Jahr 2006 ist der Vorteil der Intensitätsstufe proPlant ohne Wachstumsregler nicht zu sehen. Dagegen zeigt die proPlant - Variante ohne Wachstumsregler 2007 in Krauchenwies in allen Sorten wieder die höchsten Siebsortierungen. Am **Standort Ladenburg** (Tab. 6-5) konnten von 2005 – 2007 keine eindeutige Koppelung der Behandlungsstufe mit der Siebsortierung festgestellt werden. Im Vergleich zu Krauchenwies konnte Ladenburg 2005 die besseren Siebsortierungen vorweisen. Wie schon in Ladenburg konnte auch in **Bremelau** (Tab. 6-4) von 2005 – 2007 keine eindeutige Korrelation zwischen den Behandlungsstufen und der Siebsortierung festgestellt werden. Allerdings brachte Bremelau im Jahr 2005 und 2007 von allen Standorten mit die höchsten Siebsortierungen hervor.

Tab. 6-3: Erträge (dt/ha) und Siebsortierungen Krauchenwies 2004 - 2007

Sorte	Intensität	Ertrag				Siebsortierung > 2,2 mm		
		2004	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Adonis (GS 01885)	ohne Fung ohne WR	68,1	50,9			85,0		
	proPlant ohne WR	76,8	72,5			97,3		
	proPlant mit WR	73,3	-			-		
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	77,3	72,1			96,1		
	Mittel aus V1 und V 2	72,5	61,7			91,2		
Annabell (GS 01749)	ohne Fung ohne WR	74,1	52,2			82,5		
	proPlant ohne WR	83,2	75,0			97,1		
	proPlant mit WR	84,2	-			-		
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	84,7	65,9			90,6		
	Mittel aus V1 und V 2	78,7	63,6			89,8		
Tempera- ment (GS 01995)	ohne Fung ohne WR	79,4	49,6			63,9		
	proPlant ohne WR	85,7	73,0			92,5		
	proPlant mit WR	83,9	-			-		
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	90,6	76,8			85,1		
	Mittel aus V1 und V 2	82,6	61,3			78,2		
Simba (GS 02021)	ohne Fung ohne WR	71,8	47,3	62,4	61,5	79,2	98,6	83,7
	proPlant ohne WR	80,5	71,4	73,9	81,4	96,4	99,5	97,1
	proPlant mit WR	76,9	-	74,8	78,1	-	99,7	94,4
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	83,2	61,5	71,2	77,4	86,0	99,2	96,4
	Mittel aus V1 und V 2	76,2	59,4	68,2	71,4	87,8	99,1	90,4
Tocada (GS 01997)	ohne Fung ohne WR			73,4	62,5		98,3	90,7
	proPlant ohne WR			82,7	87,8		99,4	97,5
	proPlant mit WR			81,5	86,3		99,4	96,4
	proPlant mit WR, N-Aufteilung			79,1	89,4		99,2	93,4
	Mittel aus V1 und V 2			78,0	75,1		98,9	94,1
Beatrix (GS 02076)	ohne Fung ohne WR			72,9	61,8		98,7	91,4
	proPlant ohne WR			83,5	86,3		99,4	97,3
	proPlant mit WR			83,2	85,1		99,2	96,5
	proPlant mit WR, N-Aufteilung			78,6	82,5		98,9	94,6
	Mittel aus V1 und V 2			78,2	74,0		99,1	94,4
Mittel	ohne Fung ohne WR	73,4	50,0	69,6	61,9	77,7	98,5	88,6
	proPlant ohne WR	81,6	73,0	80,0	85,2	95,8	99,4	97,3
	proPlant mit WR	79,6	-	79,8	83,1	-	99,4	95,8
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	84,0	69,1	76,3	83,1	89,5	99,1	94,8
	Mittel nur V1 und V2	77,5	61,5	74,8	73,5	86,7	99,0	93,0
Nur be- rechnet aus V1 und V2	GD 5% Sorte	2,4*	4,4	85,6	3,6			
	GD 5% Intensität	1,7*	21,2*	12,5	4,9*			
	GD 5% Vergleich Sorten auf gleicher Intensitätsstufe	3,4	6,3	17,7	4,8			
	GD 5% Vergleich aller Sorten und Intensitäten miteinander	3,4	7,1	32,0	4,4			

* = signifikant

Tab. 6-4: Erträge (dt/ha) und Siebsortierungen Bremelau 2004 – 2007

Sorte	Intensität	Ertrag				Siebsortierung > 2,2 mm		
		2004	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Adonis (GS 01885)	ohne Fung ohne WR	69,5	58,8			98,9		
	proPlant ohne WR	67,5	77,0			99,2		
	proPlant mit WR	63,7	-					
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	65,2	75,2			99,3		
	Mittel aus V1 und V 2	68,5	67,9			99,1		
Annabell (GS 01749)	ohne Fung ohne WR	72,3	70,2	55,9	56,8	99,3	97,5	96,1
	proPlant ohne WR	74,3	81,4	59,8	63,4	99,4	97,8	92,9
	proPlant mit WR	72,9	-	-	66,4	-	-	97,5
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	75,6	82,9	60,7	60,1	98,9	97,1	95,0
	Mittel aus V1 und V 2	73,3	75,8	57,8	60,1	99,4	97,7	94,5
Tempera- ment (GS 01995)	ohne Fung ohne WR	75,0	61,1			98,4		
	proPlant ohne WR	76,0	84,2			98,9		
	proPlant mit WR	76,1	-			-		
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	77,9	76,9			99,0		
	Mittel aus V1 und V 2	75,5	72,6			98,7		
Simba (GS 02021)	ohne Fung ohne WR	72,4	58,8	62,0	59,8	99,5	98,7	94,7
	proPlant ohne WR	69,8	79,0	67,0	63,5	99,8	98,8	94,8
	proPlant mit WR	72,8	-	-	65,7	-	-	96,2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	74,5	77,9	64,6	67,0	99,3	98,7	96,2
	Mittel aus V1 und V 2	71,1	68,9	64,5	61,6	99,7	98,8	94,8
Tocada (GS 01997)	ohne Fung ohne WR			58,3	60,8		98,4	95,9
	proPlant ohne WR			64,8	64,3		98,7	93,2
	proPlant mit WR			-	66,8		-	93,6
	proPlant mit WR, N-Aufteilung			62,0	64,0		99,7	96,0
	Mittel aus V1 und V 2			61,6	62,5		98,6	94,6
Beatrice (GS 02076)	ohne Fung ohne WR			58,2	54,7		97,7	95,0
	proPlant ohne WR			67,8	62,8		97,9	95,2
	proPlant mit WR			-	61,7		-	96,8
	proPlant mit WR, N-Aufteilung			68,2	65,1		97,9	96,0
	Mittel aus V1 und V 2			63,0	58,8		97,8	95,1
Ursa (GS 01897)	ohne Fung ohne WR			53,1	57,3		97,8	94,2
	proPlant ohne WR			58,2	58,9		98,4	93,7
	proPlant mit WR			-	63,1		-	96,2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung			58,4	61,2		98,3	94,1
	Mittel aus V1 und V 2			55,7	58,1		98,1	94,0
Mittel	ohne Fung ohne WR	72,3	62,2	57,5	57,9	99,0	98,0	95,2
	proPlant ohne WR	71,9	80,4	63,5	62,6	99,3	98,3	94,0
	proPlant mit WR	71,4	-	-	64,7	-	-	96,1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	73,3	78,2	62,8	63,5	99,1	98,3	95,5
	Mittel nur V1 und V2	72,1	71,3	60,5	60,2	99,2	98,2	94,6
Nur be- rechnet aus V1 und V2	GD 5% Sorte	6,4	2,1*	2,8*	2,0*			
	GD 5% Intensität	4,5	30,4	6,3	12,3			
	GD 5% Vergleich Sorten auf gleicher Intensitätsstufe	9,0	3,0	4,0	2,9			
	GD 5% Vergleich aller Sorten und Intensitäten miteinander	9,0	16,9*	5,1	10,5*			

* = signifikant

Tab. 6-5: Erträge (dt/ha) und Siebsortierungen Ladenburg 2004 – 2007

Sorte	Intensität	Ertrag				Siebsortierung > 2,2 mm		
		2004	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Adonis (GS 01885)	ohne Fung ohne WR	82,4	77,5			98,7		
	proPlant ohne WR	80,8	78,3			99,0		
	proPlant mit WR	-	-			-		
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	82,5	77,1			97,7		
	Mittel aus V1 und V 2	81,6	77,9			98,9		
Annabell (GS 01749)	ohne Fung ohne WR	72,4	73,6			98,0		
	proPlant ohne WR	76,1	79,2			98,6		
	proPlant mit WR	-	-			-		
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	79,5	77,8			96,6		
	Mittel aus V1 und V 2	74,2	76,4			98,3		
Tempera- ment (GS 01995)	ohne Fung ohne WR	83,2	81,3			94,7		
	proPlant ohne WR	81,6	80,3			96,1		
	proPlant mit WR	-	-			-		
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	82,9	80,8			93,7		
	Mittel aus V1 und V 2	82,4	80,8			95,4		
Simba (GS 02021)	ohne Fung ohne WR	82,6	80,0	76,1	52,0	96,9	98,6	95,3
	proPlant ohne WR	81,2	81,1	72,6	49,6	96,5	98,1	95,7
	proPlant mit WR	-	-	73,2	51,8	-	97,9	96,3
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	76,9	79,9	70,4	50,1	95,1	96,2	95,6
	Mittel aus V1 und V 2	81,9	80,6	74,4	50,8	96,7	98,4	95,5
Tocada (GS 01997)	ohne Fung ohne WR			69,7	46,4		97,4	94,5
	proPlant ohne WR			73,5	49,9		97,7	94,6
	proPlant mit WR			75,7	49,1		98,0	95,8
	proPlant mit WR, N-Aufteilung			75,3	47,2		95,9	93,5
	Mittel aus V1 und V 2			71,6	48,1		97,6	94,6
Beatrix (GS 02076)	ohne Fung ohne WR			78,3	54,1		97,5	94,4
	proPlant ohne WR			78,3	55,8		97,5	95,7
	proPlant mit WR			79,3	54,6		96,9	95,1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung			77,0	56,6		96,3	94,9
	Mittel aus V1 und V 2			78,3	55,0		97,5	95,1
Mittel	ohne Fung ohne WR	80,2	78,1	74,7	50,8	97,1	97,8	94,7
	proPlant ohne WR	79,9	79,7	74,8	51,8	97,6	97,8	95,3
	proPlant mit WR	-	-	76,0	51,8	-	97,6	95,7
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	80,4	78,9	74,2	51,3	95,8	96,1	94,7
	Mittel nur V1 und V2	80,0	78,9	74,7	51,3	97,3	97,8	95,0
Nur be- rechnet aus V1 und V2	GD 5% Sorte	3,7*	1,9*	4,9*	3,6*	97,3	97,8	95,0
	GD 5% Intensität	2,6	1,4*	4,0	2,9			
	GD 5% Vergleich Sorten auf gleicher Intensitätsstufe	5,3	2,7	7,0	5,1			
	GD 5% Vergleich aller Sor- ten und Intensitäten mitein- ander	5,3	2,7*	7,0	5,1			

* = signifikant

Wachstumsbeobachtungen

Die Bonituren am **Standort Krauchenwies** (Tab. 6-6, Tab. 6-7) zeigten im Krankheitsbefall 2004 in allen Sorten und in allen Intensitäten einen geringen Befall mit *Rhynchosporium*. Zwiewuchs trat in diesem Jahr verstärkt auf. 2005 war ein leichter Befall mit Netzflecken und *Rhynchosporium* in allen Sorten und Varianten zu verzeichnen. Vor der Ernte zeigte sich in der ProPlant-Variante mit N-Aufteilung deutliches Lager. Da 2005 am Standort Krauchenwies kein Wachstumsregler eingesetzt wurde, könnte die Stickstoffverteilung in dieser Variante ausschlaggebend für das erhöhte Lager sein. Im Mittel der beiden Jahre ist der Krankheitsbefall und die Lagerneigung relativ gering. Nur der Anteil an undefinierten Blattflecken war hoch. Im Jahr 2006 konnte ein erhöhter Befall mit *Ramularia* vor allem in der unbehandelten Variante in allen Sorten festgestellt werden. Die Sorte Simba zeigte in den Jahren 2006 und 2007 eine erhöhte Lagerneigung in den Varianten mit Wachstumsreglereinsatz. 2006 und 2007 wurde in Krauchenwies Wachstumsregler nach proPlant-Empfehlung eingesetzt.

Am **Standort Ladenburg** (Tab. 6-8, Tab. 6-9) wurden 2004 und 2005 keine Wachstumsregler eingesetzt. Die Sorte Annabell zeigte im Jahr 2004 eine mittlere Lagerneigung über alle Varianten. Aber auch der Befall mit undefinierten Blattflecken war bei dieser Sorte am stärksten. Die Sorte Simba und die Sorte Annabell zeigten im Jahr 2004 eine leichte Neigung zum Halmknicken. Das Jahr 2007 war am Standort Ladenburg im Bezug auf den Krankheitsbefall und die Lagerneigung eher unauffällig. Nur die Sorte Annabell fiel durch erhöhten Mehлтаubefall auf.

Am **Standort Bremelau** (Tab. 6-10, Tab. 6-11) zeigten die Bonituren im Krankheitsverlauf und bei der Lagerneigung in allen vier Jahren fast keine Unterschiede. 2005 traten in allen Sorten verstärkt undefinierte Blattflecken und Ährenknicken vor allem in den Varianten ohne Fungizid und proPlant ohne Wachstumsregler auf. 2006 und 2007 war der Krankheitsdruck und die Lagerneigung sehr gering. Die Sorte Annabell fiel 2006 durch erhöhte Lagerneigung in allen Varianten auf. 2007 trat in allen Sorten in der unbehandelten Variante ein starker Befall mit undefinierten Blattflecken auf.

6.3 Zusammenfassung

Mit Ausnahme des Jahres 2004 war die V2 „ProPlant ohne Wachstumsreglereinsatz“ im Mittel aller Sorten der V1 „ohne Fungizid und ohne Wachstumsregler“ ertraglich an allen Standorten deutlich überlegen. Der zusätzliche Einsatz von Wachstumsreglern brachte keine signifikanten Mehrerträge. Entsprechendes gilt für die abweichende N-Verteilung in V4.

Tab. 6-6: Bonituren Standort Krauchenwies 2004 – 2005

		2004						2005					
Sorte	Intensität	Merkmal						Lager vor Ernte	Netzflecken (Pyrenophorales)	Rhynchosporium	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Zwiehwuchs
		Mehltau (Blatt)	Netzflecken (Pyrenophorales)	Rhynchosporium	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Zwiehwuchs						
Kontrolle	ohne Fung ohne WR(B)	3	2	4	6	4	5	6	4	4	7	4	3
	proPlant ohne WR	2	3	4	5	3	7	2	3	4	5	2	2
	proPlant mit WR	3	3	4	5	4	7	5	3	3	4	4	5
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	3	4	6	3	6	6	3	3	4	4	3
Annabell	ohne Fung ohne WR(B)	4	4	4	6	3	3	6	3	4	8	4	3
	proPlant ohne WR	3	2	4	5	4	5	3	3	4	5	3	3
	proPlant mit WR	3	3	4	5	3	4	6	3	4	5	4	6
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	3	4	6	3	5	7	3	3	4	5	6
Temperament	ohne Fung ohne WR(B)	3	3	5	6	4	3	7	3	4	7	3	2
	proPlant ohne WR	2	2	4	6	4	4	4	3	3	4	4	2
	proPlant mit WR	3	3	4	6	4	4	6	3	3	4	4	4
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	3	4	5	4	4	7	3	4	4	4	3
Simba	ohne Fung ohne WR(B)	3	3	5	6	4	4	6	4	4	6	4	4
	proPlant ohne WR	3	3	3	5	4	5	4	3	3	5	2	3
	proPlant mit WR	4	3	4	5	5	5	4	4	4	6	3	5
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	3	4	5	4	4	7	3	3	5	3	3
Mittel	ohne Fung ohne WR(B)	3	3	4	6	4	4	6	3	4	7	4	3
	proPlant ohne WR	2	3	4	5	4	5	3	3	3	4	3	2
	proPlant mit WR	3	3	4	5	4	5	5	3	3	4	4	5
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	3	4	5	3	5	7	3	3	4	4	4
	Mittel aus V1 und V2	3	3	4	5	4	4	5	3	4	6	3	3

Tab. 6-7: Bonituren Standort Krauchenwies 2006 – 2007

		2006				2007		
		Merkmal				Merkmal		
Sorte	Intensität	Lager vor Ernte	Ramularia	Netzflecken (Pynophora teres)	Rhynchosporium	Lager vor Ernte	Halmknicken	Zwiewuchs
Simba	ohne Fung ohne WR(B)	5	7	2	2	6	7	1
	proPlant ohne WR	4	4	1	2	4	3	1
	proPlant mit WR	6	4	2	1	6	5	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	6	4	2	2	6	5	1
Tocada	ohne Fung ohne WR(B)	4	7	2	2	4	4	1
	proPlant ohne WR	3	4	2	2	2	2	1
	proPlant mit WR	1	3	2	2	1	1	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	4	4	2	2	4	4	1
Beatrix	ohne Fung ohne WR(B)	3	6	2	2	4	5	1
	proPlant ohne WR	3	3	1	2	3	2	1
	proPlant mit WR	2	3	2	2	2	2	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	3	2	2	4	3	1
Mittel	ohne Fung ohne WR(B)	4	6	2	2	5	5	1
	proPlant ohne WR	3	3	1	2	3	2	1
	proPlant mit WR	3	3	2	2	3	2	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	4	4	2	2	4	4	1
	Mittel aus V1 und V2	4	5	2	2	4	4	1

Tab. 6-8: Bonituren Standort Ladenburg 2004 – 2005

		2004					2005						
		Merkmal					Merkmal						
Sorte	Intensität	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Ährenknicken	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Netzflecken (Pyrenophorales)	Rhynchosporium	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Ährenknicken
Kontrolle	ohne Fung ohne WR(B)	2	1	2	3	2	2	1	4	4	3	3	3
	proPlant ohne WR	2	1	2	3	2	2	1	3	2	2	3	3
	proPlant mit WR	2	1	1	3	2	1	1	3	3	2	3	3
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	1	2	3	2	1	1	3	3	2	3	3
Annabell	ohne Fung ohne WR(B)	5	5	7	5	2	2	7	4	4	4	3	2
	proPlant ohne WR	5	2	6	6	2	3	2	3	2	2	3	2
	proPlant mit WR	5	2	6	5	2	2	3	3	3	2	3	3
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	5	2	6	6	2	2	3	3	3	2	4	3
Temperament	ohne Fung ohne WR(B)	2	1	1	2	2	1	1	3	3	2	2	3
	proPlant ohne WR	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2
	proPlant mit WR	1	1	1	3	2	1	1	3	2	2	2	3
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	3	3
Simba	ohne Fung ohne WR(B)	3	1	2	4	2	3	1	3	2	2	3	3
	proPlant ohne WR	4	1	2	5	2	3	1	2	2	2	4	2
	proPlant mit WR	3	1	2	5	2	2	1	2	2	2	3	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	1	1	4	2	3	1	2	3	2	3	2
Mittel	ohne Fung ohne WR(B)	3	2	3	4	2	2	3	4	3	3	3	3
	proPlant ohne WR	3	1	2	4	2	2	1	2	2	2	3	2
	proPlant mit WR	3	1	2	4	2	1	1	2	2	2	3	3
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	1	2	4	2	2	2	3	3	2	3	3
	Mittel aus V1 und V2	3	2	3	4	2	2	2	3	3	2	3	2

Tab. 6-9: Bonituren Standort Ladenburg 2006 – 2007

		2006						2007					
		Merkmal						Merkmal					
Sorte	Intensität	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Netzflecken (Pyrenophorales)	Rhynchosporium	Halmknicken	Ährenknicken	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Netzflecken (Pyrenophorales)	Rhynchosporium	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken
Simba	ohne Fung ohne WR(B)	1	1	3	2	3	3	1	2	3	2	4	3
	proPlant ohne WR	1	1	2	2	2	3	1	1	2	2	4	2
	proPlant mit WR	1	1	2	2	2	3	1	1	2	2	3	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	1	2	2	3	3	1	2	3	2	3	1
Tocada	ohne Fung ohne WR(B)	1	5	4	2	3	3	2	3	3	2	4	3
	proPlant ohne WR	1	2	2	2	3	3	1	1	2	2	3	1
	proPlant mit WR	1	2	2	2	3	3	1	1	2	2	3	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	2	3	2	4	3	1	2	2	2	3	1
Beatrix	ohne Fung ohne WR(B)	2	2	3	3	4	3	1	3	3	3	4	3
	proPlant ohne WR	2	1	2	2	4	3	1	1	2	2	3	2
	proPlant mit WR	2	1	2	2	4	3	1	1	2	2	3	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	1	2	2	5	3	2	2	2	2	3	2
Mittel	ohne Fung ohne WR(B)	1	3	3	2	3	3	1	3	3	2	4	3
	proPlant ohne WR	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	1
	proPlant mit WR	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	1	2	2	4	3	1	2	2	2	3	1
	Mittel aus V1 und V2	1	2	3	2	3	3	1	2	2	2	3	2

Tab. 6-10: Bonituren Standort Bremelau 2004 – 2005

		2004			2005				
		Merkmal			Merkmal				
Sorte	Intensität	Mängel im Stand nach Aufgang	Halmknicken	Ährenknicken	Mängel im Stand nach Aufgang	Netzflecken (Pyrenophora teres)	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Ährenknicken
Kontrolle	ohne Fung ohne WR(B)	2	3	2	2	3	6	2	8
	proPlant ohne WR	2	3	2	2	4	4	1	6
	proPlant mit WR	2	3	2	2	2	3	1	5
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	3	2	2	3	3	1	6
Annabell	ohne Fung ohne WR(B)	2	2	2	1	2	5	2	5
	proPlant ohne WR	1	2	2	1	3	4	2	4
	proPlant mit WR	2	2	2	1	2	2	2	4
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	2	2	1	2	3	2	5
Temperament	ohne Fung ohne WR(B)	2	3	2	1	2	4	2	8
	proPlant ohne WR	2	3	2	1	3	3	1	7
	proPlant mit WR	2	3	2	1	2	2	1	6
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	3	2	1	2	2	1	6
Simba	ohne Fung, ohne WR(B)	2	2	2	2	4	5	2	5
	proPlant ohne WR	2	2	2	2	3	5	1	4
	proPlant mit WR	2	2	2	2	4	4	1	3
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	2	2	2	3	4	1	4
Mittel	ohne Fung ohne WR(B)	2	3	2	2	3	5	2	6
	proPlant ohne WR	2	3	2	2	3	4	1	5
	proPlant mit WR	2	2	2	2	2	3	1	4
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	3	2	2	2	3	1	5
	Mittel aus V1 und V2	2	3	2	2	3	4	2	6

Tab. 6-11: Bonituren Standort Bremelau 2006 – 2007

Sorte	Intensität	2006						2007			
		Mängel im Stand nach Aufgang	Lager vor Ernte	Rhynchosporium	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Ährenknicken	Mängel im Stand nach Aufgang	Lager vor Ernte	Netzflecken (Pyrenophora teres)	Undefinierbare Blattflecken
Annabell	ohne Fung ohne WR(B)	2	4	1	2	1	2	2	1	2	7
	proPlant ohne WR	2	4	1	1	2	2	3	1	1	2
	proPlant mit WR	2	5	1	2	1	2	3	1	2	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung							2	1	2	2
Simba	ohne Fung ohne WR(B)	2	1	1	3	1	2	3	1	2	8
	proPlant ohne WR	1	2	1	2	1	2	3	1	1	2
	proPlant mit WR	3	2	2	3	1	1	3	1	2	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2
Tocada	ohne Fung ohne WR(B)	2	1	1	2	1	2	3	1	2	6
	proPlant ohne WR	2	1	1	2	1	1	3	1	1	2
	proPlant mit WR	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	1	1	2	1	1	3	1	2	2
Beatrix	ohne Fung ohne WR(B)	2	1	2	2	1	3	2	1	2	6
	proPlant ohne WR	2	1	1	2	1	2	3	1	1	2
	proPlant mit WR	2	1	1	1	1	2	3	1	1	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2
Ursa	ohne Fung ohne WR(B)	2	1	1	2	1	2	2	1	2	6
	proPlant ohne WR	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2
	proPlant mit WR	3	2	1	1	1	2	3	1	2	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	1	1	1	1	2	3	1	2	2
Mittel	ohne Fung ohne WR(B)	2	2	1	2	1	2	2	1	2	6
	proPlant ohne WR	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2
	proPlant mit WR	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
	Mittel aus V1 und V2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	4

Tab. 6-12: Bonituren Mittel aller Standorte 2004 – 2005

Sorte	Intensität	Mittel 2004-2005									
		Merkmal									
		Lager nach Ähren-/Rispen-schieben	Lager vor Ernte	Mehltau (Blatt)	Netzflecken (Pyrenophorateres)	Rhynchosporium	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Ährenknicken	Zwie-wuchs	Reifever-zögerung des Strohs
Kontrolle	ohne Fung ohne WR(B)	2	3	1	3	4	4	3	4	4	4
	proPlant ohne WR	2	2	1	3	3	3	2	3	4	5
	proPlant mit WR	3	2	2	2	3	3	3	3	6	5
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	2	1	3	3	3	3	3	4	4
Annabell	ohne Fung ohne WR(B)	2	3	4	3	4	6	3	3	3	4
	proPlant ohne WR	2	3	2	3	3	4	3	3	4	3
	proPlant mit WR	3	3	2	2	3	4	3	3	5	4
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	3	2	3	3	4	4	3	5	4
Temperament	ohne Fung ohne WR(B)	3	3	2	3	4	4	3	3	2	3
	proPlant ohne WR	2	2	1	2	3	3	3	3	3	4
	proPlant mit WR	3	2	1	2	3	3	3	3	4	4
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3
Simba	ohne Fung ohne WR(B)	2	3	1	3	4	4	3	3	4	3
	proPlant ohne WR	2	3	1	3	3	4	3	3	4	5
	proPlant mit WR	2	2	2	3	3	4	3	3	5	3
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	4	1	3	3	3	3	2	4	3
Mittel V1 und V2	ohne Fung ohne WR(B)	2	3	2	3	4	5	3	3	3	3
	proPlant ohne WR	2	2	1	3	3	3	3	3	4	4
	Mittel	2	3	2	3	3	4	3	3	3	4

Tab. 6-13: Bonituren Mittel aller Standorte 2006 – 2007

Sorte	Intensität	Mittel 2006-2007								
		Merkmal								
		Lager vor Ernte	Ramularia	Mehltau (Blatt)	Netzflecken (Pyrenophora teres)	Rhynchosporium	Undefinierbare Blattflecken	Halmknicken	Ährenknicken	Zwiewuchs
Annabell	ohne Fung ohne WR(B)	2			2	1	4	1	2	
	proPlant ohne WR	2			1	1	2	2	2	
	proPlant mit WR	3			2	1	1	1	2	
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1			2		2			
Simba	ohne Fung ohne WR(B)	3	7	2	2	2	5	3	2	1
	proPlant ohne WR	2	4	1	2	2	3	2	2	1
	proPlant mit WR	3	4	1	2	2	2	2	2	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	3	4	1	2	2	2	2	2	1
Tocada	ohne Fung ohne WR(B)	2	7	4	3	2	4	3	2	1
	proPlant ohne WR	2	4	2	2	2	2	2	2	1
	proPlant mit WR	1	3	2	2	2	2	2	2	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	4	2	2	2	2	2	2	1
Beatrix	ohne Fung ohne WR(B)	2	6	3	2	2	4	3	3	1
	proPlant ohne WR	2	3	1	2	2	2	2	2	1
	proPlant mit WR	1	3	1	2	2	2	2	2	1
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	2	3	2	2	2	2	3	2	1
Ursa	ohne Fung ohne WR(B)	1			2	1	4	1	2	
	proPlant ohne WR	1			2	1	2	1	2	
	proPlant mit WR	2			2	1	2	1	2	
	proPlant mit WR, N-Aufteilung	1			2	1	1	1	2	
Mittel V1, V2	ohne Fung ohne WR(B)	2	6	3	2	2	4	3	2	1
	proPlant ohne WR	2	3	1	1	1	2	2	2	1
	Mittel	2	5	2	2	1	3	2	2	1

7 N-Düngungsversuche zu Körnermais 2005 - 2007

7.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

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.

Die Versuchsergebnisse der Jahre 2000 - 2003 sind in der Schriftenreihe Informationen für die Pflanzenproduktion Heft 12/2003 veröffentlicht, im Sonderheft 2/2004 sind die Ergebnisse der Jahre 1998 - 2003 dargestellt. Die Ergebnisse des Jahres 2004 sind im Heft 3/2005 publiziert worden.

Seit dem Jahr 2005 wird der Versuch auch am Standort Orschweier durchgeführt, hier allerdings von Anfang an als einfaktorieller Versuch, bei dem nur der Einfluss verschiedener N-Düngungssysteme betrachtet wird.

Tab. 7-1: Standortbeschreibung und Anbaudaten:

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

Geprüfte Sorten

2005: Dracila (Forchheim)
Brisaac (Orschweier)

2006: Dracila (Forchheim)
Benicia (Orschweier)

2007: Dracila (Forchheim)

Pflanzenschutz

Herbizidbehandlung erfolgte in allen Jahren ortsüblich.
Zweimalige Trichogramma-Ausbringung

Tab. 7-2: Geprüfte Düngungssysteme 2005 - 2007

Varianten	Beschreibung	2005	2006	2007
1	Ungedüngt	x	x	x
2	UF-Düngung 40 kg /ha N mit ENTEC (25+15) + Flächendüngung mit KAS im 6-Blatt-Stadium nach NID	x	x	x
3	Gesamte Düngung zur Saat mit ENTEC Mais (18/8/13/2)	x	x	x
4	UF-Düngung 30 kg/ha N mit Kalkstickstoff + Flächendüngung mit KAS im 6-Blatt-Stadium nach NID	x	x	x
5	UF-Düngung 40 kg/ha N mit DAP + Flächendüngung mit KAS im 6-Blatt-Stadium nach NID	x	x	x
6	Gesamte Düngung zur Saat mit Harnstoff	x	x	x
7	„Cultan 1“ ^{***}) UF-Düngung 40 kg/ha N als DAP + Cultan im 3-Blatt-Stadium in jede 2. Zwischenreihe nach NID	x		
8	„Cultan 2“ ^{***}) UF 40 kg/ha N als DAP + Cultan zur Saat in jede 2. Zwischenreihe nach NID	x	x	x
9	„Cultan 3“ ^{***}) Cultan-Injektion in einer Gabe zur Saat in jede 2. Zwischenreihe nach NID	x	x	x
10	Gesamte N-Düngung zur Saat mit Alzon 46	x	x	x

Am Standort Forchheim ist die Versuchsanlage 2005 eine zweifaktorielle Spaltanlage mit drei Wiederholungen, die drei geprüften Düngungshöhen sind:

- N-Düngungsmenge nach NID
- N-Düngungsmenge nach „NID minus 20%“
- N-Düngungsmenge nach „NID plus 20%“.

In Forchheim ab 2006 und in Orschweier ist der Versuch als einfaktorielle Blockanlage mit 3 Wiederholungen angelegt, es wird nur noch die Düngungshöhe nach NID geprüft.

Die Variante V7 wurde 2006 und 2007 nicht angelegt.

7.2 Ergebnisse

Erträge

Am Standort Forchheim traten 2005 zwischen den N-Stufen keine signifikanten Unterschiede im Kornertrag (Tab. 7-3) auf.

Im Mittel der N-Stufen war die V3 (Gesamte Düngung mit ENTEC Mais zur Saat) allen Varianten außer der V9 (Cultan - Injektion in einer Gabe zur Saat) signifikant im Kornertrag überlegen. Die V9 zeigte einen signifikant höheren Kornertrag als die V4 (UF-Düngung mit Kalkstickstoff + Flächendüngung mit KAS im 6-Blatt-Stadium) und die V8 (UF-Düngung mit DAP + Cultan zur Saat). Die V8 war auch allen anderen gedüngten Varianten signifikant im Kornertrag unterlegen.

In Orschweier (Tab. 7-5) lieferte die V3 (einmalige Düngung mit ENTEC Mais zur Saat), aber auch die Harnstoffvariante (V6), einen signifikant höheren Ertrag als die V4 (UF-Düngung mit Kalkstickstoff + Flächendüngung mit KAS im 6-Blatt-Stadium) und die V7 (UF-Düngung mit DAP + Flächendüngung mit KAS im 6-Blatt-Stadium). Die V6 war zudem der V9 (Cultan-Injektion in einer Gabe zur Saat) signifikant im Kornertrag überlegen. Somit war es 2005 in Orschweier möglich, mit dem wesentlich billigeren Harnstoff die gleichen Ertragsergebnisse zu erreichen wie mit ENTEC Mais. In Orschweier war der Harnstoff nach der Ausbringung leicht eingearbeitet worden, was in Forchheim nicht der Fall war. In Forchheim gab es in der V6 größere gasförmige Stickstoffverluste in Form von NH_3 durch die fehlende Einarbeitung. Diese Verluste haben in Forchheim zu dem schlechten Abschneiden der V6 beigetragen.

Betrachtet man die Erträge der einzelnen Varianten in Forchheim im Jahr 2006, in dem auch nur noch die Düngungsstufe nach NID geprüft wurde, so fällt auf, dass die V10 (Gesamte Düngung zur Saat mit Alzon 46) der V1 (ungedüngt) und der V2 (UF 40 ENTEC (25 + 15)) ertraglich signifikant überlegen war. In Orschweier dominierte 2006 ebenfalls die V10. Sie war wie schon in Forchheim der V2, aber auch der V8 (Cultan 2) ertraglich signifikant überlegen. 2007 lag in Forchheim die Cultan 3 – Variante vorne. Signifikante Ertragsunterschiede konnten 2007 für diesen Standort nur zwischen den gedüngten und der ungedüngten Variante festgestellt werden. Am Standort Orschweier erreichte wie schon 2005 die V6 (Harnstoff) den höchsten Ertrag. Sie war der V1 (ungedüngt), der V4 (UF 30 Kalkstickstoff + KAS) und der V7 (Cultan 2) signifikant überlegen. So dominierte im Mittel der Jahre 2006/2007 am Standort Forchheim die Alzon-Variante. In Orschweier dagegen dominierte von 2005 bis 2007 die eingearbeitete Harnstoffvariante.

Betrachtet man die Erträge im Mittel der Jahre und Standorte sind keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit vom jeweiligen Düngungssystem festzustellen.

Wachstumsbeobachtungen

Die Bonitur- und Ertragsdaten für Korn und Stroh sind in den Tabellen Tab. 7-3 bis Tab. 7-7 aufgelistet. Für den Standort Orschweier liegen dem LTZ keine Boniturdaten vor. Aus diesem Grund werden nur die Boniturdaten vom Standort Forchheim abgebildet. Im Jahr 2005 (Tab. 7-6) erreichte die Düngungsstufe NID + 20 % die größte Pflanzenlänge. Wobei hier die V6 (Harnstoffvariante) mit 243 cm die längsten Pflanzen hervor brachte. Der Zünslerbefall lag über die Düngungsstufen gesehen zwischen 19 und 24 %, der Befall mit Beulenbrand lag in diesem Jahr zwischen 2 und 4 %. Das Jahr 2006 überzeugte mit einer enormen Wüchsigkeit (Tab. 7-7). So erreichten die Pflanzen eine Spitzenlänge von 295 cm (V6 + V8). Der Zünslerbefall lag 2006 unter der Befallshöhe des Vorjahres. Er wurde im Schnitt aller Varianten mit 15 % festgehalten. Wobei die V5 (UF 40 DAP + KAS) mit 9 % den niedrigsten Befall vorweisen konnte. Im Gegensatz zum Maiszünslerbefall nahm der Befall mit Beulenbrand 2006 zu. Im Schnitt der Varianten waren 12 % der Pflanzen befallen. 2007 war die Pflanzenlänge mit 259 cm (UF 30 Kalkstickstoff + KAS) wieder rückläufig. Aber auch der

Zünslerbefall nahm in diesem Jahr weiter ab. Ebenso war der Befall mit Beulenbrand leicht abnehmend.

