

# Fruchtfolgegestaltung und konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat – Eine pflanzenbaulich/ökonomische Analyse

Marco Schneider

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Univ.-Prof. Dr. U. Schmidhalter

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. A. Heißenhuber
2. Univ.-Prof. Dr. K.-J. Hülsbergen

Die Dissertation wurde am 20.11.2008 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 07.07.2009 angenommen.

## Gliederung

<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung und Arbeitsschwerpunkte.....	3
1.3 Vorgehensweise.....	3
<b>2 Wirtschaftliche und pflanzenbauliche Rahmenbedingungen.....</b>	<b>4</b>
2.1 Agrarmarktpolitische und ökonomische Aspekte von Bodenbewirtschaftungssystemen.....	4
2.1.1 EU-Agrarreform 2003 – Neue Rahmenbedingungen im Marktfruchtbau.....	4
2.1.2 Produktionskosten und Produktionseffizienz in Marktfruchtbetrieben.....	5
2.1.3 Bodenbearbeitungsverfahren und deren Potenziale zur Kosteneinsparung.....	8
2.1.4 Fruchtfolgegestaltung und Wirtschaftlichkeit.....	13
2.1.4.1 Vorfruchtwert – Ertragsleistung der Nachfrüchte.....	15
2.1.4.2 Vorfruchtwert – Auswirkungen auf Pflanzenschutz und Düngung.....	17
2.1.4.3 Vorfruchtwert – Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit und -bearbeitung.....	20
2.1.5 Bodenbewirtschaftungssysteme im ökonomischen Vergleich.....	22
2.1.5.1 Erträge und Erlöse bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat.....	22
2.1.5.2 Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlicher Bearbeitungsintensität.....	23
2.2 Pflanzenbauliche Aspekte bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat.....	28
2.2.1 Problemfelder bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat.....	28
2.2.1.1 Strohmanagement.....	29
2.2.1.2 Ungrasdruck.....	32
2.2.1.3 Durchwuchs.....	33
2.2.1.4 Krankheitsdruck.....	34
2.2.1.5 Auftreten von Schädlingen.....	35
2.3 Konzeption von pflanzenbaulichen Systemversuchen.....	37
2.4 Arbeitshypothesen.....	39
<b>3 Material und Methode.....</b>	<b>41</b>
3.1 Versuchsstandorte, -anlagen und Versuchsaufbau.....	41
3.2 Versuchsdurchführung.....	43
3.3 Datenerfassung und Witterungsverlauf.....	49
3.4 Methodischer Ansatz zur ökonomischen Versuchsauswertung.....	50
<b>4 Ergebnisse der Bodenbewirtschaftungssysteme.....</b>	<b>56</b>
4.1 Standort Soest.....	56
4.1.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme.....	56
4.1.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme.....	62
4.2 Standort Freising.....	70
4.2.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme.....	70
4.2.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme.....	78
4.3 Standort Braunschweig.....	86
4.3.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme.....	86
4.3.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme.....	91
4.4 Standort Gülzow.....	97
4.4.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme.....	97
4.4.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme.....	103
4.5 Arbeitswirtschaft und Betriebsorganisation.....	111
4.6 Berechnung des Vorfruchtwertes von Blattfrüchten, Körnermais und Hafer.....	114
4.7 Analyse der Stückkosten von Weizen und Raps.....	116

---

4.8 Sensitivitätsanalysen.....	121
4.8.1 Einfluss des Weizenpreises auf die Wirtschaftlichkeit.....	121
4.8.2 Einfluss der Leguminosenerträge auf die Wirtschaftlichkeit .....	123
4.8.3 Bedeutung der Lohnkosten.....	124
4.8.4 Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungssysteme auf die Wirtschaftlichkeit in kleineren Betriebseinheiten und bei geänderter Betriebsorganisation.....	127
<b>5 Diskussion.....</b>	<b>129</b>
5.1 Ertragswirkungen von Systemen der Bodenbewirtschaftung.....	129
5.1.1 Fruchtfolgewirkungen auf den Ertrag von Winterweizen.....	129
5.1.2 Systemwirkungen der Bodenbearbeitung auf die Ertragsbildung von ...	131
5.1.2.1 Raps.....	131
5.1.2.2 Winterweizen.....	132
5.2 Kosteneinsparpotenziale in differenzierten Systemen der Bodenbewirtschaftung.....	134
5.2.1 Direktkosten.....	134
5.2.2 Kosten der Arbeitserledigung.....	136
5.3 Rentabilität der Bodenbewirtschaftungssysteme im Vergleich.....	141
5.4 Bewertung der wirtschaftlichen Stabilität unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme.....	145
5.5 Übertragbarkeit der Ergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis.....	146
<b>6 Zusammenfassung.....</b>	<b>150</b>
<b>7 Literatur.....</b>	<b>153</b>
<b>8 Anhang.....</b>	<b>173</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einfluss der Bodenbearbeitung auf Einzelparameter verschiedener Bodenfunktionen.....	10
Tabelle 2:	Kosten der Arbeitserledigung (€/ha) verschiedener Bodenbewirtschaftungssysteme.....	12
Tabelle 3:	Einfluss weizenbetonter Fruchtfolgen auf das Krankheits- und Schädlingspektrum.	18
Tabelle 4:	Veränderung der Rentabilität (€/ha) bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat im Vergleich zum Pflug nach Literaturangaben.....	27
Tabelle 5:	Pflanzenbauliche Problemfelder und Konsequenzen bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat.....	28
Tabelle 6:	Wichtige Krankheiten in bedeutenden Kulturen und Veränderung des Auftretens bei konservierender Bodenbearbeitung im Vergleich zum Pflug.....	35
Tabelle 7:	Beschreibung der einzelnen Versuchsstandorte, Bewirtschaftungssysteme und Versuchsanlagen.....	42
Tabelle 8:	Produktionstechnik (Sortenwahl und Stickstoffdüngung) zu verschiedenen Fruchtarten.....	44
Tabelle 9:	Produktionstechnik (Herbizide/Fungizide) zu verschiedenen Fruchtarten.....	45
Tabelle 10:	Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Soest.....	46
Tabelle 11:	Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Freising....	47
Tabelle 12:	Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Braunschweig.....	48
Tabelle 13:	Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Gülzow.....	49
Tabelle 14:	Witterungsdaten der Versuchsstandorte, 10/2002 bis 9/2005.....	50
Tabelle 15:	Berechnungsschema zur ökonomischen Auswertung von Systemversuchen.....	51
Tabelle 16:	Erzeugerpreise der verschiedenen Produkte (€/dt) zur Ernte in den Regionen.....	52
Tabelle 17:	Datengrundlage zur Berechnung der Direktkosten.....	53
Tabelle 18:	Berechnung der Maschinenkosten.....	54
Tabelle 19:	Preise (€) je Hektar und Jahr für angesetzte Dienstleistungen durch den Lohnunternehmer.....	55
Tabelle 20:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005.....	56
Tabelle 21:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005.....	56
Tabelle 22:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	57
Tabelle 23:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	58
Tabelle 24:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	58
Tabelle 25:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	59

Tabelle 26:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	60
Tabelle 27:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	60
Tabelle 28:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	61
Tabelle 29:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	62
Tabelle 30:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005.....	62
Tabelle 31:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005.....	63
Tabelle 32:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	64
Tabelle 33:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	65
Tabelle 34:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	65
Tabelle 35:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	66
Tabelle 36:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	67
Tabelle 37:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	67
Tabelle 38:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	69
Tabelle 39:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005.....	69
Tabelle 40:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 1 Ra-WW-WW-WW in unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen am Standort Freising, 2003-2005.....	70
Tabelle 41:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	71
Tabelle 42:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	72
Tabelle 43:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-KE-WW in unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen am Standort Freising, 2003-2005.....	72

Tabelle 44:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2a Ra-WW-KE-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	73
Tabelle 45:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2b Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	73
Tabelle 46:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-KM-WW in unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen am Standort Freising, 2003-2005.....	74
Tabelle 47:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KM-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	74
Tabelle 48:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KM-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	75
Tabelle 49:	Weizenertrag (dt/ha) in Abhängigkeit von Fruchtfolgestellung und Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005.....	76
Tabelle 50:	Erträge von Raps (dt/ha) in Abhängigkeit vom Jahr und dem System der Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005.....	77
Tabelle 51:	Erträge von Körnermais (dt/ha) in Abhängigkeit vom Jahr und dem System der Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005.....	77
Tabelle 52:	Erträge von Körnererbsen (dt/ha) in Abhängigkeit vom Jahr und dem System der Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005.....	78
Tabelle 53:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	78
Tabelle 54:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	79
Tabelle 55:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	80
Tabelle 56:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	80
Tabelle 57:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2a Ra-WW-KE-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	81
Tabelle 58:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2a Ra-WW-KE-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	82
Tabelle 59:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2b Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	83
Tabelle 60:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2b Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	83
Tabelle 61:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KM-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	84

Tabelle 62:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KM-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005.....	85
Tabelle 63:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KM-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	85
Tabelle 64:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KM-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005.....	86
Tabelle 65:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	87
Tabelle 66:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	87
Tabelle 67:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	88
Tabelle 68:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	88
Tabelle 69:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	89
Tabelle 70:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	89
Tabelle 71:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	90
Tabelle 72:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	91
Tabelle 73:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	91
Tabelle 74:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	92
Tabelle 75:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	93
Tabelle 76:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	94
Tabelle 77:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	94
Tabelle 78:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	95

---

Tabelle 79:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	96
Tabelle 80:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	97
Tabelle 81:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005.....	98
Tabelle 82:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005.....	98
Tabelle 83:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	99
Tabelle 84:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	99
Tabelle 85:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-Bl. Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	100
Tabelle 86:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-Bl. Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	100
Tabelle 87:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-Bl. Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	101
Tabelle 88:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-Bl. Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	102
Tabelle 89:	Erträge im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	102
Tabelle 90:	Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	103
Tabelle 91:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005.....	104
Tabelle 92:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005.....	105
Tabelle 93:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	106
Tabelle 94:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	107
Tabelle 95:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-Bl. Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	107
Tabelle 96:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-Bl. Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	108



Tabelle 97:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-Bl. Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	109
Tabelle 98:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-Bl.-Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	110
Tabelle 99:	Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	110
Tabelle 100:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005.....	111
Tabelle 101:	Vorfruchtwert von Raps, Leguminosen, Mais und Hafer zu Weizen in Abhängigkeit von dem Bewirtschaftungssystem und dem Standort, gemessen am Durchschnittsertrag des 1. und 2. Stoppelweizens im Referenzsystem Pflug, 2003-2005.....	115
Tabelle 102:	Mindestens notwendiger Leguminosenertrag in erweiterten, pfluglos bestellten Fruchtfolgen im Vergleich zum Referenzsystem wintergetreidebetonte Fruchtfolge Pflug bei durchschnittlichen und 20 Prozent höheren Weizenpreisen, 2003-2005.....	124
Tabelle 103:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL, €/ha) aller Bewirtschaftungssysteme am Standort Freising, 75 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	127
Tabelle 104:	Erträge (dt/ha) von Weizen nach unterschiedlichen Vorfrüchten auf verschiedenen Standorten.....	129
Tabelle 105:	Erträge (dt/ha) und Ertragsdifferenzen des ersten und zweiten Stoppelweizens auf verschiedenen Standorten (Mittel der Bodenbearbeitungsvarianten, 2003-2005).....	130
Tabelle 106:	Effekte der Bodenbearbeitung auf die Ertragsbildung von Raps auf verschiedenen Standorten (2003-2005).....	131
Tabelle 107:	Erträge (dt/ha) von Weizen nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung und verschiedenen Vorfrüchten an vier Standorten, 2003-2005.....	133
Tabelle 108:	Direktkosten (€/ha und relativ) in einem 300 ha Modellbetrieb in Abhängigkeit von Bewirtschaftungssystem und Standort, 2003-2005.....	135
Tabelle 109:	Mehrkosten (€/ha) des Stoppelweizens im Vergleich zum Blattfruchtweizen durch höhere produktionstechnische Aufwendungen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung im Mittel von vier Standorten, 2003-2005.....	136
Tabelle 110:	Kosten der Arbeitserledigung (€/ha und relativ) in einem 300 ha Modellbetrieb in Abhängigkeit von dem Bewirtschaftungssystem, 2003-2005.....	138
Tabelle 111:	Treibstoffkosten bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren.....	139
Tabelle 112:	Arbeitskraftstunden (Akh/ha) und Maschinenneuwerte (€/ha) verschiedener Systeme der Bodenbewirtschaftung, 2003-2005.....	140
Tabelle 113:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL, €/ha) in einem 300 ha Modellbetrieb in Abhängigkeit vom Bewirtschaftungssystem, 2003-2005.....	143

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Niedersachsen..	7
Abbildung 2:	Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Nordrhein-Westfalen.....	7
Abbildung 3:	Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Bayern.....	7
Abbildung 4:	Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Mecklenburg-Vorpommern.....	7
Abbildung 5:	Einteilung verschiedener Verfahren der Bodenbearbeitung im Pflanzenbau und der Verfahrenstechnik.....	9
Abbildung 6:	Relative Ertragseinbußen von Winterweizen nach ungünstigen Vorfrüchten nach Literaturangaben.....	15
Abbildung 7:	Weizenertrag im Mittel der Bodenbearbeitungssysteme in Abhängigkeit vom Jahr am Standort Freising.....	75
Abbildung 8:	Arbeitszeitverteilung (Akh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Soest, 2003-2005.....	112
Abbildung 9:	Arbeitszeitverteilung (Akh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Freising, 2003-2005.....	113
Abbildung 10:	Arbeitszeitverteilung (Akh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	113
Abbildung 11:	Arbeitszeitverteilung (Akh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Gülzow, 2003-2005.....	114
Abbildung 12:	Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Soest für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	116
Abbildung 13:	Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Freising für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	117
Abbildung 14:	Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Braunschweig für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	117
Abbildung 15:	Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Gülzow für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	118
Abbildung 16:	Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Soest für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	119
Abbildung 17:	Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Freising für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	119
Abbildung 18:	Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Braunschweig für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	120
Abbildung 19:	Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Gülzow für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005.....	120
Abbildung 20:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Soest, 2003-2005.....	121
Abbildung 21:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Freising, 2003-2005.....	122
Abbildung 22:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	122

---

Abbildung 23:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Gülzow, 2003-2005.....	123
Abbildung 24:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Soest, 2003-2005.....	125
Abbildung 25:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Freising, 2003-2005.....	125
Abbildung 26:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Braunschweig, 2003-2005.....	126
Abbildung 27:	Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Gülzow, 2003-2005.....	126

**Abkürzungsverzeichnis**

AB	Ackerbohne
Abb.	Abbildung
abs	absolut
AfA	Abschreibung für Abnutzung
AHL	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
AK	Arbeitskraft
Akh	Arbeitskraftstunde
BD	Bodenbedeckungsgrad mit Ernterückständen (Angabe in Prozent)
Bl. Lup.	Blaue Lupine
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
bzw.	beziehungsweise
DAL	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung
DS	Direktsaat
dt	Dezitonne
DTR/HTR	Drechslera/Helminthosporium tritici-repentis, Blattkrankheit des Weizens
FF	Fruchtfolge
GD	Grenzdifferenz
ha	Hektar
Ha	Hafer
K	Konservierende Bodenbearbeitung
Kap	Kapitel
KE	Körnererbsen
KM	Körnermais
KSE	Kreiselegge
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauforschung in der Landwirtschaft e.V.
LF	landwirtschaftliche Nutzfläche
MS	Mulchsaat/Konservierende Bodenbearbeitung
MSmL	Mulchsaat mit tiefer Lockerung
MSoL	Mulchsaat ohne tiefe Lockerung
P	Pflug/Konventionelle Bodenbearbeitung
p.a.	per anno
PSM	Pflanzenschutzmittel
Ra	Winterraps
rel	relativ

Tab.	Tabelle
VK	Variationskoeffizient
WeW	Wechselweizen
WRo	Winterroggen
WW	Winterweizen
ZF	Zwischenfrucht
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft

## **1 Einleitung**

### **1.1 Problemstellung**

Schwankende Markterlöse, die zunehmende Liberalisierung der Agrarmärkte und agrarpolitische Vorgaben mit steigenden Anforderungen an die Umweltverträglichkeit stellten die Pflanzenproduktion in den vergangenen Jahren vor Herausforderungen. Leistungssteigerung und Kostensenkung sind im zukunftsorientierten Marktfruchtbau wichtige Anpassungsmöglichkeiten an veränderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen. Als zentrales pflanzenbauliches Element im Ackerbau nimmt die Fruchtfolge eine bedeutende Stellung ein und übt durch die Abfolge der Kulturen Einfluss auf die ökonomische Effizienz aus (LÜTKE ENTRUP 2005). Das Denken in Fruchtfolgesystemen mit einem breiten Kulturartenspektrum war noch vor einigen Jahrzehnten eine ökonomisch motivierte Selbstverständlichkeit. Im Zuge der produktionstechnischen Entwicklungen in der Verfahrenstechnik, der Düngung und im Pflanzenschutz verblasste der Stellenwert der Fruchtfolge, die Einzelkultur trat stärker in den Vordergrund. Diese Spezialisierung auf wenige Kulturen stand auch im Zusammenhang mit staatlichen Preisstützungs- und Interventionsmaßnahmen. Die daraus resultierenden hohen Erzeugerpreise rechtfertigten die hohe Produktionsintensität. Mit der Agrarreform von 1992 erfolgte jedoch bereits die Weichenstellung für die Trennung von Markt- und Einkommenspolitik, die mit den „Luxemburger Beschlüssen“ vom Juni 2003 ihren vorläufigen Schlusspunkt fand. Die Preisbildung für Marktfrüchte wird von nun an durch die Marktmechanismen von Angebot und Nachfrage bestimmt, während zur Einkommenssicherung Direktzahlungen bzw. Flächenprämien eingeführt wurden (HEIßENHUBER et al. 2005). Die damit verbundene Synchronisierung mit dem Weltmarktgeschehen führt zu einer nachhaltigen Änderung der Preis-Kostenrelationen im Marktfruchtbau und stellt tradierte Bewirtschaftungssysteme in Frage. Im internationalen Vergleich liegen die Stückkosten von Getreide und Raps bei westeuropäischen Betrieben deutlich über dem Durchschnitt der internationalen Konkurrenz (ISERMEYER 2006). Die in den Produktionsverfahren entstandenen Kosten können in Einzeljahren nicht durch die Markterlöse gedeckt werden. Möglichkeiten zu Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen im Bereich von Pflanzenschutz, Düngung und der Sortenwahl werden weitgehend genutzt. Die optimale spezielle Intensität ist in vielen Fällen ausgereizt. Vergleichende Vollkostenrechnungen von wirtschaftlich erfolgreichen und weniger erfolgreichen Betrieben zeigen dagegen im Bereich der Kosten der Arbeiterledigung noch deutliche Potenziale. Da diese im Wesentlichen durch feste und variable Maschinen- sowie Arbeitskosten bestimmt werden, ist zu vermuten, dass mit abnehmender

Bodenbearbeitungsintensität in diesem Kostenblock Einsparungen realisiert werden können. Die Einsparungen dürfen jedoch nicht durch höhere Aufwendungen beim Pflanzenschutz, beispielsweise durch zunehmende Verungrasungs- oder Krankheitsprobleme, aufgezehrt werden. In diesem Zusammenhang kommt der Fruchtfolge eine entscheidende Bedeutung zu. Mit einer ausgewogenen Fruchtfolgegestaltung, in der allgemein bekannte und vielfach nachgewiesene Vorfruchteffekte gezielt genutzt werden, ist der Krankheitsdruck begrenzt (KÖNNECKE 1967). Viele Blattfrüchte verbessern durch ihre Durchwurzelung und Schattengare die Bodenstruktur. Die Notwendigkeit einer intensiven Bodenbearbeitung besteht nicht mehr. Durch die Änderung der Fruchtfolge im Zusammenhang mit der Bodenbearbeitungsintensität ergeben sich deutliche Spielräume bei der Gestaltung von Bodennutzungs- und Bodenbewirtschaftungssystemen. Die Erweiterung der Fruchtfolge durch die Integration von Sommerungen wird in der landwirtschaftlichen Praxis unter dem Hinweis auf mangelnde Rentabilität der Kulturen mit Skepsis betrachtet. Diese Aussagen beruhen jedoch sehr häufig auf der Basis von Deckungsbeitragsrechnungen der Einzelfrüchte. Dieser betriebswirtschaftliche Bewertungsansatz scheint für eine umfassende und langfristig tragfähige Aussage unzureichend, da nur variable Produktionskosten erfasst werden. Fruchtfolge und Bodenbearbeitung haben dagegen langfristig erhebliche Auswirkungen auf die Festkostenbelastung. Eine umfassende Analyse ökonomischer Parameter wird erstmals intensiv auf der Basis von pflanzenbaulichen Systemversuchen an vier Standorten in dieser Arbeit durchgeführt.

Darüber hinaus besteht in der Pflanzenbauwissenschaft Konsens, dass vielschichtige Umweltprobleme durch konservierende Verfahren der Bodenbearbeitung und angepasste Fruchtfolgesysteme entschärft werden können. Die Vermeidung von Bodendegradierung durch Wind- und Wassererosion durch den Verbleib von Ernterückständen auf der Bodenoberfläche bei pflugloser Bearbeitung war in den 1930er Jahren wichtigster Motivationsgrund für die zunehmende Verbreitung konservierender Anbauverfahren in den USA (KÖLLER und LINKE 2001). Regelwerke wie beispielsweise das Bundesbodenschutzgesetz, die Mykotoxinhöchstmengenverordnung, die Düngeverordnung, das Pflanzenschutzgesetz sowie die formulierten grundsätzlichen Anforderungen an die Umweltverträglichkeit im Rahmen der aktuellen EU-Agrarreform werden in Zukunft verstärkt in den Focus der hiesigen landwirtschaftlichen Betriebe rücken. Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung bieten hier zentrale Lösungsansätze und sind bei der Gestaltung der Bodenbewirtschaftung zu berücksichtigen (HOLLAND 2004).

## **1.2 Zielsetzung und Arbeitsschwerpunkte**

Hauptziel dieser Arbeit ist die ökonomische Bewertung von pflanzenbaulichen Wechselwirkungen in Systemen der Bodenbewirtschaftung unter Berücksichtigung verschiedener Standorte. Die Basis dafür ist ein auf vier Standorten angelegter Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgeversuch.

Innerhalb dieser Gegenüberstellung soll der Einfluss von Bodenbearbeitung und Fruchtfolgegestaltung auf die Ertrags-/Erlös- und Kostenentwicklung quantifiziert werden. Darüber hinaus sind weitere betriebswirtschaftliche Parameter wie der notwendige Arbeitszeitbedarf und die Arbeitszeitverteilung für die Bewirtschaftungssysteme zu kalkulieren. Im Rahmen der ökonomischen Auswertung ist durch den Vollkostenansatz eine modellhafte Bewertung der Wirtschaftlichkeit vorzunehmen. Dabei sind die Interdependenzen von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Standort auf die Wirtschaftlichkeit herauszuarbeiten. Die Ergebnisse der ökonomischen Auswertung sind auf ihre Stabilität hin zu überprüfen. Um dazu Aussagen bei unterschiedlicher Betriebsorganisation und variierenden Erlösverhältnissen wichtiger Marktfrüchte treffen zu können, sind wichtige Determinanten der Wirtschaftlichkeit zu variieren. Auf der Basis der Wirtschaftlichkeitskalkulationen ist eine Bewertung des Vorfruchteffekts der Blattfrüchte Raps und Körnerleguminosen in Abhängigkeit vom Bewirtschaftungssystem und dem Standort vorzunehmen.

## **1.3 Vorgehensweise**

Die Bearbeitung des Themas setzt neben der exakten Darstellung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Marktfruchtbau und dem derzeitigen Wissensstand über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Bewirtschaftungssysteme besonders Kenntnisse über pflanzenbauliche Wechselwirkungen bei konservierender Bodenbearbeitung voraus. Nur mit diesen pflanzenbaulichen Wirkungen von Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung lassen sich die ökonomischen Ergebnisse erklären. Der Material- und Methodenteil beschreibt die Versuchsanlagen sowie die Vorgehensweise bei der ökonomischen Auswertung der Modellbetriebe. Im Ergebnisteil werden zunächst die Erträge und begleitende Bewertungen der Bestände dargestellt. Die ökonomische Auswertung der Bewirtschaftungssysteme erfolgt anhand von Modellbetrieben unter Vollkostenansatz und stellt den Kern dieser Arbeit dar. In diesem Zusammenhang wird auch die notwendige Mechanisierung zur Bodenbearbeitung und Aussaat mit der jeweiligen Schlepperleistung eines jeden Systems aufgezeigt. In der Diskussion werden die Ergebnisse zusammengeführt und analysiert sowie mit den Literaturangaben diskutiert.



## **2 Wirtschaftliche und pflanzenbauliche Rahmenbedingungen**

### **2.1 Agrarmarktpolitische und ökonomische Aspekte von Bodenbewirtschaftungssystemen**

#### **2.1.1 EU-Agrarreform 2003 – Neue Rahmenbedingungen im Marktfruchtbau**

Die Konzeption von Systemen der Bodenbewirtschaftung orientiert sich wesentlich an den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, wobei die Agrarpolitik einen sehr starken Einfluss auf die ökonomische Effizienz von Marktfruchtbetrieben ausübt (LÜTKE ENTRUP 2005). Preisstützungen und Intervention waren in den 1970er und 80er Jahren zentrales Element der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP). Dies motivierte die landwirtschaftliche Praxis zu einer deutlichen Ausdehnung des Anbaus der interventionsfähigen Getreidearten wie Weizen, Roggen und Gerste. Mit der EU-Agrarreform 1992 und der Agenda 2000 wurden die Preisstützungen zunehmend abgebaut. Produktionsgebundene Direktzahlungen kompensierten größtenteils die entstandenen Verluste und trugen auf diese Weise zur Sicherung der Einkommen bei. Mit den „Luxemburger Beschlüssen“ im Juni 2003 hat der Agrarministerrat eine weitere Reform der GAP beschlossen und damit die eigentlich bis 2006 geltende Agenda 2000 weitgehend überholt. Diese Beschlüsse sollen den gesellschaftlichen Forderungen und den internationalen Verpflichtungen bei den WTO-Verhandlungen Rechnung tragen (ISERMEYER 2005).

Die Reform eröffnet den EU-Mitgliedstaaten größere Spielräume bei der Umsetzung der Gemeinsamen Agrarpolitik. Die Eckpunkte – Entkopplung der Direktzahlungen, Cross Compliance und Modulation – sind allerdings verpflichtend (GRETHE et al. 2005). Zentraler Bestandteil der aktuellen Agrarreform ist der weitere Abbau von Markteingriffen. Die Entkopplung hat dabei weitreichende Auswirkungen auf die ökonomische Bewertung der Produktionssysteme im Ackerbau. So ist ab 2005 nur noch der Markterlös zur Deckung der Kosten in Ansatz zu bringen, da Zahlungsansprüche unabhängig von der Produktion aktiviert werden können. Kalkulatorisch brechen in Marktfruchtbetrieben etwa ein Drittel der Einnahmen weg, sodass auch in gut geführten Betrieben kaum noch nennenswerte Gewinne erzielt werden. HENNING et al. (2005) gehen von einer weitreichenden Veränderung der Produktionsstrukturen aus. Insbesondere bei Verfahren, bei denen die bisher gekoppelten Prämien einen hohen Anteil am Deckungsbeitrag hatten. PLESSMANN et al. (2005) bestätigen mit ihren Wettbewerbsanalysen im Bereich Marktfruchtbau diese Einschätzungen. Sie machen deutlich, dass in vielen Marktfruchtbetrieben ohne Prämien kaum kostendeckend gewirtschaftet werden kann.

Die stufenweise Kürzung der Prämienzahlungen im Rahmen der Modulation ist ein weiteres Element der Agrarreform. Die einbehaltenen Finanzmittel sollen verstärkt über die 2. Säule

der EU-Agrarfördermaßnahmen (z.B. Agrarumweltmaßnahmen der Länder) in die Landwirtschaft zurückfließen. Konservierende Bodenbearbeitungsverfahren oder Programme zur Fruchtartendiversifizierung sollen über diesen Weg gefördert werden (BMVEL 2005).

Eine neue Verpflichtung infolge der Agrarreform ist die Verknüpfung der Zahlungsansprüche mit der Einhaltung von Umweltstandards (Cross Compliance). Zentrale Elemente der Reform stellen die Einhaltung von europäischen Rechtsvorschriften, den Erhalt der Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand und Dokumentationspflichten dar (GRETHE et al. 2005).

Die neuen Eckpunkte verstärken den Kostendruck im Marktfruchtbau (HÖLZMANN 2005, SEGGER 2005). HEIBENHUBER (2005) hält folgende Entwicklungen als Konsequenz der EU-Agrarreform im Marktfruchtbau für denkbar:

- Auf besseren Standorten wird die Produktion aufrecht erhalten bleiben. Allerdings wird bei gleich bleibenden Produktpreisen der Druck zu deutlichen Kosteneinsparungen stärker werden. Neben Pachtpreissenkungen sieht der Autor Einsparmöglichkeiten bei der Mechanisierung in den Betrieben.
- Da auf schwachen Standorten mehr und mehr negative Deckungsbeiträge erzielt werden, ist die Flächenstilllegung eine wirtschaftliche Alternative. Ungünstige Standortbedingungen werden nicht nur durch die Ertragsfähigkeit sondern auch von der Flurstruktur bestimmt.

Eine weitere Konsequenz zunehmender Liberalisierung der Agrarmärkte kann auch die Einschränkung des multifunktionalen Charakters der Landwirtschaft sein (HEIBENHUBER et al. 2004).

### **2.1.2 Produktionskosten und Produktionseffizienz in Marktfruchtbetrieben**

In den ökonomischen Auswertungen des Pflanzenbaus werden häufig Ergebnisse von Teilkostenrechnungen (Deckungsbeitragsrechnungen) dargestellt (BACH et al. 2000, WALLBAUM und SCHAERFF 2000, PETERSEN 2004, PÖBNECK und WALLBAUM 2001). Die optimale Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen erfordert aber die Kenntnis und Analyse der Produktionskosten unter Berücksichtigung und Bewertung aller eingesetzten Produktionsmittel und Faktoransprüche. Eine Kostenkontrolle ist nur durch eine Vollkostenrechnung möglich. Horizontale Betriebszweigauswertungen und gut organisiertes Benchmarking zeigen die Bereiche mit den größten Einsparpotenzialen. Analysen verschiedener Autoren (z.B. DEERBERG und KLEINGARN 2003, KLISCHAT 2003, DEECKE und KRECECK 2002, PLESSMANN 2001) decken deutliche

Einsparmöglichkeiten im Kostenblock der Arbeitserledigung auf. Diese stellen in der Regel den größten Anteil (meist >50 Prozent) an den Gesamtkosten, haben aber bisher bei der Gestaltung der Produktionssysteme in der breiten Praxis nur unzureichenden Einfluss. Dagegen bestehen im Bereich der Direktkosten, vornehmlich Saatgut, Handelsdünger und Pflanzenschutz, abgesicherte Optimierungsstrategien. Nach DEERBERG und KLEINGARN (2003) erzielen die wirtschaftlich erfolgreicherer Betriebe die höchsten Naturalerträge mit geringeren Aufwendungen. Zwei wesentliche Erkenntnisse sind dabei bemerkenswert:

- Einsparmöglichkeiten bei den Direktkosten sind in den praktizierten Fruchtfolgen weitgehend ausgeschöpft. Viele Betriebe liegen im Bereich des Saatgut-, Düngemittel- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes nahe der optimalen speziellen Intensität.
- Von entscheidender Bedeutung sind die Kosten der Arbeitserledigung. Zwischen den Betrieben der abfallenden und der erfolgreichen Gruppe besteht ein Kostenunterschied von fast 22 Prozent. Eine zu geringe Auslastung der Arbeitskräfte und des eingesetzten Maschinenkapitals (Übermechanisierung) ist als Hauptursache zu nennen.

Bei der betrieblichen Mechanisierung, die die Höhe der Arbeitserledigungskosten maßgeblich bestimmt, ist in der Praxis vielfach ein hohes Sicherheitsdenken bezüglich der Schlagkraft mit entsprechender Kapitalbindung festzustellen. Werden die Potenziale zur Kostensenkung nicht genutzt, leidet die Eigenkapitalbildung des Betriebes, womit Chancen und Potenziale für weitere existenzsichernde Wachstumsschritte nicht genutzt werden können (KLISCHAT 2003). Auch DEECKE und KRECECK (2002) kommen in den Betriebszweigauswertungen in Norddeutschland zu ähnlichen Ergebnissen. Gut organisierte Betriebe zeichnen sich durch niedrige Kosten der Arbeitserledigung aus. Innerhalb des gesamten Blockes der Arbeitserledigung haben in den Analysen die Kosten für Fremdlohn und Lohnansatz wiederum den höchsten Anteil. Durch Rationalisierungsmaßnahmen in Form von Ersatz- und Neuinvestitionen in Technik konnte dieser Anteil in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Da aber die Investitionen die Abschreibungen für Technik als zweitgrößten Kostenblock ansteigen lassen, sind nennenswerte Einspareffekte bei den Arbeitserledigungskosten nur über Flächenwachstum (Degressionseffekte) in den praktizierten Systemen der Bodenbewirtschaftung zu erreichen. Eine vergleichende Produktionskostenanalyse in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein (PLESSMANN 2001) kommt zum Ergebnis, dass das operative Management wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Betriebe nimmt. In diesem Punkt sind sowohl die Kosten der Arbeitserledigung als auch Gemeinkosten zusammengefasst. Weitere Kennzahlen

der Betriebe wie Bodengüte, Pflanzenschutz- und Düngeintensität, Trocknungskosten und Flächenausstattung sind nach diesen Untersuchungen von geringerer Bedeutung.

Eine breite Datenbasis für betriebswirtschaftliche Auswertungen bietet das Testbetriebsnetz zur Erstellung des Agrarberichts. Das Testbetriebsnetz bildet repräsentativ die Lage der Landwirtschaft in Deutschland ab. Um die Vollkostenstruktur in typischen Regionen des Marktfruchtbaus darzustellen, wurden die Daten der Getreidebaubetriebe (Vollerwerb) aus den Bundesländern Bayern, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern durch weiterführende eigene Auswertungen analysiert (Abb. 1-4). Auch hier bestätigen sich die zuvor zitierten Ergebnisse. Betriebe, die im oberen Drittel der Gewinnzone liegen, zeichnen sich durch niedrige Arbeiterledigungskosten aus. Insbesondere in den drei westlichen Bundesländern waren in den weniger erfolgreichen Betrieben (unteres Drittel) sehr hohe Gesamtkosten festzustellen, die nicht annähernd durch die Erlöse eines typischen Marktfruchtbetriebes zu decken sind. In Bezug auf die Arbeiterledigungskosten gestaltet sich die Situation in Mecklenburg-Vorpommern besser. Als Hauptursache für die hohen Arbeiterledigungskosten in den westlichen Bundesländern ist in erster Linie die zu geringe Auslastung der betriebseigenen Maschinen und Geräte zu nennen.

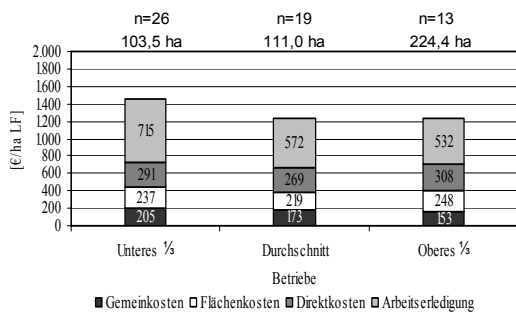


Abb. 1: Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Niedersachsen

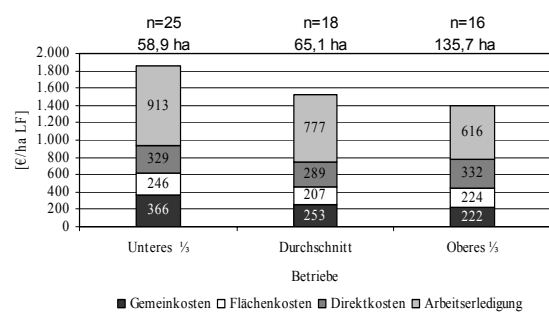


Abb. 2: Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Nordrhein-Westfalen

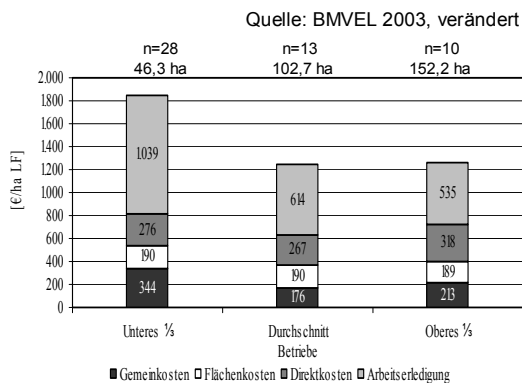


Abb. 3: Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Bayern

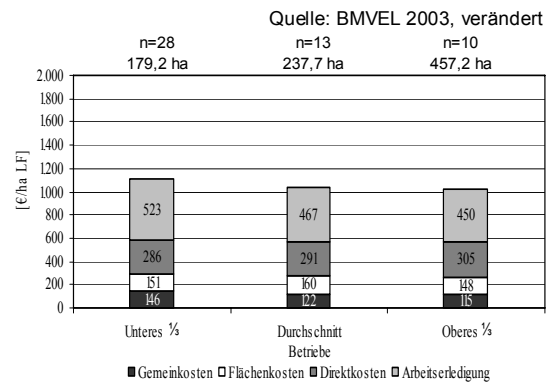


Abb. 4: Vollkostenstruktur der Testbetriebe zum Agrarbericht 2002/03 in Mecklenburg-Vorpommern

Quelle: BMVEL 2003, verändert

Quelle: BMVEL 2003, verändert

Typische Familienbetriebe mit 50 bis 100 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche haben bei völliger Eigenmechanisierung nur wenige Handlungsmöglichkeiten (UPPENKAMP 2001). Seit Jahren werden die Einspareffekte, die sich aus der gemeinschaftlichen Nutzung von Technik oder durch den Einsatz des Lohnunternehmers auf die Arbeitserledigungskosten ergeben, verdeutlicht (BACH 1994, MÜNCH 2003). Größere Betriebseinheiten führen zu deutlich besserer Maschinenauslastung. HEINRICH (2002) fordert maximal 300 bis 350 €/ha an Kosten der Arbeitserledigung für einen rentablen Marktfruchtbau. Dies kann in den aufgezeigten Regionen nicht einmal in den besseren Betrieben erfüllt werden.























Neben den angesprochenen Kosteneinsparpotenzialen durch Betriebserweiterung, die Nutzung von Maschinengemeinschaften oder Einsatz des Lohnunternehmers müssen weitere Anstrengungen unternommen werden, um kostendeckend Pflanzenbau betreiben zu können (SCHÖN 1994, ODENING 2000). Zur Optimierung der Arbeitserledigungskosten nennt GAYL (2001) unter anderem die Anpassung der Anbaufolgen und die Nutzung schlagkräftiger Verfahren in der Bodenbearbeitung.

Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat sind im Vergleich zur krumentiefen Bearbeitung mit dem Pflug durch eine geringere Eingriffsintensität in das Bodengefüge gekennzeichnet. MÜNCH (2003) untersuchte Anpassungsstrategien für Marktfruchtbetriebe auf aktuelle Rahmenbedingungen. Er kommt in seinen Analysen zum Ergebnis, dass pfluglose Bodenbearbeitungsverfahren in Kombination mit gezielten Einkaufs- und Vermarktungsstrategien alternativen Entwicklungsmöglichkeiten wie Intensivierung des Produktionsmitteleinsatzes oder Extensivierung mit und ohne Zusatzprämien wirtschaftlich überlegen sind. Lediglich bei sehr optimistischen Annahmen ist die Umstellung auf ökologischen Landbau als wirtschaftlich gleichwertig anzusehen.

### **2.1.3 Bodenbearbeitungsverfahren und deren Potenziale zur Kosteneinsparung**

Die verschiedenen Verfahren der Bodenbearbeitung weisen deutliche Unterschiede in der Art, der Häufigkeit und der Eingriffstiefe auf (TEBRÜGGE et al. 1985). Im Pflanzenbau und in der Verfahrenstechnik wird für die Kennzeichnung von Bodenbewirtschaftungsverfahren eine Dreiteilung in die konventionelle Bodenbearbeitung mit dem Pflug, die konservierende Bodenbearbeitung und in die Direktsaat vorgenommen (KTBL (Hrsg.) 1993) (Abb. 5). Wesentliches Kennzeichen der Bodenbearbeitung mit dem Pflug ist die krumentiefe Lockerung und Wendung. Dabei werden organische Reststoffe und Unkraut in den Boden eingearbeitet, durch die reststofffreie Bodenoberfläche ist die störungsfreie Funktion der herkömmlichen Sätechnik sichergestellt. Die Entwicklung von mulch- und

direktsaatauglichen Maschinen und durch den Einsatz von Totalherbiziden kann mit einer pfluglosen Bodenbearbeitung ein ähnlich guter Feldaufgang erzielt werden.

Verfahren	Grundbodenbearbeitung	Saatbettbereitung	Saat
Bodenbearbeitung mit Pflug		 	
		 	
			
Bodenbearbeitung ohne Pflug - konservierend -	 		
	 	 	
			
Direktsaat	—	 	

**Abb. 5: Einteilung verschiedener Verfahren der Bodenbearbeitung im Pflanzenbau und der Verfahrenstechnik**

Quelle: KTBL (Hrsg.) (1993)

Die Grundboden- und Saatbettbereitung erfolgt in den pfluglos bestellten Varianten mit Arbeitswerkzeugen aus dem Stoppelbearbeitungsbereich. Die Anforderungen an die Arbeitsqualität der Mulchsaattechnik bei der Stroheinarbeitung sind zu berücksichtigen. Bei Grubbergeräten entscheiden der Strichabstand, die Zinkenordnung, das Zinkengewicht, die Zinkenform, die wirksame Zinkenbreite und der Zinkenstellwinkel über den Arbeitseffekt (DAHM 2000). Wesentliche Unterschiede bei Scheibeneggen bestehen in der Bauart und im Scheibendurchmesser (STEINERT 2004). Aus den Arbeiten von LINKE (1998), BALL (1994) und BÖHRNSEN (1997) können zwei zentrale Aussagen für die Beurteilung der beiden bedeutenden Särschensysteme – Zinken- und Scheibensärschare – für eine standortangepasste pfluglose Bestellung abgeleitet werden. Bei hohen Strohmenen von bis zu zehn Tonnen je Hektar, sind bei einer Mulch- oder Direktsaat häufig folgende Probleme festzustellen:

- Das Scheibenschar kann Erntereste nicht durchtrennen. Stattdessen wird es von den Scheiben in die Saattrille gedrückt, sodass der Samen keinen ausreichenden Bodenschluss und somit ungünstige Keimbedingungen hat.
- Das Meißel- bzw. Zinkenschar neigt dazu, Vorfruchtreste mitzuschleifen. Es kann zu Verstopfungen zwischen den Scharen kommen. Oft löst sich das mitgeschleifte Stroh nach einiger Zeit von den Scharen und bleibt als Haufen auf dem Feld liegen.

Aus diesen grundsätzlichen Aspekten zur Verfahrenstechnik wird für die Bewirtschaftungssysteme die Bodenbearbeitungs- und Aussaattechnik standortangepasst zusammengestellt.

Die notwendige Bodenbearbeitungsintensität wird nach CZERATZKI (1972) durch das Porenvolumen als wichtigste Einflussgröße für den Luft-, Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens sowie die mechanische Bodenfestigkeit für ein ungestörtes Wurzelwachstum bestimmt. Beim Vergleich der wendenden Bearbeitung mittels Pflug mit Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung weisen Untersuchungen keine Verschlechterung der Bodenfunktionen auf. In vielen Fällen wird sogar eine Verbesserung beschrieben (Tab.1).

**Tab. 1: Einfluss der Bodenbearbeitung auf Einzelparameter verschiedener Bodenfunktionen**

Bodenfunktion	Teilfunktion	Einzelparameter	Wirkung konservierender Bearbeitung	Quelle
Luftkreislauf	Luftspeicherung	Luftkapazität Lagerungsdichte	Höher Höher	JOSCHKO et al. (1997) TEIWES (1997)
	Luftleitung	Luftleitfähigkeit O <sub>2</sub> -Diffusion Lagerungsdichte	Gleich-höher Höher Höher	HORN et al. (1997) BALL et al. (1998)
Wasserkreislauf	Wasserspeicherung	Feldkapazität Lagerungsdichte	Höher Höher	CHERVET et al. (2003)
	Wasserleitung	Wasserleitfähigkeit Lagerungsdichte	Höher Höher	STAHL et al. (2001) LÜTKE ENTRUP et al. (2001)
Ertragsfähigkeit	Durchwurzelbarkeit	Wurzellänge Lagerungsdichte Eindringwiderstand	Gleich-höher Höher Höher	SCHROETTER (1999) HARRACH und RICHTER (1994) BUCHNER (2001)

Neben diesen bodenphysikalischen Kennwerten fließen verfahrenstechnische und pflanzenbauliche Aspekte wie die Anbaupause zwischen den Hauptfrüchten, die Strohmenge der Vorfrucht, die Häckselqualität und die Strohverteilung, phytosanitäre Gesichtspunkte sowie die Beseitigung von Fahrspuren in die Bestimmung der notwendigen Bearbeitung ein. Besondere Bedeutung kommt dabei der Anbaupause zu. Bei kurzen Anbaupausen, wie dies zum Beispiel beim Anbau von Weizen oder Raps nach Weizen der Fall ist, ist eine intensivere Bodenbearbeitung zur Einmischung des Strohes notwendig. Die von BUCHNER und KÖLLER (1990) aufgeführte Regel „1,5 cm Bodenbearbeitung pro Tonne Stroh“ sollte hier Berücksichtigung finden. Nach Blattfrüchten stellen die leicht zersetzbaren Ernterückstände keine saattechnischen Probleme dar. Eine flache Saatbettbereitung ist in dieser Anbaufolge ausreichend. Bei idealem Bodenzustand ohne Fahrspuren und guter Durchwurzelung der Vorfrucht kann auch eine Direktsaat in Erwägung gezogen werden.

Bodendegradierung durch Wasser- und Winderosion sowie der ökonomische Zwang zur Kosteneinsparung rückten in Nordamerika Verfahren zur pfluglosen Bodenbearbeitung bereits in den letzten Jahrzehnten in den Blickpunkt. So zeigen ZENTNER et al. (1991) Ergebnisse aus Langzeitversuchen zur Bodenbearbeitung in Kanada. BAEUMER et al. (1971) berichten von ersten Erfahrungen im pfluglosen Ackerbau Anfang der 1970er Jahre in Deutschland. Die von den Autoren ausgewerteten Versuche belegen bei gelungener Unkrautregulierung gleichwertige Erträge mit deutlich geringeren Kosten in den pfluglos bestellten Varianten.

Mit der Reduktion der Bearbeitungsintensität sinken unmittelbar der Leistungsbedarf und der Kraftstoffverbrauch bei gleichzeitigem Anstieg der Flächenleistung (MELANDER et al. 1998). Bei einem Vergleich der konventionellen Bodenbearbeitung mit Mulchsaatverfahren konnten BRUNOTTE und WAGNER (2001) wesentliche Differenzen im Zugleistungsbedarf (kW/m Arbeitsbreite) für die Stoppel-, Sekundär- und gegebenenfalls Grundbodenbearbeitung in Abhängigkeit von der Bodenart nachweisen. Die Messungen zeigen, dass die Grundbodenbearbeitung mit Abstand den höchsten Zugleistungsbedarf am Gesamtverfahren in Anspruch nimmt. Entfällt die klassische Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug und wird dafür ein Schichtengrubber eingesetzt, verringert sich der Zugleistungsbedarf über alle Bodenarten um fast 30 Prozent. Wird auch auf den krumentief lockernden Arbeitsgang mit dem Schichtengrubber verzichtet und lediglich eine einmalige, flache Bodenbearbeitung (10-12 cm) vor der Aussaat durchgeführt, ergibt sich eine weitere Reduktion um 21 Prozent. Insgesamt sinkt der Zugleistungsbedarf vom Pflugverfahren zur Mulchsaat ohne tiefe Lockerung um bis zu 50 Prozent. Die Direktsaat, d.h. der Verzicht auf jegliche Art von Bodenbearbeitung, verringert weiter den Anspruch an die Zugleistung. EICHHORN (1994) gibt bei einer Direktsaat einen mehr als 80 Prozent geringeren Zugkraftbedarf im Vergleich zur herkömmlichen Bestellung mit dem Pflug an. Auch im Kraftstoffverbrauch (l/h pro m Arbeitsbreite) bestehen in den Untersuchungen von BRUNOTTE und WAGNER (2001) deutliche Unterschiede zwischen den Systemen der Bodenbewirtschaftung. Bei der Mulchsaat mit tiefer Lockerung werden im Vergleich zum Pflug im Mittel der Bodenarten etwa 27 Prozent weniger Kraftstoff verbraucht. Wird auch auf die tiefe Lockerung verzichtet, sinkt der Kraftstoffverbrauch um weitere 30 Prozent. Die Ergebnisse von EICHHORN (1994) bestätigen diese Effekte mit den höchsten Einsparungen bei der Direktsaat. Bei diesem Verfahren konnte im Vergleich zur Pflugvariante ein nahezu 78 Prozent geringerer Dieserverbrauch dokumentiert werden. Auswertungen von SIJTSMA et al. (1998) aus Nordamerika bestätigen im Wesentlichen die aufgeführten Dieserverbrauchskalkulationen.



Sie machen Einsparungen im Dieserverbrauch bei Mulchsaaten mit intensiverer Bodenbearbeitung von bis zu 36 Prozent deutlich. Messungen in einem zehnjährigen Bodenbearbeitungsversuch von ARCHER et al. (2002) zeigen bei mittleren Bodenverhältnissen einen 18 bis 22 Prozent geringeren Kraftstoffverbrauch. UPPENKAMP (2001) weist in seinen Kalkulationen deutliche Einspareffekte bei Pflugverzicht nach. Insgesamt beziffert er diese auf 25 bis 50 €/ha als kurzfristiges Einsparpotenzial durch den Pflugverzicht. Mit nur 30 Prozent der variablen Kosten ist der Grubbereinsatz wesentlich kostengünstiger als der Pflug. Langfristig kann bei Pflugverzicht neben Kraftstoffverbrauch sowie den Verschleiß- und Reparaturkosten auch die Gesamtmechanisierung reduziert werden. Dieser Effekt der pfluglosen Bodenbearbeitung führt zu weiteren, meist deutlich höheren Einsparpotenzialen. BECKER (1997) bestätigt die skizzierten Einsparmöglichkeiten. Die von dem Autor errechneten Kosten der Arbeitserledigung für verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren am Beispiel eines 150 ha großen Modellbetriebes mit wintergetreidebetonter Fruchtfolge sind in Tabelle 2 angegeben.

**Tab. 2: Kosten der Arbeitserledigung (€/ha) verschiedener Bodenbewirtschaftungssysteme**

Pflug	Mulchsaat mit tiefer Lockerung	Mulchsaat ohne Lockerung	Direktsaat
480	337	306	256

Quelle: BECKER (1997)

HOLLMANN (2003) weist dagegen deutlich geringere Einsparmöglichkeiten bei den Kosten der Arbeitserledigung in pfluglos wirtschaftenden Betrieben aus. Der Autor sieht unter praktischen Bedingungen einen Vorteil von 50 €/ha. In den Berechnungen wurden wintergetreidebetonte Fruchtfolgen mit intensiver Mulchsaat unterstellt.

Neben diesen kalkulierten Einsparungen bei der Mechanisierung steht in wachsenden bzw. größeren Betrieben eine hohe Arbeitsproduktivität im Mittelpunkt (SIEVERS 2003, REICH und WURLITZER 2004). BOISGONTIER et al. (1995) zeigen durch Ergebnisse eines Großflächenversuchs in Frankreich Arbeitszeiteinsparungen bei Mulchsaat von 30 bis 50 Prozent und bei Direktsaat von 40 bis 70 Prozent auf. Auch die Ergebnisse aus der Arbeit von BECKER (1997) bestätigen diese Einsparungen an Arbeitszeit. Er fügt hinzu, dass auf schwereren Böden die Einsparungen um das Doppelte höher sein können. LINKE (1998) geht bei Direktsaat von einem 40 bis 75 Prozent geringeren Arbeitszeitbedarf aus.

Ein wesentliches Einsparpotenzial bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat ist die Anpassung der Mechanisierung an das Bewirtschaftungssystem. Dadurch ergeben sich deutliche Unterschiede hinsichtlich des in der Mechanisierung gebundenen Kapitals.

BECKER (1997) geht bei gleicher Fruchtfolgegestaltung in pfluglos wirtschaftenden Systemen von 50 Prozent geringeren Festkosten in Großbetrieben und in kleineren Betrieben von 25 Prozent geringeren Festkosten aus. Der Effekt sinkender Festkosten bei konservierender Bodenbearbeitung wird auch von anderen Autoren, allerdings ohne exakte Quantifizierung, aufgeführt (EPPLIN et al. 1996, TEBRÜGGE und EICHHORN 1992).

Die Einsparungen bei geringerer Bodenbearbeitungsintensität dürfen jedoch nicht durch wesentlich geringere Erträge und damit geringere Erlöse aufgezehrt werden. Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung zu Weizen nach Blattfrüchten wie Raps, Körnererbsen etc. finden in der Praxis schon seit Jahren eine breite Anwendung. Verfahrenstechnisch schwieriger und riskanter ist der pfluglose Anbau bei kurzen Anbaupausen und hohen Strohmenigen der Vorfrucht (z.B. Raps nach Weizen oder Gerste nach Weizen). Eine unbefriedigende Bestandesetablierung begrenzt vielfach den Ertrag. Der höhere Ungras- und Krankheitsdruck (*Fusarium spp.*, DTR) führt zu höheren Kosten für den Pflanzenschutz. BALL (1994) sowie SPOOR (1994) berichten von verschiedenen Langzeitversuchen mit unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen und bestätigen die geäußerten Einschätzungen. Sie gehen zwar von Kosteneinsparungen aus, die pflanzenbaulichen Probleme erhöhten aber das Anbaurisiko in den dort praktizierten wintergetreidebetonten Fruchtfolgen insbesondere bei Direktsaat unter den dort vorherrschenden humiden Klimaverhältnissen.

Diese Risiken bewegen viele Praktiker bei kritischen Anbaufolgen weiterhin zu pflügen, auch wenn der Pflug nur teilweise die Probleme kompensieren kann (CHRISTIAN 1994). Feste Maschinenkosten werden nicht eingespart, da die Betriebe vielfach zwei Mechanisierungsketten zur Bodenbearbeitung nutzen (RIEDEL 2005). Außerdem können die positiven Umweltwirkungen der dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung (Erosionsschutz, verbesserte Wasserinfiltration, reduzierte Verschlammungsgefahr etc.) nur unzureichend realisiert werden.

#### **2.1.4 Fruchtfolgegestaltung und Wirtschaftlichkeit**

Die Gestaltung von Fruchtfolgesystemen – gekennzeichnet durch die Aufeinanderfolge verschiedener Fruchtfolgefelder und -glieder – war in der Vergangenheit die Basis pflanzenbaulicher und ökonomischer Überlegungen (BRINKMANN 1943, KÖNNECKE 1966, KLAPP 1967). Im Zuge der produktionstechnischen Entwicklungen in der Bodenbearbeitung, der Düngung und im Pflanzenschutz verblasste der Stellenwert vielfältiger Fruchtfolgen (BOCKMANN und MIELKE 1983, SIELING und HANUS 1988, METZ 2002). Die Einzelkultur trat stärker in den Vordergrund. Wintergetreide und Winterraps nehmen in

den heutigen Anbaufolgen eine dominierende Stellung ein. Die Anbaufläche von Winterweizen in Deutschland liegt inzwischen bei über 25 Prozent der Ackerfläche mit weiter steigender Tendenz. Auf besseren Standorten wird häufig Weizen in Selbstfolge bis hin zur Monokultur angebaut. Der Anbau deckungsbeitragsschwacher Kulturen, insbesondere von Sommergetreide und Leguminosen, ging deutlich zurück. Den Vorfruchtwirkungen dieser Kulturen wird meist nur ein geringer Stellenwert beigemessen. Die klassischen Vorfruchteffekte umfassen aus pflanzenbaulicher Sicht (BOGUSLAWSKI 1981, BAEUMER 1992):

- Mehrertrag der Nachfrüchte
- N-Anreicherung im Boden und N-Nachlieferung aus Wurzeln und Ernterückständen bei Blattfrüchten und Leguminosen
- Förderung der Humusbildung und der Bodengare
- Unterbrechung der Infektionszyklen von Krankheitserregern
- Mobilisierung von Grundnährstoffen
- Schonung des Bodenwassers

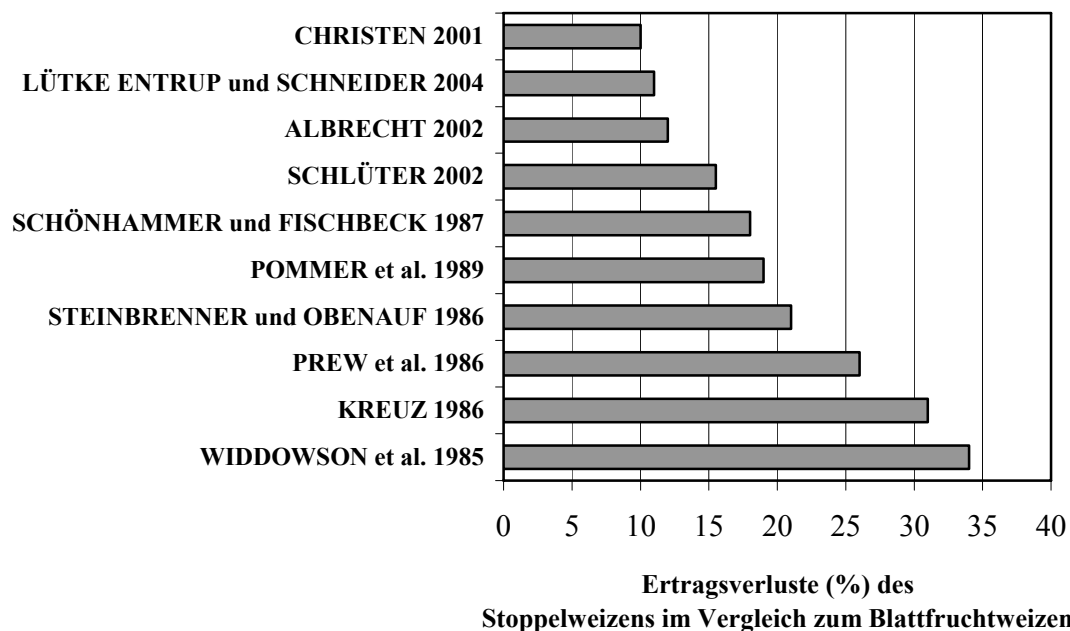
Die aufgeführten Vorfruchtwirkungen haben unmittelbaren Einfluss auf die Ertragsbildung und die spezielle Intensität der nachfolgenden Kulturen. Dies ist wissenschaftlich unbestritten und in weiteren Veröffentlichungen belegt (z.B. MILLER et al. 2003, HELMERS et al. 2001). Insofern haben Blattfrüchte, aber auch Sommergetreide, zwangsläufig Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Fruchtfolge. PAHL (1996) greift dies auf und ermöglicht mit einem Kalkulationsschema die Bewertung des Vorfruchtwerts, der besonders beim Vergleich von Einzelkulturen anhand des Deckungsbeitrags unverzichtbar ist. Die von dem Autor gewählte Kalkulationsbasis ist wie folgt zu beschreiben:

- Mehrerträge der Folgefrucht (2 – 10 dt/ha) nach Blattfrüchten
- Einsparungen bei der N-Düngung der Folgefrucht (40 – 80 kg/ha N) bei Leguminosen
- Verringerter Aufwand für die nachfolgende Bearbeitung durch verbesserten Garezustand des Bodens (kurzfristige Einsparmöglichkeiten variabler Maschinenkosten)

Monetär bewertet liegt der Vorfruchtwert der Blattfrüchte unter Berücksichtigung der beschriebenen Effekte bei 50 bis 125 €/ha. Diese indirekten monetären Wohlfahrtswirkungen werden bei dem üblichen Wirtschaftlichkeitsvergleich über den einfachen Deckungsbeitrag in der Praxis nicht in ausreichendem Maße erfasst (SCHUMANN et al. 2001, RICHTER 2003).

### 2.1.4.1 Vorfruchtwert – Ertragsleistung der Nachfrüchte

Versuchsergebnisse zeigen einen erheblichen Einfluss einzelner Vorfrüchte bzw. der gesamten Fruchtfolgekonzeption auf die Ertragsleistung der Nachfrüchte. Häufig erfolgt bei der Analyse von Vorfruchteffekten eine Untersuchung des Wintergetreides – meist Winterweizen. Nach Literaturangaben werden die Erträge des Winterweizens zwischen 9 Prozent bis mehr als 30 Prozent reduziert, wenn Winterweizen nach Winterweizen anstatt nach einer Blattvorfrucht angebaut wird (Abb. 6). Aktuelle Veröffentlichungen aus Mittel-/ Westeuropa weisen allerdings darauf hin, dass Ertragsdepressionen bei Stoppelweizen mit maximal 15 Prozent zu beziffern sind. Mit einer verbesserten Produktionstechnik sind natürliche fruchtfolgebedingte Ertragsminderungen beim Stoppelweizenanbau zum Teil kompensierbar. Unter extremen Witterungseinflüssen, wie sie in den kontinental geprägten Regionen Nordamerikas anzutreffen sind, werden teilweise noch höhere Vorfruchteffekte ausgewiesen (CAMPELL et al. 1983, ZENTNER et al. 1987). Dies ist jedoch nicht uneingeschränkt auf Europa zu übertragen. Auch Ergebnisse aus Trockenregionen Niederösterreichs zeigen deutliche Vorfruchtwirkungen. In diesen Versuchen wurden bis zu 30 Prozent niedrigere Weizenerträge nach ungünstiger Vorfrucht festgestellt (DACHLER und KÖCHL 2003).



**Abb. 6: Relative Ertragseinbußen von Winterweizen nach ungünstigen Vorfrüchten nach Literaturangaben**

Die von DURST et al. (1988) durchgeführten Exaktversuche zur Vorfruchtwirkung unterschiedlicher Blattfrüchte zeigen zwar keine signifikanten Unterschiede im Ertrag des

folgenden Weizens, lassen aber eine gewisse Tendenz erkennen. Innerhalb einer Bandbreite von 4 dt/ha nahm der Ertrag des Weizens nach den Blattfrüchten wie folgt ab: Luzerne > Klee gras > Ackerbohne > Raps > Silomais.

In nur wenigen Fällen lagen die Erträge von Stoppelweizen und Blattfruchtweizen auf einheitlichem Niveau. BOCKMANN und MIELKE (1983) berichten dies beispielsweise von schwereren Marschböden in Schleswig-Holstein.

Als Ursache für Mindererträge bei Weizen nach ungünstigen Vorfrüchten wird von SCHÖNHAMMER und FISCHBECK (1987) die beim Stoppelweizen geringere Wurzeldichte genannt. Unter trockenen Witterungsverhältnissen leiden solche Bestände im Vorsommer sehr schnell unter einem Wasserdefizit.

FISCHBECK et al. (1969) und CHRISTEN (2001) zeigen auf, dass der direkten Vorfruchtwirkung eine größere Bedeutung zukommt als der Anbaukonzentration des Getreides in der Fruchtfolge. LAFOND et al. (2005) leiten aus ihren Versuchen ab, dass bei einem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht die negativen Effekte getreidereicher Fruchtfolgen nicht zum Tragen kommen. Die Ergebnisse von STEINBRENNER und OBENAUF (1986) bestätigen diese Einschätzung durch Versuche in Ostdeutschland.

Zwei in Deutschland durchgeführte Fruchtfolgeversuche von CHRISTEN (2001) und ALBRECHT (2002) aus jüngerer Zeit sollen im Folgenden näher vorgestellt werden. In Versuchen der Universität Kiel (CHRISTEN 2001) wurden 15 verschiedene Fruchtfolgen geprüft. Stoppelweizen reagierte mit ca. 10 Prozent geringeren Erträgen im Vergleich zu Weizen nach Raps oder Körnererbsen. Auch bei Wintergerste konnten ähnliche Effekte wie bei Weizen festgestellt werden. Der Anbau der Wintergerste nach einer Blattfrucht ließ den Ertrag langjährig um 9 Prozent im Vergleich zu Wintergerste nach Winterweizen steigen. Beachtlich war auch der Vorfruchtwert von Hafer vor Wintergerste. Hier konnten gleiche Ertragseffekte wie bei einer Blattvorfrucht festgestellt werden. Die niedrigsten Erträge bei Raps traten in Selbstfolge auf, wohingegen Raps nach Körnererbsen einen Mehrertrag von 11 Prozent realisieren konnte. Die Ertragsergebnisse nach den Vorfrüchten Gerste und Weizen lagen zwischen diesen beiden Extremwerten und unterschieden sich nur geringfügig voneinander. Die Untersuchungsergebnisse weisen auch darauf hin, dass bei der Ertragsbildung von Winterraps die Vielfalt der Fruchtfolge größeren Einfluss hat als bei anderen Kulturen. Bei einem maximalen Rapsanteil von 25 Prozent in der Rotation lag der Durchschnittsertrag signifikant höher als bei Rapsanteilen von 33 Prozent und mehr. Vorfrucht- und Fruchtfolgeeinflüsse als Ursache von Ertragsreaktionen sind nach diesen Ergebnissen auch bei hoher Produktionsintensität nachweisbar. Mehrjährige

Versuchsergebnisse von ALBRECHT (2002) bestätigen ebenfalls 9,3 dt/ha höhere Winterweizenerträge (ca. 12 Prozent) nach Körnerleguminosen im Vergleich zu Weizen nach Weizen. Andere Getreidearten wie Wintergerste reagierten ähnlich auf günstige Vorfrüchte. Bemerkenswert sind auch die in diesem Versuch festgestellten Vor-Vorfruchtwirkungen der Leguminosen. Im Mittel der Versuche konnte mit Sommer- und Wintergerste als zweite Nachfrucht nach Leguminosen ein signifikanter Mehrertrag von jeweils 5 dt/ha geerntet werden, allerdings nur bei Leguminosen, nicht jedoch bei Raps als Vor-Vorfrucht. Die Untersuchungen zeigten auch, dass die Kornqualität der ersten Nachfrucht nach Leguminosen positiv beeinflusst wurde. Hektolitergewicht und Rohproteingehalt stiegen signifikant an.

Die in Versuchen nachgewiesenen Mehrerträge von Getreide nach Blattfrüchten können auch in der landwirtschaftlichen Praxis festgestellt werden. In einer Studie von HONERMEIER und GAUDCHAU (2004) wurden die Ertragsdaten von Winterweizen differenziert nach Vorfrüchten aus der besonderen Erntemittlung ausgewertet. Winterraps zählt neben Zuckerrüben, Mais und Weizen (Selbstfolge) zu den wichtigsten Vorfrüchten des Winterweizens. Insbesondere in den fruchtbaren Ackerbauregionen war ein relativ hoher Anteil an Stoppelweizen festzustellen. Die Auswertung der Daten lässt ähnliche Schlussfolgerungen wie aus den vorgestellten Versuchsanstellungen anderer Autoren zu. Winterraps ist den Vorfrüchten Mais und vor allem Weizen (Selbstfolge) signifikant überlegen. Der positive Vorfruchtwert der Blattfrüchte ist auf allen Standorten, auch auf Grenzstandorten für Raps- und Weizenanbau, nachzuweisen.

#### **2.1.4.2 Vorfruchtwert – Auswirkungen auf Pflanzenschutz und Düngung**

Die phytosanitäre Wirkung der Blattfrüchte kann deutlich zur Reduktion typischer Fruchtfolgekrankheiten und Schädlingen des Weizens beitragen. Insbesondere im Bereich der Halmbasis sind Fruchtfolgeerkrankungen zu finden. Untersuchungen weisen die Erreger *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Fusarium culmorum* und *Ceratobasidium spp.* an der Halmbasis des Stoppelweizens nach. In weiteren Veröffentlichungen (STEINBRENNER und OBENAUF 1986, GUTTERIDGE und HORNBY 2003) wird in diesem Zusammenhang auf *Gaeumannomyces graminis* hingewiesen. Auch andere Autoren stellen fruchtfolgebedingte Mindererträge in engen Getreidefruchtfolgen im Zusammenhang mit dieser Krankheit fest (BOCKMANN 1976, KOCHS 1978, DIERCKS et al. 1980, HEYLAND und KÜHNHOLD 1984, STEINBRENNER 1988, COLBACH und SAUR 1998, JOSSI et al. 2002). Die Schadwirkungen von Fußkrankheiten im Getreidebau nehmen in der Abfolge Sommergerste < Sommer-/ Winterroggen < Wintergerste < Sommerweizen < Winterweizen kontinuierlich zu

(FREYER 2003). Besonders gefährdete Anbaufolgen sind: Winterweizen – Winterweizen, Winterweizen – Wintergerste, Sommergerste – Winterweizen (HERMAN 1988). Die Autoren WINKELMANN (1997) und CHRISTEN (1990 und 1997) konnten bei der Auswertung des bereits zitierten Fruchtfolgeversuchs der Universität Kiel im Stoppelweizen immer einen höheren Fußkrankheitsbefall feststellen als im Blattfruchtweizen. Neben den typischen Fruchtfolgekrankheiten spielen in engen weizenbetonten Fruchtfolgen weitere Krankheiten (Tab. 3) eine Rolle, die auf Ernterückständen überleben und von dort infizieren können (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Die Anwendung pflugloser Bestellverfahren verschärft diesen Sachverhalt. Durch die Strohmulchauflage ist das Inokulum ganzjährig auf der Bodenoberfläche zu finden. Die Fungizidstrategien im Stoppelweizen unterscheiden sich deshalb wesentlich von denen im Blattfruchtweizen. Im Blattfruchtweizen ist der Fokus auf die Gesunderhaltung des Blattbereiches zu legen. Im Stoppelweizen muss neben der Blattgesundheit die Bekämpfung von *Fusarium spp.*, *Gaumannomyces graminis* und *Pseudocercospora herpotrichoides* mit in Betracht gezogen werden. In Befallsjahren mit *Drechslera tritici repentis* ist zusätzlich eine Zwischenbehandlung mit Fungiziden in der Schossphase notwendig (SCHÄFER 2003). KRUPINSKY et al. (2002 und 2004) zeigen den Krankheitsstatus verschiedener Fruchtfolgen bei pflugloser Bodenbearbeitung in den

**Tab. 3: Einfluss weizenbetonter Fruchtfolgen auf das Krankheits- und Schädlingsspektrum**

Erreger	Befallen werden neben Weizen	Wichtige Quellen für Überdauerung	Potenzielle Ertragsverluste (%)
<i>Fusarium spp.</i>	WG, WRo, Tri, (M)	Stroh, Saatgut	bis 50
<i>Thyphula spp.</i>	WG, WRo	Boden	12-15 (80)
<i>Erysiphe graminis</i>	WG, WRo, Tri, H	Stroh, Ausfallgetreide	30-(50)
<i>Septoria spp.</i>	Tri, (G, WRo, (H))	Stroh	13-26 (60)
<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>	G, WRo, (H)	Stroh	5-10 (30)
<i>Rhizoctonia cerealis</i>	WG, WRo, Tri, H	Stroh, Boden	< 1
<i>Gaumannomyces graminis</i>	G, (Tri, WRo, H)	Stroh, Boden	30-100
<i>Cephalosporium</i>	G, Tri, WRo, H	Stroh, Boden	bis 50
<i>Drechslera tritici repentis</i>	Tri, (G, WRo, H)	Stroh	20-50
<i>Paratylenchus spp.</i>	WG, WRo, Tri, H	Hoher Getreideanteil	10-20
<i>Contaria tritici</i>	G, WRo	Hoher Getreideanteil	Qualitätsverlust
<i>Zabrus tenebrioides</i>	G, WRo	Hoher Getreideanteil	--

Quelle: HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999)

nördlichen Trockengebieten der USA. Sie kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass bei Pflugverzicht in engen, weizenbetonten Fruchtfolgen das Krankheitsrisiko deutlich steigt. Sie nennen beispielsweise *Fusarium spp.*, *Gaumannomyces graminis* und *Drechslera tritici*

*repentis* hier als Problemkrankheiten. Eine Unterbrechung der Krankheitszyklen kann am effizientesten durch die Auflockerung der Fruchtfolge erreicht werden.

KÖNNECKE (1967) weist darauf hin, dass neben den ertragsrelevanten Krankheiten und Schädlingen vielfältige Stoffausscheidungen von Pflanzen bekannt sind, die zu einer Wachstumshemmung in engen Fruchtfolgen führen können (Allelopathie). Einige der von den Pflanzen ausgeschiedenen Stoffen konnten chemisch bestimmt werden, jedoch fehlt bis heute unter Praxisbedingungen auch bei Monokulturen der eindeutige Nachweis eines ausschließlich auf derartige Hemmwirkungen zurückzuführenden Ertragsabfalls (BACHTHALER 1979, ROSCHE 1988, CHRISTEN 1997).

Auswirkungen der Fruchtfolge auf den Unkrautbesatz beschreiben mehrere Autoren (HEYLAND 1988, METZ et al. 1988, KÜBLER 1988, STEINBRENNER et al. 1990). Fruchtartendiversifizierung ist nach LIEBMAN und DAVIS (2000) das effektivste pflanzenbauliche Element einer umfassenden Unkrautbekämpfungsstrategie. KUNDLER (1989) und JOSSI et al. (2002) weisen in ihren Untersuchungen einen doppelt so hohen Unkrautbesatz bei einer Steigerung des Getreideanteils von 50 auf 100 Prozent in der Fruchtfolge nach. STURNY (1986) und PALLUT (2003) belegen die Anhäufung von Problemungräsern in wintergetreidebetonten Fruchtfolgen. Zwar verändert sich in aufgelockerten Fruchtfolgen das Samenpotenzial im Boden kaum, die Wachstums- und Entwicklungsbedingungen sind aber in diesen Systemen, insbesondere für die meist herbstanuellen Problemungräser, ungünstiger (BARBERI und LO CASCIO 2001). Auch in der aktuellen Diskussion um Resistenzen gegen Pflanzenschutzmittel bei *Alopecurus myosuroides*, *Apera spica venti* sowie *Septoria tritici* wird der Einfluss der Fruchtfolge immer wieder herausgestellt und sogar in neueren Veröffentlichungen (NIEMANN 2001) als wichtigster Ansatzpunkt zur Resistenzvermeidung genannt.

Bei der Bewertung des Vorfruchtwertes ist weiterhin von Interesse, wieviel Stickstoff Blattfrüchte nach der Ernte im Boden hinterlassen und in welchem Maße und in welcher Zeitspanne dieser für die Nachfrüchte zur Verfügung steht. MAIDL et al. (1996) quantifizieren die N-Mengen der Erntereste (Stroh und Ausfallkörner) von Körnererbsen und Ackerbohnen auf 100 bis 150 kg/ha. Dazu kommen Bodennitratgehalte von ca. 70 kg/ha N, die im Verlauf des Herbstes auf bis zu 140 kg/ha N ansteigen (MAIDL et al. 1991). In dieser Größenordnung bewegen sich auch die Ergebnisse von WICHMANN (2004) sowie LÜTKE ENTRUP et al. (1993). In den Versuchen von VINTHER und DAHLMANN-HANSEN (2005) beträgt die Gesamtfixierung an Stickstoff bei Ackerbohnen bis zu 247 kg/ha. KÖPKE (1989) stellt die Fixierungsleistung in engen Zusammenhang mit dem Kornertrag. Nach



seinen Ausführungen besteht eine signifikant lineare Beziehung zwischen dem Kornertrag und der Stickstofffixierungsleistung. In den Ernterückständen von Winterraps (Blätter, Schoten, Stroh und Wurzeln) können nach LICKFETT (1997) bis 200 kg/ha N enthalten sein. Entscheidend für die Quantifizierung des Vorfruchtwertes ist die Stickstoffmenge, die der Nachkultur aus der Vorfrucht im Frühjahr zur Verfügung steht. Wesentlichen Einfluss auf die Mineralisation und damit den potenziellen Stickstoffverlust im Herbst nehmen die Art der Bodenbearbeitung, der pH-Wert, die Bodentemperatur und die Niederschlagsmengen (MAIDL et al. 1991, MAIDL 1989). Dies erklärt die unterschiedlichen Angaben in der Literatur zum anrechenbaren Stickstoff aus Blattvorfrüchten. MAIDL et al. (1996) kommen in ihren Untersuchungen zu einer anrechenbaren Stickstoffmenge von bis zu 50 kg/ha N nach Körnerleguminosen. BAEUMER (1984) nennt eine anrechenbare Stickstoffmenge von 50 bis 70 kg/ha N. ALBRECHT (2002) konnte dagegen nur etwa 20 kg/ha N anrechenbaren Stickstoff im Frühjahr nach Körnerleguminosen und 10 kg/ha N nach Raps im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht feststellen.

#### **2.1.4.3 Vorfruchtwert – Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit und -bearbeitung**

Der Begriff Bodenfruchtbarkeit ist wissenschaftlich nicht klar definiert. In Veröffentlichungen wird dieser Begriff genutzt, um verschiedene Wirkungen auf die Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit eines Bodennutzungssystems zu beschreiben.

