

# Versuchsergebnisse zur grundwasserschutzorientierten Landbewirtschaftung



## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	8
Fotoverzeichnis .....	9
1. Einleitung .....	10
2. Versuchsübersicht .....	11
3. Dauerversuchsstandorte.....	13
3.1. Versuch 643 - Auswirkung einer gestaffelten N-Düngung, ausgewählter N-Düngungssysteme und einer Bioenergie-Fruchtfolge auf Erträge und N-Dynamik im Boden, Standort Hohenzethen.....	13
3.1.1. Versuchsstandort Hohenzethen.....	13
3.1.2. Versuchsdurchführung.....	13
Versuchsaufbau .....	13
Boden- und Klimakennwerte.....	14
Fruchtfolge .....	14
Düngung .....	15
Pflanzenschutz.....	16
Ernte .....	16
Untersuchungen und Auswertungen.....	16
Nmin-Beprobung.....	16
3.1.3. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse .....	17
Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf den Ertrag.....	17
Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf die Nmin-Werte im Herbst.....	20
Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf die Nmin-Werte im Frühjahr .....	21
Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf die Stickstoffsalden .....	24
3.1.4. Zusammenfassung Versuch 643 .....	25
4. Versuch 644 - Einfluss einer gestaffelten N-Düngung und einer konservierenden Fruchtfolge auf N-Dynamik im Boden, Standort Thülsfelde.....	27
4.1.1. Versuchsdurchführung.....	27
Versuchsaufbau .....	27
Boden- und Klimakennwerte.....	27
Fruchtfolgen .....	28
Düngung .....	28
Pflanzenschutz.....	29
Ernte .....	30
Untersuchungen und Auswertungen.....	30

Nmin-Beprobungen .....	30
4.1.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse .....	31
4.1.3. Darstellung der N-Bilanzsalden .....	34
4.1.4. Zusammenfassung Versuch 644 .....	35
5.    Versuche zum grundwasserschutzorientierten Energiepflanzenanbau .....	36
5.1. Versuch 641 - Welche Auswirkungen haben eine grundwasserschutzorientierte N-Düngung und der Zweitfruchtanbau im Energiepflanzenanbau auf Gasausbeute, Erträge und N-Dynamik im Boden? .....	36
5.1.1. Versuchsdurchführung .....	36
Versuchsaufbau .....	36
Boden- und Klimakennwerte .....	37
Düngung .....	37
Fruchtfolgen .....	38
Pflanzenschutz .....	38
Ernte .....	38
Untersuchungen und Auswertungen .....	38
Nmin-Beprobungen .....	38
5.1.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse .....	39
5.1.3. Darstellung der N-Bilanzsalden .....	46
5.1.4. Zusammenfassung Versuch 641 .....	47
5.2. Versuch 888 - Welche Auswirkungen hat Silomais als Zweitfrucht nach Getreide-GPS auf die N-Dynamik im Boden? .....	48
5.2.1. Versuchsdurchführung .....	48
Versuchsaufbau .....	48
Boden- und Klimakennwerte .....	48
Düngung .....	49
Pflanzenschutz .....	50
Ernte .....	50
Untersuchungen und Auswertungen .....	50
Nmin-Beprobungen .....	50
5.2.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse zum Versuch 888 .....	51
5.2.3. Darstellung der N-Bilanzsalden vom Versuch 888 .....	54
5.2.4. Zusammenfassung Versuch 888 .....	55
5.3. Versuch Ihlow - Grundwasserschonende Anbauverfahren von Biogasfruchtfolgen .....	56
5.3.1. Versuchsdurchführung .....	56
Versuchsaufbau .....	56

Boden- und Klimakennwerte Ihlowerfehn .....	58
Düngung .....	58
Fruchtfolgen .....	61
Pflanzenschutz.....	64
Ernte .....	65
Untersuchungen und Auswertungen.....	65
Nmin-Beprobungen.....	65
Bestandesentwicklung der Hauptkultur bzw. Erstkulturen im 3. Anbaujahr.....	65
Bestandesentwicklung der Zweitkulturen.....	69
5.3.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse zum Versuch Ihlow.....	70
Trockenmasseerträge der Fruchtfolgeglieder .....	70
Methanerträge der Fruchtfolgeglieder.....	74
Darstellung der N-Bilanzsalden.....	75
5.3.3. Zusammenfassung Versuch Ihlow .....	81
6.    Ergänzende Nmin-Untersuchungen 2010.....	83
6.1.  Übersicht.....	83
6.2.  Ergebnisse .....	84
6.2.1. Versuch 765 - Wie wirkt Grünroggen als Vorfrucht auf die Erträge der Zweitfrüchte Mais, Sonnenblume und Hirse aus? .....	84
6.3.  Versuch 874 - Drilltechnik zu Silomais.....	87
6.3.1. Versuch 875/878 - Gülleunterfußdüngung zu Silomais/Körnermais .....	88
6.3.2. Versuch 887 - Welchen Einfluss haben Untersaaten bei Silomais auf die N-Dynamik im Boden? 91	
6.3.3. Versuch 871 - Welchen Einfluss hat der Anbau und die Düngung zur durchwachsenden Silphie auf die N-Dynamik im Boden? .....	93
6.3.4. Versuch 490 und Versuch 687 – Zuckerrübe als Energiepflanze .....	94
7.    Anhang.....	95
7.1.  Wetterdaten .....	95
7.2.  Versuchsdaten .....	98
7.2.1. Versuch 641 .....	98
Ertrag .....	98
Ackergras.....	98
Silomais .....	98
Sudangras.....	99
Roggen GPS (Optimale N-Düngung GPS Roggen (80/40 kg/N)).....	99
Silomais (Zweitfrucht nach Roggen).....	100

Sudangras (Zweitfrucht nach Roggen).....	100
Bilanz.....	101
7.2.2. Versuch 643 .....	105
Ertrag/Bilanz.....	105
Nmin .....	105
7.2.3. Versuch 644a .....	107
Ertrag / Bilanz.....	107
7.2.4. Versuch 888 .....	111
7.2.5. Versuch Ihlow.....	112
7.2.6. Ergänzende Nmin-Untersuchungen .....	114

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1	Maiserträge, Vergleich der Fruchtfolgesysteme, Versuch 643, Hohenzethen 2010.....	17
Abbildung 2	Ertragskurven Silomais 2010, Versuch 643 Hohenzethen.....	18
Abbildung 3	N-Düngung und Maiserträge - N-Steigerung, Versuch 643, Hohenzethen 2010 .....	19
Abbildung 4	N-Effizienz, Versuch 643, Hohenzethen 2010 .....	19
Abbildung 5	N-Düngung und Maiserträge – Cultan und Gärrest, Versuch 643, Hohenzethen 2010.....	19
Abbildung 6	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte Silomais und im Frühjahr, konventionelle Fruchtfolge, Versuch 643, Hohenzethen 2010.....	20
Abbildung 7	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte Silomais und im Frühjahr, Bioenergie- Fruchtfolge, Versuch 643, Hohenzethen 2010 .....	21
Abbildung 8	Nmin-Gehalte im Frühjahr Silomais, Versuch 643, Hohenzethen 2010.....	22
Abbildung 9	Nmin-Verlauf im Zeitraum der Sickerwasserspende ab Beginn der Ernte 2009 bis Frühjahr 2010, Versuch 643, Hohenzethen.....	23
Abbildung 10	N-Saldo Silomais, beide Fruchtfolgesysteme, Versuch 643, Hohenzethen 2010 .....	24
Abbildung 11	Lage des Versuchsstandortes Thülsfelde (LK Cloppenburg).....	27
Abbildung 12	Ertragskurven Versuch 644, Thülsfelde 2010 .....	31
Abbildung 13	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Winterroggen und zur Sickerwasserspende, Versuch 644a und 644b, Thülsfelde 2010 .....	32
Abbildung 14	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Sommergerste und zur Sickerwasserspende, Versuch 644c, Thülsfelde 2010 .....	32
Abbildung 15	Nmin-Verlauf unter der Sollwertvariante Winterroggen, Versuch 644a und 644b, Thülsfelde 2010.....	33
Abbildung 16	Nmin-Verlauf unter der Sollwertvariante Sommergerste, Versuch 644a und 644b, Thülsfelde 2010.....	33
Abbildung 17	N-Bilanzsalden, Versuch 644, Thülsfelde 2010 .....	34
Abbildung 18	Trockenmasseabfuhr Silomais mit und ohne Roggen-GPS als Erstfrucht im Vergleich zum Ackergras, Versuch 641, Wehnen 2010.....	42
Abbildung 19	Trockenmasseabfuhr Sudangras mit und ohne Roggen-GPS als Erstfrucht im Vergleich zum Ackergras, Versuch 641, Wehnen 2010.....	42
Abbildung 20	Einfluss steigender N-Gaben auf die elektrische Leistung beim Anbau von Silomais als Haupt- bzw. als Zweitfrucht, Versuch 641, Wehnen 2008-2010 .....	43
Abbildung 21	Einfluss steigender N-Gaben auf die elektrische Leistung beim Anbau von Sudangras als Haupt- bzw. als Zweitfrucht, Versuch 641, Wehnen 2008-2010 .....	44
Abbildung 22	Nmin-Gehalte nach der Ernte von Silomais und Sudangras im Einfuchtanbau und zur Sickerwasserspende, Versuch 641, 2010.....	44

Abbildung 23	Nmin-Gehalte nach der Ernte von Silomais und Sudangras und zur Sickerwasserspende bei Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2010 .....	45
Abbildung 24	Nmin-Gehalte nach der Ernte von Silomais im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2009-2010.....	45
Abbildung 25	Nmin-Gehalte nach der Ernte von Sudangras im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2010 .....	45
Abbildung 26	Bilanzsaldo beim Anbau von Silomais im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2010.....	46
Abbildung 27	Bilanzsaldo beim Anbau von Sudangras im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2010.....	46
Abbildung 28	Sommerniederschläge Versuch 888, 2010 .....	51
Abbildung 29	Trockenmasseerträge der Erstfrucht, Versuch 888, 2010.....	52
Abbildung 30	Trockenmasseerträge im Erst- und Zweitfruchtanbau, Versuch 888, Werlte 2010 .....	52
Abbildung 31	Trockenmasseertrag und Optimum vom Silomais als Zweitfrucht, Versuch 888, Werlte 2010 .....	53
Abbildung 32	Gesamt-Energieertrag, Versuch 888, Werlte 2010 .....	53
Abbildung 33	Nmin-Gehalt im Boden nach der Ernte und zur Sickerwasserspende im Zweitfruchtanbau, Versuch 888, Werlte 2010 .....	53
Abbildung 34	Nmin-Gehalt im Boden im Herbst auf den Standorten Rockstedt und Poppenburg, Versuch 888, 2010.....	54
Abbildung 35	Fruchtfolge Versuch Ihlow.....	63
Abbildung 36	Trockenmasseerträge der Haupt- und Zweitkulturen – kumulative Darstellung .....	70
Abbildung 37	TM - Erträge der Haupt- und Zweitkulturen.....	71
Abbildung 38	TM- Erträge der Zweitfrüchte in Abhängigkeit der Erstkultur.....	72
Abbildung 39	Methanerträge der Haupt- und Zweitkulturen.....	74
Abbildung 40	N-Bilanzen der Fruchtfolgeglieder .....	75
Abbildung 41	Nmin-Ergebnisse der Fruchtfolgeglieder nach der letzten Ernte 2008-2010.....	76
Abbildung 42	Nmin-Ergebnisse der Fruchtfolgeglieder im Herbst 2008-2010 .....	77
Abbildung 43	Wirtschaftlichkeit der Hauptkulturen .....	78
Abbildung 44	Wirtschaftlichkeit der Zweitkultursysteme.....	79
Abbildung 45	Wirtschaftlichkeit der Energiefruchtfolgen .....	79
Abbildung 46	Durchschnittliche Trockenmasseerträge der Erst- und Zweitfrucht im Durchschnitt der Standorte Poppenburg, Rockstedt, Werlte, Versuch 756, 2010 .....	85
Abbildung 47	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte (= zur Sickerwasserspende), Versuch 765, Rockstedt, 2010 .....	85
Abbildung 48	Nmin Gehalte nach der Ernte (= zur Sickerwasserspende), Versuch 765, Werlte 2010 .....	86

---

Abbildung 49	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte (= zur Sickerwasserspense), Versuch 753, Poppenburg, 2010 .....	86
Abbildung 50	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Silomais in Abhängigkeit von der Reihenweite, Versuch 874, 2008-2010 .....	87
Abbildung 51	Nmin-Gehalte im Boden nach der Silomaisernte, Versuch 875, 2010 .....	88
Abbildung 52	Silomais-TM-Erträge 2010, Versuch 875, 2010 .....	89
Abbildung 53	Körnermaiserträge 2010, Versuch 878, 2010 .....	89
Abbildung 54	Nmin-Gehalte im Boden nach der Körnermaisernte der Standorte Wehnen und Werlte, Versuch 878, 2010 .....	90
Abbildung 55	Silomaisertrag in Abhängigkeit von der Grasuntersaat und dem Aussaatzeitpunkt der Untersaat 2010, Dasselsbruch .....	91
Abbildung 56	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Silomais mit und ohne Untersaaten, Standort Dasselsbruch, 2010 .....	92
Abbildung 57	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Silomais mit und ohne Untersaaten, Standort Thülsfelde, 2010 .....	92
Abbildung 58	Trockenmasseerträge der durchwachsenden Silphie, Versuch 871, 2010 .....	93
Abbildung 59	Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte der durchwachsenen Silphie in Abhängigkeit von der Düngung, Versuch 871, 2010 .....	93
Abbildung 60	Rest-Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte bei einer Gärrestdüngung zur Zuckerrübe als Energiepflanze, Versuch 490, 2010 .....	94
Abbildung 61	Rest-Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte in Abhängigkeit von der Düngung zur Zuckerrüben als Energiepflanze, Versuch 684, 2010 .....	94
Abbildung 62	Wetterdaten Wehnen 2010 .....	95
Abbildung 63	Wetterdaten Hohenzethen 2010 .....	95
Abbildung 64	Wetterdaten Thülsfelde 2010 .....	96
Abbildung 65	Witterungsverlauf 2010 im Mittel der LWK-Wetterstationen .....	96

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1	Übersicht der durchgeführten Wasserschutzversuche 2010.....	11
Tabelle 2	Boden- und Klimakennwerte, Hohenzethen.....	14
Tabelle 3	Fruchtfolge 2010, Hohenzethen.....	14
Tabelle 4	N-Düngungsvarianten 2010, Hohenzethen.....	15
Tabelle 5	N-Salden in Silomais, Anbaujahre 2006 und 2010, Mittelwert Versuch, Versuch 643, Hohenzethen.....	25
Tabelle 6	Fruchtfolge, Versuch 644, Thülsfelde.....	28
Tabelle 7	N-Düngungsschema Winterroggen (RW) und Sommergerste (GS), Versuch Nr. 644, Thülsfelde 2010.....	29
Tabelle 8	Aussaat und Erntetermine, Versuch 641, Wehnen.....	36
Tabelle 9	Boden- und Klimakennwerte Wehnen.....	37
Tabelle 10	Faktor N-Düngung Silomais und Sudangras, Versuch 641, Wehnen 2010.....	37
Tabelle 11	Faktor Fruchtart, Versuch 641, Wehnen 2010.....	38
Tabelle 12	Trockenmasseerträge, Versuch 641, Wehnen 2008-2010.....	40
Tabelle 13	Trockenmasseerträge, Versuch 641, Wehnen 2008-2010.....	41
Tabelle 14	Versuchsstandorte, Versuch 888, 2010.....	48
Tabelle 15	Boden- und Klimawerte, Versuch 888, 2010.....	48
Tabelle 16	Faktor N-Düngung Versuch 888, Poppenburg 2010.....	49
Tabelle 17	Anbaudaten, Versuch 888, 2010.....	51
Tabelle 18	Bilanzergebnisse Anbau Gerste-GPS mit nachfolgend Silomais, Standort Werlte, Versuch 888, 2010.....	54
Tabelle 19	Anbaudaten der Erst- bzw. Hauptkulturen im Erntejahr 2010.....	57
Tabelle 20	Anbaudaten der Zweitkulturen im Erntejahr 2010.....	57
Tabelle 21	Boden- und Klimakennwerte Ihlowerfehn.....	58
Tabelle 22	Analysen der Gärreste aus der Biogasanlage Ihlowerfehn 2010.....	58
Tabelle 23	N-Düngung der Haupt- und Erstkulturen 2010.....	59
Tabelle 24	N-Düngung der Zweitkulturen.....	60
Tabelle 25	Versuchsvarianten der Energiefruchtfolgeglieder im Versuchszeitraum 2008-2010.....	62
Tabelle 26	Pflanzenschutz der Haupt- und Erstkulturen.....	64
Tabelle 27	Pflanzenschutz im Zweitkulturanbau.....	64
Tabelle 28	Bestandszusammensetzung der Ackergras-Hauptkulturen nach 3-jähriger Nutzung mit jeweils 4 Schnitten/Jahr.....	66
Tabelle 29	Standorte der ergänzenden Nmin-Untersuchungen 2010.....	83
Tabelle 30	Klimakennwerte der LWK-Wetterstationen.....	97

**Fotoverzeichnis**

Foto 1	Ernte Sudangras .....	38
Foto 2	Ausbringen von Gärsubstrat .....	56
Foto 3	Ernte von Sudangras (Versuchstechnik).....	56
Foto 4	Ernte Ackergras .....	65
Foto 5	Hauptkulturen Ackergräser nach dem Winter 2009/2010 – Auswinterung im Versuchsglied 10.....	66
Foto 6	Ausbringen von Gärsubstrat Anfang März 2010 zur Hauptkultur Ackergras .....	66
Foto 7	Auswinterung im Versuchsglied 10 .....	67
Foto 8	Auswinterung im Versuchsglied 10 – mit Lücken und Ungräsern/ -kräutern .....	67
Foto 9	Teilweise Auswinterungsverluste im Versuchsglied 11 .....	67
Foto 10	Intakter Ackergrasbestand im Versuchsglied 12.....	67
Foto 11	Grünroggen – Var. 4 und 5 am 26.05.10 .....	68
Foto 12	Hybridroggen GPS – Var. 8 und 9 am 26.05.10 .....	68
Foto 13	Variante 1 - Hauptkultur Silomaisstoppel ohne Grasuntersaat .....	68
Foto 14	Variante 3 - Hauptkultur Silomaisstoppel mit Grasuntersaat .....	68
Foto 15	Variante 8 – Starke Konkurrenz mit Hühnerhirse (Ungras) in der Zweitfrucht Sudangras trotz Herbizidanwendung .....	69

## **1. Einleitung**

Der vorliegende Bericht stellt mehrjährige und die Ergebnisse 2010 der Wasserschutzversuche sowie der ergänzenden Nmin Untersuchungen im Herbst und zu Beginn der Sickerwasserperiode in bestehenden Versuchen der LWK Niedersachsen mit gewässerschutzrelevanten Fragestellungen dar.

Seit 1995 führt die LWK an den Standorten Thülsfelde im Landkreis Cloppenburg und Hohenzethen im Landkreis Uelzen Wasserschutzversuche in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) mit begleitenden Sickerwasser- und Lysimeteruntersuchungen durch. Nur an diesen Standorten kann so der direkte Zusammenhang zwischen Stickstoffzufuhr, Stickstoffdynamik im Boden und Nitratgehalt im Sickerwasser untersucht und Schlussfolgerungen gezogen werden.

Daneben werden neue Fragestellungen, die sich aus neuen Entwicklungen der Landbewirtschaftung in Trinkwassergewinnungsgebieten ergeben, neu in das laufende Untersuchungsprogramm - wie z. B. Nmin Messungen bei Untersaaten im Silomaisanbau oder bei der Durchwachsenden Silphie - aufgenommen.

Die langjährigen Ergebnisse liefern abgesicherte Daten, welche die langfristigen Auswirkungen von grundwasserschutzorientierten Bewirtschaftungsmaßnahmen dokumentieren. Nur so lassen sich Beratungsempfehlungen ableiten und nachhaltig in der landwirtschaftlichen Praxis etablieren.

Mit Auswertung der dreijährigen Ergebnisse zu verschiedenen Fruchtfolgen und des Zweitfruchtanbaus für die Energiegewinnung werden in diesem Bericht die Schlussfolgerungen für die grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftung dargestellt und die Versuchsfrage abgeschlossen.

Zu einzelnen Fragestellungen werden nach Vorlage mehrjähriger Ergebnisse gesonderte Auswertungen erstellt und in Kurzform (Merkblatt) veröffentlicht ([www.lwk-niedersachsen.de](http://www.lwk-niedersachsen.de)). Die Aktualisierung des Merkblattes grundwasserschutzorientierter Maisanbau ist im Anschluss an die Vorlage des Versuchsberichts geplant.

Dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz und dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz sei an dieser Stelle für die Finanzierung aus der Wasserentnahmegebühr gedankt.

## 2. Versuchsübersicht

**Tabelle 1 Übersicht der durchgeführten Wasserschutzversuche 2010**

Versuch-Nr. LWK	Fruchtarten 2009	Standort	Versuchsbezeichnung
<b>Versuche finanziert aus der Wasserentnahmegebühr</b>			
• <b>Dauerversuchsstandorte mit Sickerwasseranlagen des LBEG</b>			
<b>643</b>	Winterroggen	Hohenzethen (LK Uelzen)	Welchen Einfluss haben die gestaffelte N-Düngung mit dem Cultan-Düngeverfahren und die Düngung mit Gärresten auf die Erträge, die Produktqualitäten und Stickstoffdynamik im Boden?
<b>644a</b>	Winterroggen + Zwischenfrucht Senf	Thülsfelde (LK Cloppenburg)	Welchen Einfluss hat der Anbau von Winterrübsen als Zwischenfrucht zwischen Wintergetreide auf die N-Dynamik im Herbst und im Winter?
<b>644b</b>	Winterroggen		Welchen Einfluss hat eine gestaffelte N-Düngung bzw. eine grundwasserschutzorientierte Fruchtfolge auf die langjährige N-Dynamik im Boden, N-Gehalte im Sickerwasser, die Erträge und die Produktqualitäten?
<b>644c</b>	Sommergerste		
• <b>Versuche zum grundwasserschutzorientierten Energiepflanzenanbau</b>			
<b>641</b>	Roggen GPS Silomais, Sudangras, Ackergras	Wehnen (LK Ammerland)	Welche Auswirkungen haben eine grundwasserschutzorientierte N-Düngung und der Zweitfruchtanbau im Energiepflanzenanbau auf Gasausbeute, Erträge und N-Dynamik im Boden?
<b>888</b>	Roggen GPS + Silomais	Poppenburg (LK Hildesheim)	Welche Auswirkungen hat Silomais als Zweitfrucht nach Roggen GPS auf die N-Dynamik im Boden?
		Rockstedt (LK Rotenburg)	
		Werlte (LK Emsland)	
<b>Ihlow</b>	versch. Energiefrüchte	Ihlow (LK Aurich)	Grundwasserschonende Anbauverfahren von Biogasfruchtfruchtfolgen

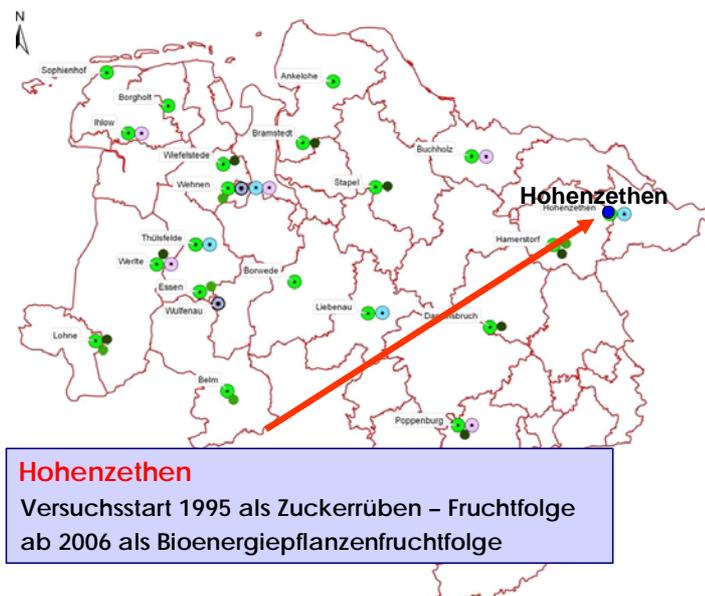
Versuch-Nr. LWK	Fruchtarten 2009	Standort	Versuchsbezeichnung
<b>Komplementärfinanzierung Nmin Untersuchungen</b>			
765	Zweitfrucht nach Grünroggen	Poppenburg (LK Hildesheim)	Welchen Einfluss hat der Aussaatzeitpunkt von verschiedenen Energiefrüchten auf die N-Dynamik im Boden?
		Rockstedt (LK Rotenburg)	
		Werlte (LK Emsland)	
874	Silomais	Poppenburg (LK Hildesheim)	Welchen Einfluss hat die Drilltechnik bei Silomais auf die N-Dynamik im Boden?
		Wehnen (LK Ammerland)	
		Werlte (LK Emsland)	
875	Silomais	Wehnen (LK Ammerland)	Welchen Einfluss hat die Gülleunterfußdüngung bei Silo- und Körnermais auf die N-Dynamik im Boden?
		Rockstedt (LK Rotenburg)	
878	Körnermais	Wehnen (LK Ammerland)	Welchen Einfluss hat die Gülleunterfußdüngung bei Silo- und Körnermais auf die N-Dynamik im Boden?
		Werlte (LK Emsland)	
887	Silomais mit Untersaat	Dasselsbruch (Landkreis Celle)	Welchen Einfluss haben Untersaaten bei Silomais auf die N-Dynamik im Boden?
		Thülsfelde (LK Cloppenburg)	
871	Durchwachsende Silphie	Dasselsbruch (Landkreis Celle)	Welchen Einfluss haben der Anbau und die Düngung zur durchwachsenden Silphie auf die N-Dynamik im Boden?
		Poppenburg (LK Hildesheim)	
		Werlte (LK Emsland)	
490	Zuckerrübe als Energiepflanze	Hamerstorf (LK Uelzen)	Welchen Einfluss hat eine Gärest-Düngung zu Zuckerrüben als Energiepflanze auf die N-Dynamik im Boden?
		Machtsum (LK Northeim)	
684	Zuckerrübe als Energiepflanze	Hamerstorf (LK Uelzen)	Welche Auswirkung hat die N-Düngung bei unterschiedlichen Ernteterminen in Zuckerrüben als Energiepflanze auf die N-Dynamik im Boden?
		Machtsum (LK Northeim)	

### 3. Dauerversuchsstandorte

#### 3.1. Versuch 643 - Auswirkung einer gestaffelten N-Düngung, ausgewählter N-Düngungssysteme und einer Bioenergie-Fruchtfolge auf Erträge und N-Dynamik im Boden, Standort Hohenzethen

Der Grundwasserschutzversuch in Hohenzethen (LK Uelzen, WSG Wibbese) läuft 2011 im 15. Versuchsjahr. Geprüft werden der Einfluss einer gestaffelten N-Düngung und der Einfluss einer Bioenergiefruchtfolge auf die N-Dynamik im Boden.

Die N-Düngung in diesem Versuch wurde an die statische N-Steigerung in Thülsfelde (Versuch Nr. 644) angepasst, um einen Vergleich zwischen zwei austragsgefährdeten Standorten hinsichtlich des standortspezifischen N-Optimums zu erhalten. Dieses dient weiterhin als Basis für eine grundwasser-schutzorientierte Beratung. Begleitet wird der Versuch durch Sickerwasseruntersuchungen in ausgewählten Varianten durch das LBEG in Hannover.



##### 3.1.1. Versuchsstandort Hohenzethen

##### 3.1.2. Versuchsdurchführung

###### Versuchsaufbau

Der Versuch ist als randomisierte Spaltanlage mit Großparzellen angelegt, beerntet wird eine Kleinparzelle je Wiederholung im Kerndrusch. Diese Versuchsanlage ist so konzipiert, dass Bodenbearbeitungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen durch den Landwirt betriebsüblich durchgeführt werden können.

Erfasst werden neben den ertragsrelevanten Parametern auch die für die N-Auswaschung relevanten Größen N-Saldo, Nmin-Werte im Frühjahr, nach der Ernte und im Herbst ab dem Zeitraum der Grundwasserneubildung nach jeweils 60 mm Niederschlag.

### Boden- und Klimakennwerte

Als leichter Sandstandort im nordöstlichen Niedersachsen gehört Hohenzethen zu den Regionen mit hoher Beregnungsbedürftigkeit. Dieses trifft nicht mehr nur für Hackfrüchte zu, sondern inzwischen auch für Mais, der durch den zunehmenden Biogasanbau auch auf sehr leichten Standorten angebaut wird.

Die Wetterdaten für 2010 zeigt die Abbildung 63 im Anhang.

**Tabelle 2 Boden- und Klimakennwerte, Hohenzethen**

Standorte	Hohenzethen
Höhe über NN (m)	60
Bodentyp	Braunerde
geologische Herkunft	Diluvium
Bodenart	S
Ackerzahl	25
mittl. Temperatur °C	8,6
langj. Niederschlagssumme (mm)	615 mm
Grundwasserstand	2 – 4 m
Sommerniederschläge April – Sept.	330 mm*
Beregnung	100 mm (5x 20mm)

\*Beregnungsstandort

Die Niederschlagssumme 2010 blieb im Vergleich zum Versuchszeitraum konstant, allerdings mit einer ungünstigen Verteilung. Das Frühjahr 2010 war bis auf den Mai sehr trocken. Extreme Niederschläge fielen im August und September. Die Jahresdurchschnittstemperatur 2010 lag für Hohenzethen 1,4 °C niedriger als die mittlere Temperatur im Versuchszeitraum.

### Fruchtfolge

**Tabelle 3 Fruchtfolge 2010, Hohenzethen**

Jahr	Fruchtfolge Standort Hohenzethen	
	konventionell	konservierend / Bioenergie
1995	Zuckerrübe	Zuckerrübe + Zwischenfrucht
1996	Braugerste	Braugerste + Zwischenfrucht Senf
1997	Kartoffel	Kartoffel
1998 ff.	Winterroggen	Brache
<b>Änderung der Fruchtfolge ab 2008 in Bioenergiepflanzenfruchtfolge</b>		
2008	Zuckerrüben	Zuckerrüben
2009	Kartoffel	Kartoffel + Zwischenfrucht Senf
2010	<b>Silomais</b>	<b>Silomais + Grasuntersaat</b>
2011	<i>Braugerste</i>	<i>Braugerste</i>
2012	<i>Winterroggen</i>	<i>Winterroggen + Zwischenfrucht</i>

Bis 2006 wurde eine klassische Hackfrucht-Getreide-Fruchtfolge angebaut. Aufgrund der Prüfung der grundwasserspezifischen Relevanz von Biogasfruchtfolgen wurde die Zuckerrübe durch Biogasmis ersetzt. Die Nitratkonservierung in der Bioenergiepflanzen-Fruchtfolge erfolgt nach wie vor über Zwischenfrüchte bzw. Untersaaten.

## Düngung

In Anlehnung an die N-Düngung im Wasserschutzversuch am Standort Thülsfelde ist die Düngung in Hohenzethen ebenfalls in eine feste N-Düngungsstaffel abgeändert worden. Die mineralische N-Düngung wird nun ebenfalls in gestaffelten Gaben verabreicht. Dabei entspricht die Variante 4, wenn der Frühjahrs-Nmin-Wert dazugerechnet wird, in etwa dem für die Kultur üblichen Sollwert. Daneben wird in den beiden weiteren Varianten die Gärrestdüngung mit mineralischer Ergänzungsdüngung und abschließend im dritten Jahr das Cultanverfahren untersucht. Bei der Gärrestdüngung ist der anrechenbare Stickstoff (70 % des Gesamt-N) angegeben (Tabelle 4).

Die Zwischenfrucht in der Bioenergiefruchtfolge war aufgrund der späten Aussaat und geringen Massenbildung nur sehr schwach entwickelt, die N-Düngung wurde nicht reduziert.

**Tabelle 4 N-Düngungsvarianten 2010, Hohenzethen**

Düngungsvarianten		Nmin 0-60 cm (14.04.10) [kg/ha]	N-Verteilung			Stickstoff- Düngung (ohne. Nmin) [kg N/ha]	Stickstoff- Angebot (inkl. Nmin) [kg N/ha]
			1. Düngung		2. Düngung Spätgabe 28.05.2010 [kg N/ha]		
			UFD <sup>1)</sup> [kg N/ha]	Vorauf- lauf <sup>2)</sup> [kg N/ha]			
1	ohne N- Düngung	11	18	0		18	
2	50 kg Mineral-N	11	18	30	0	48	
3	100 kg Mineral-N	10	18	80	0	108	
4	150 kg Mineral-N	12	18	80	50	160	
5	200 kg Mineral-N	11	18	80	100	198	
6	250 kg Mineral-N	12	18	130	100	248	
7	SW Cultan- verfahren	13	18	150	0		181
9	SW Biogas Gärrest	11	18	100 Gär- rest-N <sup>3)</sup>	50		179

1) UFD = Unterfußdüngung (Aussaat) am 20.04.10

2) Düngung Vorauflauf 27.04.2010; Cultan am 06.05.10; Gärrest am 19.04.10

3) 100 kg/ha anrechenbarer Gärrest-N (70 %) = 143 kg Gesamt-N/ha

Die bedarfsgerechte Grunddüngung mit Phosphat, Kalium und Magnesium) erfolgt am 11.05.2010 auf Basis der jährlichen Bodenuntersuchung. Die Gärrestmenge wird nach der aktuellen Gärrestanalyse bestimmt.

## **Pflanzenschutz**

Die Pflanzenschutzmaßnahmen werden durch den Betriebsleiter nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt.

## **Ernte**

Die Ernte erfolgt in allen Parzellen als Kernbeerntung unter Beachtung der Richtlinien des Bundessortenamtes für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen.

## **Untersuchungen und Auswertungen**

Die TKM- und TS-Bestimmungen werden nach der Richtlinie des Bundessortenamtes vom Versuchsansteller durchgeführt. Erntegutanalysen (NIRS-Verfahren und chemische Untersuchungen) erfolgen durch die LUFA Nord-West entsprechend den geltenden Untersuchungsstandards. Gleiches gilt für die Bodenuntersuchungen auf die Grundnährstoffe P, K, Mg und pH-Wert, die Nmin-Untersuchungen und die Gärrestuntersuchungen.

## **Nmin-Beprobung**

Die Nmin-Beprobungen erfolgen zur Aussaat (Feststellung des N-Vorrates), nach der Ernte (Rest-Nmin) und ab Beginn der Grundwasserneubildung jeweils nach 60 mm Niederschlag über die Herbst- und Wintermonate (Beprobungstiefe von 0 – 90 cm).

### 3.1.3. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse

Nach der Vorfrucht Kartoffeln, in der Bioenergiefruchtfolge über Winter mit nur mäßig gewachsener Zwischenfrucht, folgt 2010 Silomais, der am 20.04.10 bei guten Aussaatbedingungen gelegt wurde. Nach Abschluss der Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgte am 28.06. die Aussaat einer Untersaat (Welsches Weidelgras, Ausbringung mit pneumatischem Düngerstreuer) in der Bioenergiefruchtfolge. Ab dem 23.06. wurde der Mais in wöchentlichem Abstand 5 Mal bis zum 21.07. mit jeweils 20 mm beregnet. Beerntet wurde am 07.10.2010.

Der Bestand zeigte nach dem Auflauf durch die kühle Witterung zunächst verhaltenes Wachstum. Ab Mitte Juni begann das Wachstum durch zunehmend wärmere Temperaturen. Ende Juni wurde die Beregnung eingesetzt. Ab Mitte Juli setzte dann verstärktes Massenwachstum ein. Durch die massiven Niederschläge im August legte der Mais an Masse zu, allerdings blieb es für eine gute Kolben- und Masseausbildung deutlich zu kühl.

#### Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf den Ertrag

Der Mais zeigte 2010 auf dem Standort Hohenzethen einen guten Ertrag. Die Variante N 150 konventionell (entspricht in etwa der Höhe der SW-Düngung) erreichte einen Ertrag von 469 dt/ha Grünmasse, in der Biogasfruchtfolge blieb die Vergleichsvariante mit 436 dt/ha etwas zurück.

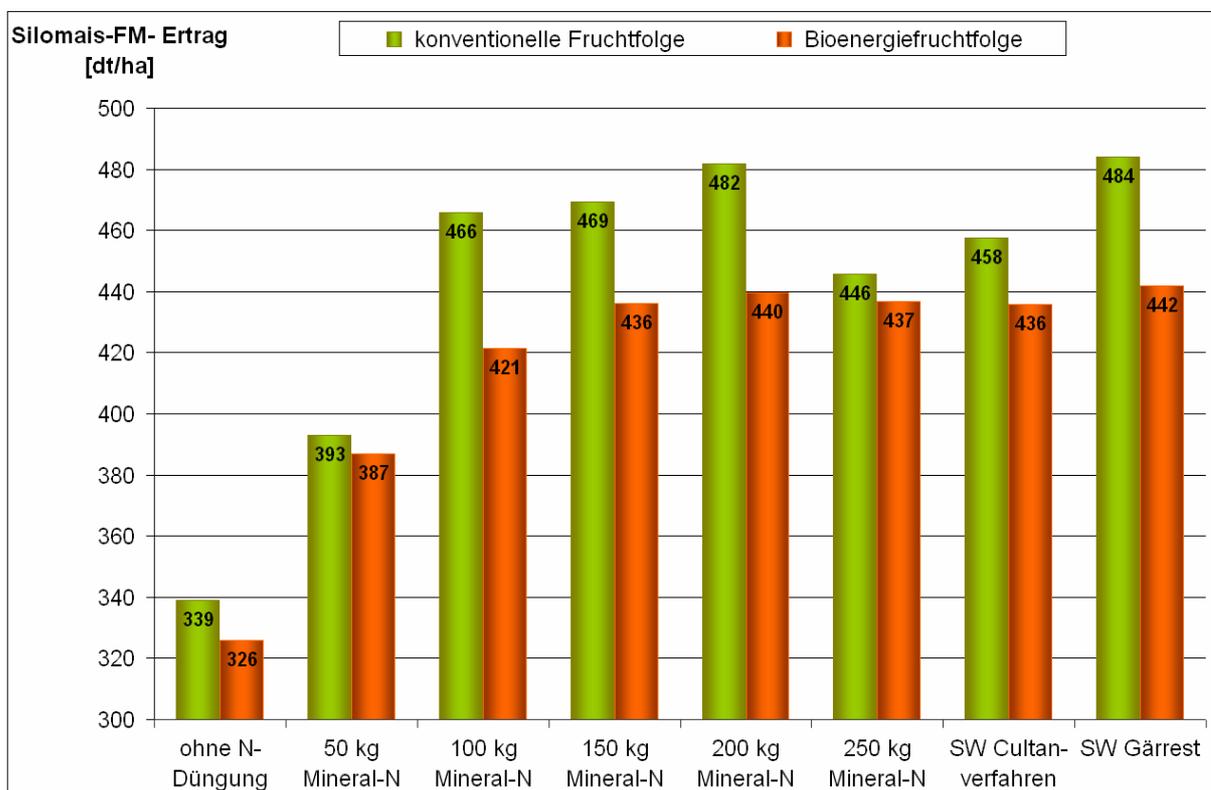


Abbildung 1 Maiserträge, Vergleich der Fruchtfolgesysteme, Versuch 643, Hohenzethen 2010

Der Maximalertrag in beiden Fruchtfolgen wurde bei einem N-Niveau von 200 kg N/ha erreicht (Abbildung 1). Bei weiter steigender Düngermenge sank der Ertrag ab. In der Biogasfruchtfolge war das Ertragsniveau allerdings deutlich geringer.

Die Cultan-Düngung blieb 2010 in der konventionellen Fruchtfolge unter dem Niveau der Variante N 150 (entspricht etwa SW konv.). Gut dagegen wirkte der Gärrest, insbesondere in der konventionellen Fruchtfolge, hier wurde der Ertrag der Variante N 150 erreicht.

Signifikante Ertragsunterschiede zeigten sich vor allem zwischen der Biogasfruchtfolge und der konventionellen Fruchtfolge. Die Unterschiede zwischen den höheren Düngergaben bleiben aufgrund des guten Nährstoffaneignungsvermögens des Silomais relativ gering. Die Ertragskurven beider Fruchtfolgen, sowohl konventionell als auch Bioenergiefruchtfolge, zeigen einen für Silomais typischen flachen Kurvenverlauf.

Mit der gestaffelten N-Düngung kann eine N-Optimumskurve abgebildet werden (Abbildung 2).

In der konventionellen Fruchtfolge lag 2010 die optimale N-Düngung bei 161 kg N/ha, in der Bioenergiefruchtfolge bei 153 kg N/ha. Werden rd. 20 kg N<sub>min</sub> im Frühjahr dazu gerechnet, lag die Gesamt-N-Menge in Höhe des Sollwertes von 180 kg N/ha.