7.3 Zusammenfassung

Die Jahre 2005 – 2007 zeigen, dass die Varianten V6 (Harnstoff) und die Alzon-Variante im Mittel der Jahre die ertraglich stabilsten Düngungssysteme darstellen. Ob diese Varianten immer die kostengünstigsten Varianten sind, ist immer abhängig von den aktuellen Düngemittelpreisen (Tab. 7-8 bis Tab. 7-10).

2005 war die Harnstoffvariante im Mittel der beiden Standorte der Cultan-Variante zur Saat in jede 2. Reihe (V8) ertraglich mit 1,8 dt/ ha Mehrertrag leicht überlegen. Im Jahr 2006 erzielte dagegen die Variante mit Alzon 46 mit 5,4 dt/ha Mehrertrag gegenüber der Harnstoffvariante den höchsten Ertrag. Obwohl die Harnstoffvariante 2006 mit 111,24 €/ha billiger war wie die Alzonvariante mit 122,58 €/ha, war die Alzonvariante auf Grund des Mehrertrags von 5,4 dt/ha bei einem Auszahlungspreis von 14 €/dt Mais wirtschaftlicher.

Wenn man das Mittel der beiden Standorte für das Jahr 2007 betrachtet, ist die Harnstoffvariante ertraglich und wirtschaftlich wieder überlegen. Betrachtet man die Einzelstandorte, dann bestätigt sich die Aussage beispielsweise für Forchheim. Die Harnstoffvariante erzielte hier gegenüber der ertragsstärksten Variante Cultan 3 einen Minderertrag von 2,1 dt/ha. Durch die geringeren Kosten der Harnstoffvariante (127,32 €) gegenüber der Cultanvariante (182,07 €) bleibt sie bei einem Auszahlungspreis im Jahr 2007 von über 25 €/dt Mais trotz Minderertrag die wirtschaftlichere Variante. Aus diesem Grund kann man sagen, dass die wirtschaftlichste Variante immer abhängig von den aktuellen Düngemittelpreisen und dem erzielten Mehrertrag (Minderertrag) sowie dem erzielbaren Erzeugerpreis ist.

Tab. 7-3: Erträge Forchheim 2005; alle Düngungsstufen

Versuchsvarianten	Nr.	NID		NID - 20 %		NID + 20%		Mittel	
		Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)	Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)	Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)	Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)
ungedüngt	1	78,9	75	74,3	71	80,8	75	78	74
UF 40 kg/ha N als ENTEC (25+15) + Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	2	105,6	101	108,9	105	107,5	100	107,4	102
Gesamte N-Düngung zur Saat mit Entec Mais (18/8/13/2)	3	110,6	106	114,1	110	120,8	112	115,2	109
UF 30 kg/ha N als Kalkstickstoff (1,5 dt/ha), Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	4	101,6	97	100,5	97	107	99	103,1	98
UF 40 kg/ha N als DAP + Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	5	104,6	100	102	98	108,8	101	105,1	100
Gesamte N-Düngung zur Saat mit Harnstoff	6	101,9	97	101,9	98	106,1	99	103,3	98
„Cultan 1“ UF 40 kg/ha N als DAP + Cultan im 3-Blattstadium in jede 2. Zwischenreihe nach NID	7	108,1	103	103,1	99	114,3	106	108,5	103
„Cultan 2“ UF 40 kg/ha N als DAP + Cultan zur Saat in jede 2. Zwischenreihe nach NID	8	95,4	91	91,9	88	93,7	87	93,7	89
„Cultan 3“ Injektion in einer Gabe zur Saat in jede 2. Zwischenreihe nach NID	9	106,1	101	112,4	108	109,4	102	109,3	104
Gesamte Düngung zur Saat mit Alzon 46	10	107,6	103	102,6	99	102,3	95	104,2	99
Versuchsmittel		102,1		101,2		105,1		102,8	
Versuchsmittel ohne ungedüngte Kontrolle		104,7	100	104,2	100	107,8	100	105,5	100
GD 5 % Düngungshöhe * Düngung		10,8*		10,8*		10,8*			
GD 5 % Düngungshöhe									
GD 5 % Düngungssystem								6,2*	

* signifikant

Der Relativertrag (% VM) bezieht sich auf das Versuchsmittel ohne ungedüngte Kontrolle

Tab. 7-4: Erträge Forchheim 2003 - 2005; nur Düngungsstufen ohne die Cultan-Varianten

Versuchsvarianten	Nr.	NID		NID - 20 %		NID + 20%		Mittel	
		Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)	Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)	Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)	Ertrag (dt/ha)	Relativ-ertrag (%)
ungedüngt	1	86,2	73,9	78,8	69,6	82,1	69,8	82,4	71,1
UF 40 kg/ha N als ENTEC (25+15) + Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	2	117,9	101,0	116,2	102,6	116,5	99,0	116,9	100,9
Gesamte N-Düngung zur Saat mit Entec Mais (18/8/13/2)	3	119,8	102,6	115,4	101,9	121,6	103,4	118,9	102,6
UF 30 kg/ha N als Kalkstickstoff (1,5 dt/ha), Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	4	114,6	98,2	112,1	99,0	118,7	100,8	115,1	99,3
UF 40 kg/ha N als DAP + Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	5	116,2	99,5	111,1	98,1	117,3	99,7	114,8	99,1
Gesamte N-Düngung zur Saat mit Harnstoff	6	115,2	98,7	111,5	98,4	114,2	97,0	113,6	98,1
Versuchsmittel		111,7		107,5		111,7		110,3	
Versuchsmittel ohne ungedüngte Kontrolle		116,8	100	113,2	100	117,7	100	115,9	100

Der Relativertrag (% VM) bezieht sich auf das Versuchsmittel ohne ungedüngte Kontrolle

Tab. 7-5: Erträge beider Standorte 2005 – 2007

Düngung	v	Forchheim								Orschweier								Mittel							
		dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM	dt/ha	% VM		
		2005		2006		2007		Mittel 06+07		2005		2006		2007		Mittel		2005		2006		2007		Mittel	
ungedüngt	1	78,9	75,4	120,0	88,3	91,9	78,4	105,7	83,2	47,7	44,5		0,0	85,2	71,7	66,5	61,2	47,7	44,5	120,0	100,3	88,6	75,4	82,2	71,7
UF 40 ENTEC 25+15	2	105,6	100,9	120,6	88,8	117,6	100,3	119,7	94,2	114,4	106,6	84,4	82,3	118,0	99,3	103,2	95,0	114,4	106,6	102,5	85,7	114,2	97,2	108,9	95,0
ENTEC 18+8+13+2	3	110,6	105,6	136,6	100,5	117,8	100,4	127,2	100,1	116,5	108,6	104,8	102,3	119,1	100,2	113,5	104,5	116,5	108,6	120,7	100,9	118,4	100,8	116,5	101,7
UF 30 KAS	4	101,6	97,0	134,7	99,1	119,4	101,8	127,2	100,1	100,0	93,2	105,5	102,9	112,8	95,0	106,1	97,7	100,0	93,2	120,1	100,4	116,1	98,8	110,8	96,7
UF 40 DAP	5	104,6	99,9	140,2	103,2	114,9	97,9	127,4	100,2	106,3	99,0	103,6	101,1	121,3	102,1	110,4	101,7	106,3	99,0	121,9	101,9	118,1	100,5	113,7	99,2
Harnstoff	6	101,9	97,3	141,6	104,2	118,5	101,0	129,9	102,2	116,8	108,8	105,2	102,7	127,8	107,6	116,6	107,4	116,8	108,8	123,4	103,2	123,2	104,8	119,1	103,9
Cultan 1	7	108,1	103,2							90,6						90,6		90,6							96,3
Cultan 2	8	95,4	91,1	139,7	102,8	112,7	96,1	126,0	99,1	115,0	107,1	98,3	95,9	112,6	94,8	108,6	100,0	115,0	107,1	119,0	99,5	112,7	95,9	113,0	98,6
Cultan 3	9	106,1	101,3	136,4	100,3	120,6	102,8	128,6	101,2	100,1	93,3	105,0	102,4	122,0	102,7	109,0	100,4	100,1	93,3	120,7	100,9	121,3	103,2	112,9	98,5
Alzon 46	10	107,6	102,8	144,3	106,1	117,0	99,7	130,4	102,6	106,4	99,1	113,3	110,5	121,5	102,3	113,7	104,7	106,4	99,1	128,8	107,7	119,3	101,5	116,7	101,8
UF 40 DAP	11													113,8	95,8	113,8	104,7					113,8	96,8		0,0
Mittel		102,1	97,5	134,9	99,3	114,5	97,6	117,2	92,2	101,4	94,5	102,5	100,0	114,7	96,6	106,5	98,0	101,4	94,5	119,7	100,0	114,6	97,5	112,1	97,8
Vers.mittel ohne ungedüngte Kontrolle		104,7	100,0	135,9	100,0	117,3	100,0	127,1	100,0	107,3	100,0	102,5	100,0	118,8	100,0	108,6	100,0	107,3	100,0	119,6	100,0	117,5	100,0	114,6	100,0
GD 5% Düngung		6,3**		6,9**		10,6**		13,3*		16,5**		11,9**		13,7**		17,2**		16,5**		8,9**		10,1**		20,4*	

* signifikant, ** hochsignifikant

Der Relativertrag (% VM) bezieht sich auf das Versuchsmittel ohne ungedüngte Kontrolle

Tab. 7-6: Bonituren 2005, Forchheim

Düngungshöhe	Nr.	Kornertrag bei 86% TS (dt/ha)	TKM (g)	Strohertrag (dt TM/ha)	Verhältnis Korn:Stroh = 1:x	Pflanzenlänge (cm)	Stängel-fäule	Zünslerbefall (%)	Beulenbrand (%)
NID	1	78,9	298	61,8	0,8	229	1	25	1
	2	105,6	346	76,9	0,7	231	1	26	3
	3	110,6	349	69,8	0,6	228	1	24	4
	4	101,6	350	74,0	0,7	219	1	25	3
	5	104,6	349	71,1	0,7	232	1	21	3
	6	101,9	353	75,1	0,7	239	1	17	3
	7	108,1	354	73,8	0,7	232	1	16	3
	8	95,4	317	62,3	0,7	233	1,3	21	1
	9	106,1	352	77,3	0,7	237	1	16	3
	10	107,6	350	83,3	0,7	236	1	15	6
	Mittel	102,0	342	72,5	0,7	232	1	20	3
Mittel ohne V1	104,6	347	73,7	0,7	232	1	20	3	
NID - 20 %	1	74,3	303	69,0	0,9	237	1,3	30	1
	2	108,9	349	67,1	0,6	226	1	20	2
	3	114,0	342	78,6	0,7	236	1	20	3
	4	100,5	359	72,6	0,7	225	1	30	4
	5	102,0	352	68,9	0,7	224	1,3	29	1
	6	101,9	367	67,0	0,7	238	1,3	21	3
	7	103,1	341	71,7	0,7	227	1	24	1
	8	91,9	312	66,2	0,7	233	1	30	2
	9	112,4	360	73,9	0,7	241	1,3	16	2
	10	102,6	349	72,5	0,7	240	1	22	4
		101,1	343	70,7	0,7	233	1,1	24	2
Mittel ohne V1	104,1	348	70,9	0,7	232	1,1	24	2	
NID + 20 %	1	80,8	318	67,6	0,8	236	1	25	2
	2	107,5	351	74,0	0,7	234	1	24	3
	3	120,8	355	83,9	0,7	242	1	14	5
	4	106,9	357	84,3	0,8	234	1	20	3
	5	108,7	357	78,6	0,7	231	1	20	3
	6	106,1	364	74,9	0,7	243	1	17	3
	7	114,3	349	81,7	0,7	236	1,3	23	4
	8	93,6	343	67,7	0,7	232	1,6	28	2
	9	109,4	368	81,2	0,7	237	1,3	12	2
	10	102,3	366	77,0	0,8	234	1	17	7
		105,0	353	77,1	0,7	236	1,1	20,2	3
Mittel ohne V1	107,7	357	78,1	0,7	236	1,1	19	4	

Tab. 7-7: Bonituren Forchheim 2005 – 2007

		Pflanzen mit Maiszünsler %				Pflanzen mit Beulenbrand %				Stengelfäule: Mais				Lagerpflanzen vor Ernte %			
		2005	2006	2007	Mittel	2005	2006	2007	Mittel	2005	2006	2007	Mittel	2005	2006	2007	Mittel
ungedüngt	1	25	14	5	15	1	3	1	2	1		1	1	5		1	3
UF 40 kg/ha N als ENTEC (25+15) + Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	2	26	16	7	16	3	28	12	14	1		1	1	2		0	1
Gesamte N-Düngung zur Saat mit Entec Mais (18/8/13/2)	3	24	16	5	15	4	6	12	7	1		1	1	4		0	2
UF 30 kg/ha N als Kalkstickstoff (1,5 dt/ha), Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	4	25	18	5	16	3	22	17	14	1		1	1	1		0	1
UF 40 kg/ha N als DAP + Flächendüngung als KAS - 6-Blattstadium nach NID	5	21	9	7	12	3	17	11	10	1		1	1	3		0	2
Gesamte N-Düngung zur Saat mit Harnstoff	6	17	14	7	12	3	7	7	6	1		1	1	1		0	0
„Cultan 1“ UF 40 kg/ha N als DAP + Cultan im 3-Blattstadium in jede 2. Zwischenreihe nach NID	7	16			16	3			3	1			1	3			3
„Cultan 2“ UF 40 kg/ha N als DAP + Cultan zur Saat in jede 2. Zwischenreihe nach NID	8	21	15	8	15	1	10	11	8	1		1	1	3		0	2
„Cultan 3“ Injektion in einer Gabe zur Saat in jede 2. Zwischenreihe nach NID	9	16	19	5	14	3	5	7	5	1		1	1	2		0	1
Gesamte Düngung zur Saat mit Alzon 46	10	15	15	4	11	6	6	13	8	1		1	1	1		0	1
Mittel		20	15	6	14	3	12	10	8	1		1	1	3		0	1

Tab. 7-8: Düngemittelpreise Februar 2005

Düngemittel	Preis*)**) (€/dt)	Preis je kg N (€)	Sonstiges
Harnstoff	29,58	0,64	
Alzon 46	--,--	--,--	
ENTEC Mais (18/8/13/2)	27,60	1,01	Annahme: 0,46 €/kg P ₂ O ₅ ; 0,35 €/kg K ₂ O; 0,58 €/kg MgO
KAS	19,72	0,73	
Domamon L 26	--,--	--,--	6 % S
Kalkstickstoff	48,72	2,44	„Kalkgewinn“
Entec 25 + 15	30,16	0,93	Annahme: 0,46 €/kg P ₂ O ₅
DAP	28,42	0,40	Annahme: 0,46 €/kg P ₂ O ₅

*) Quelle: ZG Malsch **) incl. 16 % MwSt.

Tab. 7-9: Düngemittelpreise Februar 2006

Düngemittel	Preis*)**) (€/dt)	Preis je kg N (€)	Sonstiges
Harnstoff	30,10	0,65	
Alzon 46	33,17	0,72	
ENTEC Mais (18/8/13/2)	28,18	0,95	Annahme: 0,58 €/kg P ₂ O ₅ ; 0,41 €/kg K ₂ O; 0,58 €/kg MgO
KAS	21,11	0,78	
Domamon L 26	17,74	0,89	6 % S
Kalkstickstoff	48,72	2,44	„Kalkgewinn“
Entec 25 + 15	30,27	0,86	Annahme: 0,58 €/kg P ₂ O ₅
DAP	30,27	0,20	Annahme: 0,58 €/kg P ₂ O ₅

*) Quelle: ZG Malsch & Vertrieb Hersteller **) incl. 19 % MwSt.

Tab. 7-10: Düngemittelpreise Februar 2007

Düngemittel	Preis*)**) (€/dt)	Preis je kg N (€)	Sonstiges
Harnstoff	34,45	0,75	
Alzon 46	31,18	0,68	
ENTEC Mais (18/8/13/2)	32,01	0,85	Annahme: 0,83 €/kg P ₂ O ₅ ; 0,69 €/kg K ₂ O; 0,58 €/kg MgO
KAS	24,51	0,91	
Domamon L 26	21,42	1,07	6 % S
Kalkstickstoff	55,93	2,80	„Kalkgewinn“
Entec 25 + 15	32,13	0,79	Annahme: 0,83 €/kg P ₂ O ₅
DAP	40,34	0,12	Annahme: 0,83 €/kg P ₂ O ₅

*) Quelle: ZG Malsch & Vertrieb Hersteller **) incl. 19 % MwSt.

Tab. 7-11: Düngungskosten am Standort Forchheim in den Düngungssystemen V2 - V10 bei Düngung nach NID unter Zugrundelegung der aktuellen Düngemittelpreise

Düngungssystem	Nr.	Kosten 2005 (€/ha) *)	Kosten 2006 (€/ha) *)	Kosten 2007 (€/ha) *)
UF-Düngung 40 kg /ha N mit ENTEC 25+15+ Flächendüngung mit KAS i. 6-Blatt-Stad. nach NID	2	132,16	136,15	149,50
Gesamte Düngung zur Saat mit ENTEC Mais (18/8/13/2)	3	171,98	161,03	143,93
UF-Düngung 30 kg/ha N mit Kalkstickstoff+ Flä- chendüngung mit KAS i. 6-Blatt-Stad. nach NID	4	175,33	182,54	210,98
UF-Düngung 40 kg/ha N mit DAP + Flächendün- gung mit KAS i. 6-Blatt-Stad. nach NID	5	111,08	109,62	122,81
Gesamte Düngung zur Saat mit Harnstoff	6	109,32	111,24	127,32
UF-Düngung 40 kg/ha N als DAP + Cultan Li- nieninjektion i. 3-Blatt-Stad.	7	---**)	123,29	144,03
UF 40 kg/ha N als DAP + Cultan zur Saat i. jede 2. Zwischenreihe nach NID	8	---**)	123,29	144,03
Cultan-Injektion in einer Gabe zur Saat	9	---**)	150,79	182,07
Gesamte Düngung zur Saat mit Alzon 46	10	---**)	122,58	115,23

*) ohne Ausbringungskosten

***) für 2005 sind keine Preise für diesen Dünger vorhanden

die Kosten wurden mit den jeweils aktuellen Frühjahrspreisen berechnet

8 Versuch Gründung (2002/2003)

8.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

Wie wirken sich abfrierende und winterharte Begrünung auf die N-Aufnahme der Pflanzen und auf die N-Gehalte sowie die N-Verlagerung im Boden über Winter bis in das Frühjahr aus?

Durch den Anbau von Gründungspflanzen wird mineralisierter Stickstoff von den Pflanzen aufgenommen und durch biologische Konservierung vor Auswaschung über Winter geschützt. Das Ausmaß der Konservierung und der anschließenden Mineralisierung im Frühjahr hängt jedoch wesentlich von der Art der Gründung ab.

Geprüfte Faktoren

Abfrierende Zwischenfrüchte: Gelbsenf (Achilles, Hohenheimer), Phacelia (Amerigo, Balo) und Ölrettich (Final, Ikarus),

Nicht abfrierende Zwischenfrüchte: Einjähriges Weidelgras (Aubade, Lemnos), Welsches Weidelgras (Bellem, Tetraflorum), Winterraps (Akela, Lirator), Winterrüben (Perko) und Grünroggen (Protector)

Selbstbegrünung bzw. unbewachsener Boden (keine Begrünung)

Versuchsanlage und -durchführung

Bei der Versuchsanlage handelt es sich um eine einfaktorielle Blockanlage mit 3 Wiederholungen. Die Aussaat der Begrünungen erfolgte am 23. August 2002. Bei den Begrünungen erfolgte keine N-Düngung und kein Pflanzenschutz. Die Vorrucht war Winterraps. Bei dem Versuchsstandort in Forchheim handelt es sich um einen anlehmigen Sandboden.

Zur Feststellung des Biomasseaufwuchses (Frischmasse, Trockenmasse, N-Gehalt) der Varianten wurden ab November in monatlichen Abständen bis zum Einarbeitungstermin Proben gezogen. Die Nmin-Bodenprobenahme erfolgte ab Mitte Oktober und wurde in monatlichen Abständen bis Mitte April wiederholt.

8.2 Ergebnisse im Jahr 2002/2003

8.2.1 Biomasseaufwuchs, N-Aufnahme durch die Pflanzen und Boden-N-Gehalte vor und über Winter

Abfrierende Begrünung

Die abfrierenden Gründungspflanzen (Gelbsenf, Phacelia und Ölrettich) produzieren im Herbst Biomasse von ca. 42 dt TM/ha, der Ölrettich deutlich mehr als die anderen Arten (Tab. 8-1). Durch die hohe N-Aufnahme im Herbst durch die Pflanzen (110 kg N/ha) geht der N-Gehalt im Boden bis zum Dezember auf 2 kg N/ha zurück (Abb. 8-1, Tab. 8-2, Tab. 8-3). Danach sterben die Pflanzen infolge der Frosteinwirkung ab, das abgestorbene Material bröckelt ab und der Boden mineralisiert, wodurch die Boden-N-Gehalte im Frühjahr bis zu durchschnittlich 36 kg N/ha im April wieder ansteigen. Dieser Stickstoff stellt ein Auswaschungspotenzial dar, das bei niederschlagsreicher Witterung hätte ausgewaschen werden können. Durch die extrem trockene Witterung in den Monaten

Februar 2003 (19 mm), März 2003 (22,4 mm) und April 2003 (24,1 mm) fand keine Auswaschung statt (Tab. 1-1 Wetterdaten 2002 - 2007).

Überwinternde Begrünung:

Die winterharten Arten (Einjähriges Weidelgras, Winterraps, Winterrübsen, Welsches Weidelgras und Grünroggen) sind in ihrer Wuchseistung sehr unterschiedlich. Bis Mitte Dezember werden ca. 50 dt TM/ha mit knapp 100 kg N/ha in den Pflanzen gebildet. Die höchsten Massenerträge erreichen die Weidelgräser und der Roggen mit 58 dt/ha, der Winterraps und die Winterrübsen erreichen ca. 35 dt/ha. Wie bei der abfrierenden Begrünung gehen daher im Herbst die N-Werte im Boden durch das Pflanzenwachstum sehr schnell zurück (Abb. 8-2, Tab. 8-1, Tab. 8-2, Tab. 8-3). Da die Pflanzen über Winter nicht absterben und weiterhin Stickstoff aus dem Boden aufnehmen, bleiben die Boden-N-Gehalte bis in den April konstant auf einem sehr niedrigen Niveau (1 – 8 kg N/ha). Das Auswaschungspotenzial im Frühjahr ist sehr gering.

Unbewachsener Boden

Durch die fehlende N-Aufnahme der Pflanzen und die niederschlagsreiche Witterung im Herbst 2002 (November 2002: 119,8 mm; Dezember 2002: 59,2 mm) ist der Rückgang der N-Gehalte im Boden von 66 kg N/ha im Oktober auf 9 kg N/ha im Januar auf Auswaschungseffekte zurückzuführen (Tab. 8-3, Abb. 8-2). In den Folgemonaten steigen die Boden-N-Gehalte durch Mineralisation wieder an. Dieser Stickstoff im Boden wird auf Grund der fehlenden Niederschläge von Februar bis April nicht ausgewaschen.

8.3 Fazit

Aus Sicht des Wasserschutzes ist der unbewachsene Boden als ungünstigste Variante anzusehen. Der im Herbst vorhandene Stickstoff wird ausgewaschen und der von Januar bis April 2003 mineralisierte Stickstoff hätte ausgewaschen werden können. Die abfrierende Begrünung verhindert die N-Auswaschung im Herbst bis zum Dezember 2002. Die überwinternde Begrünung nimmt den Stickstoff auch über den Winter aus dem Boden auf und konserviert ihn in der Pflanzenmasse nicht nur von Oktober bis Dezember sondern auch bis zum April des Folgejahres. Dadurch verhindern die überwinternden Pflanzenarten eine N-Auswaschung im gesamten Versuchszeitraum (=auswaschungsgefährdeter Zeitraum). Während der Vegetationsperiode kann dann der in den Pflanzen fixierte Stickstoff nach der Mineralisation der Folgefrucht wieder zur Verfügung stehen.

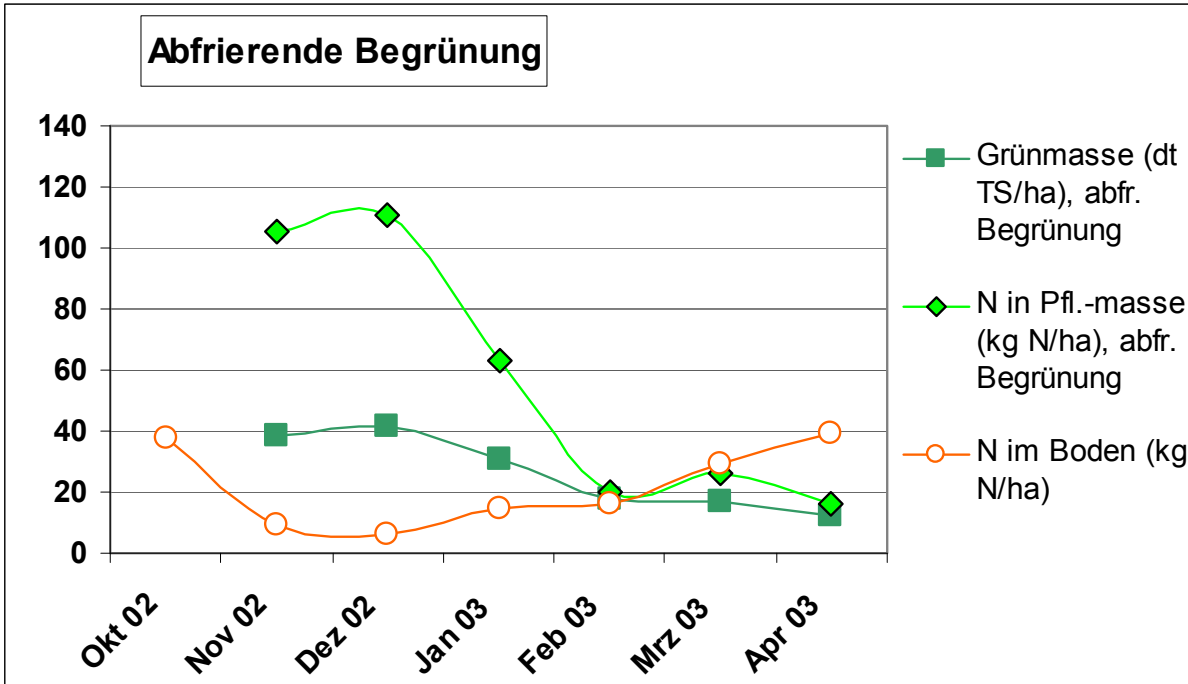


Abb. 8-1: Verlauf der Grünmassebildung, der N-Aufnahme durch die Pflanzen (Gelbsenf, Phacelia, Ölrettich) und des N-Gehalts im Boden (0-90 cm) 2002/2003

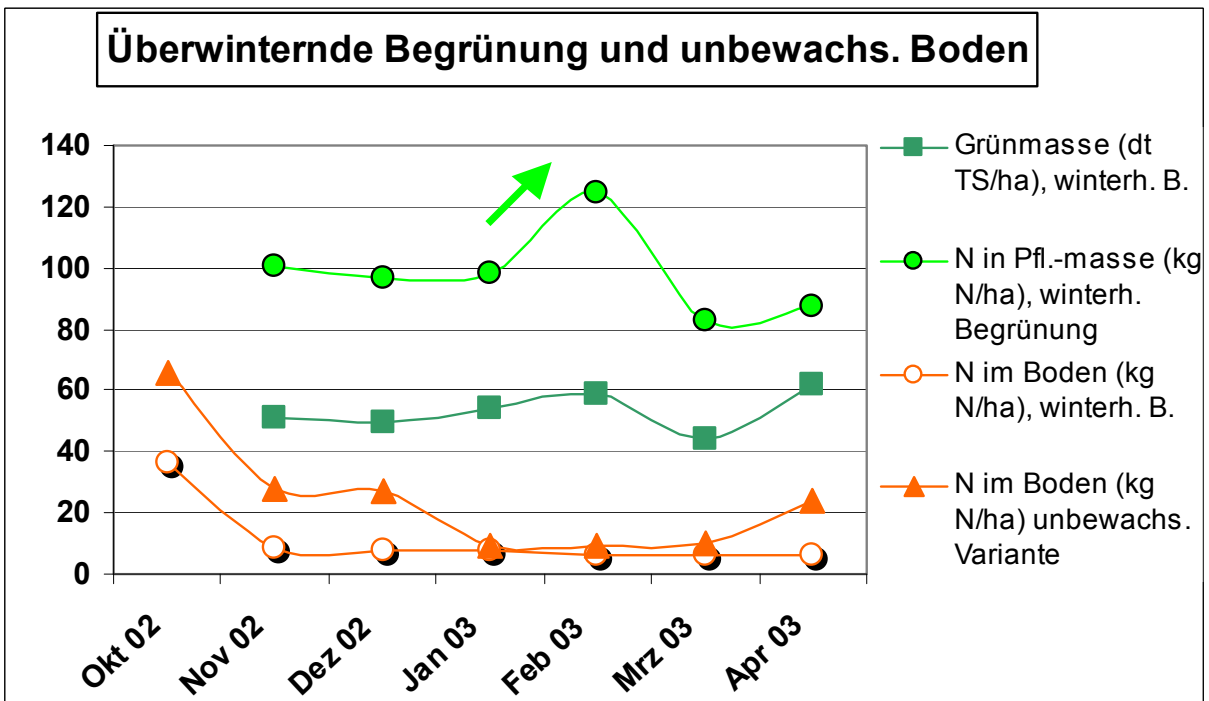


Abb. 8-2: Verlauf der Grünmassebildung, der N-Aufnahme durch die Pflanzen (Einjähriges Weidelgras, Winterraps, Winterrübsen, Welsches Weidelgras und Grünroggen) und des N Gehalts im Boden (0-90 cm) 2002/2003

Tab. 8-1: Versuch Gründung (2002/2003); Trockenmasseertrag (dt/ha)

Kulturart	Probenahmetermin					
	Nov 02	Dez 02	Jan 03	Feb 03	Mrz 03	Apr 03
Gelbsenf	34,5	39,7	24,1	18,1	22,0	18,6
Phacelia	35,6	39,0	25,7	16,8	14,4	10,7
Ölrettich	45,7	47,1	41,5	19,0	14,9	7,8
Einjähriges Weidelgras	66,0	54,0	67,3	77,5	52,1	63,7
Winterraps	32,8	35,9	28,5	27,3	25,4	20,9
Winterrüben	36,8	36,9	32,6	30,0	21,9	20,5
Welsches Weidelgras	49,8	69,6	72,9	95,3	59,7	82,3
Grünroggen	70,6	51,5	70,4	63,4	62,8	121,4
Abfrierende Gründung	38,6	41,9	30,4	17,9	17,1	12,4
Winterharte Gründung	51,2	49,6	54,3	58,7	44,4	61,8
Mittel	46,5	46,7	45,4	43,4	34,1	43,2

Tab. 8-2: Versuch Gründung (2002/2003); N-Aufnahme Pflanze (kg N/ha)

Kulturart	Probenahmetermin					
	Nov 02	Dez 02	Jan 03	Feb 03	Mrz 03	Apr 03
Gelbsenf	92,0	98,0	36,1	22,4	23,9	18,6
Phacelia	93,5	103,0	58,9	17,0	23,7	14,4
Ölrettich	130,1	132,0	93,5	21,4	31,3	14,3
Einjähriges Weidelgras	97,1	87,6	80,7	84,0	78,0	82,1
Winterraps	90,9	90,7	86,3	63,1	73,3	62,8
Winterrüben	96,4	108,1	98,1	72,4	69,0	56,0
Welsches Weidelgras	83,2	96,1	87,1	244,8	81,8	80,7
Grünroggen	133,4	100,4	137,9	158,6	112,4	155,4
Abfrierende Gründung	105,2	111,0	62,8	20,3	26,3	15,8
Winterharte Gründung	100,2	96,6	98,0	124,6	82,9	87,4
Mittel	102,1	102,0	84,8	85,5	61,7	60,5

Tab. 8-3: Versuch Gründung (2002/2003); Nmin (0 - 90 cm) (kg N/ha)

Kulturart	Probenahmetermin						
	Okt 02	Nov 02	Dez 02	Jan 03	Feb 03	Mrz 03	Apr 03
Gelbsenf	33	6	4	11	10,	24	28
Phacelia	56	6	2	8	10	27	34
Ölrettich	18	4	1	6	16	28	46
Einjähriges Weidelgras	37	4	7	4	2	1	1
Winterraps	34	3	4	3	3	9	6
Winterrüben	26	2	3	4	4	4	8
Welsches Weidelgras	47	11	5	1	1	2	1
Grünroggen	32	3	2	3	2	4	1
ohne Gründung	66	28	27	9	9	10	24
Abfrierende Gründung	35,7	5,2	2,0	8,0	11,8	25,8	35,5
Winterharte Gründung	35,1	4,5	4,0	2,8	2,4	4,0	3,3
Mittel (Gründung)	35,3	4,8	3,3	4,8	5,99	12,2	15,4

9 Versuch Gründung (2003/04 - 2004/05)

9.1 Versuchsbeschreibung:

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

Nach dem ersten Versuchsjahr (2002/2003) wurde die Versuchsfrage ab Herbst 2003 erweitert: Wie wirken sich abfrierende und winterharte Begrünung (2004/2005 zwei Aussattermine der Zwischenfrucht) sowie der Anbau von Winterungen und 2 Einarbeitungstermine auf die N-Aufnahme der Pflanzen, N-Gehalte sowie die N-Verlagerung im Boden über Winter bis in das Frühjahr, auf die Erträge und auf das Wachstumsverhalten der Folgefrucht aus?

Durch den Anbau von Gründungsgrünungen wird mineralisierter Stickstoff von den Pflanzen aufgenommen und durch biologische Konservierung vor Auswaschung über Winter geschützt. Das Ausmaß der Konservierung und der anschließenden Mineralisierung hängt jedoch wesentlich von der Art der Gründungsgrünung und dem Saatzeitpunkt ab. Des Weiteren spielt der Zeitpunkt der Einarbeitung der Ernterückstände eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung des gebundenen Stickstoffs im Spross der Pflanze. In den Wintern 2003/2004 sowie 2004/2005 wurden daher 10 bzw. 15 verschiedene Gründungsarten nach Körnererbsen in einem Versuch ausgewertet. Körnererbsen hinterlassen nach der Ernte eine große Menge an leicht umsetzbaren Ernterückständen, die im Herbst eine größere N-Freisetzung erwarten lassen, welche es zu konservieren gilt.

Geprüfte Faktoren

Pflanzenart Gründungsgrünung

Selbstbegrünung bzw. unbewachsener Boden.

Abfrierende Zwischenfrüchte 2003/2004: Gelbsenf (Achilles), Sareptasenf (Vitasso), Phacelia (Balo) und Ölrettich (Ikarus); 2004/2005: Gelbsenf (Achilles), Sareptasenf (Vitasso), Phacelia (Balo), Ölrettich (Ikarus), Sonnenblumen (Helena), Ackerbohne + Erbse + Saatwicke (Limbo + Livioletta + Caroline)

Nicht abfrierende Zwischenfrüchte 2003/2004: Einjähriges Weidelgras (Aubade), Winterraps (Akele), Winterrüben (Perko), Welsches Weidelgras (Tetraflorum) und Grünroggen (Protector); 2004/2005: Einjähriges Weidelgras (Aubade), Winterraps (Akele), Winterrüben (Lenox), Welsches Weidelgras (Tetraflorum), Grünroggen (Protector), Persischer Klee + Einjähriges Weidelgras (Gorby + Aubade), Alexandriner Klee + Einjähriges Weidelgras (Winner + Aubade), Inkarnatklee + Einjähriges Weidelgras (Linkarus + Aubade)

Pflanzenart Wintergetreide und Winterraps

Selbstbegrünung bzw. unbewachsener Boden

Winterraps (Express), Wintergerste (Reni), Winterroggen (Recrut), Wintertriticale (Trinidad), Winterweizen (Dekan)

Einarbeitungstermin:

OgL (ab 1.12.03 bzw. 1.12.04)

SchALVO: Ab 1.03.04 bzw. 1.03.05, da Folgefrucht Körnermais eine späte Sommerung ist

Saattermin:

Anfang/Mitte August

4 Wochen nach o.g. Termin (2004/2005)

Erträge der Folgefrucht

Körnermais (Dracila)

Versuchsanlage und -durchführung

Bei der Versuchsanlage handelte es sich um eine Spaltanlage mit 3 Wiederholungen. Die Aussaat der Begrünungen erfolgte 2003/2004 am 15.08.2003. Die Einarbeitung wurde am 1.12.03 sowie am 1.03.04 durchgeführt. Im zweiten Versuchsjahr (2004/2005) war der erste Aussaattermin am 10.08.04 und der 4 Wochen spätere Aussaattermin der Begrünungen am 09.09.04. Die Einarbeitung erfolgte am 08.12.04 und am 29.03.05. Die Winterungen wurden bei den ortsüblichen Terminen eingesät. Bei den Begrünungen und Winterungen erfolgte keine N-Düngung im Herbst. Der Pflanzenschutz wurde bei den Winterungen und der Folgefrucht nach guter fachlicher Praxis, die N-Düngung bei der Folgefrucht nach NID durchgeführt. Die Vorfrüchte waren 2003 und 2004 jeweils Körnererbsen. Bei dem Versuchsstandort in Forchheim handelt es sich um einen anlehmigen Sandboden.