BAEUMER (1994b) nennt wesentliche Komponenten, die den komplexen Sachverhalt der Bodenfruchtbarkeit im Hinblick auf das Pflanzenwachstum charakterisieren:

- Transportprozesse von Wasser, Gasen und Wärme
- Die Verfügbarkeit von Nährstoffen
- Räumliche und zeitliche Übereinstimmung des Angebotes an Wasser, Nährstoffen und Wärme, um den wachstumsbedingten Bedarf zu decken

Diese Funktionen werden unter natürlicher Vegetationsdecke überwiegend mit dem Auf- und Abbau von organischer Substanz gesteuert. In landwirtschaftlich genutzten Böden gestaltet sich die Situation anders. Durch die vielschichtigen Einflüsse bei der Nutzung verändern sich die natürlichen Kreisläufe. Der Humusversorgung kommt daher im Ackerbau eine besondere Bedeutung zu. Die in der Fruchtfolge angebauten Kulturen wirken sich unterschiedlich auf den Humusgehalt aus (KÄMPF 1983). Hackfrüchte sind humuszehrend, intensiv geführtes Getreide, Mais, Raps oder Leguminosen wirken humuserhaltend bis humusmehrend. Diese grundlegenden Zusammenhänge stellen die Aussagen einiger Autoren (GAWRONSKA-KULESZA und ROSZAH 1988, KUS 1988), die von keinem Einfluss der Fruchtfolge auf die

Bodenfruchtbarkeit sprechen, in Frage. KUNDLER (1989) stellt die Fruchtfolgegestaltung als wichtige Maßnahme zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit dar. METZ et al. (1988) kommen zu ähnlichen Erkenntnissen. In ihren Untersuchungen wird beispielsweise von einer deutlich höheren Bodenatmung nach dem Anbau von Ackerfutter oder Raps gesprochen, da die Durchwurzelung dieser Kulturen intensiver ist. KÖNNECKE (1967) misst diesem Aspekt besondere Bedeutung für den Erhalt und die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei. Neben den absoluten Wurzelmassen der Kulturen ist die Unterscheidung zwischen Tief- und Flachwurzlern sowie Büschel- und Pfahlwurzlern wichtig. Blattfrüchte hinterlassen durch ihre intensive Durchwurzelung eine hervorragende Bodengare, die kaum durch eine mechanische Bearbeitung zu verbessern ist. SCHMIDT et al. (2001) belegen diese Zusammenhänge. Der Anteil an wasserbeständigen Krümeln, als Indikator für ein biologisch aufgebautes Gefüge mit hoher Stabilität, ist nach dem Anbau von Blattfrüchten mit Abstand am höchsten. MISRA et al. (1999) bestätigen ebenfalls eine höhere Aggregatstabilität in aufgelockerten Fruchtfolgen mit Klee. Ernterückstände von Blattfrüchten sind aufgrund eines engeren C:N-Verhältnisses leicht abbaubar (BOGUSLAWSKI und DEBRUCK 1977). Krankheiten werden auf das nachfolgende Getreide nicht übertragen. Deshalb ist nach entsprechend guten Vorfrüchten, die sich positiv auf das Wurzel- und Pflanzenwachstum der nachgebauten Kulturen auswirken, die Frage nach der notwendigen Bodenbearbeitung angebracht. Dies erkannte auch schon SEKERA im Jahr 1941. Damals waren allerdings die technischen Möglichkeiten für einen weitgehenden Verzicht auf die Bodenbearbeitung nicht gegeben. Unter heutigen Gesichtspunkten kann die Bodenbearbeitungsintensität nach Blattfrüchten aus technischer Sicht reduziert werden, auch Direktsaaten sind möglich. Gelingt es, diese positiven Eigenschaften der Blattfrüchte mit einer dauerhaft nicht wendenden Bodenbearbeitung zu kombinieren, wird die Struktur des Bodens weiter verbessert. In einer Reihe von Untersuchungen konnte durch den Pflugverzicht eine Verbesserung wichtiger bodenphysikalischer Kennwerte wie Sauerstoffdiffusion (BALL et al. 1998, JOSCHKO et al. 1997), Wasserspeicherung (CHERVET et al. 2003), Wasserleitfähigkeit (STAHL et al. 2001) oder Durchwurzelbarkeit (HARRACH und RICHTER 1994) nachgewiesen werden. Durch die länger andauernde Bodenruhe sind deutlich mehr Regenwürmer vorhanden (HUTCHEON et al. 2001, MELE und CARTER 1999). Tiefgrabende, anözisch lebende Lumbricusarten erschließen den Unterboden (JOSCHKO et al. 2001). In dem stabilen Grobporensystem können die Pflanzenwurzeln den Unterboden als Nährstoff- und Wasserspeicher nutzen.

### **2.1.5 Bodenbewirtschaftungssysteme im ökonomischen Vergleich**

#### **2.1.5.1 Erträge und Erlöse bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat**

Die in der Literatur beschriebenen Erträge beim Vergleich von Bewirtschaftungssystemen ergeben ein äußerst unterschiedliches Bild. Viele Autoren (BECKER 1997, PRINGAS 2005, PRINGAS et al. 2001, BECKER und KOCH 1997, LIU UND DUFFY 1996, URI 2000, TEBRÜGGE 2001, SCHLÜTER 2002) gehen von gleichwertigen Erträgen beim Vergleich von konservierender und konventioneller Bodenbearbeitung aus. Bei genauer Analyse dieser Literaturangaben scheinen die Standorteignung und/oder die Anbaufolge größeren Einfluss auf den Ertrag zu nehmen.

PIKUL et al. (2001) berichten von einem Bodenbearbeitungsversuch im Norden der USA. Sie gehen davon aus, dass sich der Pflugverzicht in einer Mais-Sojabohnen-Fruchtfolge nicht negativ auf den Ertrag auswirkt. Bei Mais sind sogar signifikant höhere Erträge zu verzeichnen. Auffallend gute Erträge werden bei dauerhaft pflugloser Bewirtschaftung in Trockengebieten erreicht (BISCHOFF 2002, EICHHORN 1994, BRANDT 1992). ANKEN et al. (1997) kommen in ihren Versuchen ebenfalls zu dieser Aussage, weisen jedoch ausdrücklich auf die höheren Managementanforderungen dieser Systeme hin. Geringere Erträge werden dann beschrieben, wenn die Bodenbearbeitungsintensität in engen Anbaufolgen bis hin zur Direktsaat reduziert wird. BRUNOTTE und WAGNER (2001) stellen beispielsweise auf Lehmböden einen deutlichen Ertragsrückgang (18 Prozent) bei pfluglos bestelltem Stoppelweizen fest. Blattfruchtweizen reagiert hingegen nicht mit geringeren Erträgen bei abnehmender Bodenbearbeitungsintensität. Auch PRINGAS et al. (2001) berichten von geringeren Getreideerträgen bei Direktsaaten nach Halmfrüchten im Vergleich zu Blattvorfrüchten. Ergebnisse aus einem 15-jährigen Bodenbearbeitungsversuch in Schweden zeigen ähnliche Ergebnisse (RYDBERG 1992). Der pfluglose Anbau von Wintergetreide nach Blattfrüchten verursachte in diesem Versuch vielfach keine signifikant geringeren Erträge. Der Pflugverzicht bei ungünstiger Fruchtfolgekonstellation führt hingegen zu teils signifikant geringeren Erträgen. Bei Raps war die pfluglose Bestellung im Ertrag erst dann gleichwertig, wenn das Stroh geräumt wurde. Dies ist auch ein Hinweis für die Strohproblematik bei pflugloser Bestellung. HAO et al. (2001) berichten von einem besseren Standort mit Beregnung in Kanada. Sie kommen zum Ergebnis, dass unter diesen Verhältnissen die Weizenerträge bei einer Mulchsaat höher liegen. Ein deutlicher Unterschied besteht beim Weizenertrag nach unterschiedlichen Vorfrüchten. Stoppelweizen bringt signifikant geringere Erträge als nach Zuckerrüben oder Erbsen. WILHELM und WORTMANN (2004) bringen den Einfluss der Witterung in die Diskussion um die

erzielbaren Erträge bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung ein. Sie ziehen ihre Schlussfolgerungen aus einem 16-jährigen Bodenbearbeitungsversuch in Nebraska. Feuchtkühle Jahre sprechen für intensivere Bodenbearbeitung, trocken-warme Jahre lassen bei Direktsaatvarianten höhere Erträge zu.

### **2.1.5.2 Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlicher Bearbeitungsintensität**

In der Literatur wird eine Vielzahl an Ergebnissen aus der angewandten Pflanzenbauwissenschaft und Agrarökonomie zur Beurteilung der ökonomischen Effizienz pflugloser Anbausysteme beschrieben.

So schätzt BAEUMER (1994b) nach langjährigen Versuchserfahrungen die ökonomische Effizienz pflugloser Bodenbearbeitungsverfahren höher ein als konventionelle Verfahren. Dabei erzielte die von ihm bezeichnete „Lockerbodenmulchwirtschaft“, das heißt eine Mulchsaat mit tiefer Lockerung, die höchsten Gewinnbeiträge. Extensivere Verfahren der Bodenbearbeitung ordnet der Autor immerhin noch auf das Niveau der Pflugvariante ein. Auch BECKER (1997) zieht aus den Ergebnissen seiner Arbeit eine positive Bilanz für die pfluglose Bodenbearbeitung. Der geringere Kapitalbedarf für die Mechanisierung, geringere variable Maschinenkosten und geringere Lohnkosten sind wichtige Gründe für die höhere Rentabilität pflugloser Bestellverfahren. PRINGAS (2005) kommt zu einer ähnlichen Bewertung. In seinen Untersuchungen in der Fruchtfolge Zuckerrüben-Weizen-Weizen schneiden die Mulchsaatvarianten mit und ohne Lockerung um 35 bzw. 46 €/ha besser ab als das Pflugsystem. Die Rentabilität der Direktsaat lag jedoch in dieser Fruchtfolge fast 100 €/ha unter dem Referenzsystem Pflug. Dieses negative Ergebnis ist nach Aussage des Autors in engem Zusammenhang mit den geringeren Erträgen und deutlich höheren Pflanzenschutzkosten zu sehen. Eine Betrachtung verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren in Kombination mit aufgelockerten Fruchtfolgen wurde jedoch in diesen Untersuchungen nicht vorgenommen. DIETSCH und MILLER (1999) analysierten die Versuchsergebnisse unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme in weiter gestellten Fruchtfolgen mit Zuckerrüben, Erbsen, Weizen und Triticale im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit. In den Kalkulationen für einen 150 ha großen Modellbetrieb zeigen die Autoren deutliche wirtschaftliche Vorteile zu Gunsten der Mulchsaat (58 €/ha) und der Direktsaat (96 €/ha). Die von TEBRÜGGE (1994) dargestellten Auswertungen auf der Basis langjähriger Versuchsergebnisse auf unterschiedlichen Standorten zeigen im Mittel der Jahre ebenfalls eine deutlich höhere Rentabilität (+135 €/ha) der pfluglos bestellten Varianten im Vergleich zum Standardsystem Pflug. Allerdings sind auch in diesem Versuchsansatz die

Wechselwirkungen von Bodenbearbeitung und Fruchtfolge nicht untersucht worden. URI (2000) analysierte Versuchsergebnisse der Universität Illinois in den USA. In der dort praktizierten Fruchtfolge mit einem Wechsel von Mais und Sojabohnen konnte die Wirtschaftlichkeit bei intensiver Mulchsaat (+47 €/ha) und Direktsaat (+36 €/ha) im Vergleich zum Pflug verbessert werden. Der Autor gibt allerdings zu bedenken, dass in vielen Fällen die Herbizidkosten beim Pflugverzicht höher liegen als im Versuch ermittelt. Wenn die Herbizidkosten deutlich steigen, können die Kosteneinsparungen wieder schnell aufgezehrt werden. Des Weiteren macht der Autor darauf aufmerksam, dass Standortfaktoren und Managementaspekte bei der Wahl des Bearbeitungssystems eine große Rolle spielen. Geringere Erträge und höhere Pflanzenschutzkosten in dieser engen Fruchtfolge waren wichtige Ursachen für das schlechtere Abschneiden der Direktsaat. LIU und DUFFY (1996) werteten ökonomische Daten aus praktischen Betrieben in Iowa (USA) aus. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass pfluglos wirtschaftende Betriebe im Durchschnitt etwa eine 64 €/ha höhere Rentabilität aufweisen. PARSCH et al. (2001) analysierten die Wirtschaftlichkeit verschiedener Bodenbearbeitungssysteme bei Monokulturen (Mais, Sojabohnen) und beim Wechsel von Mais und Sojabohnen. Zwar sinken beim Pflugverzicht die Maschinenkosten, diese werden jedoch durch wesentlich höhere Herbizidkosten aufgezehrt. Im ökonomischen Ergebnis sind die Verfahren somit als gleichwertig anzusehen. BRUNOTTE und WAGNER (2001) belegen eine höhere Rentabilität pflugloser Anbausysteme in einer Zuckerrüben-Weizen-Weizen Fruchtfolge. Dabei ergaben sich bei den einzelnen Fruchtfolgefeldern unterschiedliche Produktionskosten. Bei Stoppelweizen lohnte auf leichten und mittleren Bodenverhältnissen der Einsatz des Pfluges. Die Mulchsaat mit Lockerung konnte im Schnitt der Fruchtfolge eine um 43 €/ha höhere Wirtschaftlichkeit erreichen. Bei der Mulchsaat ohne Lockerung lag der Vorteil bei 64 €/ha. Bemerkenswert sind die höheren Produktionskosten des Stoppelweizens im Vergleich zum Blattfruchtweizen. Im Mittel der Bearbeitungssysteme und Bodenarten lagen die Kosten des Stoppelweizens mit Pflugeinsatz um 4,27 €/dt höher. BISCHOFF und RICHTER (2004) rücken bei ihren Ausführungen die Bedeutung der Fruchtfolgegestaltung in den Mittelpunkt. Der Verzicht auf jegliche Art von Bodenbearbeitung – also eine Direktsaat – führte nach Blattfrüchten zu Weizen im mitteldeutschen Trockengebiet zu keinerlei negativen Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit. In einem Systemversuch der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (SCHRÖDER 2003) wurde die praxisübliche Intensität im Marktfruchtbau vor dem Hintergrund sich ändernder Rahmenbedingungen überprüft. In diesem Versuchsansatz wurde eine dreifeldrige Fruchtfolge (Raps-Weizen-Gerste) mit einer sechsfeldrigen, um Hafer und

Ackerbohnen erweiterten Fruchtfolge, verglichen. Beide Anbausysteme wurden sowohl in Pflugsaat als auch in Mulchsaat durchgeführt. Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass die erweiterte Fruchtfolge wirtschaftlich um 14 Prozent (130 €/ha) bei einer Mulchsaat besser abschneidet als das konventionell bestellte wintergetreidebetonte dreifeldrige Anbausystem. Der Autor verweist darauf, dass sich insbesondere bei pflugloser Bodenbearbeitung eine Erweiterung der Fruchtfolge anbietet. Die typischen Probleme (Ungras, Krankheiten) enger, wintergetreidebetonter Fruchtfolgen können bei pflugloser Bestellung durch die Integration von Sommerungen vermieden werden, was zur Stabilisierung der Erträge in der gesamten Fruchtfolge beiträgt. Allerdings lässt der statisch angelegte Versuchsplan kaum Spielraum für situationsbedingte produktionstechnische Entscheidungen, sodass nicht immer von einer optimalen Systemführung ausgegangen werden kann. JUERGENS et al. (2004) vergleichen verschiedene Fruchtfolgesysteme bei Direktsaat in einem Feldversuch im Norden der USA. Bei der Vollkostenanalyse kommen sie zum Entschluss, dass aufgelockerte Fruchtfolgen auf diesem Standort wirtschaftlich schlechter abschneiden. Dabei gehen die Autoren aber von gleicher Festkostenbelastung der unterschiedlichen Fruchtfolgesysteme aus. Detaillierte Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Bodenbearbeitungssysteme sind seit mehr als 20 Jahren Gegenstand verschiedener Forschungsvorhaben in Kanada. Dabei ist im Zeitverlauf eine interessante Entwicklung bei der Verknüpfung der Bodenbearbeitung mit der Frage der Fruchtfolgegestaltung zu erkennen. ZENTNER et al. (1991) betrachten die Wirtschaftlichkeit von pflugloser Bodenbearbeitung bei Weizen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass der weit verbreitete Anbau von Weizen in Monokultur oder im Wechsel mit einer Brache bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat in vielen Fällen nicht wirtschaftlicher gestaltet werden kann als die konventionelle Bodenbearbeitung. Etwa 10 Jahre später stellen ZENTNER et al. (2002) allerdings eine Weiterentwicklung pflugloser Bearbeitungsverfahren auf trockenen Standorten in Kanada fest. In den neueren Versuchen wurden Aspekte der Bodenbearbeitung und Fruchtfolgegestaltung miteinander verknüpft. In getreidebetonten Anbaufolgen ist die Mulchsaat unter Vollkosten betrachtet kaum wirtschaftlicher als die Pflugsaat. Die Direktsaat schneidet sogar schlechter ab. Mit einem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht sind dagegen Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung und Direktsaat ca. 25 €/ha bzw. 38 €/ha rentabler als enge mit Pflug bestellte Fruchtfolgen. Bei den dort vorherrschenden Großbetrieben bedeutet dies eine wesentliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Die Kosteneinsparungen bei pflugloser Bodenbearbeitung werden bei aufgelockerten Fruchtfolgen nicht durch höhere Ausgaben beim Pflanzenschutz und der Düngung aufgezehrt.

Ebenso ist von höheren und stabileren Erträgen auszugehen. Die neueren Erkenntnisse von ZENTNER et al. (2004) werden auch von LAFOND (2005) untermauert. Er untersuchte die Kosteneinsparungen von landwirtschaftlichen Betrieben in verschiedenen Regionen Kanadas bei konservierender Bodenbearbeitung und Direktsaat. In fruchtbaren Regionen, in denen sehr enge Fruchtfolgen bis hin zur Monokultur praktiziert werden, ist der Pflugverzicht kaum profitabler. Grund hierfür sind die dann meist geringeren Erträge und die deutlich höheren Kosten für die Ungrasbekämpfung. Konservierende Bodenbearbeitung und insbesondere Direktsaat sind dagegen bei einem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht risikoarm zu praktizieren. Des Weiteren zeigt LAFOND (2005) die Wirtschaftlichkeit von Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgesystemen anhand von Systemversuchen auf. Er beziffert auf der Basis langjähriger Versuche den ökonomischen Vorteil erweiterter Fruchtfolgen in Kombination mit Direktsaat auf ca. 21 €/ha im Vergleich zu weizenbetonten Fruchtfolgen im Pflugsystem. YOUNG et al. (1994) zeigen in einer Fruchtfolge mit Winterweizen, Sommergerste und Erbsen bei konservierender Bearbeitung eine 23 €/ha höhere Wirtschaftlichkeit als bei einem mit Pflug bestellten Weizen in Monokultur. JANOSKY et al. (2002) beziehen in ihrer Bewertung der verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren ökologische Aspekte mit ein. Die Autoren kommen zum Ergebnis, dass der Pflugverzicht wirtschaftlich gleichwertig ist. Die Probleme mit Wind- und Wassererosion in dem geprüften und in der Praxis etablierten Wechsel von Weizen und Schwarzbrache sprechen für die erosionsmindernde pfluglose Bestellung. Die Zusammenfassung der dargestellten Ergebnisse aus der Literatur (Tab. 4) zeichnet ein heterogenes Bild über die Rentabilität pflugloser Anbausysteme. Pauschale Aussagen sind damit nicht abzuleiten. Einige Autoren gehen unabhängig von der Fruchtfolge von wirtschaftlichen Vorteilen bei der konservierenden Bodenbearbeitung aus. In anderen Veröffentlichungen wird auf den Zusammenhang von Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung hingewiesen. Unklar ist jedoch bei den dargestellten ökonomischen Berechnungen die Vorgehensweise zur Ausstattung der Bewirtschaftungssysteme mit Maschinen und Arbeitskräften. Dieser Sachverhalt ist insbesondere unter mittel- und westeuropäischen Verhältnissen zu beachten, da hier mit einem Wechsel von Sommerung und Winterung Arbeitsspitzen über das Jahr hinweg besser verteilt und Maschinen höher ausgelastet werden können. Diese Möglichkeiten sind in anderen Ackerbauregionen der Welt aus klimatischen Gründen nicht gegeben.

**Tab. 4: Veränderung der Rentabilität (€/ha) bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat im Vergleich zum Pflug nach Literaturangaben**

Wirtschaftlichkeit im Vergleich zum Pflug (€/ha)	Mulchsaat mit Lockerung	Mulchsaat ohne Lockerung	Direktsaat	Angepasste Fruchtfolge	Enge Fruchtfolge	Autor(en)
+ 64*		X		X		LIU und DUFFY (1996)
+ 58 + 96		X	X	X X		DIETSCH und MILLER (1999)
+ 130			X	X		BISCHOFF und RICHTER (2004)
+ 71		X		X		SCHRÖDER (2003)
+ 21** +/- 0**			X X	X	X	LAFOND (2005)
+ 38** + 25** + 7**		X	X X	X X		ZENTNER et al. (2002)
+/- 0**			X		X	ZENTNER et al. (1991)
+ 23*		X		X		YOUNG et al. (1994)
+ 28		X			X	BECKER (1997)
+/- 0		X			X	PARSCH et al. (2001)
+ 47* + 36*	X		X		X X	URI (2000) URI (2000)
+ 35 + 43 - 100	X	X	X		X X X	PRINGAS (2005)
+ 64 + 43	X	X			X X	BRUNOTTE und WAGNER (2001)
- 35			X	X		JUERGENS et al. (2004)
+ 135		X			X	TEBRÜGGE (1994)
+/- 0*		X			X	JANOSKY et al. (2002)

\* Wechselkurs 1 EUR = 1,2422 US-Dollar; \*\* Wechselkurs 1 EUR = 1,5052 CAN-Dollar

Unberücksichtigt bleiben bei der Darstellung der Wirtschaftlichkeit von Bodenbearbeitungsverfahren (Tab.4) Veröffentlichungen, die auf der Basis von Teilkostenrechnungen Aussagen zur Rentabilität treffen. Mit dieser methodischen Vorgehensweise wird nur ein Teil der Produktionskosten erfasst. Daher können Publikationen, z.B. ODÖRFER (1996) sowie TREMEL (1999), die auf der Basis von Deckungsbeitragsrechnungen arbeiten, nur einen ersten Überblick zur Wirtschaftlichkeit geben.



## 2.2 Pflanzenbauliche Aspekte bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat

### 2.2.1 Problemfelder bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat

Den positiven Umwelteffekten im Bereich des Boden- und Gewässerschutzes einerseits als auch den Einsparpotenzialen andererseits, stehen bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat systembedingte Problemfelder gegenüber, die für das Wachstum der Kulturpflanzen nachhaltige Effekte beinhalten können. Die bei konventioneller Bodenbearbeitung meist nur wenig beachteten acker- und pflanzenbaulichen Fragestellungen müssen in pfluglosen Systemen situationsabhängig gelöst werden: Strohanagement, verstärkter Ungrasdruck, Durchwuchsneigung, erhöhter Befall mit *DTR* und *Fusarium*, Schnecken und Mäuse werden häufig als systembedingte Problemfelder genannt (Tab. 5). Detailuntersuchungen verschiedener Autoren zeigen Lösungsansätze zur Behebung der skizzierten Problemfelder. Diese Änderungen der pflanzenbaulichen Anbaustrategien haben Auswirkungen auf das Kostengefüge der Bewirtschaftungssysteme.

**Tab. 5: Pflanzenbauliche Problemfelder und Konsequenzen bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat**

Problemfeld	Konsequenzen/Lösungsansatz
Strohanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruchtfolgegestaltung (BOISGONTIER et al. 1994)</li> <li>• Mähdreseinstellung (VOSSHENRICH 2001b)</li> <li>• Häcksellänge (KOCH 1993, SOANE und BALL 1998)</li> <li>• Nachhäckeln (STEMANN 2004a)</li> <li>• Strohausgleichsdüngung (BOGUSLAWSKI und DEBRUCK 1977, PECHER 1996, DEBRUCK 2001)</li> <li>• Sortenwahl (SCHÄFER und STEMANN 2004)</li> </ul>
Ungrasdruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruchtfolgegestaltung (DERKSEN et al. 2002, PALLUT 2003)</li> <li>• Stoppelbearbeitung (HUTCHEON et al. 1998)</li> <li>• Glyphosateinsatz (HUTCHEON et al. 1998)</li> <li>• Herbizidwahl (STREIT et al. 2003, KORSAETH et al. 1997)</li> </ul>
Durchwuchs (z.B. Weizen in Wintergerste)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruchtfolgegestaltung (LÜTKE ENTRUP et al. 2003)</li> <li>• Stoppelbearbeitung (NIEMANN 2002)</li> <li>• Glyphosateinsatz (UNGER et al. 1999)</li> </ul>
<i>Fusarium</i> -Befall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruchtfolgegestaltung (LÜTKE ENTRUP et al. 2005)</li> <li>• Sortenwahl (RODEMANN 2003)</li> <li>• Strohrotte fördern (KORNMANN et al. 2004)</li> <li>• Fungizideinsatz (KLINGENHAGEN und FRAHM 2001, OBST und PAUL 1993, HEITEFUSS et al. 2000)</li> </ul>
<i>DTR</i> -Befall des Weizens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruchtfolgegestaltung (BAILEY und DUCZEK 1996)</li> <li>• Fungizideinsatz (ARNOLD-REIMER 1994, BARTELS 2003)</li> <li>• Sortenwahl (SPANAKAKIS 2003, RODEMANN und BARTELS 2002)</li> <li>• Strohrotte fördern (STEMANN 2001)</li> </ul>
Schnecken und Mäuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schneckenkorn (GLEN et al. 1996, BÄUMLER 1999)</li> <li>• Strohanagement</li> <li>• Keine Direktsaaten (VOß 1997)</li> </ul>

### 2.2.1.1 Strohmanagement

Im Vergleich der verschiedenen Bodenbearbeitungssysteme nehmen mit abnehmender Bearbeitungsintensität die Ansprüche an die Strohzerkleinerung und -verteilung zu. Ungleichmäßig verteilte Ernterückstände führen zu einer schlechten Ablagequalität des Saatgutes (METZNER 1982). Unbefriedigende Feldaufgänge und mangelnde Bestandesetablierung können die Folge sein. Inwiefern diese Auswirkungen tatsächlich zum Tragen kommen, ist in engem Zusammenhang mit der Fruchtfolge zu sehen. Hinterlässt die Vorfrucht hohe, schwer zersetzbare Strohmenge und besteht bei kurzer Anbaupause wenig Zeit zur Strohhütte, so limitieren eine Reihe von Faktoren den Feldaufgang (SPOOR et al. 1998). Die Autoren konstatieren einen zu geringen Kontakt zwischen Saatgut und Boden, eine unzureichende Abdeckung des Saatgutes und einen unzureichenden Anschluss an den kapillaren Wasseraufstieg. In erweiterten Fruchtfolgen ist dieses Problem kaum relevant. Geringe Mengen an leicht zersetzbaren Ernterückständen von Blattfrüchten sowie längere Anbaupausen relativieren das Strohproblem in der Saattrille (BOISGONTIER et al. 1994). TURLEY et al. (2003) untersuchten verschiedene Verfahren zur Verbesserung des Strohmanagements bei Stoppelweizen. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Einfluss des Strohs auf die Bestandesetablierung. In den Varianten, in denen die Ernterückstände verbrannt wurden, wurden die höchsten Erträge bei der Direktsaat festgestellt. Danach erst folgte im Ertragsvergleich die Pflugvariante. Die geringsten Erträge erbrachte die Mulchsaat mit intensiver Nachzerkleinerung des Strohs. Die Autoren vermuten, dass diese Spleißhäcksel hohe Stickstoffmengen binden und daher die Bestandesetablierung im Herbst nicht in vollem Umfang gelingt. Diese Vermutung wird auch von GRAHAM et al. (1986) ausgesprochen. Bei sehr klein gehäckselten Ernterückständen ist nach deren Auffassung die Gefahr der Stickstoffimmobilisierung und der verstärkten Freisetzung von strohbürtigen Toxinen sehr hoch. Mit einer zusätzlichen Strohausgleichsdüngung kann diesem Effekt begegnet werden. In Veröffentlichungen wird auf die keimhemmende Wirkung durch strohbürtige Phytotoxine hingewiesen (SCHÖNBECK 1956). Auch die Verzögerung des Spross- und Wurzelwachstums konnte in Gefäßversuchen nachgewiesen werden (KOCH 1990). VOSSHENRICH (2001a) untersuchte die Wirkungen des Strohs eingehend unter Praxisbedingungen. Er kommt zu dem Erkenntnis, dass nachteilige Wirkungen des Strohs auf den Feldaufgang auf physikalische Ursachen zurück zu führen sind. Ursächlich ist die Isolation des Saatkorns vom Keimwasser. Chemische Wirkungen durch toxische Substanzen konnten dagegen nicht nachgewiesen werden. Mineralische und organische Bodenbestandteile sowie mikrobielle Umsetzungsprozesse inaktivieren Phytotoxine unter

praktischen Verhältnissen (DAO 1987). Aus diesen Erkenntnissen lässt sich Handlungsbedarf für den Technikeinsatz bei pflugloser Bodenbearbeitung ableiten. Das Stroh sollte möglichst klein gehäckselt und gleichmäßig verteilt werden, um die beschriebenen physikalischen Wirkungen des Strohs im Saatbett zu minimieren. Dieser Grundsatz sollte insbesondere in engen Fruchtfolgen Berücksichtigung finden, wo in den kurzen Anbaupausen kaum nennenswert Stroh zersetzt wird. Beobachtungen in der Praxis, dass längere Strohrückstände nur schlecht einzuarbeiten sind, werden durch Untersuchungen von STEMANN (2004b) bestätigt. Mit steigender Häcksellänge konnten Ernterückstände in die Bodenschicht von 5 bis 10 cm nur unzureichend eingemischt werden. Die geforderte kurze Häcksellänge ermöglicht darüber hinaus einen schnelleren Strohabbau. In den Untersuchungen von KOCH (1993) konnte eine bis zu 30 Prozent raschere Zersetzung des Spleißhäcksels ( $> 2$  cm) in den ersten vier Rottewochen dokumentiert werden. Bei Stroh mit einer durchschnittlichen Häcksellänge von einem Zentimeter verkürzt sich die Rottezeit um 40 Prozent im Vergleich zu Strohäcksellängen von fünf Zentimetern. VOSSHENRICH (2001b) belegt ein breites Spektrum unterschiedlicher Verteil- und Häckselqualitäten beim Mähdrusch unter praktischen Bedingungen. Häufig war eine fehlende Grund- und Feineinstellung der Mähdrescher zu beklagen. Bei einer Optimierung der Häckslereinstellung war die Querverteilung des Strohs unter Ausschöpfung der vorhandenen Technik bis zu einer Arbeitsbreite von sechs Metern auch unter ungünstigen Einsatzbedingungen kontrollierbar. Über diese Arbeitsbreite hinaus wurden herstellerübergreifend Einflüsse wie Seitenwind, Feuchtigkeit, Hangneigung und Bedienung zu begrenzenden Faktoren. Trotz optimierter Häckslereinstellungen am Mähdrescher sind bei Schnittbreiten über sechs Meter und auf Hohertragsstandorten mit hohen Strohmengen keine befriedigenden Arbeitsqualitäten erreicht worden. Zur Vermeidung dieser technischen Probleme entwickelte STEMANN (2004a) eine veränderte Bearbeitungsstrategie. Durch das nachträgliche Häckseln des Strohs mit einem speziellen Strohmulcher konnten deutliche Verbesserungen hinsichtlich der Strohzerkleinerung und -verteilung erzielt werden. 70 bis 80 Prozent der Ernterückstände konnten auf unter 3 cm Länge zerkleinert werden. Die Halme wurden durch die Nachbearbeitung aufgesplissen, die Röhrenstruktur der Stoppel zerstört. Durch möglichst lange Stoppeln beim Drusch verbleibt bei dieser Verfahrensweise ein Großteil des Strohs dort, wo es gewachsen ist. Neben einer weiteren Verminderung mechanischer Keimhemmnisse wird durch diese Verfahrensweise der mikrobielle Abbau gefördert. Spleißhäcksel verrotten schneller. POLEGI (2000) untersuchte die ideale Stoppellänge bei Direktsaaten unter nordamerikanischen Verhältnissen. Unter den dort vorherrschenden Bedingungen bildete der Drusch mit langer Stoppel (ca. 30-35 cm) die

beste Voraussetzung für die Bestandesetablierung. Neben der dadurch entschärften Strohproblematik wurde mit einer langen Stoppel darüber hinaus ein besseres Kleinklima geschaffen. In einigen Jahren wirkt sich dies nach Angaben des Autors positiv auf die Erträge aus. Unter mittel- und nordeuropäischen Verhältnissen ist dies sicherlich nicht in gleichem Maße zu erwarten. Dennoch ist der Aspekt der besseren Strohverteilung bei diesem Verfahren beachtenswert, da große Mengen des Strohs einfach dort verbleiben, wo sie aufgewachsen sind. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Abbaugeschwindigkeit der Ernterückstände bei langjährig konservierender Bodenbearbeitung. FRIEBE und HENKE (1992) weisen in ihren Messungen bei einer Direktsaat eine vierfach höhere Strohabbaurrate im Vergleich zur Pflugvariante nach. Die Messergebnisse sind in engem Zusammenhang mit einer höheren Regenwurmaktivität zu sehen.

Neben den bereits genannten Möglichkeiten zur Strohzerkleinerung sind weitere pflanzenbauliche Spielräume zur Optimierung des Strohmanagements zu nutzen. Besonders bei engen Anbaufolgen z.B. bei Raps nach Weizen oder Weizen nach Weizen ist dieser Aspekt entscheidend. Eine deutliche Beschleunigung der Strohrotte durch eine Ausgleichdüngung mit Stickstoff nach der Ernte konnte durch BOGUSLAWSKI und DEBRUCK (1977) nachgewiesen werden. Die Autoren gehen bei der Bemessung der Strohausgleichdüngung von 7 bis 10 kg N pro Tonne Strohtrockenmasse zur Rotteförderung aus. Neben der gewünschten Rotteförderung wurde in den Untersuchungen bei dauerhafter Strohdüngung eine deutliche Steigerung des Humusgehalts und der Erträge festgestellt. Die Strohdüngung ist heute in konventionellen Anbausystemen ohne elementare Bedeutung. Dagegen sollte sie in pfluglos bewirtschafteten Marktfruchtfolgen in Erwägung gezogen werden. MAIDL et al. (1988) belegen dies mit Versuchsergebnissen. Mit abnehmender Bearbeitungsintensität kommen Ertragsdifferenzen bei Getreide zwischen den Varianten mit und ohne Strohdüngung zum Ausdruck. BALL et al. (1998) zeigen in Versuchen in Großbritannien signifikant höhere Erträge bei direkt gesäter Wintergerste mit Strohausgleichdüngung. Die Untersuchungen von AL-KAISI und LICHT (2004) liefern eine Erklärung für diese Ergebnisse. Sie können bei Direktsaat zwar keine signifikanten aber dennoch auffallend geringere Nitratmengen im Herbst nachweisen. Stickstoff wird bei extensiven Verfahren der Bodenbearbeitung durch den Aufbau organischer Masse im Boden gebunden (OLSON et al. 2005) und steht somit nicht dem Pflanzenwachstum zur Verfügung. Die Stickstoffsperre kann die Bestandesetablierung der Folgekulturen im Herbst bei einem weiten C:N-Verhältnis in den Ernterückständen der Vorfrüchte (z.B. nach Getreide) begrenzen. Nach Blattfrüchten ist dieser Effekt nicht zu erwarten (SCHNEIDER et al. 2005).

Auch die Sortenwahl sollte bei engem Fruchtwechsel mit in Betracht gezogen werden. In Marktfruchtfolgen ist immer häufiger die Anbaufolge Raps nach Weizen anzutreffen. Eine solche Situation verlangt möglichst frühreife Weizensorten mit geringem Strohertrag. In Untersuchungen zum Harvestindex bei Weizensorten konnten Unterschiede im Strohertrag von nahezu 25 Prozent festgestellt werden (SCHÄFER und STEMANN 2004). POLEGI (2000) veröffentlichte ähnliche Ergebnisse zum Strohertrag von Weizensorten aus Kanada und verdeutlicht den Nutzen für pfluglose Anbausysteme.

### 2.2.1.2 Ungrasdruck

Die Reduktion der Bodenbearbeitungsintensität wirkt sich auf die Vermehrungszyklen der Unkräuter/Ungräser unterschiedlich aus und ist bei einem dauerhaften Pflugverzicht wie folgt zu beurteilen (PEKRUN und CLAUPEIN 1998):

- Perennierende Arten (Wurzelunkräuter/-ungräser) nehmen zu.
- Monokotyle treten häufiger auf, da bessere Reproduktionsmöglichkeiten gegeben sind. Zunehmendes Problem bei pflugloser Bodenbearbeitung ist das Auftreten von Trespens. Als ausschließlicher Flachkeimer kommt die nicht wendende Bearbeitung dem Lebenszyklus dieser Art entgegen.
- Samen dikotyler Pflanzen haben meist eine hohe Lebensdauer im Boden. Bei konventioneller Bearbeitung mit dem Pflug können keimfähige Samen aus der unteren Bodenschicht an die Oberfläche gebracht werden. Da dies in pfluglosen Systemen kaum der Fall ist, sinkt häufig die Populationsdichte von zweikeimblättrigen Unkräutern.

Aus praktischen Betrieben, die über mehrere Jahre pfluglos wirtschaften, wird diese Einschätzung bestätigt. Neben den typischen Problemungräsern wie Ackerfuchsschwanz und Windhalm rücken verschiedene Trespensarten in den Mittelpunkt der Herbizidstrategie (PATTERSON et al. 1980, MELANDER 1998, BALL und DAVIES 1997). Weiterhin ist von einer Zunahme an Disteln, Ruderalunkräutern oder auch Quecken auszugehen. Ob die Zunahme bestimmter Unkräuter und Ungräser zum Problem wird, hängt von der Bearbeitungs- und Herbizidstrategie ab. HUTCHEON et al. (1998) stellen folgende Gegenstrategie vor:

1. Eine flache, aber intensiv mischende Stoppelbearbeitung mit guter Rückverfestigung ermöglicht gute Keimbedingungen der Unkraut-/Ungrassamen.
2. Vor der Saat Einsatz eines Totalherbizids.

3. Möglichst wenig Bodenbearbeitung zur Aussaat (Scheibenschardrilltechnik), wodurch kaum noch Samen zum Keimen stimuliert werden.
4. Gezielter Einsatz selektiv wirkender Herbizide in der Kultur.

BRÄUTIGAM (1993, 1994) weist darauf hin, dass nicht auf jedem Standort durch die pfluglose Bodenbearbeitung der Ungrasdruck zwangsläufig ansteigen muss. LÜTKE ENTRUP et al. (2001) machen in diesem Zusammenhang auf den Einfluss der Fruchtfolge aufmerksam. Die Ergebnisse von SPRENGER (2004) belegen diese Einschätzungen. Beim Pflugverzicht zu Winterweizen war eine signifikant höhere Verunkrautung und Verungrasung festzustellen. Bei der pfluglosen Aussaat von Sommerungen wurde vielfach kein signifikanter Unterschied zum Pflug festgestellt. PALLUT und BENNEWITZ (1996) sowie PALLUT (1999, 2003) untersuchten die Wechselwirkungen zwischen Bodenbearbeitung und Fruchtfolgegestaltung auf die Verunkrautung. In einer wintergetreidebetonten Fruchtfolge und einer aufgelockerten Fruchtfolge mit jährlich wechselndem Anbau von Getreide und Blattfrüchten wurden verschiedene Intensitätsstufen der Herbizidanwendung geprüft. Die Versuchsergebnisse sind bemerkenswert. Die Fruchtfolge bestimmt maßgeblich den Grad der Verungrasung mit Windhalm. Durch pfluglose Bodenbearbeitung wird die Situation lediglich in der engen, wintergetreidebetonten Fruchtfolge verschärft. In der erweiterten Fruchtfolge mit einem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht sind keine nennenswerten Ungrasprobleme durch den Pflugverzicht zu erkennen. Die Ergebnisse von DERKSEN et al. (2002) aus dem Norden der USA zeigen hierzu auffallende Parallelen. Für die Autoren ist die Fruchtfolgearweiterung die effektivste Möglichkeit nachhaltiger Unkrautbekämpfungsstrategien bei pflugloser Bodenbearbeitung. Der in Teilen der USA verbreitete Weizenanbau in Monokultur fördert die Verunkrautung deutlich. In der Praxis wurden als Folge der Monokultur auch Herbizidresistenzen nachgewiesen.