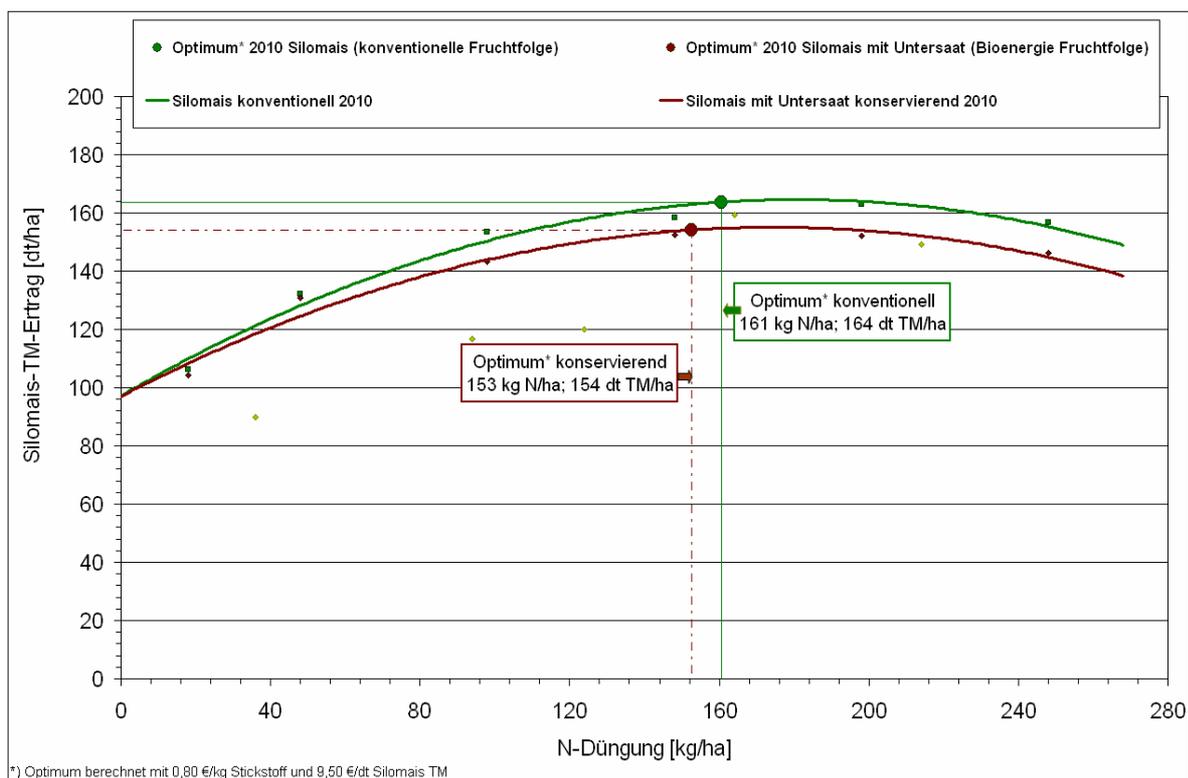


Abbildung 2 Ertragskurven Silomais 2010, Versuch 643 Hohenzethen

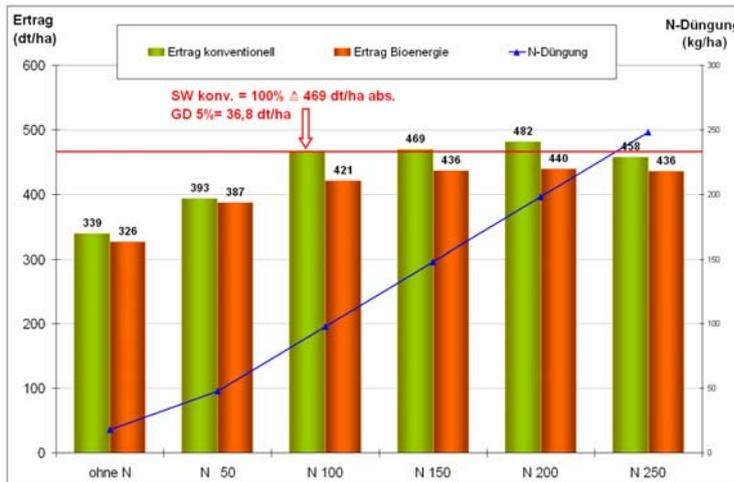


Abbildung 3 N-Düngung und Maiserträge - N-Steigerung, Versuch 643, Hohenzethen 2010

Die N-Düngermengen in der N-Steigerung werden bis 200 kg N/ha gut ausgenutzt. Bei weiter steigenden Düngermengen wird der Dünger ertragsmäßig nicht mehr umgesetzt (Abbildung 3).

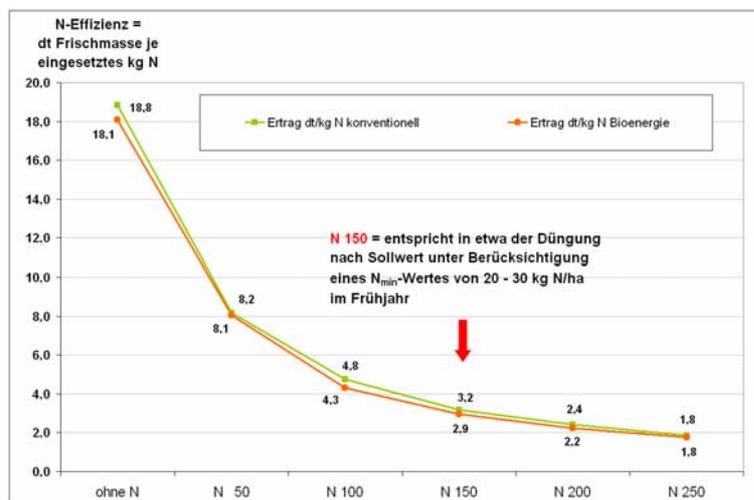


Abbildung 4 N-Effizienz, Versuch 643, Hohenzethen 2010

Sinkt der Frischmassezuwachs je eingesetztem kg Stickstoff mit zunehmender Düngung sinkt die N-Effizienz (Abbildung 4).

Bei der Cultan- und der Gärrest-Variante werden die Düngermengen im Vergleich zur SW-Variante relativ gut ausgeschöpft. Alle 3 Varianten, bis auf Gärrest konventionell, bilden etwa gleich hohe Erträge (Abbildung 5).

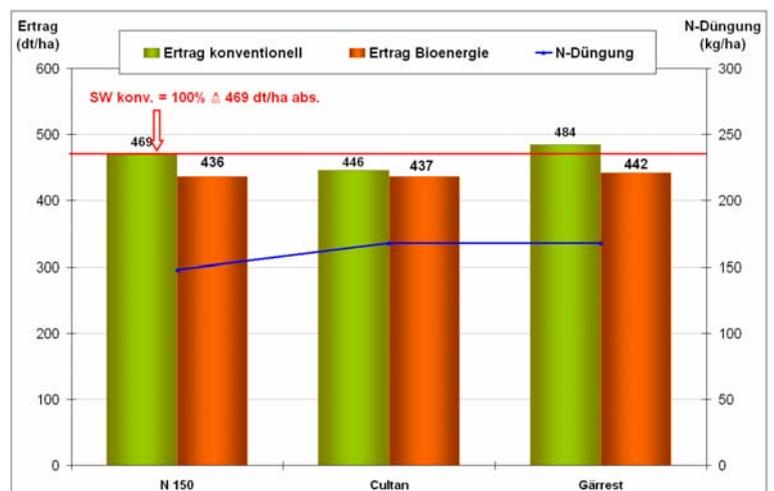
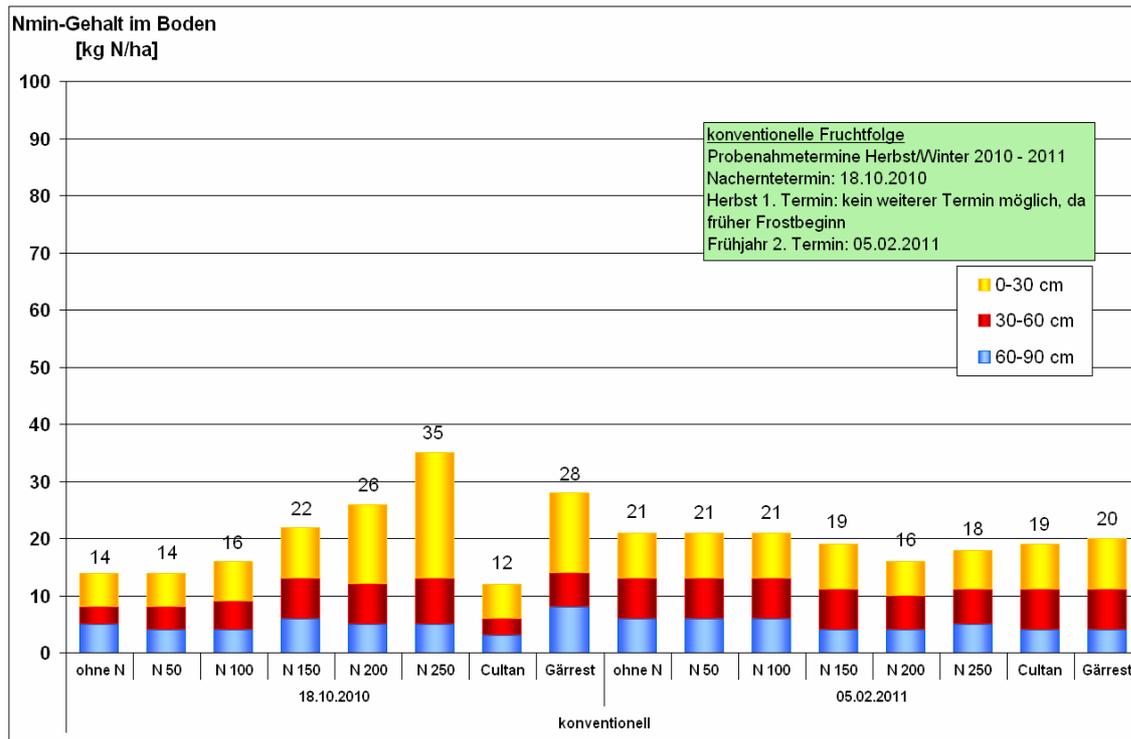


Abbildung 5 N-Düngung und Maiserträge – Cultan und Gärrest, Versuch 643, Hohenzethen 2010

## **Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf die Nmin-Werte im Herbst**

In der folgenden Abbildung sind die Nmin-Gehalte im Boden (0-90 cm) nach der Maisernte (18.10.) in der konventionellen Fruchtfolge dargestellt. Die Abbildung stellt den Anstieg der Nmin-Gehalte bei einer über dem Optimum liegenden N-Düngung dar, bildet aber die Höhe möglicherweise nur näherungsweise ab. Im Zeitraum August und September 2010 fielen in Hohenzethen insgesamt 239 mm Niederschlag (Daten der BDB-Fläche, benachbart zur Versuchsfläche, freundlicherweise vom LBEG zur Verfügung gestellt), das entspricht 48% der Niederschlagsmenge, die nach langjährigen Messungen im Zeitraum von Juli bis Januar fallen.

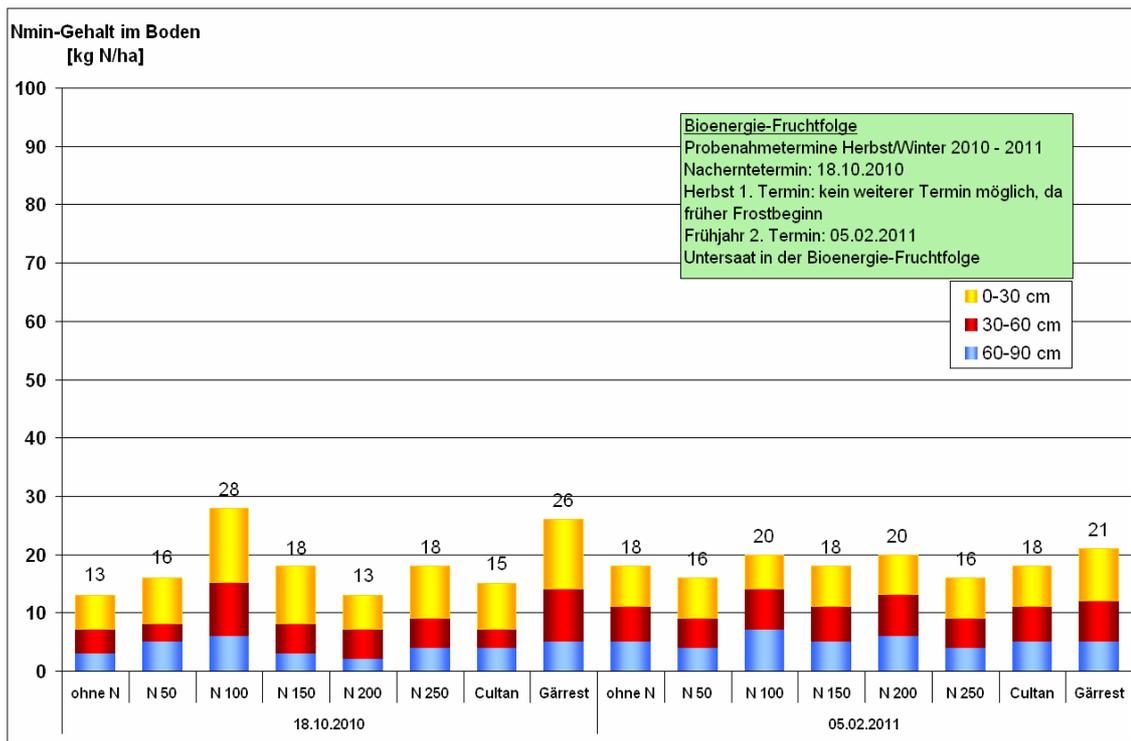


**Abbildung 6 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte Silomais und im Frühjahr, konventionelle Fruchtfolge, Versuch 643, Hohenzethen 2010**

Auch der Zeitpunkt der Niederschläge lag erheblich früher als in anderen Jahren. Unter Berücksichtigung dieser Niederschlagsmengen und des Zeitpunktes können die Nmin-Gehalte vor der Ernte deutlich höher gelegen haben. Durch den frühen Wintereinbruch und Bodenfrost ab Ende November erfolgte keine Probe mehr zum Vegetationsende. Nach Auftauen des Bodens Anfang Februar (05.02.11) erfolgte dann abschließend für diese Sickerwasserperiode die Frühjahrsbeprobung. Zu diesem Zeitpunkt pendelten sich die Werte auf ein einheitliches Niveau von 20 kg N/ha ein.

Zum Nacherntetermin befand sich der größte Teil des löslichen Stickstoffs noch in der oberen Bodenschicht. Durch die Verlagerung über den Winter haben sich die Gehalte gleichmäßig in den Schichten zum Frühjahrstermin verteilt. Auch in der Gärrest-Variante liegt der Nmin-Gehalt ähnlich hoch wie bei den mineralisch überdüngten Varianten (N200/N250).

In der Bioenergiefruchtfolge sieht die Verteilung etwas anders aus (Abbildung 7).



**Abbildung 7 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte Silomais und im Frühjahr, Bioenergie- Fruchtfolge, Versuch 643, Hohenzethen 2010**

Der Anstieg der Nmin-Gehalte bildet sich hier nicht so gut ab, wie in der konventionellen Fruchtfolge. Etwas erhöht sind nur die Varianten N 100 und Gärrest. Der Einfluss der extremen Niederschläge im August/September muss hier eingerechnet werden, da bereits N verlagert wurde.

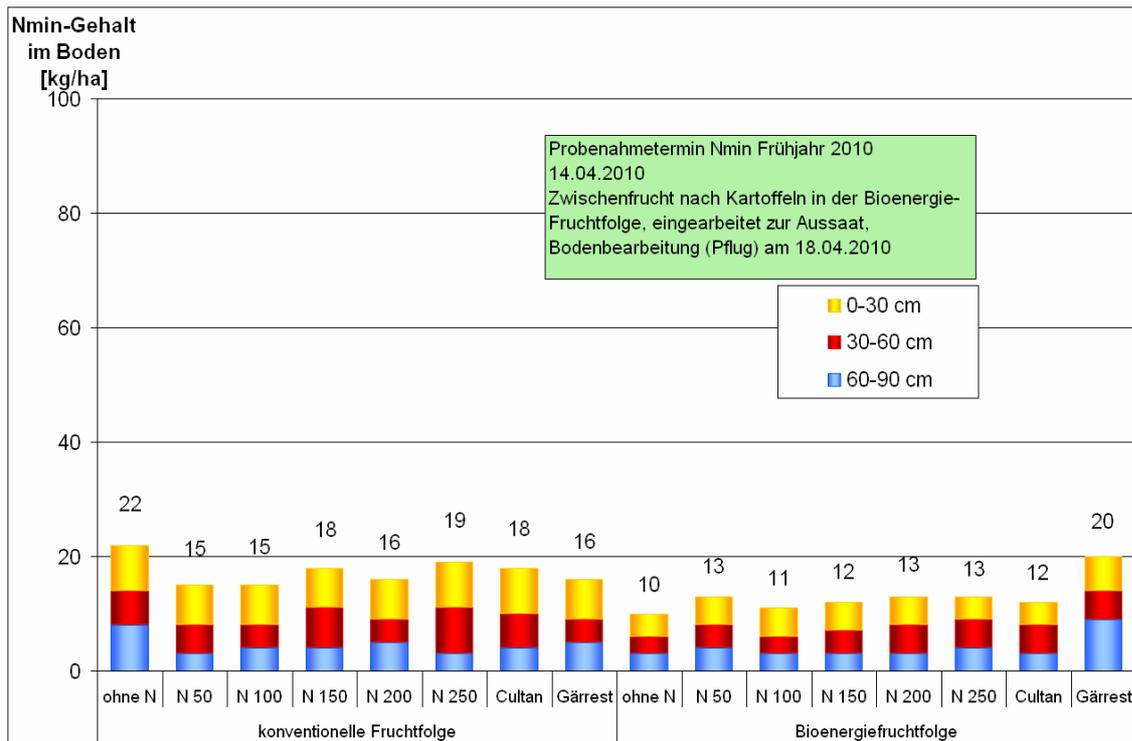
Die Ende Juni mit einem pneumatischen Düngerstreuer ausgebrachte Untersaat aus Welschem Weidelgras entwickelte sich sehr unterschiedlich im Maisbestand. In den Beregnungsschneisen entwickelte sich die Untersaat durch guten Bodenschluss relativ zügig und gut. Die Pflanzen in den Maisreihen blieben durch die Beschattung im Wachstum zurück. So ist es nicht möglich, aufgrund des geringen Nmin-Gehaltes ursächlich zwischen der Verlagerung durch Niederschlag oder der Aufnahme durch das Weidelgras zu unterscheiden. Zu beiden Beprobungszeitpunkten liegen die N-Gehalte in beiden Fruchtfolgen, mit geringfügig erhöhten N-Gehalten in der Variante N 100 und Gärrest, etwa gleich hoch. Die Nmin-Gehalte zwischen den einzelnen Schichten sind gleichmäßig verteilt.

### Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf die Nmin-Werte im Frühjahr

Die folgende Abbildung 8 zeigt die Frühjahrs-Nmin-Werte 2010 in Hohenzethen, gesplittet nach den einzelnen Beprobungsschichten.

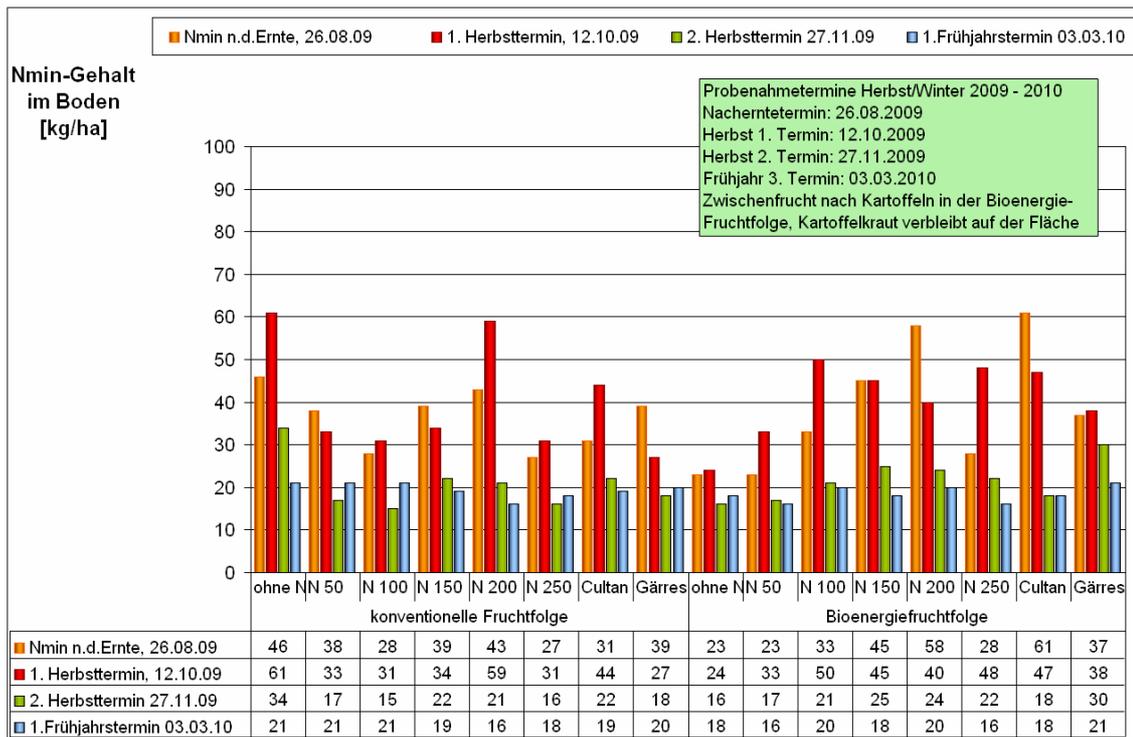
Erwartungsgemäß liegen die Nmin-Gehalte auf einem niedrigen Niveau. Unterschiede zwischen konventionell und Bioenergiefruchtfolge sind, wenn auch leicht angedeutet, gering. Eine N-

Konservierung über die Zwischenfrucht in der Bioenergiefruchtfolge konnte aufgrund der schwachen Entwicklung der Zwischenfrucht nicht erfolgen.



**Abbildung 8 Nmin-Gehalte im Frühjahr Silomais, Versuch 643, Hohenzethen 2010**

Der größte Teil des Stickstoffs war, wie die folgende Abbildung zeigt, bereits im Herbst 2009 verlagert durch Sickerwasserbildung im Oktober und November. Den Verlauf der Nmin-Gehalte über diesen Zeitraum der Grundwasserneubildung Oktober 2009 bis Frühjahr 2010 zeigt die folgende Abbildung 9.



**Abbildung 9 Nmin-Verlauf im Zeitraum der Sickerwasserspende ab Beginn der Ernte 2009 bis Fröhjahr 2010, Versuch 643, Hohenzethen**

Nach der Ernte der Kartoffeln zeigten die Nmin-Gehalte in beiden Fruchtfolgen eine starke Streuung auf, die Werte lagen im Durchschnitt bei 40 kg Nmin/ha. Ein Anstieg der N-Gehalte parallel zur N-Steigerung ließ sich nur für die Bioenergiefruchtfolge andeuten. Zum 2. Probenahmetermin blieb die Streuung sehr diffus, und teilweise stiegen die Gehalte, wie es häufig nach Kartoffeln zu beobachten ist, an. Zum 3. Termin setzte dann Verlagerung in die unteren Schichten ein. Die große Streuung der Nmin-Gehalte ließ sich zu einem großen Anteil auf die nach der Ernte nicht mehr zu trennenden Bereiche zwischen Damm- und Furche zurückführen, was eine korrekte Probenahme erschwerte. Die schwache Entwicklung der Zwischenfrucht in der Bioenergiefruchtfolge - späte Aussaat durch Trockenheit – führte nicht zu einer nennenswerten N-Aufnahme. Bereits im Jahresbericht 2009 wurden die N-Gehalte aus dem vorangegangenen Winter erläutert und sind hier um den Fröhjahrstermin 2010 ergänzt.

Um weitere Ergebnisse über die Sickerwasserraten für diesen Standort zu erhalten, wurden durch das LBEG Hannover weitere Saugsonden im Herbst 2010 eingebaut. Die bisherigen Saugsonden in der Sollwertvariante wurden im Herbst durch Saugsonden in den Varianten N=0, N=100 und N=200 in der konventionellen Fruchtfolge und N=200 in der Bioenergiefruchtfolge ergänzt.

### Einfluss von Fruchtfolge und N-Düngung auf die Stickstoffsalden

Auf der Basis der N-Zufuhr und der N-Abfuhr über die Ernteprodukte werden die N-Salden berechnet.

Im Mittel über alle N-Varianten berechnen sich Bilanzsalden von – 21 kg N/ha bei konventioneller Bewirtschaftung und – 31 kg N/ha in der Bioenergiefruchtfolge. Die N-Steigerung lässt sich ebenfalls anhand der N-Salden nachvollziehen. Der Silomais weist erwartungsgemäß aufgrund seiner guten Trockenmasseabfuhr in diesem Jahr niedrige Salden auf.

Die Salden bei Sollwertdüngung liegen bei konventioneller Bewirtschaftung in der Höhe von -18 kg N/ha und in der Bioenergiefruchtfolge bei -30 kg N/ha. Bei einer Düngung über 150 kg N/ha geht die N-Zufuhr über den Bedarf und den Entzug hinaus, die Folge davon sind positive Bilanzsalden und zunächst hohe Restnitratgehalte (Abbildung 10).

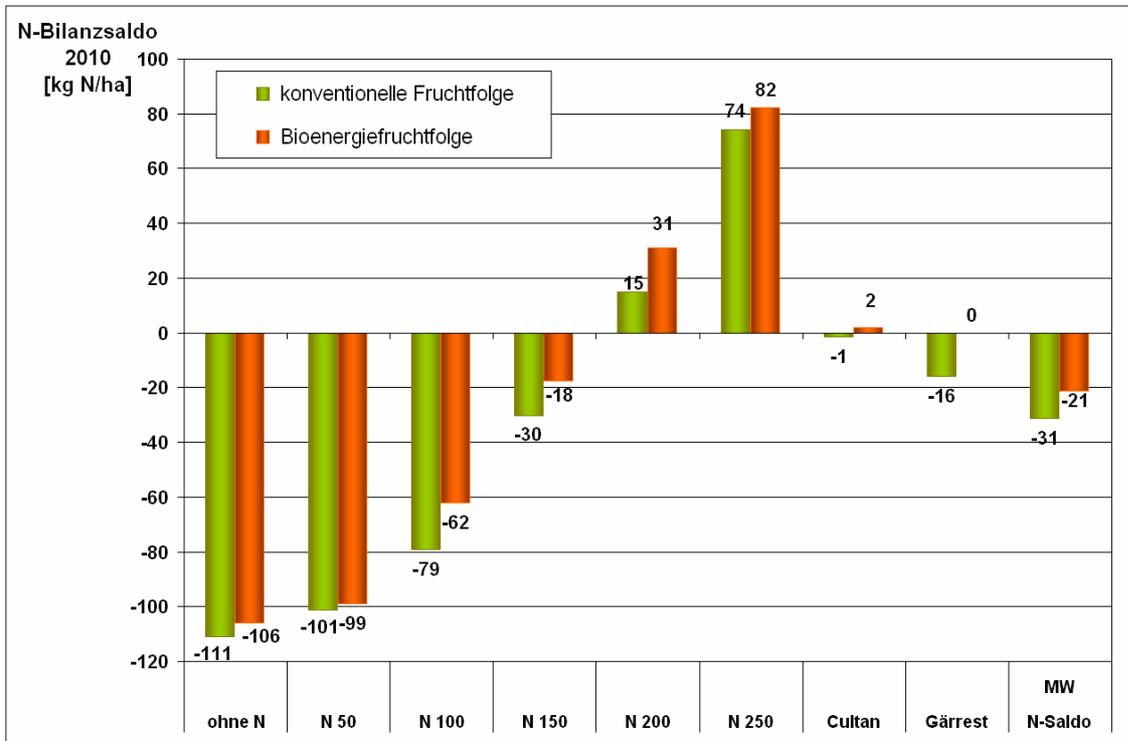


Abbildung 10 N-Saldo Silomais, beide Fruchtfolgesysteme, Versuch 643, Hohenzethen 2010

In der Cultanvariante sind die N-Salden zwar ausgeglichen, ertraglich blieb diese Variante 2010 hinter der Sollwertdüngung zurück. Für die Gärrestvariante verlief das Jahr 2010 positiv. Durch die kühle Witterung im Mai/Juni konnte Stickstoff bei ausreichender Feuchtigkeit mobilisiert werden, der dann vom Mais gut ausgenutzt wurde. Entsprechend gut war das Ertragsniveau. In der Bioenergiefruchtfolge gleichwertig mit der Sollwertvariante, in der konventionellen Fruchtfolge etwas niedriger.

Die Tabelle 5 zeigt die N-Salden in den beiden Silomais-Anbaujahren. Erwartungsgemäß ergab sich eine bessere Ausnutzung des Stickstoffs im Vergleich zum Mittelwert des N-Saldos im Versuchszeitraum als Mittelwert aller angebauten Kulturen Kartoffeln, Winterroggen und Zuckerrüben.

**Tabelle 5 N-Salden in Silomais, Anbaujahre 2006 und 2010, Mittelwert Versuch, Versuch 643, Hohenzethen**

N-Saldo kg N/ha	Silomais 2006	Silomais 2010	MW im Versuchszeitraum
SW konventionell	-53	-	18
N 150 konventionell (=SW)	-	-30	
SW Bioenergie	-40	-	4
N 150 Bioenergie (=SW)	-	-18	

#### 3.1.4. Zusammenfassung Versuch 643

Diese langjährigen Versuchsergebnisse zeigen, dass die Auswahl der Feldfrucht nach wie vor einen großen Einfluss auf das Bewirtschaftungsmanagement und die Nitratauswaschung hat. Bisher wurden die Kulturen in diesem Versuch jeweils zweimal angebaut. Die Sickerwasseruntersuchungen des LBEG zeigen, dass nach Kartoffeln, Mais und Braugerste tendenziell eher höhere Nitratkonzentrationen im Boden gemessen wurden, als nach Zuckerrüben, Winterroggen und Brache.

Zunehmend in den Vordergrund rückt jedoch das extreme Witterungsgeschehen, dass seit 2008 starke Auswirkungen auf diesem Beregnungsstandort zeigt. In erster Linie sind das die Niederschläge, die durch Verschiebung des Rhythmus und der Verteilung, größere Probleme bereiten. Starke Frühjahrstrockenheit, kühle Witterung zur Hauptwachstumszeit, extreme Niederschläge zum Erntezeitpunkt bilden die hauptsächlichen Verursacher der Ertragsminderungen und begrenzen statistisch gesicherte Aussagen.

Mit der Anpassung der N-Düngung an die statische N-Steigerung im Versuch 644 in Thülsfelde wird der Fokus stärker auf die Berechnung des N-Optimums gelegt werden. Dieses kann für die Prüfung der N-Steigerung im ersten Jahr im Silomais auch bestätigt werden. Eine N-Düngung im Bereich von 150 -160 kg Mineral-N ist optimal. Auf die noch folgenden Auswertungen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, die diese Aussagen wie am Standort Thülsfelde hoffentlich untermauern, möchten wir in dem Zusammenhang hinweisen.

Eine bedarfsgerechte Beregnung ist für die Ausnutzung des Stickstoffs unerlässlich, da trockenheitsbedingte Ertragsverluste vermieden werden. Nach dem kühlen Mai setzte ab Ende Juni mit zunehmender Erwärmung das Hauptwachstum ein, parallel dazu wurde beregnet, damit die Pflanzen den Dünger und danach den im Boden mineralisierten Stickstoff aufnehmen konnten.

Mit den Herbst-Nmin-Gehalten bzw. Restnitratgehalten nach der Ernte ist die N-Dynamik für 2010 nur schwer zu beurteilen, da die N-Gehalte zur Ernte in beiden Fruchtfolgen zwar sehr gering waren, dafür aber bereits im August – September Niederschlagsmengen von 240 mm fielen, die zu dem Zeitpunkt bereits Sickerwasserbildung verursacht haben. Ob durch die Untersaat in der Bioenergiefruchtfolge Stickstoff konserviert wurde, lässt sich damit nicht feststellen.

Anhand der N-Salden lässt sich die N-Steigerung sehr gut abbilden.

Vorschläge für weiteres Vorgehen:

1. In Anpassung an den Versuch in Thülsfelde sollten ebenfalls in der Variante N= 150 (entspricht etwa dem Sollwert) monatliche Nmin-Untersuchungen durchgeführt werden, um die N-Dynamik besser nachzuvollziehen.
2. Den Fokus muss noch stärker auf die Konservierung über Zwischenfrüchte und Untersaaten gelegt werden. Über die Möglichkeit der Beregnung von Zwischenfrüchten sollte nachgedacht werden, um gute Wachstumsbedingungen und damit ein entsprechendes N-Aufnahmevermögen zu erzielen.
3. Die Restnitratgehalte nach der Ernte stärker in den Vordergrund stellen. Für die Frühjahrs-Nmin-Werte kann fast durchweg über alle Jahre ein Nmin-Wert von 20 kg N/ha angenommen werden. Für die Nmin Probenahme im Jahresverlauf kann folgende Vorgehensweise überlegt werden:
  - ◆ Probenahme im Frühjahr: vor Beginn der Aussaat bei Sommerungen ;  
zur ersten Düngungsmaßnahme bei Winterungen.
  - ◆ Im Vegetationszeitraum: monatlich (in Absprache mit dem LBEG, Hannover)
  - ◆ Nach der Ernte
  - ◆ Ab Beginn der Sickerwasserperiode:  
bei spät räumenden Früchten ab Beginn der SW-Periode und dann nach jeweils 60 mm Niederschlag  
bei früh räumenden Früchten: bis zum Beginn der SW-Periode weiter monatlich, ab Beginn der SW-Periode dann weiter nach 60 mm Niederschlag.
  - ◆ Die Beprobungstiefe sollte auf 120 cm Beprobungstiefe ausgeweitet werden.

#### 4. Versuch 644 - Einfluss einer gestaffelten N-Düngung und einer konservierenden Fruchtfolge auf N-Dynamik im Boden, Standort Thülsfelde

##### 4.1.1. Versuchsdurchführung

##### Versuchsaufbau

Der Einfluss einer gestaffelten N-Düngung und der Einfluss einer konservierenden Fruchtfolge auf die N-Dynamik im Boden und die Nitratbelastung im Grundwasser werden am Standort Thülsfelde anhand von statischen Versuchen untersucht. Zur Klärung der Versuchsfrage werden jährlich drei Versuche (644a, 644b, 644c) auf diesem leichteren Standort angelegt. Im Teilstück 644a werden begleitend Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG durchgeführt.



Abbildung 11 Lage des Versuchsstandortes Thülsfelde (LK Cloppenburg)

Alle Versuchsglieder sind vierfach randomisiert angelegt. Die Versuchsanlagen sind so dimensioniert, dass die Grundbodenbearbeitung und die Pflanzenschutzmaßnahmen vom Landwirt mit eigenen Geräten betriebsüblich und regionalspezifisch durchgeführt werden können.

##### Boden- und Klimakennwerte

Standort	Thülsfelde
Höhe über NN (m)	6 m
Bodentyp	Pseudogley-Podsol
Bodenart	S
Ackerzahl	25
	<b>Wetterstation Thülsfelde</b>
mittl. Temperatur (Ø 2000-2010)	7,7 °C
langj. Niederschlagssumme (Ø 2000-2010)	660 mm
Sommerniederschläge 2010 April – Sept. (Durchschnittl. Sommerniederschläge 2000-2010 April – Sept.)	358 mm

## Fruchtfolgen

Die Fruchtfolgen der Teilstücke a, b und c sind in Tabelle 6 aufgeführt. Wurden bis 2007 die Früchte Silomais-Winterroggen-Wintergerste im Rahmen der konventionellen Fruchtfolge angebaut, so wurde aufgrund regionalspezifischer Gegebenheiten seit dem Jahr 2008 der Silomaisanteil in den Rotationen auf 66 % erhöht.

**Tabelle 6 Fruchtfolge, Versuch 644, Thülsfelde**

Jahr	Fruchtart		
	644a	644b	644c
	Fruchtfolge Saugkerzenanlage	Konventionelle (Konv.) Fruchtfolge	Grundwasserschutzorientierte (GW-) Fruchtfolge
2008	Silomais (Engsaat, 37,5 cm)	Silomais (Normalsaat, 75 cm)	Silomais (Engsaat, 37,5 cm)
2009	Winterroggen + Zwischenfrucht Winterrübsen	Silomais (Normalsaat, 75 cm)	Winterroggen + Zwischenfrucht Senf
2010	<b>Winterroggen + Zwischenfrucht Senf</b>	<b>Winterroggen</b>	<b>Sommergerste</b>
2011	Silomais (Engsaat, 37,5 cm)	Silomais (Normalsaat, 75 cm)	Silomais (Engsaat, 37,5 cm)
2012	Wintergerste + Zwischenfrucht Winterrübsen	Silomais (Normalsaat, 75 cm)	Winterroggen + Zwischenfrucht Senf
2013	Winterroggen + Zwischenfrucht Senf	Winterroggen	Sommergerste

## Düngung

Die mineralische N-Düngung wird in gestaffelten Gaben gegeben. Die jeweiligen N-Mengen sind in Tabelle 7 aufgeführt. Die Sollwertvariante kann im Rahmen der Wasserschutzberatung als Referenzvariante herangezogen werden. Bei der Güllemenge ist der anrechenbare Stickstoff angegeben.

**Tabelle 7 N-Düngungsschema Winterroggen (RW) und Sommergerste (GS), Versuch Nr. 644, Thülsfelde 2010**

Variante	Düngungsvarianten		Nmin RW 03.03.10 GS 01.04.10  RW 0-90 cm GS 0-60 cm	Verteilung			Summe (Sollwert inkl. Nmin)  kg/ha
				Vegetationsbeginn		Spätgabe	
				RW EC 17 GS EC 10	RW EC19 GS EC 5	RW EC 27 GS EC 29	
				Org-N kg/ha	Mineral-N kg/ha	Mineral-N kg/ha	
1	ohne N-Düngung				0	0	0
2	40 kg Mineral-N				20	20	40
3	80 kg Mineral-N				60	20	80
4	120 kg Mineral-N				80	40	120
5	160 kg Mineral-N				100	60	160
6	Sollwert-Düngung	Versuch 644a Winterroggen	22	65**	40	35	162
		Versuch 644b Winterroggen	18	65**	40	35	158
		Versuch 644c Sommergerste	19	60**	40	40	159
7*	200 kg Mineral-N				120	80	200

\*) Diese Variante nur im Teilstück Versuch 644c

\*\*\*) Anrechenbarer Stickstoff (70 % vom Gesamt N)

Die Versuchsanlage eröffnet neben der deskriptiven und varianzanalytischen Auswertung auch eine funktionale Analyse der Ergebnisse durch entsprechende Regressionsberechnungen. So kann zum Beispiel das frucht- und standortspezifische N-Optimum auf der Grundlage der mineralischen N-Staffel berechnet und Mineraldüngeräquivalente der eingesetzten Wirtschaftsdünger abgeleitet werden. Die gewonnenen Daten bilden u. a. die Grundlage für weitergehende Beratungsansätze im Rahmen der WRRL.

Eine bedarfsgerechte Phosphat-, Kalium-, Magnesium- und Kalkdüngung wird unter Beachtung der jährlichen Bodenuntersuchung vorgenommen. Darüber hinaus wird die Güllegabe auf der Grundlage aktueller Gülleanalysen bemessen.

### Pflanzenschutz

Der Pflanzenschutz wird betriebsüblich nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt.

## **Ernte**

Die Ernte erfolgt in allen Parzellen als Kernbeerntung unter Beachtung der Richtlinien des Bundessortenamtes für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen.

## **Untersuchungen und Auswertungen**

Die TKM- und TS-Bestimmungen werden nach der Richtlinie des Bundessortenamtes vom Versuchsansteller durchgeführt. Erntegutanalysen (NIRS-Verfahren und chemische Untersuchungen) erfolgen entsprechend den geltenden Untersuchungsstandards. Gleiches gilt für die Bodenuntersuchungen auf die Grundnährstoffe P, K, Mg und pH-Wert, die Nmin-Untersuchungen und für die Gülleuntersuchungen.

## **Nmin-Beprobungen**

Die Bodenproben zur Nmin-Untersuchung werden vorwiegend mit der Nitrat-Raupe gezogen. Die Beprobungstiefe im Herbst ist 0 bis 120 cm. Die Probendichte pro Flächeneinheit und die Analyse erfolgt nach den einschlägigen Verfahrensvorschriften des VDLUFA. Die Bezeichnung Rest-Nmin bezieht sich in diesem Bericht auf die Nmin-Werte im Boden nach der Ernte der Versuchsfrucht.

#### 4.1.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse

2010 war das dritte Jahr nach der Fruchtfolgeumstellung am Versuchsstandort Thülsfelde. Auf den Teilstücke 644a (Sickerwasseranlage LBEG) und 644b (konventionelle Fruchtfolge) stand Winterroggen. Auf dem Teilstück 644a war vor dem Winterroggen die Zwischenfrucht Winterrüben (2009) angebaut worden, die jedoch aufgrund Trockenheit keinen guten Aufwuchs zeigte. Auf dem Teilstück 644c wurde Sommergerste nach der Zwischenfrucht Senf (2009) angebaut.

Das Jahr 2010 brachte wie auch im Vorjahr gute Winterroggenerträge mit 70-80 dt/ha im Bereich der Sollwertdüngung. Die Sommergerste hingegen lief aufgrund der Frühjahrstrockenheit nur langsam auf und brachte sehr geringe Erträge von rd. 30 dt/ha (Abbildung 12).