Beginn der Probenahmen zur Feststellung des Biomasseaufwuchses (Frischmasse, Trockenmasse, N-Gehalt) der Varianten war im November und wurde in monatlichen Abständen bis zum Einarbeitungstermin wiederholt. Gleichzeitig mit der Biomasseprobenentnahme wurden Nmin-Beprobungen durchgeführt. Die erste Nmin-Bodenprobenahme erfolgte jeweils zur Aussaat.

Zur Feststellung des Biomasseaufwuchses wurde immer die Gesamtpflanzenmasse, d.h. die Masse von Blättern, Spross und Wurzel festgestellt.

9.2 Ergebnisse im Jahr 2003/2004

9.2.1 Biomasseaufwuchs, N-Aufnahme durch die Pflanzen und Boden-N-Gehalte vor und über Winter

Der Nmin-Gehalt nach der Vorfrucht Körnererbsen beträgt im ersten Versuchsjahr zum Beprobungszeitpunkt am 14.08.03 im Gesamtprofil von 0-90 cm 73 kg N/ha. In der obersten Schicht von 0-30 cm befinden sich 27 kg N/ha, in der mittleren Schicht von 30-60 cm 40 kg N/ha und in der untersten Schicht von 60-90 cm 6 kg N/ha.

Selbstbegrünung

Durch den geringen Pflanzenaufwuchs von 16,9 dt TM/ha an Biomasse bis zum Einarbeitungstermin „ab 1.12.03“ werden nur 37,4 kg N/ha durch die Pflanzen gebunden (Abb. 9-1, Tab. 9-1.) Der Rückgang der N-Gehalte im Boden von 72 kg N/ha im Oktober auf nur noch 45 kg N/ha bis Mitte Dezember, wobei sich bereits 27 kg N/ha in der untersten Profilschicht von 60-90 cm befinden, ist auf Verlagerung bzw. Auswaschung des mineralisierten Stickstoffs durch die relativ hohen Niederschläge im Oktober/November zurückzuführen (Abb. 9-3). Ebenfalls durch die sehr hohen Niederschläge - vor allem zwischen dem 10. und 15. Januar 2004 - wird die Verminderung des Nmin-Wertes auf 12 kg N/ha bewirkt. Davon befinden sich 7 kg N/ha in der Schicht von 60-90 cm. Anschließend steigt der Nmin-Wert bis zum Probetermin Anfang Mai auf 25 kg N/ha wieder an. Aufgrund der geringen Niederschläge von Februar bis April kommt es nur zu einer geringen Stickstoffverlagerung im Boden. Erst Niederschläge Anfang Mai bewirken eine weitere Verlagerung bzw. Auswaschung des Stickstoffs im Bodenprofil. Dies ist am Rückgang der Nmin-Werte in der mittleren und untersten Schichten zu erkennen.

Bei der Variante mit Einarbeitungstermin „ab 1.03.04“ ist ein ähnlicher Verlauf hinsichtlich des Biomasseaufwuchses, der N-Mengen (kg N/ha) in den Pflanzen (Abb. 9-2) und der Nmin-Werte im Boden (Abb. 9-4) zu beobachten, jedoch auf etwas niedrigerem Niveau. Vom Pflanzenaufwuchs, der im November 2003 bei 13 dt TM/ha lag, sind im März 2004 nur noch 5 dt TM/ha zu finden. Der gebundene Stickstoff in der Pflanze beträgt 8 kg N/ha. Der Nmin-Wert geht von 54 kg N/ha im Oktober 2003 auf 5 kg N/ha im Februar 2004 zurück. Im Unterschied zur Variante „Einarbeitung ab 1.12.03“ wird Stickstoff erst ab der Einarbeitung im März 2004 mit dem Ansteigen der Temperaturen im April verstärkt mineralisiert. Im Mai 2004 beträgt der Unterschied zwischen den beiden Einarbeitungsvarianten nur noch 3 kg N/ha. Durch die hohen Auswaschungsverluste kommt es zu einer Angleichung der beiden Varianten.

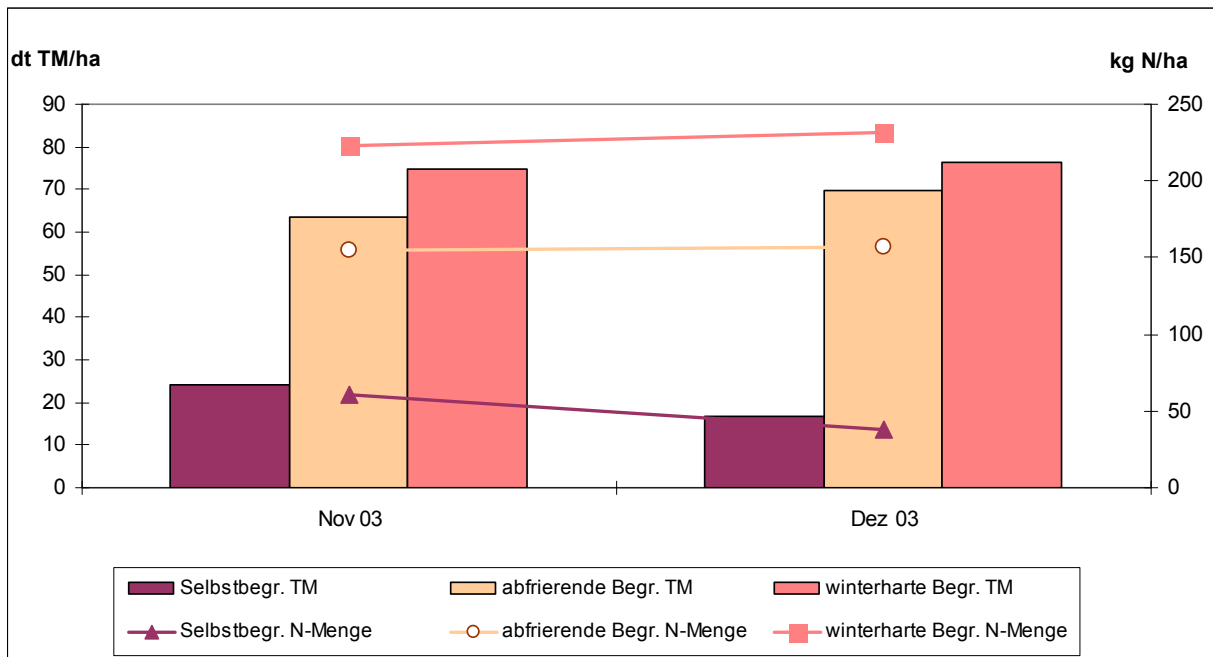


Abb. 9-1: Biomasse und N-Aufnahme in Wurzel und Spross bei Selbstbegrünung, abfrierender und winterharter Begrünung, Einarbeitungstermin ab 1.12.03

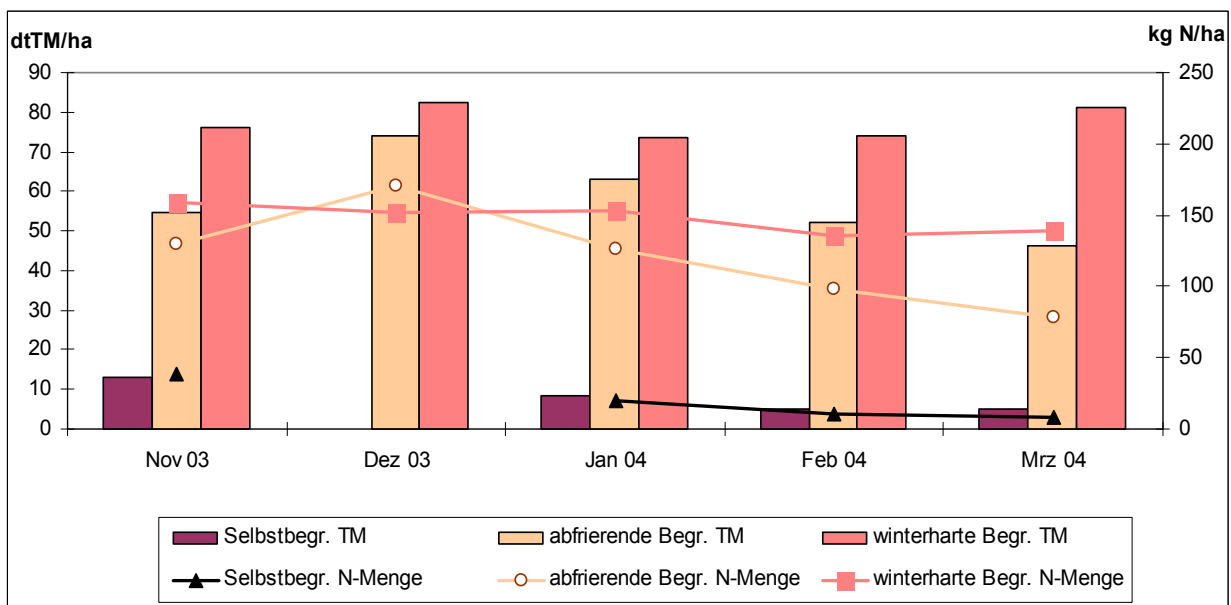


Abb. 9-2: Biomasse und N-Aufnahme in Wurzel und Spross bei Selbstbegrünung abfrierender und winterharter Begrünung, Einarbeitungszeitraum ab 1.03.04

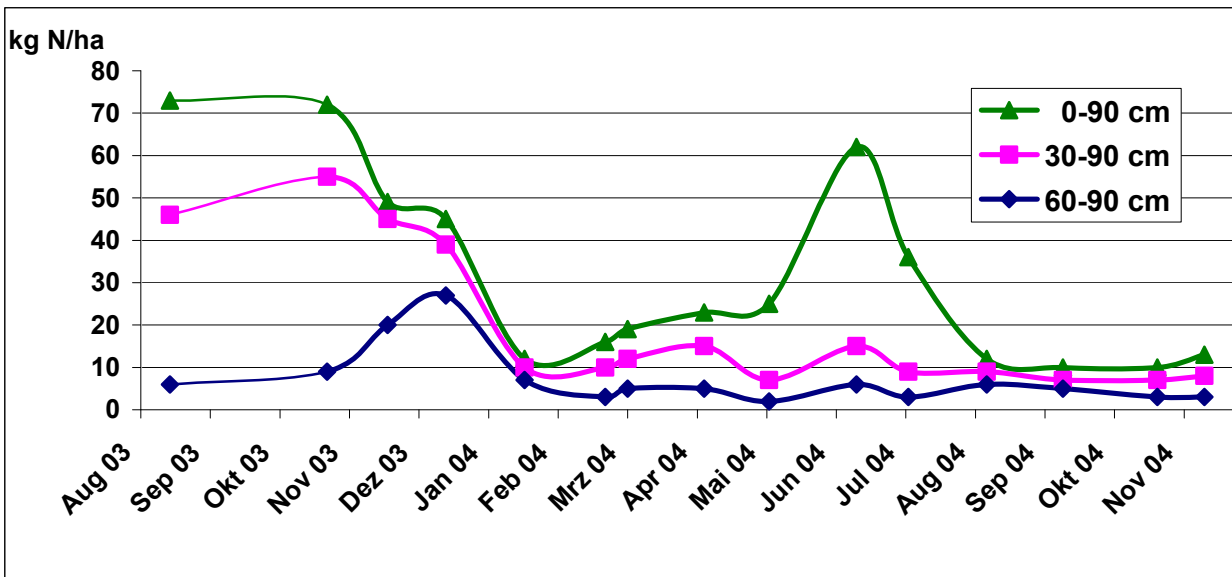


Abb. 9-3: Verlauf der Nmin-Werte in drei Bodenschichten bei Selbstbegrünung und Einarbeitung ab 1.12.03

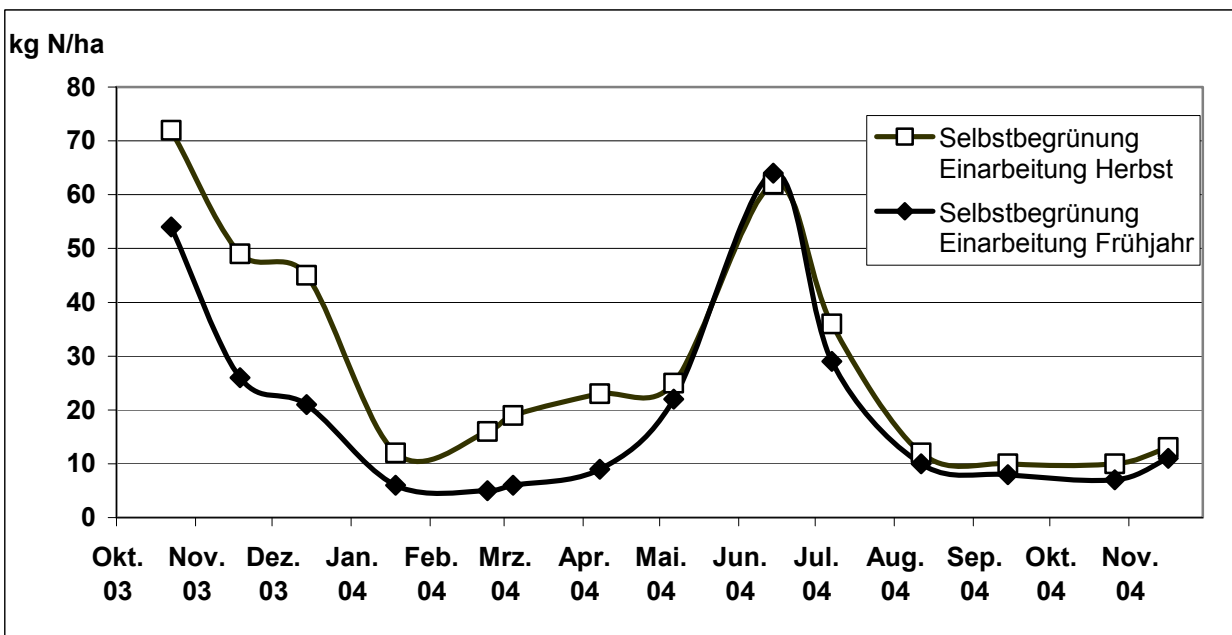


Abb. 9-4: Nmin Verlauf (0-90 cm) der selbstbegrünerten Varianten Einarbeitungstermin ab 1.12.03 und ab 1.03.04

Abfrierende Begrünung

Von Mitte August bis Anfang Dezember beträgt die Biomasseproduktion der abfrierenden Begrünungen im Mittel 72 dt TM/ha („Einarbeitungstermin ab 1.12.03“ und „Einarbeitungstermin ab 1.03.04“) (Tab. 9-2). Der Schwankungsbereich der einzelnen Pflanzenarten geht von 58 dt TM/ha bei Phacelia bis 82 dt TM/ha bei Gelbsenf (Tab. 9-1). Die N-Aufnahme der Pflanzen liegt im Mittel bis Anfang Dezember bei 164 kg N/ha (Tab. 9-2, Abb. 9-2) Die höchsten aufgenommenen N-Mengen weisen Gelbsenf mit 192 kg N/ha, die niedrigsten Phacelia mit 117 kg N/ha auf. Die Biomasse geht dann im Laufe des Winters bis März auf 46 dt TM/ha, der N-Gehalt der Gesamtpflan-

zen auf 79 kg N/ha zurück. Entsprechend dem Aufwuchs der Biomasse vermindern sich die Nmin-Gehalte im Boden (Oktober 2003: 8 bzw. 5 kg N/ha) und weisen zum Probenahmetermin im Dezember nur noch 2 bzw. 3 kg N/ha auf (Abb. 9-5, Abb. 9-6). Nach der Einarbeitung der abfrierenden Begrünungen („Einarbeitung ab 1.12.03“) kommt es zu einer Mineralisation der Pflanzenreste. Die Nmin-Werte steigen dann bis April 2004 auf 32 kg N/ha an. Erfolgt die Einarbeitung erst im Frühjahr („Einarbeitung ab 1.03.04“), bleiben die Nmin-Werte bis März deutlich unter 10 kg N/ha und erreichen im April erst 13 kg N/ha. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden somit 19 kg N/ha durch die frühere Bodenbearbeitung mehr mineralisiert. Da im Zeitraum Februar bis April nur geringe Niederschläge fallen, kommt es zu keiner Verlagerung des mineralisierten Stickstoffs.

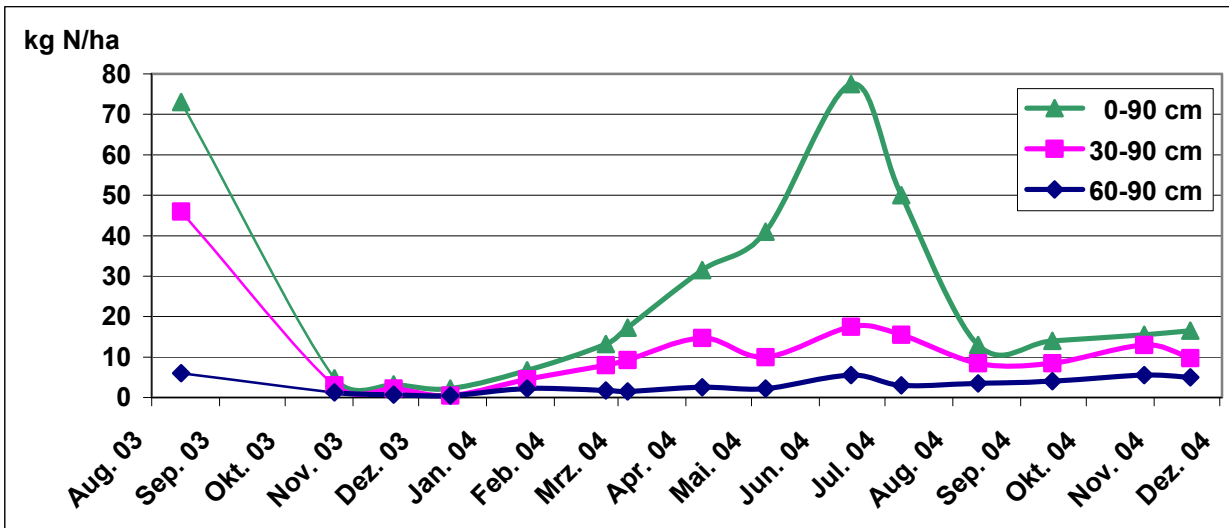


Abb. 9-5: Verlauf der Nmin-Werte in drei Bodenschichten bei abfrierender Begrünung; Einarbeitung ab 1.12.03

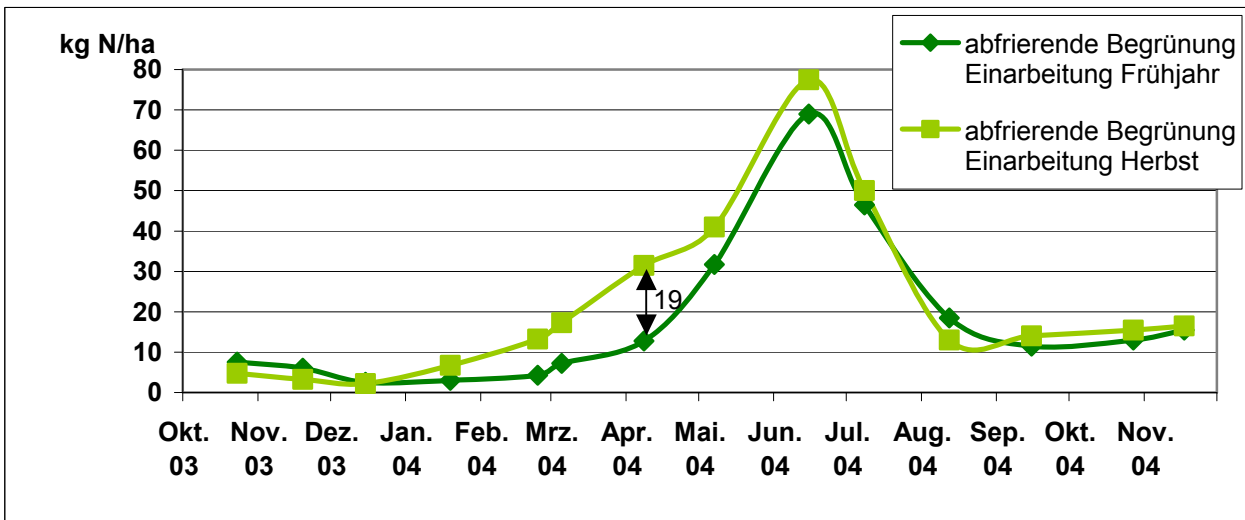


Abb. 9-6: Nmin Verlauf (0-90 cm) bei abfrierender Begrünung; Einarbeitungstermin ab 1.12.03 und ab 1.03.04

Winterharte Begrünung

Die winterharten Pflanzen bilden bis zum Dezember 2003 Biomasse im Mittel von 80 dt TM/ha (Tab. 9-2, Abb. 9-2). Nach einem leichtem Rückgang im Januar auf 73 dt TM/ha erfolgt wieder eine Zunahme der Biomasse bis März 2004 auf 81 dt TM/ha. Die N-Aufnahme durch die Pflanzen erreicht im Mittel 192 kg N/ha bis Dezember 2003. Im Unterschied zu der Biomassezunahme ist beim N-Gehalt in den Pflanzen bis März 2004 ein Rückgang auf 139 kg N/ha zu verzeichnen. Wie bei der abfrierenden Begrünung gehen die N_{min}-Werte im Herbst bis Dezember auf Werte von 3 bzw. 2 kg N/ha zurück (Abb. 9-7, Abb. 9-8). Bei den Weidelgräsern ist aber zu beobachten, dass im Oktober und November noch Werte um die 15 kg N/ha vorliegen (Tab. 9-1). Hier erfolgt keine so schnelle Durchwurzelung der mittleren Bodenschicht.

Bei der Variante „Einarbeitungstermin ab 1.12.03“ ist durch die Mineralisation der Pflanzenreste ein Anstieg der N-Gehalte zu beobachten (April 2004: 18 kg N/ha). Im Gegensatz dazu kommt es bei der Variante „Einarbeitungstermin ab 1.03.04“ zu einer völligen Entleerung des Bodenprofils, da die Pflanzen auch während des Winters den mineralisierten Stickstoff sofort wieder aufnehmen. Trotz der Einarbeitung im März sind Anfang April nur 3 kg N/ha im gesamten Profil vorhanden. Der Unterschied zwischen „Einarbeitung ab 1.12.03“ und „Einarbeitung ab 1.01.04“ beträgt 15 kg N/ha.

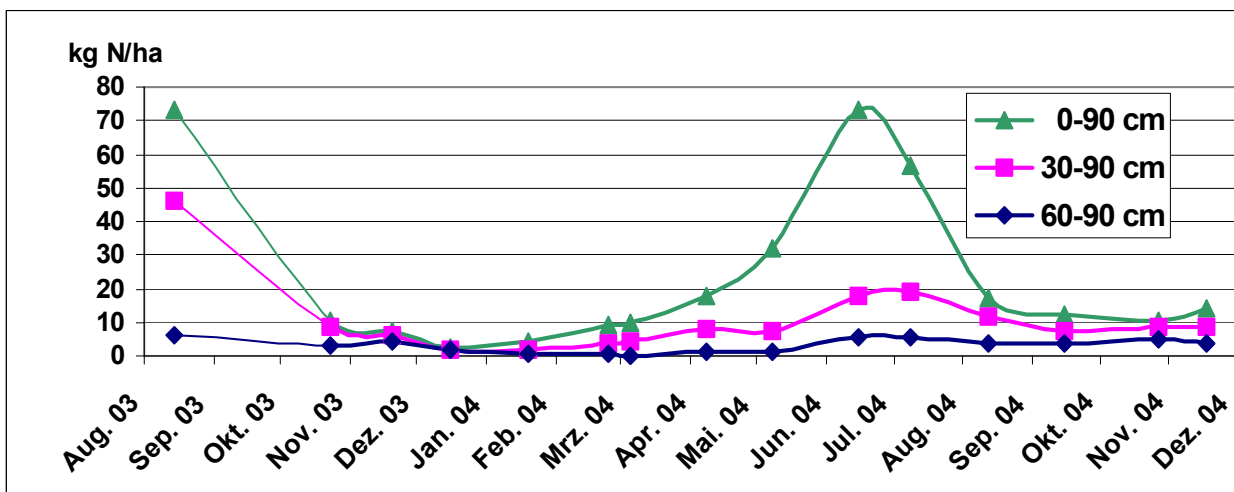


Abb. 9-7: Verlauf der N_{min}-Werte in drei Bodenschichten bei winterharter Begrünung; Einarbeitung ab 1.12.03

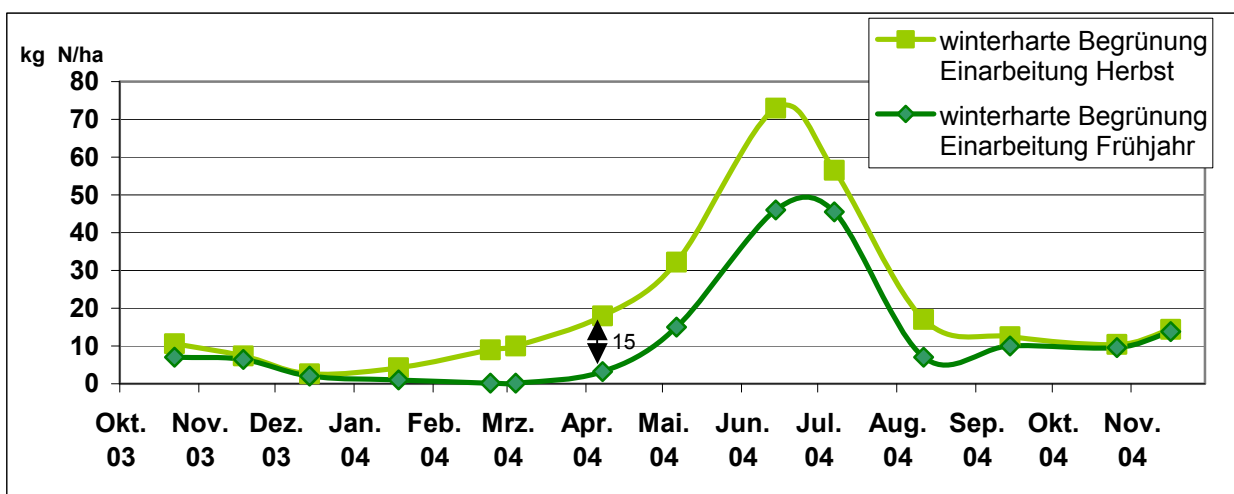


Abb. 9-8: N_{min} Verlauf (0-90 cm) bei winterharter Begrünung; Einarbeitungstermin ab 1.12.03 und ab 1.03.04

Tab. 9-1: Versuch Gründung 2003 - 2004; Erträge, aufgenommene N-Mengen in Pflanze und Nmin-Werte

Pflanzenart	Termin	Merkmal								
		Trockenmasse dt/ha			kg N/ha in Gesamtpflanzenmasse			N-min kg N/ha 0-90 cm		
		Einarbeitungstermin			Einarbeitungstermin			Einarbeitungstermin		
		ogL ab 1.12.03	ab 1.3.04	Mittel	ogL ab 1.12.03	ab 1.3.04	Mittel	ogL ab 1.12.03	ab 1.3.04	Mittel
Selbstbegrüung	Okt. 03							72	54	63
	Nov. 03	24,3	13,0	18,7	60,4	38,8	49,6	49	26	38
	Dez. 03	16,9		16,9	37,4		37,4	45	21	33
	Jan. 04		8,3	8,3		19,3	19,3	12	6	9
	Feb. 04		5,2	5,2		10,6	10,6	16	5	11
	Mrz. 04		5,0	5,0		8,1	8,1	19	6	13
	Mittel	20,6	7,9	14,2	48,9	19,2	34,1	36	20	28
Gelbsenf (Achilles)	Okt. 03							6	8	7
	Nov. 03	78,4	58,3	68,4	188,3	129,9	159,1	3	5	4
	Dez. 03	77,8	86,3	82,1	136,2	247,9	192,1	3	2	3
	Jan. 04		73,9	73,9		110,8	110,8	8	4	6
	Feb. 04		54,2	54,2		60,2	60,2	16	8	12
	Mrz. 04		51,1	51,1		65,9	65,9	20	12	16
	Mittel	78,1	64,8	71,4	162,3	122,9		9	7	8
Sareptasenf (Vitasso)	Okt. 03							3	7	5
	Nov. 03	61,9	61,2	61,6	153,4	154,2	153,8	5	8	7
	Dez. 03	73,5	81,9	77,7	194,8	172,2	183,5	1	3	2
	Jan. 04		67,2	67,2		152,6	152,6	7	4	6
	Feb. 04		61,1	61,1		135,7	135,7	13	5	9
	Mrz. 04		49,0	49,0		88,7	88,7	17	8	13
	Mittel	67,7	64,1	65,9	174,1	140,7	157,4	8	6	7
Phacelia (Balo)	Okt. 03							8	10	9
	Nov. 03	53,4	43,4	48,4	142,1	131,8	137,0	3	8	6
	Dez. 03	59,8	57,1	58,5	113,0	121,6	117,3	3	4	4
	Jan. 04		50,1	50,1		124,7	124,7	5	3	4
	Feb. 04		39,2	39,2		69,3	69,3	11	3	7
	Mrz. 04		40,0	40,0		72,5	72,5	12	6	9
	Mittel	56,6	46,0	51,3	127,6	104,0	115,8	7	6	6
Ölrettich (Ikarus)	Okt. 03							2	5	4
	Nov. 03	59,7	55,6	57,7	136,2	102,2	119,2	2	3	3
	Dez. 03	68,6	70,5	69,6	184,6	140,2	162,4	2	1	2
	Jan. 04		61,6	61,6		117,0	117	7	1	4
	Feb. 04		53,7	53,7		125,7	125,7	13	1	7
	Mrz. 04		45,2	45,2		88,2	88,2	20	3	12
	Mittel	64,2	57,3	60,7	160,4	114,7	137,5	8	2	5
Einjähriges Weidelgras (Aubade)	Okt. 03							13	9	11
	Nov. 03	95,5	92,5	94,0	307,1	173,9	240,5	12	13	13
	Dez. 03	78,3	98,7	88,5	135,4	144,2	139,8	5	3	4
	Jan. 04		106,5	106,5		195,9	195,9	4	1	3
	Feb. 04		92,4	92,4		142,3	142,3	7	0	4
	Mrz. 04		100,0	100,0		125,0	125,0	6	0	3
	Mittel	86,9	98,0	92,5	221,3	156,3	188,8	8	4	6
Winterraps zur Gründung (Akela)	Okt. 03							6	6	6
	Nov. 03	62,8	64,8	63,8	212,2	134,1	173,2	8	3	6
	Dez. 03	84,5	79,1	81,8	237,5	159,9	198,7	0	1	1
	Jan. 04		67,4	67,4		146,3	146,3	4	0	2
	Feb. 04		67,8	67,8		139,7	139,7	9	0	5
	Mrz. 04		74,8	74,8		134,6	134,6	13	0	7
	Mittel	73,7	70,8	72,2	224,9	142,9	183,9	7	2	4
Winterrüben (Perko)	Okt. 03							4	5	5
	Nov. 03	58,5	71,2	64,9	191,3	157,4	174,4	5	4	5
	Dez. 03	73,1	76,2	74,7	225,1	231,2	228,2	0	2	1
	Jan. 04		59,3	59,3		171,5	171,5	4	1	3
	Feb. 04		58,1	58,1		174,9	174,9	10	0	5
	Mrz. 04		60,1	60,1		133,9	133,9	11	0	6
	Mittel	65,8	65,0	65,4	208,2	173,8	191,0	6	2	4
Welsches Weidelgras (Tetraflorum)	Okt. 03							22	10	16
	Nov. 03	97,5	88,1	92,8	236,0	157,6	196,8	10	9	10
	Dez. 03	81,2	98,6	89,9	307,6	109,9	208,8	5	3	4
	Jan. 04		82,1	82,1		125,7	125,7	3	2	3
	Feb. 04		89,3	89,3		117,9	117,9	7	0	4
	Mrz. 04		106,2	106,2		187,0	187,0	10	1	6
	Mittel	89,4	92,9	91,1	271,8	139,6	205,7	10	4	7
Grünroggen (Protector)	Okt. 03							8	5	7
	Nov. 03	59,6	63,6	61,6	169,4	168,5	169,0	2	3	3
	Dez. 03	65,0	60,3	62,7	254,7	114,9	184,8	3	1	2
	Jan. 04		51,8	51,8		124,3	124,3	6	1	4
	Feb. 04		63,6	63,6		104,4	104,4	12	1	7
	Mrz. 04		65,5	65,5		116,6	116,6	10	0	5
	Mittel	62,3	61,0	61,6	212,1	125,7	168,9	7	2	4

Tab. 9-2: Versuch Gründung 2003 - 2004; Erträge, aufgenommene N-Mengen in Pflanze und Nmin-Werte der abfrierenden und der winterharten Gründung

Pflanzenart	Termin	Merkmal								
		Trockenmasse dt/ha			kg N/ha in Gesamtpflanzenmasse			N-min kg N/ha 0-90 cm		
		Einarbeitungstermin			Einarbeitungstermin			Einarbeitungstermin		
		ogL ab 1.12.03	ab 1.3.04	Mittel	ogL ab 1.12.03	ab 1.3.04	Mittel	ogL ab 1.12.03	ab 1.3.04	Mittel
Abfrierende Begrünung	Okt. 03							5	8	6
	Nov. 03	63,4	54,6	59,0	155,0	129,5	142,3	3	6	5
	Dez. 03	69,9	74,0	71,9	157,2	170,5	163,8	2	3	2
	Jan. 04		63,2	63,2		126,3	126,3	7	3	5
	Feb. 04		52,1	52,1		97,7	97,7	13	4	9
	Mrz. 04		46,3	46,3		78,8	78,8	17	7	12
	Mittel	66,6	58,0	62,3	156,1	120,6	138,3	8	5	6
Winterharte Begrünung	Okt. 03							11	7	9
	Nov. 03	74,8	76,0	75,4	223,2	158,3	190,8	7	6	7
	Dez. 03	76,4	82,6	79,5	232,1	152,0	192,0	3	2	2
	Jan. 04		73,4	73,4		152,7	152,7	4	1	3
	Feb. 04		74,2	74,2		135,8	135,8	9	0	5
	Mrz. 04		81,3	81,3		139,4	139,4	10	0	5
	Mittel	75,6	77,5	76,6	227,6	147,7	187,6	7	3	5

Wintergetreide und Winterraps

Im Unterschied zu den Gründungen werden die Winterungen zu den ortsüblichen Terminen eingesät und somit bis spät in den Herbst hinein. Dadurch ist die Biomassebildung und der N-Gehalt in den Pflanzen wesentlich geringer als bei den Gründungen. Im Durchschnitt lag die Biomassebildung bei Winterraps bei 36,9 dt TM/ha und bei Wintergetreide bei 3,3 dt TM/ha (Tab. 9-3). Die N-Aufnahme durch die Pflanzen lag bei Winterraps bei 109 kg N/ha und bei Getreide bei 14 kg N/ha. Die Wintergetreidearten hatten somit im Herbst fast keinen Einfluss auf die Nmin-Werte im Boden. Während des Winters wird jedoch der mineralisierte Stickstoff in der obersten Bodenschicht aufgenommen, so dass es im Gegensatz zur Variante „Selbstbegrünung“ zu keiner Erhöhung der Nmin-Werte kommt.