### **2.2.1.3 Durchwuchs**

Durchwuchs von Vorfrüchten kann in pfluglos wirtschaftenden Betrieben mit Wintergetreidefruchtfolgen ein erhebliches Problem sein (VOSSHENRICH und WILLERT 1993, LÜTKE ENTRUP et al. 2003). Direktsaaten zeigen in den Erhebungen von CHRISTIAN und CARRECK (1997) die höchsten Durchwuchsraten. Mit intensiverer Bodenbearbeitung und dem gezielten Einsatz eines Totalherbizids konnte die Durchwuchsproblematik in Einzeljahren auf das Niveau des Pfluges gesenkt werden. Entscheidenden Einfluss nimmt neben der Länge der Anbaupause die Witterung nach der Ernte ein. In feuchten Jahren ist auch unter Direktsaatverhältnissen eine nahezu

100-prozentige Eliminierung des Ausfallgetreides möglich, in sehr trockenen Jahren wird die Bekämpfung dagegen deutlich erschwert (SIEVERT 1999). UNGER et al. (1999) weisen ausdrücklich auf die Notwendigkeit eines Glyphosateinsatzes hin. Sind Anbausituationen mit hoher Durchwuchsgefahr dennoch unumgänglich, empfiehlt sich in diesem Falle die bereits erläuterte Ungrasbekämpfungsstrategie von HUTCHEON et al. (1998). Untersuchungen von KNAB (1988) untermauern diese Vorgehensweise. Entscheidend ist nach seiner Auffassung die erste Bearbeitung. Erfolgt diese zu tief ( $> 8$  cm), sind die meisten Ausfallsamen im Boden mindestens 5 cm unterhalb der Oberfläche zu finden und kommen somit nicht zur Keimung. Auch NIEMANN (2002) untersuchte das Auflaufverhalten von Ausfallweizen nach unterschiedlicher Stoppelbearbeitung. Mit einem Strohstriegel und nachlaufender Walze (2 cm Bodenbearbeitung) ließen sich Auflaufraten in gleicher Höhe wie nach einer Standardbearbeitung mit dem Grubber erzielen. In trockenen Jahren zeigte der Strohstriegel sogar Vorteile.

#### 2.2.1.4 Krankheitsdruck

Die Bodenbearbeitung ist neben der Fruchtfolgegestaltung das wichtigste ackerbauliche Instrument zur Eindämmung des Infektionspotenzials von Krankheiten (BAILEY und DUCZEK 1996). GARBE (2001) äußert zwar die Vermutung, dass alle fakultativ lebenden Pilze bei pflugloser Bodenbearbeitung begünstigt werden, in seinen weiteren Untersuchungen bestätigt sich diese These jedoch nicht (Tab. 6). Rapskrankheiten wie *Phoma lingam* wurden beispielsweise nicht erkennbar durch die Bearbeitungsintensität beeinflusst.

BRÄUTIGAM (1993) weist sogar ein deutlich geringeres Infektionspotenzial bei Fußkrankheiten auf langjährig pfluglos bestellten Flächen nach. Begleitende Untersuchungen belegen auf diesen Flächen ein wesentlich höheres antiphytopathogenes Potenzial. BAILEY et al. (1992) stellen die Wechselwirkung zwischen Bodenbearbeitung und Fruchtfolge auf den Krankheitsbefall heraus. Einen pauschal höheren Infektionsdruck bei Mulch- und Direktsaat können sie nicht bestätigen. Allerdings bestehen deutliche Unterschiede in Abhängigkeit von der Vorfrucht. Stoppelweizen zeigt wesentlich höhere Infektionen mit *Septoria spp.*, *Helminthosporium tritici repentis* (HTR/DTR), *Fusarium spp.* und *Gaeumannomyces graminis*. Unterschiede in der Befallsstärke traten zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren kaum auf. Von einem deutlich höheren Infektionsrisiko beim Pflugverzicht ist dagegen bei HTR/DTR und *Fusarium spp.* unter hiesigen Verhältnissen auszugehen. Dabei hat die Fruchtfolgegestaltung maßgeblichen Einfluss. Die HTR/DTR-Problematik tritt vor allem im

**Tab. 6: Wichtige Krankheiten in bedeutenden Kulturen und Veränderung des Auftretens bei konservierender Bodenbearbeitung im Vergleich zum Pflug**

Schaderreger/ Fruchtart	Veränderung
Getreide	
Schwarzbeinigkeit	Keine
Halmbruch	Keine
Mehltau	Keine
Gelbrost	Keine
Braunrost	Keine
Septoria tritici (Weizen)	Zunahme
Septoria nodorum (Weizen)	Zunahme
<i>DTR</i> (Weizen)	Zunahme
Fusarium – Ährenbefall	Zunahme
Rhynchosporium – Blattflecken	Bisher keine festgestellt
Netzflecken	Bisher keine festgestellt
Raps	
Weißstängeligkeit	Bisher keine festgestellt
Wurzelhals- und Stängelfäule	Keine
Verticilium-Welke	Keine
Alternaria Schotenbefall	Keine
Falscher Mehltau	Keine

Quelle: GARBE (2001)

pfluglos bestellten Stoppelweizen auf (HEITEFUSS 2000, ARNOLD-REIMER 1994, VOß 1997, GARBE 2001, BARTELS und RODEMANN 1998). *Fusarium spp.* wird in der Anbaufolge Weizen nach Weizen und besonders Weizen nach Mais durch den Pflugverzicht zum Problem. Stuserhebungen in der Praxis von BECK und LEPSCHY (2000) sowie KRAUTHAUSEN et al. (2003) belegen diese Einschätzung. Auch aus wissenschaftlichen Untersuchungen (YI et al. 2001) geht diese Erkenntnis hervor. Die Autoren zeigen eine 30 bis 40 Prozent geringere Befallshäufigkeit von *Fusarium graminearum* beim Einsatz des Pfluges nach Körnermais zu Weizen. Blattfrüchte wie Raps, Zuckerrüben oder Leguminosen unterbrechen den Infektionszyklus der Fusarien. Das unterstreicht den herausragenden Stellenwert der Fruchtfolgegestaltung auf den Infektionsdruck (OERKE et al. 2001).

### 2.2.1.5 Auftreten von Schädlingen

In der Diskussion um Veränderungen beim Schädlingsbefall durch konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat werden immer wieder höhere Schäden durch Schnecken und Mäuse genannt (PEKRUN und CLAUPEIN 1998). JORDAN et al. (1997) und VOSS (1997) belegen in ihren Erhebungen einen signifikanten Anstieg der Schneckenpopulation bei konservierender Bodenbearbeitung und insbesondere bei Direktsaat. In Kombination mit den allgemein gültigen Risikokriterien, die zu einem höheren Schneckendruck führen, kann es zu



deutlichen Schäden bis hin zum Totalausfall kommen. GODAN (1979) und PETERSEN (2001) benennen folgende allgemein gültigen Risikokriterien:

- Anhaltend hoher Schneckendruck über Jahre
- Schwerer, toniger Boden
- Hoher Anteil empfindlicher Kulturen in der Fruchtfolge oder Grünbrache
- Schlag liegt in der Nachbarschaft von Grünland- oder Bracheflächen
- Feuchte Frühjahrs- und Sommerwitterung
- Temperaturen zwischen 2 °C und 17 °C, Luftfeuchtigkeit > 82 Prozent, Windgeschwindigkeit < 0,3 m/s

Die Ergebnisse von SIEVERT (1999) belegen die höchste Aktivitätsdichte in den Direktsaatvarianten. Im Vergleich dazu konnte durch eine zweimalige Bodenbearbeitung mit dem Grubber die Aktivitätsdichte um 50 Prozent gesenkt werden. Erst in Kombination mit Molluskizidapplikationen war eine ausreichende Bekämpfung gegeben. Hierbei zeigte die Anwendung unmittelbar nach der Saat im Vergleich zur Vorernteanwendung deutlich bessere Erfolge. Untersuchungen von GLEN (2002) weisen ebenfalls auf einen höheren Schneckendruck bei konservierender Bodenbearbeitung und vor allem bei Direktsaat hin. Seine Untersuchungen im Raps zeigen, dass erst mit gezielten Bekämpfungsmaßnahmen in den pfluglosen Systemen der Schaden zu begrenzen ist. Weitere vergleichende Untersuchungen machen die wesentlich höhere Empfindlichkeit des Rapses deutlich. Vor allem die geringe Pflanzenzahl bei Raps und die extrem hohe Anfälligkeit des Rapskeimlings sind hierfür verantwortlich. WÖRZ (2005) hat in Messungen zur Aktivitätsdichte von Schnecken herausgefunden, dass unter den feuchten Witterungsbedingungen in Schleswig-Holstein eine einmalige Bodenbearbeitung nach Raps zu Weizen den Populationsverlauf nicht ausreichend stört. Eine Schneckenbekämpfung in dieser Situation ist daher einzuplanen.

Pfluglose Bodenbearbeitungssysteme schaffen Lebensbedingungen, die den Ansprüchen der Ackerschnecken entgegenkommen. Mulchauflagen und ein stabiles Grobporensystem gewähren ideale Lebensbedingungen (JORDAN et al. 1997). Nur bei sehr grober Saatbettbereitung auf schwer zu bearbeitenden Böden kann der Schneckendruck in Pflugsystemen vergleichbar hoch sein. Sind die beschriebenen kritischen Situationen zu erwarten, ist eine entsprechende Bekämpfung einzuplanen. Überlegungen von LÜTKE ENTRUP und STEMANN (2002), die Schnecken zum Zeitpunkt der höchsten Aktivität im Mai und Juni in der Vorfrucht zu bekämpfen, scheitern an den Zulassungsbestimmungen der Schneckenköder.

Auch phytophag lebende Feldmäuse können bei konservierender Bodenbearbeitung ohne tiefe Lockerung sowie bei Direktsaat aufgrund der weitgehend ungestörten Populationsdynamik erhebliche Schäden verursachen (KÖLLER und LINKE 2001, BISCHOFF und RICHTER 2002). Tiefer liegende Bauten werden nicht gestört, Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche dienen als Nahrungsgrundlage und schlecht verteiltes Stroh bietet idealen Unterschlupf. Stärkere Schäden werden dann beobachtet, wenn es in einem Gebiet zu Vermehrungsschüben kommt. Dann wandern die Mäuse aus Ruderalbereichen oder von Grünlandflächen vornehmlich auf Mulch- oder Direktsaatflächen ein. Eine lang anhaltend geschlossene Schneedecke, außergewöhnliche Nässeperioden oder Trockenheit erhöhen die Mortalitätsrate bei Mäusen (BÄUMLER 1999). Neben der direkten Bekämpfung mit Mäuseködern sind weitere Punkte zu beachten:

- Strohhaufen vermeiden, da sich hier die ersten Mäusenester bilden
- Frühzeitiger Totalherbizideinsatz, um die Nahrungsgrundlage zu entziehen
- Gezielte Bekämpfung bei Befallsbeginn
- Tiefere Stoppelbearbeitung

### **2.3 Konzeption von pflanzenbaulichen Systemversuchen**

Pflanzenbauliche Systemversuche unterscheiden sich konzeptionell deutlich von Versuchen zur Optimierung pflanzenbaulicher Fragestellungen für Einzelkulturen. Vielfach werden hier Maßnahmen faktoriell untersucht und varianzanalytisch ausgewertet, um Ursache-Wirkungsrelationen unter „ceteris paribus“ zu erklären. Um Zusammenhänge zu erkennen, werden einige Faktoren möglichst konstant gehalten (Standort, Bodenbearbeitung) und andere (z.B. Pflanzenschutz, Düngung) werden wiederum gezielt variiert. Aus diesen Versuchen leiten sich abgesicherte Optimierungsstrategien für die untersuchten Faktoren ab. In Systemversuchen werden dagegen die verschiedenen komplexen Produktionssysteme unabhängig voneinander auf der Basis abgesicherter Produktionsstrategien aus faktoriellen Versuchen optimiert durchgeführt und als „Ganzes“ miteinander verglichen (BAEUMER 1994a). Die Beurteilung der Wirkung einzelner Faktoren ist somit nicht mehr Gegenstand der Untersuchungen. Als Bewertungsparameter muss eine Zielgröße gefunden werden, die auch komplexe Systeme aggregiert. Dies können beispielsweise der Natural- bzw. der monetäre Ertrag und/oder der Aufwand eines Systems sein. KLAPP (1961) spricht bei Fruchtfolgeversuchen mit betriebswirtschaftlichem Schwerpunkt von Systemanalysen. SUHARJO (1995) ordnet Fruchtfolgeversuche in die Kategorie der Dauerversuche ein. In der Literatur sind Dauerversuche neben den Fragen zur Fruchtfolgegestaltung auch zur

Ergebnisgewinnung bezüglich Bodenfruchtbarkeit, der organisch/mineralischen Düngung, des Krankheitsbefalls sowie der Bodenbearbeitung aufgeführt. Zielsetzung vieler Dauerversuche ist die Bewertung von Langzeitwirkungen bzw. akkumulierenden Wirkungen der Systeme auf bestimmte pflanzenbauliche Fragestellungen wie z.B. die Bodenfruchtbarkeit (LEZOVIC 1998). Sie sind daher in der Versuchsdurchführung statisch angelegt. Außerdem wurden bei älteren Dauerversuchen nicht die Anforderungen an die statistische Auswertung der Versuche berücksichtigt (JOHNSTON und MATTINGLY 1976). Vorgaben zur Anlage von Fruchtfolge-/ Dauerversuchen sind häufig den älteren Veröffentlichungen beispielsweise von PATTERSON (1964) oder COCHRAN (1939) zu entnehmen. Letzterer fordert zum Beispiel, dass bei einem Fruchtfolgeversuch jedes Fruchtfolgefeld in jedem Jahr vorkommen muss. Die Notwendigkeit von Wiederholungen wie im üblichen Feldversuchswesen kann dabei nach Einschätzung der Autoren den praktischen Sachzwängen der Versuchsdurchführung untergeordnet werden. ZADOKS (1989) zeigt weiterhin die Notwendigkeit von möglichst großen Versuchsflächen zur sicheren Durchführung und Abgrenzung der Systeme auf. Wiederholungen sind seiner Aussage nach nicht zwingend notwendig, da dann in vielen Fällen die Teilflächen zu klein werden. Systemversuchen mit betriebswirtschaftlicher Fragestellung ist ein Handlungsrahmen vorzugeben (BAEUMER 1994a). Neuentwicklungen bei Sorten, im Pflanzenschutz, der Düngung oder bei der Maschinenteknik müssen insbesondere bei ökonomisch orientierten Versuchen Berücksichtigung finden. Die optimierte Systemführung steht also im Vordergrund (KLAPP 1961). Bei dieser Vorgehensweise stehen nicht die akkumulierten Wirkungen über längere Zeiträume, sondern die Wechselwirkungen im System innerhalb eines Einzeljahres im Vordergrund (WILDENHAYN und GEROWITT 1994). WEI und Mitarbeiter (2001) untermauern mit ihren Schlussfolgerungen die Aussagen von KLAPP (1961). Sie beschreiben, dass Wiederholungen pflanzenbaulich wünschenswert und für einige Fragestellungen unverzichtbar sind, für eine ökonomische Bewertung von Systemen die Praktikabilität der Versuchsanlagen jedoch einen hohen Stellenwert einnimmt. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Systeme nicht unabhängig voneinander optimiert durchgeführt werden können. Die Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre in Europa zahlreich angelegten Versuchsvorhaben zur Überprüfung der Leitlinien des integrierten Pflanzenbaus wurden in den meisten Fällen als Versuchsanlagen ohne Wiederholungen konzipiert. Berücksichtigt wurden bei diesen Versuchen neben dem reduzierten Aufwand an Produktionsmitteln unterschiedliche Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungssysteme (HOLLAND et al. 1994). Bekanntestes deutsches Forschungsvorhaben dieser Art war das

Intex-Projekt der Universität Göttingen. In den dort angelegten Großparzellen wurden lediglich bei Bedarf Kleinparzellen zur Klärung von Detailfragen angelegt.

Andere Autoren weisen wiederum darauf hin, dass Wiederholungen die Qualität der Versuchsergebnisse deutlich verbessern (PATTERSON 1953, PEARCE 1986, CADY 1991). Um die Praktikabilität einer Streifenanlage zu erhalten und gleichzeitig die Vorteile einer Versuchsanlage mit Wiederholungen zu nutzen, schlägt SIMON (1961) in seiner Veröffentlichung „Zur Methodik der Fruchtfolgeforschung“ die Anlage von Behandlungstreifen (Split-Plot-Anlage) vor. Diese führt elegant die Vorzüge beider Anlagemethoden zusammen. Auch Arbeiten jüngerer Datums (SUHARJO 1995, LEZOVIC 1998), die sich unter anderem mit der Statistik bei Fruchtfolgeversuchen beschäftigen, plädieren für Versuchsanlagen mit Wiederholungen.

## 2.4 Arbeitshypothesen

Die wirtschaftliche Situation im Marktfruchtbau der vergangenen Jahre zwingt zu Kosteneinsparungen. Auch der Pflanzenbau ist gefordert, einen entsprechenden Beitrag zu leisten. Die in der Literatur beschriebenen Lösungsansätze beleuchten nur Einzelfragen zur Bodenbearbeitung oder Fruchtfolge. Vielmehr ist zur Problemlösung pflanzenbauliches Systemdenken erforderlich. Mit der Verknüpfung pflanzenbaulicher und ökonomischer Aspekte aus der Literaturrecherche lassen sich folgende Hypothesen für die Beurteilung und Analyse von Bodenbewirtschaftungssystemen formulieren:

1. Interaktionen zwischen Standort, Bodenbearbeitung und Fruchtfolge nehmen maßgeblichen Einfluss auf die Ertragsleistung der Kulturen.
2. Die Bodenbearbeitungsintensität und die Fruchtfolgegestaltung sind wichtige Determinanten der Direktkosten. Dabei sind die pflanzenbaulichen Wechselwirkungen entscheidend für die Kostenbelastung.
3. Durch den konsequenten Pflugverzicht sinken die systembedingten Kosten der Arbeitserledigung. Diese Effizienzsteigerung wird in erweiterten Fruchtfolgen noch verbessert.
4. Die Rentabilität konservierender Bodenbearbeitungsverfahren (Mulchsaat/Direktsaat) ist abhängig von der Fruchtfolge und dem Standort.

5. Erweiterte Fruchtfolgen in Kombination mit der pfluglosen Bestellung sind im Vergleich zu engen und intensiv bearbeiteten Anbausystemen von einer höheren wirtschaftlichen Stabilität geprägt.
6. Die mangelnde Akzeptanz der konservierenden Bodenbearbeitung/Direktsaat und erweiterter Fruchtfolgen in der landwirtschaftlichen Praxis ist in hohem Maße durch eine unzureichende methodische Vorgehensweise beim Vergleich komplexer Bodenbewirtschaftungssysteme verursacht.

### 3 Material und Methode

#### 3.1 Versuchsstandorte, -anlagen und Versuchsaufbau

Die Feldversuche zum Forschungsvorhaben wurden im Herbst 2001 an vier verschiedenen Standorten in Deutschland angelegt. Das Spektrum der Versuchsstandorte (Tab. 7) umfasst unterschiedliche Naturräume, um eine möglichst gesicherte Aussage zur Wirkung verschiedener Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgesysteme treffen zu können. Der Versuchsstandort Soest ist als hocheffizienter Börde Standort gekennzeichnet. Die dort anzutreffenden Parabraunerden aus Löß sichern in Kombination mit hohen Jahresniederschlägen ganzjährig eine gute Wasserversorgung. Der pseudovergleyte Unterboden verursacht nach starken Niederschlägen stauende Nässe. Der im tertiären Hügelland gelegene Versuchsstandort Freising ist als kontinental geprägter Standort einzustufen. Die lange Vegetationsruhe und die vielfach ausgeprägte Vorsommertrockenheit begrenzen in Einzeljahren das Ertragsniveau des Standorts. Mit dem Versuchsstandort im Leinetal ca. 40 Kilometer westlich von Braunschweig ist ein alluvialer Standort vertreten. Bei der Bodenart handelt es sich um einen lehmigen bis lehmig-tonigen Oberboden. Als maritimer Übergangstandort kommen in Einzeljahren längere Trockenphasen vor. Der Standort im Umland von Gülzow wird als maritim geprägter Küstenstandort eingeordnet. Die dort anzutreffenden Braunerden entsprechen mittlerer Bodenbonität. Die knappe Wasserversorgung kann teilweise durch längere Tauphasen und die höhere Luftfeuchtigkeit kompensiert werden.

Bei den formulierten Versuchsfragen standen nicht die Lösungen von Einzelproblemen im Mittelpunkt, sondern die Überprüfung und ökonomische Bewertung verschieden gestalteter Bodenbewirtschaftungssysteme. Hierfür wird in der Pflanzenbauwissenschaft der Begriff „Systemanalyse“ verwendet. Systemanalysen bauen auf Ergebnisse und Erkenntnisse aus Fachdisziplinen wie der Bodenkunde, Pflanzenernährung, Pflanzenzüchtung sowie der Phytomedizin auf, ähnlich wie dies bei klassischen Fruchtfolgeversuchen auch der Fall ist (SIMON 1961). Den auf dieser Basis entwickelten Bodenbewirtschaftungssystemen kann eine umfassende Betrachtungsweise zugesprochen werden (BAEUMER 1994a). Die Konzeption der Prüfsysteme erfolgte in Abhängigkeit von den Standortvoraussetzungen (Tab. 7), sodass beispielsweise in den erweiterten Fruchtfolgen unterschiedliche Sommerungen integriert wurden. An den Standorten Soest, Braunschweig und Gülzow war der Versuch als randomisierte Streifenanlage angelegt. Somit ist jedes Fruchtfolgefeld in jedem Jahr untersucht worden. Am Standort Freising wurden die Fruchtfolgefelder vierfach wiederholt in einer Split-Plot-Anlage geprüft. Die Versuchspläne sind im Anhang (S. 174-177) beigelegt.

Tab. 7: Beschreibung der einzelnen Versuchsstandorte, Bewirtschaftungssysteme und Versuchsanlagen

Standorte	Soest	Freising	Braunschweig	Gülzow
<b>Charakterisierung</b>	Maritim geprägter Bördestandort mit sehr guter Wasserversorgung	Kontinental geprägter Standort mit mittlerer bis guter Wasserversorgung, tertiäres Hügelland	Alluvialer Standort mit mittlerer Wasserversorgung, maritim geprägter Übergangstandort	Dilluvialer Standort mit mittlerer bis schlechter Wasserversorgung, maritim geprägter Küstenstandort
<b>Lage (m ü. NN)</b>	80	480	80	12
<b>Boden</b>	Pseudogley – Parabraunerde mit 75 Bodenpunkten	Parabraunerde auf Löß mit 60 Bodenpunkten	Brauner Aueboden mit mittlerem bis hohem Tongehalt, 70 Bodenpunkte	Braunerde mit 42 Bodenpunkten
<b>Jahresniederschlag (mm)</b>	869	786	710	542
<b>Mittl. Jahrestemp. (°C)</b>	11,3	7,8	8,9	8,2
<b>Bewirtschaftungssysteme: Fruchtfolge/Bodenbearbeitung</b>	Ra-WW-WW-WW (P) Ra-WW-WW-WW (K) Ra-WW-WW-KE (K) Ra-WW-AB-WW (K) Ha-WW-WW-WRo (K)	Ra-WW-WW-WW (P) Ra-WW-WW-WW (K) Ra-WW-KE-WW (P) Ra-WW-KE-WW (K) Ra-WW-KM-WW (P) Ra-WW-KM-WW (K)	Ra-WW-WW-WW (P) Ra-WW-WW-WW (K) Ra-WW-KE-WW (K) Ra-WW-KE-WW (DS)	Ra-WW-WW-WW (P) Ra-WW-WW-WW (K) Ra-WW-WW/ZF-BI.Lup. (K) Ra-WW/ZF-BI.Lup.-WW (K) Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF (K)
<b>Versuchsanlage und Größe</b>	Randomisierte Streifenanlage, gesamte Versuchsfäche ca. 12 ha, Einzelparzelle 42 m x 100 m	Split-Plot-Anlage, randomisiert, 4-fach wiederholt, gesamte Versuchsfäche ca. 15 ha, Einzelparzelle 30 m x 30 m	Randomisierte Streifenanlage, gesamte Versuchsfäche ca. 12 ha, Einzelparzelle 30 m x 150 m	Randomisierte Streifenanlage, gesamte Versuchsfäche ca. 15 ha, Einzelparzelle 27 m x 150 m
<b>Beerntung</b>	Ernte mit 6 Stichproben pro Fruchtfolgefeld mit Parzellenmähdrescher jeweils 27 m <sup>2</sup>	Ernte der gesamten Parzelle mit dem Großmähdrescher	Ernte der gesamten Parzelle mit dem Großmähdrescher	Ernte mit 3 Stichproben pro Fruchtfolgefeld mit Parzellenmähdrescher jeweils 22,5 m <sup>2</sup>

Die Parzellenlängen von 30 Metern in Freising bis zu 150 Metern in Gülzow erlaubten den Einsatz praxisüblicher Technik zur Bodenbearbeitung und Bestellung. Im ersten Versuchsjahr 2001/02 wurde auf drei von vier Standorten der Versuch nach einheitlicher Vorfrucht (Winterweizen oder Wintergerste) angelegt. Am Standort Braunschweig konnten die Kulturen zum Teil nach den entsprechenden Vorfrüchten bestellt werden. Da sich wesentliche Systemwirkungen auf keinem Standort in den Ertragsergebnissen des ersten Jahres widerspiegeln, bleibt dieses in den weiteren Auswertungen unberücksichtigt.

### **3.2 Versuchsdurchführung**

Die an den Prüfstandorten durchgeführten produktionstechnischen Maßnahmen – definiert für jedes Fruchtfolgefeld – leiten sich aus umfangreichen regionalen Detailversuchen zu Fragen der Düngung, des Pflanzenschutzes und der Sortenwahl ab und entsprechen dem wissenschaftlichen Kenntnisstand sowie der guten fachlichen Praxis. Die Bearbeitung der Versuchsflächen erfolgt mit praxisüblicher Technik. Tabelle 8 skizziert den vorgegebenen Handlungsrahmen im Bereich der Sortenwahl und der Stickstoffdüngung. Die Saatstärken orientieren sich am Saattermin und dem Standort. Bei dem pfluglosen Anbau von Raps nach Weizen werden frohwüchsige Hybridsorten genutzt. Im Blattfruchtweizenbereich ist eine dem Standort angepasste Sortenwahl vorzunehmen. Beim Stoppelweizen sollte neben einer prinzipiellen Stoppelweizeneignung bei konservierender Aussaat eine blatt- und ährengesunde Sorte bevorzugt werden.

Die Stickstoffdüngung als wesentliche ertragssteigernde und ertragssichernde Maßnahme ist in Abhängigkeit von der Vorfrucht der jeweiligen Kultur zu sehen (KÖNIG et al. 2005). Untersuchungen der Landwirtschaftskammer Hannover zeigen bei Weizen nach einer Blattfrucht im Vergleich zu Stoppelweizen ein ca. 50 kg/ha niedrigeres Stickstoffoptimum (SCHÄFER 2003). Bei kurzen Anbaupausen ist zur Förderung der Strohrotte eine Stickstoffausgleichsdüngung in Erwägung zu ziehen. Flach eingearbeitete Ernterückstände werden in der umsetzungsaktiven Bodenschicht rasch in die Bodenhumusmasse (C:N-Verhältnis ca. 15:1) eingebaut. Das bindet für ca. zwei Monate hohe Mengen an Stickstoff. Um diese Stickstoffsperre aufzuheben, ist eine Ausgleichsdüngung bei kurzen Anbaupausen in Verbindung mit hohen Strohmenngen zur Bestandesetablierung angebracht. Die Düngung der Grundnährstoffe (P, K, Mg, Ca) erfolgte auf den Versuchsflächen unabhängig von der Bodenbearbeitung nach den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen, die jährlich durchgeführt wurden.



**Tab. 8: Produktionstechnik (Sortenwahl und Stickstoffdüngung) zu verschiedenen Fruchtarten**

Fruchtart/Vorfrucht	Sorte/Saatstärke	Stickstoffdüngung
Ra n. WW (P)	Hybridsorte, da vielfach mittlere bis späte Saattermine, 45-55 Kö./m <sup>2</sup>	N <sub>opt.</sub> 180-210 kg/ha N, davon 30-60 kg/ha N im Herbst zur Bestandesetablierung, Schwefeldüngung beachten
Ra n. WW (K)	Vitale Hybridsorte, da vielfach mittlere bis späte Saattermine in Kombination mit hohen Stroh-mengen im Keimungsbereich, 45-55 Kö./m <sup>2</sup>	N <sub>opt.</sub> 180-210 kg/ha N, davon 40-60 kg/ha N im Herbst zur Bestandes-etablierung und Strohdüngung, Schwefeldüngung beachten
Ra n. Leguminose (K)	Hybrid- oder Liniensorte mit verhaltenem Wuchs im Herbst, leicht verzögerter Saattermin, 40-55 Kö./m <sup>2</sup>	N <sub>opt.</sub> 160 kg/ha N reduziert, keine Herbstdüngung notwendig
WW n. Blatt-frucht (P)	Standardsorte 240-340 Kö./m <sup>2</sup> je nach Saattermin/Standort	N <sub>opt.</sub> 160-180 kg/ha N
WW n. Blatt-frucht (K)	Standardsorte 240-340 Kö./m <sup>2</sup> je nach Saattermin/Standort	N <sub>opt.</sub> 160-180 kg/ha N
WW n. WW (P)	Sorten mit Stoppelweizen-eignung, 260-340 Kö./m <sup>2</sup> , leicht verzögerter Saattermin zur Vermeidung von Herbst-infektionen, Schwarzbeinigkeits-beizung	N <sub>opt.</sub> 190-240 kg/ha N, bestockungsbetonte Andüngung im Frühjahr
WW n. WW (K)	Sorten mit Stoppelweizen-eignung, 260-340 Kö./m <sup>2</sup> , leicht verzögerter Saattermin zur Vermeidung von Herbst-infektionen, Schwarzbeinigkeits-beizung	N <sub>opt.</sub> 190-240 kg/ha N, evtl. davon 30-60 kg/ha N im Herbst als Strohausgleichsdüngung, bestockungsbetonte Andüngung im Frühjahr
Ackerbohne (K)	Standardsorte 40-50 Kö./m <sup>2</sup> , möglichst frühe Aussaat	Keine N-Düngung, Schwefeldüngung beachten
Körnererbse (K)	Standardsorte 55-85 Kö./m <sup>2</sup> , möglichst frühe Aussaat	Keine N-Düngung, Schwefeldüngung beachten
Blaue Lupine (K)	Endständige Typen 120 Kö./m <sup>2</sup> , verzweigte Typen 90 Kö./m <sup>2</sup> Saatgutbeizung wegen <i>Antraknose</i>	Keine N-Düngung, Schwefeldüngung beachten
Hafer (K)	230-280 Kö./m <sup>2</sup> , möglichst frühe Aussaat (ab Februar)	N <sub>opt.</sub> 120-150 kg/ha N

Im Bereich der Herbizidanwendungen (Tab. 9) nehmen Totalherbizide eine Schlüsselfunktion im System der konservierenden Bodenbearbeitung ein. Der gezielte Einsatz vor oder kurz nach der Saat unterbricht die „Grüne Brücke“ und beseitigt Unkräuter, Ungräser und aufgelaufene Ausfallsamen der Vorkultur. Bei der Auswahl selektiv wirkender Herbizide muss bei konservierender Bearbeitung der Wirkungsmechanismus beachtet werden.

Bodenherbizide können durch die Bindung an organische Substanzen, die sich an der Bodenoberfläche befinden oder flach in den Boden eingearbeitet sind, in ihrer Wirkung reduziert werden. Deshalb bietet sich der Einsatz blattaktiver Herbizidwirkstoffe (z.B. Wachststoffe, Sulfonylharnstoffe) an.

**Tab. 9: Produktionstechnik (Herbizide/Fungizide) zu verschiedenen Fruchtarten**

Fruchtart/Vorfrucht	Herbizide	Fungizide
Ra n. WW (P)	Standard evtl. Gräserherbizid	Nach Prognose
Ra n. WW (K)	Standard und Gräser evtl. Splitting, auf ausreichend Blattwirkung achten	Nach Prognose
Ra n. Legumin. (K)	Standard, Splitting bei Direktsaat, evtl. Gräser-, Totalherbizid bis 6 Tage nach der Saat	Auf <i>Sclerotinia</i> und <i>Verticillium</i> achten, da Leguminosen als Wirtspflanzen auftreten
WW n. Blatt-frucht (P)	Standard	Blatt- und Ährenbehandlung in EC 33/37 und EC 51/55 nach Prognose
WW n. Blatt-frucht (K)	Blattaktive Präparate Totalherbizid	Blatt- und Ährenbehandlung in EC 33/37 und EC 51/55 nach Prognose
WW n. WW (P)	Schwerpunkt Gräser	Wurzelschutzbeize, Fuß-, Blatt- und Ährenbehandlung in EC 30/32, EC 33/37 und EC 51/55 nach Prognose
WW n. WW (K)	Schwerpunkt Gräser, blattaktive Präparate, besonders auf Problemungräser wie Treppe und Ackerfuchsschwanz achten, Totalherbizid bis 6 Tage nach der Saat	Wurzelschutzbeize, Fuß-, Blatt- und Ährenbehandlung in EC 30/32, EC 33/37 und EC 51/55 nach Prognose, besondere Aufmerksamkeit auf <i>DTR</i> - Blattdürre und <i>Fusarium spp.</i>
Ackerbohne (K)	Standard und evtl. Gräser, auf ausreichende Blattwirkung achten, Totalherbizid	Nach Prognose, auf <i>Ascochyta spp.</i> und <i>Uromyces fabae</i> achten
Körnererbse (K)	Standard und evtl. Gräser, auf ausreichend Blattwirkung achten, Totalherbizid	Nach Prognose, auf <i>Ascochyta spp.</i> und <i>Botrytis spp.</i> achten
Blaue Lupine (K)	Standard und evtl. Gräser, auf ausreichend Blattwirkung achten, Totalherbizid	Saatgutbeizung wegen <i>Antraknose</i>
Hafer (K)	Standard, auf ausreichend Blattwirkung achten, Totalherbizid	Keine

Unterschiede im Fungizideinsatz einzelner Kulturen ergeben sich durch die Anbaufolge und die Bodenbearbeitung. Auch im Bereich der Fungizide sind angepasste Behandlungsstrategien anzuwenden. Bei der ungünstigen Anbaufolge Weizen nach Weizen erfordern zunächst die

bekanntes und in der Literatur vorgestellten Fruchtfolgekrankheiten wie *Pseudocercospora herpotrichoides* und *Gaumannomyces graminis* eine Fußkrankheitsbekämpfung mit geeigneten Wirkstoffen. Durch die pfluglose Bestellung ist ein höherer Krankheitsdruck insbesondere im Bereich von *DTR* und *Fusarium spp.* zu erwarten. Hier geben Prognosemodelle sichere Entscheidungshilfen über die Notwendigkeit einer Bekämpfung.

Am Standort Soest (Tab. 10) erfolgte in der wintergetreidebetonten Fruchtfolge 1 nach dem Einsatz des Pfluges bei Bedarf ein separater Bearbeitungsgang mit einer Garegge. Zur Aussaat wurde eine herkömmliche Kreiseleggendrillmaschinenkombination genutzt. In den pfluglos bestellten Anbausystemen wurde das Getreidestroh nach dem Drusch mit einem Strohhäcksler nachgeschlegelt, um einen möglichst hohen Zerkleinerungsgrad der Ernterückstände zu erreichen. Eine Kurzscheibenegge kam zum ersten flachen Bearbeitungsgang zum Einsatz. Ein zweiter intensiv mischender Bearbeitungsgang erfolgte bei Bedarf mit einer Großfederzinkenegge. Die Aussaat wurde mit einer Scheibenschar-drillmaschine mit entsprechender Eignung für Mulch- und Direktsaat organisiert.

**Tab. 10: Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Soest**

Bewirtschaftungssysteme		Stoppel-, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung	Saattechnik
FF1a (Pflug)	Ra-WW-WW-WW	Stoppelb. 5-8 cm mit Grubber, Pflug 25 cm, Saatbett mit Kreiselegge 7 cm, Garegge und Walze bei Bedarf	Kreiselegge/Drillmaschine
FF1b (Konservierend/Direktsaat)	Ra-WW-WW-WW	Bodenbearbeitungsintensität richtet sich nach den formulierten Kriterien  Geräte: Strohhäcksler, Kurzscheibenegge, Großfederzinkenegge, Walze	Scheibenschar-direktsaatmaschine JD 750 A
FF2 (Konservierend/Direktsaat)	Ra-WW-WW-KE		
FF3 (Konservierend/Direktsaat)	Ra-WW-AB-WW		
FF4 (Konservierend/Direktsaat)	Ha-WW-WW-WRo/ZF		

Durch die höheren Tongehalte des Bodens ist am Standort Freising vielfach ein zweiter Bearbeitungsgang mit der Kreiselegge zur Herstellung eines ausreichend feinkrümeligen Saatbetts nach der Pflugarbeit notwendig. Die Aussaat erfolgte danach mit Standardtechnik. In den konservierend bestellten Anbaufolgen wurde zur flachen Bodenbearbeitung ein bodengetriebener Zinkenrotor eingesetzt. Der tiefere Bearbeitungsgang erfolgte mit einem zweibalkigen Grubber. Um saatechnische Probleme in den Anbaufolgen mit hohen Strohmenge zu vermeiden, wurde hier eine mulchsaattaugliche Kreiseleggendrillmaschinenkombination genutzt. Bei geringerer Strohmenge z.B. nach

Blattfrüchten in Fruchtfolge 2 kam eine Scheibenscharmaschine mit Mulch- und Direktsaatung zum Einsatz. Eine Walze wurde nach Bedarf in allen Bewirtschaftungssystemen eingesetzt.

**Tab. 11: Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Freising**

Bewirtschaftungssysteme		Stoppel-, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung	Saattechnik
FF1a (Pflug)	Ra-WW-WW-WW	Stoppelb. 5-8 cm mit Grubber, Pflug 25 cm, Saatbettber. mit ein- bis zweimal Kreiselegge 7 cm, Walze bei Bedarf	Kreiselegge/Drill- maschine
FF2a (Pflug)	Ra-WW-KE- WW		
FF3a (Pflug)	Ra-WW-KM-WW		
FF1b (Konservierend)	Ra-WW-WW-WW	1. Stoppelb. 5 cm mit Doppelzinkenrotor, 2. Stoppelb. 12-15 cm mit zweibalkigem Grubber, Saatbettb. mit Kreiselegge 7 cm, Walze bei Bedarf	Kreiselegge/Drill- maschine mit Scheibenscharen
FF2b (Konservierend)	Ra-WW-KE- WW	1. Stoppelb. 5 cm mit Doppelzinkenrotor, 2. Stoppelb. 12-15 cm mit zweibalkigem Grubber, Saatbettb. mit Kreiselegge 7 cm, Walze bei Bedarf	Scheibenschar- direktsaatma- schine JD 750 A
FF3b (Konservierend)	Ra-WW-KM-WW	1. Stoppelb. 5 cm mit Doppelzinkenrotor, 2. Stoppelb. 12-15 cm mit zweibalkigem Grubber, Saatbettb. mit Kreiselegge 7 cm, Walze bei Bedarf	Kreiselegge/Drill- maschine mit Scheibenscharen

Am Standort Braunschweig wurde im Referenzsystem Fruchtfolge 1 Pflug nach der wendenden Bearbeitung eine Saatbettbereitung mit der Kreiselegge durchgeführt. Die Aussaat erfolgte mit der Kreiseleggendrillmaschinenkombination. Die Bodenbearbeitung in den konservierend bestellten Varianten Fruchtfolge 1b und Fruchtfolge 2a erfolgten nach den formulierten Kriterien an die notwendige Bodenbearbeitungsintensität in Abhängigkeit von Vorfrucht-Nachfruchtbeziehungen. Im Bewirtschaftungssystem 3b sollte dagegen auf jegliche Bodenbearbeitung verzichtet werden. Um dies zu realisieren, kam eine direktsaattaugliche Zinkenmaschine zum Einsatz.