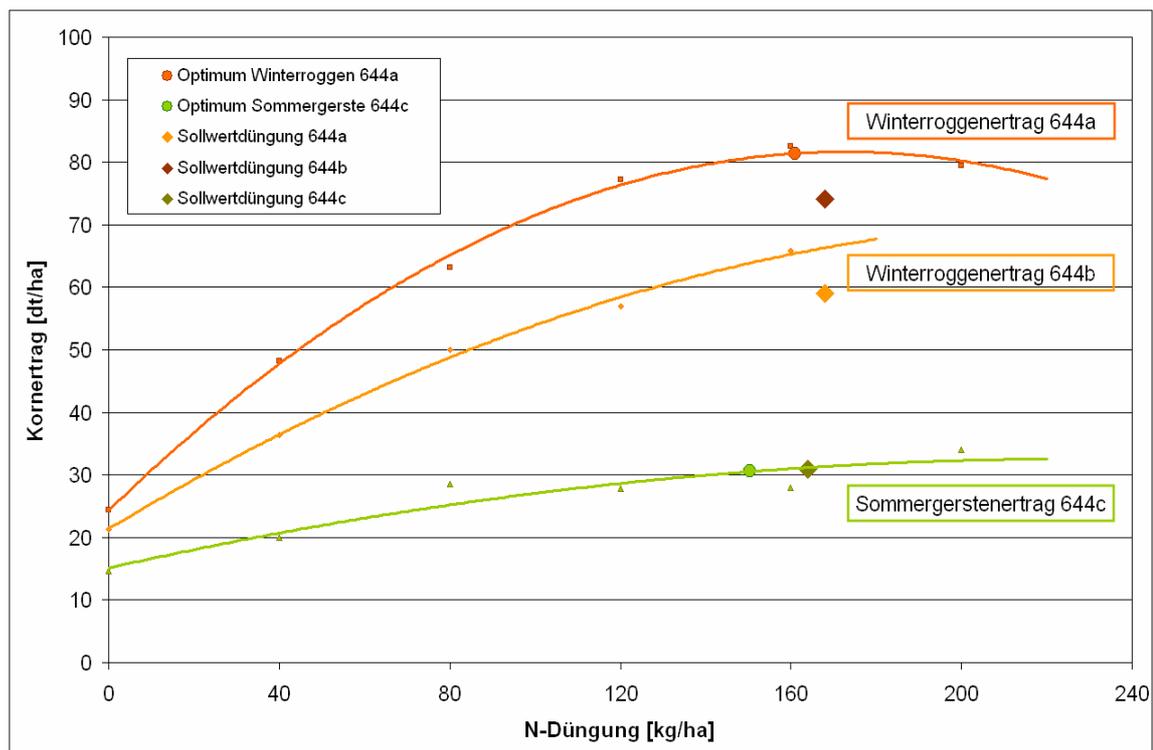
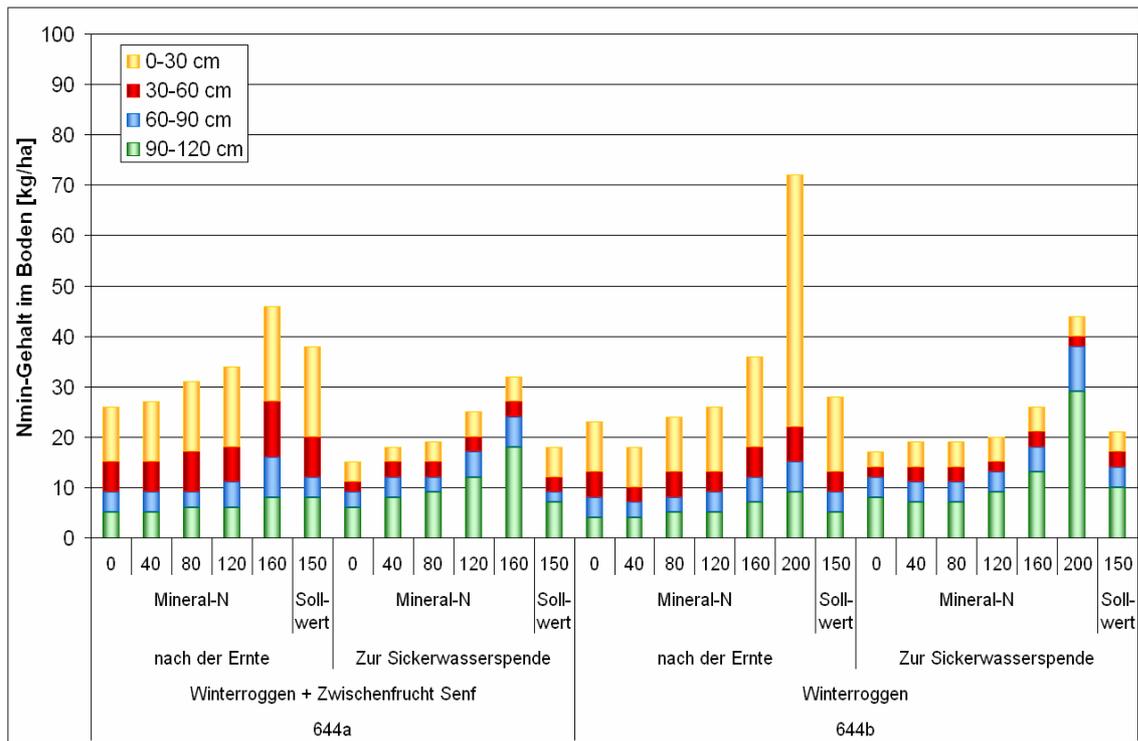


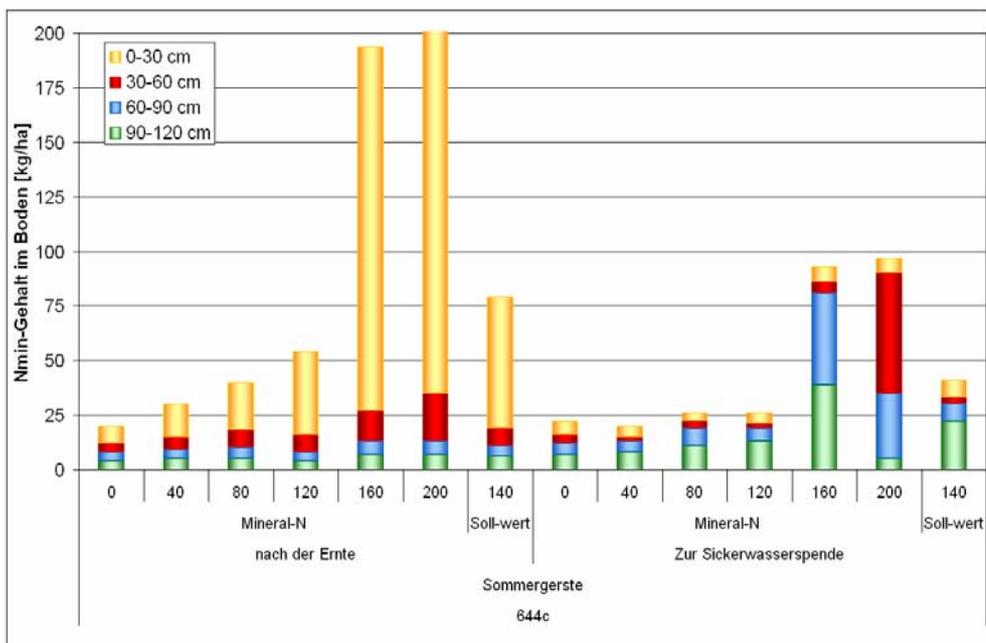
Abbildung 12 Ertragskurven Versuch 644, Thülsfelde 2010

Die Nmin-Werte nach der Ernte und zur Sickerwasserspense lagen bei beiden Teilstücken auf einem niedrigen Niveau. Im Bereich der Sollwertdüngung wurden Herbst-Nmin-Werte von rd. 40 kg/ha gemessen (Abbildung 13).



**Abbildung 13 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Winterroggen und zur Sickerwasserspende, Versuch 644a und 644b, Thülsfelde 2010**

Bei der Sommergerste hingegen zeigten die Nmin-Werte deutlich, dass der angebotene Stickstoff kaum genutzt wurde. Es wurden nach der Sommergerstenernte extrem hohe Nmin-Werte ab der N-Stufe 160 kg N/ha gemessen, wobei der Reststickstoff im Boden zur Sickerwasserspende vermutlich in tiefere Bodenschichten verlagert wurde.



**Abbildung 14 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Sommergerste und zur Sickerwasserspende, Versuch 644c, Thülsfelde 2010**

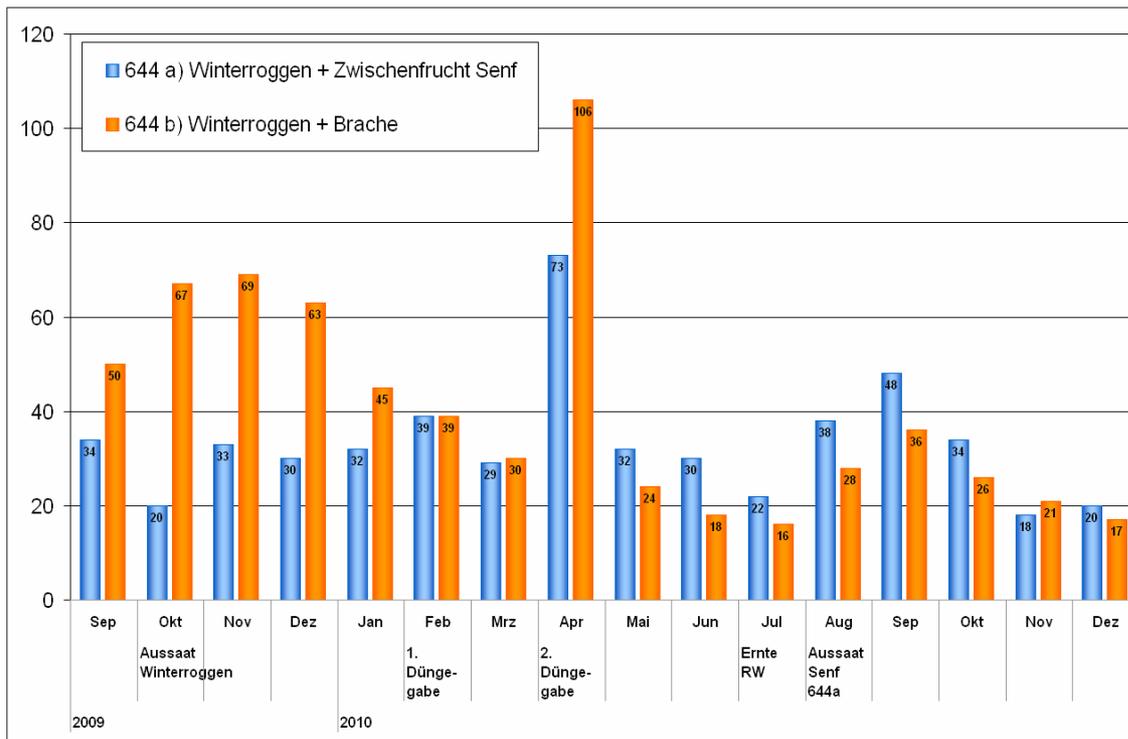


Abbildung 15 Nmin-Verlauf unter der Sollwertvariante Winterroggen, Versuch 644a und 644b, Thülsfelde 2010

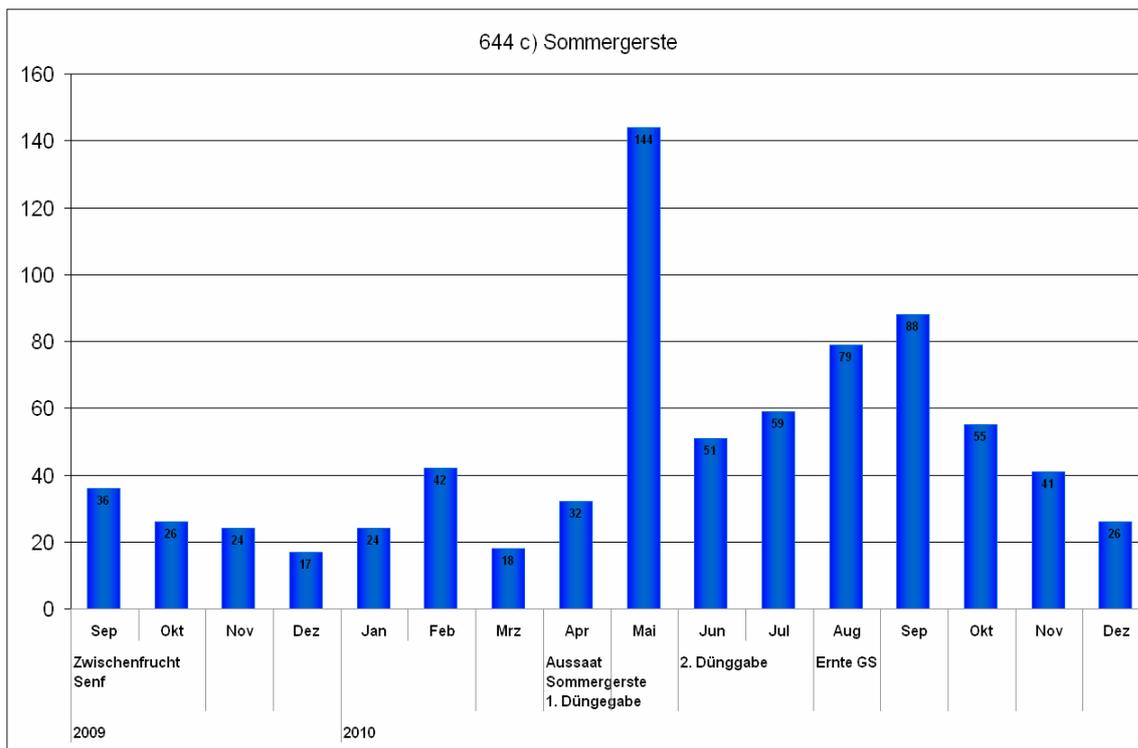


Abbildung 16 Nmin-Verlauf unter der Sollwertvariante Sommergerste, Versuch 644a und 644b, Thülsfelde 2010

### 4.1.3. Darstellung der N-Bilanzsalden

In Abbildung 17 werden auf der Grundlage der N-Zufuhren und der N-Abfuhren die N-Salden berechnet. Gemäß der Vorgaben der Düngeverordnung wurden die N-Ausbringungsverluste bei den Sollwertvarianten angerechnet.

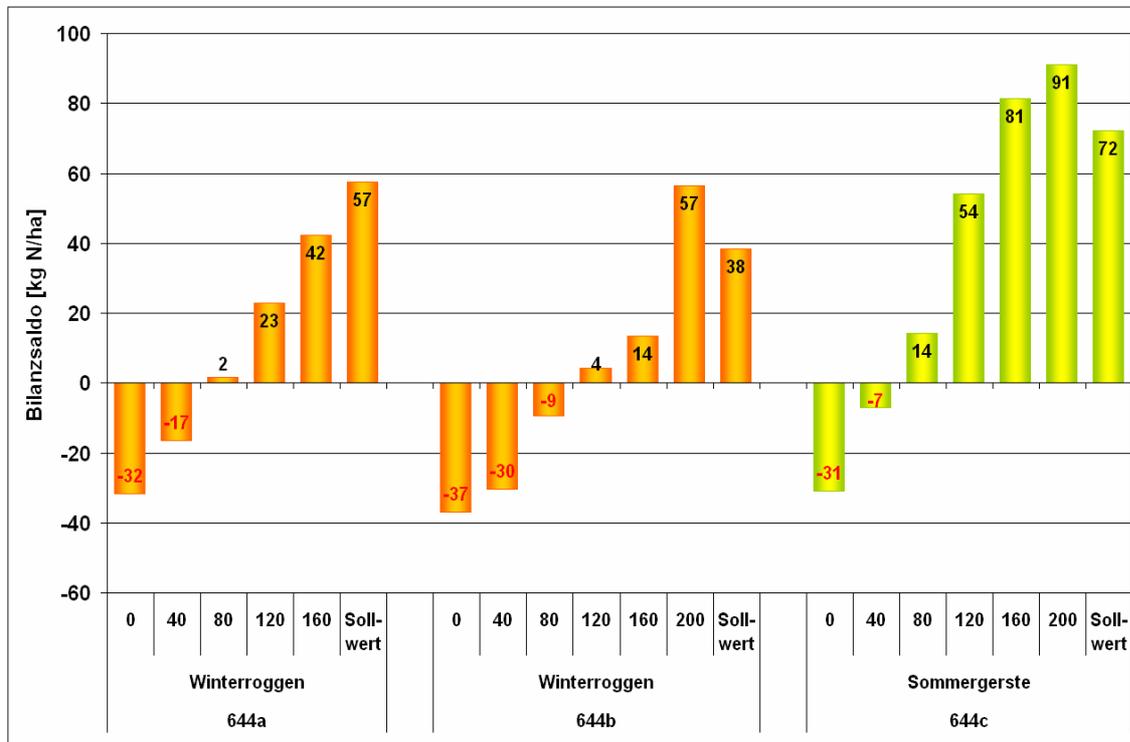


Abbildung 17 N-Bilanzsalden, Versuch 644, Thülsfelde 2010

Die Bilanzsalden spiegeln die gemessenen Nmin-Werte teilweise wider. Die N-Salden bei Sollwertdüngung lagen beim Winterroggen in der Höhe von 57 kg N/ha und 38 kg N/ha (Nmin nach der Ernte: 38 kg/ha und 28 kg/ha) und bei der Sommergerste bei 72 kg N/ha (Nmin nach der Ernte 79 kg/ha). Da die Sommergerste jahresbedingt schlechte Erträge brachte, führte dies auch zu einem vergleichsweise hohen Saldo.

**4.1.4. Zusammenfassung Versuch 644**

2010 wurde der Anbau von Winterroggen mit und ohne Senf als nachfolgende Zwischenfrucht vor Silomais sowie der Sommergerstenanbau u. a. hinsichtlich der N-Dynamik im Boden untersucht.

Der Winterroggen brachte gute Erträge und hinterließ geringe N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden nach der Ernte. Im Unterschied dazu waren die Rest-N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden nach der Sommergerste aufgrund des geringen Ertrages deutlich höher.

Die Auswirkungen auf den Nitrataustrag im Sickerwasser der Parzelle 644a werden vom LBEG mit der Auswertung Sickerwasserperiode 10/11 gesondert dargestellt.

## 5. Versuche zum grundwasserschutzorientierten Energiepflanzenanbau

### 5.1. Versuch 641 - Welche Auswirkungen haben eine grundwasserschutzorientierte N-Düngung und der Zweitfruchtanbau im Energiepflanzenanbau auf Gasausbeute, Erträge und N-Dynamik im Boden?

#### 5.1.1. Versuchsdurchführung

In den Jahren 2008 bis 2011 untersucht die Landwirtschaftskammer Niedersachsen in einem Feldversuch die grundwasserschutzorientierte N-Düngung und den Zweitfruchtanbau bei den Energiepflanzen Silomais und Sudangras.

#### Versuchsaufbau

Im Versuch 641 wird der Anbau von Sudangras und Ackergras als Alternative zum Silomais hinsichtlich der Auswirkung auf die N-Dynamik im Boden als auch auf die Methangaserträge überprüft. Zudem wird auch der Zweitfruchtanbau von Silomais und Sudangras nach Roggen-Ganzpflanzensilage (Roggen-GPS) als Erstfrucht bezüglich dieser Auswirkungen untersucht. Die Feldversuche sind auf einem schwach humosen Sandboden als zweifaktorielle Spaltanlage am Versuchsstandort Wehnen angelegt.

**Tabelle 8 Aussaat und Erntetermine, Versuch 641, Wehnen**

Fruchtart	Aussaattermin	Erntetermin
<b>Roggen-GPS</b>	9.10.2009	14.06.2010
<b>Ackergras</b>	Herbst 2009	1. Schnitt: 11.05.2010 2. Schnitt: 08.06.2010 3. Schnitt: 29.06.2010 4. Schnitt: 27.07.2010 5. Schnitt: 18.08.2010 6. Schnitt: 09.09.2010
<b>Silomais</b>	29.04.2010	06.10.2010
<b>Silomais nach GPS</b>	18.06.2010	27.10.2010
<b>Sudangras</b>	05.05.2010	02.09.2010
<b>Sudangras nach GPS</b>	18.06.2010	27.10.2010

## Boden- und Klimakennwerte

**Tabelle 9 Boden- und Klimakennwerte Wehnen**

Standort	Wehnen
Höhe über NN (m)	7
Bodentyp	Pseudogley-Podsol
Bodenart	S
Ackerzahl	30
	Wetterstation Wehnen
mittl. Temperatur 2010	8 °C
langj. Niederschlagssumme 2010	696 mm
Sommerniederschläge 2010 April – Sept.	433 mm

## Düngung

Die mineralische N-Düngung wird in gestaffelten Gaben gegeben. Die jeweiligen N-Mengen sind in Tabelle 10 aufgeführt. Bei den Gärrestvarianten ist der Gesamt-Stickstoff angegeben. Beim Ackergras gibt es nur eine Düngungsvariante (jahresabhängig nach Absprache mit dem Fachbereich Grünland/Futterbau). Der Roggen-GPS als Erstfrucht wurde in allen Varianten nach Sollwert (140 kg N/ha) gedüngt.

**Tabelle 10 Faktor N-Düngung Silomais und Sudangras, Versuch 641, Wehnen 2010**

Variante	N-Düngung
Ackergras	kg N/ha; Staffelung
1	Ohne N-Düngung
2	75 kg N-Düngung
3	150 kg Mineral-N
4	225 kg Mineral-N
5	300 kg Mineral-N
6	120 kg Gärrest-N (Gesamt-N)
7	120 kg Gärrest-N (Gesamt-N) + 100 kg Mineral-N

Eine bedarfsgerechte Phosphat-, Kalium-, Magnesium- und Kalkdüngung wird unter Beachtung der jährlichen Bodenuntersuchung vorgenommen.

## Fruchtfolgen

Neben der N-Düngung wird der Einfluss der Fruchtart auf Gasausbeute, Ertrag und N-Dynamik überprüft. Als Alternative zum Silomaisanbau wird der Anbau von Ackergras bzw. Sudangras untersucht. In Tabelle 11 sind die untersuchten Fruchtarten aufgeführt.

**Tabelle 11 Faktor Fruchtart, Versuch 641, Wehnen 2010**

Variante	Fruchtart
1	Ackergras
2	Silomais
3	Sudangras
4	Silomais nach Roggen GPS
5	Sudangras nach Roggen GPS

## Pflanzenschutz

Der Pflanzenschutz wird betriebsüblich nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt.

## Ernte

Die Ernte erfolgt in allen Parzellen als Kernbeerbung unter Beachtung der Richtlinien des Bundessortenamtes für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen.



**Foto 1 Ernte Sudangras**

## Untersuchungen und Auswertungen

Die TS-Bestimmungen werden nach der Richtlinie des Bundessortenamtes vom Versuchsansteller durchgeführt. Erntegutanalysen (NIRS-Verfahren und chemische Untersuchungen) erfolgen entsprechend den geltenden Untersuchungsstandards des VDLUFA. Gleiches gilt für die Bodenuntersuchungen auf die Grundnährstoffe P, K, Mg und pH-Wert, die Nmin-Untersuchungen und für die Gärrestuntersuchungen.

## Nmin-Beprobungen

Die Bodenproben zur Nmin-Untersuchung werden vorwiegend mit der Nitrat-Raupe gezogen. Die Beprobungstiefe nach der Ernte ist in der Regel 0 bis 90 cm. Die Probendichte pro Flächeneinheit und die Analyse erfolgte nach den einschlägigen Verfahrensvorschriften des VDLUFA. Die Bezeichnung Rest-Nmin bezieht sich in diesem Bericht auf die Nmin-Werte im Boden nach der Ernte

der Versuchsfrucht. Die Nmin-Probenahme erfolgt im Frühjahr, nach der Ernte (Erst- und Zweitfrucht) und zur Sickerwasserspende.

### **5.1.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse**

Im Jahr 2010 konnte der Energiepflanzenversuch am Standort Wehnen wie geplant durchgeführt werden.

In der Tabelle 12 und Tabelle 13 sind die Trockenmasseerträge und Methanerträge der verschiedenen Varianten und Kulturen im Untersuchungszeitraum 2010 aufgeführt.

**Tabelle 12 Trockenmasseerträge, Versuch 641, Wehnen 2008-2010**

Erstfrucht/ Hauptfrucht	N-Düngung <sup>64</sup> [kg/ha]	Zweitfrucht	N-Düngung <sup>64</sup> [kg/ha]	TM-Ertrag (dt/ha)									
				2008			2009			2010			
				Haupt- Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- ertrag	Haupt- Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- ertrag	Haupt- Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- ertrag	
Ackergras	2008: 280 Mineral-N			114,3		114,3	155,0			155,0	141,2		141,2
	2009: 350 Mineral-N												
	2010: 320 Mineral-N												
	ohne Mineral-N			118,2		119,2	130,4			130,4	132,8		132,8
	75 Mineral-N			149,3		155,9	153,1			153,1	160,8		160,8
	150 Mineral-N			199,1		197,7	189,8			189,8	172,3		172,3
Silomais	225 Mineral-N			193,7		195,2	198,1			198,1	170,1		170,1
	300 Mineral-N			208,7		208,9	189,6			189,6	174,0		174,0
	120 Gärrest-N			168,1		172,6	163,2			163,2	163,8		163,8
	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			189,3		193,6	176,5			176,5	167,0		167,0
Sudangras	ohne Mineral-N			98,4		98,1	105,0			105,0	80,1		80,1
	75 Mineral-N			123,7		119,2	141,9			141,9	128,7		128,7
	150 Mineral-N			125,0		124,1	141,0			141,0	141,5		141,5
	225 Mineral-N			126,1		131,2	174,9			174,9	127,8		127,8
	300 Mineral-N			126,9		125,4	164,3			164,3	134,7		134,7
	120 Gärrest-N			118,0		115,5	145,0			145,0	123,5		123,5
Roggen GPS	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			125,9		126,0	157,6			157,6	138,1		138,1
	ohne Mineral-N			-,-*		120,1	43,1		69,4	112,5	77,8		99,1
	75 Mineral-N			-,-*		162,5	49,6		98,1	147,7	81,2		125,7
	150 Mineral-N			-,-*		196,3	50,9		120,0	170,9	81,6		124,9
	225 Mineral-N			-,-*		196,8	49,0		116,2	165,2	86,2		134,6
	300 Mineral-N			-,-*		209,2	53,2		111,4	164,6	85,6		118,5
	120 Gärrest-N			-,-*		177,1	51,6		112,8	164,5	83,4		114,7
	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			-,-*		197,9	47,5		125,7	173,2	85,1		132,3
Roggen GPS	ohne Mineral-N			-,-*		97,9	50,9		52,4	103,2	75,4		69,0
	75 Mineral-N			-,-*		114,8	48,2		77,3	125,5	78,8		129,6
	150 Mineral-N			-,-*		123,2	47,7		91,6	139,3	77,7		139,7
	225 Mineral-N			-,-*		136,4	43,0		96,8	139,8	79,0		156,5
	300 Mineral-N			-,-*		124,0	54,5		100,9	155,4	78,6		130,0
	120 Gärrest-N			-,-*		113,0	51,6		88,4	140,0	77,4		136,1
Roggen GPS	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			-,-*		126,0	49,9		100,9	150,8	79,3		159,5
	ohne Mineral-N			-,-*		97,9	50,9		52,4	103,2	75,4		69,0
	75 Mineral-N			-,-*		114,8	48,2		77,3	125,5	78,8		129,6
	150 Mineral-N			-,-*		123,2	47,7		91,6	139,3	77,7		139,7
Roggen GPS	225 Mineral-N			-,-*		136,4	43,0		96,8	139,8	79,0		156,5
	300 Mineral-N			-,-*		124,0	54,5		100,9	155,4	78,6		130,0
	120 Gärrest-N			-,-*		113,0	51,6		88,4	140,0	77,4		136,1
	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			-,-*		126,0	49,9		100,9	150,8	79,3		159,5

<sup>\*)</sup> in 2008 konnte kein Roggen-GPS als Erstfrucht nicht angebaut werden aufgrund der späten Zusage des Versuchs

<sup>\*\*)</sup> ohne Nmin

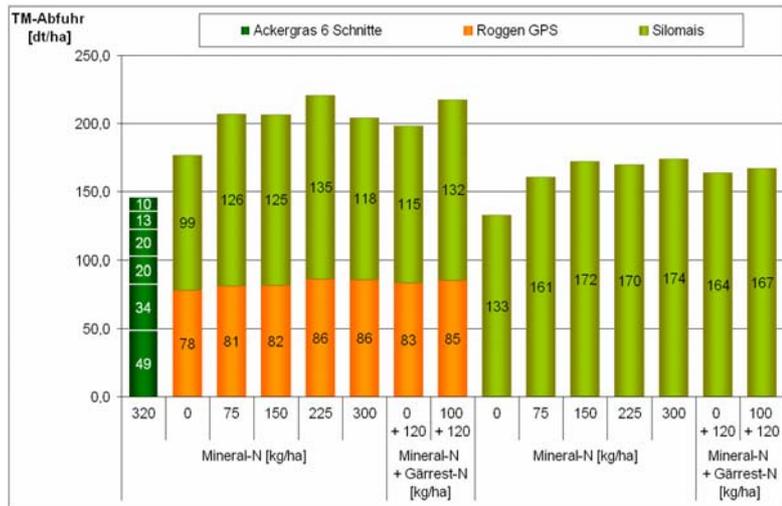
**Tabelle 13 Trockenmasseerträge, Versuch 641, Wehnen 2008-2010**

Erstfrucht/ Hauptfrucht	N-Düngung <sup>sk</sup> [kg/ha]	Zweitfrucht	N-Düngung <sup>sk</sup> [kg/ha]	Methanertrag [m <sup>3</sup> /ha]											
				2008					2009					2010	
				Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- ertrag	Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- ertrag	Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- ertrag	Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- ertrag
Ackergras	2008: 280 Mineral-N			3.392	3.080	3.080	4.177	3.663	3.671	3.745	3.918		3.918		
	2009: 350 Mineral-N			4.296		4.496	4.298	4.298	4.308	4.534			4.534		
	2010: 320 Mineral-N			5.755		5.724	4.767	4.767	4.778	4.858			4.858		
	ohne Mineral-N			5.610		5.652	5.564	5.564	5.577	4.796			4.796		
	75 Mineral-N			6.022		6.046	5.323	5.323	5.336	4.908			4.908		
	150 Mineral-N			4.841		4.980	4.583	4.583	4.594	4.621			4.621		
	225 Mineral-N			5.476		5.598	4.957	4.957	4.969	4.709			4.709		
Silomais	ohne Mineral-N			2.829		2.822	2.947	2.947	2.943	1.911			1.911		
	75 Mineral-N			3.553		3.436	3.985	3.985	3.978	3.588			3.588		
	150 Mineral-N			3.609		3.568	3.958	3.958	3.952	3.868			3.868		
	225 Mineral-N			3.636		3.801	4.911	4.911	4.904	4.331			4.331		
	300 Mineral-N			3.681		3.639	4.613	4.613	4.605	3.599			3.599		
	120 Gärrest-N			3.371		3.324	4.073	4.073	4.066	3.768			3.768		
	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			3.668		3.648	4.424	4.424	4.418	4.414			4.414		
Roggen GPS	ohne Mineral-N			..*	3.455	3.455	1.166	1.166	1.949	3.043	2.103	2.759	4.862		
	75 Mineral-N			..*	4.695	4.695	1.341	1.341	2.754	3.993	2.196	3.498	5.694		
	150 Mineral-N			..*	5.692	5.692	1.376	1.376	3.369	4.620	2.207	3.475	5.682		
	225 Mineral-N	Silomais		..*	5.694	5.694	1.326	1.326	3.263	4.468	2.331	3.747	6.078		
	300 Mineral-N			..*	6.071	6.071	1.438	1.438	3.129	4.451	2.316	3.297	5.613		
	120 Gärrest-N			..*	5.120	5.120	1.396	1.396	3.168	4.447	2.254	3.194	5.448		
	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			..*	5.719	5.719	1.285	1.285	3.529	4.683	2.301	3.682	5.984		
Roggen GPS	ohne Mineral-N			..*	2.815	2.815	1.375	1.375	1.470	2.791	2.039	2.230	4.269		
	75 Mineral-N			..*	3.319	3.319	1.302	1.302	2.172	3.394	2.131	3.581	5.712		
	150 Mineral-N			..*	3.528	3.528	1.291	1.291	2.572	3.768	2.100	3.938	6.038		
	225 Mineral-N	Sudangras		..*	3.966	3.966	1.164	1.164	2.718	3.781	2.135	3.557	5.693		
	300 Mineral-N			..*	3.597	3.597	1.474	1.474	2.834	4.203	2.126	3.747	5.873		
	120 Gärrest-N			..*	3.276	3.276	1.395	1.395	2.481	3.785	2.092	3.437	5.529		
	120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N			..*	3.627	3.627	1.349	1.349	2.834	4.079	2.144	3.841	5.985		

\*) in 2008 konnte kein Roggen-GPS als Erstfrucht nicht angebaut werden aufgrund der späten Zusage des Versuchs

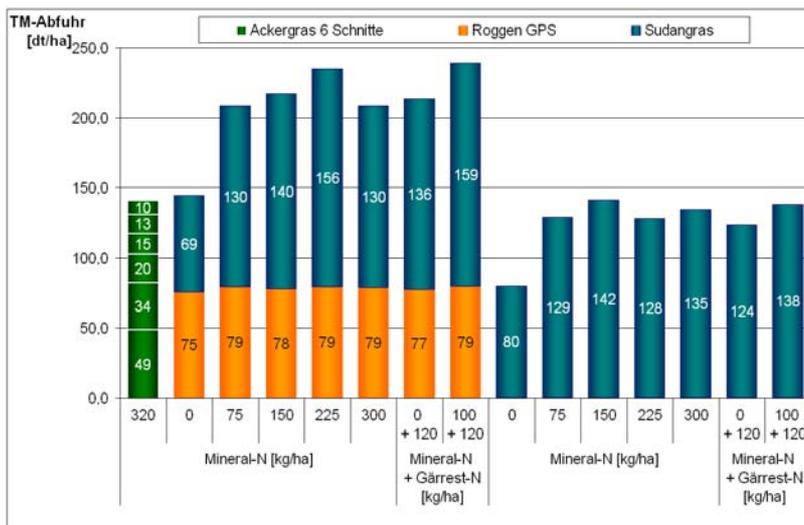
\*\*\*) ohne Nmin

Im Unterschied zum Vorjahr wurden 2010 deutlich höhere Gesamt-Trockenmasseerträge im Zweitfruchtanbau erreicht. Beim Anbau von Roggen-GPS mit nachfolgend Silomais lag der Ertrag im Schnitt 40 dt TM höher als beim reinen Silomaisanbau (siehe Abbildung 18). Die höheren Erträge beim Zweitfruchtanbau sind auf den deutlich höheren Ertrag der Erstfrucht zurückzuführen. Im Jahr 2009 lag der Roggen-GPS-Trockenmasseertrag bei lediglich ca. 50 dt/ha.



**Abbildung 18 Trockenmasseabfuhr Silomais mit und ohne Roggen-GPS als Erstfrucht im Vergleich zum Ackergras, Versuch 641, Wehnen 2010**

Beim Ackergras konnte im Jahr 2010 bei 6 Schnitten insgesamt nur 141 dt Trockenmasse geerntet werden.



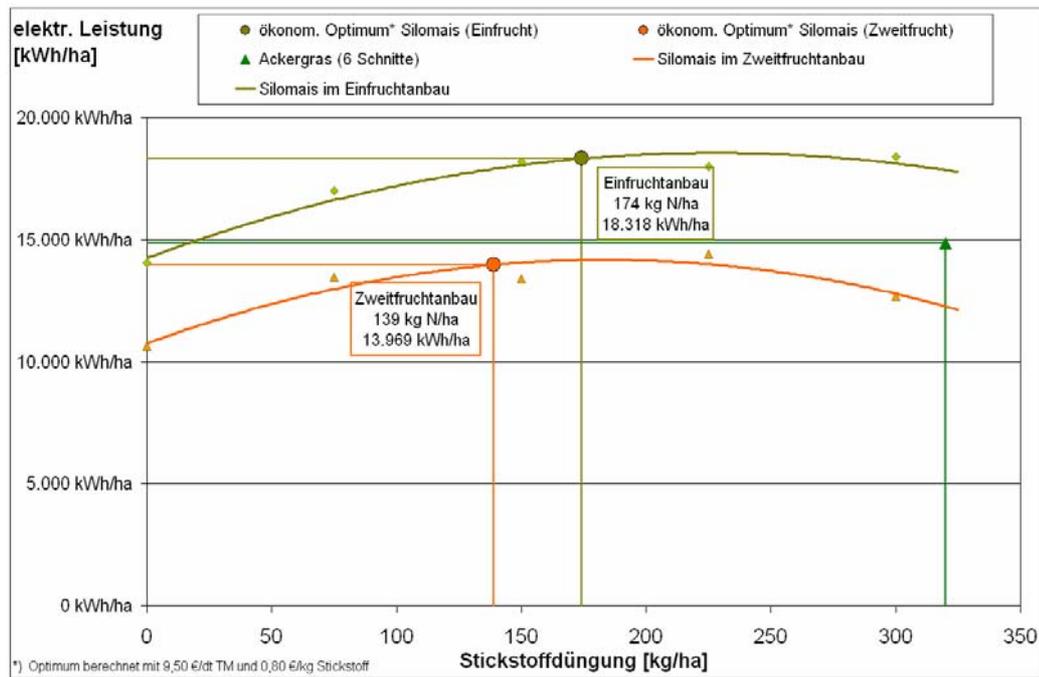
**Abbildung 19 Trockenmasseabfuhr Sudangras mit und ohne Roggen-GPS als Erstfrucht im Vergleich zum Ackergras, Versuch 641, Wehnen 2010**

Im Einfruchtanbau lagen die Sudangraserträge unterhalb derer aus dem Vorjahr. Im Zweitfruchtanbau hingegen oberhalb derer aus dem Vorjahr.

Insgesamt lag der Sudangras-Trockenmasseertrag im Einfruchtanbau auf Höhe des Sudantrockenmasseertrags im Zweitfruchtanbau. Zurückzuführen waren die geringen Ertragsunterschiede auf den schlechten Aufgang des Sudangrases im Mai aufgrund von Trockenheit. (siehe Abbildung 19).

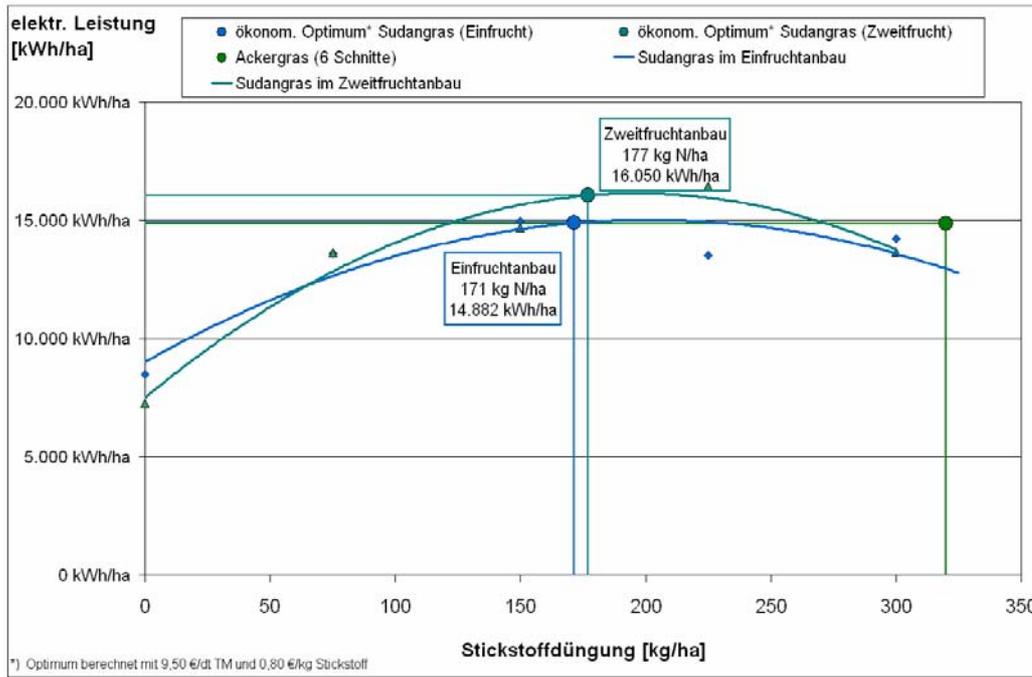
In den Abbildung 20 und Abbildung 21 wurde der ermittelte Methangasertrag in elektrische Leistung umgerechnet (Wirkungsgrad mit 38 %: 1 m<sup>3</sup> Methangas = 10 kWh = 3,8 kWh elektrische Leistung). Die berechneten N-Optima beziehen sich jeweils auf den optimalen Trockenmasseertrag. Die Trockenmasse wurde mit 9,50 €/dt und der Stickstoff mit 0,80 €/kg N bewertet.

Die Optima vom Silomais im Ein und Zweitfruchtanbau sind in der Abbildung 20 dargestellt. Beim Einfruchtanbau wurde der optimale Ertrag bei einer Düngung von 174 kg N/ha (2009: 185 kg N/ha) erreicht. Im Zweitfruchtanbau lag das Optimum des Silomaises bei 139 kg N/ha (2009: 135 kg N/ha).



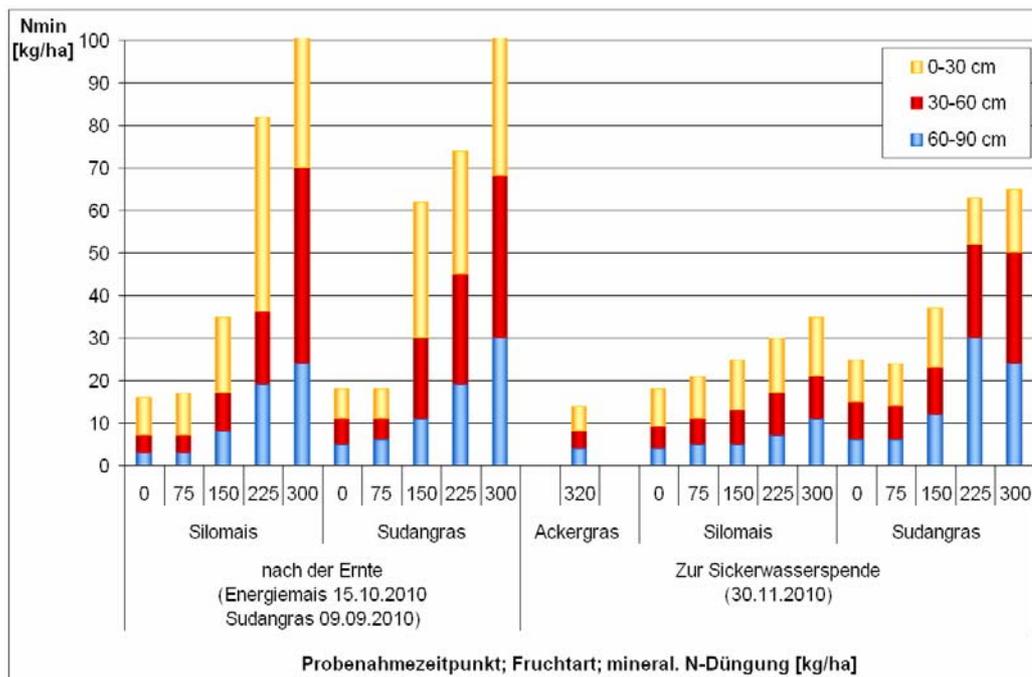
**Abbildung 20 Einfluss steigender N-Gaben auf die elektrische Leistung beim Anbau von Silomais als Haupt- bzw. als Zweitfrucht, Versuch 641, Wehnen 2008-2010**

Im Unterschied dazu lagen beim Sudangras die Optima sowohl im Einfruchtanbau als auch im Zweitfruchtanbau bei rd. 170 kg N/ha (2009: 169 kg N/ha Einfruchtanbau, 137 kg N/ha im Zweitfruchtanbau). Im Zweitfruchtanbau wurde eine höhere energetische Leistung erreicht als im Einfruchtanbau. Durch den Anbau von Sudangras im Einfruchtanbau konnte keine mit dem Silomaisanbau (Einfrucht) vergleichbare energetische Leistung erreicht werden (siehe Abbildung 21).