In wie weit der Saattermin für Biomassebildung und somit für den mineralisierten Stickstoff im Boden eine Rolle spielt, kann am Beispiel Winterraps gezeigt werden (Abb. 9-9). Winterraps als Gründung wurde 19 Tage früher gesät als Winterraps als Winterung (Saattermin 3.09.03). Im Durchschnitt erreichte der Gründungsrap die Biomassebildung von 71 dt und war somit fast doppelt so hoch wie bei der Winterung. Durch die N-Aufnahme der Pflanzen reduzierte sich beim Gründungsrap der Nmin-Gehalt bereits im Oktober auf 6 kg N/ha, ging dann bis Januar auf 0 kg N/ha zurück und erhöhte sich erst wieder - bedingt durch die Einarbeitung - im April auf 5 kg N/ha. Der Nmin-Gehalt lag dagegen bei der Winterung Winterraps im November noch bei 21 kg N/ha. Da der Winterraps jedoch aufgrund der milden Witterung bis in den Winter hinein weiter wuchs, konnte er den restlichen mineralisierten Stickstoff aufnehmen.

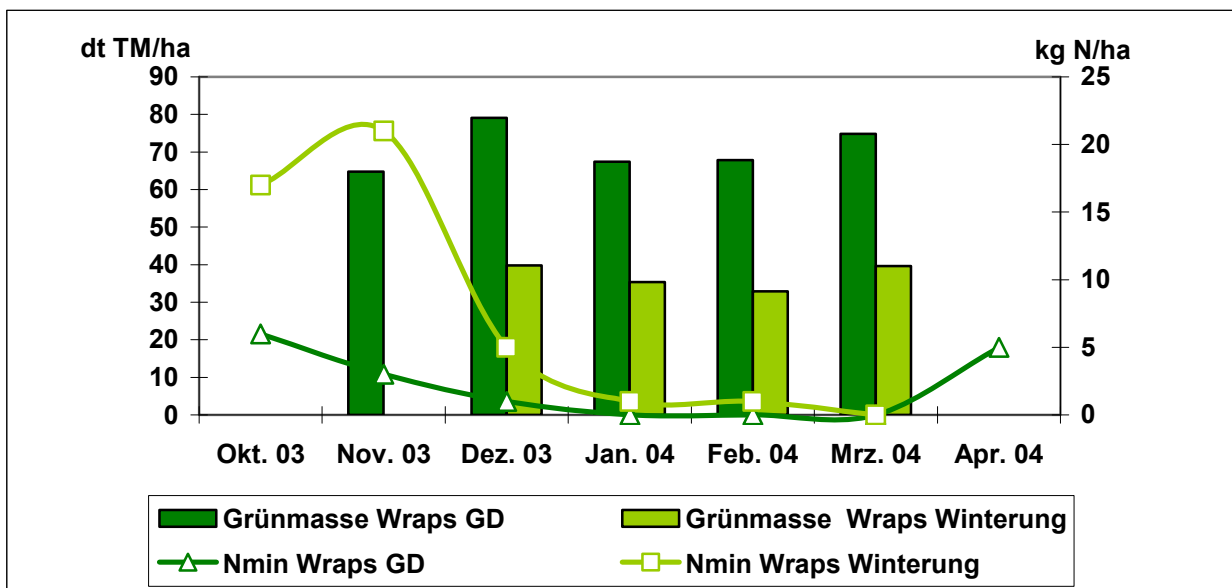


Abb. 9-9: Grünmassebildung und Nmin-Gehalt bei Winterraps als Gründung (Einarbeitung ab 1.03.04) und bei Winterraps als Winterung

Tab. 9-3: Versuch Gründung 2003 - 2004; Erträge, N-Aufnahme durch die Pflanze und Nmin-Werte bei Winterungen

Pflanzenart	Termin	Merkmal		
		Trockenmasse dt/ha	kg N/ha in Gesamtpflanzenmasse	N-min kg N/ha 0-90 cm
Winterraps	Okt. 03			17
	Nov. 03			21
	Dez. 03	39,8	130,4	5
	Jan. 04	35,4	115,7	1
	Feb. 04	32,9	84,2	1
	Mrz. 04	39,7	105,1	0
	Mittel		36,9	108,9
Wintergerste	Okt. 03			53
	Nov. 03			49
	Dez. 03	2,6	8	18
	Jan. 04	5,8	25,5	3
	Feb. 04	3,5	13,3	3
	Mrz. 04	6,8	22,4	3
	Mittel		4,7	17,3
Winterroggen	Okt. 03			75
	Nov. 03			68
	Dez. 03	1,4	5,8	17
	Jan. 04	2,6	16,1	4
	Feb. 04	2,1	11,3	2
	Mrz. 04	3,8	12,7	2
	Mittel		2,5	11,5
Wintertriticale	Okt. 03			59
	Nov. 03			71
	Dez. 03	1,8	6,6	15
	Jan. 04	3,0	13,4	2
	Feb. 04	2,5	8,6	2
	Mrz. 04	4,8	16,8	1
	Mittel		3,0	11,4
Winterweizen	Okt. 03			41
	Nov. 03			38
	Dez. 03	1,9	7,5	16
	Jan. 04	2,8	16,3	5
	Feb. 04	2,8	17,1	3
	Mrz. 04	5,0	21,9	3
	Mittel		3,1	15,7
Wintergetreide (Gesamt)	Okt. 03			57
	Nov. 03			57
	Dez. 03	1,9	7,0	17
	Jan. 04	3,5	17,8	4
	Feb. 04	2,7	12,6	3
	Mrz. 04	5,1	18,5	2
	Mittel		3,3	14,0
Winterungen (gesamt)	Okt. 03			49
	Nov. 03			49
	Dez. 03	9,5	31,7	14
	Jan. 04	9,9	37,4	3
	Feb. 04	8,8	26,9	2
	Mrz. 04	12,0	35,8	2
	Mittel		10,0	32,9

9.2.2 Körnerträge bei der Folgefrucht Körnermais 2004

Die Körnerträge, das Tausendkorngewicht und die Pflanzenlänge sind in der Tab. 9-4 zusammengestellt. Im Mittel über alle Varianten wurde ein Körnertrag von 130,8 dt/ha erzielt. Der Ertrag bei der Variante „Einarbeitungstermin ab 1.12.03“ lag bei 131,8 dt/ha, bei der Variante „Einarbeitungstermin ab 1.03.04“ bei 129,8 dt/ha. Sowohl zwischen den Begrünungsvarianten als auch zwischen den Einarbeitungsterminen konnten keine gesicherten Ertragsunterschiede festgestellt werden. Die N-Düngung mit 170 kg N/ha reichte aus, um bei allen Varianten optimale Erträge zu erzielen.

Tab. 9-4: Versuch Gründung 2003 - 2004, Nachfolgefrucht Körnermais 2004; Körnerträge, Tausendkorngewicht und Pflanzenlänge

Körnermais nach u.g. Gründungsarten Sorte	Einarbeitungstermin	Merkmal		
		Körnertrag dt/ha	TKG g	Pflanzenlänge cm
(Selbstbegrünung)	ogL ca. ab 01.12.03	128,3	325	242
	ab 01.03.04	129,0	326	232
	Mittel	128,7	326	237
Gelbsenf Achilles	ogL ca. ab 01.12.03	133,0	308	242
	ab 01.03.04	128,7	307	234
	Mittel	130,8	308	238
Sareptasenf Vitasso	ogL ca. ab 01.12.03	130,7	310	248
	ab 01.03.04	129,1	314	236
	Mittel	129,9	312	242
Phacelia Balo	ogL ca. ab 01.12.03	132,4	319	242
	ab 01.03.04	126,4	310	229
	Mittel	129,4	315	236
Örettich Ikarus	ogL ca. ab 01.12.03	134,3	305	245
	ab 01.03.04	128,8	295	238
	Mittel	131,6	300	241
Einjähriges Weidelgras Aubade	ogL ca. ab 01.12.03	134,0	300	243
	ab 01.03.04	131,3	296	251
	Mittel	132,6	298	247
Winterraps Akela	ogL ca. ab 01.12.03	134,4	308	240
	ab 01.03.04	132,2	311	242
	Mittel	133,3	310	241
Winterrübsen Perko	ogL ca. ab 01.12.03	130,9	297	238
	ab 01.03.04	131,9	291	245
	Mittel	131,4	294	242
Welsches Weidelgras Tetraflorum	ogL ca. ab 01.12.03	128,1	321	237
	ab 01.03.04	130,3	317	242
	Mittel	129,2	319	240
Grünroggen Protector	ogL ca. ab 01.12.03	131,5	321	238
	ab 01.03.04	130,5	321	246
	Mittel	131,0	321	242
Mittel	ogL ca. ab 01.12.03	131,8	311	242
	ab 01.03.04	129,8	309	239
	Mittel	130,8	310	240
GD 5% Gründung		3,6 (ns)		
GD 5% Einarbeitungstermin		7,1 (ns)		

9.3 Ergebnisse im Jahr 2004/2005

9.3.1 Biomasseaufwuchs, N-Aufnahme durch die Pflanzen und Boden-N-Gehalte vor und über Winter

Im Versuchsjahr 2004/2005 sind nach der Vorfrucht Erbsen Mitte August insgesamt 46 kg N/ha im Boden vorzufinden, die sich auf die Schicht 0-30 cm mit 28 kg N/ha, auf die mittlere Schicht 30-60 cm mit 15 kg N/ha und auf die unterste Schicht 60-90 cm mit 3 kg N/ha aufteilen. Im Unterschied zum vorherigen Jahr (73 kg N/ha) sind dies insgesamt 27 kg N/ha weniger. In der obersten Schicht sind die Nmin-Werte mit einem Kilogramm mehr und 3 kg N/ha weniger in der untersten Schicht fast identisch. In der mittleren Schicht sind jedoch 25 kg N/ha weniger im Boden vorhanden. Entsprechend der Witterung (Niederschläge) im Herbst kann dieser mineralisierte Stickstoff von den Pflanzen aufgenommen aber auch sehr rasch verlagert und ausgewaschen werden

Selbstbegrünung

Bei der Variante „Selbstbegrünung“ (Saattermin Anfang/Mitte August und Einarbeitung ogL und ab 1.03.05) wurde beim Erntetermin vor dem Winter ein Biomasseaufwuchs von durchschnittlich 28 dt/ha und nach dem Winter beim Einarbeitungstermin ab 1.03.05 ein Biomasseaufwuchs von 10 dt/ha gemessen (Tab. 9-5, Abb. 9-10). In den Pflanzen befanden sich entsprechend 41 kg N/ha vor dem Winter und 15 kg N/ha nach dem Winter (Tab. 9-6). Im Vergleich zum Vorjahr war ein etwas höherer Biomasseaufwuchs bei etwa gleicher N-Aufnahme durch die Pflanzen zu beobachten.

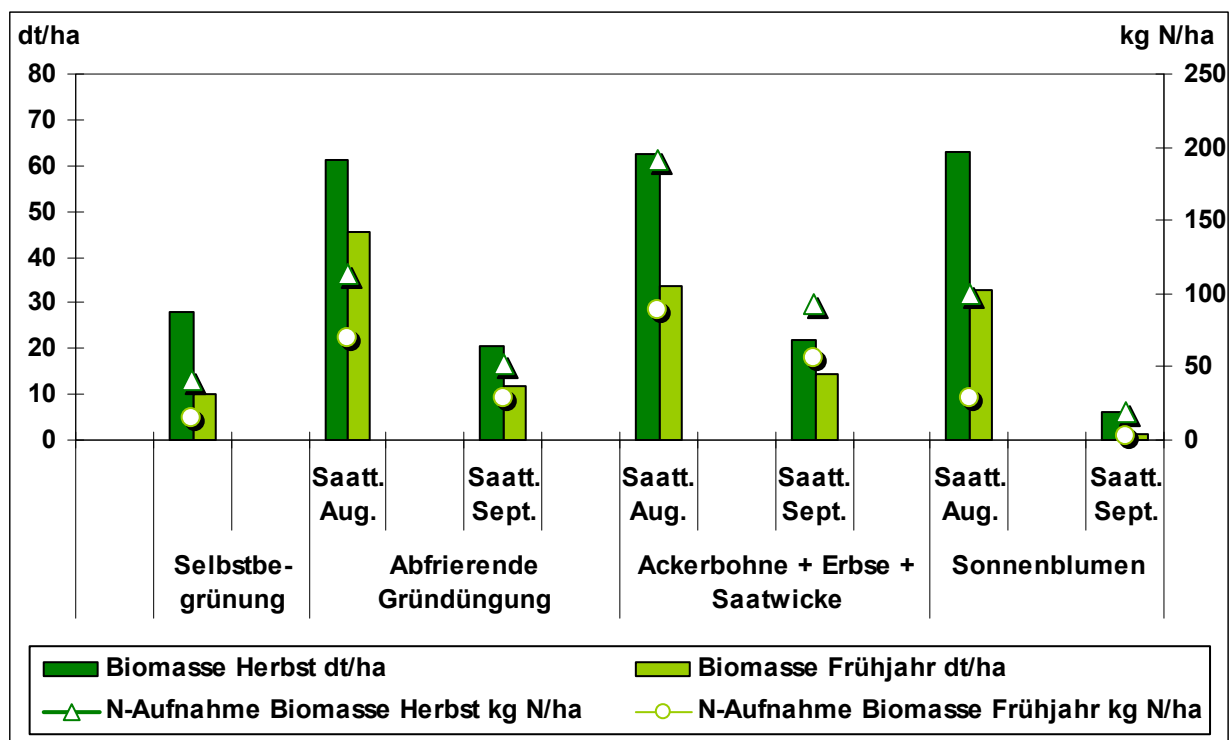


Abb. 9-10: Biomasse und N-Aufnahme (Herbst und Frühjahr) der Selbstbegrünung (Mittel) und der abfrierenden Varianten bei unterschiedlichen Saatterminen (Abfrierende Gründüngung: Mittel aus Gelbsenf, Sareptasenf, Phacelia und Ölrettich)

Die Entwicklung der Nmin Werte der selbstbegrünenden Varianten sind in Abb. 9-11 dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass zwischen den Varianten „Saatt. August“ und „Saatt. Sept.“ - es wurde jeweils

nur eine Bodenbearbeitung ohne Einsaat durchgeführt - beim Oktober Probenahmetermin ein deutlicher Unterschied der N_{\min} -Werte mit ca. 40 kg N/ha besteht.

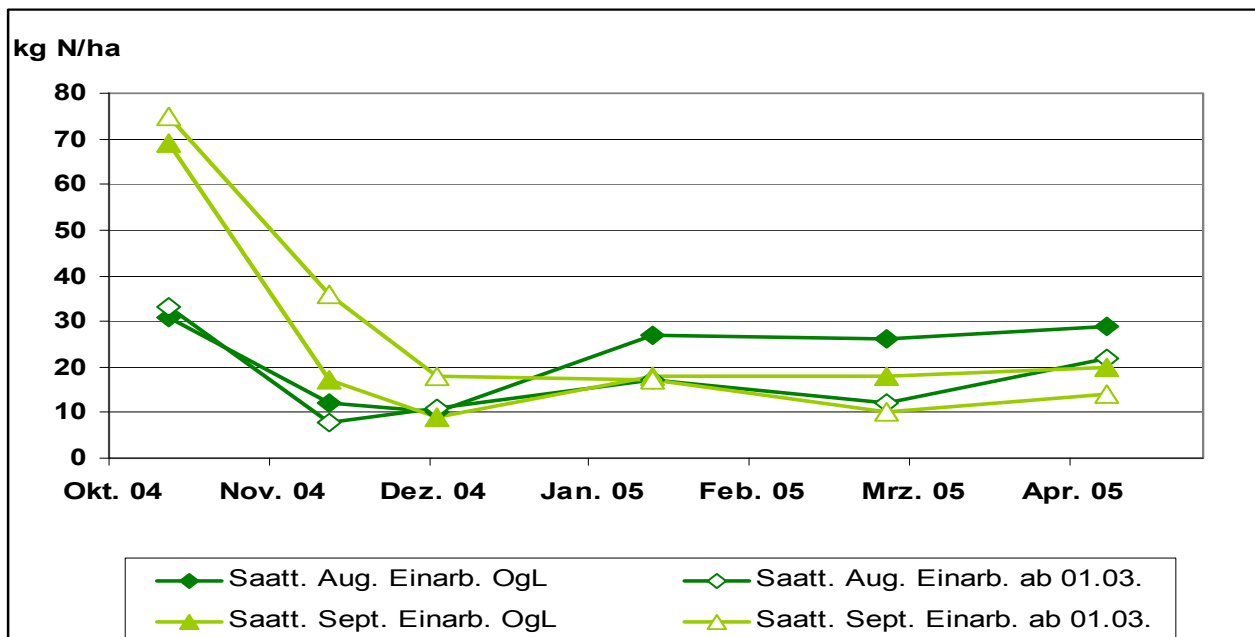


Abb. 9-11: Nmin-Werte der Selbstbegrünungsvarianten bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungszeitpunkten

Durch die Selbstbegrünung wurde Stickstoff vorwiegend aus der obersten Schicht bei den Varianten „Saattermin August“ aufgenommen. Durch relativ hohe Niederschläge Ende August und September sowie Anfang Oktober (Niederschläge August: 115,2, September: 56,2, Oktober: 106,0) fand jedoch auch eine Verlagerung bzw. Auswaschung von Stickstoff statt, da sich gleichzeitig die N_{\min} -Werte in der untersten Schicht erhöht haben. Da auch im restlichen Oktober überdurchschnittlich hohe Niederschläge fielen, wurde weiterer Stickstoff aus dem Bodenprofil ausgewaschen. Dies gilt umso mehr für die Varianten „Saattermin September“. Im Oktober waren hier 75 bzw. 69 kg N/ha im Boden zu finden, wobei bereits ein Teil des mineralisierten Stickstoffs durch die Niederschläge in tiefere Schichten verlagert wurde (untere Schicht ca. 19 kg N/ha). Bis Anfang Dezember findet eine weitere Verlagerung des Stickstoffs statt. Am Probetermin am 3. Dezember 2004 werden nur noch 18 sowie 9 kg N/ha gemessen. Bei der Variante „Saattermin Aug. Einarb. OgL“ steigen die N_{\min} -Werte nach der Einarbeitung im Dezember wieder an, da die Biomasse zum Teil mineralisiert wird. Auf grund der geringen Niederschläge über den Winter wird nur noch eine geringe Stickstoffmenge verlagert.

Abfrierende Begrünung

Die Biomasse der abfrierenden Begrünungen (Gelbsenf, Sareptasenf, Phacelia und Ölrettich) mit Saattermin Anfang/Mitte August beträgt im Herbst 2004 im Mittel 61 dt/ha (Abb. 9-10). Die Leguminosenmischung aus Ackerbohne, Erbse und Saatwicke und ebenso die Sonnenblumen lagen bei 63 dt/ha. Insgesamt die höchsten Werte erreicht Gelbsenf mit 68 dt/ha und die niedrigsten Werte Ölrettich mit 54 dt/ha (Tab. 9-5, Abb. 9-12). Beim Saattermin vier Wochen später wurden nur noch 20 dt/ha (abfrierende GD), 22 dt/ha (Leguminosenmischung) und 6 dt/ha (Sonnenblumen) Biomasse gemessen. Die höchsten Werte erreichte der Ölrettich mit 29 dt/ha Biomasse. Aus der Abb. 9-12 ist weiterhin zu ersehen, dass die Wurzelbiomasse bei Ölrettich mit 12 dt/ha am höchsten ist

und ca. 22% der Gesamtbiomasse ausmacht. Geringe Anteile Wurzelmasse an der Gesamtbio-
 masse hat dagegen die Phacelia mit ca. 8%. Tendenziell ist festzustellen, dass bei später Saat die
 Wurzelanteile an der Gesamtbiomasse zunächst höher sind. Besonders ausgeprägt war dies bei
 den Sonnenblumen und den Leguminosen. Im Mittel aller abfrierenden Gründungsarten lag der
 Wert im Herbst bei 13% (Saatt. Anfang Mitte Aug.) bzw. bei 17% (Saattermin 4 Wochen später).

Im Frühjahr war von der ursprünglichen Biomasse aller abfrierenden Zwischenfrüchte (Aussaat Au-
 gust 62 dt/ha; Aussaat Sept. 16 dt/ha) im Schnitt noch 37 dt/ha bzw. 9 dt/ha vorhanden (Abb.
 9-12). Am stärksten war der relative Rückgang bei den Sonnenblumen 48% bzw. 78%. Bei den
 abfrierenden Gründungsarten lag der Rückgang bei 26% sowie 42%.

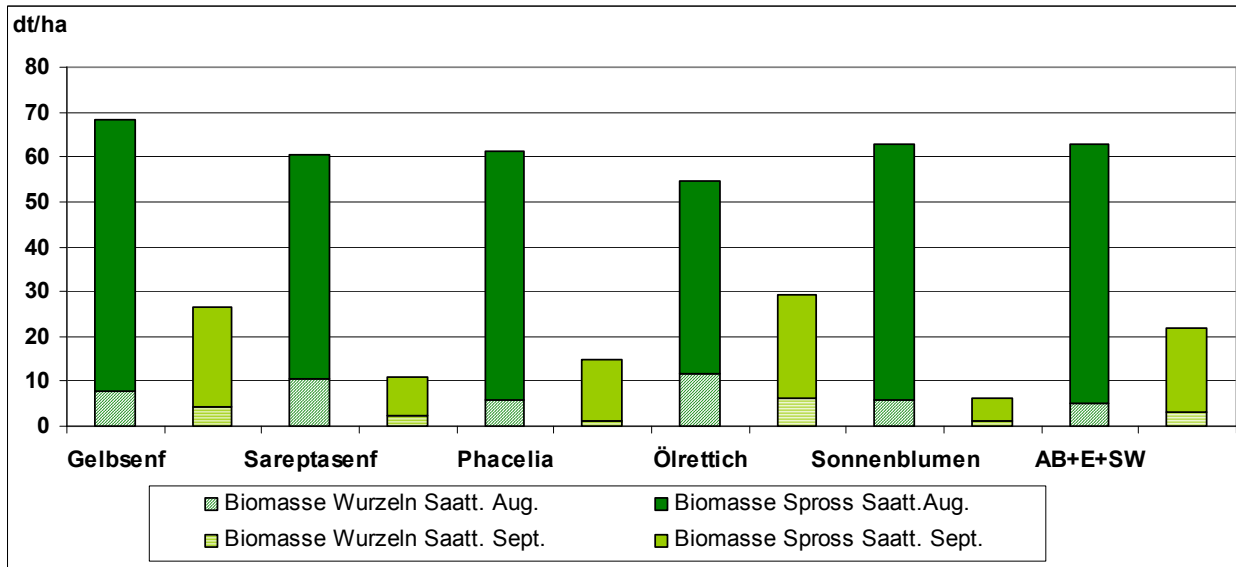


Abb. 9-12: Biomasse abfrierender Gründungspflanzen in Spross und Wurzeln bei unterschiedlichen Saatterminen vor dem Winter

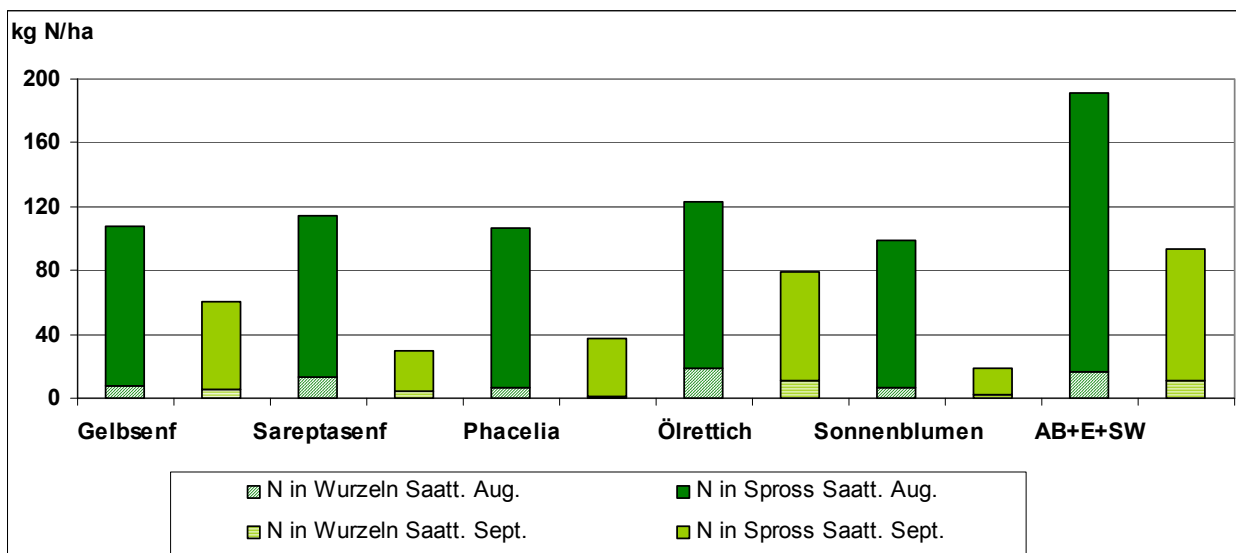


Abb. 9-13: N in Spross und Wurzeln bei abfrierenden Gründungspflanzen und unterschiedlichen Saatterminen vor dem Winter

Die N-Aufnahme durch die Pflanzen ist den Abb. 9-10 und Abb. 9-13, sowie der Tab. 9-6 zu entnehmen. Im Mittel haben Gelbsenf, Sareptasenf, Phacelia und Ölrettich bei Aussattertermin August 113 kg N/ha aufgenommen. Davon sind ca. 90% im Spross gespeichert mit einen Schwankungsbe- reich von 85% bei Ölrettich bis 93% bei Phacelia. Das Ackerbohnen-Erbesen-Saatwicken-Gemenge hat 192 kg N/ha in der Biomasse enthalten. Davon sind ca. 92% im Spross. Beim 4 Wochen spä- teren Saattermin ist je nach Kulturart ein unterschiedlich starker Rückgang der N-Aufnahme festzu- stellen. Gelbsenf, Sareptasenf, Phacelia und Ölrettich hatten im Mittel mit 52 kg N/ha ca. 55% we- niger N aufgenommen. Beim Leguminosengemisch halbierte sich in etwa die N-Aufnahme auf 93 kg N/ha. Von den Sonnenblumen wurden nur 19 kg N/ha in der Biomasse eingelagert. Dies bedeu- tet einen Rückgang von ca. 81%. Im Mittel über alle Zwischenfrüchte wurden ca. 90% der N-Menge im Spross gespeichert. Bei Phacelia lag der Sprossanteil mit 96% am höchsten, bei Ölrettich mit 86% am niedrigsten.

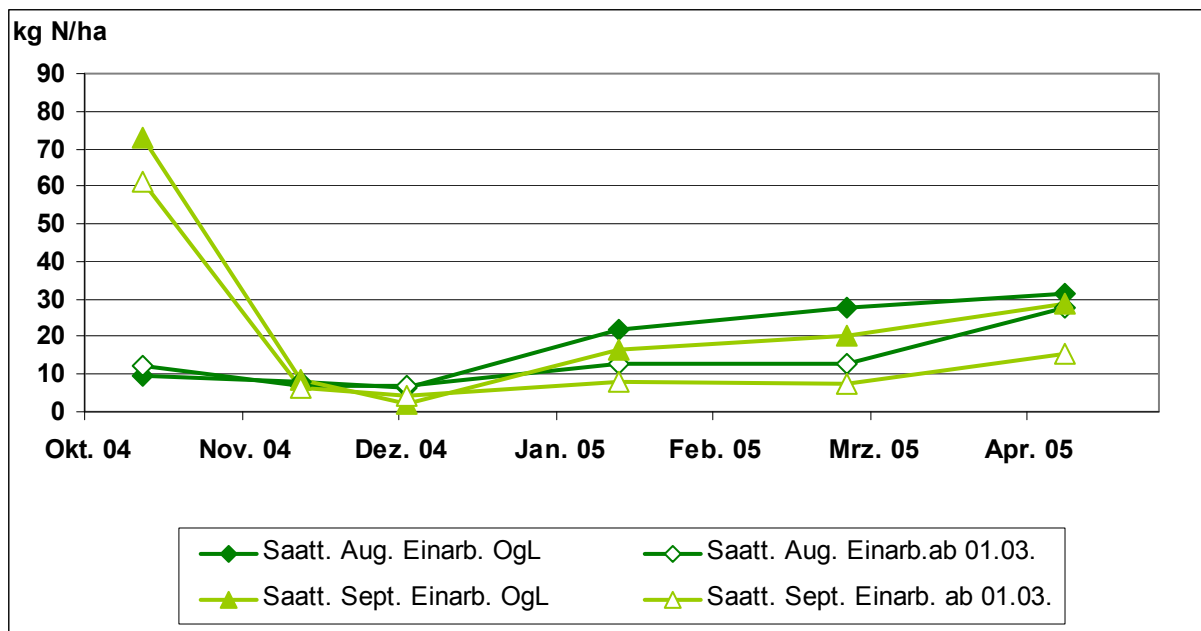


Abb. 9-14: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei abfrierenden Gründungspflanzen (Mit- tel aus Gelbsenf, Sareptasenf, Phacelia und Ölrettich) mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen

Beim Saattermin Anfang/Mitte August kommt es durch die N-Aufnahme der Gründungspflanzen zu einer Entleerung des Bodenprofils bis zum Probetermin im Oktober. Am 12.10.04 sind noch 10 bzw. 12 kg N/ha im Boden (0-90 cm) vorhanden (Abb. 9-14, Tab. 9-7). Bis Dezember reduzieren sich die Werte weiter auf 7 kg N/ha. Trotz der Niederschläge im Herbst kommt es zu keiner Verla- gerung des Stickstoffs, da in der Schicht „60-90 cm“ nur ein geringer Anstieg des mineralisierten N festzustellen ist. Anders verhält es sich beim Aussattermin Anfang/Mitte September. Hier sind im Oktober 73 bzw. 62 kg N/ha im Bodenprofil (0-90 cm) vorhanden. In der Schicht „60-90 cm“ sind 23 bzw. 20 kg N/ha zu finden. Dieser Anstieg erfolgte vermutlich durch eine Verlagerung von N infolge von Niederschlägen. Durch das Pflanzenwachstum reduzieren sich dann die Nmin-Werte bis De- zember auf 2 und 4 kg N/ha. Infolge der Einarbeitung der Pflanzenreste kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Nmin-Werte und erreicht im April 32 kg N/ha (Saattermin August) sowie 28 kg N/ha (Saattermin September). Bei den Varianten „Einarbeitung ab 01.03.“ ist erst ab März ein merk- licher Anstieg der Nmin-Werte festzustellen, der bei der Variante „Saattermin August“ wesentlich deutlicher ausfällt.

Als weitere Kultur wurde die Sonnenblume als Gründungsanlage getestet. Entsprechend dem Biomasseaufwuchs gehen die Nmin-Werte bei der Augustsaat bis zum Oktober auf 24 bzw. 22 kg N/ha zurück während bei der Septembersaat aufgrund der Stickstofffreisetzung aus den Ernteresten der Vorfrucht und der geringen Biomassebildung ein Anstieg der Nmin-Werte auf 82 bzw. 67 kg N/ha zu verzeichnen ist (Abb. 9-15, Tab. 9-7). Da bei der Septembersaat im Mittel nur 19 kg N/ha von den Sonnenblumen aufgenommen werden (Tab. 9-6), wird ein Großteil des mineralisierten Stickstoffs im Laufe des Winters aus dem Bodenprofil ausgewaschen. Im Gegensatz dazu wird der gebundene Stickstoff bei der frühen Aussaat der Sonnenblumen nicht ausgewaschen und mit dem Anstieg der Temperaturen im Frühjahr wieder freigesetzt.

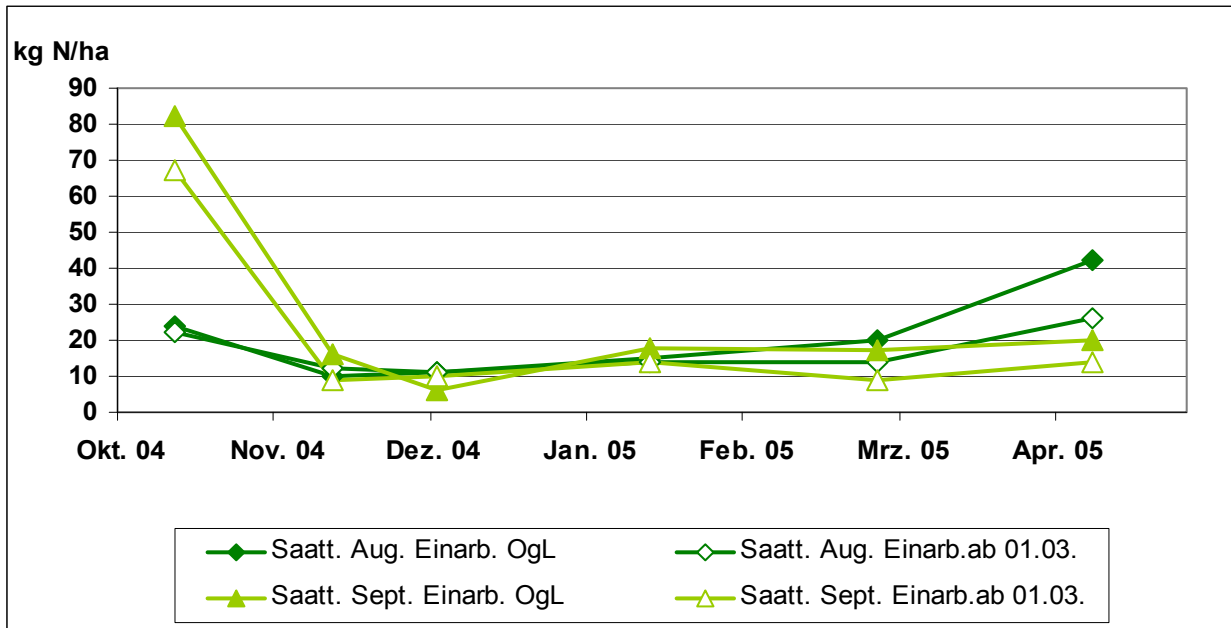


Abb. 9-15: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei Sonnenblumen mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen

Bei der Leguminosenmischung aus Ackerbohnen, Erbsen und Saatwicken mit den Varianten „Saattermin August“ ist hier der geringste Rückgang der Nmin-Werte im Vergleich zu anderen Gründungsarten zu beobachten. Im Oktober liegen sie im Mittel bei 32 kg N/ha, sinken dann im November auf 21 kg N/ha und steigen dann bis zum April auf 50 kg N/ha an, wobei die Nmin-Werte Ende Februar von 41 kg N/ha auf 27 kg N/ha im Januar zurückgegangen waren (Tab. 9-7, Tab. 9-8, Abb. 9-16). Somit erfolgte im März ein starker Mineralisationsschub aus den Gründungsresten.

Erfolgt die Aussaat der Leguminosenmischung erst im September, sind Mitte Oktober mit 107 bzw. 61 kg N/ha zunächst noch sehr hohe Werte an mineralisierten Stickstoff zu finden, die dann innerhalb von vier Wochen um 86 kg N/ha bzw. 50 kg N/ha zurückgehen. Da in der untersten Bodenschicht im Oktober 24 bzw. 18 kg N/ha gemessen wurden, die dann bis Anfang Dezember auf 3 kg N/ha zurückgingen, ist durch die Niederschläge ein Teil des mineralisierten Stickstoffs ausgewaschen worden. Im weiteren Verlauf kommt es dann vor allem in der obersten und mittleren Schicht zu einem Anstieg der Nmin-Werte auf insgesamt 32 bzw. 35 kg N/ha im April (Abb. 9-16).