**Tab. 12: Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Braunschweig**

Bewirtschaftungssysteme		Stoppel-, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung	Saattechnik
FF1a (Pflug)	Ra-WW-WW-WW	Stoppelb. 10 cm mit Scheibenegge, Pflug 25 cm mit Packer, Saatbett mit ein- bis zweimal Kreiselegge 7 cm, Walze bei Bedarf	Kreiselegge/Drillmaschine
FF1b (Konservierend)	Ra-WW-WW-WW	1. Stoppelb. 5-8 cm mit Scheibenegge, 2. Stoppelb. 12-15 cm mit Scheibenegge, Tiefe Lockerung mit dem Grubber: 20-25 cm zu Stoppelweizen und Raps, Saatbettb. mit Kreiselegge 7 cm, Walze bei Bedarf	Kreiselegge/Drillmaschine mit Scheibenscharen
FF3a (Konservierend)	Ra-WW-KE-WW	1. Stoppelb. 5-8 cm mit Scheibenegge, 2. Stoppelb. 12-15 cm mit Scheibenegge, Tiefe Lockerung mit dem Grubber: 20-25 cm zu Blattfrüchten, Saatbettb. mit Kreiselegge 7 cm, Walze bei Bedarf	Kreiselegge/Drillmaschine mit Scheibenscharen
FF3b (Direktsaat)	Ra-WW-KE-WW	Keine	Direktsaatmaschine mit Meißelscharen

Durch die leicht zu bearbeitenden sandigen Böden am Standort Gülzow ist auch nach der wendenden Bearbeitung mit dem Pflug keine Saatbettbereitung notwendig. Die Aussaat wurde wie auch in den konservierend bestellten Fruchtfolgen mit einer Universaldrillmaschine durchgeführt. Um eine ordnungsgemäße Pflugfurche zu ermöglichen, wurde auf dem flachgründigen Boden ein zweiter Stoppelbearbeitungsgang zur intensiven Einmischung der Ernterückstände durchgeführt. Die Bodenbearbeitungsintensität erfolgte in den konservierend bestellten Systemen nach den aufgeführten Kriterien. In engen Anbaufolgen wurde zur intensiven Einmischung der Ernterückstände eine dreimalige Bodenbearbeitung mit dem Universalgrubber durchgeführt.

**Tab. 13: Technische Ausstattung der Bodenbewirtschaftungssysteme am Standort Gülzow**

Bewirtschaftungssysteme		Stoppel-, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung	Saattechnik
FF1a (Pflug)	Ra-WW-WW-WW	1. Stoppelb. 5-8 cm 2. Stoppelb. 10-12 cm mit Grubber, Pflug 25 cm, Walze bei Bedarf	Universaldrill- maschine mit Vorwerkzeugen und Scheiben- scharen
FF1b (Konservierend)	Ra-WW-WW-WW	1. Stoppelb. 5-8 cm 2. und ggf. 3. Stoppelb. 12-22 cm jeweils mit Universalgrubber	
FF2 (Konservierend)	Ra-WW-WW/ZF-BI.Lup.		
FF3 (Konservierend)	Ra-WW/ZF-BI.Lup.-WW		
FF4 (Konservierend)	Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF		

### 3.3 Datenerfassung und Witterungsverlauf

Nach dem Auflauf der Kulturen wurde zunächst in allen Fruchtarten der Feldaufgang (n=8) ermittelt. Bei Getreide sind ab Entwicklungsstadium 61 zusätzlich die ährentragenden Halme in 8-facher Wiederholung pro Fruchtfolgefeld ausgezählt worden. Vorrangig soll anhand dieser Parameter die Bestandesentwicklung bei unterschiedlichen Anbaufolgen und Bodenbearbeitungsverfahren charakterisiert werden. Begleitend wurde das Aufkommen von pilzlichen und tierischen Schaderregern erfasst. Dies hatte weniger zum Ziel, systembedingte Unterschiede darzustellen, als vielmehr die entsprechenden Pflanzenschutzmaßnahmen nach den jeweiligen Empfehlungen richtig zu terminieren. Alle durchgeführten produktionstechnischen Maßnahmen und Bodenbearbeitungsgänge wurden dokumentiert und stellen die Basis für die ökonomische Bewertung dar. Die Ernte des Versuchs erfolgte mit der jeweils am Standort vorhandenen Technik. Am Standort Soest und am Standort Gülzow wurde die Ertragsermittlung mit dem Parzellenmähdrescher in mehrfacher Wiederholung pro Fruchtfolgefeld durchgeführt. Auf den anderen Standorten erfolgte die Beerntung mit dem Großmähdrescher und anschließender Ermittlung der Erntemenge. Bei jeder Ernteprobe wurde der Feuchtigkeitsgehalt ermittelt und die Tausendkornmasse bestimmt. Bei Getreide wurden die qualitätsrelevanten Parameter wie Fallzahl und Rohproteingehalt, bei Raps der Ölgehalt gemessen. Alle Ertrags- und Qualitätswerte sind auf einen Trockensubstanzgehalt von 86 Prozent (Getreide, Leguminosen) bzw. 91 Prozent (Raps) umgerechnet.

Witterungsextreme kennzeichneten den Versuchsverlauf. Nach feuchten Aussaatbedingungen im Herbst 2002 kam es im darauffolgenden Frühjahr und Sommer zu hohen Temperaturen in Verbindung mit Niederschlagsdefiziten. In der Vegetationsperiode 2003/04 brachte die

Witterung auf allen Standorten ideale Wachstumsvoraussetzungen. Ausreichende Niederschläge zum Vorsommer waren der Grundstein für das hohe Ertragsniveau. Nach relativ milder Winterwitterung in 2004/05 entsprach der weitere Verlauf weitgehend dem langjährigen Mittel der jeweiligen Standorte.

**Tab. 14: Witterungsdaten der Versuchsstandorte, 10/2002 bis 9/2005**

Ort	Niederschlag, Mittel Okt. - Sept.				Temperatur, Mittel Okt. - Sept.			
	1961 - 1990	Differenz zu `61 - `90			1961 - 1990	Differenz zu `61 - `90		
		02/03	03/04	04/05		02/03	03/04	04/05
[ l/m <sup>2</sup> ]	[ l/m <sup>2</sup> ]	[ l/m <sup>2</sup> ]	[ l/m <sup>2</sup> ]	[ °C ]	[ °C ]	[ °C ]	[ °C ]	
Soest	869	-82	65	-47	11,3	0,8	0,3	0,2
Freising	786	-109	-22	51	7,8	1,3	0,1	0,2
Braunschweig	710	-213	-14	-20	8,9	1,3	1,2	1,0
Gülzow	542	-126	-39	-19	8,2	0,5	0,7	1,1

Quelle: Deutscher Wetterdienst (2006)

### 3.4 Methodischer Ansatz zur ökonomischen Versuchsauswertung

Zur ökonomischen Auswertung eines Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgeversuchs müssen alle systembedingten Wechselwirkungen monetär erfasst werden. Dies ist bei der Auswahl bzw. der Ausgestaltung des entsprechenden Leistungs-Kosten-Rechnungssystems zu beachten. Bei der Analyse des Versuchskonzepts sind Unterschiede in folgenden Bereichen zu erwarten:

- Leistungen: Insbesondere durch den Einbau von Sommerkulturen in die Fruchtfolge ist mit unterschiedlichen Markterlösen und Prämienansprüchen zwischen den Bewirtschaftungssystemen zu kalkulieren. Durch die Entkopplung der Prämienzahlungen von der Produktion im Rahmen der aktuellen EU-Agrarreform werden die Prämienzahlungen bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines Produktionsverfahrens nicht mehr als Leistung eingerechnet. Lediglich Prämien für Eiweiß- und Energiepflanzen sind noch in Ansatz zu bringen.
- Kosten: In den verschiedenen Fruchtfolgesystemen sind sowohl Variationen im Produktionsmitteleinsatz als auch Unterschiede in der notwendigen Mechanisierung und dem Arbeitszeitbedarf gegeben. REISCH und ZEDDIES (1983) stellen bei der Optimierung der Produktionsprozesse insbesondere die Arbeitserledigung in den Vordergrund. Die Autoren machen deutlich, dass verschiedene Fruchtfolgen unterschiedliche Arbeitszeitanprüche bzw. Arbeitsspitzen im Verlauf der Vegetation aufweisen und dadurch maßgeblich die Auslastung der Maschinen und Arbeitskräfte beeinflusst wird. Auch CLEMENS (1988) spricht bei einer Einengung des Fruchtartenspektrums von einer unbalancierten Arbeitszeitverteilung mit deutlichen

Rückwirkungen auf die notwendige Schlagkraft in der Mechanisierung.

Es ist daher davon auszugehen, dass beim Vergleich unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme neben den variablen Kosten auch in erheblichem Maße die festen Kosten im Bereich der Arbeitserledigung beeinflusst werden. Somit reicht der aus der Teilkostenrechnung stammende Deckungsbeitrag (Erlös - proportionale Spezialkosten) nicht aus, um Systeme hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit miteinander zu vergleichen. Die ökonomischen Konsequenzen, die sich langfristig aus der Abfolge der Kulturen ergeben, verlangen allerdings einen erweiterten Bewertungsansatz. Deutlich umfassender ist die aus der Kontrollrechnung stammende Vollkostenrechnung (HENTSCHEL 2000, ROST et al. 2001, HÖLZMANN 2001). Ein standardisierter Leitfaden zur Vollkostenanalyse wurde von einer Autorengruppe im Rahmen von Betriebszweigabrechnungen (DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT (DLG) (Hrsg.) 2004) erarbeitet. Bei der dort beschriebenen Vorgehensweise werden die Kosten zu funktionalen Blöcken zusammengefasst. Um dem Anspruch einer umfassenden ökonomischen Bewertung der Versuchsergebnisse gerecht zu werden, wurde das oben genannte Bewertungsschema als Basis gewählt. Bei der Bewertung von Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungseffekten stehen die Direktkosten und die Kosten der Arbeitserledigung im Mittelpunkt, da diese durch eine Veränderung der Bewirtschaftung beeinflusst werden. Flächenkosten, Kosten für Lieferrechte und sonstige Kosten werden dagegen nicht durch das Bewirtschaftungssystem beeinflusst. Somit bietet sich folgende Ableitung aus der Vollkostenrechnung für die ökonomische Bewertung der Versuchsergebnisse an: Nach Abzug der Direktkosten und der Kosten der Arbeitserledigung von den Leistungen wird eine Kenngröße ausgewiesen, die in dieser Arbeit als „Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung“ (DAL) bezeichnet wird (Tab. 15).

**Tab. 15: Berechnungsschema zur ökonomischen Auswertung von Systemversuchen**

<b>Leistungen:</b>	Marktleistung Produktionsgebundene Direktzahlungen
<b>./. Direktkosten:</b>	Saatgut Düngung Pflanzenschutz Trocknung Versicherung (Hagel) Zinsansatz Feldinventar
<b>= Direktkostenfreie Leistung</b>	
<b>./. Arbeitserledigungskosten:</b>	Lohn Lohnansatz Lohnunternehmer Feste Maschinenkosten Variable Maschinenkosten
<b>= Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL)</b>	



Die Datengrundlage zur Berechnung der DAL im vorliegenden Forschungsvorhaben stellt sich wie folgt dar:

- Leistungen: Der Markterlös berechnet sich aus dem Ertrag des jeweiligen Fruchtfolgefeldes und den im ZMP Marktbericht angegebenen Markterlösen zum Zeitpunkt der Ernte in den jeweiligen Regionen. Die in der Kalkulation angesetzten Markterlöse für die Kulturen sind in der Tabelle 16 aufgeführt. Als Konsequenz der EU-Agrarreform 2005 werden Direktzahlungen nicht mehr den Leistungen eines Produktionsverfahrens zugeordnet. Bundesländerspezifische Programme zur Förderung der pfluglosen Bodenbearbeitung oder der Fruchtartendiversifizierung wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Lediglich an die Produktion gebundene Direktzahlungen wie die Prämie für Eiweißpflanzen (56 €/ha) sind als Leistungen einzubeziehen.

**Tab. 16: Erzeugerpreise der verschiedenen Produkte (€/dt) zur Ernte in den Regionen**

Produkt	Soest			Freising			Gülzow			Braunschweig		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
A-Weizen	--	--	--	11,67	9,45	8,83	10,96	9,65	9,30	--	--	--
B-Weizen	10,06	9,25	9,44	10,61	9,08	8,56	10,25	9,33	9,10	10,94	9,37	9,40
Q.-Roggen	9,23	8,05	8,04	--	--	--	9,91	7,10	8,00	--	--	--
Q.-Hafer	9,54	8,97	8,31	--	--	--	9,50	10,00	8,00	--	--	--
K.Mais	--	--	--	9,50	8,75	9,20	--	--	--	--	--	--
Raps	22,36	18,42	18,77	21,42	18,72	18,60	22,25	18,00	19,80	23,07	19,59	19,98
Bl. Lupinen	--	--	--	--	--	--	11,40	11,20	10,75	--	--	--
K.Erbesen	11,36	11,00	10,25	11,06	10,50	10,11	--	--	--	11,49	11,84	11,73
A.Bohnen	10,81	10,80	9,44	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Quelle: ZMP (2003, 2004, 2005)

- Direktkosten: Die Aussaatmengen von Haupt- und Zwischenfrüchten, Art und Umfang des Einsatzes von Stickstoffdüngemitteln, von Spurennährstoffen und Pflanzenschutzmitteln werden der Schlagkartei des jeweiligen Fruchtfolgefeldes entnommen. Die Berechnung der Kosten erfolgte auf der Basis von Preisabfragen beim Handel in den entsprechenden Regionen (Tab. 17). Abweichend davon wurde die Grunddüngung (P, K, Ca) auf der Basis der Nährstoffabfuhr mit dem Erntegut (FINCK 1992) bzw. einer Erhaltungskalkung bemessen. Die eingesetzten Entzugswerte zeigt Tabelle 17. Die Verwendung der tatsächlichen Mengen würde zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen, da die gesamte Grunddüngung als Vorratsdüngung für mehrere Jahre in vielen Fällen nur zu einer Fruchtart durchgeführt wurde. Trocknungskosten wurden für Körnermais in Ansatz gebracht. Basis dafür stellt die KTBL-Datensammlung dar. Das im Feldinventar gebundene Kapital wurde mit einem Ansatz von 5 Prozent p.a. verzinst und nach dem in Tabelle 17 aufgeführten Schlüssel berechnet.

**Tab. 17: Datengrundlage zur Berechnung der Direktkosten**

Kostenposition	Datengrundlage															
Saatgut	Preisabfrage für Z-Saatgut der jeweiligen Sorte beim Landhandel in den Regionen															
Düngung	Preisabfrage für das jeweils eingesetzte Düngemittel beim Landhandel in den Regionen <b>Nährstoffentzüge zur Kalkulation der Grunddüngungskosten</b> (Entzug in kg je 10 dt Erntegut) nach FINCK (1992): <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></th> <th style="text-align: center;">K<sub>2</sub>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Getreide (Korn)</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Mais (Korn)</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Raps (Korn)</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>Leguminosen (Korn)</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> </tbody> </table>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Getreide (Korn)	8	5	Mais (Korn)	8	5	Raps (Korn)	15	10	Leguminosen (Korn)	11	14
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O														
Getreide (Korn)	8	5														
Mais (Korn)	8	5														
Raps (Korn)	15	10														
Leguminosen (Korn)	11	14														
Trocknung	KTBL-Datensammlung versch. Jahrgänge															
Hagelversicherung	KTBL-Datensammlung versch. Jahrgänge															
Pflanzenschutz	Abgabepreis für Pflanzenschutzmittel an den Endverbraucher aus der Preisliste des Großhandels															
Zinsansatz	5 % p.a. (Zinsansatz für kurzfristig gebundenes Kapital)															
Feldinventar	Zinsanspruch = Summe Direktkosten / 2 x Zinsansatz															

- **Arbeiterledigungskosten:** Diese werden anhand von Modellbetrieben errechnet. Für diese Modellrechnung sind Betriebsgrößen von 150 bzw. 300 ha als typische Marktfruchtbetriebe in Westdeutschland unterstellt. Für den Versuchsstandort in Bayern wurde aufgrund der kleineren Betriebsstrukturen vor Ort zusätzlich ein 75 ha Modellbetrieb mit in die Kalkulationen aufgenommen. Für den Standort in Mecklenburg-Vorpommern wurden dagegen die Betriebsgrößen nach oben hin angepasst. Hier stellen ein 300 und ein 600 ha großer Modellbetrieb die Berechnungsgrundlage dar. Basis der Berechnungen sind die verschiedenen Jahrgänge der KTBL-Datensammlung (2002/03 und 2003/04). Die Mechanisierung der Modellbetriebe erfolgte aufgrund nachstehender Vorgabe: Die Schlagkraft der Maschinen muss an die Betriebsgröße, an das Bodenbearbeitungssystem und die Fruchtfolge angepasst sein. Um dieser Forderung gerecht zu werden, wurde zunächst ein Modell zur Verteilung der Arbeitszeit mit den jeweils durchgeführten Arbeitsgängen im Bewirtschaftungssystem berechnet. Zielgröße bei der Berechnung ist die effiziente Ausnutzung der eingesetzten Arbeitskräfte (bis 180 Akh im Monat) in den Arbeitsspitzen. Für enge Fruchtfolgen errechnet dieses Modell daher schlagkräftigere Technik. Lediglich für den Drusch und die Kalkung wurden die durchschnittlichen Lohnunternehmersätze der KTBL-Datensammlung eingesetzt. Außer bei der Mechanisierung des 75 ha Betriebes am Standort in Bayern wird von dieser Vorgehensweise abgewichen. Da eine Eigenmechanisierung vielfach bei dieser

Betriebsgröße nicht rentabel ist, wird bei dieser Modellbetriebsgröße die Bodenbearbeitung und Aussaat ebenfalls durch einen Lohnunternehmer erledigt. Die Berechnung der Maschinenkosten ist in Tabelle 18 dargestellt. In Abhängigkeit von der Auslastung erfolgte die Abschreibung wie üblich nach Leistung bzw. nach Zeit (KTBL (Hrsg.) 2004, STEINHAUSER et al. 1992, REISCH und ZEDDIES 1983).

**Tab. 18: Berechnung der Maschinenkosten**

Parameter	Datenquelle/Berechnungsschema
Anschaffungswert (AW)	KTBL-Datensammlung 2004/05
Restwert (RW)	Kein Ansatz (RW = 0 €)
Nutzungsdauer nach Zeit (N)	KTBL-Datensammlung 2004/05
Feste Kosten	
Abschreibung (AfA)	$AW - RW / N$ (Bei Überschreitung der Abschreibungsschwelle Abschreibung nach Leistung)
Zinsanspruch	$(AW + RW) / 2 \times 4\%$ (Zinsansatz längerfristig gebundenes Kapital)
Unterbringung	1 % des Neuwertes
Versicherung	0,5 % des Neuwertes bei selbstfahrenden Maschinen
Variable Kosten	
Variable Kosten je Arbeitsgang	$A_{kh}/ha$ (Anspruch des durchgeführten Arbeitsganges) x Reparaturkosten/h + (Diesel l/ha x Faktor Flächengröße) x 0,65/0,75/0,85 €/l (Jahr 2003/2004/2005 Dieselpreis €/l nach Abzug der Gasölverbilligung)

- Zur Berechnung der Treibstoffkosten wurden für die Jahre 2003 bis 2005 unterschiedliche Preise in Ansatz gebracht. Im Jahr 2003 lag der durchschnittliche Dieselpreis abzüglich der Gasölverbilligung (0,22 €/l) bei ca. 0,65 €/l, 2004 bei ca. 0,75 €/l und 2005 (bis einschließlich September) bei 0,85 €/l (ANONYM 2005). Die eingesetzte Arbeitszeit wird zunächst pauschal mit 15 € pro Arbeitskraftstunde entlohnt. Neben der Ernte wird die Kalkung über die in den KTBL-Datensammlungen angegebenen durchschnittlichen Lohnunternehmersätze verrechnet. Da diese Punkte keinen Einfluss auf die Bodenbewirtschaftungssysteme haben, wurden diese Arbeitsgänge in den Modellbetrieben ausgelagert. Die Verrechnungssätze sind in Tabelle 19 aufgeführt.

**Tab. 19: Preise (€) je Hektar und Jahr für angesetzte Dienstleistungen durch den Lohnunternehmer**

Mähdrusch von Getreide	114,5
Mähdrusch von Raps	129,5
Kalkung (Einmal pro Fruchtfolgeumlauf)	12,0

Quelle: KTBL-Datensammlung versch. Jahrgänge

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die nach der vorgestellten Methode erarbeiteten Ergebnisse hinsichtlich ihrer Stabilität näher analysiert werden. Dazu wurden folgende Faktoren unter „ceteris paribus“ der anderen Parameter variiert:

- Auswirkungen unterschiedlicher Weizenpreise auf die Wirtschaftlichkeit
- Auswirkungen unterschiedlicher Körnerleguminosenerträge auf die Wirtschaftlichkeit
- Auswirkungen unterschiedlicher Entlohnung der eingesetzten Arbeitszeit auf die Wirtschaftlichkeit

Neben diesen Auswertungen wird der Vorfruchtwert der Blattfrüchte in Abhängigkeit von den Standorten berechnet. Vergleichsbasis für diese Kalkulation sind die Ertragsdifferenzen, Einsparungen bei den Pflanzenschutz- und Düngemittelkosten sowie Differenzen bei den Arbeitserledigungskosten des jeweiligen Blattfruchtweizens in Bezug auf den Durchschnitt des ersten und zweiten Stoppelweizens.

Weitere Analysen sollen die Verfahrenskosten von Raps und Weizen auf Stückkostenbasis bewerten. Die in der jeweiligen Anbaufolge entstandenen Direkt- und Arbeitserledigungskosten werden durch die dazugehörigen Erträge dividiert. Vergleichsbasis ist der Durchschnitt des Stoppelweizens im Referenzsystem Pflug oder Raps im Referenzsystem Pflug.

In der Darstellung der Arbeitszeitverteilung für die einzelnen Bewirtschaftungssysteme werden die aufgezeigten Werte mit dem durchschnittlichen Leistungspotenzial einer Arbeitskraft (180 Akh pro Monat) verglichen.

## 4 Ergebnisse der Bodenbewirtschaftungssysteme

### 4.1 Standort Soest

#### 4.1.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme

##### Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug

Das Bewirtschaftungssystem 1a Pflug zeichnet sich auf dem Standort Soest in den drei Versuchsjahren durch stabile Erträge aus (Tab. 20). Im dreijährigen Mittel ergibt sich ein durchschnittlicher Rapserttrag von 44,7 dt/ha. Die Ertragsschwankungen des Rapses zwischen den Einzeljahren sind allerdings etwas höher als beim Blattfrucht- und Stoppelweizen. Der erste Stoppelweizen erreicht in allen Prüfjahren das Ertragsniveau des Blattfruchtweizens. Der Ertrag des 2. Stoppelweizens fällt etwas geringer aus, zurückzuführen auf das Ertragsergebnis 2003.

**Tab. 20: Erträge im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005**

Jahr	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen
2003	40,8	102,0	104,6	96,5
<i>VK (n=6)</i>	8,4	5,3	14,8	5,6
2004	44,5	102,7	103,4	103,7
<i>VK (n=6)</i>	3,9	1,6	1,3	3,4
2005	48,8	94,2	91,6	92,1
<i>VK (n=6)</i>	7,6	1,8	1,3	2,7
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>44,7</b>	<b>99,6</b>	<b>99,9</b>	<b>97,4</b>
<i>VK (n=3)</i>	8,9	5,6	6,9	6,0

VK = Variationskoeffizient

In den darauffolgenden Jahren sind keine Unterschiede zwischen dem 1. und dem 2. Stoppelweizen festzustellen. Die niedrigen Variationskoeffizienten, die sich aus der Ertragsermittlung in Form der Kernbeerntung (n=6) mit dem Parzellenmähdrescher in den

**Tab. 21: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,1	4,2	4,7	42,7	39,8	40,4	43,3	40,7	39,9	43,5	42,8	39,5
Feldaufgang %	97	67	88	98	87	94	99	85	85	98	79	87
<i>VK (n=8)</i>	11,3	12,7	19,6	14,6	10,1	12,3	13,2	13,1	12,2	8,6	14,0	12,3
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	543	602	596	506	522	565	530	543	529
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	11,1	10,7	7,3	11,2	12,9	8,5	13,3	11,3	14,4
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	Grubber 10 cm			Grubber 10 cm			Grubber 10 cm			Grubber 10 cm		
Grundbodenbearbeitung	Pflug 25 cm			Pflug 25 cm			Pflug 25 cm			Pflug 25 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Garegge 8 cm Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm		

Einzeljahren ergeben, lassen auf gleichmäßige Pflanzenbestände schließen. Standortvoraussetzungen und die angepasste Produktionstechnik führen zu hohen und sicheren Erträgen.

Die Zählungen und Messungen der Ertragsstrukturparameter sind in Tabelle 21 dargestellt. Die ermittelten Feldaufgänge sind als gut zu beurteilen. Lediglich der Feldaufgang beim Raps ist im Erntejahr 2004 bedingt durch trockene Boden- und Witterungsverhältnisse im August nur unterdurchschnittlich. Tendenziell ist im Blattfruchtweizen eine höhere Bestandesdichte ausgezählt worden. Der relativ geringe Variationskoeffizient der einzelnen Zählungen zeigt die Homogenität der Bestände. Lager ist in diesem Prüfsystem in keinem Jahr aufgetreten. Zu allen Kulturen ist eine wendende, etwa 25 cm tiefe Bodenbearbeitung mit dem Pflug durchgeführt worden. Die Sekundärbodenbearbeitung erfolgte mit herkömmlicher Technik.

### **Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend**

Der Rapsertag in diesem Anbausystem liegt im Mittel der Jahre bei 43,4 dt/ha. Mit einem Variationskoeffizienten von 13,6 wird die im Vergleich zum Weizen geringere Ertragstreue des Rapses deutlich. Bei der Analyse der Weizenerträge wird eine Abstufung in Abhängigkeit von der Fruchtfolgestellung ersichtlich. Zwischen dem Blattfruchtweizen und dem ersten Stoppelweizen sind im Mittel der Jahre 2,6 dt/ha geringere Erträge zu verzeichnen. Beim zweiten Stoppelweizen fallen die Erträge gegenüber dem Blattfruchtweizen um 4,8 dt/ha ab. In dem günstigen Jahr 2004 übertreffen die Stoppelweizenerträge das Niveau des Blattfruchtweizens.

**Tab. 22: Erträge im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Jahr	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen
2003	36,6	105,4	89,4	91,4
<i>VK (n=6)</i>	8,5	9,3	7,2	6,2
2004	46,5	99,1	105,5	102,6
<i>VK (n=6)</i>	3,9	4,8	3,0	3,2
2005	47,1	93,0	94,6	89,3
<i>VK (n=6)</i>	7,3	4,8	1,98	5,5
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>43,4</b>	<b>99,2</b>	<b>96,6</b>	<b>94,4</b>
<i>VK (n=3)</i>	13,6	6,3	8,5	7,1

VK = Variationskoeffizient

Auch in dieser pfluglos bestellten wintergetreidebetonten Fruchtfolge sind auf diesem Standort gute Feldaufgänge nachzuweisen (Tab. 23). Unterdurchschnittlich ist lediglich der Feldaufgang beim Raps im Erntejahr 2004. Durch die hohe Kompensationsfähigkeit des Rapses ist hierdurch dennoch keine Begrenzung des Ertrages zu erwarten. Tendenziell weist

der Stoppelweizen eine etwas geringere Bestandesdichte auf als der Blattfruchtweizen. Lager ist in keinem Versuchsjahr aufgetreten. Die Bodenbearbeitungsintensität ist der jeweiligen Anbaufolge angepasst. Zu Weizen nach Raps erfolgte nur ein Arbeitsgang, ausgelöst durch den hohen Schneekendruck nach Raps. Zum Stoppelweizen und Raps ist der Boden nach der Strohzerkleinerung zweimal zur Förderung der Strohrotte bearbeitet worden. Sowohl die Ertragsergebnisse als auch die erhobenen Pflanzenbau-Parameter belegen, dass die pflanzenbaulichen Anforderungen bei der pfluglosen Bodenbearbeitung in engen Fruchtfolgen erfüllt werden.

**Tab. 23: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	3,7	4,1	4,6	43,8	41,8	39,6	42,9	43,5	39,6	41,7	43,5	41,0
Feldaufgang %	89,0	68,0	82,4	97,2	84,8	91,6	84,4	88,1	94,1	91,2	85,6	95,1
VK (n=8)	13,4	16,1	23,8	11,1	15,2	12,3	19,1	17,8	3,4	12,9	15,9	10,5
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	515	569	565	547	520	563	546	544	549
VK (n=8)	-	-	-	6,9	11,9	8,5	19,7	9,1	5,5	12,9	8,5	6,9
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Stoppelbearbeitung	Stroh mulchen			Kurzscheibenegge 5 cm			Stroh mulchen			Stroh mulchen		
2. Stoppelbearbeitung	Kurzscheibenegge 5 cm			---			Kurzscheibenegge 5 cm			Kurzscheibenegge 5 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Federzinkenegge 8 cm			---			Federzinkenegge 8 cm			Federzinkenegge 8 cm		

### Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend

Die in diesem Pflanzenbausystem ermittelten Erträge sind in Tabelle 24 dargestellt. Raps nach Körnererbsen zeichnet sich durch gleichmäßige Erträge aus. Im Mittel der Jahre werden 43,6 dt/ha erzielt. Der Ertrag des Blattfruchtweizens ist mit 101,9 dt/ha im Mittel um 5,1 dt/ha höher als der des Stoppelweizens. Neben den geringeren Erträgen sind auch höhere Ertragsschwankungen beim Stoppelweizen festzustellen. Starker Taubenfraß während der

**Tab. 24: Erträge im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Jahr	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	Körnererbsen
2003	40,3	99,4	89,3	53,9
VK (n=6)	5,9	9,4	6,5	14,2
2004	45,9	106,2	106,0	(30,7*)
VK (n=6)	3,9	0,1	3,0	20,5
2005	44,6	100,2	95,1	47,7
VK (n=6)	7,8	1,1	2,0	13,5
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>43,6</b>	<b>101,9</b>	<b>96,8</b>	<b>50,8</b>
VK (n=3)	6,7	3,6	8,8	6,1

\*Starke Taubenschäden, nicht in Mittelwert einbezogen

VK = Variationskoeffizient

gesamten Vegetationszeit 2004 führte an den Körnererbsen zu deutlichen Schäden. Daher wird dieses Versuchsjahr für die weitere Auswertung außer Acht gelassen.

Tabelle 25 zeigt die Ergebnisse verschiedener Zählungen und Messungen. Der Feldaufgang beim Raps ist im Jahr 2004 witterungsbedingt unterdurchschnittlich. Der Auflauf der Körnererbsen liegt zwischen 74,5 und 78,0 Prozent. Der etwas höhere Variationskoeffizient der ährentragenden Halme/m<sup>2</sup> im Fruchtfolgefeld Stoppelweizen im Jahr 2003 deutet auf eine ungleichmäßige Bestandesetablierung hin. Raps nach Körnererbse ist in zwei Versuchsjahren in Direktsaat bestellt worden. Geringe Strohmenngen und eine gute Bodenstruktur ermöglichten diese Vorgehensweise. Zu Blattfruchtweizen und Erbsen wurde maximal eine Bearbeitung durchgeführt. Lediglich der Stoppelweizenanbau erfordert eine intensivere Bodenbearbeitung.

**Tab. 25: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			Körnererbsen		
Erntejahr	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,5	3,9	4,7	44,0	41,5	39,3	41,1	44,1	40,3	237	268	273
Feldaufgang %	87,7	65,0	83,6	99,9	83,7	91,6	84,6	85,6	94,9	78,0	79,8	74,5
VK (n=8)	11,9	27,5	20,1	11,4	15,4	10,6	18,4	22,9	14,7	12,4	13,9	14,5
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	547	594	623	485	526	516	-	-	-
VK (n=8)	-	-	-	8,6	9,1	8,93	16,9	15,6	10,8	-	-	-
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	60	93
1. Stoppelbearbeitung	2003 Kurzscheibenegge 5 cm			Kurzscheibenegge 5 cm			Stroh mulchen			2003 und 2005 Kurzscheibenegge 5 cm		
2. Stoppelbearbeitung	---			---			Kurzscheibenegge 5 cm			---		
Sekundärbodenbearbeitung	---			---			Federzinkenegge 8 cm			---		

### Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend

Die Ertragsleistung von Raps liegt im Mittel der Jahre bei 43,6 dt/ha mit stärkeren Schwankungen in den Einzeljahren zwischen 36,6 und 51,1 dt/ha (Tab. 26). Die Erträge des ersten und zweiten Blattfruchtweizens stimmen nahezu überein. In beiden Fruchtfolgefeldern sind nur geringe Ertragsschwankungen über die Jahre zu verzeichnen. Der Ertrag der Ackerbohnen liegt im dreijährigen Mittel bei 59,4 dt/ha. Der Ertragseinbruch im Jahr 2003 ist auf die Witterungsbedingungen während der Abreife zurückzuführen. Durch die sehr hohen Temperaturen kam es zur beschleunigten Abreife mit deutlich negativen Rückwirkungen auf die Phase der Kornfüllung und letztendlich das Tausendkorngewicht.



**Tab. 26: Erträge im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Jahr	Raps	1.Blattfruchtweizen	Ackerbohnen	2.Blattfruchtweizen
2003	36,6	101,2	46,6	100,2
<i>VK (n=6)</i>	<i>9,1</i>	<i>6,5</i>	<i>10,4</i>	<i>6,4</i>
2004	51,1	99,4	66,5	99,7
<i>VK (n=6)</i>	<i>3,7</i>	<i>1,2</i>	<i>11,3</i>	<i>10,0</i>
2005	43,0	100,9	65,0	94,8
<i>VK (n=6)</i>	<i>8,2</i>	<i>2,5</i>	<i>13,9</i>	<i>3,4</i>
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>43,6</b>	<b>100,5</b>	<b>59,4</b>	<b>98,2</b>
<i>VK (n=3)</i>	<i>16,6</i>	<i>1,0</i>	<i>18,7</i>	<i>3,0</i>

VK = Variationskoeffizient

Zählungen und Messungen in Tabelle 27 belegen eine gute Bestandesetablierung aller angebauten Kulturen. Lediglich Raps zeigt hier im Jahr 2004 wie auch in den anderen Bewirtschaftungssystemen einen unterdurchschnittlichen Feldaufgang. Die sehr frühe Ackerbohnenaussaat ab Anfang Februar hat in keinem Versuchsjahr einen negativen Einfluss auf den Feldaufgang. Zu Raps nach Weizen ist in dieser Anbaufolge eine intensive Bodenbearbeitung zur Minimierung mechanischer Keimhemmnisse durch die Ernterückstände notwendig. Nach der Strohzerkleinerung erfolgte eine zweimalige Bearbeitung. Zu Weizen nach Raps erforderte der hohe Schneckendruck ebenfalls eine Bodenbearbeitung. Leicht zersetzbare Ernterückstände in Kombination mit einer guten Bodenstruktur ermöglichen in Einzeljahren eine Direktsaat des Weizens nach Ackerbohnen.

**Tab. 27: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			1.Blattfruchtweizen			Ackerbohnen			2.Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	3,7	4,4	4,6	41,6	41,9	41,2	301,8	480,0	395,6	48,0	40,2	40,6
Feldaufgang %	82,5	69,0	99,9	99,9	83,0	88,2	83,6	88,9	91,2	93,1	93,7	76,5
<i>VK (n=8)</i>	<i>10,6</i>	<i>13,1</i>	<i>7,6</i>	<i>14,1</i>	<i>13,1</i>	<i>18,5</i>	<i>11,8</i>	<i>10,9</i>	<i>12,4</i>	<i>14,0</i>	<i>10,3</i>	<i>16,8</i>
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	547	611	623	-	-	-	647	524	621
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	<i>19,7</i>	<i>7,5</i>	<i>6,9</i>	-	-	-	<i>12,0</i>	<i>5,9</i>	<i>10,4</i>
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0
1. Stoppelbearbeitung	Stroh mulchen			Kurzscheibenegge 5 cm			2004 und 2005 Kurzscheibenegge 5 cm			2004 Kurzscheibenegge 5 cm		
2. Stoppelbearbeitung	Kurzscheibenegge 5 cm			---			---			---		
Sekundärbodenbearbeitung	Kurzscheibenegge 8 cm			---			---			---		

**Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend**

Der Ertrag des Hafers beträgt im Mittel der Jahre 72,0 dt/ha. Auffällig hoch ist der Variationskoeffizient des Ertrags im Jahr 2005. Nach einer sehr frühen Saat Anfang Februar führte eine langanhaltende Regenperiode zu staunassen Bodenverhältnissen. Der Hafer reagierte darauf mit verzögertem Feldaufgang und ungleichmäßiger Bestandesetablierung. Der Ertrag des Blattfruchtweizens liegt im Durchschnitt bei 100,8 dt/ha und damit 3,8 dt/ha höher als der des Stoppelweizens. Sowohl der Stoppelweizen als auch der Blattfruchtweizen zeigen in dieser reinen Getreidefruchtfolge hohe Ertragsschwankungen zwischen den Jahren. Mit 80,8 dt/ha liegt der Ertrag des Roggens weit unter dem des Weizens. Insbesondere im Jahr 2004 charakterisiert der Variationskoeffizient von 18,4 Prozent die Heterogenität des Bestandes zur Zeit der Beerntung.

**Tab. 28: Erträge im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Jahr	Hafer	Blattfruchtweizen	Stoppelweizen	Winterroggen
2003	78,8	102,6	87,6	81,5
<i>VK (n=6)</i>	<i>12,4</i>	<i>7,0</i>	<i>8,7</i>	<i>12,4</i>
2004	77,2	107,6	108,8	75,3
<i>VK (n=6)</i>	<i>10,3</i>	<i>1,6</i>	<i>4,2</i>	<i>18,4</i>
2005	60,0	92,3	93,4	85,7
<i>VK (n=6)</i>	<i>21,4</i>	<i>2,8</i>	<i>7,9</i>	<i>10,6</i>
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>72,0</b>	<b>100,8</b>	<b>96,6</b>	<b>80,8</b>
<i>VK (n=3)</i>	<i>14,5</i>	<i>7,8</i>	<i>11,3</i>	<i>6,5</i>

VK = Variationskoeffizient

Die begleitenden Erhebungen belegen die Ertragsheterogenität von Hafer und Roggen in einzelnen Jahren (Tab. 29). Hafer zeigt unter den schwierigen Bodenbedingungen im Frühjahr 2005 Probleme in der Jugendentwicklung. Der Feldaufgang ist mit 90,4 Prozent zwar gut, der hohe Variationskoeffizient der Bestandesdichte belegt allerdings eine heterogene Jugendentwicklung. Roggen weist in der abtragenden Fruchtfolgestellung die größten Streuungen bei den erhobenen Parametern aus. Bei der angebauten Zwischenfrucht handelt es sich um ein Gemenge aus Ackerbohnen und Körnererbsen. Die Trockenmasseerträge dieser Zwischenfrucht bewegen sich je nach Jahr in einem Bereich von 35 bis 45 dt/ha an oberirdischem Aufwuchs. Hohe Strohmenngen, kurze Anbaupausen und phytosanitäre Aspekte erfordern zu Weizen und Roggen eine intensive Bearbeitung. Hafer wurde nach einer längeren Anbaupause mit eingeschaltetem Zwischenfruchtanbau in Direktsaat bestellt.