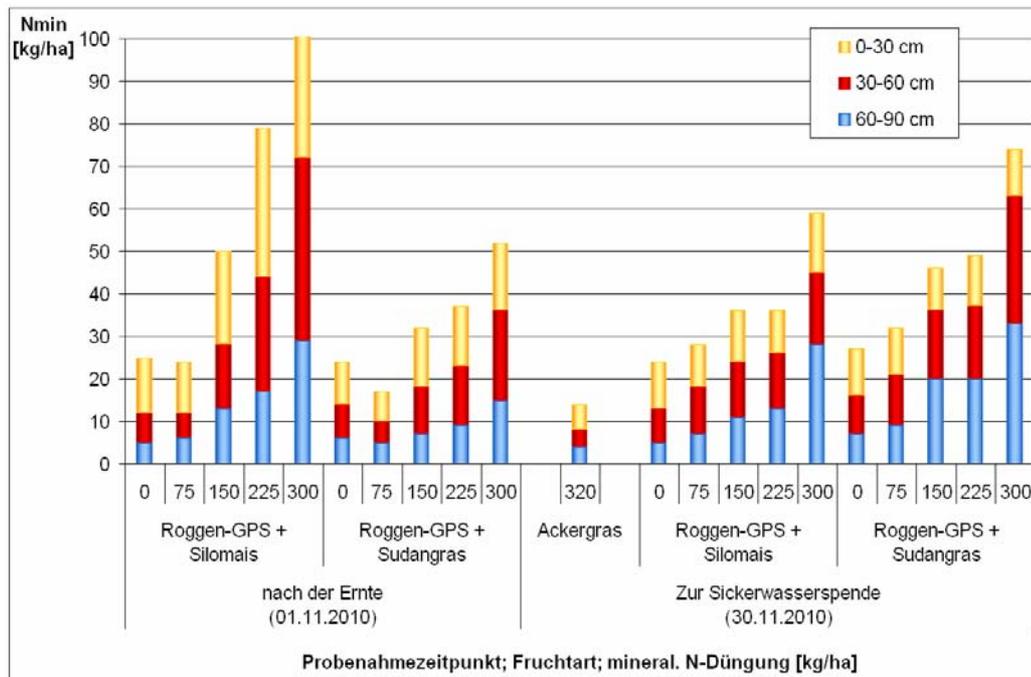
**Abbildung 21 Einfluss steigender N-Gaben auf die elektrische Leistung beim Anbau von Sudangras als Haupt- bzw. als Zweitfrucht, Versuch 641, Wehnen 2008-2010**

In den folgenden Abbildungen sind die Nmin-Werte nach der Ernte und zur Sickerwasserspende nach dem Anbau von Silomais und Sudangras dargestellt. Die Nmin-Gehalte im Boden stiegen mit steigender N-Düngung an. Die Nmin-Werte nach dem Anbau von Sudangras im Einfuchtanbau unterschieden sich nur wenig von den Rest-Nmin-Gehalten im Boden nach dem Anbau von Silomais im Einfuchtanbau.



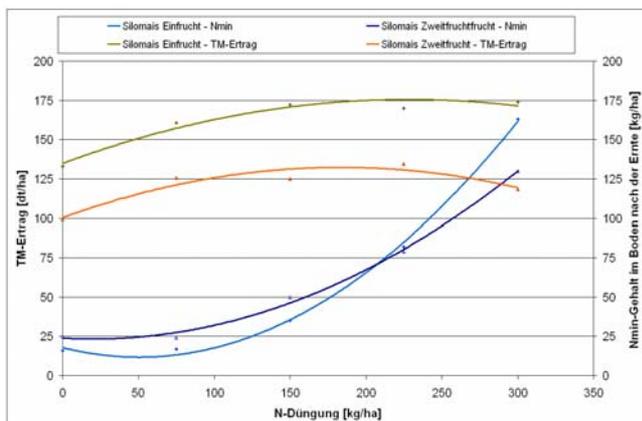
**Abbildung 22 Nmin-Gehalte nach der Ernte von Silomais und Sudangras im Einfuchtanbau und zur Sickerwasserspende, Versuch 641, 2010**

In der Abbildung 23 sind die Nmin-Gehalte beim Zweitfruchtanbau dargestellt. Das berechnete N-Optimum lag beim Silomais bei 139 kg N/ha und beim Sudangras als Zweitfrucht bei 177 kg N/ha. Dies zeigte sich auch an den dargestellten Nmin-Werten. Beim Silomais stiegen die Nmin-Werte bei einer N-Düngung über dem N-Optimum (ab Stufe 150 kg N/ha) deutlich an.

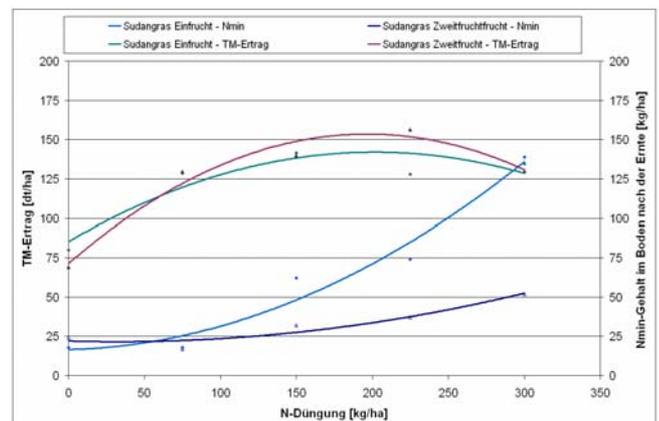


**Abbildung 23 Nmin-Gehalte nach der Ernte von Silomais und Sudangras und zur Sickerwasserspende bei Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2010**

Das Sudangras zeigte im Jahr 2010 bei den hoch gedüngten Varianten niedrigere Rest-Nmin-Gehalte im Boden im Vergleich zum Silomais. Aber auch hier stiegen die Werte mit Steigerung der Düngung an, jedoch auf niedrigem Niveau ( $\leq 50$  kg/ha). Im Vergleich lag der unter Ackergras ermittelte Nmin-Gehalt zum Zeitpunkt der Sickerwasserspende bei 18 kg/ha.



**Abbildung 24 Nmin-Gehalte nach der Ernte von Silomais im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2009-2010**



**Abbildung 25 Nmin-Gehalte nach der Ernte von Sudangras im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehnen 2010**

### 5.1.3. Darstellung der N-Bilanzsalden

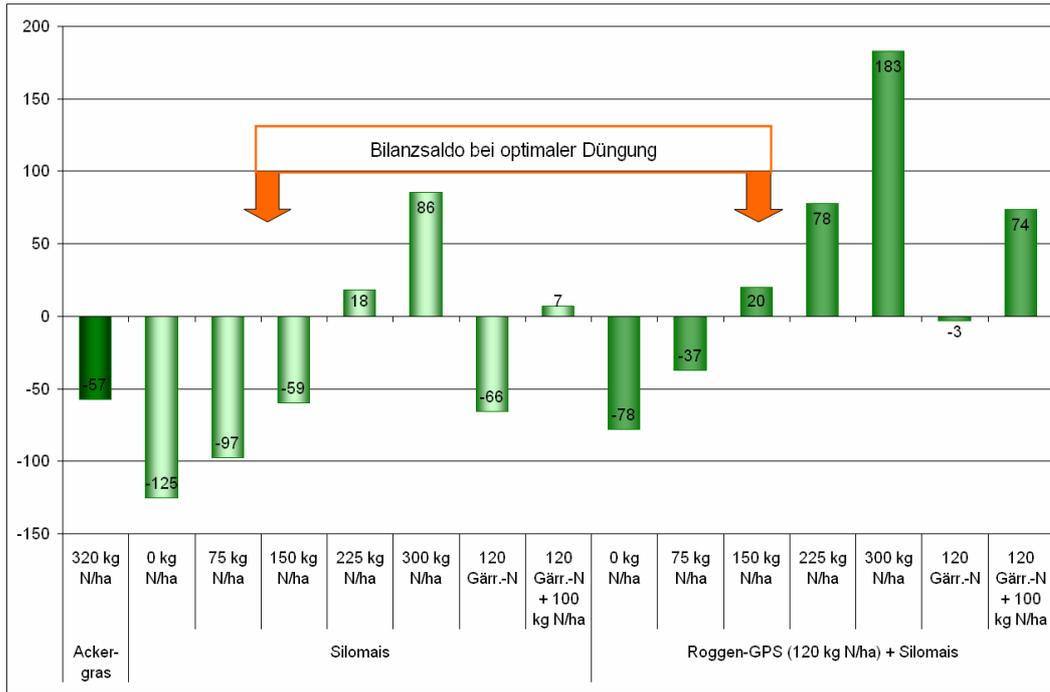


Abbildung 26 Bilanzsaldo beim Anbau von Silomais im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehen 2010

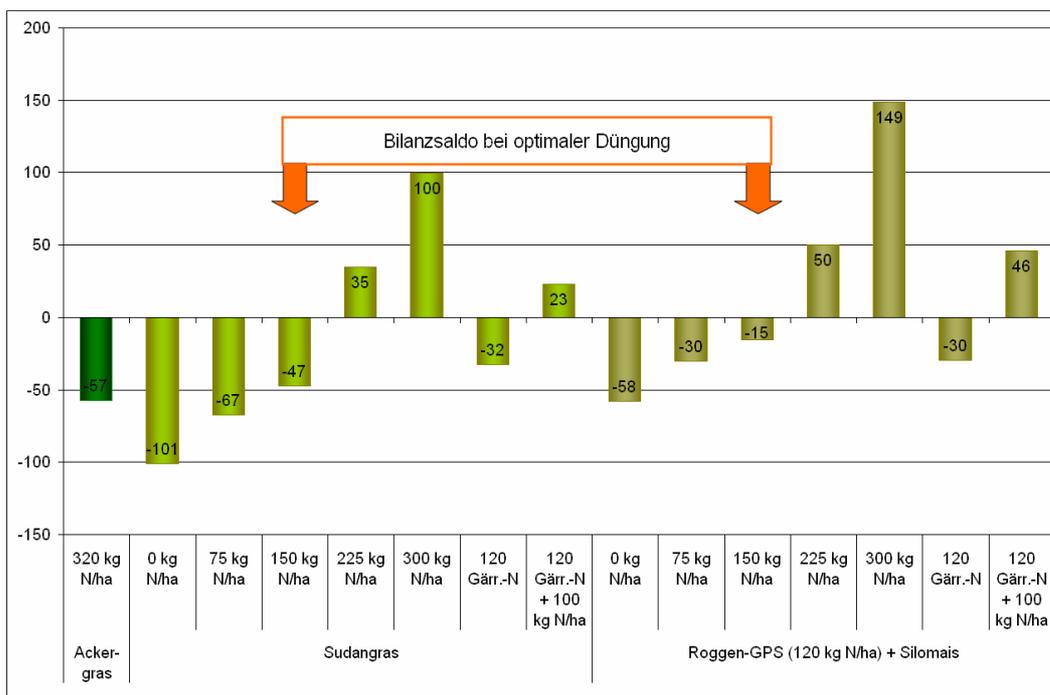


Abbildung 27 Bilanzsaldo beim Anbau von Sudangras im Ein- und Zweitfruchtanbau, Versuch 641, Wehen 2010

#### **5.1.4. Zusammenfassung Versuch 641**

Im Unterschied zum Vorjahr zeigte das Jahr 2010 keine eindeutige Überlegenheit des Einfruchtanbaus im Vergleich zum Zweitfruchtanbau. Der Silomaisanbau war dem Sudangrasanbau wie schon im Vorjahr ertraglich überlegen. Die Erträge stiegen sowohl beim Silomais als auch beim Sudangras im Einfruchtanbau bis zur Stufe 150 kg N/ha an. Im Unterschied dazu stiegen die Erträge der beiden Kulturen im Zweitfruchtanbau bis zur Stufe 225 kg N/ha an.

Im Jahr 2010 konnte die N-Nachlieferung aus der N-Düngung zum Roggen-GPS beim Silomais mit rd. 30 kg N/ha beziffert werden konnte, im Vorjahr waren es rd. 50 kg N/ha. Beim Sudangras konnte keine N-Nachlieferung aus der N-Düngung zum Roggen-GPS nachgewiesen werden. Das Sudangras im Zweitfruchtanbau brachte annähernd die gleichen Erträge wie im Zweitfruchtanbau. Sowohl im Ein- als auch im Zweitfruchtanbau lag das Optimum im Bereich von rd. 175 kg N/ha.

Die Nmin-Werte im Jahr 2010 nach der Ernte fielen in den hohen Düngungsstufen deutlich niedriger aus als im Vorjahr. Im Bereich der Sollwertdüngung lagen sie im Bereich von rd. 50 kg/ha.

## 5.2. Versuch 888 - Welche Auswirkungen hat Silomais als Zweitfrucht nach Getreide-GPS auf die N-Dynamik im Boden?

### 5.2.1. Versuchsdurchführung

#### Versuchsaufbau

Angesichts der Ergebnisse aus dem Versuch 641 aus dem Vorjahr wurde 2010 ein neuer Versuch an drei Standorten angelegt, der sich mit der Frage beschäftigt, welche Auswirkungen hat Silomais als Zweitfrucht nach Getreide-GPS auf die N-Dynamik im Boden?

Der Versuch wurde an drei Standorten angelegt (siehe Tabelle 14) und soll eine Laufzeit von drei Jahren haben.

**Tabelle 14** Versuchsstandorte, Versuch 888, 2010

Standort	Landkreis
Poppenburg	Hildesheim
Rockstedt	Rotenburg
Werlte	Emsland

#### Boden- und Klimakennwerte

Die Boden- und Klimawerte aus dem Jahr 2010 der Standorte sind in Tabelle 15 aufgeführt.

**Tabelle 15** Boden- und Klimawerte, Versuch 888, 2010

Standort	Poppenburg	Rockstedt	Werlte
Bodenart	Lehm	lehmiger Sand	Sand
Ackerzahl	85	34	40
<b>Wetterstation</b>			
mittl. Temperatur 2010	7,6 °C	8,7 °C	8,4 °C
langj. Niederschlagssumme (Ø 2008-2010)	673 mm	643 mm	702 mm
Sommerniederschläge 2010 April – Sept.	431 mm	301 mm	366 mm

## Düngung

Die Ganzpflanzensilage als Erstfrucht wurde in allen Varianten nach Sollwert gedüngt. Die mineralische N-Düngung wird in gestaffelten Gaben gegeben. Die jeweiligen N-Mengen sind in Tabelle 16 aufgeführt. Bei der Gärrestvariante ist der Gesamt-Stickstoff angegeben.

**Tabelle 16 Faktor N-Düngung Versuch 888, Poppenburg 2010**

Standort	Variante	N-Düngung			
Poppenburg	Erstfrucht Weizen-GPS: 160 kg N/ha – Nmin				
	Variante	N-Düngung Silomais			
		Nmin 0-60 cm [kg/ha]	Stickstoff-UFD-Düngung [kg/ha]	Mineral-N [kg/ha]	Gärrest-Gesamt-N [kg/ha]
	1	17 (21.06.2010)	18		
	2		18	42	
	3		18	102	
	4		18	162	
	5		18	222	
	6		18	282	
7	18			120	
Rockstedt	Erstfrucht Roggen-GPS: 140 kg N/ha – Nmin				
	Variante	N-Düngung Silomais			
		Nmin 0-60 cm [kg/ha]	Stickstoff-UFD-Düngung [kg/ha]	Mineral-N [kg/ha]	Gärrest-Gesamt-N [kg/ha]
	1	18 (25.06.2010)		0	
	2			60	
	3			120	
	4			180	
	5			240	
	6			300	
7				120	
Werlte	Erstfrucht Gersten-GPS: 170 kg N/ha – Nmin				
	Variante	N-Düngung Silomais			
		Nmin [kg/ha]	Stickstoff-UFD-Düngung [kg/ha]	Mineral-N [kg/ha]	Gärrest-Gesamt-N [kg/ha]
	1	9 (25.06.2010)		0	
	2			60	
	3			120	
	4			180	
	5			240	
	6			300	
7				120	

Eine bedarfsgerechte Phosphat-, Kalium-, Magnesium- und Kalkdüngung wird unter Beachtung der jährlichen Bodenuntersuchung vorgenommen. Darüber hinaus wird die Güllegabe auf der Grundlage aktueller Gülleanalysen bemessen.

## **Pflanzenschutz**

Der Pflanzenschutz wird betriebsüblich nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt.

## **Ernte**

Die Ernte erfolgt in allen Parzellen als Kernbeerntung unter Beachtung der Richtlinien des Bundessortenamtes für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen.

## **Untersuchungen und Auswertungen**

Die TS-Bestimmungen werden nach der Richtlinie des Bundessortenamtes vom Versuchsansteller durchgeführt. Erntegutanalysen (NIRS-Verfahren und chemische Untersuchungen) erfolgen entsprechend den geltenden Untersuchungsstandards der VDLUFA. Gleiches gilt für die Bodenuntersuchungen auf die Grundnährstoffe P, K, Mg und pH-Wert, die Nmin-Untersuchungen und für die Gärrestuntersuchungen.

## **Nmin-Beprobungen**

Die Bodenproben zur Nmin-Untersuchung werden vorwiegend mit der Nitrat-Raupe gezogen. Die Beprobungstiefe nach der Ernte ist in der Regel 0 bis 90 cm. Die Probendichte pro Flächeneinheit und die Analyse erfolgte nach den einschlägigen Verfahrensvorschriften des VDLUFA. Die Bezeichnung Rest-Nmin bezieht sich in diesem Bericht auf die Nmin-Werte im Boden nach der Ernte der Versuchsfrucht. Die Nmin-Probenahme erfolgt im Frühjahr, nach der Ernte (Erst- und Zweitfrucht) und zur Sickerwasserspende.

### 5.2.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse zum Versuch 888

In der Tabelle 17 sind die Aussaat- und Erntetermine der drei Versuchsstandorte aufgeführt. Im Vergleich zum Versuch 641 wurde die Getreide-Ganzpflanzensilage in diesem Versuch an den Standorten Rockstedt und Werlte rund 10 Tage später geerntet. Damit erfolgte die Aussaat des Silomaises hier erst Ende Juni. Am Versuchsstandort Poppenburg waren der GPS-Erntetermin und der Silomais-Aussaat-Termin analog mit dem Versuch 641, Standort Wehnen.

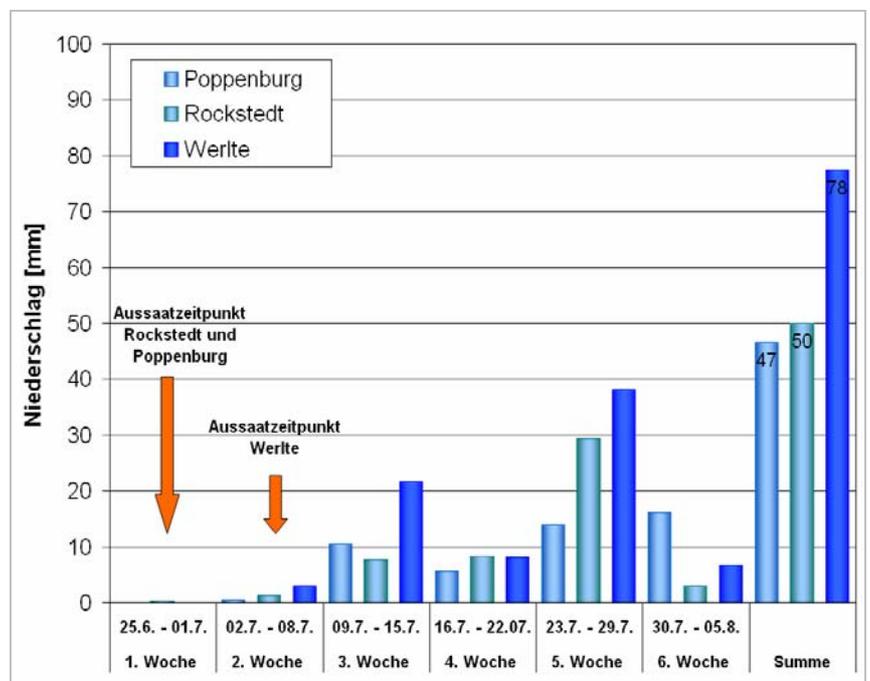
**Tabelle 17 Anbaudaten, Versuch 888, 2010**

Standort	Erstfrucht		Zweitfrucht	
	Aussaat	Ernte	Aussaat	Ernte
Poppenburg	Weizen-GPS		Silomais	
	Herbst 2009	18.06.2010	21.06.2010	konnte nicht beerntet werden
Rockstedt	Roggen-GPS		Silomais	
	Herbst 2009	25.06.2010	30.06.2010	konnte nicht beerntet werden
Werlte	Gerste-GPS		Silomais	
	Herbst 2009	25.06.2010	05.07.2010	26.10.2010

Zum Vergleich der Erntetermin der Roggen-GPS am Standort Wehnen (Versuch 641) war am 14.06.10 und der Aussaattermin des Silomaises war am 18.06.10.

Der Silomais konnte sowohl am Versuchsstandort in Rockstedt als auch in Poppenburg nicht beerntet werden.

Dort ist der Silomais aufgrund der herrschenden Trockenheit in den ersten vier Wochen nach Aussaat nicht bzw. kaum aufgelaufen und konnte auch zum späteren Zeitpunkt diesen Rückstand nicht einholen. Am Standort Wehnen waren die Silomaisbestände Mitte Oktober lückig und ohne Kolben und wurden nicht beerntet.



**Abbildung 28 Sommerniederschläge Versuch 888, 2010**

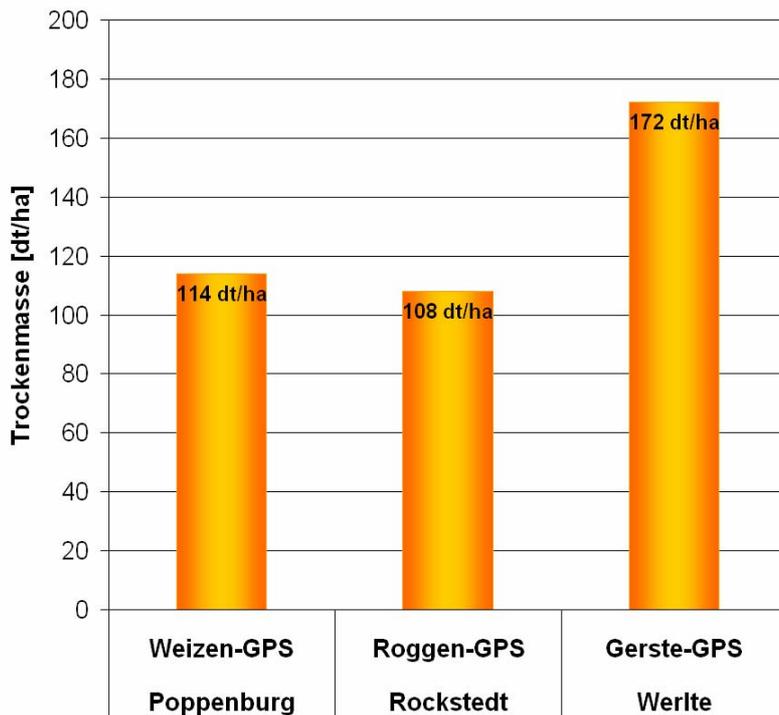


Abbildung 29 Trockenmasseerträge der Erstfrucht, Versuch 888, 2010

In Abbildung 29 sind die Trockenmasseerträge der Erstfrucht abgebildet. Deutlich hebt sich der hohe Gerste-GPS-Ertrag von 172 dt/ha am Standort Werlte von den anderen Standorten ab. Am Standort Wehnen wurden lediglich 80 dt/ha Roggen-GPS zum vergleichbaren Termin geerntet (siehe Versuch 641). Dies weist auf eine gute Wasserverfügbarkeit am Standort Werlte hin, die sich dann auch beim nachfolgenden Silomais zeigte. Durch den rd. 10 Tage späteren Erntetermin an den Standorten Poppenburg und Rockstedt im Vergleich zu Wehnen konnten vermutlich auch dort höhere Erträge realisiert werden.

In der Abbildung 30 sind die Gesamt-Trockenmasseerträge vom Standort Werlte aufgeführt. Im Schnitt wurden rd. 260 dt Trockenmasse geerntet. Im Vergleich dazu lagen die durchschnittlichen Gesamttrockenmasseerträge am Standort Wehnen (Roggen-GPS + Silomais) bei rd. 200 dt/ha.

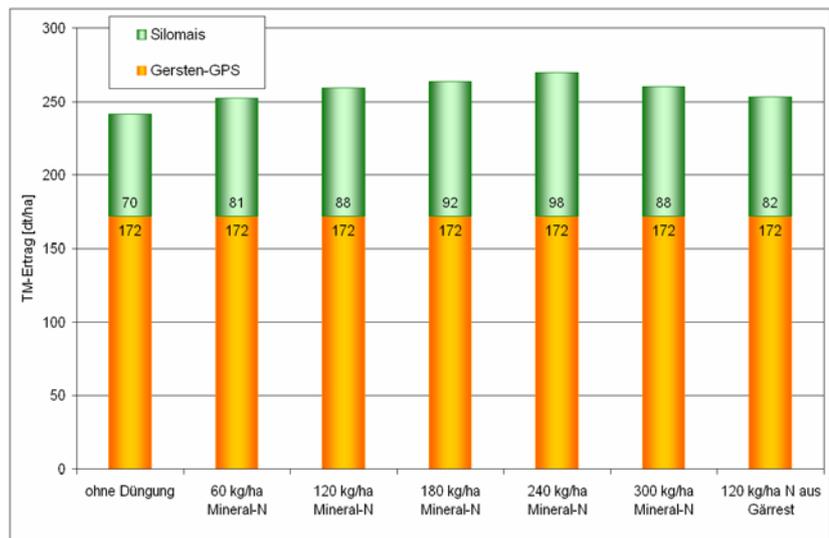
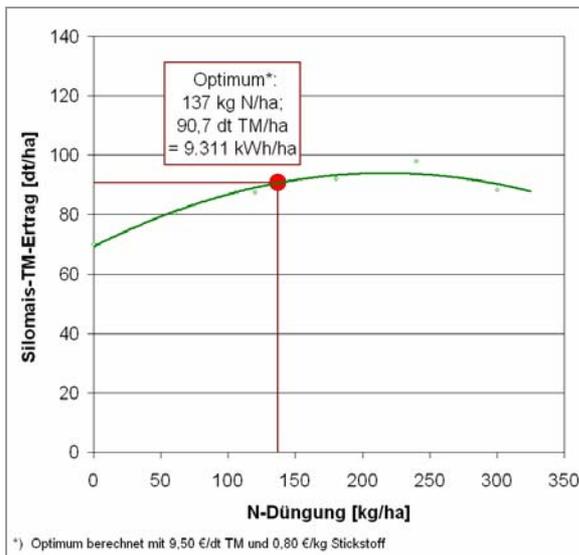


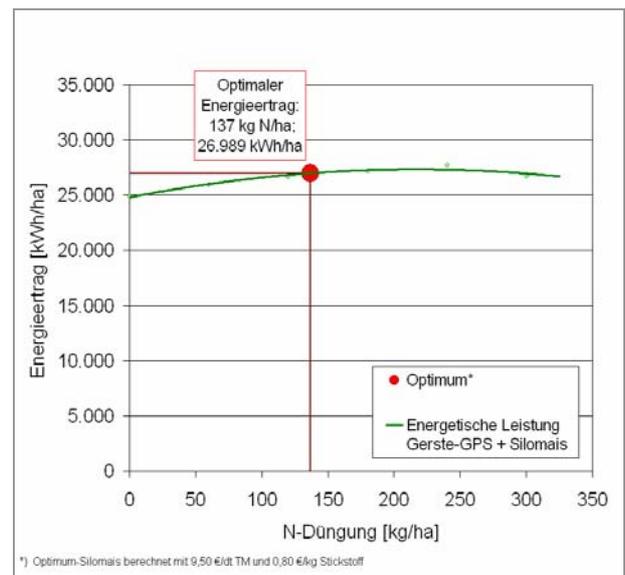
Abbildung 30 Trockenmasseerträge im Erst- und Zweitfruchtanbau, Versuch 888, Werlte 2010



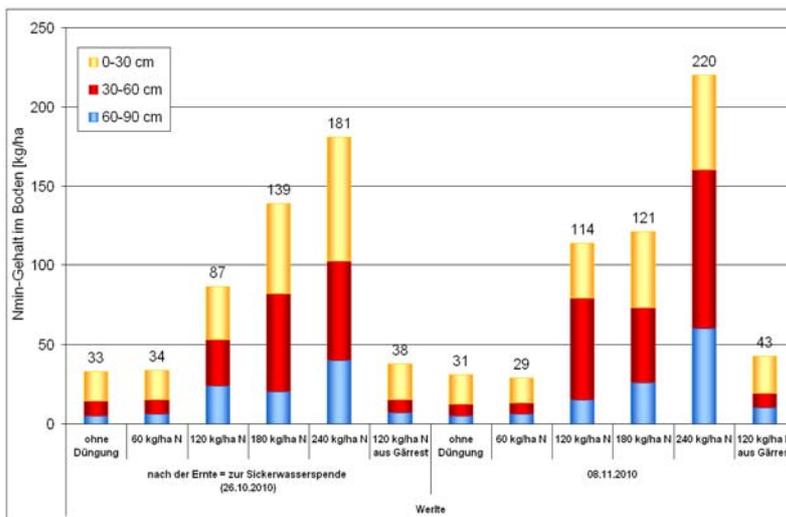
**Abbildung 31 Trockenmasseertrag und Optimum vom Silomais als Zweitfrucht, Versuch 888, Werlte 2010**

Aus der Gerste-GPS kommen 17673 kWh/ha dazu und damit konnte 2010 ein optimaler Gesamtenergieertrag von rd. 27.000 kWh/ha erzielt werden (siehe Abbildung 32). Zum Vergleich in Wehnen lag der optimale Energieertrag im Zweitfruchtanbau bei rd. 17.500 kWh/ha (siehe Abbildung 20).

Das errechnete Optimum am Standort Werlte lag bei einer Stickstoffdüngung von 137 kg N/ha und damit deutlich unter dem Sollwert von 180 kg/ha. Es wurde mit einer Düngung von 130 kg N/ha ein rechnerischer Silomaisertrag von 91 dt Trockenmasse erreicht. Dies entspricht einer energetischen Leistung von 9.311 kWh/ha. Der Großteil des Gesamtenergieertrags wird aus der Ganzpflanzensilage gewonnen.

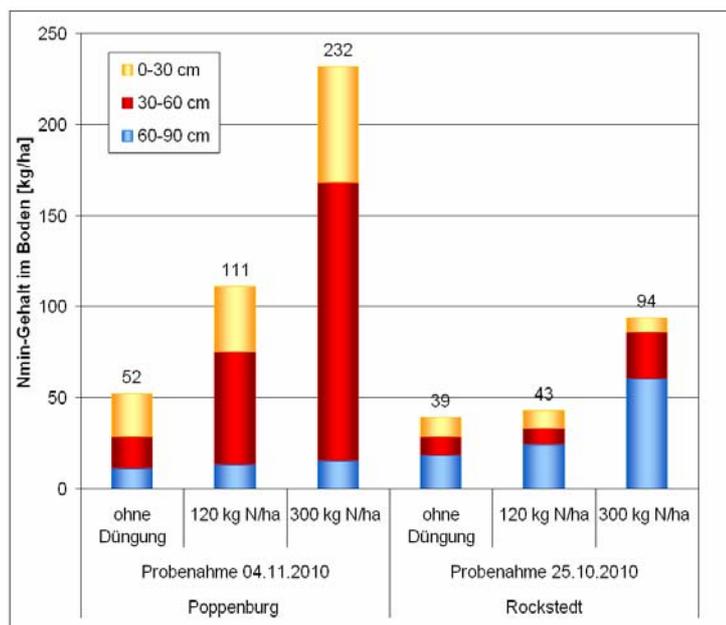


**Abbildung 32 Gesamt-Energieertrag, Versuch 888, Werlte 2010**



**Abbildung 33 Nmin-Gehalt im Boden nach der Ernte und zur Sickerwasserspende im Zweitfruchtanbau, Versuch 888, Werlte 2010**

In Abbildung 33 wird deutlich, wie sich eine zu hohe N-Düngung zur Zweitfrucht auf einem Standort mit hoher Nachlieferung auf die N-Dynamik im Boden auswirkt. Ab der Düngungsstufe 120 kg N/ha steigen die Herbst-Nmin-Werte deutlich an. Bereits in der rechnerisch optimal gedüngten Variante sind hohe Rest-Nmin-Gehalte am Standort Wehnen gemessen worden.



An den Standorten, an denen der Mais nicht geerntet wurde, wurden zum Erntezeitpunkt ebenfalls Nmin-Proben gezogen. Der fehlende Entzug vom Silomais spiegelt sich deutlich in den Nmin-Werten wider. Am Standort Rockstedt liegen die Werte ab einer voraussichtlich optimalen Düngung von rd. 120 kg N/ha über 100 kg Nmin/ha. Am Standort Poppenburg lagen die Werte zwar deutlich niedriger, aber es war bereits eine Stickstoff-Verlagerung zu erkennen.

**Abbildung 34 Nmin-Gehalt im Boden im Herbst auf den Standorten Rockstedt und Poppenburg, Versuch 888, 2010**

### 5.2.3. Darstellung der N-Bilanzsalden vom Versuch 888

Die Bilanzsalden fielen erwartungsgemäß niedrig aus und spiegeln die Nmin-Werte nur bedingt wider. Durch die hohen Stickstoffabfuhr von der Fläche werden bis zur 180 kg N-Stufe negative Salden ermittelt, im Unterschied dazu wurden Nmin-Werte nach der Ernte von 140 kg/ha in dieser Stufe gemessen. Insofern kann beim Zweitfruchtanbau die Bilanz keine eindeutige Aussage zu N-Auswaschung liefern.

**Tabelle 18 Bilanzergebnisse Anbau Gerste-GPS mit nachfolgend Silomais, Standort Werlte, Versuch 888, 2010**

N-Düngung [kg/ha]	N-Abfuhr [kg N/ha]			N-Zufuhr [kg N/ha]			Bilanz [kg N/ha]
	Haupt-, Erstfrucht	Zweitfrucht	Gesamt-N-Abfuhr	Haupt-, Erstfrucht	Zweitfrucht	Gesamt-N-Zufuhr	
ohne Düngung	206	91	<b>296</b>	0	140	<b>140</b>	<b>-157</b>
60 kg/ha N	206	108	<b>314</b>	60	140	<b>200</b>	<b>-114</b>
120 kg/ha N	206	120	<b>326</b>	120	140	<b>260</b>	<b>-66</b>
180 kg/ha N	206	128	<b>334</b>	180	140	<b>320</b>	<b>-14</b>
240 kg/ha N	206	136	<b>342</b>	240	140	<b>380</b>	<b>38</b>
300 kg/ha N	206	127	<b>333</b>	300	140	<b>440</b>	<b>106</b>
120 kg/ha N aus Gärrest	206	109	<b>315</b>	102	140	<b>242</b>	<b>-73</b>

#### **5.2.4. Zusammenfassung Versuch 888**

Im Jahr 2010 konnte leider nur der Standort Werlte hinsichtlich des Zweitfruchtanbaus ausgewertet werden. An den Standorten Rockstedt und Poppenburg war der Silomais nicht in der Lage die Trockenschäden infolge der widrigen Aussaatbedingungen auszugleichen, so dass die Maisbestände an diesen Standorten nicht beerntet werden konnten.

Der Trockenmasseertrag der Erstfrucht am Standort Werlte, Gerste-GPS brachte sehr hohe Trockenmasseerträge von 170 dt/ha. Die N-Nachlieferung aus der N-Düngung zur Gerste-GPS beim Silomais konnte mit rd. 40 kg N/ha beziffert werden, im Vergleich dazu waren es in Wehnen 20 kg/ha.

Die Nmin-Werte im Jahr 2010 nach der Ernte fielen ab der optimalen N-Düngung sehr hoch aus. Im Bereich der Sollwertdüngung lagen sie im Bereich von rd. 100 kg/ha. Dies war ein deutlicher Unterscheid zum Versuchsstandort Wehnen (Versuch 641). Dort lagen die Nmin-Gehalte bei einer N-Sollwertdüngung im moderaten Bereich von 50 kg Nmin/ha.

### 5.3. Versuch Ihlow - Grundwasserschonende Anbauverfahren von Biogasfruchtfolgen

#### 5.3.1. Versuchsdurchführung

##### Versuchsaufbau

Die o. g. Versuchsfrage wurde von 2008-2010 am Standort Ihlowerfehn in der Gemeinde Ihlow, 10 km südwestlich von Aurich bearbeitet. Die 1 ha große Versuchsfläche befand sich im Wassereinzugsgebiet Emden –Tergast, Fassung Simonswolde.

Es handelte sich um einen 1-faktoriellen Versuch, bei dem 12 Fruchtfolgeglieder in 3-facher Wiederholung als randomisierte Blockanlage auf die jeweiligen Prüfmerkmale TM-Ertrag, Biogas- / Methanertrag, Stickstoff - Entzüge und Nmin-Werte untersucht und verrechnet wurden. Die Versuchsanlage war so dimensioniert, dass die Bodenbearbeitung vom Landwirt mit eigenen Geräten betriebsüblich und regionalspezifisch durchgeführt werden konnte.

Die Grundboden- und Saatbettbearbeitung, die Aussaaten sowie die Ausbringung der organischen Düngemittel erfolgten mit betriebsüblicher Technik. Das Gärsubstrat wurde mit der Schleppschlauch- bzw. Schleppschuhtechnik ausgebracht. Die mineralische Ergänzungsdüngung wie auch die Anwendung der Pflanzenschutzmittel erfolgte mit der Versuchstechnik der Versuchsstation Sophienhof. Die Beerntung wurde in allen Parzellen als Kernbeerntung von je 10 m<sup>2</sup> vorgenommen.



Foto 2 Ausbringen von Gärsubstrat



Foto 3 Ernte von Sudangras (Versuchstechnik)

**Tabelle 19 Anbaudaten der Erst- bzw. Hauptkulturen im Erntejahr 2010**

Variante, Fruchtart		Saattermin	Sorte	Aussaatstärke	Erntetermin
1.	Silomais	06.05.2010	Clemente S230	10 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
2.	Silomais	06.05.2010	Atletico S280	10 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
3.	Silomais mit Untersaat	06.05.2010	Clemente S230	10 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
4. 5.	Grünschnittroggen	27.10.2009	Vitallo	425 Kö/m <sup>2</sup> (172 kg/ha)	26.05.10
6.	Silomais	06.05.2010	Clemente S230	10 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
7.	Silomais	06.05.2010	Clemente S230	10 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
8. 9.	Roggen GPS	27.10.2009	Palazzo	250 Kö/m <sup>2</sup> (84 kg/ha)	24.06.10
10	Silomais	06.05.2010	Clemente S230	10 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
11.	Ackergras A1 (Wel-sches Weidelgras)	13.10.2007	Zarastro, Fabio, Taurus	40 kg/ha	26.05.10
					24.06.10
					12.08.10
					27.10.10
12.	Ackergras A3 (Wel-sches W. + Deutsches W. + Bastard W.)	13.10.2007	Fabio WW, Enduro BW, Twins Dt. W, Roy Dt. W.	40 kg/ha	26.05.10
					24.06.10
					12.08.10
					27.10.10

Die Anbaudaten der Haupt- bzw. Erstkulturen (siehe Tabelle 19) richteten sich nach den regionalen Pflanzenbauempfehlungen sowie den Angaben der Züchter. Die Aussaat der Ackergras-mischungen der Var. 11 und 12 wurde für den gesamten Versuchszeitraum am 13.10.2007 durchgeführt.

**Tabelle 20 Anbaudaten der Zweitkulturen im Erntejahr 2010**

Erstkultur	Zweitfrucht-Varianten	Saattermin	Sorte	Aussaatstärke	Ernte
Grünroggen	Sudangras	05.06.2010	Lussi	90 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
	Energiemais	07.06.2010	Clemente S 230	10 Pfl./m <sup>2</sup>	16.10.10
Roggen GPS	Sudangras	02.07.2010	Lussi	65 Pfl./m <sup>2</sup>	27.10.10
	Energiemais	03.07.2010	Saludo S 210	10 Pfl./m <sup>2</sup>	27.10.10

Die Aussaattermine der Zweitkulturen (siehe Tabelle 20) hingen von den jeweiligen Ernteterminen der Erstkulturen ab. Hinsichtlich der Maissorten, die als Zweitkulturen fungierten, wurde nach der späten Roggen GPS-Ernte statt einer mittelfrühen nun wiederum die frühe Silomais-sorte Saludo ausgewählt, um die kürzere Vegetationszeit besser auszunutzen.

## Boden- und Klimakennwerte Ihlowerfehn

Der Bodentyp am Versuchsstandort ist als Gley – Podsol anzusprechen. Bei der Bodenart handelt es sich um einen humosen Sandboden mit 7,1 % Humus. Bis zum Jahr 2004 wurde die Fläche als Grünland genutzt. Seitdem wird die Fläche als Ackerfläche genutzt.

**Tabelle 21 Boden- und Klimakennwerte Ihlowerfehn**

<b>Standort</b>	<b>Ihlowerfehn</b>
Höhe über NN (m)	2,5 m
Bodentyp	Gley - Podsol
Bodenart	hS
Humus in %	7,1
Stickstoff N ges. in %	0,21
Ackerzahl	32
<b>Wetterdaten (Emden)</b>	
mittl. Temperatur °C	9,98
langj. Niederschlagssumme (mm)	889
Sommerniederschläge (DWD Wetterstation Emden)	
April – Sept. 2010 (mm)	468,9
April – Sept. Ø 2008-2010 (mm)	422,2

## Düngung

Mit Ausnahme der Ackergrasvarianten wurde bei den Haupt- und Erstkulturen bei der N-Düngung die N-Sollwert-Methode angewendet. Bei den Ackerfrüchten wurde ca. 50 % der N-Düngung über Gärreste zugeführt. Beim Ackergras lag der Anteil der org. Düngung bei ca. 30 %. Die Analysen der Gärreste sind in Tabelle 22 aufgeführt.