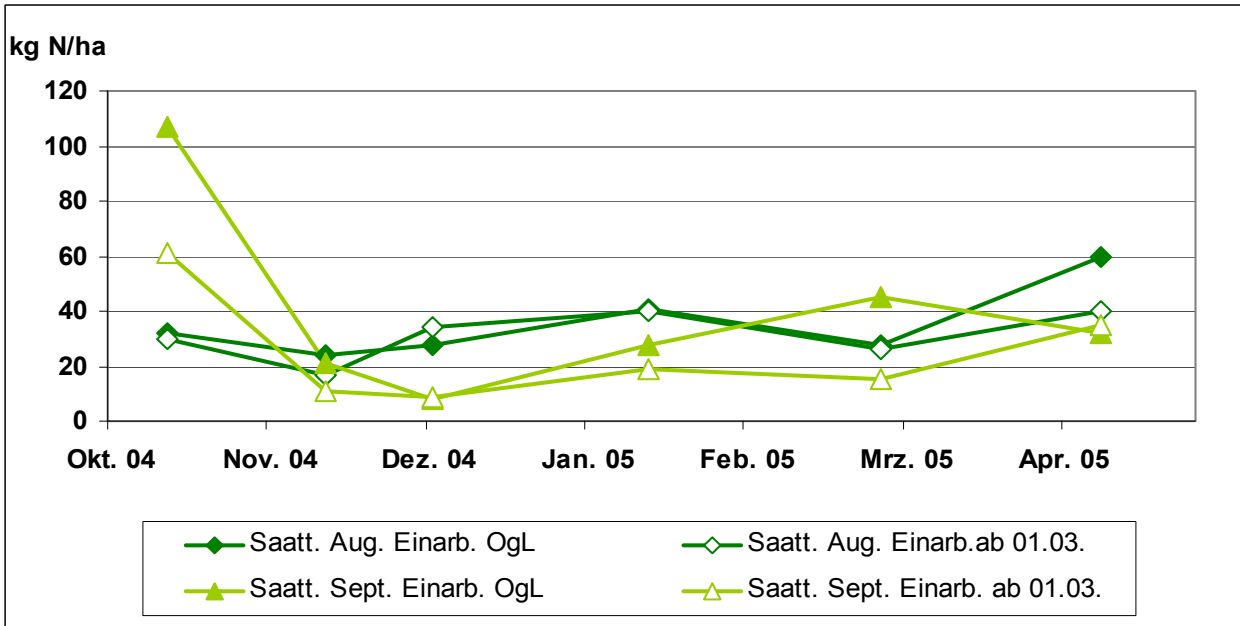


Abb. 9-16: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei Ackerbohnen + Erbsen + Saatwicken mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen

Winterharte Begrünung

Für die Auswertung der verschiedenen Begrünungsarten werden die Varianten Einjähriges Weidelgras, Winterraps, Winterrüben, Welsches Weidelgras und Grünroggen zusammengefasst. Dadurch ist auch eine Vergleichbarkeit über mehrere Jahre hinweg gegeben. Des weiteren werden die Mischungen aus Persischer Klee, Alexandrinerklee und Inkarnatklee mit Einjährigem Weidelgras als Klee gras zusammengefasst.

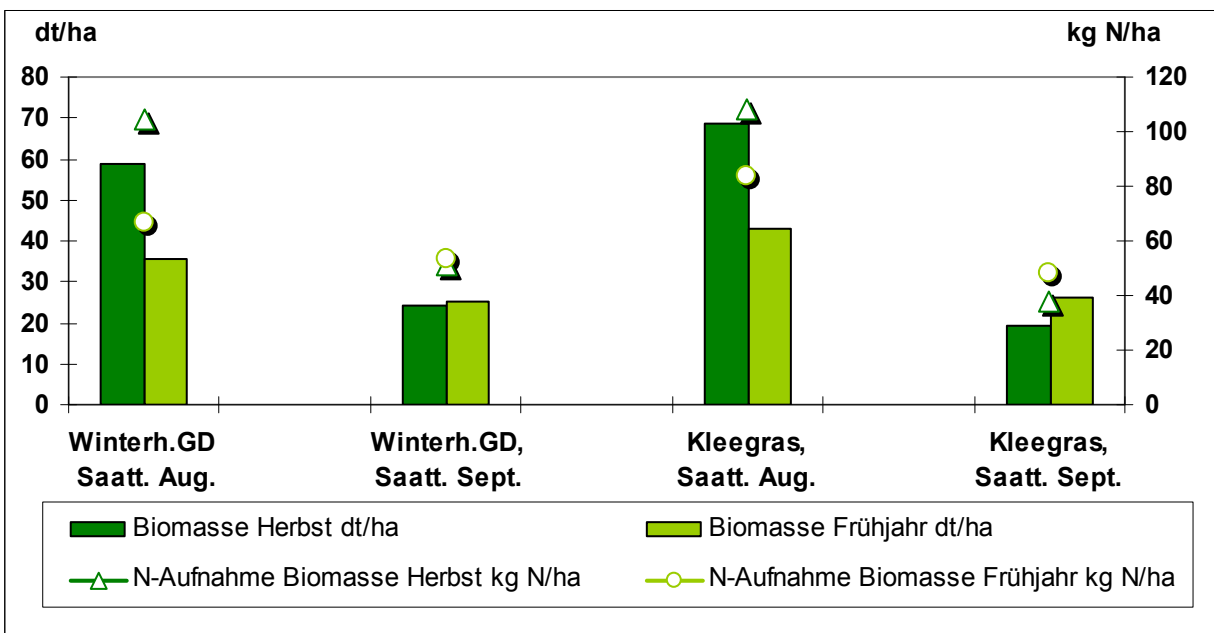


Abb. 9-17: Biomasse und N-Aufnahme winterharter Gründungsarten im Herbst und im Frühjahr bei unterschiedlichen Saatterminen;

Der Biomasseaufwuchs der winterharten Gründungsarten bei Aussaat im August beträgt im Herbst 59 dt/ha, im Frühjahr 35 dt/ha (Abb. 9-17). Erfolgt die Aussaat vier Wochen später, reduziert sich die Biomassebildung um ca. 58% auf nur noch 24 dt/ha. Nach dem Winter werden 25 dt/ha Biomasse gemessen. Die Klee-Gras-Mischungen bilden bei Aussaat im August im Mittel 69 dt/ha Biomasse vor dem Winter. Nach dem Winter sind 43 dt/ha an Biomasse vorhanden. Bei Aussaat im September ist ein Rückgang von 72% auf 19 dt/ha festzustellen. Der Biomasseaufwuchs im Frühjahr erhöht sich leicht auf 26 dt/ha. Von den Kulturarten erzielt bei Saattermin August die Variante „Persischer Klee + Einjähriges Weidelgras“ mit 76 dt/ha die höchsten Biomasseerträge, die niedrigsten der Winterraps mit 44 dt/ha (Abb. 9-18, Tab. 9-5). Am spätsaatverträglichsten zeigten sich die Winterrübsen. Hier war nur ein Rückgang der Biomassebildung von knapp 40% von 52 dt/ha auf 31 dt/ha beim Saattermin September festzustellen. Den stärksten Ertragsrückgang hatte das Gemenge aus Persischer Klee + Einjähriges Weidelgras mit ca. 75% von 76 dt/ha auf 19 dt/ha.

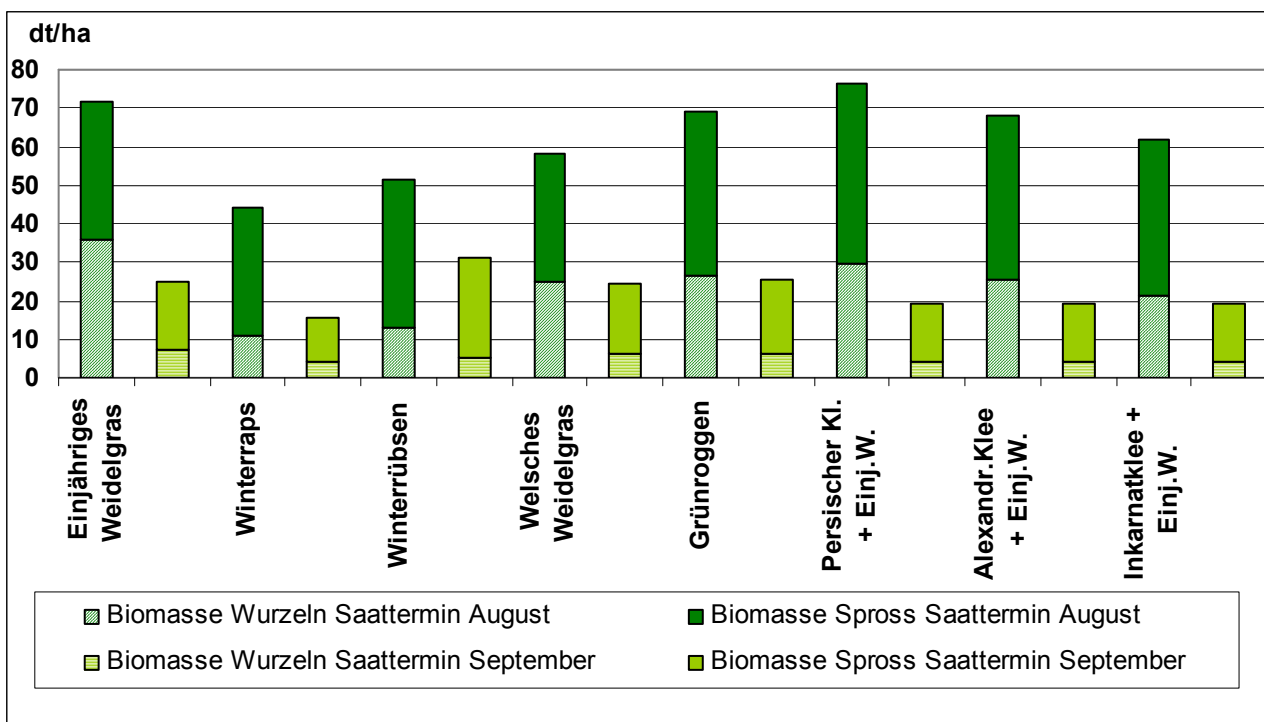


Abb. 9-18: Biomasse winterharter Gründungspflanzen in Spross und Wurzeln bei unterschiedlichen Aussatterminen vor dem Winter

Der Anteil der Wurzeln an der Gesamtbiomasse (Aussaat August) beträgt beim Einjährigem Weidelgras 50%, beim Welschem Weidelgras 43 %, bei Grünroggen 39%, bei den Klee-Gras-Gemischen im Mittel 37% sowie bei Winterraps und Winterrübsen 25% bzw. 26%. Es ergibt sich ein Mittel von 37% Wurzelanteil. Beim Saattermin September geht der Wurzelanteil im Mittel auf 24% zurück. Den höchsten Wurzelanteil behält weiterhin das Einjährige Weidelgras mit 29%, den geringsten Anteil haben die Winterrübsen mit 17%.

Der N-Gehalt aller Gründungsvarianten mit Saattermin August beträgt vor dem Winter im Mittel 106 kg N/ha. Die Klee-Gras-Gemenge weisen mit 108 kg N/ha im Mittel nur um ca. 4 kg höhere N-Gehalte aus wie die restlichen winterharten Gründungsvarianten mit einem Mittelwert von 104 kg N/ha (Abb. 9-17). Nach dem Winter haben die Klee-Gras-Gemenge im Mittel 84 kg N/ha (77%) und die anderen winterharten Gründungsvarianten im Mittel 67 kg N/ha (64%). Beim Saattermin September gehen die N-Gehalte gemessen vor dem Winter bei den Klee-Gras-Gemengen um 65% auf 38 kg N/ha und bei den restlichen Gründungsvarianten um 51% auf 51 kg N/ha zurück. Nach dem Winter kommt es bei den Klee-Gras-Gemengen zu einer leichten Erhöhung auf 48 kg

N/ha und bei den restlichen Varianten bleiben sie mit 53 kg N/ha fast identisch mit dem Wert vor dem Winter.

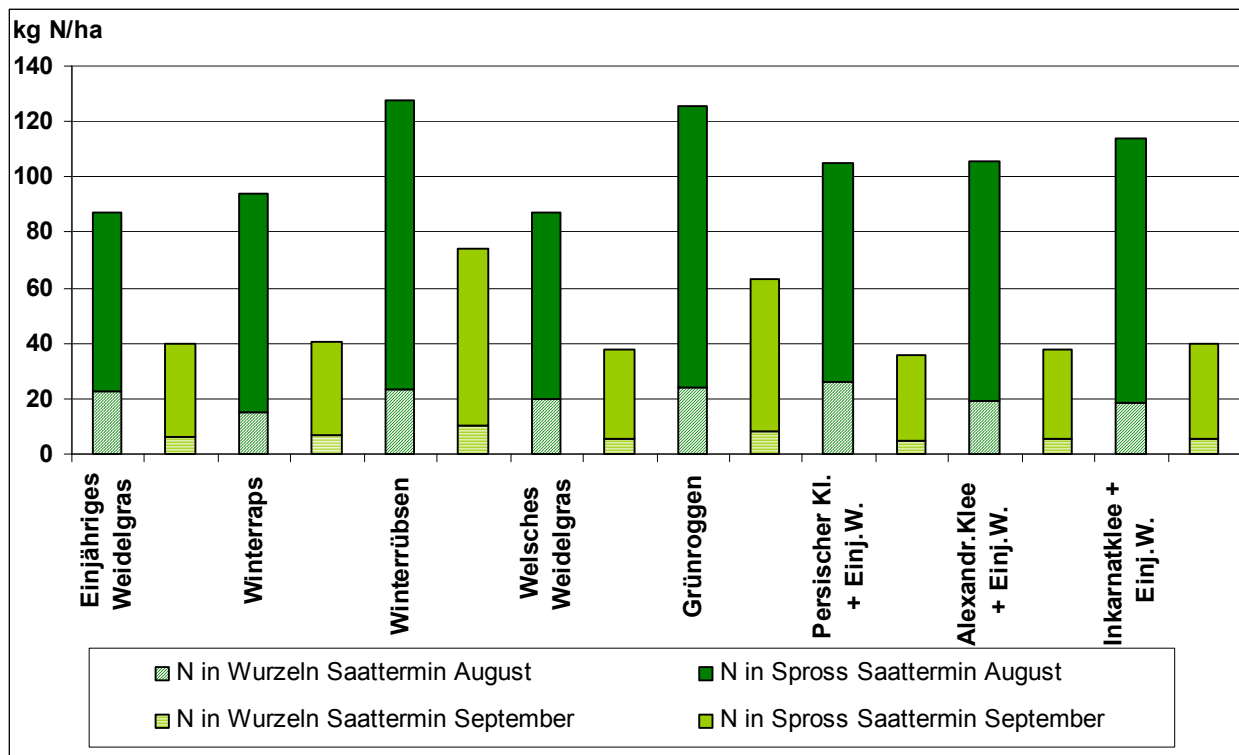


Abb. 9-19: N-Aufnahme (kg N/ha) winterharder Gründungspflanzen in Spross und Wurzeln bei unterschiedlichen Saatterminen vor dem Winter

Bei Betrachtung der einzelnen Varianten erweisen sich die Winterrübsen und der Grünroggen als die Kulturen mit den höchsten N-Gehalten in der Biomasse (Abb. 9-19). Der N-Gehalt der Winterrübsen beträgt 127 kg N/ha und der des Grünroggens 125 kg N/ha. Die Klee gras-Gemenge haben N-Gehalte zwischen 105 und 114 kg N/ha, der Winterraps 94 kg N/ha und die Weidelgräser 87 kg N/ha (Tab. 9-6). Auch beim Saattermin September weisen die Winterrübsen mit 74 kg N/ha und der Grünroggen mit 63 kg N/ha die höchsten Werte auf. Die restlichen Kulturen liegen zwischen 36 kg N/ha und 41 kg N/ha. Der Stickstoffanteil des Sprosses am Gesamtstickstoff liegt bei der Augustsaat im Mittel bei 80% mit einer Spanne von 74% (Einjähriges Weidelgras) bis 84% (Winterraps und Inkarnatklee + Einjähriges Weidelgras). Beim Aussaattermin September variiert der N-Anteil im Spross nur geringfügig von 84 - 87% und liegt im Mittel bei 86%.

Wie bereits bei den anderen Varianten mit Aussaattermin August ist auch bei den winterharten Gründungen ein starker Rückgang der Nmin-Werte festzustellen (Abb. 9-20). Die Nmin-Werte liegen im Oktober jeweils bei 16 kg N/ha, gehen bis November auf 7 bzw. 6 kg N/ha zurück und bleiben auf diesem Niveau bis Dezember. Nach der Einarbeitung der einen Variante im Dezember kommt es aufgrund der Mineralisation zum Anstieg des Nmin-Wertes auf 42 kg N/ha im April. Werden die Zwischenfrüchte nicht eingearbeitet, nehmen die Pflanzen nach Vegetationsbeginn N auf, so dass die Nmin-Werte bis März auf 3 kg N/ha absinken und erst mit der Einarbeitung die Nmin-Werte ansteigen. Bei den Varianten mit Aussaat der Gründungs im September sind mit 73 bzw. 66 kg N/ha (Abb. 9-20) im Oktober zunächst noch sehr hohe Nmin-Werte im Boden vorhanden. Da in der letzten Oktober Dekade ca. 45 mm Niederschläge fallen und sich in der Schicht 60-90 cm Anfang Oktober bereits ca. 20 kg N/ha befinden, wird ein Teil des mineralisierten Stickstoff bis Mitte November ausgewaschen und nicht von den Pflanzen aufgenommen. Bei den Klee grasgemischen sind ähnliche Nmin-Verläufe zu beobachten wie bei den restlichen Winterbegrünungen, jedoch auf einem höherem Ausgangsniveau (Abb. 9-21). Es ergibt sich z.B. ein Unterschied von ca. 20 kg

N/ha bei den Oktoberwerten (Aussaat September) zwischen den Klee-grasgemischen und den Winterrüben mit dem Nmin-Wert von 60 kg N/ha im Mittel (Tab. 9-7).

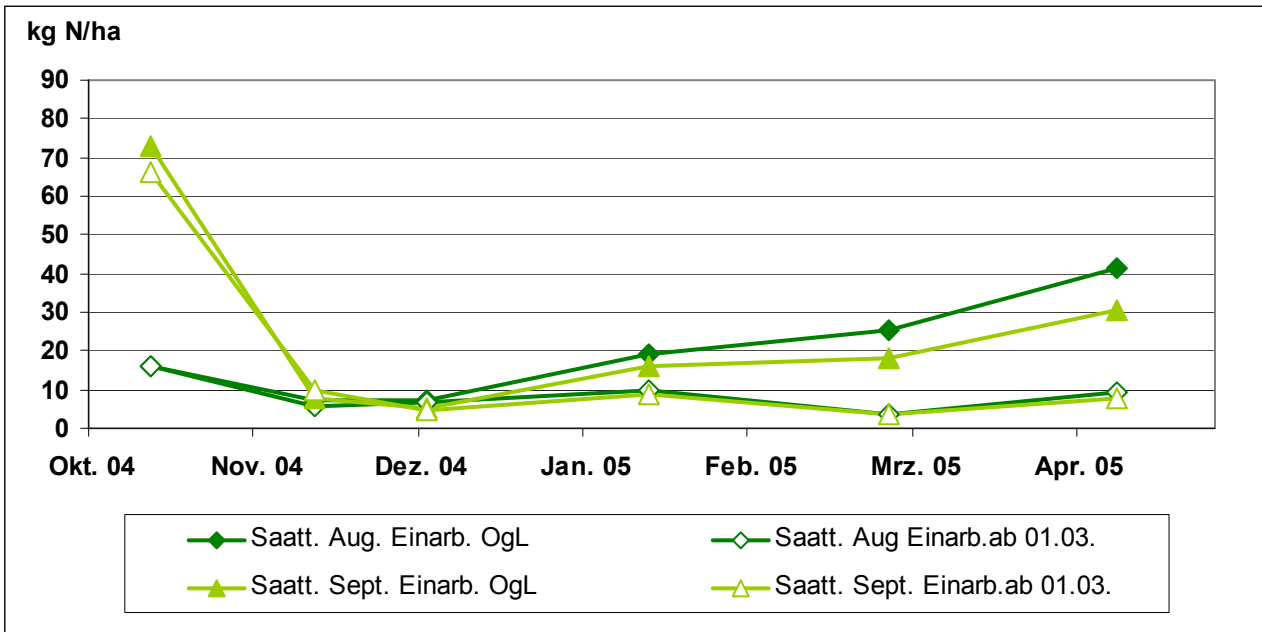


Abb. 9-20: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei winterharten Gründungspflanzen (Mittel aus Einjähriges Weidelgras, Winterraps, Winterrüben, Welsches Weidelgras und Grünroggen) mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen

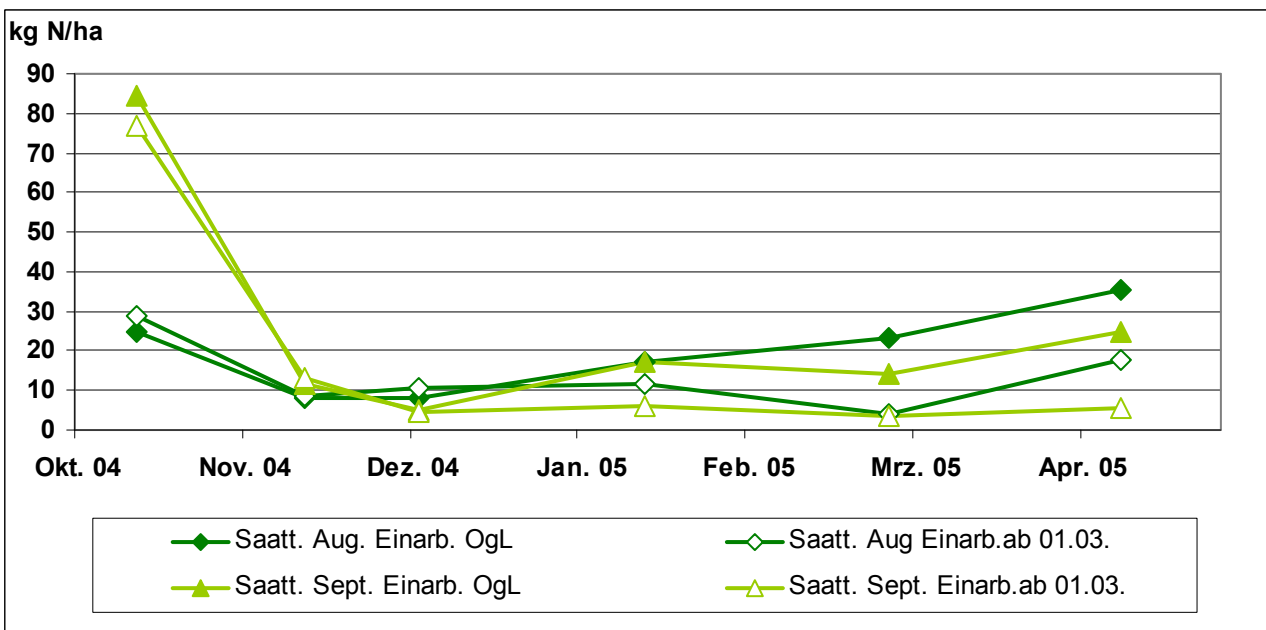


Abb. 9-21: Verlauf der Nmin-Werte (0-90 cm) bei Klee-gras-mischungen (Mittel aus Persischer Klee u. Einjähriges Weidelgras, Alexandriner Klee u. Einjähriges Weidelgras, Inkarnatklee und Einjähriges Weidelgras) mit unterschiedlichen Saatzeitpunkten und Einarbeitungsterminen

Tab. 9-5: Versuch Gründung 2004 - 2005; Grünmasseaufwüchse

Pflanzenart	Einarbeitungstermin	Merkmal					
		Grünmasseaufwüchse (Erntetermin vor dem Winter) dt TS/ha			Grünmasseaufwüchse (Erntetermin nach dem Winter) dt TS/ha		
		Saattermin			Saattermin		
		Anfang/Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel
1. Selbstbegrünung	ogL (ca.ab 01.12.04)	48,5	-	29,9	-	-	-
	ab 01.03.05	26,1	-	26,1	10,0	-	10,0
	Mittel	37,3	-	28,0	10,0	-	10,0
2. Gelbsef (Achilles)	ogL (ca.ab 01.12.04)	67,7	27,9	47,8			
	ab 01.03.05	69,0	25,0	47,0	58,7	14,4	36,6
	Mittel	68,4	26,5	47,4	58,7	14,4	36,6
3. Sareptasenf (Vitasso)	ogL (ca.ab 01.12.04)	56,4	7,9	32,2			
	ab 01.03.05	64,6	13,7	39,2	46,9	8,9	27,9
	Mittel	60,5	10,8	35,7	46,9	8,9	27,9
4. Phacelia (Balo)	ogL (ca.ab 01.12.04)	63,0	15,3	39,2			
	ab 01.03.05	59,7	14,4	37,1	44,5	5,3	24,9
	Mittel	61,4	14,9	38,1	44,5	5,3	24,9
5. Ölrettich (Ikarus)	ogL (ca.ab 01.12.04)	53,2	35,3	44,3			
	ab 01.03.05	55,6	23,6	39,6	31,3	18,9	25,1
	Mittel	54,4	29,5	41,9	31,3	18,9	25,1
6. Sonnenblumen (Helena)	ogL (ca.ab 01.12.04)	72,5	8,7	40,6			
	ab 01.03.05	53,5	3,8	28,7	32,6	1,4	17,0
	Mittel	63,0	6,3	34,6	32,6	1,4	17,0
7. Ackerbohne+Erbse+Saatwicke (Limbo+Livoletta+Caroline)	ogL (ca.ab 01.12.04)	64,6	22,9	43,8			
	ab 01.03.05	60,8	20,5	40,7	33,8	14,5	24,2
	Mittel	62,7	21,7	42,2	33,8	14,5	24,2
8. Einjähriges Weidelgras (Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	51,9	24,7	38,3			
	ab 01.03.05	91,8	25,5	58,7	42,2	30,1	36,2
	Mittel	71,9	25,1	48,5	42,2	30,1	36,2
9. Winterraps (Akela)	ogL (ca.ab 01.12.04)	43,9	17,5	30,7			
	ab 01.03.05	44,3	14,1	29,2	26,8	14,5	20,7
	Mittel	44,1	15,8	30,0	26,8	14,5	20,7
10. Winterrüben (Lenox)	ogL (ca.ab 01.12.04)	50,1	30,6	40,4			
	ab 01.03.05	53,1	32,1	42,6	29,1	24,1	26,6
	Mittel	51,6	31,4	41,5	29,1	24,1	26,6
11. Welsches Weidelgras (Tetraflorum)	ogL (ca.ab 01.12.04)	55,8	24,3	40,1			
	ab 01.03.05	60,4	24,2	42,3	38,6	27,9	33,3
	Mittel	58,1	24,3	41,2	38,6	27,9	33,3
12. Grünroggen (Protector)	ogL (ca.ab 01.12.04)	67,0	24,0	45,5			
	ab 01.03.05	71,0	27,2	49,1	40,1	29,1	34,6
	Mittel	69,0	25,6	47,3	40,1	29,1	34,6
13. Persicher Klee+Einj.Weidelgras (Gorby+Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	63,7	19,3	41,5			
	ab 01.03.05	88,8	19,1	54,0	47,0	27,7	37,4
	Mittel	76,3	19,2	47,7	47,0	27,7	37,4
14. Alexandriner Klee+Einj. Weidelg (Winner+Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	59,8	17,6	38,7			
	ab 01.03.05	76,3	20,3	48,3	37,4	24,8	31,1
	Mittel	68,1	19,0	43,5	37,4	24,8	31,1
15. Inkarnatkle + Einj. Weidelgras (Linkarus+Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	59,2	18,1	38,7			
	ab 01.03.05	64,3	20,0	42,2	45,0	25,6	35,3
	Mittel	61,8	19,1	40,4	45,0	25,6	35,3
Mittel (V2-V15)	ogL (ca.ab 01.12.04)	59,2	21,0	40,1			
	ab 01.03.05	65,2	20,3	42,7	39,6	19,1	29,3
	Mittel	62,2	20,6	41,4	39,6	19,1	29,3

Tab. 9-6: Versuch Gründung 2004 - 2005; N in Grünpflanzenmasse

Pflanzenart	Einarbeitungstermin	Merkmal					
		kg N/ha inGrünpflanzenmasse Spross+Wurzel (bei Erntetermin vor dem Winter)			kg N/ha inGrünpflanzenmasse Spross+Wurzel (bei Erntetermin nach dem Winter)		
		Saattermin			Saattermin		
		Anfang/Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel
1. Selbstbegrünung	ogL (ca.ab 01.12.04)	45,4	-	45,4	-	-	-
	ab 01.03.05	36,6	-	36,6	14,6	-	14,6
	Mittel	41,0	-	41,0	14,6	-	14,6
2. Gelbsenf (Achilles)	ogL (ca.ab 01.12.04)	107,1	66,0	86,6			
	ab 01.03.05	107,9	55,1	81,5	56,7	21,1	38,9
	Mittel	107,5	60,6	84,0	56,7	21,1	38,9
3. Sareptasenf (Vitasso)	ogL (ca.ab 01.12.04)	106,1	22,8	64,5			
	ab 01.03.05	121,8	36,3	79,1	60,6	26,3	43,5
	Mittel	114,0	29,6	71,8	60,6	26,3	43,5
4. Phacelia (Balo)	ogL (ca.ab 01.12.04)	116,7	39,2	78,0			
	ab 01.03.05	96,5	35,7	66,1	80,0	15,5	47,8
	Mittel	106,6	37,5	72,0	80,0	15,5	47,8
5. Ölrettich (Ikarus)	ogL (ca.ab 01.12.04)	122,3	95,3	108,8			
	ab 01.03.05	124,7	62,1	93,4	80,9	54,4	67,7
	Mittel	123,5	78,7	101,1	80,9	54,4	67,7
6. Sonnenblumen (Helena)	ogL (ca.ab 01.12.04)	112,4	27,0	69,7			
	ab 01.03.05	86,3	10,0	48,2	28,4	2,8	15,6
	Mittel	99,4	18,5	58,9	28,4	2,8	15,6
7. Ackerbohne+Erbse+Saatwicke (Limbo+Livioletta+Caroline)	ogL (ca.ab 01.12.04)	200,0	95,0	147,5			
	ab 01.03.05	183,3	91,5	137,4	88,7	56,2	72,5
	Mittel	191,7	93,3	142,5	88,7	56,2	72,5
8. Einjähriges Weidelgras (Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	79,9	40,6	60,3			
	ab 01.03.05	94,8	38,6	66,7	55,8	41,9	48,9
	Mittel	87,4	39,6	63,5	55,8	41,9	48,9
9. Winterraps (Akela)	ogL (ca.ab 01.12.04)	88,2	42,1	65,2			
	ab 01.03.05	99,6	39,2	69,4	61,3	42,4	51,9
	Mittel	93,9	40,7	67,3	61,3	42,4	51,9
10. Winterrübsen (Lenox)	ogL (ca.ab 01.12.04)	124,7	68,6	96,7			
	ab 01.03.05	130,2	79,3	104,8	78,0	69,5	73,8
	Mittel	127,5	74,0	100,7	78,0	69,5	73,8
11. Welsches Weidelgras (Tetraflorum)	ogL (ca.ab 01.12.04)	93,1	37,2	65,2			
	ab 01.03.05	81,6	37,8	59,7	56,0	49,8	52,9
	Mittel	87,4	37,5	62,4	56,0	49,8	52,9
12. Grünroggen (Protector)	ogL (ca.ab 01.12.04)	127,8	59,3	93,6			
	ab 01.03.05	122,7	66,8	94,8	83,4	61,6	72,5
	Mittel	125,3	63,1	94,2	83,4	61,6	72,5
13. Persicher Klee+Einj. Weidelgras (Gorby+Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	108,0	38,6	73,3			
	ab 01.03.05	102,6	33,4	68,0	79,0	53,4	66,2
	Mittel	105,3	36,0	70,7	79,0	53,4	66,2
14. Alexandriner Klee+Einj. Weidelg (Winner+Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	90,7	34,8	62,8			
	ab 01.03.05	121,1	41,0	81,1	82,6	43,1	62,9
	Mittel	105,9	37,9	71,9	82,6	43,1	62,9
15. Inkarnatkle + Einj. Weidelgras (Linkarus+Aubade)	ogL (ca.ab 01.12.04)	106,0	38,3	72,2			
	ab 01.03.05	122,2	41,6	81,9	90,1	48,6	69,4
	Mittel	114,1	40,0	77,0	90,1	48,6	69,4
Mittel (V2-V15)	ogL (ca.ab 01.12.04)	113,1	50,3	81,7			
	ab 01.03.05	114,0	47,7	80,8	70,1	41,9	56,0
	Mittel	113,5	49,0	81,3	70,1	41,9	56,0

Tab. 9-7: Versuch Gründung 2004 - 2005; Nmin-Werte: Oktober - Dezember 2004

Pflanzenart	Einarbeitungs-termin	Merkmal								
		N-min kg N/ha 0-90 cm Oktober 2004			N-min kg N/ha 0-90 cm November 2004			N-min kg N/ha 0-90 cm Dezember 2004		
		Saattermin			Saattermin			Saattermin		
Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel		
1. Selbstbegrünung	ogL (ca.ab 01.12.04)	31	69	50	12	17	15	10	9	10
	ab 01.03.05	33	75	54	8	36	22	11	18	15
	Mittel	32	72	52	10	27	18	11	14	12
2. Gelbsenf	ogL (ca.ab 01.12.04)	10	77	44	9	6	8	6	1	4
	ab 01.03.05	9	62	36	7	14	11	8	4	6
	Mittel	10	70	40	8	10	9	7	3	5
3. Sareptasenf	ogL (ca.ab 01.12.04)	11	81	46	7	13	10	5	2	4
	ab 01.03.05	16	69	43	7	5	6	7	3	5
	Mittel	14	75	44	7	9	8	6	3	4
4. Phacelia	ogL (ca.ab 01.12.04)	10	75	43	9	10	10	8	4	6
	ab 01.03.05	16	67	42	8	4	6	7	5	6
	Mittel	13	71	42	9	7	8	8	5	6
5. Ölrettich	ogL (ca.ab 01.12.04)	7	58	33	8	5	7	7	2	5
	ab 01.03.05	7	48	28	6	2	4	6	4	5
	Mittel	7	53	30	7	4	5	7	3	5
6. Sonnenblumen	ogL (ca.ab 01.12.04)	24	82	53	10	16	13	11	6	9
	ab 01.03.05	22	67	45	12	9	11	11	10	11
	Mittel	23	75	49	11	13	12	11	8	10
7. Ackerbohne+Erbse+ Saatwicke	ogL (ca.ab 01.12.04)	32	107	70	24	21	23	28	8	18
	ab 01.03.05	30	61	46	17	11	14	34	9	22
	Mittel	31	84	58	21	16	18	31	9	20
8. Einjähriges Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	24	82	53	9	13	11	9	6	8
	ab 01.03.05	27	79	53	5	13	9	6	7	7
	Mittel	26	81	53	7	13	10	8	7	7
9. Winterraps	ogL (ca.ab 01.12.04)	15	82	49	6	9	8	4	8	6
	ab 01.03.05	13	68	41	5	14	10	8	6	7
	Mittel	14	75	45	6	12	9	6	7	7
10. Winterrüben	ogL (ca.ab 01.12.04)	10	66	38	6	7	7	5	5	5
	ab 01.03.05	12	53	33	5	8	7	5	4	5
	Mittel	11	60	35	6	8	7	5	5	5
11. Welsches Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	21	72	47	8	7	8	8	3	6
	ab 01.03.05	21	71	46	7	7	7	8	2	5
	Mittel	21	72	46	8	7	7	8	3	5
12. Grünroggen	ogL (ca.ab 01.12.04)	10	62	36	8	4	6	10	5	8
	ab 01.03.05	8	61	35	6	7	7	6	5	6
	Mittel	9	62	35	7	6	6	8	5	7
13. Persicher Klee+ Einj. Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	24	86	55	9	9	9	8	6	7
	ab 01.03.05	28	74	51	9	8	9	10	3	7
	Mittel	26	80	53	9	9	9	9	5	7
14. Alexandriner Klee+ Einj. Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	29	83	56	7	13	10	9	4	7
	ab 01.03.05	28	74	51	7	17	12	12	6	9
	Mittel	29	79	54	7	15	11	11	5	8
15. Inkarnatklée+ Einj. Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	21	85	53	8	13	11	7	5	6
	ab 01.03.05	30	83	57	10	14	12	10	5	8
	Mittel	26	84	55	9	14	11	9	5	7
Mittel (V2-V15)	ogL (ca.ab 01.12.04)	18	78	48	9	10	10	9	5	7
	ab 01.03.05	19	67	43	8	10	9	10	5	8
	Mittel	18	73	46	9	10	9	9	5	7

Tab. 9-8: Versuch Gründung 2004 - 2005; Nmin-Werte: Januar - April 2005

Pflanzenart	Einarbeitungs-termin	Merkmal								
		N-min kg N/ha 0-90 cm Januar 2005			N-min kg N/ha 0-90 cm Februar 2005			N-min kg N/ha 0-90 cm April 2005		
		Saattermin			Saattermin			Saattermin		
		Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel
1. Selbstbegrünung	ogL (ca.ab 01.12.04)	27	18	23	26	18	22	29	20	25
	ab 01.03.05	17	17	17	12	10	11	22	14	18
	Mittel	22	18	20	19	14	17	26	17	21
2. Gelbsenf	ogL (ca.ab 01.12.04)	34	21	28	39	26	33	32	36	34
	ab 01.03.05	16	10	13	18	12	15	35	25	30
	Mittel	25	16	20	29	19	24	34	31	32
3. Sareptasenf	ogL (ca.ab 01.12.04)	19	15	17	29	18	24	36	29	33
	ab 01.03.05	11	7	9	15	7	11	30	14	22
	Mittel	15	11	13	22	13	17	33	22	27
4. Phacelia	ogL (ca.ab 01.12.04)	19	13	16	16	16	16	30	21	26
	ab 01.03.05	15	7	11	13	6	10	26	11	19
	Mittel	17	10	14	15	11	13	28	16	22
5. Ölrettich	ogL (ca.ab 01.12.04)	15	17	16	27	20	24	28	30	29
	ab 01.03.05	9	9	9	6	4	5	20	11	16
	Mittel	12	13	13	17	12	14	24	21	22
6. Sonnenblumen	ogL (ca.ab 01.12.04)	15	18	17	20	17	19	42	20	31
	ab 01.03.05	14	14	14	14	9	12	26	14	20
	Mittel	15	16	15	17	13	15	34	17	26
7. Ackerbohne+Erbse+ Saatwicke	ogL (ca.ab 01.12.04)	41	28	35	28	45	37	60	32	46
	ab 01.03.05	40	19	30	26	15	21	40	35	38
	Mittel	41	24	32	27	30	29	50	34	42
8. Einjähriges Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	18	14	16	24	13	19	42	29	36
	ab 01.03.05	10	8	9	3	2	3	6	3	5
	Mittel	14	11	13	14	8	11	24	16	20
9. Winterraps	ogL (ca.ab 01.12.04)	18	18	18	24	16	20	27	24	26
	ab 01.03.05	9	10	10	4	5	5	12	8	10
	Mittel	14	14	14	14	11	12	20	16	18
10. Winterrüben	ogL (ca.ab 01.12.04)	21	17	19	22	14	18	40	20	30
	ab 01.03.05	9	6	8	3	3	3	11	13	12
	Mittel	15	12	13	13	9	11	26	17	21
11. Welsches Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	21	12	17	37	12	25	59	27	43
	ab 01.03.05	11	11	11	3	3	3	7	6	7
	Mittel	16	12	14	20	8	14	33	17	25
12. Grünroggen	ogL (ca.ab 01.12.04)	19	18	19	20	35	28	40	53	47
	ab 01.03.05	9	10	10	5	4	5	10	10	10
	Mittel	14	14	14	13	20	16	25	32	28
13. Persicher Klee+ Einj. Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	17	16	17	22	12	17	44	28	36
	ab 01.03.05	12	6	9	4	3	4	27	6	17
	Mittel	15	11	13	13	8	10	36	17	26
14. Alexandriner Klee+ Einj. Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	17	15	16	24	14	19	28	22	25
	ab 01.03.05	10	5	8	4	3	4	13	6	10
	Mittel	14	10	12	14	9	11	21	14	17
15. Inkarnatklée+ Einj. Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	17	20	19	24	16	20	34	24	29
	ab 01.03.05	13	7	10	4	4	4	13	5	9
	Mittel	15	14	14	14	10	12	24	15	19
Mittel (V2-V15)	ogL (ca.ab 01.12.04)	21	17	19	25	20	23	39	28	33
	ab 01.03.05	13	9	11	9	6	7	20	12	16
	Mittel	17	13	15	17	13	15	29	20	25

Wintergetreide und Winterraps

In Tab. 9-9 sind die Untersuchungsergebnisse der Winterungen für das Jahr 2004/2005 zusammengestellt. Die Trockenmasseerträge lagen im Mittel bei den Wintergetreidearten bei 7,3 dt/ha und bei Winterraps bei 42,4 dt/ha mit N-Gehalten von 13,7 kg N/ha und 130,5 kg N/ha. Bei der Selbstbegrünung ist festzustellen, dass vor dem Winter zwar mit 70,1 kg N/ha relativ viel N in der Pflanze gebunden wird, nach dem Winter mit 17,0 kg N/ha in der Pflanze ein deutlicher Rückgang festzustellen ist. Er ist somit niedriger wie bei allen Getreidearten.