**Tab. 29: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Hafer			Blattfruchtweizen			Stoppelweizen			Winterroggen		
Erntejahr	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	40,4	35,3	34,1	44,3	41,7	40,5	41,6	43,8	40,7	42,2	38,3	39,8
Feldaufgang % <i>VK (n=8)</i>	74,6 14,0	91,7 14,1	90,4 7,8	94,6 16,4	84,1 9,3	87,6 16,0	80,8 16,4	88,1 15,9	91,9 14,3	83,3 16,4	53,9 41,2	80,6 8,9
Ähren/m <sup>2</sup> <i>VK (n=8)</i>	460 16,3	341 12,0	403 17,4	592 28,9	569 10,7	596 7,3	510 19,5	576 8,5	571 9,4	535 16,7	382 19,5	523 9,8
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Stoppelbearbeitung	Stroh mulchen/ Zwischenfruchtsaat			Stroh mulchen			Stroh mulchen			Stroh mulchen		
2. Stoppelbearbeitung	---			Kurzscheibenegge 5 cm			Kurzscheibenegge 5 cm			Kurzscheibenegge 5 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	---			Federzinkenegge 8 cm			Federzinkenegge 8 cm			Federzinkenegge 8 cm		

#### 4.1.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme

##### Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug

Der hohe Weizenanteil und die dadurch bedingten kurzen Anbaupausen zwischen den Hauptfruchtarten und die intensive Bodenbearbeitung haben ausgeprägte Arbeitsspitzen in den Monaten August, September und Oktober zur Folge. Für die termingerechte Arbeiterledigung sind in den Modellbetrieben die in Tabelle 30 aufgeführten Maschinen zur Bodenbearbeitung notwendig.

**Tab. 30: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 120 kW Schlepper 138 kW
Drehpflug 2,1 m Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m Saatbettkombination 4 m Grubber 5 m Walze 4,5 m	Drehpflug 2,5 m Kreiselegge/Drillmaschine 6 m Saatbettkombination 6 m Grubber 5 m Walze 6 m
Maschinenneuwert 908 €/ha	Maschinenneuwert 841 €/ha
Arbeitszeitbedarf 4,8 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 4,1 Akh/ha

Der Maschinenneuwert liegt in dem 150 ha Modellbetrieb bei 908 €/ha und in dem 300 ha Modellbetrieb bei 841 €/ha. Die relativ geringe Differenz zwischen dem Maschinenneuwert in den Modellbetrieben ist auf die Notwendigkeit eines weiteren Schleppers im größeren der beiden Modellbetriebe zurückzuführen. Der Arbeitszeitbedarf in diesem Pflanzenbausystem beträgt je nach Betriebsgröße 4,8 bzw. 4,1 Arbeitskraftstunden je Hektar.

Bei der Analyse der einzelnen Fruchtfolgefelder wird deutlich, dass trotz hoher Erträge die Markterlöse des Rapses die entstandenen Verfahrenskosten nicht decken können (Tab. 31). Die hohe Produktionsintensität des Rapses im Bereich der Stickstoffdüngung und des Pflanzenschutzmitteleinsatzes lassen die Direktkosten über das Niveau des Weizens steigen. Die höheren Kosten der Arbeitserledigung sind durch einen zusätzlichen Arbeitsgang zur Saatbettbereitung, mehr Überfahrten für Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen und höhere Kosten für den Mähdrusch zu begründen. Der Stoppelweizen verursacht 43 €/ha höhere Direktkosten als der Blattfruchtweizen. Der Einsatz einer Spezialbeize gegen Schwarzbeinigkeit, die Bekämpfung von Halmbruch und die höhere Stickstoffdüngung sind hierfür als Hauptgründe zu nennen. Da in diesem Prüfsystem bei der Bodenbearbeitung konsequent der Pflug zum Einsatz kommt, liegen die Kosten der Arbeitserledigung bei Weizen auf einheitlichem Niveau. Im Mittel des Anbausystems liegt die direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im 150 ha Modellbetrieb bei 44 €/ha und im 300 ha Modellbetrieb bei 69 €/ha.

**Tab. 31: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
Erlös €/ha	883	955	959	933	932
EU-Prämie €/ha	0	0	0	0	0
Gesamt €/ha	883	955	959	933	932
<b>Direktkosten</b>					
Gesamt €/ha	430	376	419	419	411
Direktkostenfreie Leistung €/ha	452	579	540	514	521
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
Gesamt €/ha	498	470	470	470	477
DAL €/ha	-46	108	70	44	44
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
Gesamt €/ha	471	447	447	447	453
DAL €/ha	-18	132	93	68	69

### Fruchtfolge 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend

Der hohe Wintergetreideanteil in dieser Fruchtfolge stellt hohe Anforderungen an das Produktionsmanagement bei pflugloser Bodenbearbeitung. Für eine termingerechte Arbeitserledigung müssen in den engen Arbeitsspannen schlagkräftige, mulchsaattaugliche Maschinen eingesetzt werden. Für die Modellbetriebe ergibt sich die in Tabelle 32 angegebene Mindestausstattung an Maschinen zur Bodenbearbeitung und Aussaat. Hohe

Strohmenngen (ca. 80 dt/ha TM) nach Weizen erfordern bei kurzen Anbaupausen für die Folgekultur ein Mindestmaß an Bodenbearbeitung. Um den Anforderungen einer möglichst kurzen Häcksellänge zu entsprechen, wird das Weizenstroh mit einem Strohhäcksler nachgehäckselt. Dadurch können die anschließenden Arbeitsgänge mit der Kurzscheibenegge und der Grobfederzinkenegge sehr flach erfolgen, da das gehäckselte Stroh keine erheblichen saatechnischen Probleme verursacht. Allerdings erfordert der separate Arbeitsgang mit dem Strohhäcksler auch zusätzliche Schlepperleistung in Arbeitsspitzen.

**Tab. 32: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 83 kW	Schlepper 102 kW Schlepper 83 kW
Strohhäcksler 4 m Federzinkenegge 5 m Kurzscheibenegge 4 m Universaldrillmaschine 3 m Walze 3 m	Strohhäcksler 4 m Federzinkenegge 6 m Kurzscheibenegge 4 m Universaldrillmaschine 4 m Walze 4 m
Maschinenneuwert 799 €/ha	Maschinenneuwert 656 €/ha
Arbeitszeitbedarf 4,1 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,6 Akh/ha

Tabelle 33 beschreibt die Wirtschaftlichkeit der pfluglos bestellten wintergetreidebetonten Fruchtfolge. Die schlechtere Ertragsleistung des Stoppelweizens führt im Vergleich zum Blattfruchtweizen zu deutlich geringeren Erlösen. Raps erzielt in diesem Anbausystem die geringsten Markterlöse.

Die Strohausgleichsdüngung, der in Einzeljahren erhöhte Fungizidaufwand zur Bekämpfung von *DTR* und der Einsatz eines Totalherbizids sind als Konsequenz der pfluglosen Bestellung neben den üblichen Maßnahmen im Stoppelweizenanbau zu sehen. Insgesamt steigen die Direktkosten (Pflanzenschutz- und Düngemittelaufwand) des pfluglos bestellten Stoppelweizens im Vergleich zum Blattfruchtweizen um 36 €/ha. Raps liegt in den Direktkosten zwischen Stoppel- und Blattfruchtweizen. Auch bei den Arbeiterledigungskosten ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Kulturen. Pflanzenbauliche Effekte der Anbaufolge kommen hier zum Ausdruck. Weizen nach Raps ist mit geringer Bearbeitungsintensität und geringerem Zeitaufwand zu bestellen. Stoppelweizen erfordert ein intensiveres Strohmanagement und eine intensivere Bearbeitung mit der Folge deutlich höherer Kosten. Die Arbeiterledigungskosten steigen um 23 €/ha im Vergleich zum Blattfruchtweizen. Blattfruchtweizen erzielt mit 146 bzw. mit 178 €/ha die höchste DAL. Der erste und zweite Stoppelweizen fallen dagegen ab. Raps erreicht im direkten Vergleich der Fruchtfolgefelder die niedrigste DAL. Die Erlöse des Rapses können im 150 ha Modellbetrieb

die entstandenen Verfahrenskosten nicht decken. Im Mittel des Bewirtschaftungssystems wird eine DAL von 57 bzw. 90 €/ha erzielt.

**Tab. 33: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	853	952	923	904	908
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	853	952	923	904	908
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	426	408	444	444	430
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	427	544	480	460	478
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	441	398	421	421	420
<b>DAL €/ha</b>	-14	146	58	39	57
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	407	366	389	389	388
<b>DAL €/ha</b>	20	178	91	71	90

#### **Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend**

Die Auflockerung der Fruchtfolge in Form eines Doppelfruchtwechsels hat weitreichende Konsequenzen für die Maschinenausstattung (Tab. 34). Durch die Entzerrung der Arbeitsspitzen und durch die extensive Bodenbearbeitung nach Blattfrüchten und zu Sommerungen kann die Mechanisierung der Modellbetriebe kostengünstig organisiert werden. Der Maschinenneuwert beträgt im 150 ha Modellbetrieb 637 €/ha und im 300 ha Modellbetrieb 487 €/ha. Auch im 300 ha Modellbetrieb ist mit einem Schlepper eine termingerechte Arbeitserledigung möglich.

**Tab. 34: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 73 kW	Schlepper 102 kW
Strohhäcksler 3 m	Strohhäcksler 4 m
Federzinkenegge 4 m	Federzinkenegge 6 m
Kurzscheibenegge 3 m	Kurzscheibenegge 4 m
Universaldrillmaschine 3 m	Universaldrillmaschine 4 m
Walze 3 m	Walze 4 m
Maschinenneuwert 637 €/ha	Maschinenneuwert 487 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,6 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,8 Akh/ha

Die ökonomische Bewertung dieses Bewirtschaftungssystems ist in Tabelle 35 dargestellt. Beim Blattfruchtweizen können die höchsten Erlöse verzeichnet werden, deutlich geringere dagegen im Fruchtfolgefeld Körnererbsen. Auch die Eiweißpflanzenprämie von 56 €/ha kann die Marktfruchtleistung nicht ausgleichen. Im Fruchtfolgefeld Raps sind im Mittel der Jahre Direktkosten von 394 €/ha zu verzeichnen. Durch den Rapsanbau nach Körnererbsen kann die Stickstoffdüngung reduziert werden und eine Bekämpfung von Ausfallgetreide entfallen. Dies senkt insgesamt die Direktkosten des Rapses. Stoppelweizen verursacht 36 €/ha höhere Direktkosten als Blattfruchtweizen. Körnererbsen zeichnen sich durch die geringsten Direktkosten in diesem System aus, da der Pflanzenschutz- und Düngemiteleinsatz in dieser Kultur vergleichsweise kostengünstig zu organisieren ist. Für den 150 ha Modellbetrieb sind Arbeiterledigungskosten von 381 €/ha und für den 300 ha Modellbetrieb 343 €/ha im Mittel des Anbausystems berechnet. Stoppelweizen verursacht durch die höhere Bodenbearbeitungsintensität die höchsten Kosten. Raps, Blattfruchtweizen und Körnererbsen können dagegen durch die geringen Strohmenen der jeweiligen Vorfrucht bzw. aufgrund der längeren Phasen der Bodenruhe und Strohrotte mit geringer Eingriffsintensität in den Boden und damit kostengünstiger bestellt werden. Die Fruchtfolge 2 erreicht in Abhängigkeit von der Flächenausstattung der Modellbetriebe eine DAL von 91 bzw. 129 €/ha. Dabei weisen der nach Raps angebaute Weizen und Raps nach Körnererbsen die höchste Rentabilität auf.

**Tab. 35: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW-KE Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	Stoppelweizen	K.-Erbsen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	861	976	926	551*	828
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	56	14
<b>Gesamt €/ha</b>	861	976	926	607	842
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	394	408	444	234	370
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	467	568	482	373	472
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	382	363	425	355	381
<b>DAL €/ha</b>	<b>85</b>	<b>206</b>	<b>57</b>	<b>18</b>	<b>91</b>
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	349	324	379	321	343
<b>DAL €/ha</b>	<b>118</b>	<b>244</b>	<b>103</b>	<b>52</b>	<b>129</b>

\*Erlös im Mittel 2003 und 2005

### **Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend**

Tabelle 36 beinhaltet die für das Anbausystem notwendige Ausstattung der Modellbetriebe an Zugmaschinen und der Technik zur Bodenbearbeitung bzw. Aussaat. Da der Wechsel von

Halmfrucht und Blattfrucht die pflanzenbauliche Umsetzung bei konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat optimiert und ausreichende Strohrottephasen schafft, kann die Bodenbearbeitungsintensität bis hin zur Direktsaat reduziert werden. Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge ergibt sich die dargestellte Maschinenausstattung. Der Maschinenneuwert liegt im 150 ha Modellbetrieb bei 625 €/ha und im 300 ha Modellbetrieb bei 481 €/ha. Der Arbeitszeitbedarf beträgt 3,5 bzw. 3,1 Akh/ha.

**Tab. 36: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 73 kW	Schlepper 83 kW Schlepper 67 kW
Strohhäcksler 3 m Kurzscheibenegge 3 m Universaldrillmaschine 3 m Walze 3m	Strohhäcksler 3 m Kurzscheibenegge 3 m Universaldrillmaschine 3 m Walze 3 m
Maschinenneuwert 625 €/ha	Maschinenneuwert 481 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,5 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,1 Akh/ha

Tabelle 37 zeigt die Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Bewirtschaftungssystems. Weizen erzielt im Mittel der Jahre die höchsten Erlöse, gefolgt von Raps. Die Erlöse der Ackerbohnen fallen dagegen ab. Da der Weizen in dieser Fruchtfolge in einer sehr günstigen Anbausituation steht, kann der Produktionsmitteleinsatz minimiert werden, mit unmittelbarer Auswirkung auf die Direktkosten. Raps weist die höchsten Direktkosten in diesem System auf. Durch die geringe Dünge- und Pflanzenschutzintensität bei der Produktion der

**Tab. 37: Direkt- und arbeiterledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-AB-WW Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	Ackerbohnen	Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	856	963	612	942	843
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	56	0	14
<b>Gesamt €/ha</b>	856	963	668	942	857
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	426	408	279	408	380
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	429	556	388	534	477
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	426	372	345	351	374
<b>DAL €/ha</b>	3	184	44	183	103
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	396	347	327	326	349
<b>DAL €/ha</b>	34	209	62	208	128



Ackerbohnen sind die Direktkosten dieses Fruchtfolgefeldes niedriger. Die Wechselwirkungen zwischen der Fruchtfolge und der notwendigen Bodenbearbeitungsintensität haben deutliche Rückwirkungen auf die Kosten der Arbeitserledigung. Lediglich zu Raps nach Weizen ist eine intensive Bodenbearbeitung notwendig, um die Ernterückstände in den Boden einzumischen („zu verdünnen“) und somit einen sicheren Feldaufgang zu gewährleisten. Dies macht sich in den höheren Arbeitserledigungskosten beim Raps bemerkbar. Der Weizenanbau nach Raps und Ackerbohnen mit entsprechend langer Anbaupause und leicht zersetzbaren Ernterückständen ermöglicht eine Begrenzung der Bodenbearbeitungsintensität. Nach Ackerbohnen wurde der Weizen in Einzeljahren in Direktsaat bestellt. Zu Weizen nach Raps ist dagegen eine Bodenbearbeitung zur Reduktion der Schneckenpopulation notwendig gewesen. Daher sind die Arbeitserledigungskosten in diesem Fruchtfolgefeld höher als beim zweiten Blattfruchtweizen. Der Weizenanbau ist in diesem Bewirtschaftungssystem mit dem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht durch eine relativ hohe ökonomische Effizienz gekennzeichnet. Der Vergleich der Blattfrüchte macht deutlich, dass die Ackerbohne aufgrund der niedrigen Produktionskosten und gleichzeitig hohen Erträgen in der Rentabilität dem kostenintensiven Rapsanbau monetär überlegen ist.

#### **Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend**

Die notwendige Mechanisierung dieses Bewirtschaftungssystems zeigt Tabelle 38. In dieser reinen Getreidefruchtfolge fallen hohe Mengen an Ernterückständen an. Für eine störungsfreie Aussaat ist daher ein Mindestmaß an Bodenbearbeitung notwendig. Eine Direktsaat mit Scheibenschartechnik ist nur bei ausreichend langen Strohrottephasen oder nach Blattfrüchten erfolgversprechend. Deshalb kann in diesem Bewirtschaftungssystem lediglich Hafer mit geringer Eingriffsintensität in den Boden bestellt werden. Zu Weizen und Roggen ist nach der Strohzerkleinerung eine zweimalige Bodenbearbeitung notwendig. Damit wird auch der Forderung nach einer intensiveren Bearbeitung aus phytosanitären Gründen entsprochen. Die notwendigen Bearbeitungsgänge zur Minimierung pflanzenbaulicher Problemfelder und die Zwischenfruchtaussaat binden in den Monaten August, September und Oktober in dieser Getreidefruchtfolge Arbeitskräfte und erfordern somit schlagkräftige Maschinen.

**Tab. 38: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 102 kW Schlepper 102 kW
Strohhäcksler 4 m Federzinkenegge 5 m Kurzscheibenegge 4 m Universaldrillmaschine 3 m Walze 3 m	Strohhäcksler 4 m Federzinkenegge 5 m Kurzscheibenegge 4 m Universaldrillmaschine 4 m Walze 4 m
Maschinenneuwert 814 €/ha	Maschinenneuwert 682 €/ha
Arbeitszeitbedarf 4,1 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,5 Akh/ha

Hafer übernimmt in diesem Bewirtschaftungssystem zusammen mit der Zwischenfrucht die Stellung der tragenden Blattfrucht. Aus pflanzenbaulicher Sicht kann die Zwischenfrucht in dieser Fruchtfolge ihre positiven Wirkungen voll entfalten. Allerdings bindet die Aussaat der Zwischenfrucht in der arbeitsintensiven Zeit im August Maschinenkapazitäten, obwohl die Zwischenfruchtsaat mit einer Direktsaatmaschine äußerst schlagkräftig durchgeführt wird. Dennoch müssen dafür im 150 ha Modellbetrieb 27,9 Arbeitskraftstunden und im 300 ha großen Modellbetrieb 43,2 Arbeitskraftstunden eingeplant werden.

In Tabelle 39 ist die Wirtschaftlichkeit des Bewirtschaftungssystems dargestellt. Blattfrucht- und Stoppelweizen erzielen deutlich höhere Erlöse als Roggen und Hafer. Hafer hat mit 246 €/ha die geringsten Direktkosten. Weizen nach Hafer wurde produktionstechnisch weitgehend wie Weizen nach typischen Blattfrüchten behandelt. Die Direktkosten des Stoppelweizens

**Tab. 39: Direkt- und arbeiterledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend am Standort Soest, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Hafer	Blattfruchtweizen	Stoppelweizen	Roggen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	648	966	923	682	805
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	648	966	923	682	805
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	246	407	443	341	359
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	402	559	480	341	446
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	376	433	435	415	415
<b>DAL €/ha</b>	25	126	45	-73	31
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	345	395	397	379	379
<b>DAL €/ha</b>	57	164	83	-37	67

steigen durch die höhere Stickstoffdüng- und Pflanzenschutzintensität an. An den Direktkosten des Roggens hat das Hybridsaatgut einen hohen Anteil. Pflanzenschutz- und Düngekosten sind in diesem Fruchtfolgefeld im Vergleich zum Stoppelweizen relativ gering. Durch die Direktsaat des Hafers im Frühjahr sind die Arbeiterledigungskosten im Vergleich zu den anderen Fruchtfolgefeldern geringer. Die Arbeiterledigungskosten bei Roggen und Weizen steigen durch die notwendigen Bearbeitungsmaßnahmen an. Hafer erreicht durch die geringen Produktionskosten und hohen Erträge im Mittel der Jahre eine Rentabilität, die ohne Ansatz eines Vorfruchtwertes fast das Niveau des Stoppelweizens erreicht. Blattfruchtweizen erzielt in diesem Anbausystem die höchste DAL. Stoppelweizen fällt dagegen durch die höheren Kosten und geringeren Erträge ab. Die schwierige Marktsituation und die vergleichsweise geringen Erlöse belasten die Rentabilität des Roggenanbaus und letztlich der gesamten Fruchtfolge.

## 4.2 Standort Freising

### 4.2.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme

Die Versuchsanlage in Weihenstephan lässt eine varianzanalytische Auswertung der Daten zu. Die Ertragsdarstellung der einzelnen Fruchtfolgen geschieht in Anlehnung an die Vorgehensweise bei den anderen Standorten. Im weiteren Verlauf werden dann die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertung kulturartenspezifisch dargestellt.

#### Bewirtschaftungssystem 1 Ra-WW-WW-WW Pflug und Konservierend

In der winterweizenbetonten Fruchtfolge 1 sind am Standort Freising im Mittel der Jahre deutliche Ertragsunterschiede bei Weizen zwischen den Bodenbearbeitungssystemen als auch den Anbaufolgen nachzuweisen (Tab. 40). Unabhängig von der Fruchtfolgestellung sinken die Erträge durch die pfluglose Bodenbearbeitung. Bei Raps beträgt die Differenz zwischen den Systemen der Bodenbearbeitung im Mittel der Jahre 5,2 dt/ha. Besonders auffällig ist der

**Tab. 40: Erträge im Bewirtschaftungssystem 1 Ra-WW-WW-WW in unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps		Blattfruchtweizen		1. Stoppelweizen		2. Stoppelweizen	
	P	K	P*	K	P	K	P	K
2003	35,3	25,2	65,3	53,4	45,9	45,0	49,0	44,6
2004	54,2	50,4	100,3	82,2	96,5	84,7	80,8	85,4
2005	48,6	46,7	100,7	75,7	55,5	35,5	65,7	37,5
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>46,0</b>	<b>40,8</b>	<b>88,8</b>	<b>70,4</b>	<b>66,0</b>	<b>55,1</b>	<b>65,2</b>	<b>55,8</b>

P = Pflug, K = Konservierend, P\* = Bestellung nach tiefer Bearbeitung mit dem Grubber

Ertragsunterschied in 2003. Blattfruchtweizen erreicht bei intensiverer Bodenbearbeitung im Pflugsystem durchschnittlich 18,4 dt/ha höhere Erträge als bei Mulchsaat. In den niederschlagsreichen Jahren 2004 und 2005 sind die Unterschiede besonders deutlich ausgeprägt. Dagegen bestehen nur marginale Ertragsdifferenzen zwischen dem ersten und zweiten Stoppelweizen in den jeweiligen Bearbeitungssystemen. Im Mittel der beiden Fruchtfolgefelder Stoppelweizen sind beim Pflugverzicht 10,1 dt/ha geringere Erträge zu verzeichnen.

Tabelle 41 zeigt die Erhebungen zur Ertragsstruktur im Pflugsystem. Der Feldaufgang ist in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf befriedigend bis gut. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Bestandesdichte. Unter den trockenen Verhältnissen im Jahr 2003 sind weniger ährentragende Halme je Quadratmeter ermittelt worden. Zu Raps und Stoppelweizen erfolgte im Pflugsystem eine wendende Bodenbearbeitung, zu Weizen nach Raps ist der Pflug durch eine tiefe Bearbeitung mit dem Grubber ersetzt worden. In Einzeljahren musste vor Raps und Stoppelweizen eine zweimalige Saatbettbereitung erfolgen, um ein ausreichend feinkrümeliges Saatbett zu erhalten.

**Tab. 41: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,8	3,9	4,1	39,0	44,7	41,0	37,3	42,0	34,8	38,4	37,8	35,8
Feldaufgang %	74	69	93	70	82	90	56	93	97	57	95	93
VK (n=8)	11,9	11,1	11,5	14,2	13,2	8,5	13,5	8,6	10,6	23,0	10,4	10,3
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	475	484	466	432	444	416	416	417	479
VK (n=8)	-	-	-	11,2	12,2	12,1	13,4	10,2	13,3	11,0	9,1	12,5
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm		
Grundbodenbearbeitung	Pflug 25 cm			Grubber 18 cm			Pflug 25 cm			Pflug 25 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	2003 und 2004 2x Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			2003 2x Kreiselegge 6 cm		

Bei der pfluglosen Bestellung in Fruchtfolge 1 (Tab. 42) sinkt der Feldaufgang bei den einzelnen Kulturen. Außerdem sind höhere Variationskoeffizienten als im Pflugsystem zu verzeichnen, was auf eine ungleichmäßigere Bestandesetablierung hindeutet. Die Bestandesdichte, besonders bei Stoppelweizen, ist in Einzeljahren nicht mehr ausreichend. Trotz angepasster Produktionstechnik (Kap. 3.2) war ein extrem hoher Krankheitsdruck im Stoppelweizen bei pflugloser Bestellung zu dokumentieren. Unzureichende Bestandesdichten und niedrige Tausendkorngewichte erklären die geringen Erträge des Stoppelweizens.

**Tab. 42: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Erntejahr	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	5,0	4,2	3,9	35,5	41,0	37,6	34,4	41,8	28,7	34,4	39,0	30,7
Feldaufgang %	63	57	89	37	74	92	58	85	77	55	92	80
VK (n=8)	13,2	13,0	13,9	26,4	11,3	8,9	14,7	11,1	11,5	17,7	12,4	13,9
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	410	455	438	432	434	310	390	384	330
VK (n=8)	-	-	-	14,8	10,7	10,2	11,2	11,6	16,4	11,2	12,3	15,9
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Stoppelbearbeitung	Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm		
2. Stoppelbearbeitung	Grubber 12 cm			---			Grubber 12 cm			Grubber 12 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			---			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm		

### Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-KE-WW Pflug und Konservierend

Im Bewirtschaftungssystem 2 (Tab. 43) treten auch bei dem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht bei Raps und Weizen erhebliche Ertragsunterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten auf, bei Körnererbsen sind die Ertragsdifferenzen relativ gering. Die Fruchtfolgeerweiterung mit Körnererbsen führt in etwa zu gleichen Weizenerträgen nach den Blattfrüchten. Nur im Trockenjahr 2003 konnten in allen Fruchtfolgefeldern deutlich niedrigere Erträge ermittelt werden.

**Tab. 43: Erträge im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-KE-WW in unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps		1. Blattfruchtweizen		K.-Erbsen		2. Blattfruchtweizen	
	P	K	P*	K	P	K	P	K
2003	35,7	29,4	66,6	58,9	32,6	30,4	70,3	64,3
2004	53,1	49,7	100,8	88,6	62,6	64,2	104,4	88,6
2005	47,7	44,7	99,9	83,5	56,1	44,3	88,9	67,5
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>45,5</b>	<b>41,3</b>	<b>89,1</b>	<b>77,0</b>	<b>50,4</b>	<b>46,3</b>	<b>87,9</b>	<b>73,5</b>

P = Pflug, K = Konservierend, P\* = Bestellung nach tiefer Bearbeitung mit dem Grubber

Trockene Bodenverhältnisse im Herbst 2003 führten zu dem in Tabelle 44 angegebenen geringen Feldaufgang. In den Folgejahren ist dagegen eine gleichmäßige Bestandesetablierung erreicht worden. Bei Körnererbsen ist in allen Versuchsjahren ein guter Feldaufgang festzustellen. Die Bestandesdichte des ersten und zweiten Blattfruchtweizens ist in Abhängigkeit von der Jahreswitterung als gleichwertig anzusehen. Zu allen Kulturen ist in diesem Anbausystem eine tiefe Bodenbearbeitung durchgeführt worden. Die

Grundbodenbearbeitung zum ersten Blattfruchtweizen erfolgte allerdings nicht mit dem Pflug sondern mit einem Tiefengrubber.

**Tab. 44: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2a Ra-WW-KE-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			1. Blattfruchtweizen			K.-Erbsen			2. Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,5	4,3	4,1	37,5	43,7	41,2	217	250	276	39,0	42,4	36,9
Feldaufgang %	68	74	92	62	87	92	89	89	91	59	98	89
<i>VK (n=8)</i>	10,2	9,1	13,2	9,6	12,6	9,6	8,6	7,5	9,2	13,1	8,2	10,5
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	430	465	479	-	-	-	460	480	505
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	12,2	10,9	10,5	-	-	-	11,2	11,9	12,5
Lager %	0	0	0	0	0	0	70	80	85	0	0	0
Stoppelbearbeitung	Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm		
Grundbodenbearbeitung	Pflug 25 cm			Grubber 18 cm			Pflug 25 cm			Pflug 25 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm		

Tabelle 45 zeigt die Daten der Ertragsstrukturanalyse bei pflugloser Bestellung in Fruchtfolge 2. Auffällig ist der unbefriedigende Feldaufgang des Weizens im ersten Versuchsjahr. In Verbindung mit den Kahlfrösten im Frühjahr 2003 wurde der Bestand soweit dezimiert, dass eine Einsaat von Sommerweizen erfolgen musste. Mit dieser Maßnahme konnte zur Ernte eine ausreichende Bestandesdichte gesichert werden. Bei Körnererbsen ist auch bei pflugloser Bestellung ein homogener Feldaufgang realisiert worden.

**Tab. 45: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2b Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			1. Blattfruchtweizen			K.-Erbsen			2. Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,9	4,1	3,7	36,3	43,1	39,4	230	254	289	38,1	41,2	33,5
Feldaufgang %	55	56	90	28	78	87	91	91	90	62	77	95
<i>VK (n=8)</i>	13,9	10,6	10,1	24,5	18,5	9,9	8,9	10,4	12,1	14,8	11,3	9,0
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	465	442	460	-	-	-	490	496	450
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	12,7	11,7	11,9	-	-	-	10,8	11,4	11,1
Lager %	0	0	0	0	0	0	74	80	79	0	0	0
Stoppelbearbeitung	Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm		
Grundbodenbearbeitung	Grubber 12 cm			---			Grubber 12 cm			---		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			---			Kreiselegge 6 cm			---		

Die Intensität der Bodenbearbeitung (Tab. 45) zu Weizen konnte wegen des Wechsels von Blatt- und Halmfrüchten deutlich reduziert werden. Zu Raps war dagegen eine intensivere Bodenbearbeitung zur Einmischung der Weizen-Ernterückstände notwendig.

### Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-KM-WW Pflug und Konservierend

Die in diesen Bewirtschaftungssystemen erreichten Erträge sind der Tabelle 46 zu entnehmen. Bei konsequent konservierender Bodenbearbeitung sind Ertragsverluste bei Raps und Weizen aufgetreten. Bei Körnermais besteht im Mittel der Jahre nur ein geringfügiger Ertragsunterschied zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten. Im Erntejahr 2003 deutet sich ein Ertragsvorteil bei konservierender Bodenbearbeitung an, in den anderen beiden Jahren wird nach Pflugsaat ein höheres Ertragsniveau erreicht.

**Tab. 46: Erträge im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW-KM-WW in unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps		1.Blattfruchtweizen		K.-Mais		2.Blattfruchtweizen	
	P	K	P*	K	P	K	P	K
2003	36,4	29,6	67,0	57,4	79,0	81,2	65,0	57,1
2004	52,8	47,5	103,5	86,3	101,5	92,9	99,6	88,9
2005	47,2	46,0	98,0	68,1	103,4	99,8	95,7	81,3
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>45,5</b>	<b>41,0</b>	<b>89,5</b>	<b>70,6</b>	<b>94,6</b>	<b>91,3</b>	<b>86,8</b>	<b>75,8</b>

P = Pflug, K = Konservierend, P\* = Bestellung nach tiefer Bearbeitung mit dem Grubber

Die in Tabelle 47 dargestellten Pflanzenbauparameter zeigen für Weizen und Raps ähnliche Resultate wie in den bereits vorgestellten Pflugsystemen der anderen Fruchtfolgen. Körnermais erzielt in allen Versuchsjahren hohe und gleichmäßige Feldaufgänge. Die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug erfolgte zu Raps, Körnermais und zum zweiten Blattfruchtweizen. Nach Raps wurde die Weizensaat durch eine mehrmalige und tiefe Grubberbearbeitung vorbereitet. Für eine ordnungsgemäße Aussaat musste nach Mais eine zweimalige Saatbettbereitung zum Weizen durchgeführt werden.

**Tab. 47: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KM-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			1.Blattfruchtweizen			K.-Mais			2.Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Erntejahr	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,5	4,2	4,0	37,5	44,2	40,6	208	240	189	39,6	43,8	39,6
Feldaufgang %	78	74	93	64	86	94	95	95	95	57	97	87
VK (n=8)	8,7	9,9	9,9	16,8	14,0	11,7	10,5	10,5	9,1	11,9	9,0	11,0
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	487	443	495	-	-	-	420	432	463
VK (n=8)	-	-	-	9,6	9,8	12,3	-	-	-	11,9	12,4	11,1
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			---		
Grundbodenbearbeitung	Pflug 25 cm			Grubber 18 cm			Pflug 25 cm			Pflug 25 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Zinkenrotor 5 cm Kreiselegge 6 cm		

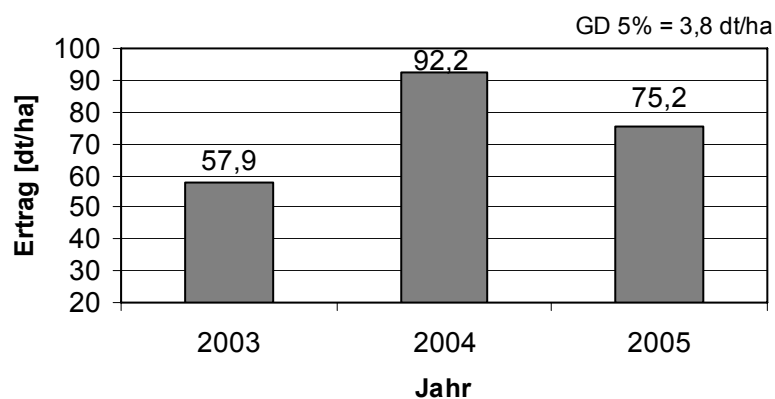
Auch bei der pfluglosen Bestellung in Fruchtfolge 3 (Tab. 48) konnte im Jahr 2003 beim Blattfruchtweizen kein ausreichend dichter Ausgangsbestand realisiert werden. Durch Auswinterungsschäden war eine Einsaat von Sommerweizen notwendig. Der Feldaufgang des Körnermaises war dagegen in allen Jahren hoch. Die Bodenbearbeitung erfolgte in Abhängigkeit von der Anbaufolge. Nach Raps wurde lediglich ein flacher Bearbeitungsgang zu Weizen durchgeführt. Die Einmischung der Ernterückstände des Körnermaises erforderte eine tiefere Bodenbearbeitung.

**Tab. 48: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KM-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			1.Blattfruchtweizen			K.-Mais			2.Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,8	4,2	3,9	36,2	42,6	38,3	207	204	185	36,8	43,4	35,2
Feldaufgang %	58	58	90	32	76	89	95	96	95	65	95	95
VK (n=8)	9,2	13,7	12,1	18,4	14,7	9,4	9,1	11,5	9,1	7,7	10,1	11,6
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	415	447	446	-	-	-	401	400	444
VK (n=8)	-	-	-	12,0	11,4	12,2	-	-	-	10,9	10,3	13,1
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Stoppelbearbeitung	Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Zinkenrotor 5 cm			Grubber 15 cm		
2. Stoppelbearbeitung	Grubber 12 cm			---			Grubber 12 cm			---		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			---			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm		

### Varianzanalytische Auswertung der Weizenerträge

Signifikanten Einfluss auf den Ertrag des Weizens übt das Anbaujahr aus (Abb. 7). Die trockenen Witterungsbedingungen im Jahr 2003 führten im Mittel der Bewirtschaftungssysteme zu einem Durchschnittsertrag von 57,9 dt/ha. Im Jahr 2004 liegt der Durchschnittsertrag bei 92,2 dt/ha und damit 34,3 dt/ha höher als im Vorjahr.



**Abb. 7: Weizenertrag im Mittel der Bodenbearbeitungssysteme in Abhängigkeit vom Jahr am Standort Freising**



Neben dem Jahreseffekt hat das Bodenbearbeitungssystem signifikanten Einfluss auf die Ertragshöhe beim Weizen (Tab. 49). Bei der konservierenden Bodenbearbeitung liegt der Weizenertrag im Mittel der Fruchtfolgen 13,6 dt/ha unter dem Ertragsniveau der Pflugparzellen. Auch zwischen den Fruchtfolgesystemen bestehen wesentliche Ertragsdifferenzen. In Fruchtfolge 1 werden signifikant niedrigere Weizenerträge als in

**Tab. 49: Weizenertrag (dt/ha) in Abhängigkeit von Fruchtfolgestellung und Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005**

	Bodenbearbeitungs- system Pflug			Bodenbearbeitungs- system Konservierend			Mittel der Boden- bearbeitungssysteme		
	Fruchtfolge			Fruchtfolge			Fruchtfolge		
Fruchtfolgefeld	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2 = WW n. Ra.	88,9	89,1	89,5	70,4	77,0	70,6	79,6	83,0	80,1
3 = 1. StWW	66,0	-	-	55,1	-	-	60,6	-	-
4 = <sup>1</sup>	65,1	87,8	86,8	55,8	73,5	75,8	60,5	80,7	81,3
Mittel	81,9			68,3			66,9	81,9	80,7

FF1 = Ra-WW-WW-WW, FF2 = Ra-WW-KE-WW, FF3 = Ra-WW-KM-WW

<sup>1</sup> FF1 = 2. StWW, FF2 = WW n. KE, FF3 = WW n. KM

GD 5% Bodenbearbeitungssystem = 3,1 dt/ha

GD 5% Fruchtfolge x Fruchtfolgefeld = 5,8 dt/ha

GD 5% Bodenbearbeitungssystem x Fruchtfolge x Fruchtfolgestellung = n.s.

Fruchtfolge 2 und 3 festgestellt. Dies ist in unmittelbarem Zusammenhang mit der Fruchtfolgestellung des Weizens zu sehen. Der erste und zweite Stoppelweizen in Fruchtfolge 1 bringen im Mittel der Anbausysteme abgesichert geringere Erträge. Abstufungen zwischen dem ersten und zweiten Stoppelweizen bestehen nicht. Auch die unterschiedlichen Blattvorfrüchte (Raps, Körnererbsen, Körnermais) haben in den geprüften Fruchtfolgen keine signifikanten Effekte auf den Weizenertrag. Die Ertragsverluste bei konservierender Bodenbearbeitung sind unabhängig von der Fruchtfolgestellung (Fruchtfolgefeld) aufgetreten. Die fehlende Wechselwirkung zwischen den Prüffaktoren Bodenbearbeitung, Fruchtfolge und Fruchtfolgefeld machen deutlich, dass die Effekte unabhängig voneinander wirken und sich addieren.