**Tabelle 22 Analysen der Gärreste aus der Biogasanlage Ihlowerfehn 2010**

<b>Analyse- datum</b>	<b>TS</b> %	<b>Ges. N</b> kg/m <sup>3</sup>	<b>Ammonium-N</b> kg/m <sup>3</sup>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> kg/m <sup>3</sup>	<b>K<sub>2</sub>O</b> kg/m <sup>3</sup>
<b>18.03.2010</b>	7,8%	4,5	1,7	1,1	5,1
<b>11.05.2010</b>	4,1%	3,3	1,5	0,8	4,5
<b>08.07.2010</b>	6,5%	3,9	1,7	1,4	5,3

Tabelle 23 N-Düngung der Haupt- und Erstkulturen 2010

Variante	Gärrest-N <sup>1)</sup>			Mineral-N				Nmin	N-Düngung	N-Angebot inkl. Nmin
	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N4			
	[kg/ha]			[kg/ha]				[kg/ha]	[kg/ha]	[kg/ha]
1 Silomais S230	69			18				47	<b>87</b>	<b>134</b>
2 Silomais S280	69			18				54	<b>87</b>	<b>141</b>
3 Silomais mit Untersaat	69			18				26	<b>87</b>	<b>113</b>
4 Grünschnittroggen	82			27				41	<b>109</b>	<b>150</b>
5 Grünschnittroggen	82			24				44	<b>106</b>	<b>150</b>
6 Silomais S 230	82			38	18			50	<b>138</b>	<b>188</b>
7 Silomais S 230	82			38	18			59	<b>138</b>	<b>197</b>
8 Roggen GPS	82			16				62	<b>98</b>	<b>160</b>
9 Roggen GPS	82			29				49	<b>111</b>	<b>160</b>
10 Silomais S 230	82			38	18			55	<b>138</b>	<b>193</b>
11 Ackergras A1	82	47	51	38	40	40		53	<b>298</b>	<b>351</b>
12 Ackergras A3	82	47	51	38	40	40		40	<b>298</b>	<b>338</b>

<sup>1)</sup> anrechenbar N

Angesichts des erhöhten Humusgehaltes von 7,1 % auf diesem Standort und der überhöhten Nmin-Restgehalte im ersten Versuchsjahr wurden zur Bemessung der optimalen N-Düngung in den Varianten 1 und 2 gemäß des Nmin-Sollwert-Schemas N-Korrekturwerte von -20 bzw. -30 kg N /ha berücksichtigt.

Der Totalausfall des Ackergrases nach dem strengen Winter 2009/2010 in den Energiefruchtfolgen I bis III bzw. Varianten 6, 7 und 10 kristallisierte sich erst zu Vegetationsbeginn heraus, so dass diese bereits zuvor wie geplant Anfang März die für Ackergras bemessene N-Zufuhr von 120 kg N/ha (Gärs substrat in Höhe von 82 + 38 kg N/ha mineralisch) erhielten. Doch der geplante 1. Schnitt vor dem nachfolgenden Maisanbau war durch die Auswinterung nicht mehr durchführbar. Dieses hatte zur Folge, dass die Stickstoffzufuhr in den Varianten 6, 7 und 10 höher ausfiel als in der Referenzvariante. Aus diesem Grunde wurde bei diesen Versuchsgliedern eine „Späte Nmin-Probe“ am 2. Juni durchgeführt, um festzustellen, welches N-Angebot vorlag. Wie die folgende Übersicht zeigt, lag ein moderates N-Angebot im Bereich 0 – 90 cm vor. Zudem lagen die Werte nahezu auf einem einheitlichen Niveau.

Ergebnisse der „Späten Nmin-Probe“

6	Energiefruchtfolge I Silomais S 230 (Anbaujahr 2010)	Nmin	0 – 90 cm	154	kg/ha
7	Energiefruchtfolge II Silomais S 230 (Anbaujahr 2010)	Nmin	0 – 90 cm	163	kg/ha
10	Energiefruchtfolge III Silomais S 230 (Anbaujahr 2010)	Nmin	0 – 90 cm	169	kg/ha

Die Düngung der Zweitkulturen wurde an den Empfehlungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen ausgerichtet.

**Tabelle 24 N-Düngung der Zweitkulturen**

Erstkultur	Zweitfrucht-Varianten	Gärrest-N <sup>1</sup>	Mineralische N-Düngung	N-Zufuhr
		[kg/ha]	[kg/ha]	[kg/ha]
<b>Grünroggen</b>	4. Sudangras	126	18	<b>144</b>
	5. Silomais	126	18	<b>144</b>
<b>Roggen GPS</b>	8. Sudangras	109	18	<b>127</b>
	9. Silomais	109	18	<b>127</b>

1) Gesamt-N

## Fruchtfolgen

Ein wesentlicher Aspekt der Versuchskonzeption zielte darauf ab, möglichst praxisnahe Bedingungen im Bereich der Düngung bei einem Biogasafruchtfolge-Versuch zu realisieren. Demzufolge war der Einsatz von Gärsubstrat aus der benachbarten Biogasanlage eine unabdingbare Voraussetzung für dieses Versuchsvorhaben insbesondere dann, wenn Auswirkungen auf die Stickstoff-Dynamik im Boden dargestellt werden sollte.

Die Konzeption der Versuchsvarianten beinhaltete (siehe Tabelle 25) zunächst die wiederkehrenden Hauptkulturen Mais, die sich durch eine mittelfrühe Referenz-Sorte (S230) in der Variante 1 und einer mittelspäten Sorte (S280) in der Variante 2 unterschied. Im direkten Vergleich wurden zu Beginn des Versuchsvorhabens als alternative Hauptkulturen 2 verschiedene Ackergrasmischungen installiert (Variante 11 und 12).

Während die Mischung A1 in Variante 11 nur aus Welschem Weidelgras bestand, vereinte die Grasmischung A3 das Welsche -, Deutsche - und Bastard Weidelgras in der Variante 12. Sie war speziell für den 2 -3-jährigen Anbau konzipiert.

Im Zweitkulturnutzungssystem bestanden die Erstkulturen in den Varianten 4 und 5 aus Grünschnittroggen und in den Varianten 8 und 9 aus Roggen-GPS. Orthogonal erfolgte in jedem Prüfjahr nach beiden Kulturen jeweils der Anbau von Mais und Sudangras in diesen Varianten. Durch die konsequente dreimalige Wiederholung der Prüfglieder 4 und 5 bzw. 8 und 9 waren Ableitungen von Zweitkultursystemen hinsichtlich der o. g. Aspekte für die nördliche Region möglich.

Energiefruchtfolgen, die sich mit wechselnden Kulturen über einen Zeitraum von 3 Jahren erstreckten und für eine Übertragung in die Praxis gedacht sind, fanden sich bei der Variante 3, 6, 7 und 10 wieder. Mit Ausnahme der Variante 3, bei den Grasuntersaaten im Mais angebaut wurden, enthielten die Prüfglieder 6, 7 und 10 Ackergras. Dies wurde nach Grünroggen bzw. Roggen GPS anderthalb Jahre genutzt. Dabei erlangten die Ackergräser im Folgejahr den Status einer Hauptfrucht mit 4 Schnittnutzungen. Erst im dritten Anbaujahr folgte schließlich der Silomais.

**Tabelle 25 Versuchsvarianten der Energiefruchtfolgeglieder im Versuchszeitraum 2008-2010**

Variante		2008		2009		2010	
1	<b>Maismonokultur</b>	Mais S 230		Mais S 230		Mais S 230	
2	<b>Maismonokultur</b>	Mais S 280		Mais S 280		Mais S 280	
3	<b>Maismonokultur mit Untersaat</b>	Grünroggen	Mais S 230 + U-Saat	Mais S 230 + U-Saat		Mais S 230 + U-Saat	
4	<b>Zweitfruchtanbau</b>	Grünroggen	Sudangras	Grünroggen	Sudangras	Grünroggen	Sudangras
5	<b>Zweitfruchtanbau</b>	Grünroggen	Mais S 230	Grünroggen	Mais S 230	Grünroggen	Mais S 230
6	<b>Energiefruchtfolge I</b>	Grünroggen	A-Gras A1	A-Gras A1		Mais S 230	
7	<b>Energiefruchtfolge II</b>	Roggen GPS	Gras-U-Saat	A-Gras A1		Mais S 230	
8	<b>Zweitfruchtanbau</b>	Roggen GPS	Sudangras	Roggen GPS	Sudangras	Roggen GPS	Sudangras
9	<b>Zweitfruchtanbau</b>	Roggen GPS	Mais S 210	Roggen GPS	Mais S 210	Roggen GPS	Mais S 210
10	<b>Energiefruchtfolge III</b>	Roggen GPS	A-Gras A1	A-Gras A1		Mais S 230	
11	<b>Ackergras</b>	A-Gras A1		A-Gras A1		A-Gras A1	
12	<b>Ackergras</b>	A-Gras A3		A-Gras A3		A-Gras A3	

Abbildung 35 Fruchtfolge Versuch Ihlow

Variante	2007												2008												2009												2010																																			
	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1 Maismonokultur	Maisacker												Energiemais												Energiemais												Energiemais																																			
2 Maismonokultur	Maisacker												Energiemais												Energiemais												Energiemais																																			
3 Maismonokultur mit Untersaat	Grünroggen												Energiemais												Energiemais												Energiemais																																			
4 Zweiffruchtanbau	Grünroggen												Sudangras												Sudangras												Sudangras																																			
5 Zweiffruchtanbau	Grünroggen												Energiemais												Energiemais												Energiemais																																			
6 Energiefruchtfolge I	Grünroggen												Ackergras												1. Schnitt 2. Schnitt 2008 2008												3. Schnitt 4. Schnitt 2009 2009												Energiemais																							
7 Energiefruchtfolge II	Roggen GPS												Roggen GPS												Sudangras												Sudangras												Energiemais																							
8 Zweiffruchtanbau	Roggen GPS												Roggen GPS												Roggen GPS												Roggen GPS												Sudangras												Roggen GPS											
9 Zweiffruchtanbau	Roggen GPS												Roggen GPS												Roggen GPS												Roggen GPS												Energiemais												Energiemais											
10 Energiefruchtfolge III	Roggen GPS												Ackergras												1. Schnitt 2. Schnitt 2008 2008												3. Schnitt 4. Schnitt 2009 2009												Energiemais																							
11 Ackergras	1. Schnitt 2. Schnitt 2008 2008												3. Schnitt 4. Schnitt 2009 2009												1. Schnitt 2. Schnitt 2009 2009												3. Schnitt 4. Schnitt 2009 2009												1. Schnitt 2. Schnitt 2010 2010												3. Schnitt 4. Schnitt 2010 2010											
12 Ackergras	1. Schnitt 2. Schnitt 2008 2008												3. Schnitt 4. Schnitt 2009 2009												1. Schnitt 2. Schnitt 2009 2009												3. Schnitt 4. Schnitt 2009 2009												1. Schnitt 2. Schnitt 2010 2010												3. Schnitt 4. Schnitt 2010 2010											

## Pflanzenschutz

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (siehe Tabelle 26) wird in Abhängigkeit der Schaderreger bzw. des Unkrautauftommens gemäß den Grundsätzen des Integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt. Während beim Mais und Hybridroggen ein Herbizid- bzw. Fungizidaufwand unumgänglich war, konnte dieser beim Grünroggen wie auch bei den Ackergräsern gänzlich entfallen.

**Tabelle 26 Pflanzenschutz der Haupt- und Erstkulturen**

Variante	Datum	Mittel	Aufwandmenge l/ha
1 Mais S230	08.06.10	Successor T + Mikado + Milagro F. + Peak	3,0 + 0,75 + 0,5 + 15 g
2 Mais S280	08.06.10	Successor T + Mikado + Milagro F. + Peak	3,0 + 0,75 + 0,5 + 15 g
3 Mais mit Untersaat	08.06.10	Mikado + Milagro F + Peak	0,75 + 0,4 + 15g
4 Grünschnittroggen	-	keine	-
5 Grünschnittroggen	-	keine	-
6 Ackergras	08.06.10	Successor T + Mikado + Milagro F. + Peak	3,0 + 0,75 + 0,5 + 15 g
7 Ackergras als Untersaat	08.06.10	Successor T + Mikado + Milagro F. + Peak	3,0 + 0,75 + 0,5 + 15 g
8 Roggen GPS	17.05.10	Amistar Opti + Flamenco FS	1,3 + 1,2
9 Roggen GPS	17.05.10	Amistar Opti + Flamenco FS	1,3 + 1,3
10 Ackergras	08.06.10	Successor T + Mikado + Milagro F. + Peak	3,0 + 0,75 + 0,5 + 15 g
11 Ackergras A1	-	keine	-
12 Ackergras A3	-	keine	-

**Tabelle 27 Pflanzenschutz im Zweitkulturanbau**

Erstkultur	Zweitfrucht-Varianten	Datum	Mittel	Aufwandmenge kg/ha
Grünroggen	4. Sudangras	25.06.10	Gardo Gold + Mais Banvel WG	3,0 + 0,25
	5. Silomais	25.06.10	Successor T + Mikado + Milagro F. + Peak	3,0 + 0,75 + 0,5 + 15 g
Roggen GPS	8. Sudangras	27.07.10	Gardo Gold + Mais-Banvell WG	3,0 + 0,25 kg
	9. Silomais	27.07.10	Successor T + Mikado + Motivell + Mais Banvell WG	3,0 + 0,75 + 0,5 + 0,2

## Ernte

Die Ernte erfolgt in allen Parzellen als Kernbe-  
ernte unter Beachtung der Richtlinien des  
Bundessortenamtes für die Durchführung von  
landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sor-  
tenversuchen.



Foto 4 Ernte Ackergras

## Untersuchungen und Auswertungen

Die TKM- und TS-Bestimmungen werden nach der Richtlinie des Bundessortenamtes vom Ver-  
suchsansteller durchgeführt. Erntegutanalysen und chemische Untersuchungen erfolgen durch die  
LUFÄ Nord-West entsprechend den geltenden Untersuchungsstandards. Gleiches gilt für die Bo-  
denuntersuchungen auf die Grundnährstoffe P, K, Mg und pH-Wert, die Nmin-Untersuchungen und  
für die Gärrestuntersuchungen. Für die genaue Ermittlung der Biogas- bzw. Methanausbeuten ist  
das Verfahren der *Weender-Analyse* erforderlich, das für alle Ernte-Proben angewendet wurde.

## Nmin-Beprobungen

Die Bodenproben zur Nmin-Untersuchung wurden im Frühjahr, nach der Ernte und zur Sickerwas-  
serspende gezogen. Die Beprobungstiefe war 0 bis 90 cm. Die Probendichte pro Flächeneinheit  
und die Analyse erfolgte nach den einschlägigen Verfahrensvorschriften des VDLUFA. Die Be-  
zeichnung Rest-Nmin bezieht sich in diesem Bericht auf die Nmin-Werte im Boden nach der Ernte  
der Versuchsfrucht.

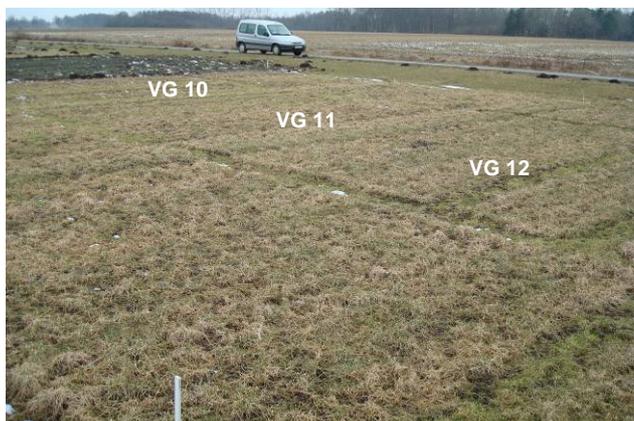
## Bestandesentwicklung der Hauptkultur bzw. Erstkulturen im 3. Anbaujahr

Der strenge und schneereiche Winter 2009/2010 hat zu starken Auswinterungen bei den Acker-  
gräsern geführt, die insbesondere bei den A 1 Mischungen mit Welschem Weidelgras zum Vor-  
schein kamen. Wie bereits oben erwähnt, winternten Ackergräser in den Versuchsgliedern 6, 7 und  
10 total aus. Auch das Versuchsglied 11 (Hauptkultur Ackergras; A1-Mischung) musste schwere  
Auswinterungsverluste anhand von Bestandeslücken infolge des Schneeschimmelbefalls (*Micro-  
dochium*) hinnehmen. Damit wird die begrenzte Nutzung von eineinhalb bis zwei Jahren bei der A  
1-Mischung bestätigt. Hingegen konnte die A3-Mischung aufgrund des Dt. Weidelgras – und Bas-  
tard –Weidelgras-Anteils sich nahezu verlustfrei in das 3. Anbaujahr retten, was sich in der Be-  
standeszusammensetzung in der Bonitur vom 29.09.10. in der folgenden Übersicht gut erkennen  
lässt:

**Tabelle 28 Bestandszusammensetzung der Ackergras-Hauptkulturen nach 3-jähriger Nutzung mit jeweils 4 Schnitten/Jahr**

Var. 11 mit Gräsermischung A 1		Var. 12 mit Gräsermischung A 3	
Pflanzenart	in %	Pflanzenart	in %
<u>Kulturgräser:</u>		<u>Kulturgräser:</u>	
Welsches Weidelgras	42	Deutsches Weidelgras	42
		Welsches Weidelgras	12
		Bastard Weidelgras	8
<u>Ungräser/Unkräuter:</u>		<u>Ungräser/Unkräuter:</u>	
Jährige Rispe	10	Jährige Rispe	8
Gem. Rispe	2	Gem. Rispe	4
Vogelmiere	24	Vogelmiere	8
Ampfer	2	Zaunwinde	2
Breitwegerich	2		
<u>Bodenlücke:</u>	18	<u>Bodenlücke:</u>	16
(Boniturtermin: 29.09.2011)			

In der Tabelle 10 zeigt sich der Vorteil von ausdauernden Gräsern in der Mischung A 3 für einen entsprechenden mehrjährigen Anbau, da noch über 60 % Gräser vorhanden sind.



**Foto 5 Hauptkulturen Ackergräser nach dem Winter 2009/2010 – Auswinterung im Versuchsglied 10**



**Foto 6 Ausbringen von Gärsubstrat Anfang März 2010 zur Hauptkultur Ackergras**



**Foto 7 Auswinterung im Versuchsglied 10**



**Foto 8 Auswinterung im Versuchsglied 10 – mit Lücken und Ungräsern/ -kräutern**

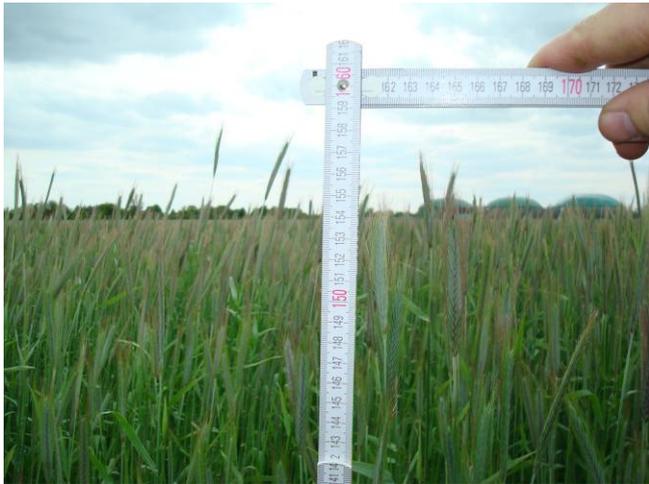


**Foto 9 Teilweise Auswinterungsverluste im Versuchsglied 11**

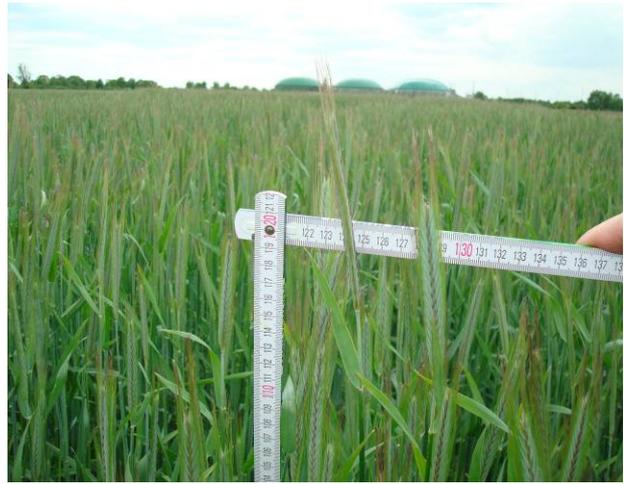


**Foto 10 Intakter Ackergrasbestand im Versuchsglied 12**

Die Erstkulturen Grünroggen und Roggen GPS (Hybridroggen) hatten den Winter gut überstanden. Es lagen normale Bestandesdichten vor. Der Befall mit Krankheiten wie Rhynchosporium-Blattflecken und Braunrost konnte beim Hybridroggen mit einer Fungizidbehandlung gut reguliert werden; beim Grünroggen lohnt sich diese Maßnahme nicht. Die relativ späte Aussaat im Herbst sowie der lange Winter sorgten auch für eine spätere Ernte, die beim Grünroggen erst am 26. Mai und beim Hybridroggen am 24. Juni stattfand.



**Foto 11 Grünroggen – Var. 4 und 5 am 26.05.10**



**Foto 12 Hybridroggen GPS – Var. 8 und 9 am 26.05.10**



**Foto 13 Variante 1 - Hauptkultur Silomaisstoppel ohne Grasuntersaat**



**Foto 14 Variante 3 - Hauptkultur Silomaisstoppel mit Grasuntersaat**

Die Grasuntersaat in der Variante 3, die im Juni 2009 ausgesät wurde, hatte sich erst im März/April 2010 optimal entwickelt. Die Bilder 12 und 13 zeigen den Effekt der Untersaat, bevor der Umbruch für die erneute Ansaat der Hauptkultur Mais am 6. Mai 2010 erfolgte.

## Bestandesentwicklung der Zweitkulturen



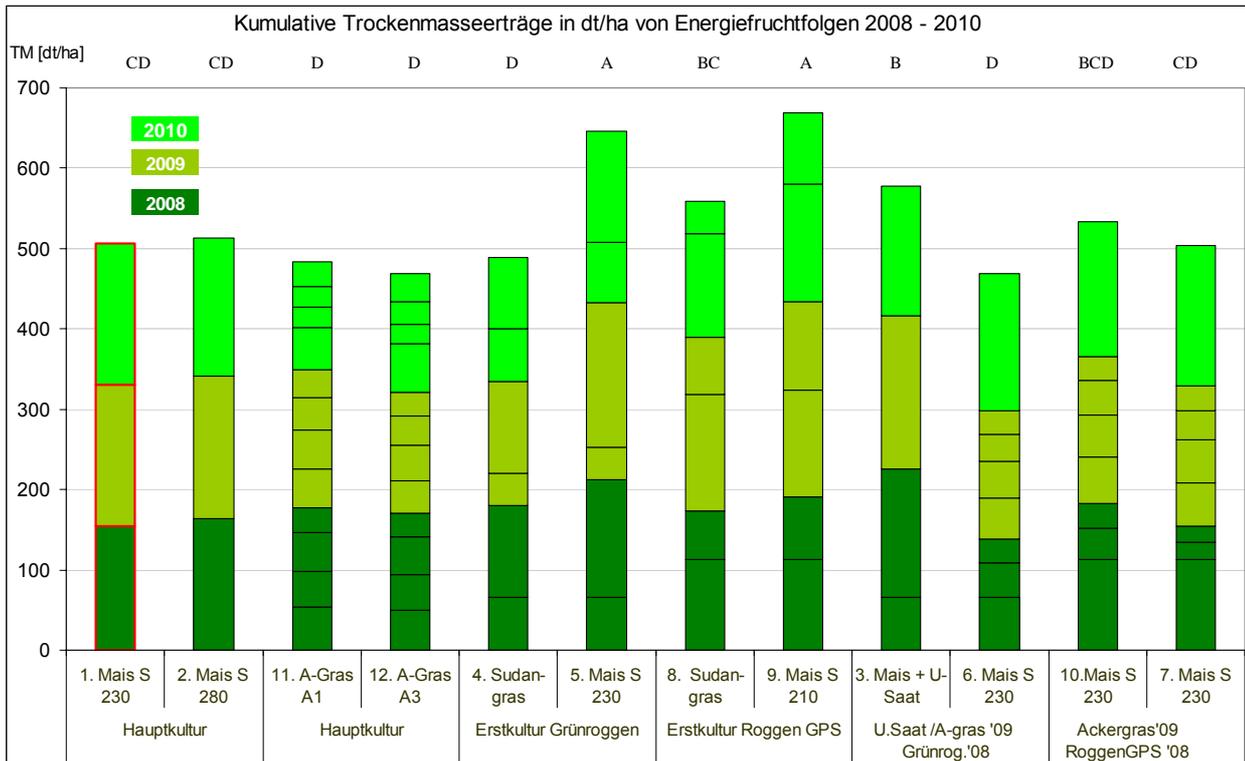
**Foto 15 Variante 8 – Starke Konkurrenz mit Hühnerhirse (Ungras) in der Zweitfrucht Sudangras trotz Herbizidanwendung**

Der Auflauf einer Kulturhirse wie das Sudangras in den Varianten 8 und 9 war v. a. im 3. Anbaujahr durch das starke Auftreten der Hühnerhirse, welche zu den Hauptungräsern zählt, sehr unbefriedigend. Während in einem Maisbestand dieses Ungras problemlos bekämpft werden kann, scheitert diese Möglichkeit der Bekämpfung in Sudangras aufgrund der eingeschränkten Mittelwahl und Einsatzzeitpunkte. Insbesondere auf den langjährigen Maisanbauflächen auf denen Hühnerhirse auftritt, muss dieser Umstand berücksichtigt werden.

### 5.3.2. Darstellung und Auswertung der Versuchsergebnisse zum Versuch Ihlow

#### Trockenmasseerträge der Fruchtfolgeglieder

In der Abbildung 2 sind die kumulativen Gesamttrockenmasseerträge in dt/ha aller geprüften Fruchtfolgeglieder für den 3-jährigen Versuchszeitraum dargestellt. Diese Darstellung, bei der die Ertragsleistungen aus den 3 Jahren summiert werden, stellt die Ertragsanteile der Fruchtfolgeglieder im Einzeljahr dar.



**Abbildung 36 Trockenmasseerträge der Haupt- und Zweitkulturen – kumulative Darstellung**

Die Zweitkultursysteme Grünroggen/Silomais bzw. Roggen-GPS/Silomais waren den übrigen geprüften Energiefruchtfolgen ertraglich signifikant überlegen.

Für die nachfolgenden graphischen Darstellungen werden die Ertragsleistungen aus den 3 Einzeljahren als Mittelwert abgebildet.

Ausgehend von der Referenz – Variante 1 liegt mit 169 dt/ha für die mittelfrühe Energiemaissorte S 230 ein praxisüblicher Ertrag vor (Abbildung 3). Der im gleichen Zeitraum durchschnittliche TM-Ertrag des mittelfrühen Maissortimentes des Landessortenversuches am Standort Borgholt (WTM) lag bei 198,2 dt/ha. Vor diesem Hintergrund scheint das Ertragspotential beim Mais in Ihlowerfehn ausgeschöpft zu sein. Dieses ändert auch der Anbau der mittelspäten Energiemaissorte Atletico im Versuchsglied 2 nicht.

Ungeachtet dessen behauptet sich die Variante 3 trotz Grasuntersaaten mit einem Spitzenertrag von 192 dt/ha TM, der sich auf den Ertragsvorsprung des Grünroggens im ersten Anbaujahr stützt.

Die Silomaiserträge in den Folgejahren wurden von der Grasuntersaat keinesfalls negativ beeinflusst.

Zur Ausschöpfung der Ertragspotentiale bei den Ackergräsern im Versuchsglied 11 und 12 waren 4 Schnitttermine erforderlich. Im Mittel der 3 Anbaujahre lagen die Trockenmasseerträge der beiden Ackergras­mischungen der Varianten 11 und 12 unter Berücksichtigung der Grenzdifferenzen im Bereich der Hauptkultur Mais. Tendenziell lag das Ertragsniveau der Ackergräser etwas unterhalb vom Mais. Innerhalb der Grasmischungen schneidet die A1 Mischung tendenziell besser ab, als die „A3 Mischung“ in der Variante 12, die neben Welschem Weidelgras auch Dt. und Bastard Weidelgras enthält. Allerdings verzeichnet die A3-Mischung im 3. Anbaujahr einen höheren Ertrag als die A1 mit dem bereits erwähnten degradierten Grasbestand.

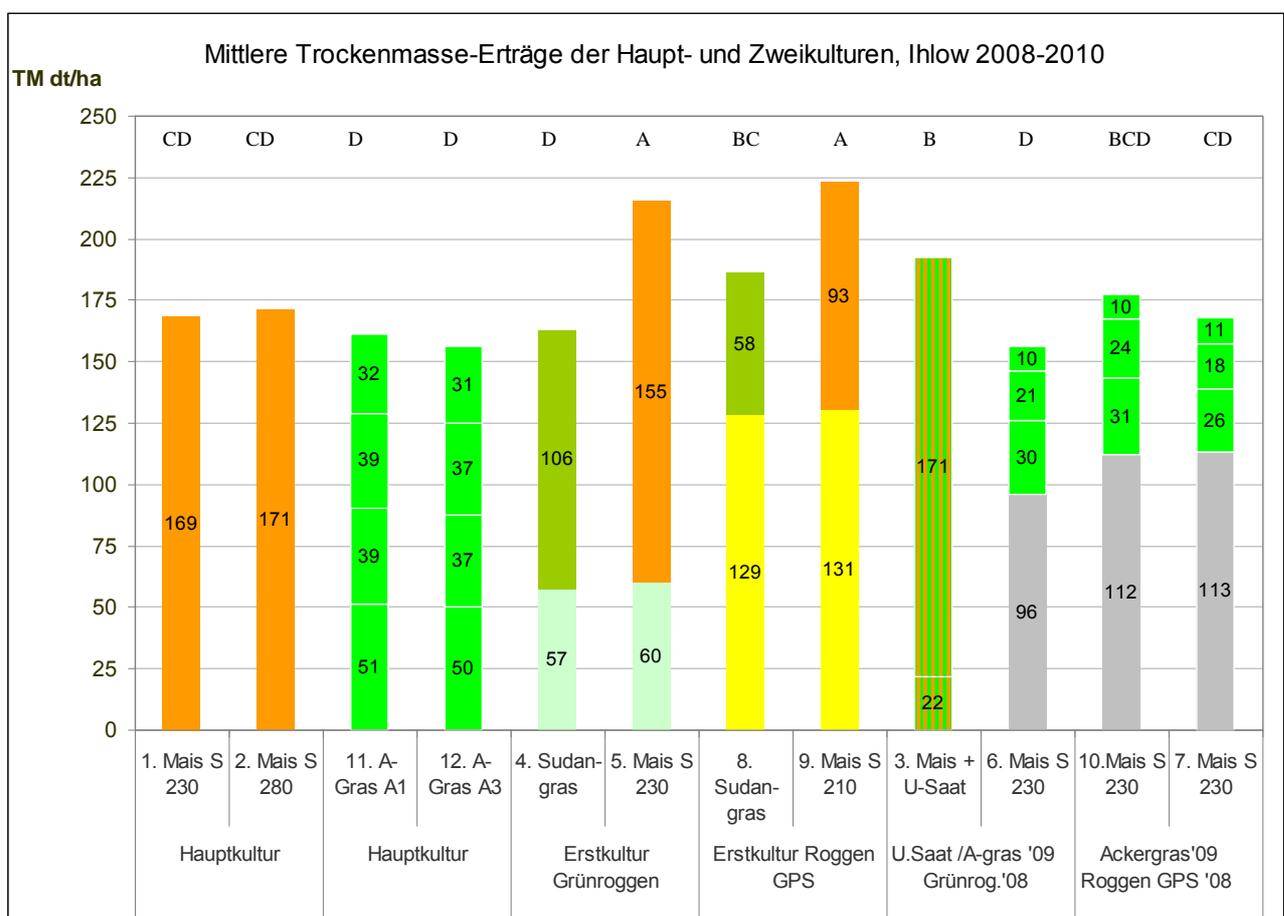
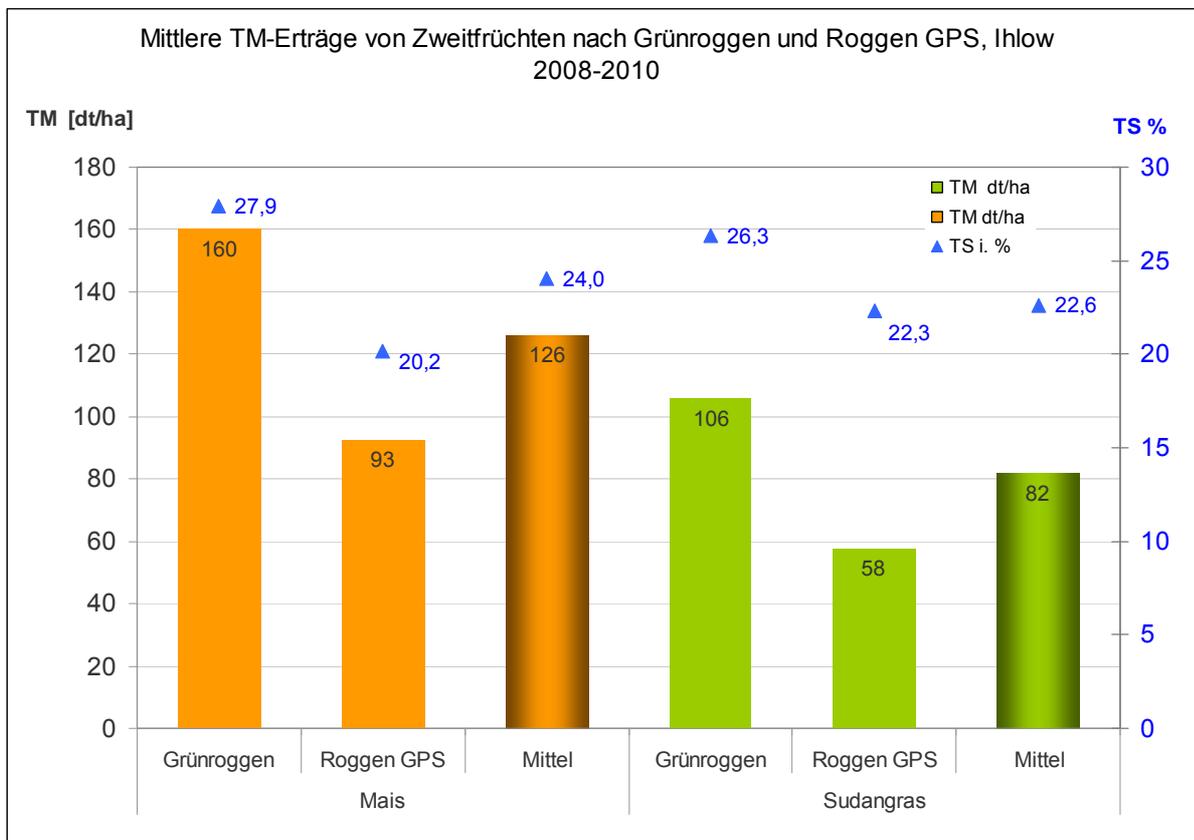


Abbildung 37 TM - Erträge der Haupt- und Zweikulturen

Im Zweitkultursystem auf Basis von Grünschnittroggen, ließ sich über den gesamten Versuchszeitraum ein signifikanter Mehrertrag erzielen. Somit führte die spätere Aussaat bei der Folgefrucht Mais zu keinem Minderertrag. Dagegen lagen die Ertragsleistungen im System Grünroggen - Sudan­gras zwar deutlich niedriger, jedoch statistisch gesehen im Bereich der Standard-Hauptfrucht Mais.

Auch im Zweitkultursystem auf Basis von Roggen-GPS, ließ sich über den gesamten Versuchszeitraum ein signifikanter Mehrertrag bei der Folgefrucht Mais in der Variante 9 erzielen, während bei der Folgefrucht Sudangras kein gesicherter Unterschied zur Referenzfrucht Mais vorlag.



**Abbildung 38** TM- Erträge der Zweitfrüchte in Abhängigkeit der Erstkultur

Das Ertragsverhalten im Zweitkultursystem lässt sich in der Abbildung 4 leichter darstellen. Bezogen auf den jeweiligen Mittelwert wird die ertragliche Überlegenheit von Mais gegenüber Sudangras erkennbar. In der Differenzierung der Erstkulturen ließen sich nach Grünroggen wie erwartet wesentlich höhere TM-Erträge realisieren als nach der Erstfrucht Roggen-GPS. Der Grund liegt in dem wesentlich späteren Aussattermin des Mais infolge des späteren Erntetermins beim Roggen GPS. Somit ist davon auszugehen, dass spätere Aussattermine bis zum 20. Mai bei frühen und mittelfrühen Maissorten noch in einem Bereich liegen, in dem optimale TM-Erträge erzielt werden können. Weitere Verschiebungen der Saatzeiten in den Juni hinein führen offensichtlich zu deutlichen Mindererträgen. Ein Beleg dafür, dass aufgrund der verkürzten Vegetationszeit das jeweilige Ertragspotential nicht mehr ausgeschöpft wurde. Diese Eigenschaft war beim Mais noch stärker ausgeprägt, als beim Sudangras.

Ein weiterer Aspekt, der beim Anbau von Zweitfrüchten einbezogen werden muss, ist das Abreifeverhalten. So konnte anhand der TS-Gehalte nachgewiesen werden, dass eine sichere Abreife bzw. Silierfähigkeit von Mais und Sudangras nicht immer gewährleistet ist. So verwundert es nicht, dass nach der Roggen GPS-Ernte im Juni, die nachgebauten Zweitkulturen nicht mehr zur vollen

Ausreife im Oktober gelangten. Immerhin sorgten Nachtfröste im Jahr 2009 und 2010 unmittelbar vor der Ernte zwar für einen Anstieg des TS-Gehaltes aber auch zu einem abrupten Wachstumstop. Die sichere Abreife von Sudangras war selbst nach dem Grünroggen nicht garantiert. Zudem muss bei dieser Kulturart ein Zielwert von über 28 % GTS oft mit einer starken Verholzung in Kauf genommen werden, die wiederum zu Lasten der Gasausbeute geht.

Die alternativen Energiefruchtfolgen I, II, und III wie sie in den Varianten 6, 7 und 10 zum Ausdruck kommen, erzielten mit 156, 168 und 178 dt TM/ha nach der statistischen Verrechnung im Mittel der 3 Jahre gleich hohe Ertragsleistungen wie der jährliche Maisanbau im Versuchsglied 1.

### Methanerträge der Fruchtfolgeglieder

Die Methanleistungen der Fruchtfolgeglieder sind in der Abbildung 5 dargestellt und verlaufen nahezu analog zu den Gesamttrockenmasseerträgen. Gesicherte Mehrerträge bei den Methanausbeuten konnten wiederum im Zweitkultursystem beobachtet werden, wenn die Erstkulturen mit Mais kombiniert wurden. Während Sudangras nach Grünroggen mit der Referenzfrucht Energiemais vergleichbar war, konnte die Kombination mit Roggen GPS einen signifikanten Mehrertrag für sich verbuchen. Gegenüber der Standard –Variante 1 konnte die mittelspäte Energiemaissorte Atletico trotz eines höheren TM-Ertrages keine höheren Methanausbeuten erzielen. Bei der Ackergrasmischung A3 kommt es allerdings zu einem gesichertem Minderertrag gegenüber der Mais-Standard –Variante.

Hinsichtlich der Methanerträge sind auch hierbei die Dreigliedrigen Energiefruchtfolgen mit dem Standard vergleichbar.

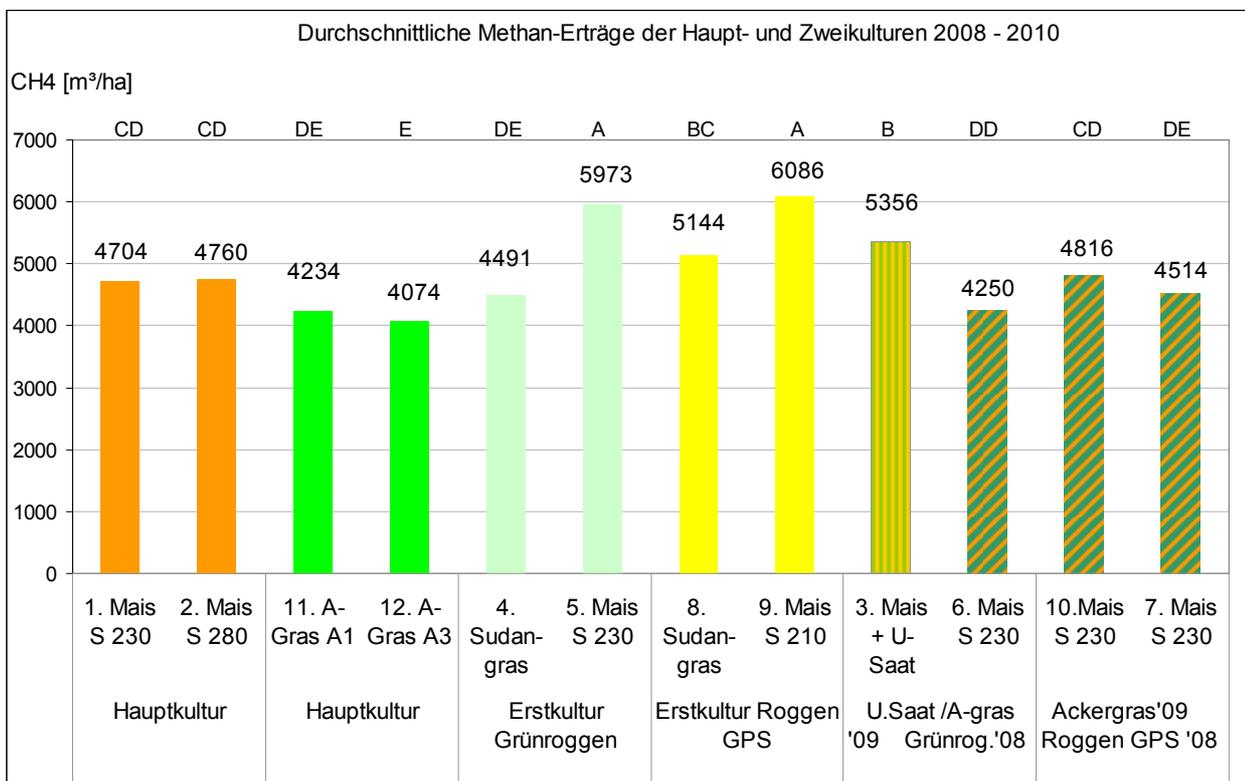


Abbildung 39 Methanerträge der Haupt- und Zweitkulturen

## Darstellung der N-Bilanzsalden

Die Berechnung der N-Salden erfolgte anhand der ermittelten N-Zufuhren und N-Abfuhen auf der Flächenebene. Die Abbildung 6 bildet die N- Zufuhr und N-Abfuhr aller Versuchsglieder ab. Dabei wurden diese bei den Zweitkultursystemen jeweils summiert, so dass ein Gesamtsaldo gebildet wurde.