Tab. 9-9: Versuch Gründung 2004 - 2005; Erträge, N-Aufnahme Pflanzen und Nmin-Werte bei Selbstbegrünung, Winterraps und Wintergetreide

Pflanzenart	Termin	Merkmal						
		Trockenmasse Pflanzen			N-Aufnahme Pflanzen			N-Gehalt Boden
		Spross dt /ha	Wurzel dt/ha	Gesamtpflanze dt/ha	Spross kg N/ha	Wurzel kg N/ha	Gesamtpflanze kg N/ha	N _{min} kg N/ha 0-90 cm
Selbstbegrünung	Nov. 04	27,1	4,3	31,4	63,8	6,3	70,1	33
	Dez. 04							12
	Jan. 05							21
	Feb. 05							13
	Mrz. 05	10,5	1,7	12,2	14,1	2,9	17,0	
	Mittel	18,8	3,0	21,8	39,0	4,6	43,5	20
Winterraps	Nov. 04	42,1	10,7	52,8	116,5	23,7	140,2	12
	Dez. 04							7
	Jan. 05							6
	Feb. 05							4
	Mrz. 05	23,2	8,9	32,0	94,9	25,9	120,8	
	Mittel	32,7	9,8	42,4	105,7	24,8	130,5	7
Wintergerste	Nov. 03	7,0	1,9	8,9	28,2	3,7	31,9	55
	Dez. 03							20
	Jan. 04							8
	Feb. 04							8
	Mrz. 04	14,0	3,1	17,1	38,9	4,1	43,0	
	Mittel	10,5	2,5	13,0	33,6	3,9	37,5	23
Winterroggen	Nov. 03			3,4			16,2	41
	Dez. 03							26
	Jan. 04							13
	Feb. 04							7
	Mrz. 04			11,7			34,8	
	Mittel			7,6			25,5	22
Wintertriticale	Nov. 03			1,3			4,9	37
	Dez. 03							14
	Jan. 04							12
	Feb. 04							6
	Mrz. 04			7,6			19,4	
	Mittel			4,5			12,2	17
Winterweizen	Nov. 03			1,4			5,6	45
	Dez. 03							22
	Jan. 04							12
	Feb. 04							7
	Mrz. 04			6,8			21,8	
	Mittel			4,1			13,7	22
Wintergetreide (gesamt)	Nov. 03			3,8			14,7	45
	Dez. 03							21
	Jan. 04							11
	Feb. 04							7
	Mrz. 04			10,8			29,8	
	Mittel			7,3			22,2	21
Winterungen (gesamt)	Nov. 03			13,6			39,8	38
	Dez. 03							18
	Jan. 04							10
	Feb. 04							6
	Mrz. 04			15,0			48,0	
	Mittel			14,3			43,9	18

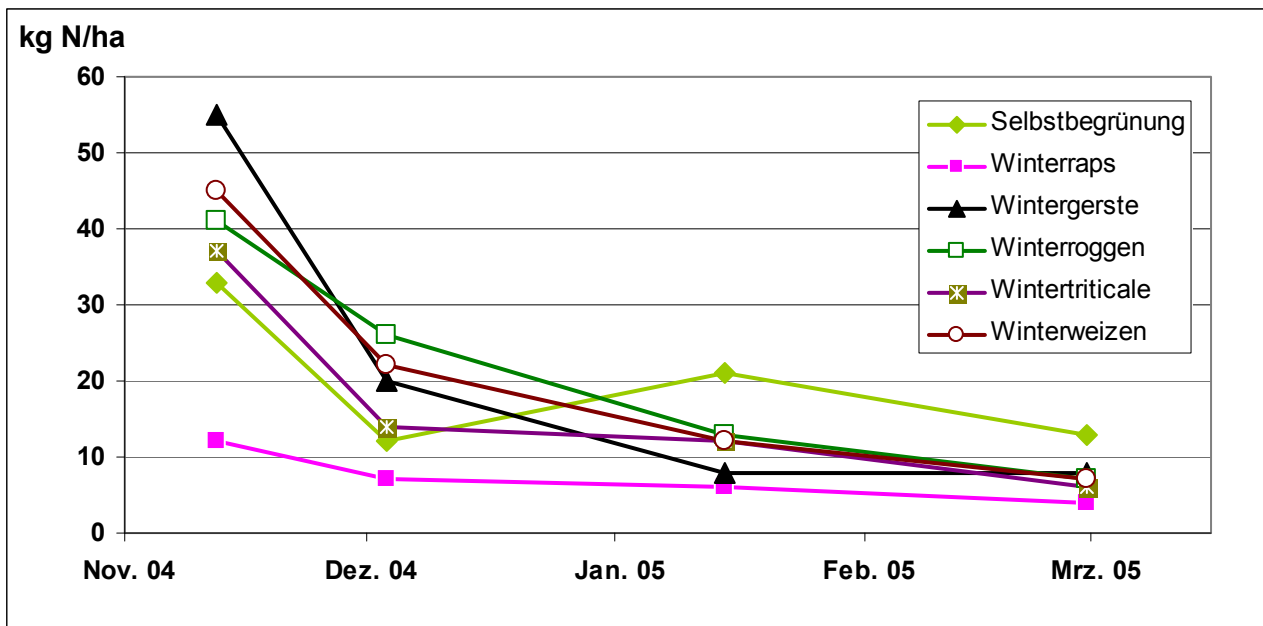


Abb. 9-22: Nmin-Gehalt bei Selbstbegrünung und bei Winterungen 2004/2005

Bei den Nmin-Gehalten ist bei der Probenahme im November eine sehr große Streubreite vorhanden (Abb. 9-22). Den niedrigsten Wert weist Wintererbsen mit 12 kg N/ha auf, den höchsten Wintergerste mit 55 kg N/ha. Da zur Wintergerstensaatsaat noch zu einem relativen frühen Zeitpunkt im Herbst eine intensive Bodenbearbeitung durchgeführt wurde, kam es zunächst zu einem Anstieg der Nmin-Werte und erst anschließend durch das Wachstum der Pflanzen zu einem starken Rückgang der N-Gehalte im Boden. Auch bei den anderen Wintergetreidearten ist ab der Beprobung im November ein steter Rückgang der N-Gehalte im Boden durch das Pflanzenwachstum festzustellen. Anfang März weisen alle Winterungen weniger als 10 kg N/ha auf. Bei der Selbstbegrünung wird jedoch ab Dezember durch die Mineralisation der abgestorbenen Pflanzen ein Teil des inkorporierten Stickstoffs wieder mineralisiert, so dass der Nmin-Wert im Januar zunächst ansteigt und erst wieder im Frühjahr durch den Aufwuchs von neuen Pflanzen Stickstoff dem Boden entzogen wird.

9.3.2 Körnerträge bei der Folgefrucht Körnermais 2005

Im Mittel über alle Varianten betrug der Körnermaisertrag 129,3 dt/ha (Tab. 9-10). Die höchsten Maiserträge wurden im Mittel mit 135,4 dt/ha bei der Variante Aussaat der Zwischenfrucht Anfang/Mitte August, die niedrigsten mit 123,1 dt/ha bei einer verspäteten Aussaat der Zwischenfrucht erzielt. Bei der Differenzierung nach dem Produktionsverfahren „Saattermin der Zwischenfrucht“ konnten auch gesicherte Ertragsunterschiede festgestellt werden.

Werden der Biomasseaufwuchs (TM dt/ha) der Zwischenfrüchte mit dem Körnertrag der Folgefrucht in Beziehung gesetzt, so kann man anhand der Trendlinie erkennen, dass ein deutlicher Zusammenhang zwischen Biomassebildung und Körnertrag besteht (Abb. 9-23).

Wie wichtig der Zwischenfruchtanbau bzw. die Stickstoffkonservierung für die Folgekultur ist, kann am Beispiel der Phacelia sehr gut gezeigt werden. Bei einer Aussaat Anfang/Mitte August können die Pflanzen entsprechend lange Biomasse bilden und Stickstoff in der Pflanze einbauen, so dass selbst bei einer Einarbeitung vor dem Winter keine Auswaschung des Stickstoffs erfolgt und der Stickstoff der Folgekultur zur Verfügung steht. Der Körnertrag beim Körnermais betrug 145,2 dt/ha. Erfolgte die Aussaat jedoch 4 Wochen später und wurde die Phacelia vor dem Winter eingearbeitet, ging der Körnermaisertrag auf 112,3 dt/ha zurück. Der Stickstoff konnte hier nicht vor Auswaschung

geschützt werden, da bei der nicht spätsaatverträglichen Zwischenfrucht nur geringe Mengen Stickstoff gebunden wurden.

Tab. 9-10: Versuch Gründung 2004 - 2005; Nachfolgekultur Körnermais 2005: Kornerträge, Tausendkorngewicht und Pflanzenlänge

Pflanzenart	Einarbeitungs-termin Gründung	Merkmal								
		Kornertrag dt/ha			TKG g			Pflanzenlänge cm		
		Saattermin Gründung			Saattermin Gründung			Saattermin Gründung		
		Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel	Anfang/ Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel
Selbstbegrünung	ogL (ca.ab 01.12.04)	135,8	111,0	123,4	322,7	297,3	310,0	269	250	260
	ab 01.03.05	129,9	128,3	129,1	320,0	314,0	317,0	261	255	258
	Mittel	132,9	119,6	126,2	321,3	305,7	313,5	265	253	259
Gelbsenf	ogL (ca.ab 01.12.04)	136,2	115,7	126,0	333,3	300,7	317,0	278	257	267
	ab 01.03.05	137,6	126,9	132,3	321,3	304,3	312,8	266	254	260
	Mittel	136,9	121,3	129,1	327,3	302,5	314,9	272	255	264
Sareptasenf	ogL (ca.ab 01.12.04)	138,6	120,9	129,7	326,7	303,0	314,8	275	252	264
	ab 01.03.05	130,7	124,7	127,7	320,3	302,7	311,5	262	253	258
	Mittel	134,7	122,8	128,7	323,5	302,8	313,2	269	253	261
Phacelia	ogL (ca.ab 01.12.04)	145,2	112,3	128,7	333,3	295,7	314,5	275	250	263
	ab 01.03.05	135,6	127,0	131,3	322,7	322,3	322,5	265	253	259
	Mittel	140,4	119,7	130,0	328,0	309,0	318,5	270	252	261
Ölrettich	ogL (ca.ab 01.12.04)	140,4	116,6	128,5	335,3	302,7	319,0	277	255	266
	ab 01.03.05	141,5	130,0	135,7	331,7	317,7	324,7	266	256	261
	Mittel	140,9	123,3	132,1	333,5	310,2	321,8	271	256	263
Sonnenblumen	ogL (ca.ab 01.12.04)	138,2	113,5	125,9	322,3	294,0	308,2	279	255	267
	ab 01.03.05	132,3	128,9	130,6	309,0	290,0	299,5	263	251	257
	Mittel	135,3	121,2	128,2	315,7	292,0	303,8	271	253	262
Ackerbohne+Erbse+ Saatwicke	ogL (ca.ab 01.12.04)	142,5	116,7	129,6	336,0	301,3	318,7	280	255	268
	ab 01.03.05	136,1	129,6	132,9	322,3	313,3	317,8	259	253	256
	Mittel	139,3	123,2	131,3	329,2	307,3	318,3	270	254	262
Einjähriges Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	132,3	118,1	125,2	312,0	309,7	310,8	268	255	261
	ab 01.03.05	137,0	126,4	131,7	315,0	313,3	314,2	267	253	260
	Mittel	134,7	122,2	128,5	313,5	311,5	312,5	267	254	261
Winterraps	ogL (ca.ab 01.12.04)	124,9	122,3	123,6	316,3	302,3	309,3	262	253	258
	ab 01.03.05	129,5	129,7	129,6	323,3	319,0	321,2	266	255	260
	Mittel	127,2	126,0	126,6	319,8	310,7	315,3	264	254	259
Winterrüben	ogL (ca.ab 01.12.04)	134,4	115,8	125,1	324,3	303,7	314,0	265	253	259
	ab 01.03.05	135,4	131,5	133,4	313,7	313,7	313,7	265	253	259
	Mittel	134,9	123,6	129,3	319,0	308,7	313,8	265	253	259
Welsches Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	134,0	116,6	125,3	321,7	298,7	310,2	265	255	260
	ab 01.03.05	137,0	132,3	134,7	319,3	309,0	314,2	265	256	260
	Mittel	135,5	124,5	130,0	320,5	303,8	312,2	265	255	260
Grünroggen	ogL (ca.ab 01.12.04)	134,4	123,0	128,7	321,3	300,3	310,8	263	255	259
	ab 01.03.05	136,8	131,2	134,0	321,3	312,0	316,7	264	258	261
	Mittel	135,6	127,1	131,4	321,3	306,2	313,8	264	257	260
Persischer Klee + Einjähriges Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	129,9	115,4	122,7	323,3	299,7	311,5	265	249	257
	ab 01.03.05	138,6	128,5	133,6	321,0	306,3	313,7	266	255	261
	Mittel	134,3	122,0	128,1	322,2	303,0	312,6	265	252	259
Alexandrinischer Klee + Einjähriges Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	132,3	119,6	126,0	312,7	303,0	307,8	259	251	255
	ab 01.03.05	134,6	131,0	132,8	316,7	320,0	318,3	269	259	264
	Mittel	133,5	125,3	129,4	314,7	311,5	313,1	264	255	259
Inkarnatklee + Einjähriges Weidelgras	ogL (ca.ab 01.12.04)	129,6	117,1	123,3	309,3	308,7	309,0	262	253	258
	ab 01.03.05	140,1	133,4	136,7	318,3	308,3	313,3	262	261	262
	Mittel	134,8	125,2	130,0	313,8	308,5	311,2	262	257	260
Mittel	ogL (ca.ab 01.12.04)	135,3	117,0	126,1	323,4	301,4	312,4	269	253	261
	ab 01.03.05	135,5	129,3	132,4	319,7	311,1	315,4	264	255	260
	Mittel	135,4	123,1	129,3	321,6	306,2	313,9	267	254	261
GD 5% (Pflanzenart)		5,6 (ns)								
GD 5% (Saattermin)		3,9								
GD 5% (Einarbeitungsstermin)		17,9 (ns)								

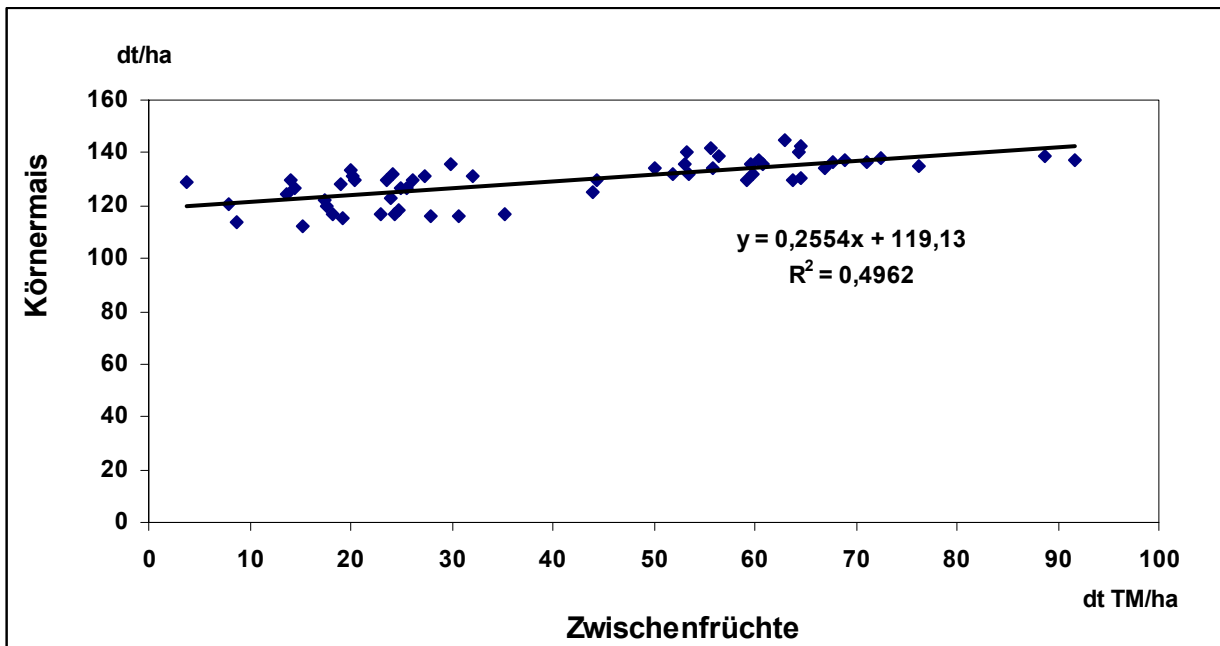


Abb. 9-23: Beziehung zwischen der Biomassebildung der Zwischenfrüchte und den Kornerträgen der Folgefrucht Körnermais

Tab. 9-11: Mittlere Kornerträge der Nachfolgekultur Körnermais 2005 bei Zusammenfassung der Begrünungsart

Begrünungsart	Einarbeitungstermin der Begrünung	Merkmal Kornertrag dt/ha		
		Saattermin der Begrünung		
		Anfang/Mitte August	4 Wochen nach o.g. Termin	Mittel
Selbstbegrünung*	ogL (ca.ab 01.12.04)	135,8	111,0	123,4
	ab 01.03.05	129,9	128,3	129,1
	Mittel	132,9	119,6	126,2
Abfrierende Begrünung	ogL (ca.ab 01.12.04)	140,2	115,9	128,1
	ab 01.03.05	135,7	127,9	131,8
	Mittel	137,9	121,9	129,9
Winterharte Begrünung	ogL (ca.ab 01.12.04)	131,5	118,3	124,9
	ab 01.03.05	136,1	130,5	133,3
	Mittel	133,8	124,4	129,1

* nur Bodenbearbeitung zum Saattermin

9.4 Zusammenfassung und Fazit

Anhand der verschiedenen Begrünungsarten (Selbstbegrünung, abfrierende oder winterharte Begrünung) und Einarbeitungstermine (vor Winter oder nach dem Winter) konnte gezeigt werden, dass die Art der Begrünung erheblichen Einfluss auf die N-Dynamik im Boden hat.

Bei Selbstbegrünung wurden bis zum Winter im Schnitt nur 27 dt TM/ha gebildet und 39 kg N/ha von den Pflanzen aufgenommen. Die geringe Einlagerung von Stickstoff konnte daher die N-Auswaschung nicht wesentlich verringern. Eingangs des Winters lagen entweder erhöhte Nmin-Werte vor oder der Stickstoff war bereits ausgewaschen worden. Da es sich bei der Selbstbegrünung nicht um eine gezielte Ansaat handelt, sind keine gleichmäßigen Bedeckungsgrade zu erzielen und der Aufwuchs unterliegt starken Schwankungen. Bei hohen Reststickstoffgehalten im Boden hängt somit die Verlagerung wesentlich von der Höhe der Niederschläge im Winterhalbjahr ab.

Bei einer Aussaat der Zwischenfrüchte vor Mitte August wurden von den Gründungspflanzen bis zum Winter durchschnittlich 155 kg N/ha aufgenommen. Hierbei wurden Biomasseerträge von durchschnittlich 68 dt TM/ha erzielt. Der mineralisierte Stickstoff im Boden konnte dadurch entsprechend gesenkt und somit Verluste durch Auswaschung erheblich vermindert werden.

Bei einer späten Aussaat der Zwischenfrüchte konnten diese Wirkungen nur noch eingeschränkt erzielt werden. Hier hatten die winterharten Gründungspflanzen eine bessere Wirkung als abfrierende Gründungen, vorausgesetzt, die Gründungen wurden erst im Frühjahr eingearbeitet. Leguminosen bzw. Leguminosengemische können sehr hohe N-Gehalte in der Pflanze fixieren, die bei einer Einarbeitung vor dem Winter ein hohes Auswaschungspotenzial darstellen können. Werden Zwischenfrüchte als Futtermittel oder zur Energieerzeugung genutzt, ist zu beachten, dass bei Gräsern hohe Anteile als Wurzelbiomasse im Boden verbleiben und bei Umbruch mineralisiert werden.

Als Winterungen sind der Winterraps und eingeschränkt die Wintergerste in der Lage, hohe Nmin-Werte im Boden vor Winter, zu reduzieren und so über Winter vor Auswaschung zu schützen.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Bodenbearbeitung im Herbst zu einer Erhöhung der N-Mineralisation führt und eine erhöhte N-Auswaschung zur Folge hat. Aus der Sicht des Wasserschutzes sollte daher die Bodenbearbeitung bzw. die Einarbeitung der Gründüngung möglichst nahe am Aussaattermin der Folgefrucht liegen, um mögliche N-Verlagerungen zu minimieren.

Gleichzeitig stellen die Gründungspflanzen nach der Einarbeitung eine langsam fließende N-Quelle für die Folgefrucht dar, wodurch Düngungskosten eingespart werden können. Auf einem Standort mit sandigem Boden ist die Einarbeitung der Gründüngung im Frühjahr ohne negative Folgen für die Folgefrucht möglich. Hier wurden in Forchheim im Mittel mit die höchsten Erträge bei der Folgekultur erzielt.

10 Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006

10.1 Versuchsbeschreibung

10.1.1 Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

Wie wirken sich Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Beregnung und die Sortenwahl auf die Mykotoxinbildung von Körnermais aus?

In den vergangenen Jahren wurden in vielen Körnermaisproben aus Feldversuchen sehr hohe Gehalte des Fusariengiftes Deoxynivalenol (DON) nachgewiesen. Der Infektionsdruck von Fusarien hängt bei Getreide entscheidend von den infektiösen Ernteresten der Vorfrucht auf der Bodenoberfläche während der Getreideblüte ab. Da die befallsfördernde Wirkung der Vorfrucht Mais bei der Folgefrucht Weizen bereits nachgewiesen ist, wurde die Vorfruchtwirkung von Körnermais im Vergleich zu Weizen hinsichtlich Mykotoxinbildung in dieser Versuchsreihe überprüft. Durch Bodenbearbeitung kann die Strohrotte der Vorfrucht wesentlich beeinflusst werden. Beim Pflugeinsatz werden die Erntereste in der Regel vollständig eingearbeitet, jedoch bestehen keine so optimalen Bedingungen für die Strohrotte. Bei der Mulchsaat hingegen werden die Erntereste nur flach eingearbeitet, wobei Teile der Erntereste der Vorfrucht an der Oberfläche verbleiben. Da Feuchtigkeit sowohl die Sporulation des Pilzes als auch die Infektion und Entwicklung fördert, wird der Einfluss der Beregnung auf die Toxinbildung überprüft. Andererseits fördern Stressfaktoren wie Trockenheit die Mykotoxinbildung. Bei den Maissorten bestehen Unterschiede in der Resistenz gegen Stängelfäule, sodass auch hinsichtlich des Kolbenbefalls durch Fusarien Unterschiede vermutet werden.

Versuchsvarianten

Vorfrucht:	Winterweizen und Körnermais;
Bodenbearbeitung:	Pflug und Mulch;
Beregnung:	beregnung und unberegnung; 2005 war nur die Variante Vorfrucht Körnermais, Mulchsaat unberegnung. Die Steuerung der Beregnung erfolgte nach „Agrowetter“
Sorten:	2004: Symphony K210, Attribut K250, DK 315 K270, Dracila K280, Peso K290 2005: Symphony K210, Attribut K250, DK 315 K270, Dracila K280, Peso K290 2006: Symphony K210, Marcello K260, DK 315 K270, Dracila K280, Peso K290

Der Versuchsstandort Forchheim gehört zum Vergleichsgebiet geringere Rheinebene. Die mittleren Jahresniederschläge betragen 742 mm bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von 10,1° C . Es handelt sich um eine Parabraunerde aus anlehmigen Sand mit einer Ackerzahl von 28 - 32 Bodenpunkten.

Versuchsanlage und Durchführung

Bei der Versuchsanlage handelt es sich um eine Spaltanlage mit einer Wiederholung (2004) bzw. zwei Wiederholungen (2005 und 2006).

Während der Vegetationszeit wurden die Bonituren Aufgang, Fusariumbefall, Stängelfäule, Pflanzen mit Maiszünsler, Beulenbrand, Lager bei Reife und Datum weibliche Blüte durchgeführt. Am Erntegut der Körner sowie an Spindel und Restpflanze wurden der Gehalt an DON und teilweise der Gehalt an ZEA sowie Fumonisine B₁ und B₂ untersucht.

Die Versuchsvarianten wurden einheitlich nach guter fachlicher Praxis gedüngt, ebenso wurden die Herbizide und Insektizide nach Bedarf einheitlich eingesetzt. Die genauen Daten zur Versuchsdurchführung sind aus der Tab. 10-1 ersichtlich

Tab. 10-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais; Daten zur Versuchsdurchführung 2004 - 2006

Maßnahmen	2004	2005	2006
Aussaat	21.04.04	29.04.05	25.04.06
Düngung	170 N, 76 P ₂ O ₅ am 17.05.04	170 N, 76 P ₂ O ₅ , 123 K ₂ O; 19 MgO am 29.04.05	170 N, 76 P ₂ O ₅ , 123 K ₂ O; 19 MgO am 12.04.06
Pflanzenschutz	1,25 Dual Gold + 1,0 Callisto am 12.05.04 1,0 Motivell + 0,5 Certrol B am 3.06.04 Trichogramma am 18.06.04 und am 2.07.04	1,25 Spectrum + 2,0 Stomp SC+ 0,8 Motivell am 19.05.05 Trichocap am 24.06. und am 6.07.05	1,25 Spectrum + 2,5 Stomp SC am 11.05.06 0,125 Steward am 22.06.06
Beregnung	30 mm Beregnungs-Variante am 22.06.04 30 mm alle Varianten am 30.06.04 30 mm Beregnungs-Variante am 20.07.04 30 mm Beregnungs-Variante am 02.08.04 30 mm Beregnungs-Variante am 12.08.04	25 mm alle Varianten am 27.06.05 30 mm Beregnungs-Variante außer Var. 5 am 18.07.05 30 mm Beregnungs-Variante außer Var. 5 am 28.07.05 30 mm Beregnungs-Variante außer Var. 5 am 01.09.05	25 mm alle Varianten am 20.06.06 25 mm alle Varianten am 04.07.06 30 mm Varianten 1,2,5,6 am 18.07.06 30 mm Varianten 1,2,5,6 am 27.07.06
Ernte	27.09.04- 1.10.04 (1.12.04)*	5.10.05 - 19.10.05	25.09.06 - 12.10.06

*Zweiter Erntezeitpunkt bei zwei Versuchsvarianten

10.2 Ergebnisse

10.2.1 Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastung 2004

Wachstumsbeobachtungen: Die Daten zu den Wachstumsbeobachtungen und zum Witterungsverlauf sind aus den Tab. 10-3 und Tab. 1-1 ersichtlich. Aufgang der Pflanzen war am 03.05.04. Die weibliche Blüte war zwischen dem 04.07.04 und dem 22.07.04. Entsprechend der unterschiedlichen Reifegruppen (früh: Symphony, mittelfrüh: Attribut, mittelspät bis sehr spät: DK 315, Dracila, Peso) war die Ernte der Pflanzen zwischen dem 27.09.04 und dem 11.10.04.

Hinsichtlich der Mykotoxinbildung sind die Beobachtungen zum Fusarienbefall der Kolben, zum Stängelfäule- sowie zum Maiszünslerbefall von besonderer Bedeutung. Die Bonitur der Kolben ergab im Mittel einen Fusarienbefall von 0,4%. Die höchsten Werte wies die Sorte Attribut mit einem Mittel von 0,64% auf. Der Befall mit Stängelfäule war bei der Bonitur mit 1 im Mittel sehr niedrig. Der Maiszünslerbefall lag im Mittel bei 8,7%. Ein überdurchschnittlicher Befall lag bei der Sorte Symphony mit 15,3% und hier insbesondere bei den unberegneten Varianten mit 27% (Mittel) vor.

Mykotoxinbelastungen: Die Ergebnisse der Mykotoxinuntersuchungen sind in Tab. 10-4 zusammengestellt. Im Mittel über alle Varianten weist nur das System „Körnermais, Pflug, unberegnert“ mit 0,2 mg/kg bei den Kornproben einen DON-Wert auf der Höhe der Bestimmungsgrenze auf. Neben der Sorte Attribut mit 0,3 mg DON/kg zeigt vor allem die Sorte Dracila Mykotoxinbelastungen. Die vier unberegneten Varianten haben im Mittel bei dieser Sorte 0,45 mg DON/kg, wobei die

Mulchsaat mit Vorfrucht Körnermais mit 0,6 mg DON/kg die höchsten Werte hatten. Von den berechneten Varianten zeigt nur die Mulchsaat, Vorfrucht Weizen mit 0,3 mg DON/kg noch DON-Werte über der Bestimmungsgrenze. Bei den weiteren Sorten konnten keine DON-Belastungen nachgewiesen werden.

Die DON-Untersuchungen bei Spindel und Restpflanze ergaben Werte im Mittel von 2,2 mg DON/kg und 2,8 mg DON/kg. Hinsichtlich der Sorten zeigt bei der Spindeluntersuchung die Sorte Dracila insgesamt die höchsten Gehalte mit 3,7 mg/kg. Die höchsten absoluten Werte hat die Sorte Attribut bei den unberechneten Varianten mit der Vorfrucht Mais (Pflug: 10,8 mg/kg, Mulch: 11,4 mg/kg). Bezogen auf die Anbausysteme gab es die größten Unterschiede bei berechneten mit 0,8 mg DON/kg zu unberechneten mit 3,5 mg DON/kg. Körnermais als Vorfrucht und Mulchsaat als Bestellverfahren hatten tendenziell ebenfalls überdurchschnittliche DON-Gehalte. Ebenso waren die Restpflanzen bei den unberechneten Varianten mit DON höher belastet. Ein Zusammenhang zwischen Korn und Spindel bzw. Spindel und Restpflanze konnte nicht festgestellt werden.

Bei der Untersuchung der Körner auf Fumonisine B₁ und B₂ (FUM) konnte häufiger Mykotoxin nachgewiesen werden. Im Mittel über alle Varianten lag der Wert bei 0,31 mg FUM/kg. Im Unterschied zu DON waren hier bei den berechneten Varianten überdurchschnittliche Werte zu finden (z. B. bei „Körnermais, Pflug, beregnet, Attribut“: 3,28 mg FUM/kg und bei „Körnermais, Pflug, beregnet, Peso“: 2,95 mg FUM/kg). Insgesamt zeigte auch die Vorfrucht Körnermais mit 0,56 mg FUM/kg wesentlich höhere Werte als die Vorfrucht Weizen mit 0,07 mg FUM/kg. Bei der Spindeluntersuchung waren die selben Tendenzen festzustellen wie bei der Kornuntersuchung jedoch nicht so stark ausgeprägt. Die Restpflanze zeigt im Vergleich zu DON mit 0,16 mg FUM/kg nur eine geringe Mykotoxinbelastung.

Zur Klärung der Frage, ob ein späterer Erntezeitpunkt zu einer Erhöhung der Mykotoxinwerte führt, wurden zwei Varianten - „Winterweizen, Pflug, beregnet“ und „Winterweizen, Mulch, beregnet“ neben der regulären Ernte (27.09.04 - 11.10.04) noch zu einem späteren Zeitpunkt beerntet. Dabei zeigte sich, dass es bei den Sorten Symphony, DK 315 und Attribut zu keiner Erhöhung der DON-Werte kam (Tab. 10-2). Bei der Sorte Dracila fand jedoch jeweils eine Erhöhung statt und bei der Sorte Peso mit der Variante „Winterweizen, Mulchsaat, beregnet“ ebenso. Die Witterungsbedingungen waren bei der Sorte Symphony mit einer Niederschlagshöhe von 171 mm und einer Tagesmitteltemperatur von 8,9 °C (27.09. - 30.11.04) noch günstiger für Toxinbildungen als bei der Sorte Dracila mit einer Niederschlagshöhe von 132 mm und einer Tagesmitteltemperatur von 7,7 °C (11.10. - 30.11.04).