### Varianzanalytische Auswertung der Rapsrerträge

Ähnlich wie bei Weizen übt das Jahr den größten Einfluss auf die Ertragsleistung des Rapses aus. Ebenso sind signifikante Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungssystemen zu dokumentieren. Im Mittel der Prüffahre werden durch die pfluglose Bestellung 4,7 dt/ha geringere Erträge ausgelöst. Die Ertragsunterschiede zwischen den Bodenbearbeitungssystemen werden allerdings im Versuchsablauf geringer und befinden sich in 2005 etwas oberhalb der Signifikanzgrenze.

Vor-Vorfruchtwirkungen in den unterschiedlichen Fruchtfolgen sind nicht nachweisbar. Besonders in Fruchtfolge 2, wo die Erbse als 2. Blattfrucht für bestimmte Rapskrankheiten auch als Wirtspflanze anzusehen ist, wären Unterschiede denkbar.

**Tab. 50: Erträge von Raps (dt/ha) in Abhängigkeit vom Jahr und dem System der Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005**

Erntejahr	Bodenbearbeitungs- system Pflug	Bodenbearbeitungs- system Konservierend	Mittel der Boden- bearbeitungssysteme
2003	35,8	28,0	31,9
2004	53,4	49,2	51,3
2005	47,8	45,8	46,8
Mittel	45,7	41,0	43,3

GD 5% Bodenbearbeitungssystem = 1,0 dt/ha

GD 5% Bodenbearbeitungssystem x Jahr = 1,7 dt/ha

### Varianzanalytische Auswertung der Körnermaiserträge

Beim Körnermais (Tab. 51) in Fruchtfolge 3 ist zwischen den Bodenbearbeitungssystemen kein signifikanter Ertragsunterschied festzustellen. Auch die Wechselwirkung zwischen den Prüffaktoren Jahr und Bodenbearbeitung ist nicht statistisch abgesichert. Schäden durch Vogelfraß bewirken, dass nicht alle Wiederholungen mit in die Auswertung einfließen konnten.

**Tab. 51: Erträge von Körnermais (dt/ha) in Abhängigkeit vom Jahr und dem System der Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005**

Erntejahr	Bodenbearbeitungs- system Pflug	Bodenbearbeitungs- system Konservierend	Mittel der Boden- bearbeitungssysteme
2003	79,0	81,2 <sup>1</sup>	80,1
2004	101,5	92,9	97,2
2005	103,4	99,8 <sup>2</sup>	101,6
Mittel	94,6	91,3	92,9

GD 5% Bodenbearbeitungssystem = 15,7 dt/ha

GD 5% Bodenbearbeitungssystem x Jahr = n.s.

<sup>1</sup> Eine Wiederholung nicht ausgewertet, <sup>2</sup> drei Wiederholungen nicht ausgewertet – Vogelfraß

### Varianzanalytische Auswertung der Körnererbsenerträge

Nach der varianzanalytischen Auswertung der Erträge der Körnererbsen in Fruchtfolge 2 hat die Bodenbearbeitung keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Erträge. In der Tendenz schneidet die konservierende Bodenbearbeitung im Mittel der Jahre schlechter ab.

**Tab. 52: Erträge von Körnererbsen (dt/ha) in Abhängigkeit vom Jahr und dem System der Bodenbearbeitung am Standort Freising, 2003-2005**

Erntejahr	Bodenbearbeitungs- system Pflug	Bodenbearbeitungs- system Konservierend	Mittel der Boden- bearbeitungssysteme
2003	32,6	30,4 <sup>1</sup>	31,5
2004	62,6	64,2	63,4
2005	56,1	44,3	50,2
Mittel	50,4	46,3	48,3

GD 5% Bodenbearbeitungssystem = 6,4 dt/ha

GD 5% Bodenbearbeitungssystem x Jahr = n.s.

<sup>1</sup> Eine Wiederholung nicht ausgewertet

### 4.2.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme

#### Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug

Die enge Fruchtfolgegestaltung und die hohe Eingriffsintensität in das Bodengefüge im Pflugsystem verursachen hohe Arbeitsspitzen, die eine schlagkräftige Mechanisierung zur Folge haben. Es ergeben sich Maschinenneuwerte von 1.145 €/ha für den 150 ha Modellbetrieb und von 841 €/ha für den 300 ha Modellbetrieb. Der Arbeitszeitbedarf beträgt 4,9 bzw. 3,7 Akh/ha.

**Tab. 53: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW Schlepper 83 kW	Schlepper 120 kW Schlepper 138 kW
Drehpflug 1,4 m Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m Grubber 4 m Walze 4,5 m	Drehpflug 2,45 m Kreiselegge/Drillmaschine 6 m Grubber 5 m Walze 6 m
Maschinenneuwert 1.145 €/ha	Maschinenneuwert 816 €/ha
Arbeitszeitbedarf 4,9 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,7 Akh/ha

Bei der ökonomischen Analyse der vier Fruchtfolgefelder machen sich insbesondere die verhältnismäßig niedrigen Erlöse des Stoppelweizens bemerkbar. Blattfruchtweizen und Raps liefern dagegen einen deutlich höheren Beitrag zur Leistung der Fruchtfolge (Tab. 54). Die einzelnen Fruchtfolgefelder zeigen auch deutliche Differenzen im Bereich der Direktkosten.

Hohe Stickstoffgaben, die Aussaat von Hybridsaatgut und eine hohe Pflanzenschutzintensität begründen die Aufwendungen beim Raps. Auch im Stoppelweizenanbau ist eine hohe Produktionsintensität notwendig. So werden durch zusätzliche Fungizidbehandlungen höhere Direktkosten im Vergleich zum Blattfruchtweizen verursacht. Der Einsatz des Pfluges gewährleistet in dem engen Fruchtfolgesystem eine störungsfreie Aussaat und reduziert das Infektionspotenzial verschiedener Krankheiten. Diese technische Verfahrensweise verursacht Kosten der Arbeitserledigung von 505 €/ha im 150 ha Modellbetrieb und 441 €/ha im 300 ha Modellbetrieb. Bei der Bestellung des Rapses und des Stoppelweizens müssen in Einzeljahren separate Arbeitsgänge zur Saatbettbereitung durchgeführt werden. Das erhöht den Arbeitskraftbedarf und erfordert schlagkräftige Maschinen. Der Ersatz der Pflugarbeit durch den Grubber führt zur Einsparung variabler Maschinenkosten beim Blattfruchtweizen. Außerdem entfällt die zweite Saatbettbereitung. Daher sind die Kosten der Arbeitserledigung mit 398 €/ha – bezogen auf den 300 ha Modellbetrieb – beim Blattfruchtweizen deutlich niedriger. Der Stoppelweizen fällt beim Vergleich der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung mit negativen Beträgen auf. Durch die relativ niedrigen Erträge und Erlöse können die hohen Verfahrenskosten nicht mehr gedeckt werden. Durch die Nutzung der Vorfruchteffekte des Rapses ist es im Fruchtfolgefild Blattfruchtweizen möglich, die Verfahrenskosten zu decken.

**Tab. 54: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefild	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	892	866	721	639	779
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	892	866	721	639	779
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	429	386	416	416	411
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	463	481	306	223	368
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	537	458	512	512	505
<b>DAL €/ha</b>	-74	23	-206	-289	-137
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	465	398	450	450	441
<b>DAL €/ha</b>	-3	82	-144	-227	-73

#### **Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend**

In dieser Fruchtfolge erfordern die kurzen Anbaupausen in Kombination mit den hohen Strohmenen nach Weizen ein Mindestmaß an Bodenbearbeitung, um saatechnische Probleme zu minimieren und phytosanitären Anforderungen gerecht zu werden. Die

Bearbeitungsmaßnahmen konzentrieren sich fruchtfolgebedingt auf einen engen Zeitraum. Zwangsläufig treten Arbeitsspitzen im August, September und Oktober auf, die eine entsprechend schlagkräftige Mechanisierung voraussetzen. In Tabelle 55 ist die notwendige Maschinenausstattung für die Modellbetriebe aufgezeigt. Die dargestellte Mechanisierung verursacht Maschinenneuwerte von 702 €/ha (150 ha) bzw. 639 €/ha (300 ha).

**Tab. 55: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 120 kW	Schlepper 120 kW Schlepper 120 kW
Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m Grubber 4 m Walze 4,5 m	Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m Grubber 5 m Walze 4,5 m
Maschinenneuwert 702 €/ha	Maschinenneuwert 639 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,7 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,2 Akh/ha

Raps und Blattfruchtweizen liegen in den Erlösen deutlich über dem ersten und zweiten Stoppelweizen, wobei letztere fast gleiche Leistungen aufweisen. Raps verursacht durch die intensive Bestandesführung hohe Direktkosten. Beim pfluglosen Anbau werden diese nochmals durch den zusätzlichen Einsatz eines Gräserherbizids zur Bekämpfung von Ausfallgetreide erhöht. Auch der Stoppelweizenanbau ist durch eine hohe Produktionsintensität gekennzeichnet. Aufgrund des hohen *DTR*-Infektionspotenzials sind zusätzliche Fungizidmaßnahmen im Vergleich zum Blattfruchtweizen erforderlich. Dieser Zusammenhang begründet die beim Stoppelweizen um 44 €/ha höheren Direktkosten.

**Tab. 56: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	784	689	547	553	643
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	784	689	547	553	643
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	456	412	456	456	445
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	328	278	90	97	198
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	411	378	395	395	395
<b>DAL €/ha</b>	-83	-100	-305	-298	-197
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	400	364	387	387	384
<b>DAL €/ha</b>	-72	-86	-296	-290	-186

Die Kosten der Arbeitserledigung betragen im 150 ha Modellbetrieb 395 €/ha und im 300 ha Modellbetrieb 384 €/ha. Der notwendige zweite Schlepper im 300 ha Modellbetrieb lässt kaum Spielraum für kostendegressive Effekte durch eine Flächenerweiterung. Durch die geringe Bodenbearbeitungsintensität zum Blattfruchtweizen werden auch in diesem Fruchtfolgefeld die niedrigsten Kosten der Arbeitserledigung realisiert. Die unbefriedigende Rentabilität des Bewirtschaftungssystems ist auf die vergleichsweise niedrigen Erträge des Blattfrucht- und Stoppelweizens zurückzuführen. Im Mittel der Fruchtfolge reichen in beiden Modellbetrieben die Erlöse nicht aus, um die Verfahrenskosten zu decken.

### **Bewirtschaftungssystem 2a Ra-WW-KE-WW Pflug**

Die notwendige Mechanisierung für dieses System ist in Tabelle 57 aufgezeigt. Zu Weizen nach Raps wird auf eine Bodenbearbeitung mit dem Pflug verzichtet. Feste Maschinenkosten können damit allerdings kaum eingespart werden, denn der Pflug und der dazugehörige Zugkraftbedarf gehört nach wie vor zur Maschinenausstattung der Modellbetriebe. Der Maschinenneuwert für Schlepper, Bodenbearbeitungs- und Aussaattechnik beträgt in dem 150 ha großen Modellbetrieb 1.145 €/ha und in dem 300 ha Betrieb 803 €/ha. Der Arbeitszeitbedarf beträgt 4,6 Akh/ha bzw. 3,6 Akh/ha.

**Tab. 57: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2a Ra-WW-KE-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 120 kW
Schlepper 83 kW	Schlepper 138 kW
Drehpflug 1,4 m	Drehpflug 2,1 m
Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m	Kreiselegge/Drillmaschine 6 m
Grubber 4 m	Grubber 5 m
Walze 4,5 m	Walze 6 m
Maschinenneuwert 1.145 €/ha	Maschinenneuwert 803 €/ha
Arbeitszeitbedarf 4,6 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,6 Akh/ha

Mit den Fruchtfolgefeldern Raps und Weizen sind in diesem System des Fruchtwechsels nahezu gleich hohe Erlöse zu erzielen. Die Erlöse der Körnererbsen fallen dagegen ab. Auch die berücksichtigte Eiweißpflanzenprämie von 56 €/ha kann die Marktleistung der Körnererbsen im Vergleich zu Raps und Weizen nicht ausgleichen. Die hohe Produktionsintensität führt bei Raps zu entsprechenden Direktkosten. Der erste und zweite Blattfruchtweizen unterscheiden sich nicht in den Direktkosten. Körnererbsen sind in der direktkostenfreien Leistung am günstigsten zu produzieren. Neben einer Herbizid- und Insektizidanwendung sowie der Grunddüngung fallen keine weiteren Kosten bei den ertragssteigernden und -sichernden Maßnahmen an.

**Tab. 58: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2a Ra-WW-KE-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	1. Blattfruchtweizen	K.-Erbsen	2. Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	882	871	534	864	788
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	56	0	14
<b>Gesamt €/ha</b>	882	871	590	864	802
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	429	408	273	408	379
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	453	463	317	456	422
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	537	458	482	501	494
<b>DAL €/ha</b>	<b>-84</b>	<b>5</b>	<b>-165</b>	<b>-44</b>	<b>-72</b>
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	468	395	412	435	428
<b>DAL €/ha</b>	<b>-15</b>	<b>68</b>	<b>-95</b>	<b>21</b>	<b>-5</b>

Der in Mulchsaat bestellte Weizen nach Raps weist die niedrigsten Arbeitserledigungskosten durch Einsparungen im Bereich der variablen Maschinenkosten auf. Bei Raps führt die in einzelnen Jahren mehrmalig vollzogene Saatbettbereitung zu Kostensteigerungen. Im Mittel des Bewirtschaftungssystems entstehen Arbeitserledigungskosten von 494 €/ha bzw. 428 €/ha in Abhängigkeit von der Größe der Modellbetriebe. Durch den Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht ergeben sich für den Weizen in dieser Fruchtfolge günstige Anbaukonstellationen und verbessern dadurch die Rentabilität des Bewirtschaftungssystems. Die Verfahrenskosten des Blattfruchtweizens werden durch die Markterlöse gedeckt. In den Fruchtfolgefeldern Körnererbsen und Raps reichen die Erlöse dagegen nicht aus. Dieses Ergebnis ist auch nicht durch die positive DAL des Weizens kompensierbar, sodass eine negative direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung des Anbausystems zu dokumentieren ist. Insbesondere trägt das Ergebnis des Anbaus der Körnererbsen zum Gesamtergebnis der Fruchtfolge bei.

#### **Bewirtschaftungssystem 2b Ra-WW-KE-WW Konservierend**

In diesem Fruchtfolgesystem ermöglicht der Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht die Mulchsaat bis hin zur Direktsaat ohne erhöhtes Produktionsrisiko. Lediglich zu Raps nach Weizen ist eine tiefere Bearbeitung notwendig, um die Ernterückstände weitgehend in den Boden einzumischen. Zu Weizen und Körnererbsen wird der Boden maximal 5 bis 7 cm tief bearbeitet. Geringe Bearbeitungsintensität und schlagkräftige Aussaattechnik verringern die notwendige Mechanisierung in den Modellbetrieben (Tab. 59).

**Tab. 59: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2b Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 83 kW	Schlepper 102 kW
Kurzscheibenegge 3 m	Kurzscheibenegge 4 m
Universaldrillmaschine 3 m	Universaldrillmaschine 4 m
Walze 3m	Walze 4 m
Maschinenneuwert 648 €/ha	Maschinenneuwert 421 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,0 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,4 Akh/ha

Die Erlöse des ersten und zweiten Blattfruchtweizens fallen im Vergleich zum Raps ab. Die Leistung der Körnererbsen ist bezüglich der Ertragssituation unbefriedigend. Beim Vergleich der Direktkosten werden hohe Differenzen zwischen den einzelnen Fruchtfolgefeldern deutlich. Durch den geringen Produktionsmitteleinsatz bei Erbsen sind die Kosten relativ gering. Saatgutkosten (Z-Saatgut) nehmen den größten Anteil an den Direktkosten ein. Dagegen sind im Rapsanbau wesentlich höhere Kosten zu kalkulieren. Hohe Stickstoffgaben, intensiver Pflanzenschutz und die Verwendung von Hybridsorten mit hohen Saatgutkosten sind wesentliche Gründe dafür. Die Kosten der Arbeiterledigung können in diesem Fruchtwechsel deutlich reduziert werden. Die Abfolge der Kulturen ermöglicht eine merkliche Reduktion der Bodenbearbeitungsintensität, da zu Weizen und Körnererbsen nur flach bearbeitet wird. Im Mittel des Bewirtschaftungssystems werden im 150 ha Modellbetrieb 365 €/ha und im 300 ha Modellbetrieb 324 €/ha Arbeiterledigungskosten verursacht.

**Tab. 60: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2b Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	1. Blattfruchtweizen	K.-Erbsen	2. Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	797	754	524	728	701
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	56	0	14
<b>Gesamt €/ha</b>	797	754	580	728	715
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	456	412	274	412	388
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	342	342	306	316	326
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	390	364	343	364	365
<b>DAL €/ha</b>	-48	-21	-37	-48	-39
<b>Arbeiterledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	345	325	300	325	324
<b>DAL €/ha</b>	-4	17	6	-9	3



Die Körnererbsen liegen im Wirtschaftlichkeitsvergleich der Kulturen auf erstaunlich hohem Niveau. Im Erfolgsmaßstab DAL sind die Fruchtfolgeglieder Körnererbsen-Weizen und Raps-Weizen als gleichwertig anzusehen. Dies ist auf die konsequente Nutzung aller Vorfruchtwirkungen der Blattfrüchte – im Bereich der Direktkosten und im Bereich der Arbeitserledigung – zurückzuführen.

### **Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KM-WW Pflug**

Pflanzenbauliche Aspekte wie die hohen Strohmenngen des Weizens vor Raps oder das Infektionsrisiko des Weizens mit Fusarium nach Körnermais rechtfertigen in diesem Bewirtschaftungssystem eine intensive Bodenbearbeitung. Da nach der Körnermaisenernte der Weizen zeitnah unter vielfach schwierigen Bodenverhältnissen bestellt werden muss, ist eine hohe Schlagkraft erforderlich. Der Maschinenneuwert für Schlepper sowie Bodenbearbeitungs- und Aussaattechnik beträgt in dem 150 ha großen Modellbetrieb 1.307 €/ha und im 300 ha Betrieb 857 €/ha (Tab. 61).

**Tab. 61: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KM-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 120 kW
Schlepper 102 kW	Schlepper 138 kW
Drehpflug 1,45 m	Drehpflug 2,45 m
Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m	Kreiselegge/Drillmaschine 6 m
Maisdrillmaschine 4-reihig	Maisdrillmaschine 6-reihig
Grubber 4 m	Grubber 5 m
Walze 4,5 m	Walze 6 m
Maschinenneuwert 1.307 €/ha	Maschinenneuwert 857 €/ha
Arbeitszeitbedarf 4,3 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,3 Akh/ha

Die Erlöse der im Anbausystem geprüften Kulturen liegen in etwa auf gleichem Niveau (Tab. 62). Dies gilt auch für die Blattfrucht Körnermais. Die Direktkosten beim Körnermais stehen vorwiegend in Zusammenhang mit der notwendigen Trocknung des Ernteguts. Da in dem extremen Trockenjahr 2003 der Mais naturtrocken geerntet werden konnte, fallen die Trocknungskosten als Bestandteil der Direktkosten im dreijährigen Mittel noch relativ gering aus. Die Integration des Körnermaises in das vierfeldrige Anbausystem hat deutliche Auswirkungen auf die Kosten der Arbeitserledigung durch schlagkräftige Maschinen und den hohen Zeitaufwand für das Pflügen. Auch die in Einzeljahren notwendigen doppelten Arbeitsgänge der Saatbettbereitung zu Raps und zu Weizen nach Mais erhöhen die Kosten. Zusätzlich ist im Bewirtschaftungssystem die Drilltechnik für Körnermais zu berücksichtigen. Neben den hohen Arbeitserledigungskosten belasten die Trocknungskosten für Mais die

direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL). Lediglich das Fruchtfolgefeld Weizen nach Raps hebt sich in der Wirtschaftlichkeit positiv ab.

**Tab. 62: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KM-WW Pflug am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	1. Blattfruchtweizen	K.-Mais	2. Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
Erlös €/ha	882	875	863	848	867
EU-Prämie €/ha	0	0	0	0	0
Gesamt €/ha	882	875	863	848	867
<b>Direktkosten</b>					
Gesamt €/ha	429	408	464	408	427
Direktkostenfreie Leistung €/ha	453	467	399	440	440
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
Gesamt €/ha	556	490	525	520	523
DAL €/ha	-103	-22	-126	-79	-83
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
Gesamt €/ha	477	421	432	446	444
DAL €/ha	-24	47	-33	-5	-4

### Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KM-WW Konservierend

Enge Zeitspannen für eine termingerechte Arbeitserledigung prägen dieses Bewirtschaftungssystem. Zudem erfordert der Anbau von Raps nach Weizen und Weizen nach Körnermais wegen der hohen Strohmenge eine intensiv mischende Bodenbearbeitung. Diese Vorgaben bestimmen die Technikausstattung der Modellbetriebe. Danach ergeben sich Maschinenneuwerte für Schlepper, Bodenbearbeitungs- und Aussaattechnik im 150 ha Modellbetrieb von 780 €/ha und im 300 ha Betrieb von 649 €/ha, um die termingerechte Arbeitserledigung sicherzustellen. Rückwirkungen der Flächenerweiterung von 150 ha auf 300 ha auf den Maschinenneuwert sind gering, da im 300 ha Modellbetrieb ein zusätzlicher Schlepper erforderlich ist (Tab. 63).

**Tab. 63: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KM-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 120 kW Schlepper 102 kW
Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m Maisdrillmaschine 4-reihig Grubber 4 m Walze 4,5 m	Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m Maisdrillmaschine 6-reihig Grubber 5 m Walze 4,5 m
Maschinenneuwert 780 €/ha	Maschinenneuwert 649 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,3 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,7 Akh/ha

Die geringen Erträge und Erlöse der Weizenparzellen belasten die Erlössituation des gesamten Anbausystems. Körnermais erwirkt dagegen durch stabile Erträge das vergleichsweise beste Ergebnis (Tab. 64). Die Entwicklung der Direktkosten ist in ähnlicher Weise wie im Bewirtschaftungssystem 3a Pflug zu beurteilen. Körnermais verursacht durch die Trocknung die höchsten Direktkosten. Da beim zweiten Blattfruchtweizen nicht in jedem Jahr ein Totalherbizid zum Einsatz gekommen ist, ergeben sich bei den Direktkosten geringe Differenzen zwischen den Weizenfeldern. Raps verursacht durch die hohe Bearbeitungsintensität die höchsten Arbeiterledigungskosten. Im Mittel des Bewirtschaftungssystems sind in Abhängigkeit von der Größe der Modellbetriebe 406 €/ha bzw. 376 €/ha an Arbeiterledigungskosten zu dokumentieren. Trotz der erheblichen Kosteneinsparungen durch den Pflugverzicht vor allem bei der Arbeiterledigung sind die geringen Erlöse des Weizens nicht zu kompensieren. In keinem Fruchtfolgefeld können die entstandenen Verfahrenskosten gedeckt werden. Daraus resultiert die insgesamt negative DAL des Bewirtschaftungssystems, unabhängig von der Größe der kalkulierten Modellbetriebe.

**Tab. 64: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KM-WW Konservierend am Standort Freising, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	1. Blattfruchtweizen	K.-Mais	2. Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	793	696	834	752	769
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	793	696	834	752	769
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	456	412	484	401	438
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>	337	284	350	350	330
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	429	390	417	387	406
<b>DAL €/ha</b>	<b>-92</b>	<b>-106</b>	<b>-67</b>	<b>-37</b>	<b>-75</b>
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	397	363	387	360	376
<b>DAL €/ha</b>	<b>-60</b>	<b>-79</b>	<b>-37</b>	<b>-10</b>	<b>-46</b>

### 4.3 Standort Braunschweig

#### 4.3.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme

##### Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug

Die am Standort Braunschweig erzielten Erträge in Fruchtfolge 1 Pflug sind Tabelle 65 zu entnehmen. Der Ertrag von Raps liegt im Mittel der Jahre bei 39,3 dt/ha. Der hohe Variationskoeffizient verdeutlicht die Ertragsschwankungen zwischen den Jahren.

**Tab. 65: Erträge im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Jahr	Raps*	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen
2003	22,1	75,4	73,8	78,5
2004	52,0	98,1	95,8	88,1
2005	43,7	88,3	82,7	79,4
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>39,3</b>	<b>87,3</b>	<b>84,1</b>	<b>82,0</b>
<i>VK (n=3)</i>	<i>39,3</i>	<i>13,0</i>	<i>13,2</i>	<i>6,5</i>

VK = Variationskoeffizient

\* 2003 Sommerraps

Hauptursache ist das niedrige Ertragsniveau des Sommerrapses im Jahr 2003, der aufgrund von Auswinterungsschäden des Winterrapses eingesät wurde. Zwischen dem Blattfruchtweizen sowie dem ersten und zweiten Stoppelweizen ist eine Ertragsabstufung erkennbar. Der Ertrag des ersten Stoppelweizens liegt 3,2 dt/ha und der des zweiten Stoppelweizens 5,3 dt/ha unter dem Niveau des Blattfruchtweizens. Im Trockenjahr 2003 sind keine deutlichen Ertragsunterschiede zwischen den Weizenanbaufolgen festzustellen.

**Tab. 66: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Erntejahr	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Feldaufgang %	76	88	72	90	93	76	78	90	75	89	79	75
<i>VK (n=8)</i>	<i>24,9</i>	<i>7,5</i>	<i>11,1</i>	<i>9,2</i>	<i>2,4</i>	<i>7,5</i>	<i>8,7</i>	<i>17,6</i>	<i>9,5</i>	<i>10,6</i>	<i>4,0</i>	<i>6,8</i>
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	440	458	530	423	499	467	433	491	459
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	<i>9,8</i>	<i>7,4</i>	<i>15,3</i>	<i>20,3</i>	<i>21,0</i>	<i>15,0</i>	<i>10,4</i>	<i>9,6</i>	<i>12,2</i>
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	Grubber 10 cm			Grubber 10 cm			Grubber 10 cm			Grubber 10 cm		
Grundbodenbearbeitung	Pflug 25 cm			Grubber 20 cm			Pflug 25 cm			Pflug 25 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm		

\* 2003 Sommerraps

Die Feldaufgänge zeigen teilweise starke Unterschiede zwischen den Anbaujahren (Tab. 66). Besonders bei Weizen wurden im Erntejahr 2005 in allen Fruchtfolgefeldern niedrige Auflaufraten ermittelt. Im weiteren Vegetationsverlauf konnte dieses Defizit durch die Bestockung kompensiert werden, wie die Auszählung der ährentragenden Halme ergeben hat. Die geringere Anzahl an ährentragenden Halmen im Vergleich zu den anderen Versuchsjahren ist in 2003 mit den trockenen Witterungsverhältnissen zu erklären. Lager trat in keinem Versuchsjahr auf. Zu Raps und Stoppelweizen wurde eine wendende Bearbeitung mit dem Pflug durchgeführt. Die Aussaat des Weizens nach Raps erfolgte nach krumentiefer Lockerung in Mulchsaat.

**Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend**

Die Erträge der konservierend bestellten Fruchtfolge 1 sind in Tabelle 67 dargestellt. Raps erreicht im Mittel der Jahre einen Ertrag von 39,6 dt/ha. Die hohen Ertragsschwankungen sind auf die Jahreseffekte und die Einsaat von Sommerungen im Jahr 2003 zurückzuführen. Blattfruchtweizen zeigt ein deutlich höheres Ertragsniveau als der erste und zweite Stoppelweizen. Lediglich im Erntejahr 2004 ist der Ertragsvorsprung des Blattfruchtweizens geringer. Der zweite Stoppelweizen ist in diesem Anbausystem in zwei von drei Jahren durch höhere Erträge als der erste Stoppelweizen gekennzeichnet.

**Tab. 67: Erträge im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Jahr	Raps*	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen
2003	23,2	83,3	66,5	77,2
2004	54,4	97,6	92,0	83,2
2005	41,2	94,6	79,9	91,9
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>39,6</b>	<b>91,8</b>	<b>79,5</b>	<b>84,1</b>
<i>VK (n=3)</i>	39,5	8,2	16,1	8,8

VK = Variationskoeffizient  
\* 2003 Sommerraps

Der Feldaufgang (Tab. 68) ist in allen Fruchtfolgefeldern und in allen Jahren ausreichend, um eine sichere Bestandesetablierung zu garantieren. Die niedrigen Variationskoeffizienten deuten auf homogene Bestände hin. Im Jahr 2003 ist allerdings beim Stoppelweizen die unzureichende Bestockung und die daraus resultierende geringe Zahl an ährentragenden Halmen kritisch zu sehen. Diese unterdurchschnittlich ausgeprägte Ertragsstrukturkomponente ist sicherlich ein Grund für die geringen Erträge des

**Tab. 68: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Feldaufgang %	83	92	66	85	93	75	84	84	78	77	76	79
<i>VK (n=8)</i>	13,1	16,4	18,2	7,1	3,8	6,1	10,3	3,8	11,4	11,4	2,5	6,1
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	448	496	531	386	491	499	369	426	503
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	12,7	9,3	13,2	14,0	11,8	9,4	13,3	8,7	9,1
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Stoppelbearbeitung	Kurzscheibenegge 8 cm			Kurzscheibenegge 8 cm			Kurzscheibenegge 8 cm			Kurzscheibenegge 8 cm		
2. Stoppelbearbeitung	Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			Grubber 20 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm		

\* 2003 Sommerraps

Stoppelweizens im Jahr 2003. Zu allen Kulturen wurde in diesem Anbausystem nach der Ernte zunächst ein flacher, anschließend ein tieferer Bearbeitungsgang durchgeführt.

### Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend

Die in diesem Anbausystem ermittelten Erträge sind in Tabelle 69 aufgezeigt. Raps erreicht ein durchschnittliches Ertragsniveau von 39,6 dt/ha. Diesbezüglich ist die Einsaat des Sommerrapses im Frühjahr 2003 (Auswinterung Winterraps) zu berücksichtigen. Der Anbau von Weizen folgt im System des Fruchtwechsels jeweils nach einer Blattfrucht. Im Mittel der Jahre sind nahezu identische Weizenerträge zu dokumentieren. Zwischen den Einzeljahren bestehen allerdings deutliche Differenzen. Bei Körnererbsen ist aufgrund einer fehlerhaften Pflanzenschutzmaßnahme der Ertrag des Jahres 2005 nicht im Mittelwert berücksichtigt. Es wird der Durchschnittsertrag dieser Kultur aus den Jahren 2003 und 2004 für die weiteren Auswertungen zu Grunde gelegt.

**Tab. 69: Erträge im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Jahr	Raps*	1.Blattfruchtweizen	Körnererbsen	2.Blattfruchtweizen
2003	27,3	70,3	34,9	83,3
2004	55,6	92,6	48,0	94,2
2005	44,8	100,4	(29,9)	85,0
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>42,6</b>	<b>87,8</b>	<b>41,5**</b>	<b>87,5</b>
<i>VK (n=3)</i>	<i>39,5</i>	<i>17,8</i>	<i>22,3</i>	<i>6,7</i>

VK = Variationskoeffizient

\* 2003 Sommerraps, \*\*Mittel 2003 und 2004

Der unterdurchschnittliche Feldaufgang (Tab. 70) bei Raps im Erntejahr 2005 ist auf Schäden

**Tab. 70: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*			1.Blattfruchtweizen			Körnererbsen			2.Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Feldaufgang %	87	80	46	73	81	77	82	94	42	74	88	78
<i>VK (n=8)</i>	<i>18,7</i>	<i>6,3</i>	<i>26,0</i>	<i>6,6</i>	<i>12,3</i>	<i>10,4</i>	<i>22,0</i>	<i>17,0</i>	<i>17,6</i>	<i>8,3</i>	<i>14,7</i>	<i>12,0</i>
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	414	458	496	-	-	-	394	516	518
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	<i>9,4</i>	<i>10,0</i>	<i>10,1</i>	-	-	-	<i>11,9</i>	<i>9,5</i>	<i>12,2</i>
Lager %	0	0	0	0	0	0	83	79	85	0	0	0
1. Stoppelbearbeitung	Kurzscheibenegge 8 cm			Kurzscheibenegge 8 cm			Kurzscheibenegge 8 cm			Kurzscheibenegge 8 cm		
2. Stoppelbearbeitung	Grubber 20 cm			----			Grubber 20 cm			----		
Sekundärbodenbearbeitung	Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm			Kreiselegge 6 cm		

\* 2003 Sommerraps

durch Schneckenfraß zurückzuführen. Mit 23 Pflanzen pro Quadratmeter ist aber noch eine ausreichende Bestandesentwicklung bei Raps gegeben. Auch Körnererbsen weisen durch den schon erwähnten Fehler bei der Versuchsdurchführung einen schlechten Feldaufgang auf. Die Auflaufraten des Weizens sind in allen Jahren ausreichend. Die unterdurchschnittliche Bestandesdichte im Jahr 2003 ist auf die trockene Witterung im Vegetationsverlauf zurückzuführen. Zu Blattfrüchten erfolgte in diesem System eine zweimalige Bodenbearbeitung. Die Weizenparzellen wurden nach einem flachen Bearbeitungsgang bestellt.

### **Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat**

Die im Bewirtschaftungssystem 3b – gekennzeichnet durch den Wechsel von Blattfrucht und Halmfrucht – erzielten Erträge sind in Tabelle 71 aufgeführt. Alle Kulturen wurden konsequent in Direktsaat bestellt. Raps erreicht im Mittel der Jahre ein Ertragsniveau von 36,2 dt/ha. Die Ertragshöhe im Jahr 2003 ist auf die Einsaat des Sommerrapses zurückzuführen. Der Blattfruchtweizen nach Raps erreicht einen um 4,0 dt/ha geringeren Ertrag als der Blattfruchtweizen nach Körnererbsen. Der durchschnittliche Ertrag der Körnererbsen liegt bei 37,2 dt/ha. Auch hier ist der Ertrag des Jahres 2005 nicht im Mittelwert enthalten, da der Einsatz des Totalherbizids im Frühjahr keine ausreichend schnelle Bekämpfung des Ausfallweizens ermöglichte. Damit war die Aussaat stark behindert.

**Tab. 71: Erträge im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Jahr	Raps*	1.Blattfruchtweizen	Körnererbsen	2.Blattfruchtweizen
2003	29,5	71,1	29,5	78,5
2004	40,0	101,9	44,9	97,8
2005	42,8	90,6	(22,5)	99,3
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>36,2</b>	<b>87,9</b>	<b>37,2**</b>	<b>91,9</b>
<i>VK (n=3)</i>	<i>25,0</i>	<i>17,7</i>	<i>29,3</i>	<i>12,6</i>

VK = Variationskoeffizient

\* 2003 Sommerraps, \*\*Mittel 2003 und 2004

Die Tabelle 72 gibt einen Überblick zur Bestandesentwicklung. In einzelnen Jahren sind hohe Variationskoeffizienten beim Feldaufgang zu verzeichnen. Im Verlauf der Vegetation konnte der niedrige Feldaufgang durch kompensatorische Effekte der Kulturführung weitgehend ausgeglichen werden. Dies verdeutlicht die Auszählung der ährentragenden Halme. Lager trat in diesem Bewirtschaftungssystem typischerweise nur bei den Körnererbsen auf.

**Tab. 72: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*			1. Blattfruchtweizen			Körnererbsen			2. Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Erntejahr	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Feldaufgang % <i>VK (n=8)</i>	75 20,6	85 9,8	56 21,4	65 25,7	79 8,9	69 11,1	86 20,9	63 15,9	62 36,0	67 9,1	88 9,1	69 15,3
Ähren/m <sup>2</sup> <i>VK (n=8)</i>	-	-	-	396 11,4	431 10,0	511 5,9	-	-	-	415 10,4	516 8,9	494 12,1
Lager %	0	0	0	0	0	0	83	79	85	0	0	0
Stoppelbearbeitung	---			---			---			---		
Sekundärbodenbearbeitung	---			---			---			---		

\* 2003 Sommerraps

#### 4.3.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme

##### Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug

Die konventionell bewirtschaftete Fruchtfolge 1 zeichnet sich durch die hohe Intensität der Bodenbearbeitung aus. In Kombination mit der engen winterweizenbetonten Fruchtfolge müssen die zu Grunde gelegten Modellbetriebe entsprechend schlagkräftig mechanisiert sein, obwohl zur Vorbereitung der Aussaat des Blattfruchtweizens auf den Einsatz des Pfluges verzichtet wird. Der Maschinenneuwert beträgt 875 €/ha im 150 ha Modellbetrieb und 814 €/ha im 300 ha Modellbetrieb. Der Arbeitszeitbedarf liegt bei 4,4 bzw. 3,8 Akh je Hektar.

**Tab. 73: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 120 kW Schlepper 138 kW
Drehpflug 2,1 m Kreiselegge/Drillmaschine 4,5 m Grubber 5 m Walze 4,5 m	Drehpflug 2,5 m Kreiselegge/Drillmaschine 6 m Grubber 5 m Walze 6 m
Maschinenneuwert 875 €/ha	Maschinenneuwert 814 €/ha
Arbeitszeitbedarf 4,4 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,8 Akh/ha

Die Wirtschaftlichkeitsparameter des Anbausystems sind in Tabelle 74 dargestellt. Blattfruchtweizen erzielt die höchsten Erlöse. Raps und Stoppelweizen fallen dagegen ab. Durch die Einsaat des Sommerrapses im Jahr 2003 und die damit verbundenen geringeren Aufwendungen, liegen die Direktkosten des Rapses im Mittel der Jahre unter dem Niveau des Weizens. Die hohe Produktionsintensität des Stoppelweizens spiegelt sich in den hohen Direktkosten wider. Der höhere Stickstoffeinsatz im Vergleich zum Blattfruchtweizen sowie



eine zusätzliche Fungizidbehandlung sind hierfür die wichtigsten Gründe. Blattfruchtweizen kann in diesem Anbausystem mit den niedrigsten Arbeitserledigungskosten aufwarten, da die praxisübliche wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug durch einen weiteren Stoppelbearbeitungsgang ersetzt wird. Einsparungen sind jedoch lediglich bei den variablen Maschinenkosten und den Arbeitskosten möglich. Die Bearbeitungsintensität und -häufigkeit zu Raps und Stoppelweizen ist nahezu gleich, sodass auch die Kosten der Arbeitserledigung auf gleichem Niveau liegen. Beim direkten Vergleich der Fruchtfolgefelder wird deutlich, dass der Stoppelweizen durch hohe Kosten in Verbindung mit geringeren Erlösen gegenüber dem Blattfruchtweizen in der Wirtschaftlichkeit (DAL) abfällt. Blattfruchtweizen erzielt höhere Erträge mit geringeren Kosten. Neben Stoppelweizen kann auch Raps keine positive DAL aufweisen. Im Mittel des Bewirtschaftungssystems wird im 150 ha Modellbetrieb eine DAL von -17 €/ha und im 300 ha Modellbetrieb eine DAL von 3 €/ha erzielt.