Die ausgeprägten negativen N-Salden unter den beiden Hauptfrüchten Mais weisen darauf hin, dass große Stickstoffmengen aus dem Bodenvorrat vom Mais genutzt wurden. Trotz der hohen N-Zufuhren waren in den Ackergrasvarianten infolge der hohen N-Abfuhen negative N-Salden zu verzeichnen.

Von den Zweitkultursystemen schneiden die Zweitfrucht - Kombinationen mit Roggen GPS mit positiven Salden von bis zu 50 kg N/ha ab. Dieser N-Überschuss resultiert v. a. aus der begrenzten N-Verwertung durch die Zweitfrüchte. Insbesondere das Sudangras konnte die bereit gestellten N-Zufuhren nicht in entsprechende Pflanzenmasse umwandeln.

Auf der Energiefruchtfolge in der Variante 7 lastet noch die geringe Stickstoffausnutzung des 1. Versuchsjahres (2008), so dass im Mittel der 3 Jahre noch immer ein leicht positives Saldo erscheint.

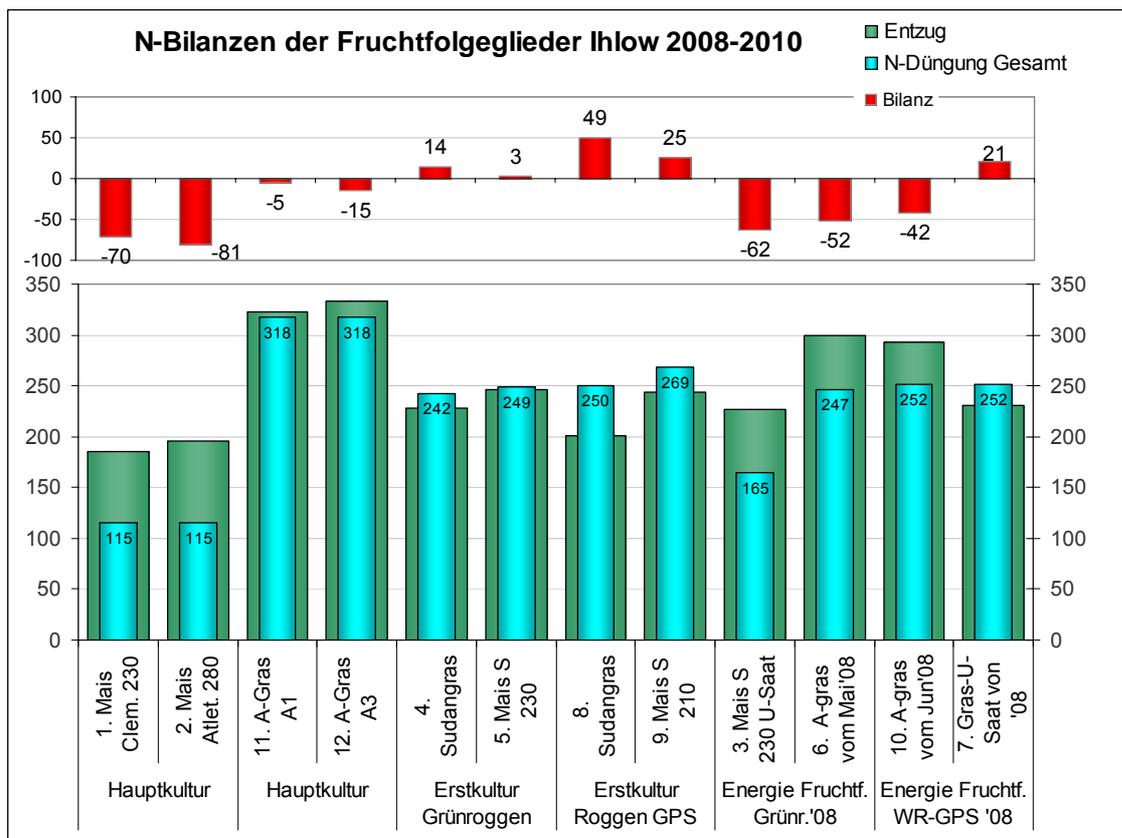
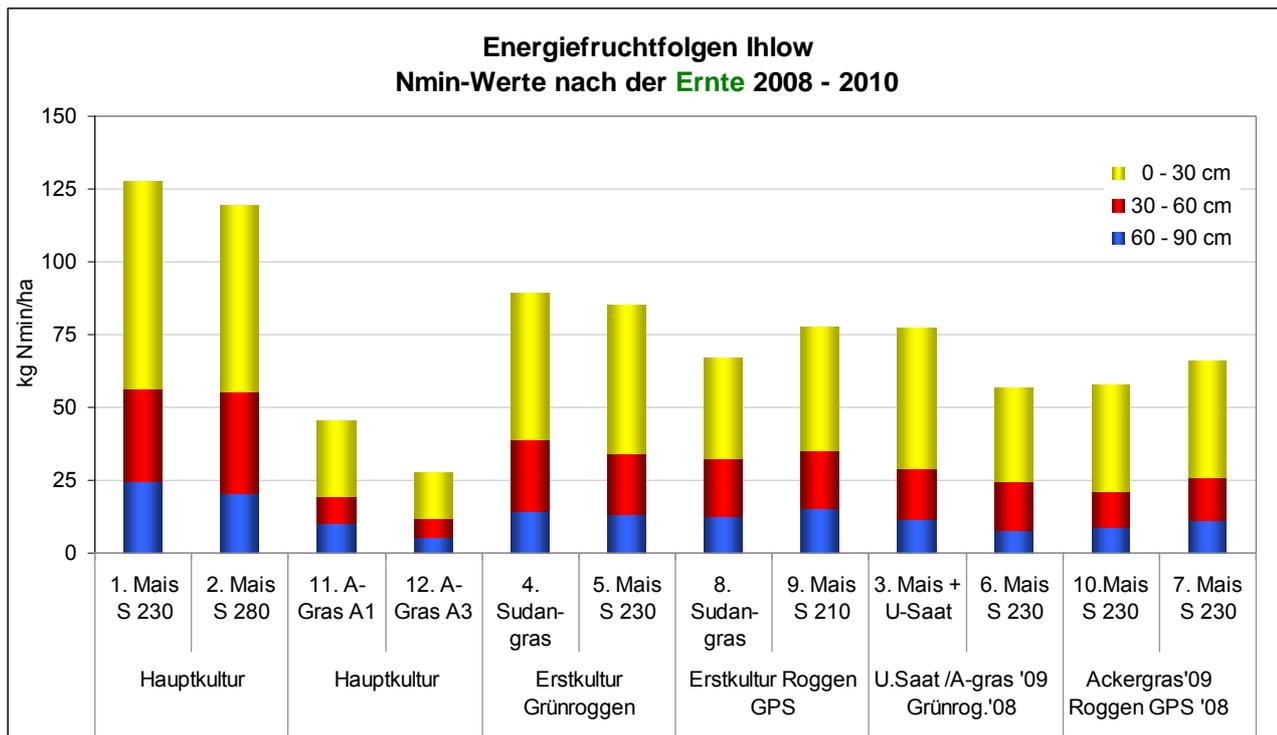


Abbildung 40 N-Bilanzen der Fruchtfolgeglieder

### 7.2.4. Nmin-Ergebnisse der Fruchtfolgeglieder

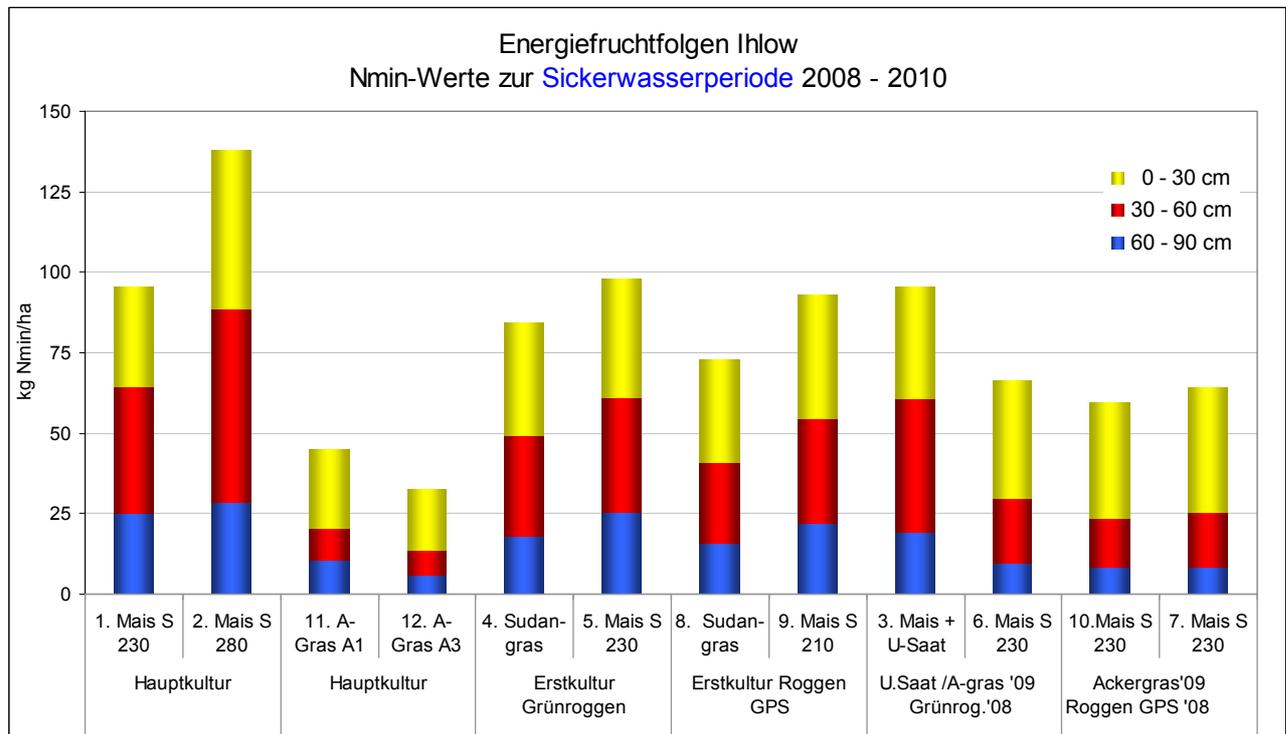
Um die Wirksamkeit der Fruchtfolgeglieder auf die Nmin-Gehalte im Boden zu Beginn der Sickerwasserperiode zu untersuchen, wurden Nmin-Proben nach Beginn der Sickerwasserperiode Ende Oktober bzw. Anfang November gezogen. Zuvor wurden die Nmin-Reste nach dem jeweils letzten Erntetermin der Hauptkulturen bzw. der Zweitfrüchte Ende September/Anfang Oktober ermittelt. Diese Ergebnisse wurden in der unteren Graphik dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass im letzten Versuchsjahr nur eine Nmin-Beprobung im Herbst durchgeführt wurde, da aufgrund der Witterung und des Erntetermins der Nacherntetermin dem Termin der Sickerwasserspende entsprach.



**Abbildung 41 Nmin-Ergebnisse der Fruchtfolgeglieder nach der letzten Ernte 2008-2010**

Dass sich die Nmin-Rest-Gehalte und die N-Salden im Maisanbau oft widersprechen bestätigt sich in der obigen Abbildung. So wurden nach dem Anbau von Silomais die geringsten N-Salden, aber die höchsten Rest-Nmin-Gehalte festgestellt. Durch die Aussaat von Untersaaten verringerte sich das Niveau. Der langjährige Ackergrasanbau verzeichnet über den gesamten Versuchszeitraum die geringsten Nmin-Werte. Durch die Narbendegradierung in der A1-Mischung (Var. 11) stieg der Nmin-Wert aufgrund der mangelnden N-Ausnutzung entsprechend leicht an. Daher sollte die Nutzungsdauer einer A1-Mischung 2 Jahre nicht übersteigen. Die geprüften Zweitkultur-Systeme hinterließen deutlich weniger Reststickstoff im Boden als der langjährige Maisanbau (Var. 1). Dies wurde bereits im letzten Jahr beobachtet. Die Ursache hierfür dürfte bei den Zweitkulturen durch eine verstärkte Nährstoffaufnahme in den Spätsommermonaten infolge einer späteren Abreife aufgrund der späteren Saattermine zu begründen sein.

Etwas günstiger fallen die Werte der Energiefruchtfolgen I bis III aus; sie unterschreiten das Niveau nochmals um über 10 kg Nmin/ha.



**Abbildung 42 Nmin-Ergebnisse der Fruchtfolgeglieder im Herbst 2008-2010**

Mit Ausnahme der Variante 2 weichen die Nmin-Ergebnisse zur Sickerwasserspende kaum von den Nmin-Resten nach der Ernte ab.

### 7.2.4. Wirtschaftlichkeit der Energiefruchtfolgen

Um grundwasserschonende Anbauverfahren als Alternative zur herkömmlichen Energiefruchtfolge mit Mais abschließend bewerten zu können, sollte auch die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Fruchtfolgen berücksichtigt werden. Letztendlich basieren u. a. weitergehende Berechnungen zur Taxation von Förderbeträgen bzw. Ausgleichsleistungen auf der Wirtschaftlichkeitsberechnung die jeweiligen Anbauverfahren. Die Grundlage der Berechnungen bilden die Richtwertdeckungsbeiträge der LWK-Niedersachsen bei denen die variablen Kosten plus die Nutzungskosten summiert wurden und abschließend ins Verhältnis zum Methanhektarertrag gesetzt wurden. Die Festkosten und Kosten für die Arbeitserledigung bleiben unberücksichtigt. Dafür geben die jeweiligen Arbeitsstunden pro ha einen Anhaltswert für den damit verbundenen Arbeitsaufwand wieder.

Die Erzeugungskosten für einen Kubikmeter Methan (in ct/cbm Methan) betragen beim Maisanbau in der Referenzvariante 25 ct. Damit verzeichnet die Nutzung von Mais als Hauptkultur die geringsten Methankosten pro cbm, da der Aufwand für Anbau und Ernte (jeweils nur 1 x pro Jahr) wenig Kosten verursacht.

Dagegen verteuert die 4-malige Schnittnutzung und Beerntung den Ackergrasanbau so sehr, dass diese Hauptkulturen von allen geprüften Fruchtfolgen die höchsten Erzeugungskosten verursachten.

<b>Wirtschaftlichkeit im Mittel von 2008/09/10</b> Bruttopreise	Var. 1 Hauptkultur <b>Mais S 230</b> <i>Referenzfrucht</i>	Var. 2 Hauptkultur <b>Mais S280</b>	Var. 11 Hauptkultur <b>Ackergras A1</b>  4 Schnitte	Var. 12 Hauptkultur <b>Ackergras A3</b>  4 Schnitte
Frischmasse Netto	470	605	538	520
TM-Ertrag Erstfrucht	169	171,30	161,16	156
TM-Ertrag Zweitfrucht				
<b>Gesamt TM /ha /Jahr</b>	<b>169</b>	<b>171</b>	<b>161</b>	<b>156</b>
	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
1. variable Kosten	<b>974</b>	<b>1058</b>	<b>404</b>	<b>404</b>
2. variable Kosten			<b>263</b>	<b>263</b>
3. variable Kosten			<b>229</b>	<b>229</b>
4. variable Kosten			<b>215</b>	<b>215</b>
<b>Variable Kosten:</b>	<b>974</b>	<b>1058</b>	<b>1111</b>	<b>1111</b>
Nutzungskosten Ø 2008 - 2010	191	191	191	191
<b>Gesamtkosten /ha</b>	<b>1165</b>	<b>1249</b>	<b>1302</b>	<b>1302</b>
€/dt TM	6,91	7,29	8,08	8,34
€/dt FM	2,48	2,06	2,42	2,50
<b>Methan / ha nach LUFA 2008/09</b>	<b>4704</b>	<b>4760</b>	<b>4234</b>	<b>4074</b>
<b>€/cbm Methan</b>	<b>0,25 €</b>	<b>0,26 €</b>	<b>0,31 €</b>	<b>0,32 €</b>
Akh/ha	9,8	10,4	13,2	13,2

Abbildung 43 Wirtschaftlichkeit der Hauptkulturen

Ähnlich verhält sich die Kostenstruktur in den Zweitkultursystemen. Auch hier schlagen die höheren Anbaukosten zu Buche, die nicht durch entsprechend höhere Methanerträge kompensiert werden können. Immerhin schneidet die Kombination mit Grünroggen und Mais mit 28 ct pro cbm Me-

than von diesen Systemen noch moderat ab. Abgesehen davon ist der Zweitkulturanbau mit einem wesentlich höheren Arbeitsstundenaufwand verbunden.

Wirtschaftlichkeit im Mittel von 2008/09/10				
Bruttopreise	Zweikultur Grünroggen - Sudan	Zweikultur Grünroggen - Mais	Zweikultur Roggen GPS -Sudan	Zweikultur Roggen GPS - Mais
<b>Gesamt TM /ha /Jahr</b>	<b>163</b>	<b>216</b>	<b>186</b>	<b>223</b>
	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
1. variable Kosten	504	504	674	674
2. variable Kosten	693	987	636	1053
3. variable Kosten				
4. variable Kosten				
<b>Variable Kosten:</b>	<b>1196</b>	<b>1491</b>	<b>1310</b>	<b>1727</b>
<b>Nutzungskosten Ø 2008 - 2010</b>	191	191	191	191
<b>Gesamtkosten /ha</b>	<b>1387</b>	<b>1682</b>	<b>1501</b>	<b>1918</b>
<b>€/dt TM</b>	8,50	7,81	8,06	8,59
€/dt FM				
<b>Methan / ha nach LUFA</b>	<b>4491</b>	<b>5973</b>	<b>5144</b>	<b>6086</b>
<b>€/cbm Methan</b>	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	<b>0,29</b>	<b>0,32</b>
<b>Akh/ha</b>	14,2	15,8	14,2	15,0

Abbildung 44 Wirtschaftlichkeit der Zweitkultursysteme

Wirtschaftlichkeit im Mittel von 2008/09/10				
Bruttopreise	Fruchtfolge Var. 3	FruchtfolgeVar. 6	FruchtfolgeVar. 7	FruchtfolgeVar. 10
	Grünrog.-Mais U-Saat '08 Mais mit U-Saat 2009 Mais mit U-Saat 2010	Grünrog.-Gras '08 Ackergras 2009 Mais 2010	GPS mit U-Saat 08 Ackergras 2009 Mais 2010	GPS - Gras 2008 Ackergras 2009 Mais 2010
<b>Gesamt TM /ha /Jahr</b>	<b>216</b>	<b>156</b>	<b>168</b>	<b>178</b>
	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
1. variable Kosten	168	597	653	653
2. variable Kosten	1017	255	179	252
3. variable Kosten		139	139	140
4. variable Kosten		72	72	72
<b>Variable Kosten:</b>	<b>1185</b>	<b>1062</b>	<b>1043</b>	<b>1117</b>
<b>Nutzungskosten Ø 2008 - 2010</b>	191	191	191	191
<b>Gesamtkosten /ha</b>	<b>1376</b>	<b>1253</b>	<b>1234</b>	<b>1308</b>
<b>€/dt TM</b>	6,39	9,26	8,52	8,46
€/dt FM				
<b>Methan / ha nach LUFA</b>	<b>5356</b>	<b>4250</b>	<b>4514</b>	<b>4816</b>
<b>€/cbm Methan</b>	<b>0,26</b>	<b>0,29</b>	<b>0,27</b>	<b>0,27</b>
<b>Akh/ha</b>	10,0	10,9	10,0	10,9

Abbildung 45 Wirtschaftlichkeit der Energiefruchtfolgen

Gegenüber der Referenzvariante Mais betragen die Mehrkosten für den Kubikmeter Methan bei den Energiefruchtfolgen 7 und 10 nur 2 ct. Da der Anbau von Mais Bestandteil dieser Fruchtfolgen ist, sorgt dieser mit seinen hohen Methanleistungen und den relativ geringen Anbaukosten für eine gewisse Kompensation in der Gesamtkostenstruktur.

Die Fruchtfolge 3 mit Grasuntersaaten im Maisanbau ist hinsichtlich der Erzeugkosten von 26 ct pro cbm Methan ebenfalls akzeptabel.

### **5.3.3. Zusammenfassung Versuch Ihlow**

#### **Hauptkulturen Mais**

Die Hauptkultur Mais erzielte als Standard-Fruchtfolge im 3 – Jährigen Versuchszeitraume einen mittleren Trockenmasseertrag von 169 dt/ha sowie einen mittleren Methanertrag in Höhe von 4700 cbm/ha. Damit wird das Ertragspotential gemessen am regionalem LSV Silomais in Borgholt (WTM) unterschritten, jedoch ein praxisüblicher Ertrag erreicht. Es lagen trotz negativer Salden überhöhte Nmin-Werte vor. Mais weist die geringsten Substratkosten auf.

#### **Hauptkulturen Ackergräser**

Bei den Ackergräsern mit 4 Schnitten waren die Ertragsleistungen mit der Referenzfrucht Mais vergleichbar. Hierfür war eine wesentlich höhere N-Zufuhr erforderlich. Sowohl als Haupt- oder Zweitfrucht bieten sie eine hohe Garantie für geringe Nmin-Werte im Herbst, solange man sie nicht umbricht.

Sie können über einen zeitlich begrenzten Zeitraum (1,5 bis 2 Jahre) eine brauchbare Alternative zur Auflockerung von Maismonokulturen darstellen. Allerdings ist dieses nur mit deutlich höheren Erzeugungskosten pro cbm Methan möglich.

#### **Zweitkulturnutzung**

- Von den Zweitfrüchten ist der Mais dem Sudangras im Ertrag überlegen.
- Die Auflaufbedingungen der Zweitfrüchte waren hinsichtlich der anhaltenden Trockenheit und durch den Wasserverbrauch der Erstkultur im Jahr 2008 zeitweise kritisch.
- Mangelhafte Bekämpfungsmöglichkeiten von Hühnerhirschen in Sudangras können für deutliche Ertragseinbußen sorgen. Dieser Umstand führt auf Standorten mit erhöhter Hühnerhirse-Dichte zu einem Ausschlusskriterium für einen geplanten Anbau.
- Das unsichere Abreifeverhalten und die höheren Methanerzeugungskosten von Mais und Sudangras nach Roggen GPS stehen einer größeren Akzeptanz in der Praxis entgegen.
- Das Zweitkultursystem mit Grünroggen und Mais erzielt signifikante Mehrerträge, und ist mit annehmbaren Mehrkosten praktisch durchführbar. Gegenüber dem Standard liegen zwar geringere Nmin-Werte vor; diese entsprechen aber noch nicht den Anforderungen im Wasserschutz. Wichtig für geringe Nmin-Werte ist dabei vor allem die reduzierte N-Düngung zur Zweitfrucht. Sowohl beim Silomais als auch beim Sudangras im Zweitfruchtanbau muss der N-Sollwert um 40 kg/ha reduziert werden.

#### **Erweiterte Fruchtfolgen**

Die Fruchtfolgen insbesondere mit Roggen-GPS mit anschließendem 1,5 Jährigen Ackergrasanbau reduzieren die Nmin-Werte über 2 Winter auf ein Minimum und leisten in Verbindung mit nachfolgendem Mais gleichwertige Methanleistungen wie der langjährige Maisanbau.

Nach abschließender Auswertung der Versuche können von 12 geprüften Fruchtfolgen somit nur die 3 „Erweiterten“ Energiefruchtfolgen I bis III - unter Berücksichtigung von geringen Mehrkosten - sowohl die Anforderungen im Grundwasserschutz als auch die erforderlichen Leistungen für eine wirtschaftliche Biomethanproduktion in einer nördlichen Futterbauregion erfüllen. Daneben ergeben sich durch den Anbau von mehreren Kulturen Möglichkeiten, das Anbaurisiko auf mehrere Kulturen zu verteilen und darüber hinaus einen Beitrag zur Steigerung der Biodiversität zu leisten.

### **Nmin-Dynamik im Boden 2008-2010**

- Bei den Hauptkulturen Mais lagen überhöhte Nmin-Werte vor. Mit Untersaaten verringerte sich das Niveau.
- Ackergräser sind ein Garant für niedrige Nmin-Werte nach der Ernte bzw. zu Beginn der Sickerwasserperiode, solange diese nicht umgebrochen werden.
- Im Zweitkultur-System mit Grünroggen weisen die beiden Zweitfrüchte Sudangras und Mais ebenfalls in einzelnen Jahren überhöhte Nmin-Werte auf.
- Im Zweitkultur-System mit Roggen-GPS hingegen verbleiben die Nmin-Werte unter den beiden Zweitfrüchten Sudangras und Mais im Bereich von 70 – 80 kg/ha.
- Erweiterte Fruchtfolgen: Durch die 1,5 Jährige Nutzung von Ackergras innerhalb der Fruchtfolge gelang es, über 2 Sickerwasserperioden die Nmin-Gehalte auf ein Minimum zu reduzieren. Die Folgenutzung mit Mais ging mit einer erhöhten N-Freisetzung einher. Im Schnitt lagen die Werte im einem akzeptablen Bereich!

Die geringen Nmin-Ergebnisse bei den Ackergräsern sind bekanntlich auf eine lange und aktive Vegetationszeit mit kontinuierlichen N-Aufnahmen bis in den Spätherbst zurückzuführen.

## 6. Ergänzende Nmin-Untersuchungen 2010

### 6.1. Übersicht

Seit 2008 führt die Landwirtschaftskammer Niedersachsen in bestehenden Exaktversuchen z. B. zur Produktionstechnik oder in Landessortenversuchen ergänzende Nmin-Untersuchungen durch. Die dort gewonnenen Ergebnisse können unterstützend von den Wasserschutzberatern herangezogen werden und bieten praxisnahe Erkenntnisse über die Auswirkungen der Landbewirtschaftung auf die N Dynamik im Boden, die die Landwirte mit ihren regionalen Daten abgleichen können. Im Versuchsjahr 2010 wurden ergänzende Nmin-Untersuchungen nach der Ernte bzw. zu Beginn der Sickerwasserperiode in folgenden Feldversuchen durchgeführt:

- Zweitfruchtanbau
- Drilltechnik Silomais
- Gülleunterfußdüngung Silo- und Körnermais
- Untersaaten Silomais
- Durchwachsene Silphie
- Gärrest-Düngung zu Zuckerrüben als Energiepflanze
- N-Düngung bei unterschiedlichen Ernteterminen in Zuckerrüben als Energiepflanze

**Tabelle 29 Standorte der ergänzenden Nmin-Untersuchungen 2010**

Standort	Versuche
<b>Dasselsbruch (Landkreis Celle)</b>	Silomais mit Untersaat
	Durchwachsene Silphie
<b>Hamerstorf (LK Uelzen)</b>	Gärrestdüngung Zuckerrübe
	Zuckerrübe als Energiepflanze
<b>Machtsum (LK Northeim)</b>	Gärrestdüngung Zuckerrübe
	Zuckerrübe als Energiepflanze
<b>Poppenburg (LK Hildesheim)</b>	Zweitfrucht nach Grünroggen
	Drilltechnik Silomais
	Durchwachsene Silphie
<b>Rockstedt (LK Rothenburg)</b>	Zweitfrucht nach Grünroggen
	Gülleunterfußdüngung Silomais
<b>Thülsfelde (LK Cloppenburg)</b>	Silomais mit Untersaat
<b>Wehnen (LK Ammerland)</b>	Gülleunterfußdüngung Silo- und Körnermais
	Drilltechnik Silomais
<b>Werlte (LK Emsland)</b>	Zweitfrucht nach Grünroggen
	Gülleunterfußdüngung Körnermais
	Drilltechnik Silomais
	Durchwachsene Silphie

## 6.2. Ergebnisse

### 6.2.1. Versuch 765 - Wie wirkt Grünroggen als Vorrucht auf die Erträge der Zweitfrüchte Mais, Sonnenblume und Hirse aus?

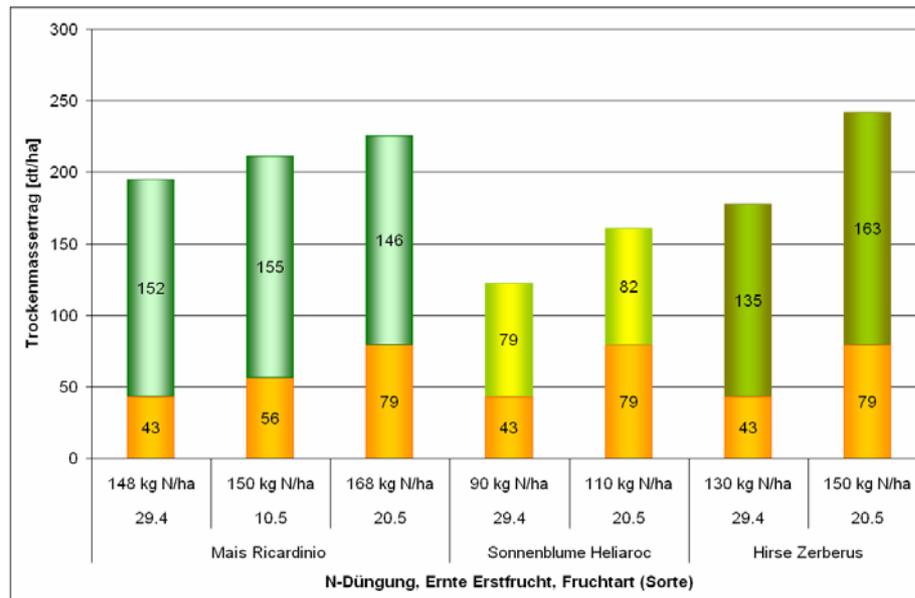
An den Standorten Rockstedt, Werlte und Poppenburg wurden unterschiedliche Sommerfrüchte nach Winterroggen, der als Grünroggen (früher Erntetermin) bzw. als Ganzpflanzensilage geerntet wurde, angebaut. Die Stickstoffdüngung wurde für die Erstfrucht Grünroggen in Höhe des Sollwerts 140 kg N/ha – Nmin durchgeführt.

Übersicht Versuch 765 Zweitfruchtanbau von unterschiedlichen Sommerfrüchten nach Grünroggen, 2010

Standort	Erstfrucht		Zweitfrucht			
	Erstfrucht*	Ernte Erstfrucht	Zweitfrucht (Sorte)	N-Düngung** [kg N/ha ]	Aussaat Zweitfrucht	Ernte Zweitfrucht
Poppenburg	Grünroggen	29.4.	Mais (Ricardinio)	148	30.4.	13.10.
	Grünroggen	10.5.		150	11.5.	13.10.
	Grünroggen	20.5.		168	25.5.	13.10.
	Grünroggen	29.4.	Sonnenblume (Heliaroc)	90	30.4.	30.9.
	Grünroggen	20.5.		110	25.5.	30.9.
	Grünroggen	29.4.	Hirse (Zerberus)	130	30.4.	-
	Grünroggen	20.5.		150	25.5.	26.10.
Rockstedt	Grünroggen	29.4.	Mais (Ricardinio)	150	3.5.	5.10.
	Grünroggen	10.5.		150	11.5.	5.10.
	Grünroggen	20.5.		150	21.5.	5.10.
	Grünroggen	29.4.	Sonnenblume (Heliaroc)	90	3.5.	5.10.
	Grünroggen	20.5.		90	21.5.	5.10.
	Grünroggen	29.4.	Hirse (Zerberus)	130	3.5.	13.10.
	Grünroggen	20.5.		130	21.5.	13.10.
Werlte	Grünroggen	29.4.	Mais (Ricardinio)	145	5.5.	19.10.
	Grünroggen	10.5.		145	17.5.	19.10.
	Grünroggen	20.5.		145	28.5.	19.10.
	Grünroggen	29.4.	Sonnenblume (Heliaroc)	85	5.5.	19.10.
	Grünroggen	20.5.		85	28.5.	19.10.
	Grünroggen	29.4.	Hirse (Zerberus)	125	5.5.	19.10.
	Grünroggen	20.5.		125	28.5.	19.10.

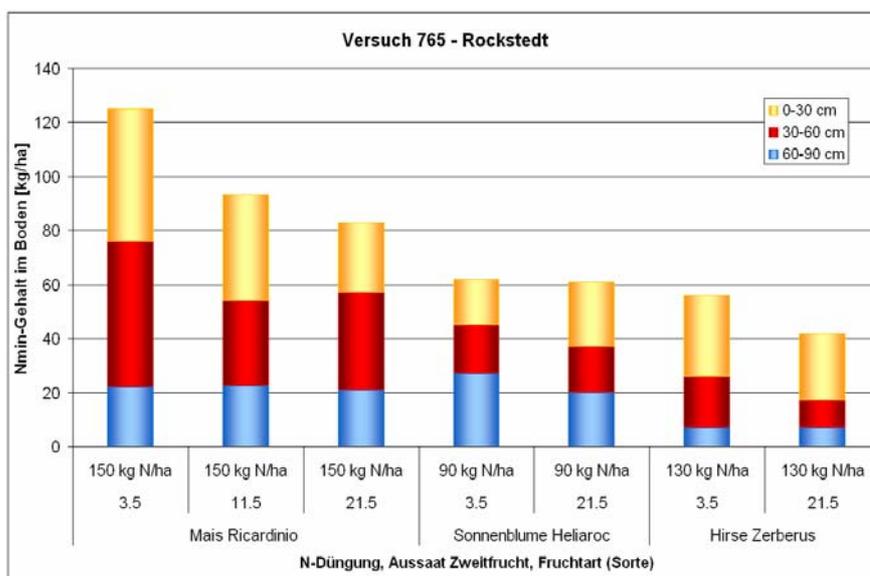
\*) Düngung Erstfrucht Grünroggen nach Sollwert 140 kg N/ha – Nmin

\*\*) Die Düngung zur Zweitfrucht erfolgte auf Basis der Sollwerte für die jeweiligen Kulturen; d.h. 180, 160, 120 kg N/ha abzügl. Nmin. (Mais, Hirse, SB). In Poppenburg wurde nach den jeweiligen Ernteterminen des Grünroggens eine Nmin Probe gezogen und entsprechend berücksichtigt



**Abbildung 46 Durchschnittliche Trockenmasseerträge der Erst- und Zweitfrucht im Durchschnitt der Standorte Poppenburg, Rockstedt, Werlte, Versuch 756, 2010**

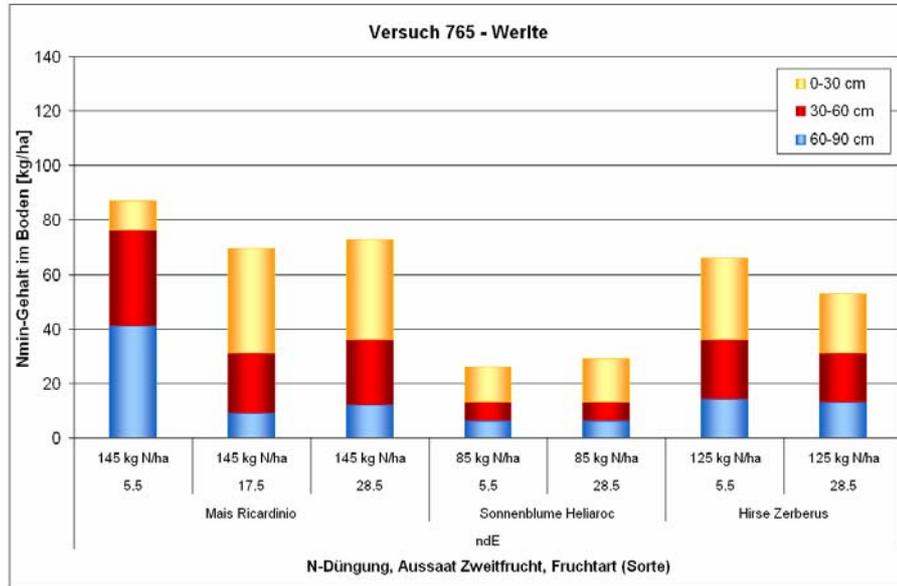
Die Erträge des Grünroggens variierten je nach Erntedatum. Es zeigte sich, dass 2010 der spätere Erntezeitpunkt (Erntetermin 20.05.) mit 79 dt TM/ha fast den doppelten TM Ertrag gegenüber dem 1. Erntetermin erzielte. Dies wirkte sich auch für den Gesamttrockenmasseertrag entsprechend positiv aus, zumal der sehr kühle Mai die Zweitfrüchte in ihrer Entwicklung hemmte, der Roggen aber gute Zuwachsraten erreichte. Ertraglich konnte die Hirse bei Aussaat ab Mitte Mai als Zweitfrucht mit dem Silomais mithalten. Die Sonnenblumenganzpflanzensilage brachte keine vergleichbaren Erträge.



**Abbildung 47 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte (= zur Sickerwasserspende), Versuch 765, Rockstedt, 2010**

Die unterschiedlich hohen Gesamt-TM-Erträge der unterschiedlichen Aussaattermine spiegeln sich auch im Nmin-Gehalt nach der Ernte von Silomais am Standort Rockstedt wieder. Der höhere Ertrag führte beim Silomais auch zu niedrigeren Rest-Nmin-Gehalten im Boden nach der Ernte (siehe Abbildung 47).

Insgesamt lag das Niveau nach dem Silomais mit 80-120 kg/ha Nmin deutlich höher als nach den Zweitfrüchten Sonnenblume und Hirse. Nach der Sonnenblumen-Ganzpflanzensilage wurden Werte von 60 kg/ha Nmin gemessen und nach der Hirsen-Ganzpflanzensilage Rest-Nmin-Gehalte von 40-60 kg/ha.

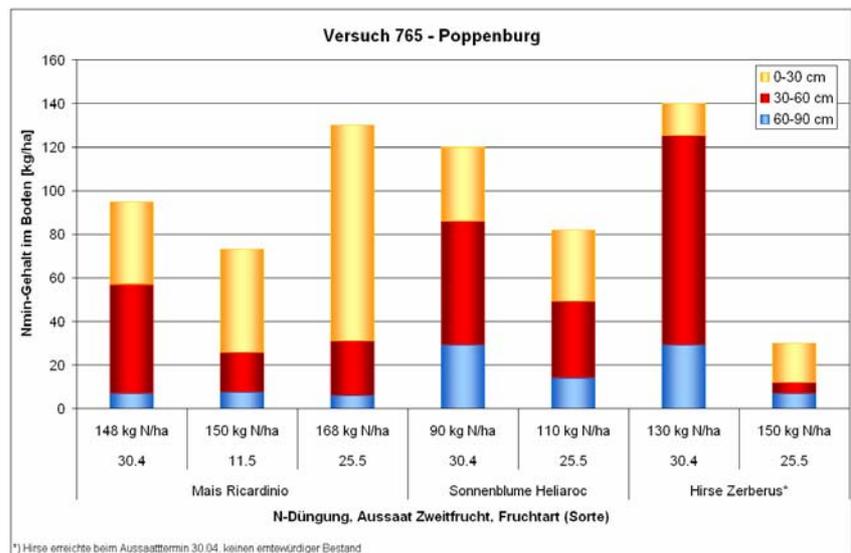


Am Standort Werlte wurden tendenziell ebenfalls zum späteren Erntetermin der Erstfrucht geringere Rest-Nmin-Gehalte nach der Zweitfrucht gemessen. Jedoch nicht so ausgeprägt wie am Standort Rockstedt. Zudem war in Werlte zum Zeitpunkt der Ernte schon eine deutliche Verlagerung des Stickstoffs zu erkennen (siehe Abbildung 48).

**Abbildung 48 Nmin Gehalte nach der Ernte (= zur Sickerwasserspende), Versuch 765, Werlte 2010**

Insgesamt lag das Niveau der Rest Nmin-Gehalte im Herbst 2010 niedriger als am Standort Rockstedt. Nach Silomais wurden zwischen 60-90 kg/ha Nmin nach der Ernte gemessen. Nach der Sonnenblumen-Ganzpflanzensilage (GPS) lagen die Nmin-Gehalte im Bereich von 25-30 kg/ha, bei der Hirsen-Ganzpflanzensilage im Bereich von 50-70 kg/ha.

Am Standort Poppenburg wurden insgesamt höhere Rest-Nmin-Gehalte nach der Ernte gemessen. Zudem war auch dort zum Zeitpunkt der Nmin Probenahme bereits die Verlagerung des Stickstoffs in tiefere Bodenschichten bereits deutlich zu erkennen. Zu beachten ist, dass die Zweitfrüchte zum 3. Aussaattermin höher mineralisch gedüngt wurden, weil die Nmin-Werte vor Aussaat der Zweitfrucht niedriger waren.



**Abbildung 49 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte (= zur Sickerwasserspende), Versuch 753, Poppenburg, 2010**

Die Sonnenblumen-(GPS) führte wie an den beiden anderen Standorten hier nicht zu reduzierten Rest-Nmin-Gehalten nach der Ernte im Vergleich zum Silomais. Die Hirse erzielte gute bis sehr gute Rest Nmin Werte. Ausnahme stellt der frühe Saattermin 30.04. dar: Hier hat die Hirse aufgrund von Kälteschäden keinen guten Bestand gebildet, der den gedüngten Stickstoff verwerten konnte. Es wurde nicht beerntet. Die guten Ergebnisse hinsichtlich Trockenmasseertrag und guten Rest-Nmin Gehalten der anderen Versuchsvarianten zeigen, dass die Hirse für die Landwirtschaft in Wasserschutzgebieten sehr interessant ist. Die Kälteempfindlichkeit im Jugendstadium stellt (noch) ein Anbaurisiko dar.

### 6.3. Versuch 874 - Drilltechnik zu Silomais

Bei den Versuchen der LWK Niedersachsen zur Drilltechnik von Silomais an den drei Standorten Werlte, Wehnen, Poppenburg wurden ebenfalls nach der Ernte und zur Sickerwasserspende Nmin-Proben gezogen. Die Düngung erfolgte hier nach dem Sollwertschema (180 kg N/ha abzüglich Nmin) mit mineralischer Unterfußdüngung. Die Nmin-Werte nach der Ernte lagen 2010 nur in Poppenburg auf niedrigem Niveau. In Werlte und Wehnen wurden hohe bis sehr hohe Rest Nmin Werte in allen Silomaisvarianten nach der Ernte ermittelt. Der Einfluss der Reihenweite scheint – im Vergleich der bisher untersuchten Jahre 2008 bzw. 2009 und der Standorte - ungerichtet zu sein. Während in Wehnen die Nmin Werte mit zunehmendem Reihenabstand tendenziell in 2010 abnahmen, stiegen die Nmin Gehalte im Herbst in Werlte mit zunehmender Reihenweite an. Die vertikale Verteilung des Stickstoffs in Wehnen deutet aber daraufhin, dass hier bereits eine Stickstoffverlagerung begonnen hat. Inwieweit eine bessere Bindung des Stickstoffs durch den engeren Reihenabstand erzielt wird, kann nur vermutet werden.