Tab. 10-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004; DON-Gehalte (mg/kg) bei unterschiedlichen Ernteterminen

Vorfrucht	Bodenbearbeitung	Berechnung	Sorte	Merkmal	
				DON Korn Erntedatum 27.09.-11.10.04	DON Korn Erntedatum 01.12.2004
Winterweizen	Pflug	beregnet	Symphony	0	0
			Attribut	0	0
			DK 315	0	0
			Dracila	0	0,3
			Peso	0	0
	Mulch	beregnet	Symphony	0	0
			Attribut	0	0
			DK 316	0	0
			Dracila	0,3	0,8
			Peso	0	0,4

Tab. 10-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004; Wachstumsbeobachtungen

Vorrucht	Bodenbearbeitung	Berechnung	Sorte	Merkmal								
				Bonitur Fus.Befall % 30 Kolben	Stängel- fäule 1-9 20.09.04	Mais- zünsler % 16.09.04	Beulen- brand % 15.09.04	Lager- pflanzen % 27.09.04	Datum Aufgang	Datum weib.Blüte	Datum Ernte	
Winterweizen	Pflug	berechnet	Symphony	0,47	1	3	0	2	03.05.04	04.07.04	27.09.04	
			Attribut	0,13	1	4	0	2	03.05.04	06.07.04	28.09.04	
			DK 315	0,07	2	7	0	2	03.05.04	18.07.04	07.10.04	
			Dracila	0,27	1	2	0	2	03.05.04	19.07.04	11.10.04	
			Peso	0,07	1	10	1	1	03.05.04	22.07.04	11.10.04	
				Mittel	0,20	1	5,1	0,2	1,8	03.05.04	13.07.04	04.10.04
	Mulch	berechnet	Symphony	0,07	1	1	0	0	03.05.04	04.07.04	27.09.04	
			Attribut	0,90	1	0	0	0	03.05.04	06.07.04	28.09.04	
			DK 315	0,07	2	4	0	2	03.05.04	18.07.04	07.10.04	
			Dracila	0,20	1	3	0	2	03.05.04	18.07.04	11.10.04	
			Peso	0,47	1	12	1	0	03.05.04	21.07.04	11.10.04	
				Mittel	0,34	1	4,0	0,2	0,8	03.05.04	13.07.04	04.10.04
	Pflug	unberechnet	Symphony	0,20	4	49	1	67	03.05.04	05.07.04	27.09.04	
			Attribut	1,13	1	9	0	5	03.05.04	07.07.04	28.09.04	
			DK 315	1,00	3	11	0	6	03.05.04	17.07.04	07.10.04	
			Dracila	0,37	1	3	0	1	03.05.04	18.07.04	11.10.04	
			Peso	0,23	1	4	0	2	03.05.04	22.07.04	11.10.04	
				Mittel	0,59	2	15,5	0,2	16,3	03.05.04	13.07.04	04.10.04
	Mulch	unberechnet	Symphony	0,00	4	26	1	35	03.05.04	05.07.04	27.09.04	
			Attribut	0,27	2	14	1	12	03.05.04	07.07.04	28.09.04	
DK 315			0,67	1	4	0	1	03.05.04	19.07.04	07.10.04		
Dracila			0,23	1	4	0	3	03.05.04	19.07.04	11.10.04		
Peso			0,20	1	4	0	3	03.05.04	22.07.04	11.10.04		
			Mittel	0,27	2	10,4	0,4	10,8	03.05.04	14.07.04	04.10.04	
Körnermais	Pflug	berechnet	Symphony	0,20	1	5	0	0	03.05.04	05.07.04	27.09.04	
			Attribut	1,20	1	9	0	1	03.05.04	08.07.04	28.09.04	
			DK 315	0,23	1	6	0	1	03.05.04	19.07.04	07.10.04	
			Dracila	0,57	1	7	0	5	03.05.04	20.07.04	11.10.04	
			Peso	0,20	1	11	0	7	03.05.04	21.07.04	11.10.04	
				Mittel	0,48	1	7,3	0,0	2,9	03.05.04	14.07.04	04.10.04
	Mulch	berechnet	Symphony	0,87	1	8	0	6	03.05.04	05.07.04	27.09.04	
			Attribut	0,20	1	1	0	0	03.05.04	08.07.04	28.09.04	
			DK 315	0,33	1	6	0	0	03.05.04	16.07.04	07.10.04	
			Dracila	0,20	1	6	2	4	03.05.04	18.07.04	11.10.04	
			Peso	0,30	1	15	0	6	03.05.04	18.07.04	11.10.04	
				Mittel	0,38	1	7,0	0,4	3,0	03.05.04	13.07.04	04.10.04
	Pflug	unberechnet	Symphony	0,07	2	22	0	14	03.05.04	05.07.04	27.09.04	
			Attribut	0,73	1	18	1	8	03.05.04	08.07.04	28.09.04	
			DK 315	0,13	1	3	1	1	03.05.04	18.07.04	07.10.04	
			Dracila	0,80	1	3	1	3	03.05.04	19.07.04	11.10.04	
			Peso	0,37	1	12	0	3	03.05.04	22.07.04	11.10.04	
				Mittel	0,42	1	11,7	0,6	6,0	03.05.04	14.07.04	04.10.04
	Mulch	unberechnet	Symphony	0,57	2	10	0	4	03.05.04	04.07.04	27.09.04	
			Attribut	0,57	3	16	0	6	03.05.04	07.07.04	28.09.04	
DK 315			0,13	1	6	1	2	03.05.04	17.07.04	07.10.04		
Dracila			1,13	2	4	0	4	03.05.04	18.07.04	11.10.04		
Peso			0,20	1	9	0	1	03.05.04	20.07.04	11.10.04		
			Mittel	0,52	2	8,8	0,2	3,5	03.05.04	13.07.04	04.10.04	
Mittel	Winterweizen			0,35	2	8,7	0,3	7,4	03.05.04	13.07.04	04.10.04	
	Körnermais			0,45	1	8,7	0,3	3,8	03.05.04	13.07.04	04.10.04	
	Pflug			0,42	1	9,9	0,3	6,7	03.05.04	14.07.04	04.10.04	
	Mulch			0,38	1	7,5	0,3	4,5	03.05.04	13.07.04	04.10.04	
	berechnet			0,35	1	5,9	0,2	2,1	03.05.04	13.07.04	04.10.04	
unberechnet			0,45	2	11,6	0,4	9,1	03.05.04	13.07.04	04.10.04		
Mittel	Symphony			0,31	2	15,3	0,2	16,0	03.05.04	04.07.04	27.09.04	
	Attribut			0,64	1	8,9	0,3	4,3	03.05.04	07.07.04	28.09.04	
	DK 315			0,33	2	5,8	0,2	1,8	03.05.04	17.07.04	07.10.04	
	Dracila			0,47	1	4,1	0,4	3,2	03.05.04	18.07.04	11.10.04	
	Peso			0,26	1	9,6	0,3	2,9	03.05.04	21.07.04	11.10.04	
Mittel gesamt			0,40	1	8,7	0,3	5,6	03.05.04	13.07.04	04.10.04		

Tab. 10-4: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004: Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B₁ und B₂ (FUM) bei Korn, Spindel und Restpflanze

Vorfrucht	Bodenbearbeitung	Beregnung	Sorte	Merkmal								
				DON* Korn	DON* Spindel	DON* Restpfl.	ZEA** Korn	ZEA** Spindel	ZEA** Restpfl.	FUM*** Korn	FUM*** Spindel	Fum*** Restpfl.
Winterweizen	Pflug	berechnet	Symphony	0	0	0,9				0,00	0,45	0,40
			Attribut	0	1,1	0,6				0,10	0,00	0,10
			DK 315	0	0,4	1,4				0,00	0,05	0,00
			Dracila	0	0,6	2,1				0,00	0,10	0,00
			Peso	0	0	2,0				0,00	0,25	0,00
			Mittel	0	0,4	1,4				0,02	0,17	0,10
	Mulch	berechnet	Symphony	0	0	1,6				0,60	0,70	0,65
			Attribut	0	0	1,2				0,00	0,00	0,00
			DK 315	0	0	4,3				0,00	0,00	0,00
			Dracila	0,3	2,2	1,5				0,10	0,00	0,00
			Peso	0	1,3	2,3				0,00	0,00	0,00
			Mittel	0	0,7	2,2				0,14	0,14	0,13
	Pflug	unberechnet	Symphony	0	1,1	10,3				0,10	0,10	0,20
			Attribut	0	0,4	1,9				0,00	0,00	0,00
			DK 315	0	1,8	11,2				0,00	0,00	0,00
			Dracila	0,2	3,3	3,0				0,40	0,90	1,40
			Peso	0	0	0,7				0,00	0,15	0,00
			Mittel	0	1,3	5,4				0,10	0,23	0,32
	Mulch	unberechnet	Symphony	0	6,4	5,8				0,00	0,10	0,00
			Attribut	0	3,2	1,5				0,00	0,00	0,00
			DK 315	0	5,2	6,8				0,00	0,00	0,00
			Dracila	0,5	7,0	4,9				0,00	0,35	0,00
			Peso	0	1,8	1,3				0,00	0,00	0,10
			Mittel	0	4,7	4,0				0,00	0,09	0,02
Körnermais	Pflug	berechnet	Symphony	0	0	0,9				0,00	0,00	0,05
			Attribut	0	1,4	0,4				3,28	0,45	0,00
			DK 315	0	0	2,6				0,00	0,10	0,20
			Dracila	0	3,0	0,6				0,50	0,05	0,45
			Peso	0	0	0,7				2,95	6,60	0,20
			Mittel	0	0,9	1,0				1,35	1,44	0,18
	Mulch	berechnet	Symphony	0	1,3	1,3	0,00	0,04	0,08	1,20	8,50	0,63
			Attribut	0	0	0,7				0,15	0,10	0,10
			DK 315	0	0	1,9	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00
			Dracila	0	1,9	0,9	0,00	0,26	0,27	1,70	0,33	0,06
			Peso	0	3,5	0,5	0,00	0,50	0,88	0,40	0,40	0,71
			Mittel	0	1,3	1,1	0,00	0,20	0,41	0,69	1,87	0,30
	Pflug	unberechnet	Symphony	0	1,0	2,7				0,10	0,20	0,10
			Attribut	0,3	10,8	5,2				0,00	0,13	0,10
			DK 315	0	0	3,5				0,00	0,15	0,00
			Dracila	0,5	4,1	5,6				0,45	0,50	0,00
			Peso	0	2,7	2,4				0,00	1,15	0,40
			Mittel	0,2	3,7	3,9				0,11	0,43	0,12
	Mulch	unberechnet	Symphony	0	0,7	0,9				0,00	0,55	0,00
			Attribut	0	11,4	8,5				0,10	1,25	0,05
			DK 315	0	0	2,2				0,00	0,00	0,00
			Dracila	0,6	7,9	4,2				0,35	2,75	0,25
			Peso	0	1,2	1,3				0,10	0,80	0,20
			Mittel	0	4,2	3,4				0,11	1,07	0,10
Mittel	Winterweizen			0	1,8	3,2				0,07	0,16	0,14
	Körnermais			0	2,5	2,3				0,56	1,20	0,18
	Pflug			0	1,6	2,9				0,39	0,57	0,18
	Mulch			0	2,7	2,7				0,24	0,79	0,14
	berechnet			0	0,8	1,4				0,55	0,90	0,18
unberechnet			0	3,5	4,2				0,08	0,45	0,14	
Mittel	Symphony			0	1,3	3,0				0,25	1,33	0,25
	Attribut			0	3,5	2,5				0,45	0,24	0,04
	DK 315			0	0,9	4,2				0,00	0,04	0,03
	Dracila			0,3	3,7	2,8				0,44	0,62	0,27
	Peso			0	1,3	1,4				0,43	1,17	0,20
Mittel gesamt				0	2,2	2,8				0,31	0,68	0,16

*Bestimmungsgrenze DON 0,2 mg/kg; **Bestimmungsgrenze ZEA 0,01 mg/kg; ***Bestimmungsgrenze FUM 0,025 mg/kg

An der Variante „Körnermais, Mulch, beregnet“ wurden die einzelnen Pflanzenteile auf die Toxine DON, ZEA und FUM untersucht. Die Ergebnisse sind in Tab. 10-5 zusammengestellt. Insgesamt sind neben der Spindel auch die Lieschen (Symphony, Attribut) und Blätter (DK 315, Dracila) mit DON belastet. Am Stängel waren vor allem bei der Sorte Peso höhere ZEA-Werte festzustellen. Der untere Stängel wies keine oder nur geringe Belastungen auf. Fumonisine waren vor allem am Korn (Symphony, Dracila), an der Spindel (Symphony) und an den Blättern (Symphony) zu finden. Der Stängel wies in der Regel nur sehr geringe Toxinbelastungen auf.

Tab. 10-5: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004: Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B₁ und B₂ (FUM) - an einzelnen Pflanzenteilen der Variante „Vorfrucht Körnermais, Mulchsaat, beregnet“

Vorfrucht	Bodenbearbeitung	Beregung	Sorte	Pflanzenteile	Merkmal		
					DON*	ZEA**	FUM***
Körnermais	Mulch	beregnet	Symphony	Korn	0	0	1,20
				Spindel	1,3	0,04	8,50
				Lieschen	7,1	0,47	0,45
				Blätter	0,6	0,01	1,55
				Stängel	0,4	0,06	0,28
				unterer Stängel	0,2	0	0,05
			DK 315	Korn	0	0	0
				Spindel	0	0	0
				Lieschen	0,3	0,10	0
				Blätter	4,4	0,57	0
				Stängel	0,8	0,50	0
				unterer Stängel	0	0	0
			Dracila	Korn	0	0	1,70
				Spindel	1,9	0,26	0,33
				Lieschen	0,7	1,17	0,45
				Blätter	2,1	0,12	0
				Stängel	0,5	0,22	0
				unterer Stängel	0	0	0
			Peso	Korn	0	0	0,40
				Spindel	3,5	0,50	0,40
				Lieschen	0,6	0,16	0,30
				Blätter	1,0	0,27	0,05
				Stängel	0,3	2,43	0,05
				unterer Stängel	0	0,04	0
			Attribut	Korn	0	-	0,15
				Spindel	0	-	0,10
				Lieschen	2,2	-	0,10
				Blätter	0,6	-	0,10
Stängel	0,7	-		0,10			
unterer Stängel	0	-		0			
			Mittel	Korn	0	0,00	0,69
				Spindel	1,3	0,20	1,87
				Lieschen	2,1	0,48	0,26
				Blätter	1,7	0,24	0,34
				Stängel	0,5	0,80	0,09
				unterer Stängel	0	0,01	0,01

*Bestimmungsgrenze DON 0,2 mg/kg; **Bestimmungsgrenze ZEA 0,01 mg/kg; ***Bestimmungsgrenze FUM 0,025 mg/kg

10.2.2 Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastung 2005

Wachstumsbeobachtungen: Für das Jahr 2005 sind die Wachstumsbeobachtungen in Tab. 10-6 zusammengestellt. Aufgang (6.5.2005) und weibliche Blüte (06.07.05 - 26.07.05) waren im Vergleich zum Jahr 2004 etwas später. Aufgrund von Wildschäden konnte die Sorte Symphony nicht beerntet und ausgewertet werden. Die Ernte der restlichen Sorten erfolgte zwischen dem 05.10.05 und dem 19.10.05.

Die Bonitur der Kolben ergab im Mittel einen Fusarienbefall von 0,42%. Die Sorte Dracila zeigte hier mit im Mittel 0,77% den höchsten Befall. Der Befallsgrad bei Stängelfäule lag insgesamt bei 2 und der Maiszünslerbefall im Mittel bei 22,2%. Mit im Schnitt 31,3% hatte die Sorte DK 315 die höchste Anzahl an befallenen Pflanzen. Im Vergleich zum Vorjahr war somit ein um 13,5% stärkerer Maiszünslerbefall im Jahr 2005 vorhanden.

Tab. 10-6: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2005; Wachstumsbeobachtungen

Vorfucht	Bodenbearbeitung	Beregnung	Sorte	Merkmale										
				Bonitur Fus.Befall % 30 Kolben	Stängelfäule 1-9 05.10.05	Maiszünsler % 19.10.05	Beulenbrand % 19.10.05	Lagerpflanzen % 19.10.05	Datum Aufgang	Datum weib.Blüte	Datum Ernte			
Winterweizen	Pflug	beregnert	Symphony*	-	-	-	-	-	06.05.05	06.07.05	-			
			Attribut	0,3	1	33	2	22	06.05.05	15.07.05	05.10.05			
			DK 315	0,5	1	34	8	4	06.05.05	21.07.05	11.10.05			
			Dracila	1,23	3	13	6	4	06.05.05	20.07.05	18.10.05			
			Peso	0,3	2	17	8	4	06.05.05	25.07.05	19.10.05			
			Mittel	0,58	2	24,2	6,2	8,4	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
	Mulch	beregnert	Symphony*	-	-	-	-	-	06.05.05	07.07.05	-			
			Attribut	0,8	2	23	2	15	06.05.05	16.07.05	05.10.05			
			DK 315	0,13	1	34	6	3	06.05.05	20.07.05	11.10.05			
			Dracila	0,53	3	11	3	6	06.05.05	19.07.05	18.10.05			
			Peso	0,07	2	12	7	5	06.05.05	27.07.05	19.10.05			
			Mittel	0,38	2	20,2	4,5	7,2	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
			Körnermais	Pflug	beregnert	Symphony*	-	-	-	-	-	06.05.05	06.07.05	-
						Attribut	0,9	1	31	1	26	06.05.05	15.07.05	05.10.05
DK 315	0,37	2				33	3	6	06.05.05	21.07.05	11.10.05			
Dracila	1,47	2				17	2	7	06.05.05	20.07.05	18.10.05			
Peso	0,37	1				20	5	6	06.05.05	25.07.05	19.10.05			
Mittel	0,78	1				25,3	2,6	10,8	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
Mulch	beregnert	Symphony*		-	-	-	-	-	06.05.05	08.07.05	-			
		Attribut		0,23	3	26	3	17	06.05.05	14.07.05	05.10.05			
		DK 315		0,13	2	28	2	10	06.05.05	20.07.05	11.10.05			
		Dracila		0,37	2	12	1	4	06.05.05	19.07.05	18.10.05			
Mulch	unberegnert	Symphony*	-	-	-	-	-	06.05.05	08.07.05	-				
		Attribut	0,07	3	17	2	9	06.05.05	16.07.05	05.10.05				
		DK 315	0,2	4	27	4	2	06.05.05	22.07.05	11.10.05				
		Dracila	0,27	4	12	4	4	06.05.05	21.07.05	18.10.05				
		Peso	0	3	26	6	4	06.05.05	26.07.05	19.10.05				
		Mittel	0,14	3	20,5	3,9	4,8	06.05.05	18.07.05	13.10.05				
Mittel	Winterweizen			0,48	2	22,2	5,4	7,8	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
	Körnermais beregnert			0,49	2	22,9	2,8	9,9	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
	Pflug beregnert			0,68	1	24,7	4,4	9,6	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
	Mulch beregnert			0,29	2	20,4	3,8	8,1	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
	beregnert			0,49	2	22,6	4,1	8,8	06.05.05	17.07.05	13.10.05			
Mittel	Symphony			-	-	-	-	-	06.05.05	07.07.05	-			
	Attribut			0,46	2	26,0	1,9	17,9	06.05.05	15.07.05	05.10.05			
	DK 315			0,27	2	31,3	4,6	4,7	06.05.05	20.07.05	11.10.05			
	Dracila			0,77	2	13,2	3,1	4,8	06.05.05	19.07.05	18.10.05			
	Peso			0,16	2	18,2	6,6	4,7	06.05.05	25.07.05	19.10.05			
Mittel gesamt				0,42	2	22,2	4,0	8,0	06.05.05	17.07.05	13.10.05			

* keine Ergebnisse wegen Wildschäden

Mykotoxinbelastungen: Im Jahr 2005 konnten bei allen Sorten messbare DON-Gehalte nachgewiesen werden. Der DON-Gehalt der Körner lag im Mittel bei 0,5 mg DON/kg. Den höchsten Gehalt wies die Sorte Dracila mit 0,8 mg DON/kg auf. Hinsichtlich der Varianten hatte das Verfahren mit Vorfrucht Weizen, Mulchsaat und Beregnung die höchsten DON-Werte (0,9 mg/kg), unter der Nachweisgrenze das Verfahren mit Vorfrucht Mais, Mulchsaat und ohne Beregnung. Das selbe Verfahren mit Beregnung hatte dagegen bei der Sorte Dracila mit 1,4 mg DON/kg die höchsten Werte. Die Untersuchung der Spindel und der Restpflanze ergaben insgesamt höhere Werte als im Jahr 2004. Es konnten jedoch keine Zusammenhänge mit der Mykotoxinbildung im Korn gefunden werden.

Tab. 10-7: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2005; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze

Vorfrucht	Bodenbearbeitung	Beregnung	Sorte	Merkmal		
				DON* Korn	DON* Spindel	DON* Restpfl.
Winterweizen	Pflug	berechnet	Symphony**	-	-	-
			Attribut	0,4	9,4	0,6
			DK 315	0	0,3	5,0
			Dracila	0,5	5,4	7,3
			Peso	0,5	4,1	2,3
			Mittel	0,4	4,8	3,8
			Mittel	0,4	4,8	3,8
	Mulch	berechnet	Symphony**	-	-	-
			Attribut	0,8	19,6	1,4
			DK 315	1,1	5,5	6,6
			Dracila	1,2	19,8	8,0
			Peso	0,5	25,1	2,2
			Mittel	0,9	17,5	4,6
			Mittel	0,9	17,5	4,6
Körnermais	Pflug	berechnet	Symphony**	-	-	-
			Attribut	1,3	10,4	1,6
			DK 315	0,7	14,3	3,4
			Dracila	0,6	28,0	4,3
			Peso	0	0,6	1,7
			Mittel	0,7	13,3	2,8
			Mittel	0,7	13,3	2,8
	Mulch	berechnet	Symphony**	-	-	-
			Attribut	0	15,7	1,0
			DK 315	0	1,2	2,4
			Dracila	1,4	23,8	4,6
			Peso	0,5	25,4	1,5
			Mittel	0,5	16,5	2,4
			Mittel	0,5	16,5	2,4
	Mulch	unberechnet	Symphony**	-	-	-
			Attribut	0	3,1	1,2
			DK 315	0	0,3	11,2
			Dracila	0,3	1,5	12,9
Peso			0	0,7	2,7	
Mittel			0,1	1,4	7,0	
Mittel			0,1	1,4	7,0	
Mittel	Winterweizen		0,6	11,1	4,2	
	Körnermais berechnet		0,6	14,9	2,6	
	Pflug berechnet		0,5	9,1	3,3	
	Mulch berechnet		0,7	17,0	3,5	
	berechnet		0,6	13,0	3,4	
Mittel	Symphony		-	-	-	
	Attribut		0,5	11,6	1,2	
	DK 315		0,4	4,3	5,7	
	Dracila		0,8	15,7	7,4	
	Peso		0,3	11,2	2,1	
Mittel gesamt			0,5	10,7	4,1	

* Bestimmungsgrenze DON 0,2 mg/kg ** keine Ergebnisse wegen Wildschäden

10.2.3 Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastung 2006

Wachstumsbeobachtungen: Der Aufgang war am 5.05.2006 und die weibliche Blüte zwischen dem 5.07.06 und dem 18.07.06 und somit vom Wachstumsverlauf vergleichbar mit dem Jahr 2005.

Zur Bewertung der Kolbenfusariosen werden zur Ernte die Lieschblätter von den Kolben entfernt und die befallene Kolbenfläche an 30 Kolben pro Variante bonitiert. Die Kolben werden nach Befall (2 %, 5 %, 10 % und 20 %) ausgezählt und mit der Befallsprozentzahl multipliziert. Dieser Befall wird aufsummiert und durch die Anzahl der bonitierten Kolben geteilt. Die Bonitur der Kolben ergab einen Fusarienbefall von 2,61%, der deutlich über dem Befall der vergangenen Jahre mit circa 0,4% lag. Hohen Befall zeigte wiederum die Sorte Dracila mit 4,28% sowie die unberechneten Varianten vor allem bei den späten Sorten (Tab. 10-8). In der Abb. 10-1 ist der Zusammenhang zwischen dem DON-Gehalt der Körner und der Bonitur der Kolben auf Fusariumbefall dargestellt. Das Bestimmtheitsmaß ergab einen Wert von $R^2 = 0,2279$. Im Jahr 2004 lag das Bestimmtheitsmaß R^2 bei 0,0781 und im Jahr 2005 bei 0,1153.

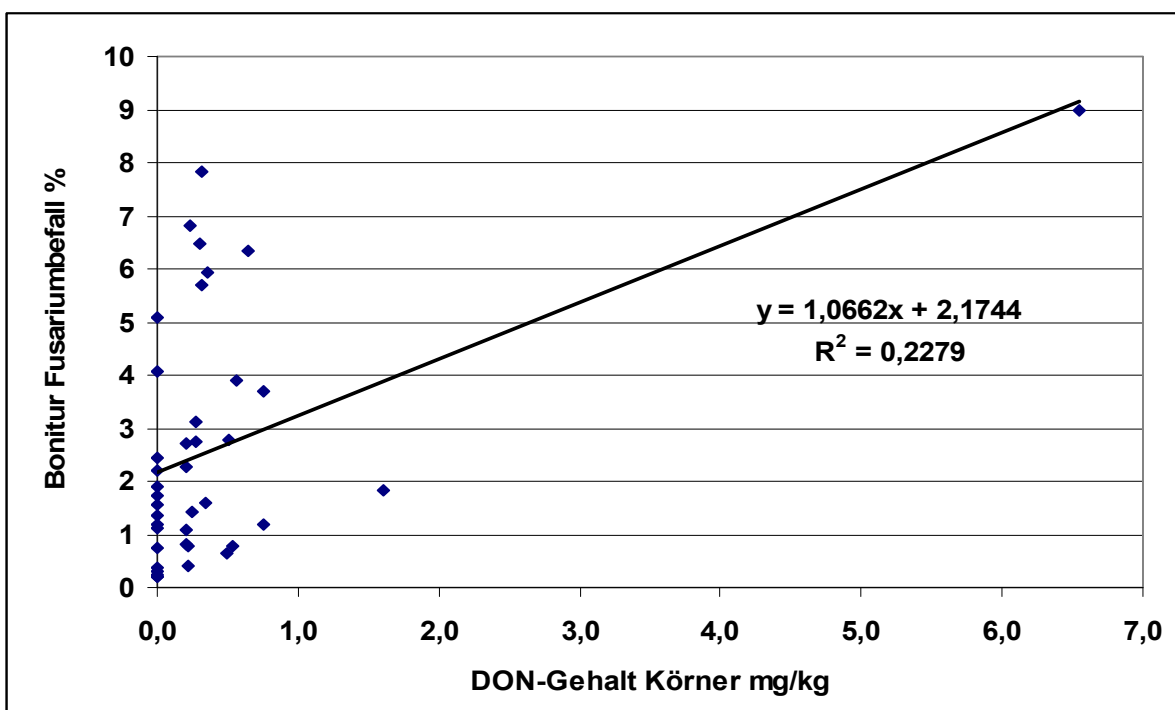


Abb. 10-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; Regression zwischen dem Deoxynivalenol-Gehalt (DON) der Körner und der Bonitur der Kolben im Jahr 2006

Der Maiszünslerbefall lag mit 36,6% im Mittel nochmals höher als im Jahr 2005 (Tab. 10-8). Am stärksten war der Befall bei den Sorten DK 315 (56,3 %) und Peso (58,1 %). Zwischen dem Maiszünslerbefall und den Mykotoxingehalten konnten jedoch keine Zusammenhänge nachgewiesen werden ($R^2 = 0,035$). Ebenso bestand im Jahr 2004 mit $R^2 = 0,020$ und im Jahr 2005 mit $R^2 = 0,024$ kein Zusammenhang zwischen DON-Gehalt und Zünslerbefall.

Mykotoxinbelastungen: Der DON-Gehalt der Körner betrug im Mittel 0,4 mg DON/kg und lag somit knapp unter dem Durchschnittswert vom Vorjahr. Ebenso wie im Vorjahr wurden bei allen Sorten DON-Werte gemessen. Sie gingen von 0,2 mg DON/kg bei Marcello und Peso bis 1,0 mg DON/kg bei Dracila (Tab. 10-9). Von den einzelnen Verfahren hatte das System „Weizen, Pflug, unberegnet“ mit 1,8 mg DON/kg überdurchschnittlich hohe Werte (Abb. 10-2), wobei dieses Sys-

tem bei der Sorte Dracila mit 6,6 mg DON/kg einen besonders hohen Wert aufwies. In der Tendenz höhere Werte zeigten Weizen als Vorfrucht, Pflug als Bodenbearbeitungssystem und die unberechneten Varianten.

Die DON-Ergebnisse bei Spindel und Restpflanze waren im Jahr 2006 bei 3,7 mg DON/kg und 2,6 mg DON/kg (Tab. 10-9). Weiterhin war im Jahr 2006 festzustellen, dass zwischen dem DON-Gehalt der Körner und dem DON-Gehalt der Spindeln ein Zusammenhang besteht (vgl. Tab. 10-9, Abb. 10-2). Diese Beziehung war bei den Sorten DK 315 mit dem Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,89$, Dracila $R^2 = 0,99$ und Marcello $R^2 = 0,84$ gut ausgeprägt, während bei der Sorte Symphony mit $R^2 = 0,34$ nur ein sehr schwacher und bei der Sorte Peso mit $R^2 = 0,03$ kein Zusammenhang vorlag. Ein Zusammenhang zwischen Spindel und Restpflanze war nicht vorhanden.

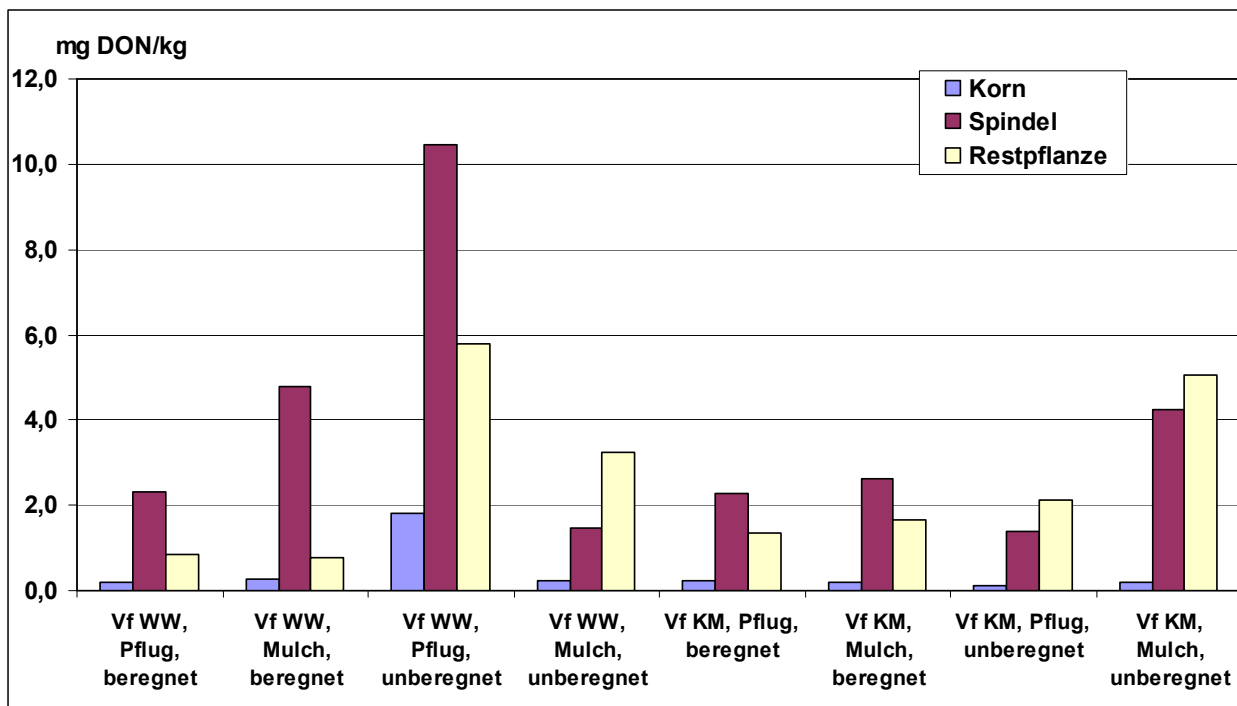


Abb. 10-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2006; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze

Tab. 10-8: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2006; Wachstumsbeobachtungen

Vorrucht	Bodenbearbeitung	Berechnung	Sorte	Merkmal						
				Bonitur Fus.Befall % 30 Kolben	Stängelfäule 1-9 21.09.2006	Maiszünsler % 25.09.2006	Beulenbrand % 25.09.2006	Datum Aufgang	Datum weib.Blüte	Datum Ernte
Winterweizen	Pflug	berechnet	Symphony	0,77	1	26	2	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	2,27	1	19	1	05.05.06	13.07.06	27.09.06
			DK 316	0,23	1	53	4	05.05.06	14.07.06	04.10.06
			Dracila	0,40	1	22	3	05.05.06	15.07.06	12.10.06
			Peso	1,13	1	68	9	05.05.06	18.07.06	10.10.06
			Mittel	0,96	1	37,6	3,8	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	Mulch	berechnet	Symphony	1,17	1	21	3	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	1,73	1	17	1	05.05.06	13.07.06	27.09.06
			DK 315	0,37	1	35	8	05.05.06	15.07.06	04.10.06
			Dracila	0,80	1	17	9	05.05.06	17.07.06	12.10.06
			Peso	1,60	1	68	7	05.05.06	18.07.06	10.10.06
			Mittel	1,13	1	31,4	5,5	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	Pflug	unberechnet	Symphony	0,20	2	33	2	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	6,33	2	35	0	05.05.06	13.07.06	27.09.06
			DK 315	1,83	1	71	2	05.05.06	15.07.06	04.10.06
			Dracila	8,97	1	11	3	05.05.06	14.07.06	12.10.06
			Peso	5,70	1	47	14	05.05.06	18.07.06	10.10.06
			Mittel	4,61	1	39,2	3,9	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	Mulch	unberechnet	Symphony	0,30	2	23	1	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	2,77	2	31	0	05.05.06	13.07.06	27.09.06
DK 315			1,90	1	49	4	05.05.06	14.07.06	04.10.06	
Dracila			5,93	1	18	6	05.05.06	14.07.06	12.10.06	
Peso			3,13	1	63	7	05.05.06	18.07.06	10.10.06	
Mittel			2,81	1	36,9	3,5	05.05.06	12.07.06	03.10.06	
Körnermais	Pflug	berechnet	Symphony	3,70	1	24	1	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	1,37	1	18	1	05.05.06	14.07.06	27.09.06
			DK 315	0,63	1	54	4	05.05.06	15.07.06	04.10.06
			Dracila	2,43	1	17	7	05.05.06	15.07.06	12.10.06
			Peso	0,73	1	51	5	05.05.06	18.07.06	10.10.06
			Mittel	1,77	1	33,0	3,9	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	Mulch	berechnet	Symphony	3,9	1	25	1	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	1,57	1	17	2	05.05.06	13.07.06	27.09.06
			DK 315	0,20	1	45	2	05.05.06	14.07.06	04.10.06
			Dracila	1,43	1	23	5	05.05.06	14.07.06	12.10.06
			Peso	1,10	1	73	6	05.05.06	16.07.06	10.10.06
			Mittel	1,64	1	36,5	3,4	05.05.06	12.07.06	03.10.06
	Pflug	unberechnet	Symphony	0,77	2	40	2	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	4,07	1	31	1	05.05.06	14.07.06	27.09.06
			DK 315	1,17	2	79	1	05.05.06	15.07.06	04.10.06
			Dracila	7,83	1	12	4	05.05.06	15.07.06	12.10.06
			Peso	5,07	1	40	3	05.05.06	18.07.06	10.10.06
			Mittel	3,78	1	40,2	2,1	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	Mulch	unberechnet	Symphony	2,73	2	29	2	05.05.06	05.07.06	25.09.06
			Marcello	2,70	1	27	0	05.05.06	13.07.06	27.09.06
DK 315			2,20	1	64	5	05.05.06	14.07.06	04.10.06	
Dracila			6,47	1	13	3	05.05.06	14.07.06	12.10.06	
Peso			6,83	1	55	7	05.05.06	16.07.06	10.10.06	
Mittel			4,19	1	37,7	3,4	05.05.06	12.07.06	03.10.06	
Mittel	Winterweizen			2,38	1	36,3	4,2	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	Körnermais			2,85	1	36,9	3,2	05.05.06	12.07.06	03.10.06
	Pflug			2,78	1	37,5	3,4	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	Mulch			2,44	1	35,6	4,0	05.05.06	12.07.06	03.10.06
	berechnet			1,38	1	34,6	4,1	05.05.06	13.07.06	03.10.06
	unberechnet			3,85	1	38,5	3,2	05.05.06	12.07.06	03.10.06
Mittel	Symphony			1,69	2	27,7	1,7	05.05.06	05.07.06	25.09.06
	Marcello			2,85	1	24,3	0,9	05.05.06	13.07.06	27.09.06
	DK 315			1,07	1	56,3	3,7	05.05.06	14.07.06	04.10.06
	Dracila			4,28	1	16,4	4,9	05.05.06	14.07.06	12.10.06
	Peso			3,16	1	58,1	7,3	05.05.06	17.07.06	10.10.06
	Mittel gesamt			2,61	1	36,6	3,7	05.05.06	13.07.06	03.10.06

Tab. 10-9: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2006; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze

Vorfrucht	Bodenbearbeitung	Beregnung	Sorte	Merkmal		
				DON* Korn	DON* Spindel	DON* Restpflanze
Winterweizen	Pflug	berechnet	Symphony	0,5	9,7	0,8
			Marcello	0,2	0,4	1,0
			DK 316	0	0	1,3
			Dracila	0,2	0,6	0,6
			Peso	0	1,0	0,6
			Mittel	0,2	2,3	0,9
	Mulch	berechnet	Symphony	0,8	20,0	0,8
			Marcello	0	0	1,0
			DK 315	0	0,3	1,2
			Dracila	0,2	1,3	0,4
			Peso	0,3	2,2	0,4
			Mittel	0,3	4,8	0,8
	Pflug	unberechnet	Symphony	0	2,8	7,7
			Marcello	0,7	3,0	8,7
			DK 315	1,6	27,0	4,5
			Dracila	6,6	19,0	4,4
			Peso	0,3	0,5	3,6
			Mittel	1,8	10,5	5,8
	Mulch	unberechnet	Symphony	0	4,0	3,3
			Marcello	0,5	1,3	7,9
DK 315			0	0,7	1,3	
Dracila			0,4	0,8	2,2	
Peso			0,3	0,5	1,5	
Mittel			0,2	1,4	3,2	
Körnermais	Pflug	berechnet	Symphony	0,8	7,0	2,0
			Marcello	0	0	0,7
			DK 315	0,5	3,3	0,9
			Dracila	0	0	0,6
			Peso	0	1,1	2,6
			Mittel	0,2	2,3	1,4
	Mulch	berechnet	Symphony	0,6	5,5	1,1
			Marcello	0	0	0,9
			DK 315	0	0,3	4,4
			Dracila	0,3	1,8	1,4
			Peso	0,2	5,5	0,5
			Mittel	0,2	2,6	1,6
	Pflug	unberechnet	Symphony	0,2	1,0	2,9
			Marcello	0	0,6	2,7
			DK 315	0	4,6	2,4
			Dracila	0,3	0,4	1,6
			Peso	0	0,4	1,0
			Mittel	0	1,4	2,1
	Mulch	unberechnet	Symphony	0,3	14,0	7,3
			Marcello	0,2	0,7	9,3
DK 315			0	5,2	4,6	
Dracila			0,3	0,6	1,7	
Peso			0,2	0,7	2,4	
Mittel			0,2	4,2	5,1	
Mittel	Winterweizen			0,6	4,7	2,7
	Körnermais			0,2	2,6	2,5
	Pflug			0,6	4,1	2,5
	Mulch			0,2	3,3	2,7
	berechnet			0,2	3,0	1,2
	unberechnet			0,6	4,4	4,0
Mittel	Symphony			0,4	8,0	3,2
	Marcello			0,2	0,7	4,0
	DK 315			0,3	5,2	2,6
	Dracila			1,0	3,1	1,6
	Peso			0,2	1,5	1,6
	Mittel gesamt			0,4	3,7	2,6

* Bestimmungsgrenze DON 0,2 mg/kg

10.3 Zusammenfassung der Ergebnisse 2004 - 2006

Über die drei Versuchsjahre betrachtet traten deutlich unterschiedliche Mykotoxinbelastungen bei Korn, Spindel und Restpflanze auf (Abb. 10-3). Die Jahreswitterung überlagerte die geprüften Einflussfaktoren wie Vorfrucht, Bodenbearbeitung oder Beregnung (Abb. 10-4). Eindeutige Einflüsse der oben genannten geprüften Faktoren waren nicht nachzuweisen.