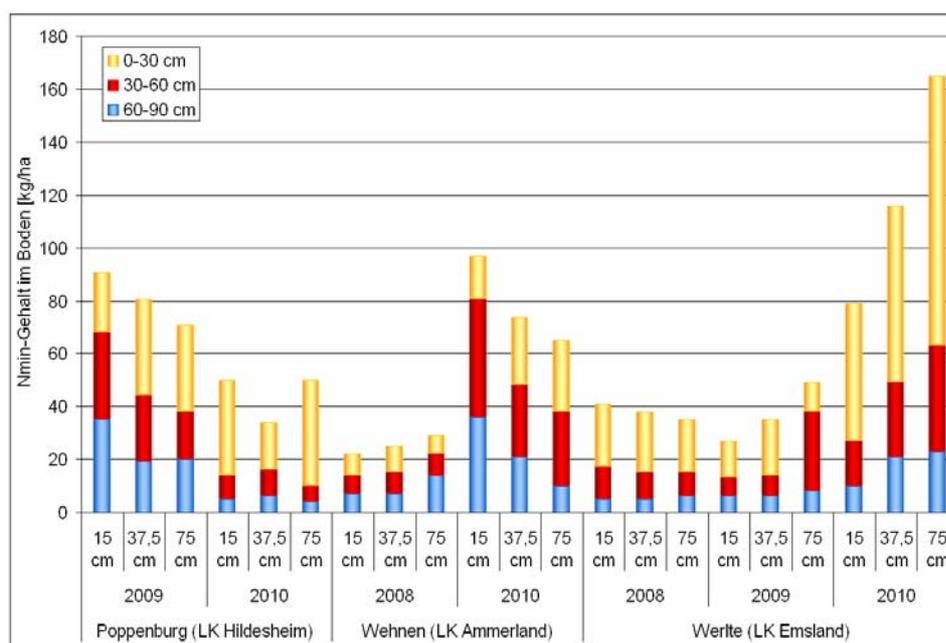


Abbildung 50 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Silomais in Abhängigkeit von der Reihenweite, Versuch 874, 2008-2010

### 6.3.1. Versuch 875/878 - Gülleunterfußdüngung zu Silomais/Körnermais

Die Versuche zur Gülleunterfußdüngung wurden in 2010 mit Silomais und Körnermais an den Standorten Werlte (LK Emsland), Rockstedt (LK Rothenburg) und Wehnen (LK Ammerland) mit denselben Versuchsvarianten wie im Jahr 2008 fortgesetzt. Analog zu den Vorjahren wurde gemäß N Sollwert 180 kg N/ha abzüglich N<sub>min</sub> gedüngt.

Nach der Maisernte wurden die N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden an beiden Standorten ermittelt. Die Proben wurden von den Varianten

- ohne Düngung
- ohne Gülledüngung, UFD mineralisch (40 N; 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- Gülle breit Schleppschlauch, Einarbeitung Zinkenrotor, UFD mineralisch (40 N; 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- Gülle breit Schleppschlauch, Einarbeitung Zinkenrotor, UFD Gülle (40 N; 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

genommen. Die N<sub>min</sub> Ergebnisse der Silomaisflächen sind in Abbildung 51 und die Ergebnisse der Körnermaisflächen in Abbildung 54 dargestellt.

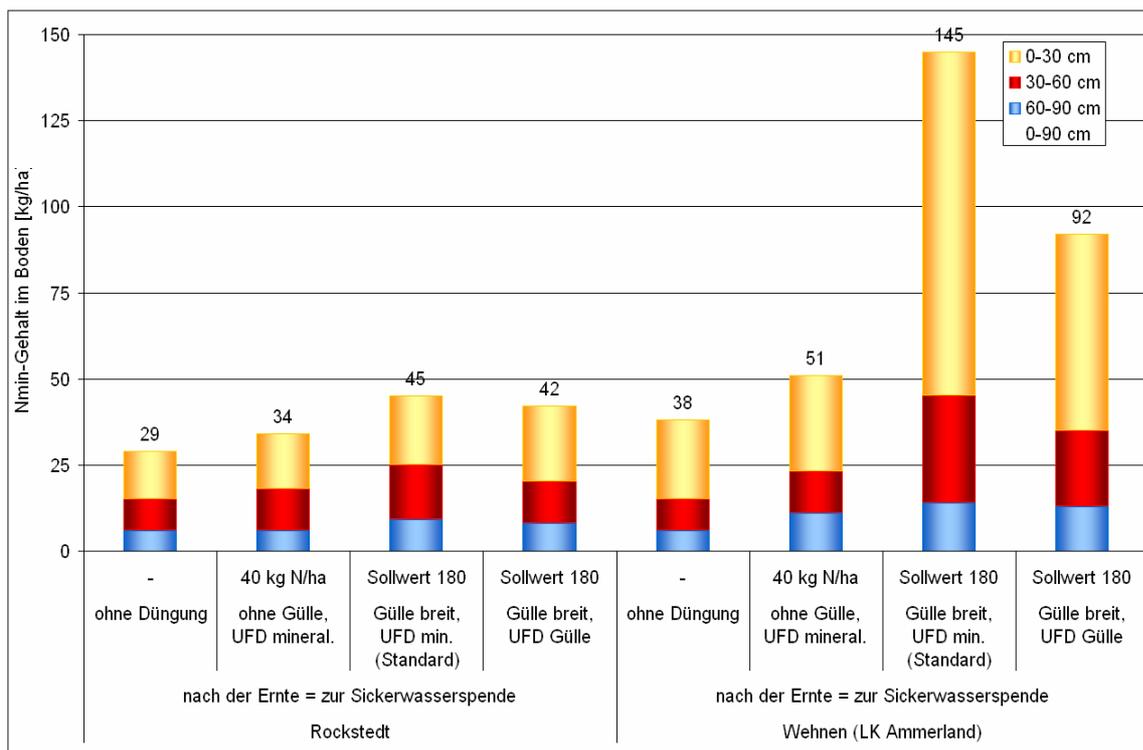
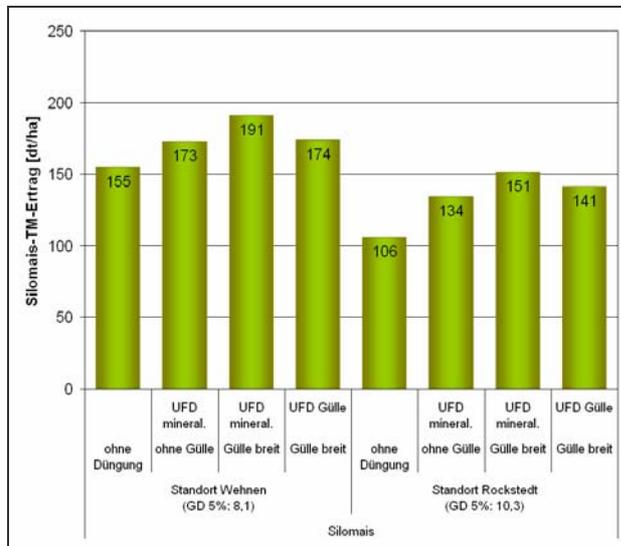


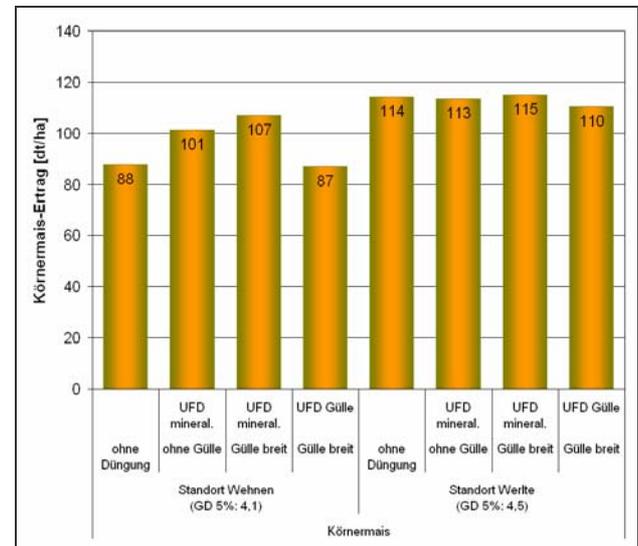
Abbildung 51 N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden nach der Silomaisernte, Versuch 875, 2010

Am Standort Rockstedt hatte wie schon im Vorjahr die Form der Unterfußdüngung keinen Einfluss auf die Rest-N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden. Alle Varianten wiesen unter 50 kg N/ha Rest-N<sub>min</sub> auf. Hingegen war am Standort Wehnen sowohl beim Körnermais eine geringe als auch beim Silomais eine hohe Reduzierung der Rest-N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden in der Variante der Gülle-Unterfußdüngung im Vergleich zur Variante mineralische UFD zu erkennen. Im Vergleich mit den

Ergebnissen der Vorjahre ist dieses nicht erklärbar. Auch am Standort Werlte zeigte die Variante mit Gülleunterfußdüngung geringere N<sub>min</sub> Werte. Zu beachten ist das hohe N<sub>min</sub> Niveau. Sogar in der Nullparzelle wurden über 100 kg N/ha gemessen. Im Gegensatz zu 2010 wiesen die Versuchsergebnisse 2009 in den Varianten Gülleunterfußdüngung am Standort Wehnen im Silomaisanbau tendenziell erhöhte bzw. im Körnermaisbau erhöhte N<sub>min</sub> Werte nach der Ernte im Vergleich zur mineralisch verabreichten Unterfußdüngung auf.



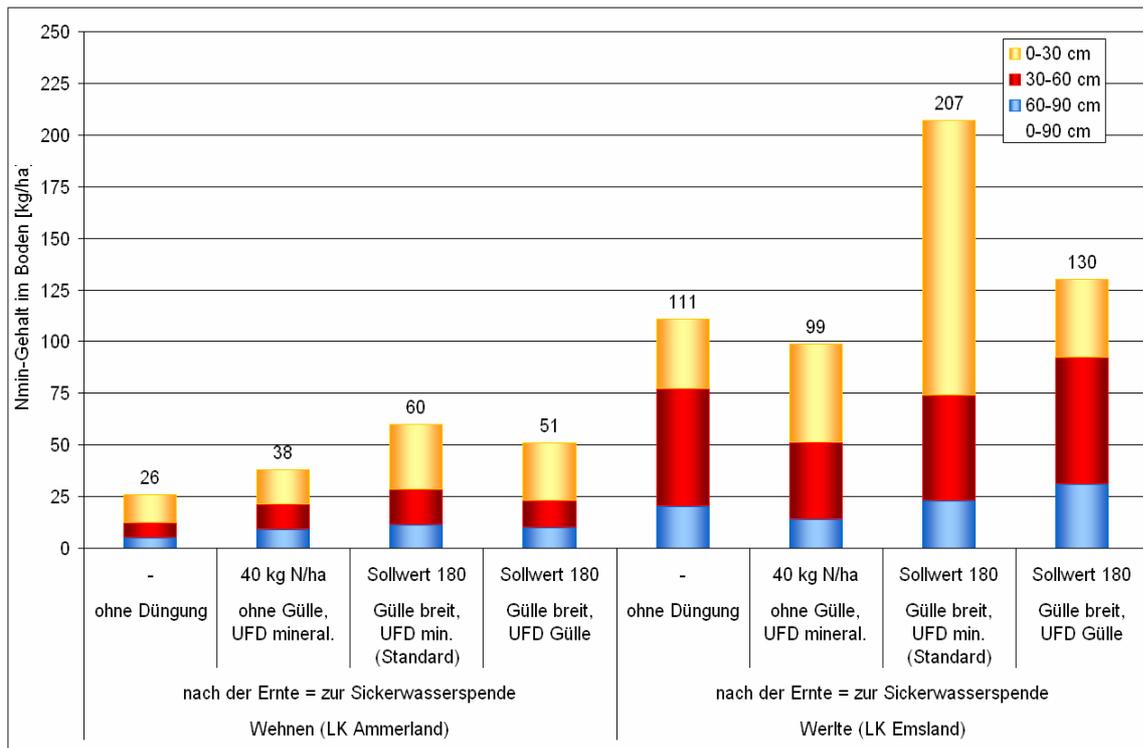
**Abbildung 52 Silomais-TM-Erträge 2010, Versuch 875, 2010**



**Abbildung 53 Körnermaiserträge 2010, Versuch 878, 2010**

Beim Vergleich der Erträge lagen die Ergebnisse der Variante Gülle breit mit UFD mineralisch bzw. Gülle breit mit UFD Gülle an den Standorten Rockstedt und Werlte auf vergleichbarem Niveau. In Wehnen wurde 2010 in der Variante „UFD Gülle“ ein Minderertrag (17 dt Silomais-TM/ha bzw. 20 dt Körnermais/ha) erzielt. Vermutlich hatte die kalte Frühjahrswitterung einen negativen Einfluss auf die Freisetzung der Nährstoffe aus der Gülle.

Da die Ergebnisse zur Substitution der mineralischen Unterfußdüngung durch wirtschaftseigene Dünger wegen der möglichen Verbesserung der Nährstoff- bzw. in Wasserschutzgebieten Stickstoffeffizienz aus der landwirtschaftlichen Praxis und den Berater/innen nachgefragt werden, sollen die Versuche sowie die begleitenden N<sub>min</sub> Untersuchungen fortgesetzt werden.



**Abbildung 54 Nmin-Gehalte im Boden nach der Körnermaisernte der Standorte Wehnen und Werlte, Versuch 878, 2010**

### 6.3.2. Versuch 887 - Welchen Einfluss haben Untersaaten bei Silomais auf die N-Dynamik im Boden?

Im Versuch 887 wurden verschiedene Grasuntersaaten im Silomais zu unterschiedlichen Aussaatzeitpunkten ausgesät. Folgende Untersaaten wurden verwendet:

- Untersaat Deutsches Weidelgras (DW) Sorte Barmaxima
- Untersaat Bastard Weidelgras (BW) Sorte Enduro
- Untersaat Welsches Weidelgras (WW) Sorte Gisel
- Untersaat Rotschwingel (RS) Sorte Livista

Es wurden drei verschiedene Aussaatzeitpunkte für die Untersaat gewählt

- Aussaat vor der Aussaat Silomais
- Aussaat vor dem Auflaufen aber nach der Aussaat Silomais
- Aussaat zum Zeitpunkt 6 Blatt-Stadium des Silomais

Die daraus resultierenden Trockenmasseerträge und relative Energieerträge sind in Abbildung 55 abgebildet.

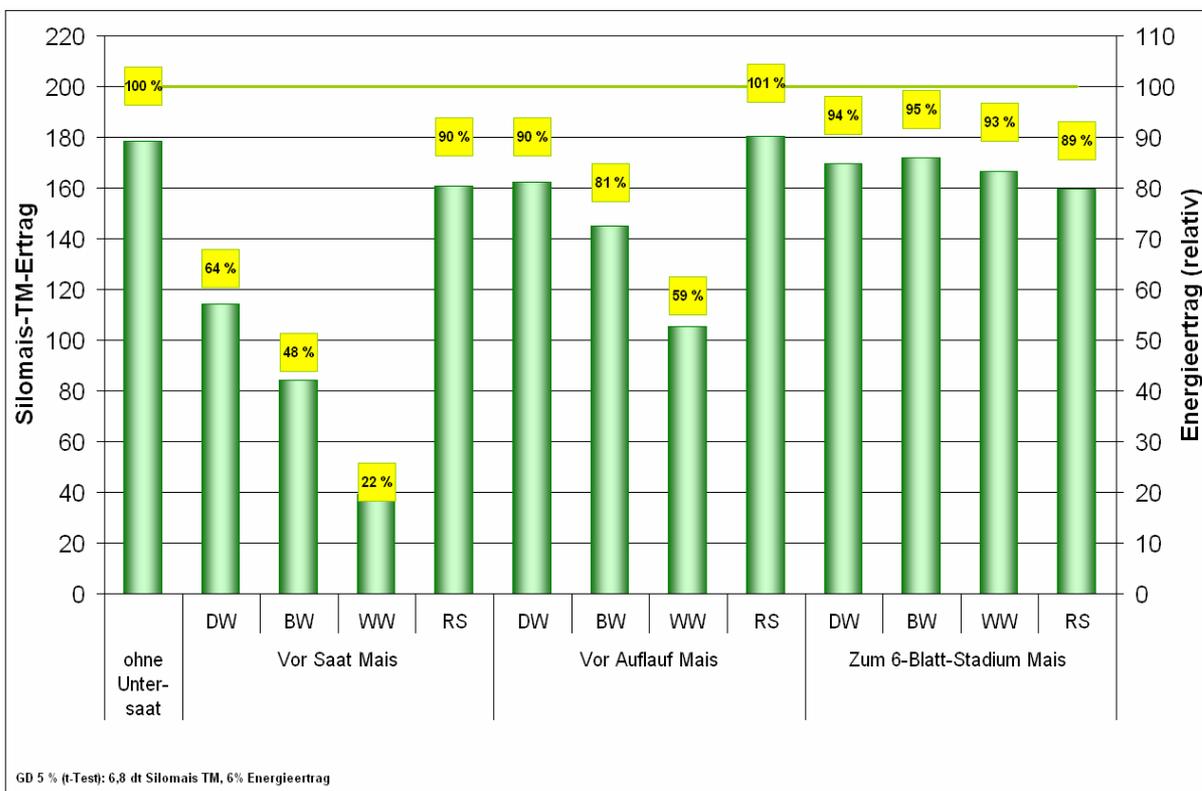
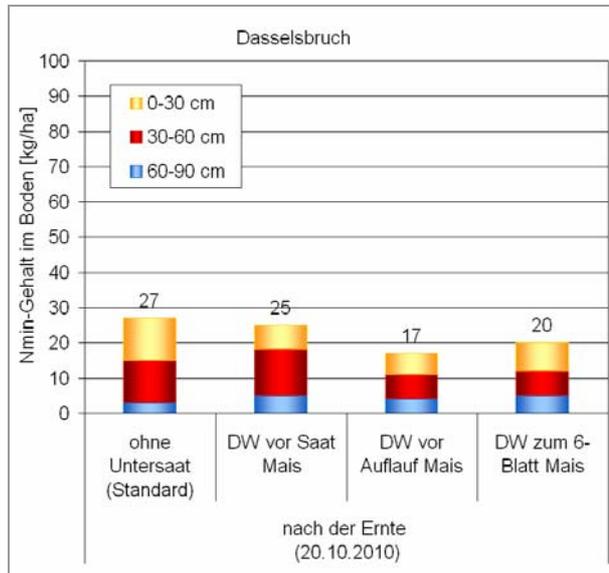


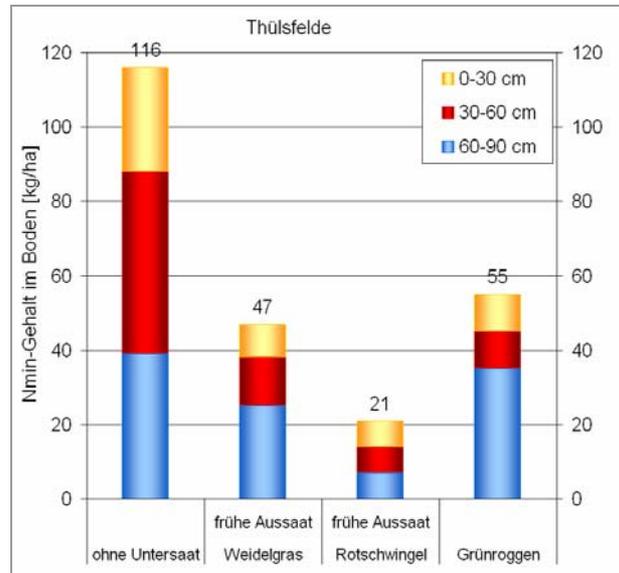
Abbildung 55 Silomaisertrag in Abhängigkeit von der Grasuntersaat und dem Aussaatzeitpunkt der Untersaat 2010, Dasselsbruch

Der Zeitpunkt der Aussaat der Untersaat hatte neben der Auswahl der Grasart einen erheblichen Einfluss auf die Silomaisserträge. Insgesamt war die Aussaat zum 6-Blatt-Stadium des Maises unabhängig von der Grasuntersaat am besten und führte zu keinen oder nur sehr geringen Ertragsverlusten.

Die Rest-Nmin-Gehalte am Standort Dasselsbruch waren insgesamt sehr niedrig ( $\leq 30$  kg/ha). Es wurden keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt.



**Abbildung 56 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Silomais mit und ohne Untersaaten, Standort Dasselsbruch, 2010**

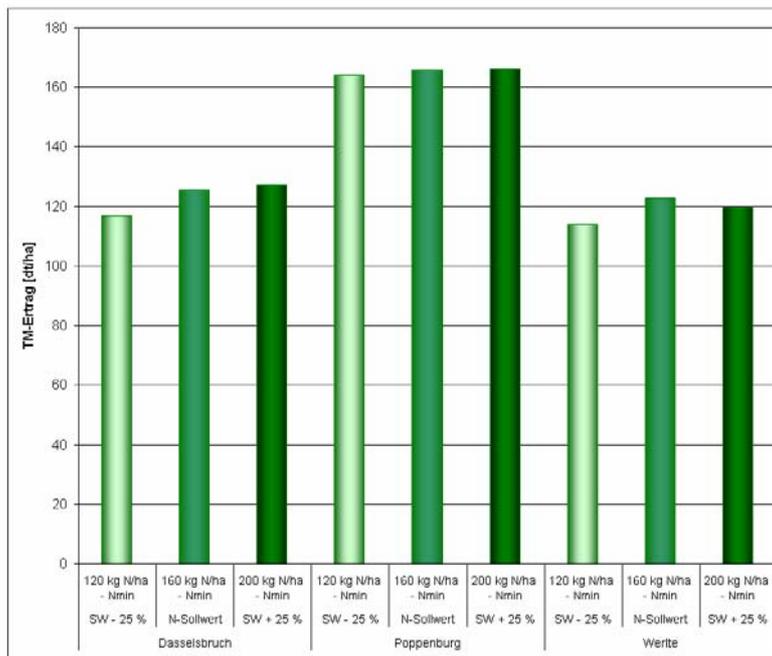


**Abbildung 57 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte von Silomais mit und ohne Untersaaten, Standort Thülsfelde, 2010**

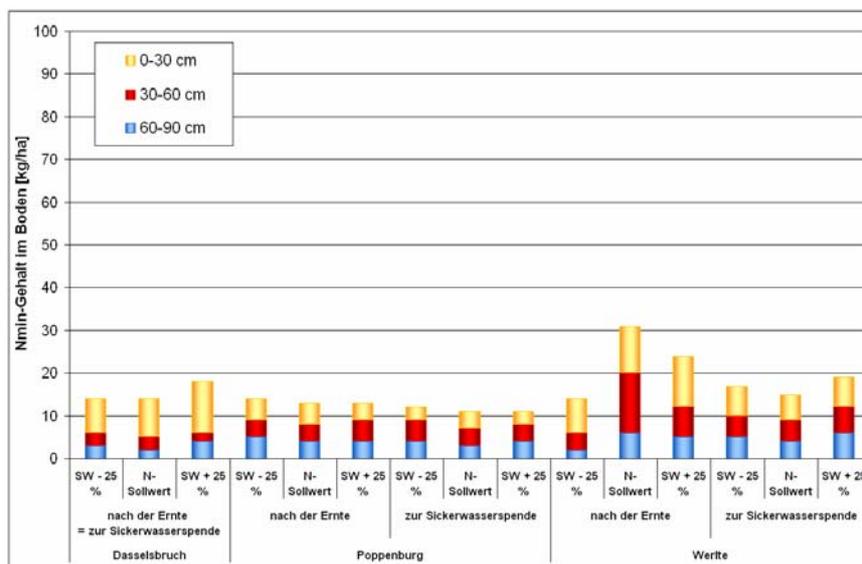
Am Standort Thülsfelde dagegen konnten die Untersaaten die Rest-Nmin-Gehalte deutlich reduzieren. Nach der Silomaisernte wurden auf der Parzelle ohne Untersaat 116 kg Nmin/ha gemessen. Die Untersaaten konnten diesen Wert halbieren.

Die Untersuchungen zu Untersaaten im Maisanbau werden in den kommenden Jahren fortgesetzt.

**6.3.3. Versuch 871 - Welchen Einfluss hat der Anbau und die Düngung zur durchwachsenden Silphie auf die N-Dynamik im Boden?**



**Abbildung 58 Trockenmasseerträge der durchwachsenden Silphie, Versuch 871, 2010**



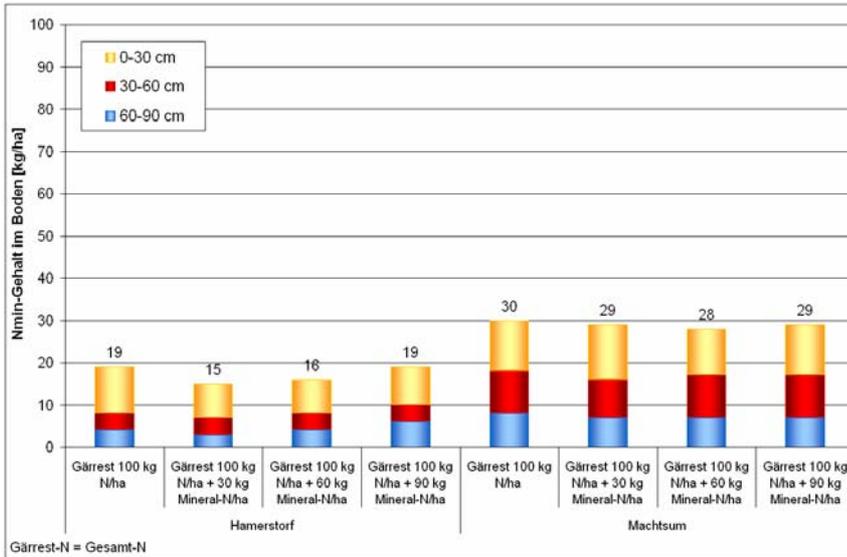
**Abbildung 59 Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte der durchwachsenden Silphie in Abhängigkeit von der Düngung, Versuch 871, 2010**

Die Trockenmasseerträge der durchwachsenden Silphie waren eher vom Standort als von der Stickstoff-Düngung geprägt. Die Erträge lagen zwischen rd. 120 dt an den Standorten Dasselsbruch und Wertle und rd. 160 dt/ha am Standort Poppenburg. Die Abweichung vom Sollwert hatte keine signifikanten Ertragsverluste bzw. –zuwächse zur Folge.

Die nach der Ernte der durchwachsenden Silphie gemessenen Rest-Nmin-Gehalte im Boden waren an allen Standorten auf sehr niedrigem Niveau ( $\leq 30$  kg/ha). Die Abweichung von der Sollwertdüngung (+/- 25 %) hatte 2010 keinen Einfluss auf die Höhe der Rest-Nmin-Gehalte. Zu beachten ist, dass es sich bei der Durchwachsenden Silphie um eine mehrjährige (möglichst 10 – 15 Jahre Nutzungsdauer) Kultur handelt und sich dementsprechend ein unterschiedlich hohes Düngungsniveau auch in den nächsten Jahren auswirken könnte. Eine Fortführung der Untersuchungen ist daher sehr wichtig.

**6.3.4. Versuch 490 und Versuch 687 – Zuckerrübe als Energiepflanze**

Zuckerrüben gewinnen für die Energiegewinnung in Biogasanlagen derzeit an Bedeutung. Im Unterschied zum klassischen Zuckerrübenanbau geht es hier in erster Linie um die Erzielung eines hohen TM-Ertrages, bei dem die innere Qualität, die die Zuckerausbeute bestimmt, außer Acht gelassen werden kann. Es gilt zu untersuchen, in wie weit durch das veränderte N-Düngungsoptima der Trockenmasseertrag gesteigert werden kann und welche Auswirkungen dies auf die N-Dynamik im Boden hat.

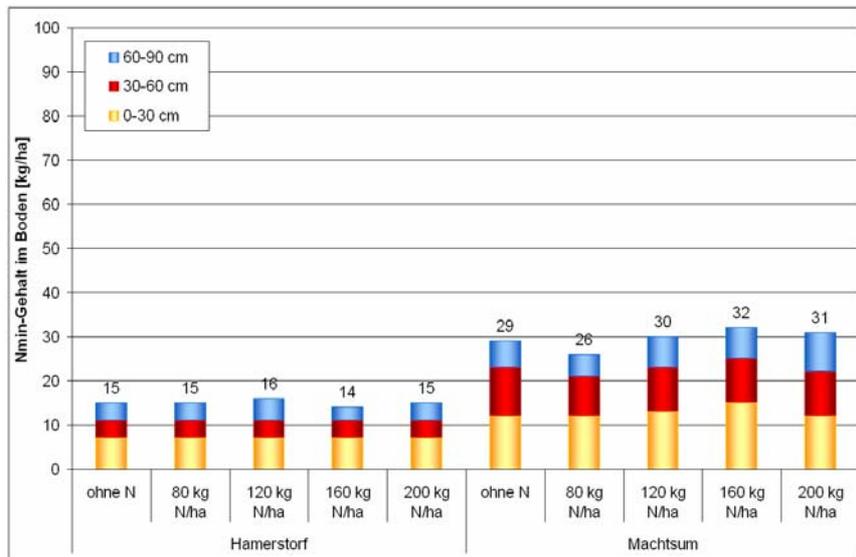


Im ersten Versuchsjahr wurden an den Standorten Machtsum und Hamerstorf sehr niedrige Nmin-Gehalte, zwischen 15-30 kg/ha nach der Ernte der Zuckerrübe gemessen. Auch ein gerichteter Einfluss der Düngungshöhe konnte an keinem Standort festgestellt werden, wie die Abbildung 60 und Abbildung 61 zeigen.

**Abbildung 60 Rest-Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte bei einer Gärrestdüngung zur Zuckerrübe als Energiepflanze, Versuch 490, 2010**

Ob dies standortabhängig war, wird sich eventuell im Jahr 2011 zeigen. Dann wird es den Versuch an insgesamt 4 Standorten geben (Werlte, Rockstedt, Hamerstorf, Machtsum)

Sollten sich diese Ergebnisse auch auf anderen Energierübenstandorten bestätigen, könnte die Rübe eine sehr interessante Energiepflanze in Wasserschutzgebieten werden.



**Abbildung 61 Rest-Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte in Abhängigkeit von der Düngung zur Zuckerrüben als Energiepflanze, Versuch 684, 2010**

7. Anhang

7.1. Wetterdaten

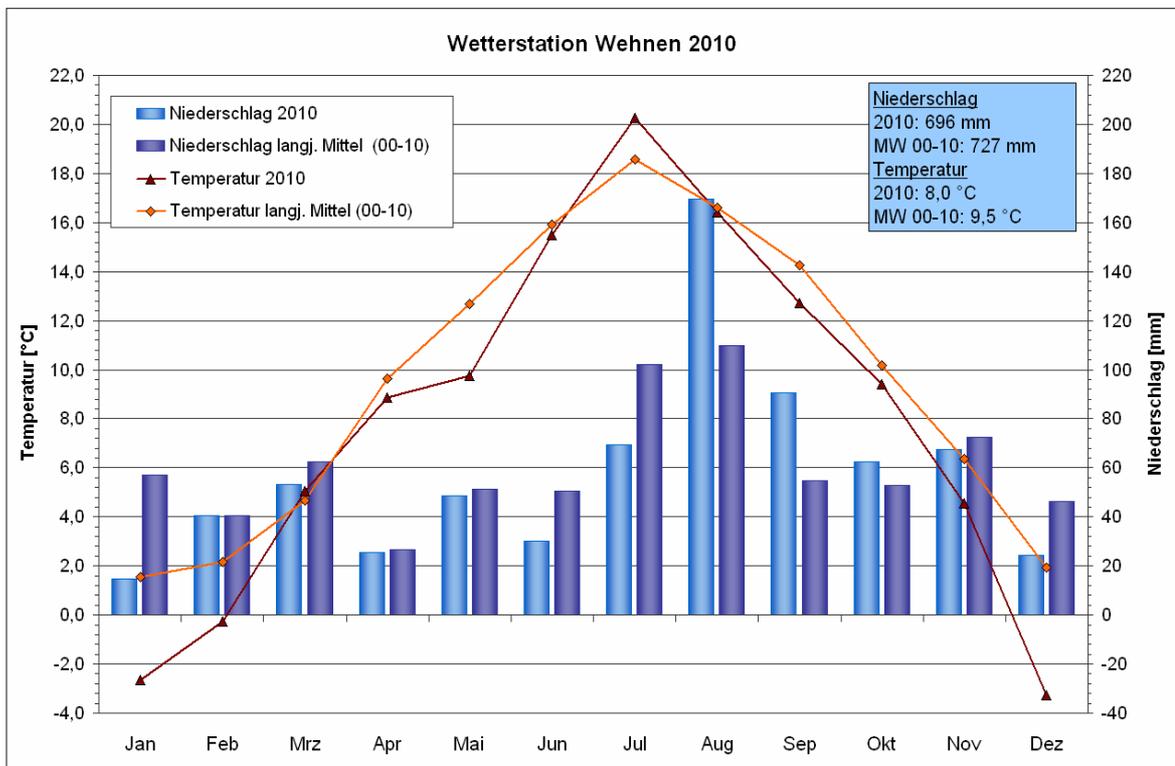


Abbildung 62 Wetterdaten Wehnen 2010

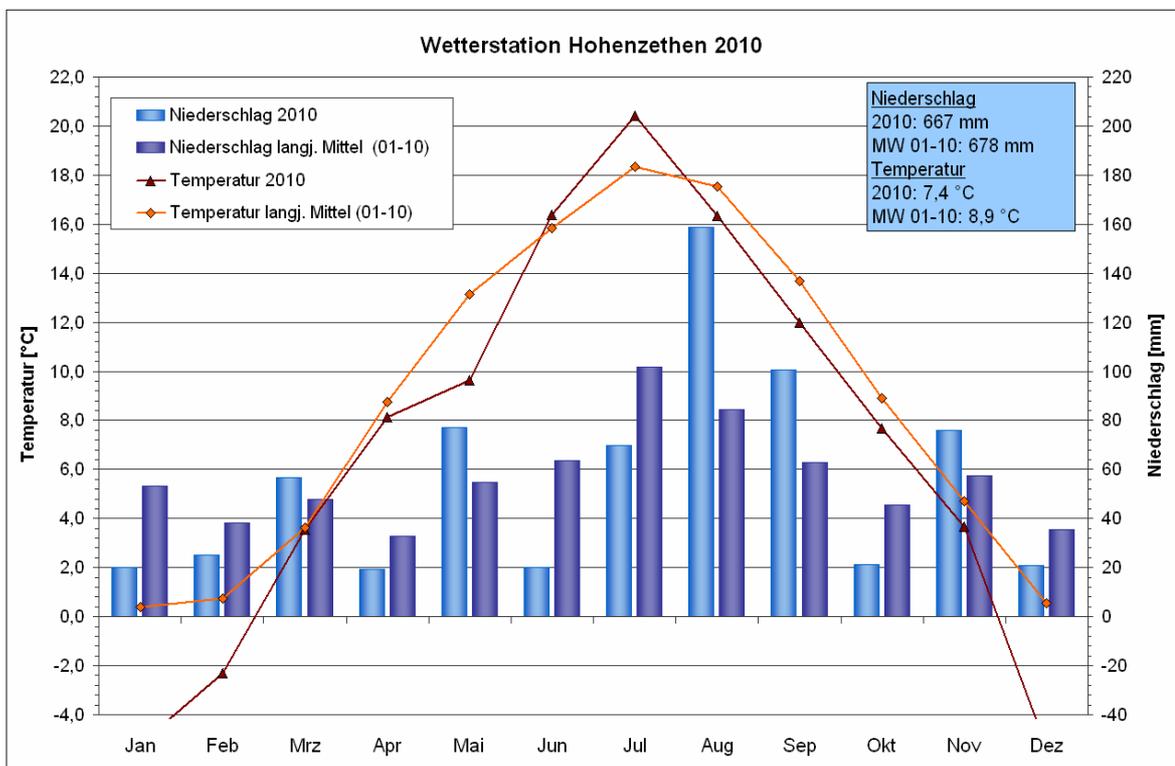


Abbildung 63 Wetterdaten Hohenzethen 2010

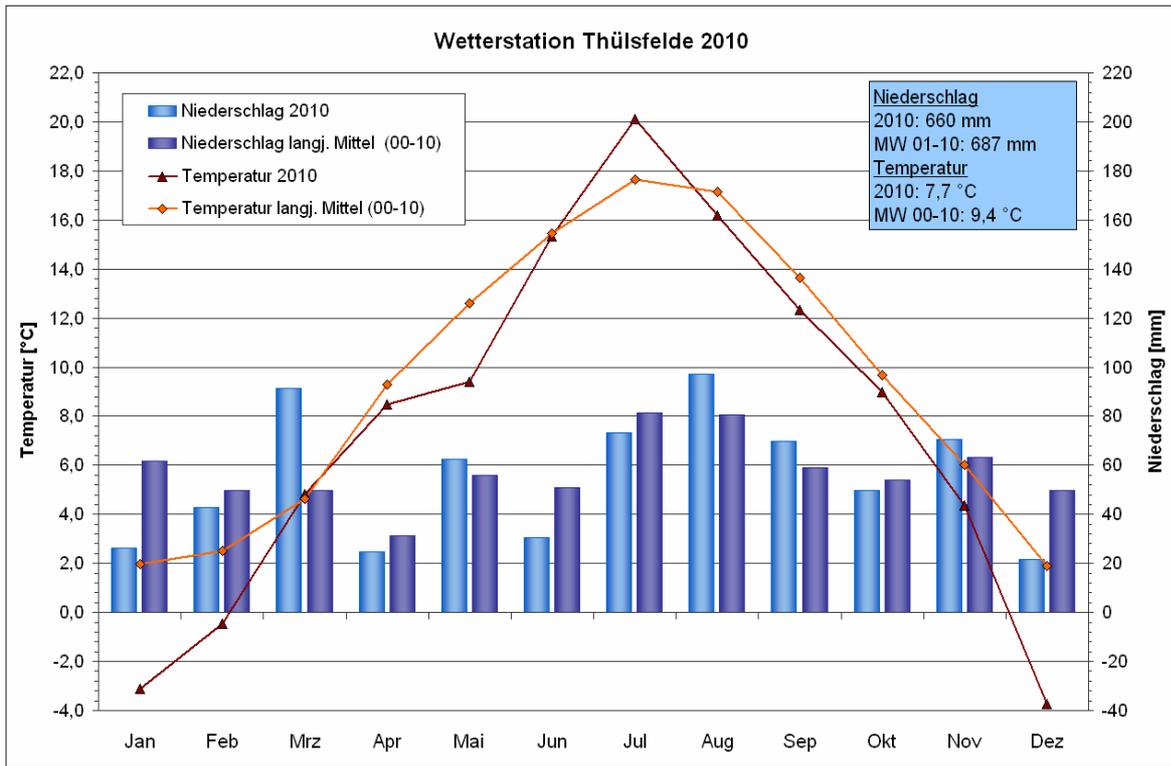
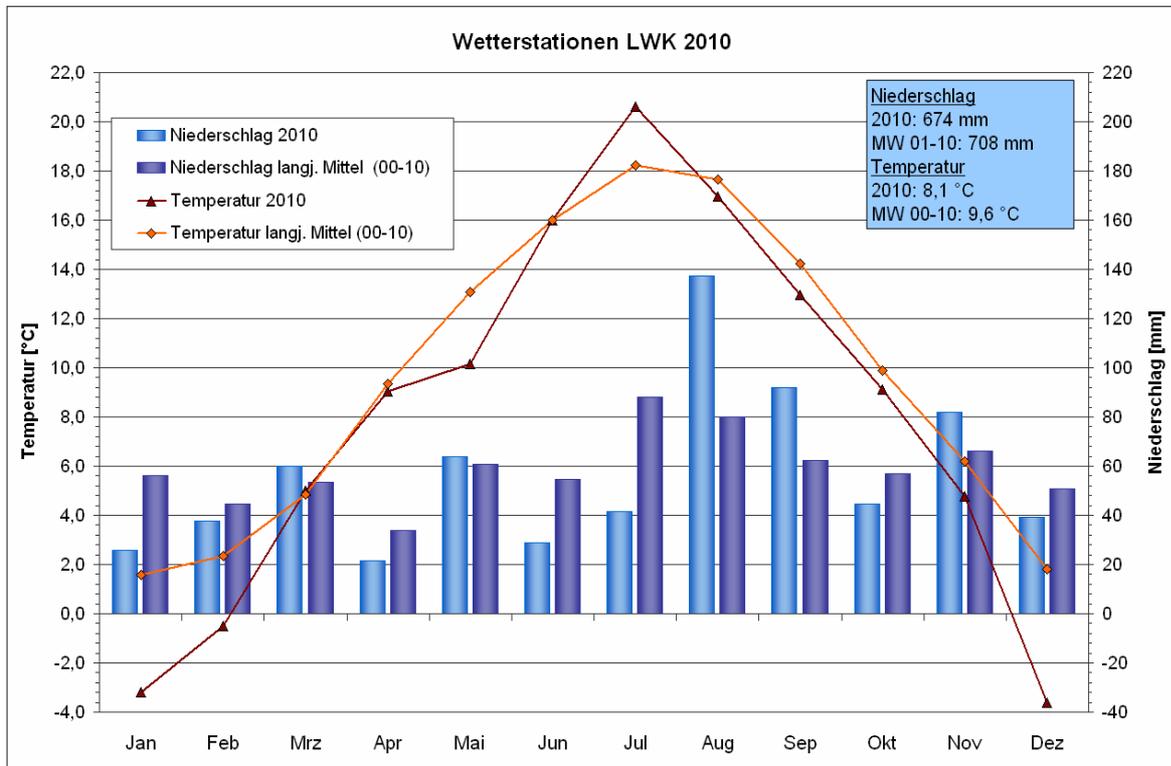


Abbildung 64 Wetterdaten Thülsfelde 2010



(LWK-Wetterstationen: Barnstorf, Carolinensiel, Cloppenburg, Dasselsbruch, Hamerstorf, Höckelheim, Holtorfsloh, Lindloh, Poppenburg, Rockstedt, Wehnen, Werlte, Wietzen)

Abbildung 65 Witterungsverlauf 2010 im Mittel der LWK-Wetterstationen

Tabelle 30 Klimakennwerte der LWK-Wetterstationen

Wetterstation	Temperatur [°C]	Niederschlag 2010 [mm]	Sommerniederschläge 2010 April – Sept. [mm]	
Barnstorf	7,6	750	471	63%
Carolinensiel	8,5	686	395	58%
Cloppenburg	8,3	866	404	47%
Dasselsbruch	7,9	528	356	67%
Hamerstorf	8,0	747	456	61%
Höckelheim	7,6	556	309	56%
Hohenzethen	7,1	666	446	67%
Holtorfsloh	8,1	677	383	57%
Lindloh	8,4	638	329	52%
Poppenburg	7,6	673	431	64%
Rockstedt	8,7	643	302	47%
Thülsfelde	7,7	660	358	54%
Wehnen	8,0	696	433	62%
Werlte	8,4	702	366	52%
Wietzen	8,4	661	396	60%

## 7.2. Versuchsdaten

### 7.2.1. Versuch 641

#### Ertrag

#### Ackergras

Faktor1: Düngung	Schnitt	Datum	Grünmasse dt/ha	Gesamt-TM dt/ha	Methanertrag OTS	OTS %	Gasertrag OTS	Rohprotein %
320 kg N	1	11.05.2010	351	48,54	1327,8	12,8	2505,3	13,5
	2	08.06.2010	215	33,85	939,4	14,5	1726,8	17,0
	3	29.06.2010	122	19,99	560,2	15,3	1029,8	17,8
	4	27.07.2010	65	14,95	417,2	21,5	774,1	15,0
	5	18.08.2010	115	13,35				20,1
	6	09.09.2010	90	10,47				16,7

#### Silomais

Faktor1: Düngung	Gesamt-TM dt/ha 06.10.2010	TS Ges.- pflanze % 06.10.2010	Grünmasse dt/ha 06.10.2010	Methan %	Gasausb. l/kg TM	Rohprotein %
ohne Mineral-N(B)	132,8	32,0	415,3	51,8	541	5,9
75 Mineral-N	160,8	31,9	503,7			6,7
150 Mineral-N	172,3	31,3	550,7	52,1	542	7,6
225 Mineral-N	170,1	31,3	544,0			7,6
300 Mineral-N	174,0	31,6	551,3	52,2	544	7,7
120 Gärrest-N	163,8	31,6	519,0			6,4
120 Gärrest- N+100kgMineral-N	167,0	31,1	537,3			7,3

**Sudangras**

<b>Faktor1: Düngung</b>	<b>Gesamt-TM dt/ha 02.09.2010</b>	<b>TS Ges.- pflanze % 02.09.2010</b>	<b>Grünmasse dt/ha 02.09.2010</b>	<b>Methan %</b>	<b>Gasausb. l/kg TM</b>	<b>Rohprotein %</b>
ohne Mineral-N(B)	80,1	20,4	393,3	51,9	565	7,9
75 Mineral-N	128,7	25,8	498,7			6,9
150 Mineral-N	141,5	24,3	582,3	52,3	561	8,7
225 Mineral-N	127,8	25,3	505,3			9,3
300 Mineral-N	134,7	25,1	535,3	52,7	562	9,3
120 Gärrest-N	123,5	25,0	494,3			6,8
120 Gärrest- N+100kgMineral-N	138,1	26,6	519,7			8,1

**Roggen GPS (Optimale N-Düngung GPS Roggen (80/40 kg/N))**

<b>Bezeichnung Düngungsparzellen Frucht- folge</b>	<b>TM-Ertrag dt/ha 14.06.2010</b>		<b>TS Ges.pflanze % 14.06.2010</b>		<b>Grünmasse dt/ha 14.06.2010</b>	
	<b>Ernte GPS Roggen</b>		<b>Ernte GPS Roggen</b>		<b>Ernte GPS Roggen</b>	
	Rog- genGPSvor MS	Roggen GPS v. Sudangras	Rog- genGPSvor MS	Roggen GPS v. Sudangras	Rog- genGPSvor MS	Roggen GPS v. Sudangras
ohne Mineral-N ())(B)	77,8	75,4	31,5	31,8	246,7	236,7
75 Mineral-N ( )	81,2	78,8	31,0	32,7	262,0	241,0
150 Mineral-N ( )	81,6	77,7	30,9	31,8	263,7	244,7
225 Mineral-N ( )	86,2	79,0	31,5	31,3	274,0	252,0
300 Mineral-N ( )	85,6	78,6	31,5	31,4	272,7	250,3
120 Gärrest-N ( )	83,4	77,4	31,1	31,6	268,0	244,7
120 Gärrest-N+100kgMineral-N ( )	85,1	79,3	32,1	31,6	265,0	250,7

GPS Roggen; Lufa Untersuchung:	Stickstoff in der TM: 1,2%	Phosphor in der TM: 0,2%	Kalium in der TM : 1,38%
-----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

**Silomais (Zweitfrucht nach Roggen)**

<b>Faktor1: Düngung</b>	<b>Gesamt-TM dt/ha 27.10.2010</b>	<b>TS Ges.- pflanze % 27.10.2010</b>	<b>Grünmasse dt/ha 27.10.2010</b>	<b>Methan %</b>	<b>Gasausb. l/kg TM</b>	<b>Rohprotein %</b>
ohne Mineral-N(B)	99,1	25,8	383,0	51,5	536,0	6,6
75 Mineral-N	125,7	26,9	467,3			6,7
150 Mineral-N	124,9	26,1	479,3	51,8	539,0	7,6
225 Mineral-N	134,6	27,5	489,7			7,6
300 Mineral-N	118,5	25,3	468,3	51,9	538,0	7,1
120 Gärrest-N	114,7	27,0	426,3			6,8
120 Gärrest- N+100kgMineral-N	132,3	26,6	495,7			6,9

**Sudangras (Zweitfrucht nach Roggen)**

<b>Faktor1: Düngung</b>	<b>Gesamt-TM dt/ha 27.10.2010</b>	<b>TS Ges.- pflanze % 27.10.2010</b>	<b>Grünmasse dt/ha 27.10.2010</b>	<b>Methan %</b>	<b>Gasausb. l/kg TM</b>	<b>Rohprotein %</b>
ohne Mineral-N(B)	69,0	24,5	282,0	51,8	532	7,90
75 Mineral-N	129,6	27,4	473,3			6,30
150 Mineral-N	139,7	26,2	532,3	51,6	531	8,60
225 Mineral-N	156,5	27,4	571,3			8,00
300 Mineral-N	130,0	26,9	482,7	52,4	536	8,50
120 Gärrest-N	136,1	28,1	484,0			7,30
120 Gärrest- N+100kgMineral-N	159,5	29,0	550,0			7,10

**Bilanz**

Erstfrucht/ Hauptfrucht	N-Düngung [kg/ha]	N-Zufuhr [kg N/ha]*			N-Abfuhr [kg N/ha]			Bilanz [kg N/ha]
		Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- N-Zufuhr	Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- Abfuhr	
<b>Ackergras</b>	<b>2010: 320 Mineral-N</b>	320		320	377,3		<b>377,3</b>	<b>-57</b>
<b>Silomais</b>	ohne Mineral-N				125,4		<b>125,4</b>	<b>-125</b>
	<b>75 Mineral-N</b>	75		75	172,3		<b>172,3</b>	<b>-97</b>
	<b>150 Mineral-N</b>	150		150	209,5		<b>209,5</b>	<b>-59</b>
	<b>225 Mineral-N</b>	225		225	206,8		<b>206,8</b>	<b>18</b>
	<b>300 Mineral-N</b>	300		300	214,4		<b>214,4</b>	<b>86</b>
	<b>120 Gärrest-N</b>	102		102	167,8		<b>167,8</b>	<b>-66</b>
	<b>120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N</b>	202		202	195,0		<b>195,0</b>	<b>7</b>
<b>Sudangras</b>	ohne Mineral-N				101,3		<b>101,3</b>	<b>-101</b>
	<b>75 Mineral-N</b>	75		75	142,1		<b>142,1</b>	<b>-67</b>
	<b>150 Mineral-N</b>	150		150	197,0		<b>197,0</b>	<b>-47</b>
	<b>225 Mineral-N</b>	225		225	190,2		<b>190,2</b>	<b>35</b>
	<b>300 Mineral-N</b>	300		300	200,4		<b>200,4</b>	<b>100</b>
	<b>120 Gärrest-N</b>	102		102	134,4		<b>134,4</b>	<b>-32</b>
	<b>120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N</b>	202		202	178,9		<b>178,9</b>	<b>23</b>

\*org. N-Zufuhr nach Abzug Ausbringungsverluste

Erstfrucht/ Hauptfrucht	N-Düngung** [kg/ha]	Zweitfrucht	N-Düngung** [kg/ha]	N-Zufuhr [kg N/ha]			N-Abfuhr [kg N/ha]			Bilanz [kg N/ha]
				Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- N-Zufuhr	Haupt-, Erstfrucht	Zweit- frucht	Gesamt- Abfuhr	
Roggen GPS	120 Mineral-N	Silomais	ohne Mineral-N	120		<b>120</b>	93,3	104,7	<b>198,0</b>	<b>-78</b>
			75 Mineral-N	120	75	<b>195</b>	97,5	134,7	<b>232,2</b>	<b>-37</b>
			150 Mineral-N	120	150	<b>270</b>	97,9	151,8	<b>249,8</b>	<b>20</b>
			225 Mineral-N	120	225	<b>345</b>	103,4	163,7	<b>267,1</b>	<b>78</b>
			300 Mineral-N	120	300	<b>420</b>	102,8	134,6	<b>237,3</b>	<b>183</b>
			120 Gärrest-N	120	102	<b>222</b>	100,0	124,8	<b>224,9</b>	<b>-3</b>
			120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	120	202	<b>322</b>	102,1	146,1	<b>248,2</b>	<b>74</b>
Roggen GPS	120 Mineral-N	Sudangras	ohne Mineral-N	120		<b>120</b>	90,5	87,3	<b>177,7</b>	<b>-58</b>
			75 Mineral-N	120	75	<b>195</b>	94,6	130,7	<b>225,3</b>	<b>-30</b>
			150 Mineral-N	120	150	<b>270</b>	93,2	192,3	<b>285,5</b>	<b>-15</b>
			225 Mineral-N	120	225	<b>345</b>	94,8	200,3	<b>295,0</b>	<b>50</b>
			300 Mineral-N	120	300	<b>420</b>	94,3	176,8	<b>271,2</b>	<b>149</b>
			120 Gärrest-N	120	102	<b>222</b>	92,8	159,0	<b>251,8</b>	<b>-30</b>
			120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	120	202	<b>322</b>	95,1	181,2	<b>276,3</b>	<b>46</b>

\*org. N-Zufuhr nach Abzug Ausbringungsverluste

## Nmin

Probenahme	Fruchtart	Variante	Trockenmasse			NO <sub>3</sub> -N			NH <sub>4</sub> -N		
			0-30 cm	30-60cm	60-90cm	0-30cm	30-60cm	60-90cm	0-30cm	30-60cm	60-90cm
09.09.2010 =ndE	Sudangras	ohne Mineral-N	83,7	81,9	84,4	6	3	2	1	3	3
		75 Mineral-N	83,2	84,7	84,5	6	3	3	1	2	3
		150 Mineral-N	82,7	84,9	86,2	30	15	9	2	4	2
		225 Mineral-N	82,7	84	85,7	27	23	16	2	3	3
		300 Mineral-N	82,8	85,8	86,5	69	35	27	2	3	3
		120 Gärrest-N	82,4	84,5	84,4	7	3	5	1	3	3
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	83,6	83,9	84,3	20	11	13	1	6	7
15.10.2010 =ndE	Silomais	ohne Mineral-N	86,8	84,6	84,4	4	2	1	1	1	1
		75 Mineral-N	84,7	87	87,5	8	3	2	1	1	1
		150 Mineral-N	86,2	85,8	86	9	3	2	1	1	1
		225 Mineral-N	83,9	85,9	86,6	17	8	7	1	1	1
		300 Mineral-N	85,2	86,5	86,5	44	16	17	2	1	2
		120 Gärrest-N	84,3	87,1	86,1	91	44	22	2	2	2
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	86,4	86,3	86,9	12	4	4	1	1	1
01.11.2010 =ndE	Roggen GPS + Silomais	ohne Mineral-N	81,5	86,6	87,3	11	4	3	2	3	2
		75 Mineral-N	83,9	85,9	86,2	10	4	4	2	2	2
		150 Mineral-N	82,0	85,7	85,3	20	11	9	2	4	4
		225 Mineral-N	81,4	86,7	86,3	34	25	14	1	2	3
		300 Mineral-N	83,2	87,7	85,3	56	38	26	2	5	3
		120 Gärrest-N	81,2	85,9	85,6	17	6	5	3	2	6
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	81,4	85,5	85,9	22	11	6	3	3	3
	Roggen GPS + Sudangras	ohne Mineral-N	81,7	86	86,2	7	3	2	3	5	4
		75 Mineral-N	84,2	85,2	85,8	5	2	2	2	3	3
		150 Mineral-N	81,1	83,9	85,6	11	7	4	3	4	3
		225 Mineral-N	81,4	85,4	84,5	12	11	6	2	3	3
		300 Mineral-N	81,1	82,4	85,9	14	18	12	2	3	3
		120 Gärrest-N	85,2	84,7	85,2	13	13	4	3	4	3
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	81,6	84,6	85,4	8	5	3	1	2	3
30.11.2010 =zSW	Ackergras	320 Mineral-N	81,8	82,6	82,8	4	2	2	2	2	2
	Silomais	ohne Mineral-N	78,7	83,6	85,2	3	2	2	6	3	2

Probenahme	Fruchtart	Variante	Trockenmasse			NO <sub>3</sub> -N			NH <sub>4</sub> -N		
			0-30 cm	30-60cm	60-90cm	0-30cm	30-60cm	60-90cm	0-30cm	30-60cm	60-90cm
		75 Mineral-N	78,8	84,2	84,6	4	3	3	6	3	2
		150 Mineral-N	79,2	83,8	86,1	6	5	3	6	3	2
		225 Mineral-N	79,7	84,7	85,5	9	8	5	4	2	2
		300 Mineral-N	78,7	82,6	84	6	6	8	8	4	3
		120 Gärrest-N	79,8	83,1	83,5	7	5	3	5	2	3
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	78,7	84	84,9	5	4	3	6	4	2
	Sudangras	ohne Mineral-N	78,6	83,4	84,3	5	5	3	5	4	3
		75 Mineral-N	82,2	85,7	86,8	4	5	4	6	3	2
		150 Mineral-N	79,6	85,3	85,4	6	8	10	8	3	2
		225 Mineral-N	79,9	85,4	85,5	7	19	27	4	3	3
		300 Mineral-N	79,3	84,7	84,9	11	23	20	4	3	4
		120 Gärrest-N	79,3	84,4	85,8	5	4	4	5	3	2
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	80	85,5	85,3	7	11	8	7	3	2
	Roggen GPS + Silomais	ohne Mineral-N	79,6	82,6	85	9	6	2	2	2	3
		75 Mineral-N	81,5	83,1	85,6	8	8	5	2	3	2
		150 Mineral-N	79,9	83,5	85,1	10	10	8	2	3	3
		225 Mineral-N	81,9	81,7	82,9	9	10	10	1	3	3
		300 Mineral-N	80,1	83,2	83,2	12	15	23	2	2	5
		120 Gärrest-N	82,9	79,9	82,1	10	9	3	2	4	5
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	79,4	80,7	80,6	10	11	7	2	3	4
	Roggen GPS + Sudangras	ohne Mineral-N	80,9	83,9	87,1	9	7	5	2	2	2
		75 Mineral-N	82,1	87,2	87,1	9	8	6	2	4	3
		150 Mineral-N	82,2	86,7	86	9	13	16	1	3	4
		225 Mineral-N	82,3	86,5	86	10	15	17	2	2	3
		300 Mineral-N	82,7	85,9	86,1	10	27	30	1	3	3
		120 Gärrest-N	81,9	86,8	87,1	12	10	6	2	3	2
		120 Gärrest-N + 100 kg Mineral-N	83,4	86,8	87,2	10	11	9	1	2	3

## 7.2.2. Versuch 643

## Ertrag/Bilanz

Nr.	Fruchtfolge	N-Düngung	Gesamt-TM	Stärke	Protein	N-Enzug	N-Bilanz
		[kg/ha]	[dt/ha]	[dt/ha]	[%]	[kg/ha]	[kg/ha]
1a	Silomais konventionell	18	106,3	38,4	5,4	92	-74
2a		48	132,2	51,5	6,1	129	-81
3a		98	153,6	56,0	6,8	166	-68
4a		148	158,3	60,4	7,4	188	-40
5a		198	162,9	59,6	7,4	194	4
6a		168	147,2	54,9	7,4	174	-6
7a		248	156,9	56,8	7,8	196	52
8a		168	161,2	61,3	7,6	196	-28
1b	Silomais mit Untersaat konservierend	18	104,2	38,3	5,7	94	-76
2b		48	130,7	50,1	6,1	127	-79
3b		98	143,4	54,3	7,0	160	-62
4b		148	152,6	57,1	7,4	181	-33
5b		198	152,3	56,7	7,4	181	17
6b		168	145,4	52,7	7,3	170	-2
7b		248	146,2	52,1	7,9	184	64
8b		168	143,0	52,0	7,6	174	-6

## Nmin

Probenahme	Variante	Fruchtfolge	N-Düngung	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm
03.03.2010	1a	Silomais konventionell	ohne N	4	4	7
	2a		N 50	4	3	3
	3a		N 100	5	5	8
	4a		N 150	8	5	5
	5a		N 200	4	6	3
	6a		Cultan	5	3	4
	7a		N 250	4	3	3
	8a		Gärrest	4	5	3
	1b	Silomais mit Untersaat konservierend	ohne N	4	3	4
	2b		N 50	6	4	5
	3b		N 100	8	6	6
	4b		N 150	7	6	6
	5b		N 200	12	8	6
	6b		Cultan	9	6	7
	7b		N 250	5	3	3
	8b		Gärrest	11	4	4
14.04.2010	1a	Silomais konventionell	ohne N	8	6	8
	2a		N 50	7	5	3
	3a		N 100	7	4	4
	4a		N 150	7	7	4
	5a		N 200	7	4	5
	6a		Cultan	8	6	4

	7a	<b>Silomais mit Untersaat konservierend</b>	N 250	8	8	3	
	8a		Gärrest	7	4	5	
	1b		ohne N	4	3	3	
	2b		N 50	5	4	4	
	3b		N 100	5	3	3	
	4b		N 150	5	4	3	
	5b		N 200	5	5	3	
	6b		Cultan	4	5	3	
	7b		N 250	4	5	4	
	8b		Gärrest	6	5	9	
18.10.2010	1a	<b>Silomais konventionell</b>	ohne N	6	3	5	
	2a		N 50	6	4	4	
	3a		N 100	7	5	4	
	4a		N 150	9	7	6	
	5a		N 200	14	7	5	
	6a		Cultan	6	3	3	
	7a		N 250	22	8	5	
	8a		Gärrest	14	6	8	
	1b		<b>Silomais mit Untersaat konservierend</b>	ohne N	6	4	3
	2b	N 50		8	3	5	
	3b	N 100		13	9	6	
	4b	N 150		10	5	3	
	5b	N 200		6	5	2	
	6b	Cultan		8	3	4	
	7b	N 250		9	5	4	
	8b	Gärrest		12	9	5	
	05.02.2010	1a		<b>Silomais konventionell</b>	ohne N	8	7
		2a	N 50		8	7	6
3a		N 100	8		7	6	
4a		N 150	8		7	4	
5a		N 200	6		6	4	
6a		Cultan	8		7	4	
7a		N 250	7		6	5	
8a		Gärrest	9		7	4	
1b		<b>Silomais mit Untersaat konservierend</b>	ohne N		7	6	5
2b			N 50	7	5	4	
3b			N 100	6	7	7	
4b			N 150	7	6	5	
5b			N 200	7	7	6	
6b			Cultan	7	6	5	
7b			N 250	7	5	4	
8b			Gärrest	9	7	5	

## 7.2.3. Versuch 644a

## Ertrag / Bilanz

Versuch	Variante	org. N-Zufuhr* [kg/ha]	mineral-N-Zufuhr [kg/ha]	N-Zufuhr [kg/ha]	Ertrag [dt/ha]	Protein Korn (86%TS) [%]	N-Abfuhr [kg/ha]	N-Bilanz [kg/ha]
644a RW	1		0	0	21,3	10,79	32	-32
	2		40	40	36,3	11,28	57	-17
	3		80	80	50,0	11,36	78	2
	4		120	120	56,9	12,34	97	23
	5		160	160	65,8	13,01	118	42
	6	80	75	155	59,0	12,06	98	57
644b RW	1		0	0	24,5	10,96	37	-37
	2		40	40	48,3	10,61	70	-30
	3		80	80	63,2	10,27	89	-9
	4		120	120	77,2	10,89	116	4
	5		160	160	82,5	12,90	147	14
	7		200	200	79,5	13,13	144	57
	6	80	75	155	74,1	11,43	117	38
644c GS	1		0	0	14,7	13,1	31	-31
	2		40	40	20,0	13,1	47	-7
	3		80	80	28,5	14,5	66	14
	4		120	120	27,9	15,8	66	54
	5		160	160	28,0	17,6	79	81
	7		200	200	34,0	19,3	109	91
	6	72	80	152	30,9	15,6	80	72

\* org. N-Zufuhr nach Abzug Ausbringungsverluste (14%)

**Nmin 644a - Sickerwasseranlage LBEG (Winterroggen)**

Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 90-120 cm
07.01.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	9	7	7	9
18.02.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	16	8	7	8
03.03.2010 - Frühjahr	1	ohne N	9	7	4	3
	2	Mineral-N 40	6	6	7	4
	3	Mineral-N 80	7	7	5	8
	4	Mineral-N 120	6	5	7	5
	5	Mineral-N 160	8	4	5	13
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	7	7	8	7
01.04.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	43	8	9	13
11.05.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	10	7	6	9
03.06.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	12	4	6	8
06.07.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	9	4	4	5
16.08.2010 - ndE	1	ohne N	11	6	4	5
	2	Mineral-N 40	12	6	4	5
	3	Mineral-N 80	14	8	3	6
	4	Mineral-N 120	16	7	5	6
	5	Mineral-N 160	19	11	8	8
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	18	8	4	8
Sept	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	10	25	7	6
Okt	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	5	4	12	13
Nov	1	ohne N	4	2	3	6
	2	Mineral-N 40	3	3	4	8
	3	Mineral-N 80	4	3	3	9
	4	Mineral-N 120	5	3	5	12
	5	Mineral-N 160	5	3	6	18
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	6	3	2	7
Dez	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	8	3	3	6

**Nmin 644b - konventionelle Fruchtfolge (Winterroggen)**

Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 90-120 cm
07.01.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	8	6	10	21
18.02.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	15	7	6	11
04.03.2010 - Frühjahr	1	ohne N	9	5	5	7
	2	Mineral-N 40	6	4	5	7
	3	Mineral-N 80	6	5	5	7
	4	Mineral-N 120	7	5	7	13
	5	Mineral-N 160	8	5	8	14
	7	Mineral-N 200	8	6	9	29
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	6	5	7	12
01.04.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	78	6	8	14
11.05.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	6	4	5	9
03.06.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	5	2	4	7
06.07.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	5	3	3	5
16.08.2010 - ndE	1	ohne N	10	5	4	4
	2	Mineral-N 40	8	3	3	4
	3	Mineral-N 80	11	5	3	5
	4	Mineral-N 120	13	4	4	5
	5	Mineral-N 160	18	6	5	7
	7	Mineral-N 200	50	7	6	9
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140(B)	15	4	4	5
09.09.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	9	16	6	5
13.10.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	4	5	9	8
09.11.2010 - zSW	1	ohne N	3	2	4	8
	2	Mineral-N 40	5	3	4	7
	3	Mineral-N 80	5	3	4	7
	4	Mineral-N 120	5	2	4	9
	5	Mineral-N 160	5	3	5	13
	7	Mineral-N 200	4	2	9	29
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	4	3	4	10
09.12.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	6	2	3	6

**Nmin 644c - grundwasserschutz-orientierte Fruchtfolge (Sommergerste)**

Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 90-120 cm
07.01.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	9	6	4	5
18.02.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	23	9	4	6
03.03.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	8	3	3	4
01.04.2010 - Frühjahr	1	ohne N	10	6	5	7
	2	Mineral-N 40	10	6	8	6
	3	Mineral-N 80	12	6	8	6
	4	Mineral-N 120	14	5	5	6
	5	Mineral-N 160	12	9	4	5
	7	Mineral-N 200	16	6	4	6
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	13	6	6	7
11.05.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	114	14	8	8
03.06.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	28	11	6	6
06.07.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	43	6	5	5
17.08.2010 - ndE	1	ohne N	8	4	4	4
	2	Mineral-N 40	15	6	4	5
	3	Mineral-N 80	22	8	5	5
	4	Mineral-N 120	38	8	4	4
	5	Mineral-N 160	167	14	6	7
	7	Mineral-N 200	178	22	6	7
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	60	8	5	6
09.09.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	22	49	10	7
13.10.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	6	18	19	12
09.10.2010 - zSW	1	ohne N	6	4	5	7
	2	Mineral-N 40	5	2	5	8
	3	Mineral-N 80	4	3	8	11
	4	Mineral-N 120	5	2	6	13
	5	Mineral-N 160	7	5	42	39
	7	Mineral-N 200	7	55	30	5
	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	8	3	8	22
09.12.2010	6	SW(Gülle-N+Mineral-N) 140	9	4	4	9

## 7.2.4. Versuch 888

## Ertrag/Bilanz

Standort	N-Düngung	TM dt/ha (abs)	Stärke % (abs)	Stärke dt/ha (abs)	NEL/kg TM (abs)	NEL GJ/ha (abs)	Bemerkung
Werlte	ohne Düngung	70,0	1,7	1,3	5,9	41,4	
	60 kg/ha N	80,6	1,2	1,0	5,8	47,2	
	120 kg/ha N	87,6	1,2	1,1	5,8	51,3	
	180 kg/ha N	92,2	1,9	2,0	5,9	54,1	
	240 kg/ha N	98,1	2,0	2,1	5,9	57,7	
	300 kg/ha N	88,3	1,7	1,7	5,9	52,3	
	120 kg/ha N aus Gärrest	81,7	1,1	1,1	5,8	47,3	
Poppenburg							Der Versuch wurde nicht beerntet!
Rockstedt							Der Versuch wurde nicht beerntet!

## Nmin

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm
Werlte	25.06.2010	Mischprobe Nmin		5	4	4
	26.10.2010	1	ohne Düngung	19	9	5
		2	60 kg/ha N	19	9	6
		3	120 kg/ha N	34	29	24
		4	180 kg/ha N	57	62	20
		5	240 kg/ha N	79	62	40
		6	300 kg/ha N	142	102	27
		7	120 kg/ha N aus Gärrest	23	8	7
	08.11.2010	1	ohne Düngung	19	7	5
		2	60 kg/ha N	16	7	6
		3	120 kg/ha N	35	64	15
		4	180 kg/ha N	48	47	26
		5	240 kg/ha N	60	100	60
		6	300 kg/ha N	151	77	63
7		120 kg/ha N aus Gärrest	24	9	10	
Poppenburg	21.06.2010	Mischprobe Nmin		13	4	4
	04.11.2010	1	ohne Düngung	24	17	11
		3	120 kg/ha N	36	62	13
		6	300 kg/ha N	64	153	15
Rockstedt	25.06.2010	Mischprobe Nmin		13	5	11
	25.10.2010	1	ohne Düngung	11	10	18
		3	120 kg/ha N	10	9	24
		6	300 kg/ha N	8	26	60

## 7.2.5. Versuch Ihlow

## Ertrag/Bilanz

Variante	Datum	Ertrag	Rohprotein	NEL	Gasertrag
Var. 1 Silomais Clemente					
Var. 2 Silomais Atletico					
Var. 3 Silomais Clemente K-Saat					
Var. 4 Grünroggen + Sudangras					
Var. 5 Grünroggen + Silomais					
Var. 6 Silomais n. Ackergras					
Var. 7 Silomais n. Ackergras K-Saat					
Var. 8 Roggen-GPS + Sudangras					
Var. 9 Roggen GPS + Silomais					
Var. 10 Mais n. Ackergras					
Var. 11 A-Gras A1					
Var. 12 A-Gras A3					

## Nmin

Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm
09.03.2010	10	Var. 10 Mais n. Ackergras	26	17	12
	11	Var. 11 A-Gras A1	22	19	12
	12	Var. 12 A-Gras A3	19	12	9
	4	Var. 4 Grünroggen + Sudangras	12	13	16
	5	Var. 5 Grünroggen + Silomais	11	13	20
	6	Var. 6 Silomais n. Ackergras	19	18	13
	7	Var. 7 Silomais n. Ackergras K-Saat	24	19	16
	8	Var. 8 Roggen-GPS + Sudangras	21	22	19
	9	Var. 9 Roggen GPS + Silomais	14	11	24
15.04.2010	1	Var. 1 Silomais Clemente	25	22	28
	2	Var. 2 Silomais Atletico	25	29	25
	3	Var. 3 Silomais Clemente K-Saat	14	12	15
03.06.2010	10	Var. 10 Mais n. Ackergras	125	27	17
	6	Var. 6 Silomais n. Ackergras	126	17	12
	7	Var. 7 Silomais n. Ackergras K-Saat	221	28	14
21.10.2010	1	Var. 1 Silomais Clemente	35	24	11
	2	Var. 2 Silomais Atletico	38	18	12
	3	Var. 3 Silomais Clemente K-Saat	38	18	8
	4	Var. 4 Grünroggen + Sudangras	27	13	7
	5	Var. 5 Grünroggen + Silomais	36	13	12
	6	Var. 6 Silomais n. Ackergras	62	36	11
	7	Var. 7 Silomais n. Ackergras K-Saat	78	25	12
	10	Var. 10 Mais n. Ackergras	65	26	13
03.11.2010	11	Var. 11 A-Gras A1	45	16	21

---

	12	Var. 12 A-Gras A3	17	7	7
	8	Var. 8 Roggen-GPS + Sudangras	29	18	9
	9	Var. 9 Roggen GPS + Silomais	55	35	19

---

## 7.2.6. Ergänzende Nmin-Untersuchungen

## Versuch 765

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
Poppenburg	ndE = zSW	1	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	36	15	7	<b>58</b>
		2	Mais Ricardinio 29.04.	Silomais	38	50	7	<b>95</b>
		3	Hirse Zerberus 29.04.	Zuckerhirse	15	96	29	<b>140</b>
		4	Sonnenblume Heliaroc 29.04.	Sonnenblumen	34	57	29	<b>120</b>
		9	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	59	21	8	<b>88</b>
		10	Mais Ricardinio 20.05.	Silomais	99	25	6	<b>130</b>
		11	Hirse Zerberus 20.05.	Zuckerhirse	18	5	7	<b>30</b>
		12	Sonnenblume Heliaroc 20.05.	Sonnenblumen	33	35	14	<b>82</b>
Rockstedt	ndE = zSW	1	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	50	24	12	<b>86</b>
		2	Mais Ricardinio 29.04.	Silomais	49	54	22	<b>125</b>
		3	Hirse Zerberus 29.04.	Zuckerhirse	30	19	7	<b>56</b>
		4	Sonnenblume Heliaroc 29.04.	Sonnenblumen	17	18	27	<b>62</b>
		9	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	29	39	33	<b>101</b>
		10	Mais Ricardinio 20.05.	Silomais	26	36	21	<b>83</b>
		11	Hirse Zerberus 20.05.	Zuckerhirse	25	10	7	<b>42</b>
		12	Sonnenblume Heliaroc 20.05.	Sonnenblumen	24	17	20	<b>61</b>

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
Werlte	ndE	1	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	46	15	7	<b>68</b>
		2	Mais Ricardinio 29.04.	Silomais	11	35	41	<b>87</b>
		3	Hirse Zerberus 29.04.	Zuckerhirse	30	22	14	<b>66</b>
		4	Sonnenblume Heliaroc 29.04.	Sonnenblumen	13	7	6	<b>26</b>
		9	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	31	29	11	<b>71</b>
		10	Mais Ricardinio 20.05.	Silomais	37	24	12	<b>73</b>
		11	Hirse Zerberus 20.05.	Zuckerhirse	22	18	13	<b>53</b>
		12	Sonnenblume Heliaroc 20.05.	Sonnenblumen	16	7	6	<b>29</b>
	zSW	1	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	28	25	10	<b>63</b>
		2	Mais Ricardinio 29.04.	Silomais	52	31	14	<b>97</b>
		3	Hirse Zerberus 29.04.	Zuckerhirse	15	8	6	<b>29</b>
		4	Sonnenblume Heliaroc 29.04.	Sonnenblumen	16	17	18	<b>51</b>
		9	Mais Ricardinio 10.05. (Standard)	Silomais	27	42	27	<b>96</b>
		10	Mais Ricardinio 20.05.	Silomais	40	33	15	<b>88</b>
		11	Hirse Zerberus 20.05.	Zuckerhirse	13	8	6	<b>27</b>
		12	Sonnenblume Heliaroc 20.05.	Sonnenblumen	15	17	16	<b>48</b>

**Versuch 874 Drilltechnik**

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
<b>Poppenburg</b>	ndE	1	Einzelkornaussaat mit KG, 75 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	40	6	4	<b>50</b>
		3	Einzelkornaussaat mit KG, 37,5 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	18	10	6	<b>34</b>
		6	Drillsaat HORSCH Pronto 3DC, 15 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	36	9	5	<b>50</b>
	zSW	1	Einzelkornaussaat mit KG, 75 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	19	27	6	<b>52</b>
		3	Einzelkornaussaat mit KG, 37,5 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	15	22	9	<b>46</b>
		6	Drillsaat HORSCH Pronto 3DC, 15 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	11	31	9	<b>51</b>
<b>Wehnen</b>	ndE = zSW	1	Einzelkornaussaat mit KG, 75 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	27	28	10	<b>65</b>
		3	Einzelkornaussaat mit KG, 37,5 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	26	27	21	<b>74</b>
		6	Drillsaat HORSCH Pronto 3DC, 15 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	16	45	36	<b>97</b>
<b>Werlte</b>	ndE	1	Einzelkornaussaat mit KG, 75 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	102	40	23	<b>165</b>
		3	Einzelkornaussaat mit KG, 37,5 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	67	28	21	<b>116</b>
		6	Drillsaat HORSCH Pronto 3DC, 15 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	52	17	10	<b>79</b>
	zSW	1	Einzelkornaussaat mit KG, 75 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	66	54	33	<b>153</b>
		3	Einzelkornaussaat mit KG, 37,5 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	90	53	26	<b>169</b>
		6	Drillsaat HORSCH Pronto 3DC, 15 cm, UFD Ja, 3 m	Silomais	34	28	13	<b>75</b>

**Versuch 875 Gülleunterfuß Silomais**

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
<b>Rockstedt</b>	ndE = zSW	1	Gülle breit, UFD min. (Standard)	Silomais	20	16	9	<b>45</b>
		2	ohne Düngung	Silomais	14	9	6	<b>29</b>
		3	ohne Gülle, UFD mineral.	Silomais	16	12	6	<b>34</b>
		6	Gülle breit, UFD Gülle	Silomais	22	12	8	<b>42</b>
<b>Wehnen</b>	ndE = zSW	1	Gülle breit, UFD min. (Standard)	Silomais	100	31	14	<b>145</b>
		2	ohne Düngung	Silomais	23	9	6	<b>38</b>
		3	ohne Gülle, UFD mineral.	Silomais	28	12	11	<b>51</b>
		6	Gülle breit, UFD Gülle	Silomais	57	22	13	<b>92</b>

**Versuch 878 Gülleunterfuß Körnermais**

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
<b>Wehnen</b>	ndE = zSW	1	Gülle breit, UFD min. (Standard)	Körnermais	32	17	11	<b>60</b>
		2	ohne Düngung	Körnermais	14	7	5	<b>26</b>
		3	ohne Gülle, UFD mineral.	Körnermais	17	12	9	<b>38</b>
		6	Gülle breit, UFD Gülle	Körnermais	28	13	10	<b>51</b>
<b>Werlte</b>	ndE = zSW	1	Gülle breit, UFD min. (Standard)	Körnermais	133	51	23	<b>207</b>
		2	ohne Düngung	Körnermais	34	57	20	<b>111</b>
		3	ohne Gülle, UFD mineral.	Körnermais	48	37	14	<b>99</b>
		6	Gülle breit, UFD Gülle	Körnermais	38	61	31	<b>130</b>

**Versuch 871 Durchwachsende Silphie**

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
<b>Dasselsbruch</b>	ndE = zSW	1	N-Sollwert 160 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	9	3	2	<b>14</b>
	ndE = zSW	2	SW - 25 % 120 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	8	3	3	<b>14</b>
	ndE = zSW	3	SW + 25 % 200 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	12	2	4	<b>18</b>
	ndE = zSW	4	80 kg/ha N-Nmin + 80 Kg/ha N	Durchwachsende Silphie	8	3	4	<b>15</b>
<b>Werlte</b>	ndE	1	N-Sollwert 160 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	11	14	6	<b>31</b>
	ndE	2	SW - 25 % 120 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	8	4	2	<b>14</b>
	ndE	3	SW + 25 % 200 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	12	7	5	<b>24</b>
	ndE	4	SW 160 kg/ha N-Nmin Gärrest	Durchwachsende Silphie	5	2	2	<b>9</b>
	zSW	1	N-Sollwert 160 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	6	5	4	<b>15</b>
	zSW	2	SW - 25 % 120 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	7	5	5	<b>17</b>
	zSW	3	SW + 25 % 200 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	7	6	6	<b>19</b>
	zSW	4	SW 160 kg/ha N-Nmin Gärrest	Durchwachsende Silphie	7	5	4	<b>16</b>
<b>Poppenburg</b>	ndE	1	N-Sollwert 160 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	5	4	4	<b>13</b>
	ndE	2	SW - 25 % 120 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	5	4	5	<b>14</b>
	ndE	3	SW + 25 % 200 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	4	5	4	<b>13</b>
	zSW	1	N-Sollwert 160 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	4	4	3	<b>11</b>
	zSW	2	SW - 25 % 120 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	3	5	4	<b>12</b>
	zSW	3	SW + 25 % 200 kg/ha N-Nmin	Durchwachsende Silphie	3	4	4	<b>11</b>

**Versuch 887 Silomais mit Untersaat**

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
Dasselsbruch	ndE	1	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	12	12	3	<b>27</b>
		2	DW vor Saat Mais	Silomais mit Untersaat	7	13	5	<b>25</b>
		6	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	12	12	3	<b>27</b>
		7	DW vor Auflauf Mais	Silomais mit Untersaat	6	7	4	<b>17</b>
		11	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	12	12	3	<b>27</b>
		12	DW zum 6-Blatt Mais	Silomais mit Untersaat	8	7	5	<b>20</b>
		16	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	12	12	3	<b>27</b>
	zSW	1	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	6	9	5	<b>20</b>
		2	DW vor Saat Mais	Silomais mit Untersaat	10	12	8	<b>30</b>
		6	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	6	9	5	<b>20</b>
		7	DW vor Auflauf Mais	Silomais mit Untersaat	9	8	6	<b>23</b>
		11	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	6	9	5	<b>20</b>
		12	DW zum 6-Blatt Mais	Silomais mit Untersaat	8	12	8	<b>28</b>
		16	ohne Untersaat (Standard)	Silomais mit Untersaat	6	9	5	<b>20</b>

**Versuch 490 Gärrest-Düngung in Zuckerrüben**

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
Hamerstorf	ndE = zSW	1	Gärrest100kg/ha(B)	Zuckerrüben	11	4	4	<b>19</b>
	ndE = zSW	2	Gärrest100kg/ha+30KAS	Zuckerrüben	8	4	3	<b>15</b>
	ndE = zSW	3	Gärrest100kg/ha+60KAS	Zuckerrüben	8	4	4	<b>16</b>
	ndE = zSW	4	Gärrest100kg/ha+90KAS	Zuckerrüben	9	4	6	<b>19</b>
Höckelheim	ndE = zSW	1	Gärrest100kg/ha(B)	Zuckerrüben	12	10	8	<b>30</b>
	ndE = zSW	2	Gärrest100kg/ha+30KAS	Zuckerrüben	13	9	7	<b>29</b>
	ndE = zSW	3	Gärrest100kg/ha+60KAS	Zuckerrüben	11	10	7	<b>28</b>
	ndE = zSW	4	Gärrest100kg/ha+90KAS	Zuckerrüben	12	10	7	<b>29</b>

**Versuch 687 N-Düngung bei unterschiedlichen Ernteterminen in Zuckerrüben**

Standort	Probenahme	Variante	Versuchsbeschreibung	Fruchtart	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
Hamerstorf	ndE = zSW	1	ohne N	Zuckerrüben	7	4	4	<b>15</b>
	ndE = zSW	2	SW 80kg/ha N	Zuckerrüben	7	4	4	<b>15</b>
	ndE = zSW	3	SW120kg/ha N	Zuckerrüben	7	4	5	<b>16</b>
	ndE = zSW	4	SW160kg/ha N(B)	Zuckerrüben	7	4	3	<b>14</b>
	ndE = zSW	5	SW200kg/ha N	Zuckerrüben	7	4	4	<b>15</b>
Höckelheim	ndE = zSW	1	ohne N	Zuckerrüben	12	11	6	<b>29</b>
	ndE = zSW	2	SW 80kg/ha N	Zuckerrüben	12	9	5	<b>26</b>
	ndE = zSW	3	SW120kg/ha N	Zuckerrüben	13	10	7	<b>30</b>
	ndE = zSW	4	SW160kg/ha N(B)	Zuckerrüben	15	10	7	<b>32</b>
	ndE = zSW	5	SW200kg/ha N	Zuckerrüben	12	10	9	<b>31</b>



**Kontakt:**

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Geschäftsbereich Landwirtschaft

Fachbereich Nachhaltige Landnutzung, Ländlicher Raum

Andrea Knigge-Sievers

Mars-la-Tour-Str. 1-13

26121 Oldenburg

Tel.: 0441 801-431

Fax: 0441 801-440

Email: [andrea.knigge-sievers@lwk-niedersachsen.de](mailto:andrea.knigge-sievers@lwk-niedersachsen.de)

Internet: [www.lwk-niedersachsen.de](http://www.lwk-niedersachsen.de)