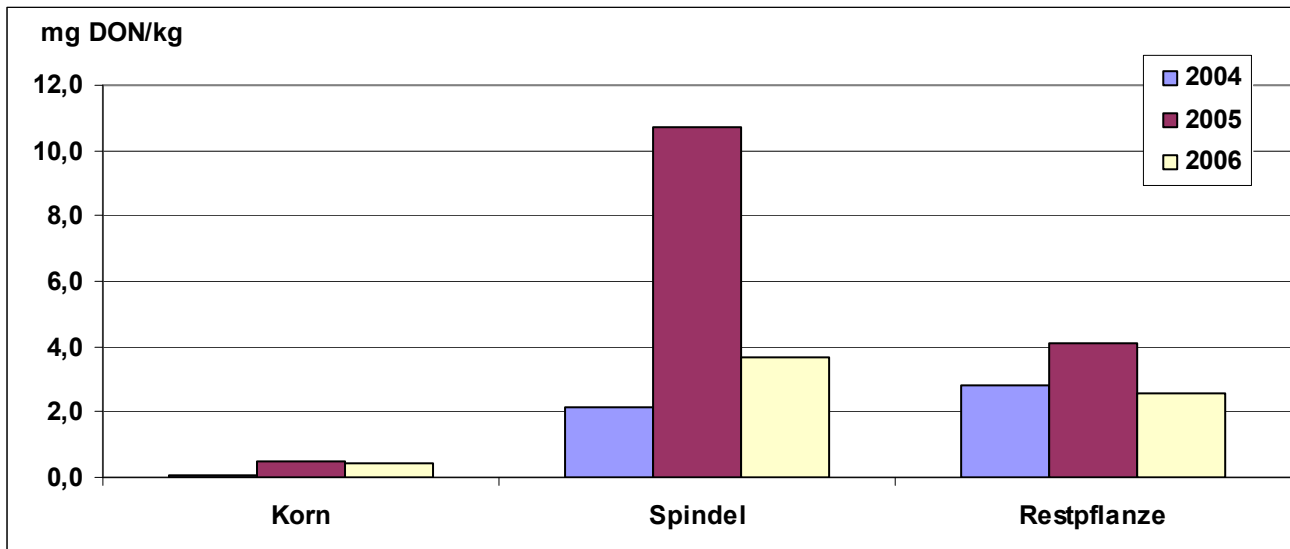


Abb. 10-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; durchschnittliche Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Korn, Spindel und Restpflanze in den Jahren 2004 - 2006

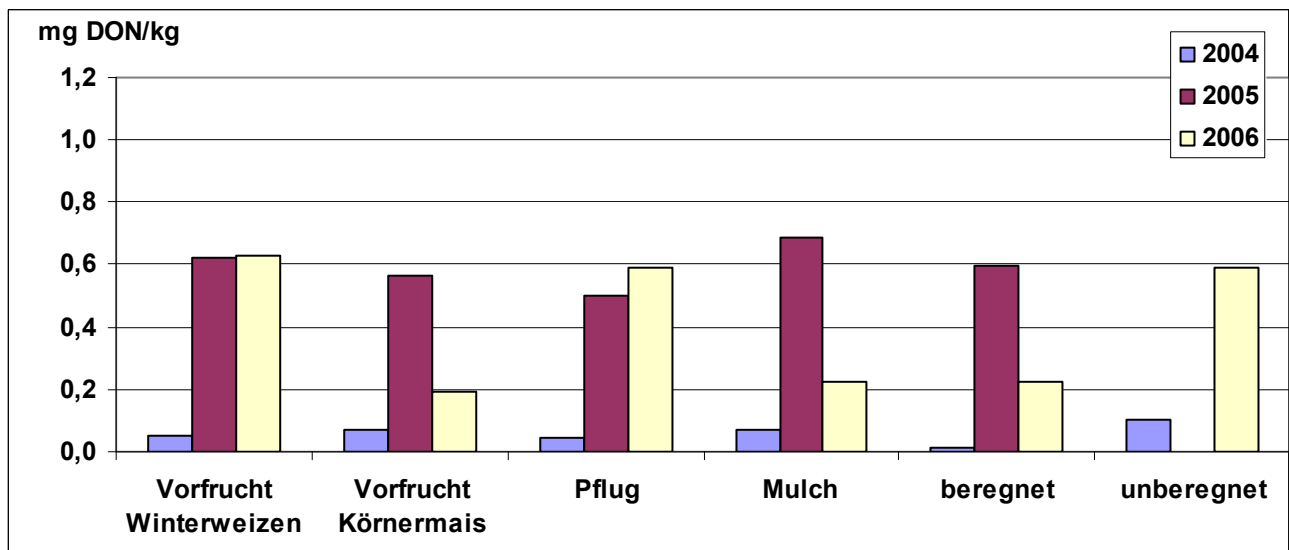


Abb. 10-4: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; durchschnittliche Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in den Maiskörnern in Abhängigkeit von Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Beregnung in den Jahren 2004 - 2006

Hinsichtlich des Einflusses des Faktors „Sorte“ auf die Belastung des Kornes mit Mykotoxinen konnte beobachtet werden, dass unterschiedlich hohe DON-Gehalte nachgewiesen wurden (Abb. 10-5). Von den geprüften Sorten war in allen drei Versuchsjahren die Sorte „Dracila“ am stärksten belastet. Darüber hinaus wurde im Jahr 2004 festgestellt, dass bei später Ernte der DON-Gehalt im Korn ansteigen kann (Dracila, Peso).

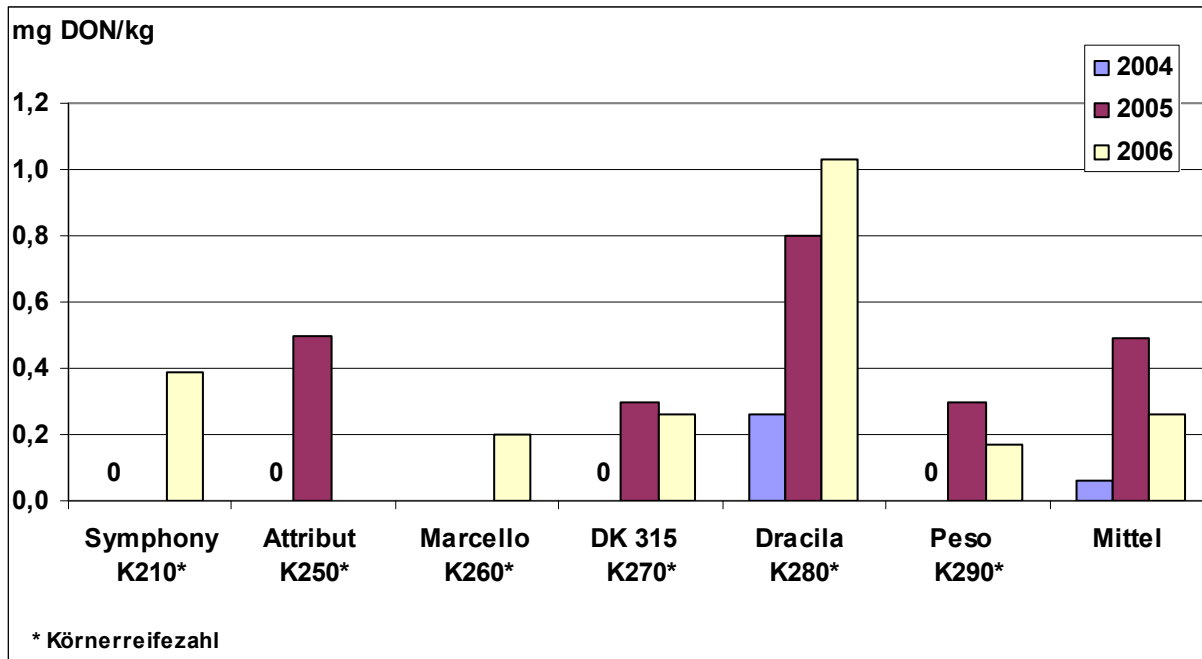


Abb. 10-5: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2004 - 2006; Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) in Maiskörnern der einzelnen Sorten in den Jahre 2004 - 2006

11 Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007

11.1 Versuchsbeschreibung

Versuchsfrage und Versuchsbeurteilung

Wie wirken sich Vorfrucht, Bodenbearbeitung und die Sortenwahl auf die Mykotoxinbildung von Körnermais aus?

Aus den bisherigen Versuchsergebnissen konnte festgestellt werden, dass die Mykotoxinbelastungen aufgrund der unterschiedlichen Jahreswitterungen von Jahr zu Jahr sehr stark schwanken. Ein Zusammenhang zwischen Kornbefall und den anderen Pflanzenteilen wurde nicht gefunden.

Die weiteren Faktoren wie Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Sortenwahl können vom Landwirt direkt beeinflusst werden. Die Bedeutung dieser einzelnen ackerbaulichen und pflanzenbaulichen Einflussfaktoren sowie die Beziehung zueinander konnte jedoch in den bisherigen Versuchen noch nicht hinreichend geklärt werden. Da seit 2007 auch für Mais Höchstgehalte bei Fusarientoxinen bestehen, werden in dieser Versuchsreihe die Körner auf Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B₁ und B₂ (FUM) untersucht. Die ausgewählten Sorten sind nur noch geläufige Sorten zur Körnermaiserzeugung. Die Beregnung als Faktor wird in dieser Versuchsreihe nicht mehr geprüft.

Versuchsvarianten

Vorfrucht: Winterweizen und Körnermais,

Bodenbearbeitung: Pflugsaat und Mulchsaat;

Sorten: Delitop (K230), DK 315 (K270), PR38H20 (K270), Dracila (K280), PR38A24 (ca. K300)

Der Versuchsstandort Forchheim gehört zum Vergleichsgebiet geringere Rheinebene. Die mittleren Jahresniederschläge betragen 742 mm bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von 10,1° C . Es handelt sich um eine Parabraunerde aus anlehmigen Sand mit einer Ackerzahl von 28 - 32 Bodenpunkten.

Versuchsanlage und Durchführung

Bei der Versuchsanlage handelt es sich um eine Spaltanlage mit zwei Wiederholungen.

Während der Vegetationszeit wurden die Bonituren Aufgang, Datum der weiblichen Blüte, Fusariumbefall, Auftreten von Stängelfäule, Pflanzen mit Maiszünsler und Beulenbrand sowie Lager vor Ernte durchgeführt. Am Erntegut der Körner wurden der Gehalt an Deoxynivalenol, Zearalenon sowie Fumonisine B₁ und B₂ untersucht.

Die Versuchsvarianten wurden einheitlich nach guter fachlicher Praxis gedüngt, ebenso wurden die Herbizide nach Bedarf einheitlich eingesetzt. Die Beregnungssteuerung erfolgte nach „Agrowetter“. Es wurden alle Varianten am 15.07.07 mit 30 mm beregnet. Die weiteren Daten zur Versuchsdurchführung sind aus der Tab. 11-1 ersichtlich.

Tab. 11-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; Daten zur Versuchsdurchführung

Aussaat	Düngung	Pflanzenschutz	Beregnung	Ernte
19.04.07	170 N, 77 P ₂ O ₅ , 170 K ₂ O, 39 MgO am 17.04.07	1,7 l Clio Super am 22.05.07	30 mm alle Varianten am 15.07.07	24.09.07 - 24.10.07

11.2 Ergebnisse

11.2.1 Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastungen 2007

Wachstumsbeobachtungen: Die Daten zu den Wachstumsbeobachtungen und zum Witterungsverlauf sind aus Tab. 11-2 ersichtlich. Aufgang der Pflanzen war am 30.04.07. Die weibliche Blüte war zwischen dem 06.07.07 und dem 12.07.07. Die Ernte erfolgte zwischen dem 24.09.07 und dem 24.10.07.

Die Bonitur der Kolben ergab im Mittel einen Fusarienbefall von 0,84%. Überdurchschnittliche Werte weisen die Sorten Delitop (0,93 %) und PR38H20 (1,20 %) auf. Der Befall mit Stängelfäule war bei der Bonitur mit 1 im Mittel sehr niedrig. Der Maiszünslerbefall lag im Mittel bei 31,6 %. Ein überdurchschnittlicher Befall lag bei der Sorte DK 315 mit 41,8 % sowie bei der Sorte Delitop mit 38,0 % vor.

Mykotoxinbelastungen: Die Ergebnisse der Mykotoxinuntersuchungen sind in Tab. 11-3 zusammengestellt. Bei allen Varianten konnten im Jahr 2007 DON-Belastungen gemessen werden. Der DON-Gehalt über alle Varianten lag bei 1,3 mg/kg. Der höchste Wert konnte bei Vorfrucht Körnermais, Bodenbearbeitung Mulch, Sorte PR38H20 gemessen werden. Mit 7,0 mg/kg lag der DON-Gehalt deutlich über den gesetzlichen Höchstgehalt von 1,75 mg/kg. Ebenso war bei dieser Variante (Vorfrucht Mais, Bodenbearbeitung Mulch, Sorte PR38H20) der ZEA-Höchstgehalt von 0,2 mg/kg mit 1,6 mg ZEA/kg deutlich überschritten. Auch der Mittelwert über alle Varianten lag mit 0,21 mg/kg ZEA-Gehalt knapp über dem Höchstgehalt. Bei den Fumonisin B₁ und B₂ lag das Gesamtmittel bei 0,18 mg/kg. Selbst bei der Variante mit dem höchsten Gehalt (Vorfrucht Körnermais, Bodenbearbeitung Pflug, Sorte Dracila) von 1,0 mg/kg wurde der gesetzliche Höchstgehalt von 4,0 mg/kg hier nicht erreicht.

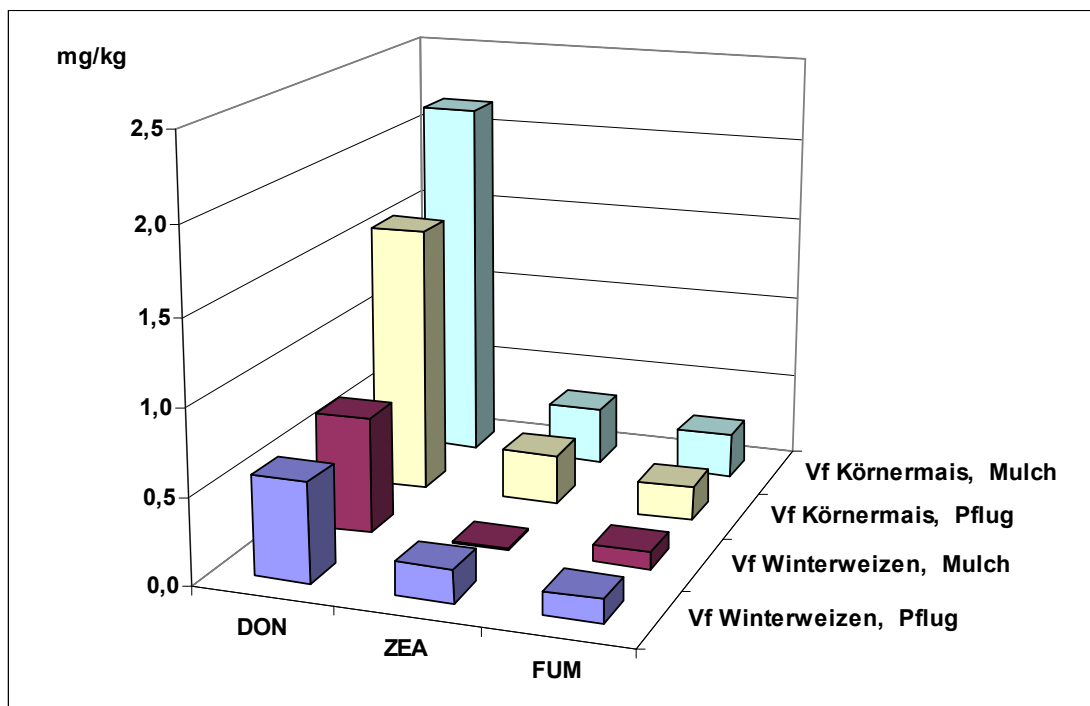


Abb. 11-1: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; mittlere Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B₁ und B₂ (FUM) bei unterschiedlichen Vorfrüchten (Körnermais, Winterweizen) und Bodenbearbeitungsverfahren (Mulch, Pflug)

Tab. 11-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; Wachstumsbeobachtungen

Vorfrucht	Bodenbearbeitung	Sorte	Merkmal								
			Bonitur Fus. Befall % 30 Kolben	Auftreten von Stängelfäule 1-9	Pflanzen mit Maiszünsler % 28.09.2007	Pflanzen mit Beulenbrand % 28.09.2007	Lager- pflanzen vor Ernte % 28.09.2007	Datum des Aufgangs	Datum der weiblichen Blüte	Datum der Ernte	
Winterweizen	Pflug	Delitop	0,87	1	44	22	0	30.04.07	10.07.07	28.09.07	
		DK 315	0,30	0	48	5	0	30.04.07	06.07.07	24.09.07	
		Dracila	0,90	1	43	14	0	30.04.07	10.07.07	24.10.07	
		PR38H20	0,90	0	32	12	0	30.04.07	11.07.07	24.10.07	
		PR38A24	0,97	3	33	28	0	30.04.07	10.07.07	24.10.07	
		Mittel	0,79	1	40,0	16,2	0,0	30.04.07	09.07.07	12.10.07	
	Mulch	Delitop	1,50	2	44	21	0	30.04.07	10.07.07	28.09.07	
		DK 315	0,80	1	52	7	0	30.04.07	06.07.07	24.09.07	
		Dracila	1,40	0	30	17	0	30.04.07	10.07.07	24.10.07	
		PR38H20	1,13	0	32	8	0	30.04.07	11.07.07	24.10.07	
		PR38A24	1,10	1	20	28	0	30.04.07	10.07.07	24.10.07	
		Mittel	1,19	1	35,6	16,2	0,0	30.04.07	09.07.07	12.10.07	
	Körnermais	Pflug	Delitop	0,70	1	42	5	0	30.04.07	10.07.07	28.09.07
			DK 315	0,57	0	30	1	0	30.04.07	06.07.07	24.09.07
Dracila			0,13	0	17	12	0	30.04.07	12.07.07	24.10.07	
PR38H20			1,30	0	19	3	0	30.04.07	11.07.07	24.10.07	
PR38A24			0,30	1	21	24	0	30.04.07	12.07.07	24.10.07	
Mittel			0,60	0	25,8	9,0	0,0	30.04.07	10.07.07	12.10.07	
Mulch		Delitop	0,63	0	22	3	0	30.04.07	10.07.07	28.09.07	
		DK 315	0,47	1	37	1	0	30.04.07	06.07.07	24.09.07	
		Dracila	0,60	0	26	3	0	30.04.07	12.07.07	24.10.07	
		PR38H20	1,47	0	25	4	0	30.04.07	11.07.07	24.10.07	
		PR38A24	0,70	0	15	7	0	30.04.07	12.07.07	24.10.07	
		Mittel	0,77	0	25,0	3,6	0,0	30.04.07	10.07.07	12.10.07	
Mittel Sorte		Delitop	0,93	1	38,0	12,8	0,0	30.04.07	10.07.07	28.09.07	
		DK 315	0,54	1	41,8	3,5	0,0	30.04.07	06.07.07	24.09.07	
	Dracila	0,76	0	29,0	11,5	0,0	30.04.07	11.07.07	24.10.07		
	PR38H20	1,20	0	27,0	6,8	0,0	30.04.07	11.07.07	24.10.07		
	PR38A24	0,77	1	22,3	21,8	0,0	30.04.07	11.07.07	24.10.07		
Mittel Bodenb.	Pflug	0,69	1	32,9	12,6	0,0	30.04.07	09.07.07	12.10.07		
	Mulch	0,98	1	30,3	9,9	0,0	30.04.07	09.07.07	12.10.07		
Mittel Vorfr.	Winterweizen	0,99	1	37,8	16,2	0,0	30.04.07	09.07.07	12.10.07		
	Körnermais	0,69	0	25,4	6,3	0,0	30.04.07	10.07.07	12.10.07		
Mittel gesamt		0,84	1	31,6	11,3	0,0	30.04.07	09.07.07	12.10.07		

Tab. 11-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007: Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B₁ und B₂ (FUM) im Korn

Vorrucht	Bodenbearbeitung	Sorte	Merkmal		
			DON* Korn	ZEA** Korn	FUM** Korn
Winterweizen	Pflug	Delitop	0,3	0,00	0,00
		DK 315	0,3	0,00	0,00
		Dracila	0,5	0,15	0,40
		PR38H20	1,2	0,67	0,30
		PR38A24	0,6	0,14	0,00
		Mittel	0,6	0,19	0,14
		Mittel	0,6	0,19	0,14
	Mulch	Delitop	0,3	0,00	0,30
		DK 315	0,7	0,00	0,00
		Dracila	0,2	0,00	0,00
		PR38H20	1,7	0,00	0,00
		PR38A24	0,5	0,08	0,20
		Mittel	0,7	0,02	0,10
		Mittel	0,7	0,02	0,10
Körnermais	Pflug	Delitop	1,2	0,07	0,00
		DK 315	0,3	0,00	0,00
		Dracila	0,3	0,05	1,00
		PR38H20	5,7	1,30	0,00
		PR38A24	0,4	0,06	0,00
		Mittel	1,6	0,30	0,20
		Mittel	1,6	0,30	0,20
	Mulch	Delitop	2,1	0,06	0,00
		DK 315	0,4	0,00	0,00
		Dracila	0,7	0,00	0,00
		PR38H20	7,0	1,60	0,50
		PR38A24	0,6	0,00	0,80
		Mittel	2,2	0,33	0,26
		Mittel	2,2	0,33	0,26
Mittel Sorte	Delitop	1,0	0,03	0,08	
	DK 315	0,4	0,00	0,00	
	Dracila	0,4	0,05	0,35	
	PR38H20	3,9	0,89	0,20	
	PR38A24	0,5	0,07	0,25	
	Mittel	1,1	0,24	0,17	
Mittel Bodenb.	Pflugsaat	1,1	0,24	0,17	
	Mulchsaat	1,4	0,17	0,18	
Mittel Vorfr.	Winterweizen	0,6	0,10	0,12	
	Körnermais	1,9	0,32	0,23	
Mittel gesamt			1,3	0,21	0,18

* Bestimmungsgrenze DON 0,2 mg/kg ** Bestimmungsgrenze ZEA 0,01 mg/kg *** Bestimmungsgrenze FUM 0,025 mg/kg

Hinsichtlich der Einflussfaktoren Vorrucht und Bodenbearbeitung konnte im Jahr 2007 festgestellt werden, dass bei Vorrucht Körnermais alle Varianten höhere Mykotoxingehalte aufweisen als bei Vorrucht Winterweizen (Abb. 11-1, Tab. 11-3). Bei der Bodenbearbeitung hatte die „Mulchvariante“ im Mittel bei DON und FUM höhere Messwerte als die „Pflugvariante“, bei ZEA war es gerade umgekehrt.

Aus der Abb. 11-2 ist ersichtlich, dass im Jahr 2007 Sortenunterschiede bestanden. Die Sorte PR38H20 lag mit einem DON-Gehalt von 3,9 mg/kg und einem ZEA-Gehalt von 0,89 mg/kg jeweils deutlich über den gesetzlichen Höchstgehalten. Weiterhin wies die Sorte Delitop mit 1,0 mg DON/kg einen hohen Wert auf. Der Gehalt an Fumonisin war bei der Sorte Dracila mit 0,35 mg/kg am höchsten. Hier wies die Variante „Körnermais, Pflug, Dracila“ mit 1,00 mg/kg den größten Wert auf (Tab. 11-3).

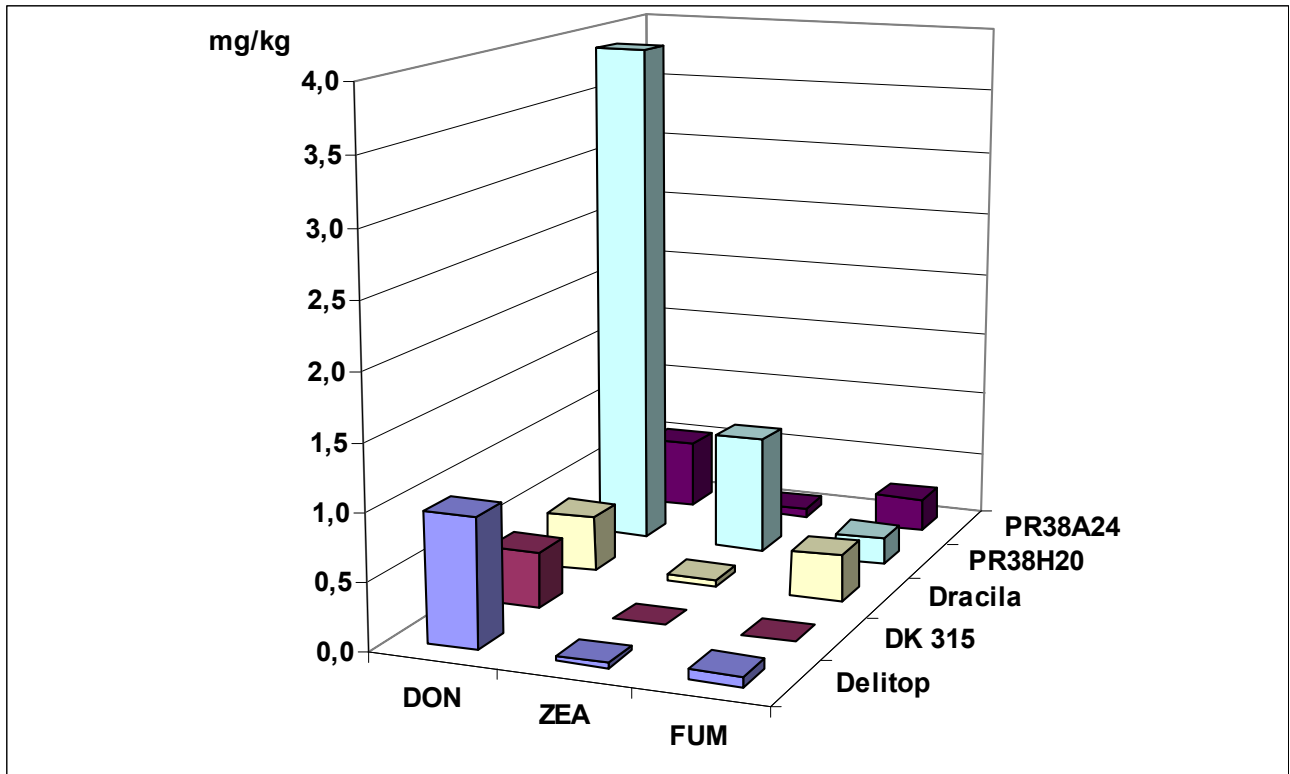


Abb. 11-2: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; mittlere Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine B₁ und B₂ (FUM) bei den Sorten

In Abb. 11-3 ist die Abhängigkeit zwischen DON-Gehalt und ZEA-Gehalt dargestellt. Der enge Zusammenhang zwischen DON- und ZEA-Gehalt wird durch das Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,87$ deutlich. Ein ähnlicher Zusammenhang zwischen DON- und FUM-Gehalt konnte nicht ermittelt werden. Das Bestimmtheitsmaß der Regressionsgerade lag hier bei $R^2 = 0,0041$.

Weiterhin wurde der Zusammenhang zwischen der Bonitur Fusarienbefall der Kolben und dem Mykotoxingehalt der Körner überprüft. Hier konnte bei DON und bei ZEA ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,225$ und bei FUM ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,009$ mit Hilfe der Regressionsrechnung ermittelt werden. Der sichtbare Befall spiegelt somit nur teilweise den tatsächlichen Befall mit Toxinen wider.

Zwischen den Wachstumsbeobachtungen „Stängelfäulebefall“ und „Maiszünslerbefall“ und den Mykotoxingehalten konnten keine Zusammenhänge nachgewiesen werden.

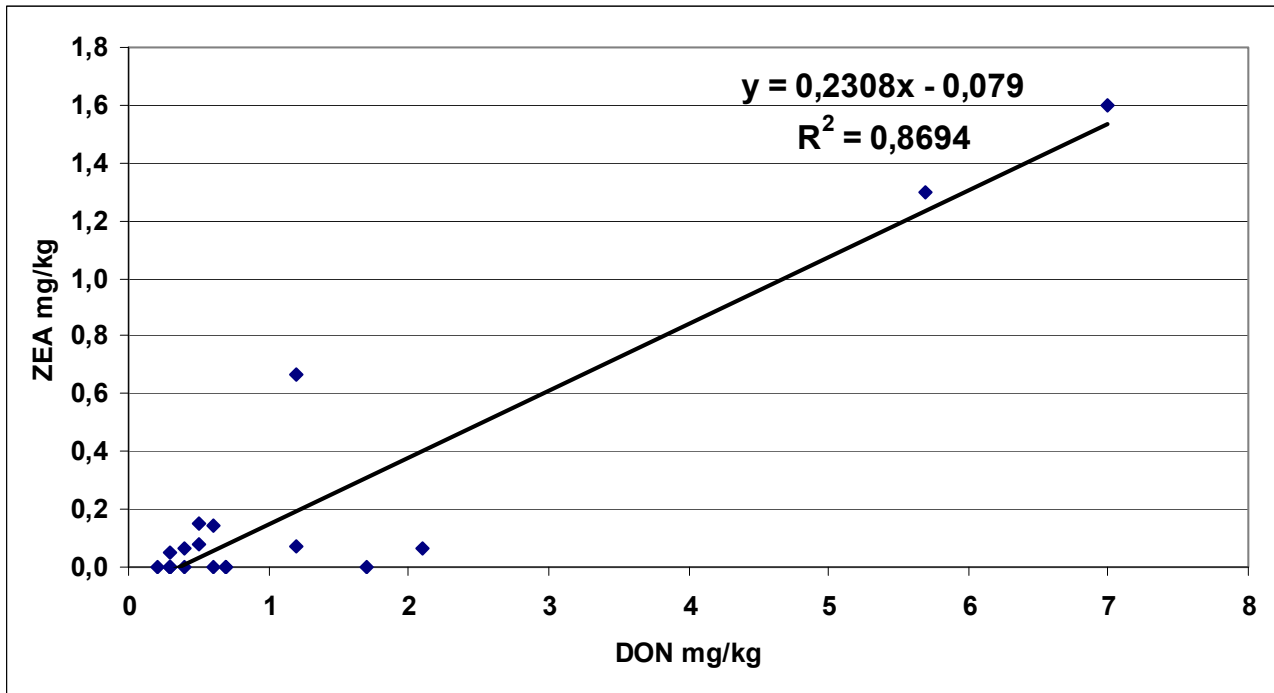


Abb. 11-3: Mykotoxinbelastung bei Körnermais 2007; Regression der Gehalte (mg/kg) an Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) mit Trendlinie

11.3 Zusammenfassung

Im Versuchsjahr 2007 konnten im Mais Korn Mykotoxinbelastungen gemessen werden, die bei einzelnen Varianten die gesetzlichen Höchstwerte von 1,75 mg/kg bei Deoxynivalenol und von 0,2 mg/kg bei Zearalenon deutlich überschritten. Varianten mit Vorfrucht Körnermais waren dabei höher belastet als mit Vorfrucht Winterweizen. In Bezug auf das Bodenbearbeitungsverfahren wies die Mulchvariante vor allem in Kombination mit Vorfrucht Mais etwas höhere Mykotoxingehalte als die Pflugvariante auf. Beim Faktor Sorte konnten die größten Unterschiede bei den Einflussfaktoren beobachtet werden. Vor allem die Sorte PR38H20 wies überdurchschnittliche Belastungen bei DON und ZEA auf. Zusammenhänge zwischen Wachstumsbeobachtungen und Mykotoxinbelastungen waren nur teilweise bei der Bonitur auf Fusariumbefall festzustellen.

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
Brigitte Fasler, Sabine Grimm, Klaus Mastel,
Dr. Markus Mokry, Andreas Monkos, Friedrich
Nüßlein, Nicole Schneider-Götz

Auflage: 120 Exemplare
Druck: Eigenverlag

Stand: Juni 2009