**Tab. 74: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	801	871	829	829	832
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	801	871	829	829	832
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	376	383	409	409	394
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	425	488	420	420	438
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	465	423	466	466	455
<b>DAL €/ha</b>	<b>-40</b>	<b>65</b>	<b>-46</b>	<b>-46</b>	<b>-17</b>
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	444	405	445	445	435
<b>DAL €/ha</b>	<b>-20</b>	<b>83</b>	<b>-25</b>	<b>-25</b>	<b>3</b>

\* 2003 Sommerraps

#### **Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend**

Die notwendige Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung und Aussaat in diesem Bewirtschaftungssystem ist in Tabelle 75 aufgeführt. Die wendende Arbeit des Pfluges wird durch eine bis zu 20 cm tiefe, lockernde Bodenbearbeitung ersetzt. Die intensive Einmischung der Ernterückstände gewährleistet eine störungsfreie Aussaat und begrenzt im Stoppelweizen den Infektionsdruck mit strohbürtigen Krankheitserregern. Zur flachen Bearbeitung ist in der Kalkulation eine Kurzscheibenegge unterstellt. Der zweite, tiefere Bearbeitungsgang erfolgt

mit einem Grubber. Saatbettbereitung und Aussaat werden mit einer Kreiseleggen-Drillmaschinenkombination durchgeführt. Der Maschinenneuwert im Bewirtschaftungssystem für Schlepper sowie Geräte zur Bodenbearbeitung und Aussaat liegt im 150 ha Modellbetrieb bei 735 €/ha, im 300 ha Modellbetrieb bei 660 €/ha. Die geringe Differenz (75 €/ha) ergibt sich aus der Notwendigkeit des zweiten Schleppers im 300 ha Modellbetrieb.

**Tab. 75: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 120 kW Schlepper 120 kW
Kreiselegge/Drillmaschine 4 m Grubber 4 m Kurzscheibenegge 3 m Walze 4 m	Kreiselegge/Drillmaschine 4 m Grubber 4 m Kurzscheibenegge 4 m Walze 4 m
Maschinenneuwert 735 €/ha	Maschinenneuwert 660 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,9 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,5 Akh/ha

Tabelle 76 informiert über die Wirtschaftlichkeit des Anbausystems. Blattfruchtweizen erreicht im Mittel der Jahre in Fruchtfolge 1b die höchsten Erlöse, während die des ersten und zweiten Stoppelweizens deutlich abfallen. Raps übertrifft das Erlösniveau des zweiten Stoppelweizens nur geringfügig. Die Produktionsintensität des Stoppelweizens findet sich in den Direktkosten wieder. Durch die pfluglose Bestellung sind, aufgrund des von Ernterückständen auf der Bodenoberfläche ausgehenden erhöhten Infektionsdrucks mit *DTR*, in Einzeljahren höhere Fungizidaufwendungen erforderlich. Zusätzlich steigen die Kosten der Stickstoffdüngung im Vergleich zum Blattfruchtweizen. Wegen der einheitlichen Bearbeitungsintensität zum Weizen liegen die Arbeitserledigungskosten auf gleicher Höhe. Eine in Einzeljahren intensivere Bodenbearbeitung sowie die höheren Kosten beim Drusch lassen die Arbeitserledigungskosten bei Raps über das Niveau des Weizens steigen. Im Mittel der Fruchtfolge 1b sind Kosten der Arbeitserledigung in Abhängigkeit von der Betriebsgröße von 392 €/ha bzw. 410 €/ha zu erwarten. Der Vergleich der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kulturen führt bei Stoppelweizen über die geringeren Erträge in Kombination mit höheren Aufwendungen zu einer negativen DAL. Die Verfahrenskosten können nicht durch die Markterlöse gedeckt werden. Blattfruchtweizen erreicht durch die hohen Erträge bzw. Erlöse wirtschaftlich das beste Ergebnis. Die DAL liegt im Mittel des Anbausystems bei 6 €/ha (150 ha) und 24 €/ha (300 ha).

**Tab. 76: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
Erlös €/ha	808	905	780	802	824
EU-Prämie €/ha	0	0	0	0	0
Gesamt €/ha	808	905	780	802	824
<b>Direktkosten</b>					
Gesamt €/ha	378	387	434	434	408
Direktkostenfreie Leistung €/ha	430	518	346	368	415
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
Gesamt €/ha	418	407	407	407	410
DAL €/ha	12	111	-61	-39	6
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
Gesamt €/ha	399	390	390	390	392
DAL €/ha	31	128	-44	-22	24

\* 2003 Sommerraps

**Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend**

Die notwendige Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in diesem Fruchtfolgesystem zeigt Tabelle 77. Durch den Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht kann die Bodenbearbeitungsintensität zu Weizen auf einen flachen Arbeitsgang beschränkt werden. Dazu ist in der Kalkulation eine Kurzscheibenegge unterstellt. Erfolgt eine tiefere Bearbeitung, beispielsweise zu Blattfrüchten, wird der Grubber eingesetzt. Saatbettbereitung und Aussaat erfolgen mit der Kreiselegge und aufgesattelter Drillmaschine mit Scheibenscharen. Durch die Entzerrung der Arbeitsspitzen kann die Mechanisierung der Modellbetriebe kostengünstiger organisiert werden als in dem vorher beschriebenen System.

**Tab. 77: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 102 kW	Schlepper 102 kW Schlepper 83 kW
Kreiselegge/Drillmaschine 3 m Grubber 4 m Kurzscheibenegge 3 m Walze 3 m	Kreiselegge/Drillmaschine 4 m Grubber 3 m Kurzscheibenegge 3 m Walze 4 m
Maschinenneuwert 668 €/ha	Maschinenneuwert 535 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,8 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,3 Akh/ha

Der Maschinenneuwert liegt im 150 ha Modellbetrieb bei 668 €/ha und im 300 ha Modellbetrieb bei 535 €/ha. In diesem System ist mit einem Arbeitszeitbedarf von 3,8 Akh/ha bzw. 3,3 Akh/ha im Mittel der Jahre zu kalkulieren.

Tabelle 78 zeigt die ökonomische Bewertung der Modellbetriebe. Die Fruchtfolgefelder Weizen und Raps liegen auf gleichem Niveau. Körnererbsen fallen in den Markterlösen deutlich ab. Auch die Prämie für Eiweißpflanzen von 56 €/ha kann die Erlössituation nicht entscheidend verbessern. Körnererbsen weisen aber durch den geringen Produktionsmitteleinsatz auch niedrige Direktkosten auf. Die Aufwendungen für Saatgut und Pflanzenschutzmittel nehmen in diesem Kostenblock den größten Anteil ein. Bei Weizen kann durch die vorteilhafte Fruchtfolgegestaltung der Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln auf ein Mindestmaß reduziert werden. Daher bleiben die Direktkosten auf einem relativ niedrigen Niveau. Raps liegt durch die geringe Produktionsintensität im Jahr 2003 (Sommererbsen) bei den Direktkosten unter dem Niveau des Weizens. Würde man nur die beiden Folgejahre bewerten, so würde die hohe Produktionsintensität des Wintererbses zum Ausdruck kommen. Auch bei den Arbeitserledigungskosten machen sich die Vorteile der Fruchtfolgeerweiterung bemerkbar. Die Entzerrung der Arbeitsspitzen und die daraus resultierende bessere Ausnutzung des eingesetzten Maschinenkapitals sind als Gründe zu nennen. Die hohen Ansprüche an Pflanzenschutz- und Pflegemaßnahmen sowie die zweimalige Bodenbearbeitung führt im Vergleich der Kulturen beim Fruchtfolgefeld Raps zu den höchsten Kosten der Arbeitserledigung. Zwar wird zu Körnererbsen ebenfalls eine

**Tab. 78: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3a Ra-WW-KE-WW Konservierend am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*	1. Blattfruchtweizen	K.-Erbsen	2. Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	871	860	485	864	770
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	56	0	14
<b>Gesamt €/ha</b>	871	860	541	864	784
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	378	396	235	396	351
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	493	464	306	468	433
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	415	383	381	383	391
<b>DAL €/ha</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>-76</b>	<b>85</b>	<b>42</b>
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	383	355	352	355	361
<b>DAL €/ha</b>	<b>110</b>	<b>109</b>	<b>-47</b>	<b>113</b>	<b>71</b>

\* 2003 Sommererbsen

zweimalige Bearbeitung durchgeführt, da für diese Kultur jedoch weniger Überfahrten für Pflanzenschutz- und Düngemaßnahmen erforderlich sind, sind die Kosten der Arbeitserledigung auch niedriger. Weizen wird dagegen nach einem einmaligen Bearbeitungsgang bestellt, wodurch geringere Kosten der Arbeitserledigung realisiert werden. Im Mittel der Jahre wird im Anbausystem 3a eine DAL von 42 €/ha bzw. 71 €/ha erzielt. Körnererbsen erreichen im Vergleich der Fruchtfolgefelder eine negative DAL. Die niedrigen Erträge und Erlöse können auch nicht durch die geringeren Kosten ausgeglichen werden. Diese Kultur trägt jedoch über die Vorfruchtwirkungen in erheblichem Maße zum ökonomischen Erfolg der gesamten Fruchtfolge bei.

### **Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat**

Alle Kulturen dieser Fruchtfolge werden ohne jegliche Bodenbearbeitung in Direktsaat bestellt. Die Aussaat erfolgt mit einer Direktsaatmaschine, die mit Meißelscharen ausgestattet ist. Diese Scharform erweist sich besonders bei hohen Strohmenngen und kurzen Anbaupausen als vorteilhaft. Durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung in Kombination mit der Erweiterung der Fruchtfolge kann die notwendige Mechanisierung vergleichsweise kostengünstig organisiert werden. Im 150 ha Modellbetrieb wäre vom Arbeitszeitanpruch des Systems her sogar eine noch geringere Schlagkraft möglich, wenn es Direktsaattechnik mit geringerer Arbeitsbreite geben würde. Der Maschinenneuwert beträgt 575 €/ha (150 ha Modellbetrieb) und 299 €/ha (300 ha Modellbetrieb). Der Arbeitszeitbedarf liegt bei 2,8 Akh/ha bzw. 2,5 Akh/ha.

**Tab. 79: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Modellbetrieb 150 ha	Modellbetrieb 300 ha
Schlepper 83 kW	Schlepper 83 kW
Direktsaatmaschine 3 m Walze 3 m	Direktsaatmaschine 3 m Walze 3 m
Maschinenneuwert 575 €/ha	Maschinenneuwert 299 €/ha
Arbeitszeitbedarf 2,8 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,5 Akh/ha

Die ökonomische Bewertung des Anbausystems ist in Tabelle 80 aufgezeigt. Weizen erreicht nach günstigen Blatt-Vorfrüchten die höchsten Erlöse. Raps liegt bis zu 158 €/ha unter dem Erlösniveau des Weizens. Körnererbsen können noch lediglich ca. 50 Prozent der Erlöse des Blattfruchtweizens realisieren. Auf Raps entfallen die höchsten Direktkosten in diesem Anbausystem, da Direktsaaten eine konsequente Schneckenbekämpfung erfordern. Körnererbsen verursachen dagegen deutlich geringere Direktkosten als die anderen

Fruchtfolgefelder. Im Vergleich zu den anderen geprüften Systemen sinken durch den Wechsel von Blattfrucht und Halmfrucht und die damit verbundene geringe Eingriffsintensität in den Boden in Kombination mit einer besseren Ausnutzung des eingesetzten Maschinenkapitals die Arbeitserledigungskosten.

**Tab. 80: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3b Ra-WW-KE-WW Direktsaat am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps*	1. Blattfruchtweizen	K.-Erbsen	2. Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	745	861	435	903	736
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	56	0	14
<b>Gesamt €/ha</b>	745	861	491	903	750
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	414	405	235	405	365
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	332	456	256	498	386
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 150 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	379	366	345	366	364
<b>DAL €/ha</b>	-47	90	-88	132	21
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	332	323	295	323	318
<b>DAL €/ha</b>	-1	134	-39	175	67

\* 2003 Sommerraps

Die positiven Vorfruchtwirkungen der Blattfrüchte werden aus betriebswirtschaftlicher Sicht optimal genutzt. Sie ermöglichen Einsparungen beim Produktionsmitteleinsatz, führen zu geringeren festen und variablen Maschinenkosten und minimieren die Arbeitskosten.

#### 4.4 Standort Gülzow

##### 4.4.1 Erträge der Bewirtschaftungssysteme

###### Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug

Die in diesem Bewirtschaftungssystem erzielten Erträge sind in Tabelle 81 dargestellt. Raps erreicht im Mittel der Jahre mit 47,5 dt/ha ein relativ hohes Ertragsniveau. Zwischen den Prüffahren bestehen jedoch größere Ertragsschwankungen wie der Vergleich der Jahre 2003 und 2004 zeigt. Die Ertragsdifferenzen des Blattfruchtweizens zwischen den Jahren sind im Vergleich zum Raps deutlich geringer. Mit 85,2 dt/ha wird in dieser Anbaufolge ein wesentlich höheres Ertragsniveau realisiert als beim Stoppelweizen. Der Stoppelweizenertrag fällt insbesondere in den Erntejahren 2003 und 2005 ab. Dies dürfte im Zusammenhang mit trockeneren Witterungsphasen im Vorsommer zu interpretieren sein.

**Tab. 81: Erträge im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005**

Jahr	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen
2003	36,9	82,1	54,7	48,4
<i>VK (n=3)</i>	7,8	9,9	16,5	14,2
2004	58,4	90,8	90,2	81,6
<i>VK (n=3)</i>	0,6	6,8	8,0	9,1
2005	47,3	82,6	58,2	66,7
<i>VK (n=3)</i>	5,0	6,6	19,7	17,9
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>47,5</b>	<b>85,2</b>	<b>67,7</b>	<b>65,6</b>
<i>VK (n=3)</i>	22,6	5,7	28,9	25,4

VK = Variationskoeffizient

Tabelle 82 vermittelt einen Überblick zu pflanzenbaulichen Parametern sowie zu den Maßnahmen der Bodenbearbeitung. Der Feldaufgang und die Zahl der ährentragenden Halme deuten in allen Prüfjahren auf ein gleichmäßiges Bestandesbild hin. Das in 2004 etwas höhere Tausendkorngewicht des Stoppelweizens dürfte auf die Verwendung einer anderen Sorte mit ausgesprochen guter Eignung für diese Stellung im Anbausystem zurückzuführen sein.

**Tab. 82: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,51	5,00	4,91	43,80	43,10	46,20	37,80	48,00	44,30	39,30	45,00	43,90
Feldaufgang %	90	92	92	93	89	94	92	96,5	88	94	95	89
<i>VK (n=8)</i>	10,4	6,9	9,1	6,3	8,5	10,1	12,4	9,6	10,3	10,9	12,1	13,0
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	600	604	571	529	560	542	502	583	560
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	13,5	12,6	9,3	12,3	10,7	14,3	13,6	10,2	11,5
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm		
Grundbodenbearbeitung	Pflug 24 cm			Pflug 24 cm			Pflug 24 cm			Pflug 24 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm		

### Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend

Raps erzielt im Mittel der Jahre ein Ertragsniveau von 42,8 dt/ha mit deutlichen Differenzen zwischen den Versuchsjahren (Tab. 83). Die niedrigen Variationskoeffizienten in den Einzeljahren sprechen für die Homogenität der Bestände. Der Ertrag des Blattfruchtweizens schwankt nur unwesentlich. Im Durchschnitt der Jahre wird in diesem Fruchtfolgefeld ein Ertrag von 95,9 dt/ha erreicht. Die Erträge des Stoppelweizens fallen dagegen deutlich ab. Auch die Ertragsschwankungen des Stoppelweizens sind wesentlich größer als beim

Blattfruchtweizen. Bemerkenswert ist der höhere Ertrag des zweiten Stoppelweizens in zwei von drei Jahren. Ob dieses Ergebnis auf einen früher einsetzenden Decline-Effekt bei pflugloser Bodenbearbeitung zurückgeführt werden kann, ist aus der Versuchsanstellung und der Laufzeit der Versuche nicht abzuleiten.

**Tab. 83: Erträge im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Jahr	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen
2003	35,0	96,5	55,3	79,3
<i>VK (n=3)</i>	0,3	5,9	9,3	29,5
2004	44,2	101,2	74,1	82,4
<i>VK (n=3)</i>	4,9	2,9	5,6	0,8
2005	49,2	86,4	76,3	56,5
<i>VK (n=3)</i>	4,5	6,7	5,0	20,9
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>42,8</b>	<b>94,7</b>	<b>68,6</b>	<b>72,7</b>
<i>VK (n=3)</i>	16,8	8,0	16,8	19,4

VK = Variationskoeffizient

Die in Tabelle 84 aufgeführten Pflanzenbau-Parameter machen eine gute Bestandesetablierung in diesem System deutlich. Raps erreicht nach zwei- bis dreimaliger Bodenbearbeitung in allen Jahren einen gleichmäßigen Feldaufgang. Bei Weizen ergibt sich ein ähnliches Bild. Gute Feldaufgänge nach tiefer Bodenbearbeitung mit dem Grubber bei Blattfrucht- und Stoppelweizen dokumentieren einen sicheren Auflauf. Die Bestandesdichte in EC 65 ist beim Stoppelweizen tendenziell geringer, erklärt aber nicht die Ertragsdifferenz zum Blattfruchtweizen. Die Kornzahl je Ähre dürfte dafür das entscheidende Kriterium sein.

**Tab. 84: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			1. Stoppelweizen			2. Stoppelweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,42	4,7	4,6	40,7	43,4	31,1	38,5	45,0	36,8	39,0	46,1	35,0
Feldaufgang %	91	83	89	89	91	90	87	91	86	92	95	89
<i>VK (n=8)</i>	9,4	16,1	12,5	12,4	10,2	9,3	13,8	12,1	15,4	15,1	11,2	13,7
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	521	608	548	540	586	524	561	539	551
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	10,8	13,7	16,1	13,9	16,5	9,6	18,4	13,5	14,7
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	1. Grubber 8 cm 2003 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2003 und 2004 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2003 und 2004 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2003 und 2004 2. Grubber 15 cm		
Grundbodenbearbeitung	Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			Grubber 20 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm		



**Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-BI. Lup. Konservierend**

Mit einem Durchschnittsertrag von 52,5 dt/ha und einer Variationsbreite von 39,3 bis 64,7 dt/ha wird in diesem System bei Raps ein hohes Niveau erreicht. Die Variationskoeffizienten der Erträge deuten auf gleichmäßige Pflanzenbestände zum Zeitpunkt der Beerntung hin. Blattfruchtweizen erzielt einen um 33,7 dt/ha höheren Ertrag als

**Tab. 85: Erträge im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-BI. Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Jahr	Raps	Blattfruchtweizen	Stoppelweizen	Blaue Lupine
2003	39,3	112,6	61,2	27,4
<i>VK (n=3)</i>	2,8	17,6	25,6	16,3
2004	64,7	104,1	72,2	28,8
<i>VK (n=3)</i>	2,6	2,9	2,9	2,1
2005	53,5	95,8	78,0	29,4
<i>VK (n=3)</i>	5,0	6,4	17,7	9,5
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>52,5</b>	<b>104,2</b>	<b>70,5</b>	<b>28,3</b>
<i>VK (n=3)</i>	24,2	8,1	12,1	3,6

VK = Variationskoeffizient

Stoppelweizen im Mittel der Jahre. Auffällig sind die höheren Ertragsschwankungen des Stoppelweizens in Einzeljahren, was auf heterogene Bestände schließen lässt. Das Fruchtfolgefeld Blaue Lupine verzeichnet einen durchschnittlichen Ertrag von 28,3 dt/ha. Die Ertragsschwankungen zwischen den Einzeljahren sind gering.

Die Pflanzenbau-Parameter in Tabelle 86 dokumentieren eine gleichmäßige Bestandesentwicklung bei Raps, Blattfrucht- und Stoppelweizen. Der Feldaufgang der Blauen Lupine in 2003 ist aufgrund von Fraßschäden unterdurchschnittlich, in den übrigen Jahren

**Tab. 86: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-BI. Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			Blattfruchtweizen			Stoppelweizen			Blaue Lupine		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,7	4,8	5,0	42,3	47,6	34,1	37,5	45,4	37,5	150	165	161
Feldaufgang %	90	92	88	95	93	89	95	93	87	48	71	89
<i>VK (n=8)</i>	8,9	15,1	11,4	12,5	9,8	13,7	9,6	12,3	14,2	18,9	16,1	12,0
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	604	578	541	537	569	521	-	-	-
<i>VK (n=8)</i>	-	-	-	12,9	10,8	14,6	12,9	15,2	9,6	-	-	-
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	1. Grubber 8 cm 2003 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2003 und 2004 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm			Grubber 8 cm		
Grundbodenbearbeitung	Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			---		
Sekundärbodenbearbeitung	Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			1. Grubber 8 cm 2. Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm		

zufriedenstellend. Zu Raps und Blattfruchtweizen ist je nach Jahr eine zwei- bis dreimalige Bodenbearbeitung erfolgt. Um die pfluglose Bestellung des Stoppelweizens möglichst sicher zu gestalten, wurde in allen Jahren eine dreimalige Bodenbearbeitung durchgeführt. Lupinen wurden nach flacher Bodenbearbeitung im Herbst und im Frühjahr sowie bei der Aussaat gedreht.

### **Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-BI. Lup.-WW Konservierend**

Tabelle 87 zeigt die Erträge der einzelnen Fruchtfolgefelder dieses Bewirtschaftungssystems. Die Raps-erträge schwanken im Vergleich der Jahre stärker als die der anderen Kulturen ( $VK=25,3$ ). Weizen steht in diesem Anbausystem nur nach Blattfrüchten in einer günstigen Anbaufolge. Die Erträge des Weizens zeigen deshalb kaum Schwankungen zwischen den Jahren. Das Fruchtfolgefeld Blaue Lupine erreicht ein Ertragsniveau von 28,4 dt/ha.

**Tab. 87: Erträge im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-BI. Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Jahr	Raps	1. Blattfruchtweizen	Blaue Lupine	2. Blattfruchtweizen
2003	40,6	95,6	28,9	101,4
<i>VK (n=3)</i>	<i>6,4</i>	<i>1,2</i>	<i>33,5</i>	<i>10,4</i>
2004	60,7	95,0	28,9	94,0
<i>VK (n=3)</i>	<i>1,8</i>	<i>4,9</i>	<i>4,1</i>	<i>7,2</i>
2005	39,7	85,9	27,6	83,4
<i>VK (n=3)</i>	<i>8,8</i>	<i>9,5</i>	<i>12,2</i>	<i>9,5</i>
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>47,0</b>	<b>92,2</b>	<b>28,4</b>	<b>92,9</b>
<i>VK (n=3)</i>	<i>25,3</i>	<i>5,9</i>	<i>2,6</i>	<i>9,7</i>

VK = Variationskoeffizient

Eine Übersicht zu den pflanzenbaulichen Parametern sowie den durchgeführten Bodenbearbeitungsmaßnahmen vermittelt Tabelle 88. Bei Raps und Weizen ist ein hoher Feldaufgang in allen Jahren zu verzeichnen. Der Auflauf der Blauen Lupine wurde insbesondere im Jahr 2003 durch Wildschäden beeinträchtigt. Die Auszählungen der Bestandesdichte bei Weizen verdeutlichen eine einheitliche Entwicklung. Jahresspezifisch wurde in 2004 die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen ausgezählt. Durch eine intensive, mehrmalige Bodenbearbeitung zu Raps ist nach den hohen Strohmenen des Weizens der Feldaufgang abzusichern. Die Bearbeitung erfolgte mit einem Exaktgrubber bei einer Bearbeitungstiefe bis zu 20 cm. Blattfruchtweizen ist je nach Jahr ebenfalls nach zwei- bis dreimaliger Bodenbearbeitung bestellt worden.

**Tab. 88: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-BI. Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps			1. Blattfruchtweizen			Blaue Lupine			2. Blattfruchtweizen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	4,6	4,9	5,0	41,8	43,4	34,1	146	165	154	38,8	44,6	31,7
Feldaufgang %	89	92	88	90	92	94	52	76	87	93	90	89
VK (n=8)	12,9	8,3	10,6	13,4	10,1	8,4	19,2	15,9	13,8	10,6	16,2	12,7
Ähren/m <sup>2</sup>	-	-	-	570	610	589	-	-	-	541	646	533
VK (n=8)	-	-	-	9,7	10,8	8,2	-	-	-	10,5	10,7	9,6
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoppelbearbeitung	1. Grubber 8 cm 2003 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2003 und 2004 2. Grubber 15 cm			Grubber 8 cm			1. Grubber 8 cm 2003 und 2004 2. Grubber 15 cm		
Grundbodenbearbeitung	Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			---			Grubber 20 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			1. Grubber 8 cm 2. Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrill- maschine 7 cm		

#### Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend

Hafer übernimmt in dieser Fruchtfolge eine tragende Stellung und erreicht im Mittel 55,2 dt/ha an Ertrag. Die Streuung im Vergleich der Jahre ist relativ gering. Weizen nach Hafer liefert 89,2 dt/ha. Der zu Vegetationsende gesäte Wechselweizen kommt im Durchschnitt auf ein Ertragsniveau von 57,0 dt/ha und liegt damit deutlich unter dem des Blattfruchtweizens. Durch Wildschaden wurde der Ertrag des Winterroggens im Jahr 2005 negativ beeinflusst. Daher ist für die weitere Kalkulation nur der Durchschnittsertrag von 2003 und 2004 herangezogen worden.

**Tab. 89: Erträge im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Jahr	Hafer	Blattfruchtweizen	Wechselweizen	Winterroggen
2003	54,8	88,7	44,1	86,5
VK (n=3)	22,5	31,1	14,7	11,2
2004	52,8	92,6	68,8	70,7
VK (n=3)	3,5	8,3	6,0	16,5
2005	58,0	86,4	58,2	52,0
VK (n=3)	5,3	3,1	16,4	15,3
<b>Mittel 2003-2005</b>	<b>55,2</b>	<b>89,2</b>	<b>57,0</b>	<b>78,6*</b>
VK (n=3)	4,8	3,5	21,7	14,2

VK = Variationskoeffizient

\* 2005 Wildschaden, nicht im Mittelwert enthalten

Die begleitend erhobenen Felddonituren sowie die durchgeführten Bodenbearbeitungsmaßnahmen zeigt Tabelle 90. Hafer wurde nach zweimaliger Bodenbearbeitung im Herbst und Frühjahr bestellt. Die Bestandesetablierung verlief zufriedenstellend.

**Tab. 90: Pflanzenbauliche Parameter und Maßnahmen der Bodenbearbeitung im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Hafer			Blattfruchtweizen			Wechselweizen			Winterroggen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Erntejahr	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
TKG (g)	35,2	35,6	34,2	39,7	42,6	34,1	44,1	37,7	27,6	32,1	39,3	28,2
Feldaufgang %	90	89	87	88	90	91	82	87	90	95	92	90
VK (n=8)	8,4	12,4	13,6	12,6	10,2	14,2	16,2	13,9	14,2	10,5	9,8	10,2
Ähren/m <sup>2</sup>	384	420	436	539	594	587	405	490	445	532	508	432
VK (n=8)	16,2	12,3	13,2	12,7	9,5	13,5	14,3	12,6	14,7	12,7	13,8	18,9
Lager %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	25	0
Stoppelbearbeitung	Grubber 8 cm			1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm			1. Grubber 8 cm 2. Grubber 15 cm		
Grundbodenbearbeitung	---			Grubber 20 cm			Grubber 20 cm			Grubber 20 cm		
Sekundärbodenbearbeitung	1. Grubber 8 cm 2. Vorwerkzeuge der Universaldrillmaschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrillmaschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrillmaschine 7 cm			Vorwerkzeuge der Universaldrillmaschine 7 cm		

Auch der Blattfruchtweizen erreicht begünstigt durch die Bodenbearbeitungsmaßnahmen einen guten Bestand. Die Bestandesetablierung des Wechselweizens ist dagegen kritisch zu beurteilen. Die späte Aussaat ermöglicht keine ausreichende Bestockung, was sich ertragsreduzierend auswirkt. Der Roggenbestand wurde im Jahr 2005 durch Wildschäden in Mitleidenschaft gezogen. Dies erklärt die geringe Zahl ährentragender Halme je Flächeneinheit und die Höhe des Variationskoeffizienten.

#### 4.4.2 Ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme

##### Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug

Zur Aussaat wird eine Universaldrillmaschine eingesetzt. Durch die Ausstattung dieser Maschine mit Vorwerkzeugen kann auf einen weiteren Bearbeitungsgang zur Saatbettbereitung verzichtet werden. Außerdem ist aufgrund der höheren Arbeitsgeschwindigkeit mit diesen Maschinen im Vergleich zu herkömmlichen Kreiseleggen-Drillmaschinenkombinationen eine höhere Flächenleistung möglich. Zur Vermeidung von Strohmattebildung im Boden wird neben der wendenden Bodenbearbeitung mit dem Pflug eine vorgeschaltete zweimalige Stoppelbearbeitung durchgeführt.

Auf diesem Küstenstandort sollte die Aussaat des Wintergetreides bis spätestens Anfang Oktober abgeschlossen sein. Spätere Aussaattermine würden zwar die Arbeitsspitzen entzerren, allerdings ist dann eine ausreichende Herbstentwicklung als Grundlage für hohe Erträge in dieser Region nicht gewährleistet. Vor diesem Hintergrund sind die Arbeitsbelastungen in diesem Bewirtschaftungssystem in den Monaten August und September sehr ausgeprägt. Der Maschinenneuwert für Bodenbearbeitungsgeräte, Aussaattechnik und Schlepper beträgt im 300 ha Modellbetrieb 992 €/ha und im 600 ha Modellbetrieb 967 €/ha.

**Tab. 91: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005**

Modellbetrieb 300 ha	Modellbetrieb 600 ha
Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW Schlepper 83 kW	Schlepper 215 kW Schlepper 176 kW Schlepper 176 kW Schlepper 120 kW
Drehpflug 2,45 m Universaldrillmaschine 4,5 m Grubber 4,5 m	Drehpflug 3,5 m Drehpflug 2,45 m Universaldrillmaschine 6 m Grubber 5 m Grubber 7 m
Maschinenneuwert 992 €/ha	Maschinenneuwert 967 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,9 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 3,1 Akh/ha

Tabelle 92 weist die Wirtschaftlichkeit von Fruchtfolge 1 Pflug aus. Raps erzielt im Mittel der Jahre die höchsten Erlöse. Die geringen Erträge des Stoppelweizens wirken sich negativ auf die Erlössituation des gesamten Anbausystems aus. Zudem zeigt der Stoppelweizen durch die höhere Fungizid- und Düngeintensität eine 31 €/ha höhere Direktkostenbelastung als der Blattfruchtweizen. Eine Spezialbeizung gegen Schwarzbeinigkeit, zusätzliche Fungizidaufwendungen zur Erhaltung der Fuß- und Blattgesundheit des Weizens und hohe Stickstoffdüngergaben sind hierfür verantwortlich. Auch die hohe Produktionsintensität zu Raps, insbesondere bei der Stickstoffdüngung und beim Pflanzenschutz, verursacht vergleichsweise hohe Direktkosten. Die enge Zeitspanne zur Aussaat des Wintergetreides setzt eine schlagkräftige Mechanisierung voraus. In Verbindung mit der mehrmaligen tiefen Bodenbearbeitung führt dies zu hohen Kosten der Arbeitserledigung. Die intensive Bearbeitung und die häufigen Überfahrten für Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen tragen zu den hohen Arbeitserledigungskosten beim Raps bei. Blattfruchtweizen verursacht die geringsten Kosten der Arbeitserledigung. Bei Stoppelweizen sind diese etwas höher, da in einigen Jahren mehr Pflanzenschutzmaßnahmen notwendig waren. Die in diesem wintergetreidebetonten Anbausystem entstandenen Verfahrenskosten können nicht durch die

Markterlöse gedeckt werden. Dies trifft in besonderem Maße auf den Stoppelweizenanbau zu. Raps und Blattfruchtweizen erzielen zwar hohe Erträge und Erlöse, durch die kostenverursachende hohe Produktionsintensität beim Pflanzenschutz, der Düngung und in der Bodenbearbeitung werden diese aber mehr als aufgezehrt.

**Tab. 92: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1a Ra-WW-WW-WW Pflug am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	920	813	670	614	755
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	920	813	670	614	755
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	475	410	441	441	442
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	445	404	230	174	313
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	484	468	470	470	473
<b>DAL €/ha</b>	<b>-39</b>	<b>-65</b>	<b>-240</b>	<b>-296</b>	<b>-160</b>
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 600 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	459	445	447	447	450
<b>DAL €/ha</b>	<b>-14</b>	<b>-42</b>	<b>-217</b>	<b>-273</b>	<b>-137</b>

#### **Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend**

Im Bewirtschaftungssystem 1b wird auf die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug verzichtet. Um in den kurzen Anbaupausen die hohen Strohmenen in den Boden einzumischen, wurde je nach Kultur und Jahr eine zwei- bis dreimalige Bodenbearbeitung mit dem Grubber (8 cm, evtl. 15 cm, 20 cm) durchgeführt. Zur flachen und tiefen Bodenbearbeitung wird in der Modellkalkulation ein vierbalkiger Exaktgrubber unterstellt. Die intensive Bodenbearbeitung in Kombination mit der engen, wintergetreidebetonten Anbaufolge setzt die in Tabelle 93 aufgeführte Mechanisierung voraus. Der Maschinenneuwert für Bodenbearbeitungsgeräte, Aussaattechnik und Schlepper beträgt im 300 Hektar großen Betrieb 733 €/ha und im 600 ha Betrieb 660 €/ha.

**Tab. 93: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Modellbetrieb 300 ha	Modellbetrieb 600 ha
Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW	Schlepper 215 kW Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW
Universaldrillmaschine 4 m Grubber 4,5 m	Universaldrillmaschine 6 m Grubber 5 m Grubber 7 m
Maschinenneuwert 733 €/ha	Maschinenneuwert 660 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,3 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,5 Akh/ha

Tabelle 94 zeigt die ökonomische Auswertung von Fruchtfolge 1b. Raps erzielt im Mittel der drei Prüffahre um 84 €/ha geringere Erlöse als Blattfruchtweizen. Der Erlös des Stoppelweizens fällt dagegen im Vergleich zu den anderen Kulturen aufgrund geringerer Erträge deutlich ab. Der Rapsanbau verursacht in diesem System die höchsten Direktkosten. Die Unkrautbekämpfungsmaßnahmen, der mehrmalige Einsatz von Fungiziden, die hohe Stickstoffdüngintensität (ca. 250 kg/ha N) und das verwendete Hybridsaatgut verursachen die beträchtlichen Produktionsmittelkosten. Die höhere Pflanzenschutz- und Düngintensität des Stoppelweizens im Vergleich zum Blattfruchtweizen kommt in den Direktkosten zum Ausdruck. Eine Beizung gegen Schwarzbeinigkeit, weitere Fungizidaufwendungen zur Erhaltung der Fuß- und Blattgesundheit und eine höhere Stickstoffdüngung sind zusätzliche Maßnahmen im Stoppelweizenanbau. Daneben erfordert die pfluglose Bestellung des Stoppelweizens in Einzeljahren eine Zwischenbehandlung bzw. eine andere Wirkstoffwahl zur Bekämpfung von *DTR*-Infektionen. Außerdem zeigte sich in den Versuchsjahren 2004 und 2005 im pfluglos bestellten Stoppelweizen ein hoher Trespdruck mit der Konsequenz höherer Herbizidaufwendungen. Stoppelweizen verursacht in der Fruchtfolge die höchsten Kosten der Arbeitserledigung. In zwei Jahren wurde zu Blattfruchtweizen auf die dritte Bodenbearbeitung verzichtet, was zu geringeren Arbeitserledigungskosten führte. Zu Raps wurde zwar ebenfalls in einigen Jahren eine zweimalige Bearbeitung durchgeführt, die häufigeren Überfahrten für Pflanzenschutz- und Düngemaßnahmen schlagen jedoch mit entsprechenden Kosten zu Buche. Die Erlöse der Fruchtfolgefelder Stoppelweizen und Raps reichen nicht aus, die entstandenen Verfahrenskosten zu decken. Blattfruchtweizen erzielt aufgrund geringerer Kosten und höherer Erlöse eine wesentlich bessere ökonomische Effizienz als die übrigen Fruchtfolgefelder.

**Tab. 94: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 1b Ra-WW-WW-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	1. Stoppelweizen	2. Stoppelweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
Erlös €/ha	833	907	677	730	786
EU-Prämie €/ha	0	0	0	0	0
Gesamt €/ha	833	907	677	730	786
<b>Direktkosten</b>					
Gesamt €/ha	486	414	442	442	446
Direktkostenfreie Leistung €/ha	347	492	235	288	340
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
Gesamt €/ha	408	399	416	416	410
DAL €/ha	-61	93	-181	-128	-69
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 600 ha</b>					
Gesamt €/ha	378	376	386	386	382
DAL €/ha	-31	117	-152	-98	-41

**Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-BI. Lup. Konservierend**

Für die Modellbetriebe in Bewirtschaftungssystem 2 sind die in Tabelle 95 aufgeführten Maschinen und Schlepper zur Bodenbearbeitung und Aussaat zu Grunde gelegt. Durch die Integration der Sommerung Blaue Lupine wird die Arbeitsspitze zur Weizenaussaat entzerrt. Dieser Effekt wird jedoch zum Teil durch die Bestellung der Zwischenfrucht im arbeitsintensiven Monat August aufgehoben. Die Mechanisierung erfordert eine ausreichende Schlagkraft, um die Raps- und Zwischenfruchtaussaat mit der häufig parallel laufenden Weizen- und Lupinenernte termingerecht durchführen zu können. Der Maschinenneuwert für Bodenbearbeitungs- und Aussaattechnik sowie Schlepper beträgt im 300 ha großen Betrieb 733 €/ha und im 600 ha Betrieb 660 €/ha. Der Arbeitszeitbedarf liegt bei 3,0 Akh/ha bzw. 2,2 Akh/ha.

**Tab. 95: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-BI.Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Modellbetrieb 300 ha	Modellbetrieb 600 ha
Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW	Schlepper 215 kW Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW
Universaldrillmaschine 4 m Grubber 4,5 m	Universaldrillmaschine 6 m Grubber 5 m Grubber 7 m
Maschinenneuwert 733 €/ha	Maschinenneuwert 660 €/ha
Arbeitszeitbedarf 3,0 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,2 Akh/ha



Die positiven Vorfruchteffekte der Blauen Lupine sind ausschlaggebend für die hohen Erträge beim Raps. Auch der Blattfruchtweizen erreicht hohe Erträge und Erlöse. Stoppelweizen fällt dagegen im Ertrag ab. Die Erträge der Blauen Lupine lagen zwar im erwarteten Durchschnitt, wegen der unbefriedigenden Marktpreissituation wurden aber mit Abstand die niedrigsten Erlöse erzielt. Die Direktkosten von Raps und Stoppelweizen bewegen sich auf deutlich höherem Niveau als die des Blattfruchtweizens. Die höhere Pflanzenschutz- und Düngeintensität führen wie im Bewirtschaftungssystem 1b zu diesem Ergebnis. Blaue Lupinen sind sehr kostengünstig zu produzieren. Neben dem Saatgut und dem anteiligen Entzug an Grundnährstoffen, sind lediglich ein bis zwei Herbizidmaßnahmen zu kalkulieren.

**Tab. 96: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 2 Ra-WW-WW/ZF-Bl. Lup. Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	Stoppelweizen	Bl. Lup.	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	1014	999	698	315	757
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	56	14
<b>Gesamt €/ha</b>	1014	999	698	371	771
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	465	414	442	169	373
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	549	585	256	201	398
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	413	400	418	350	395
<b>DAL €/ha</b>	<b>137</b>	<b>185</b>	<b>-162</b>	<b>-149</b>	<b>3</b>
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 600 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	379	377	388	333	369
<b>DAL €/ha</b>	<b>170</b>	<b>208</b>	<b>-132</b>	<b>-131</b>	<b>29</b>

Bei den Kosten der Arbeitserledigung sind in diesem Bewirtschaftungssystem ähnliche Kostenrelationen wie bei den Direktkosten erkennbar. Die Lupinen verursachen wesentlich geringere Kosten als die übrigen Kulturen, schneiden aber im direkten DAL-Vergleich deutlich schlechter ab. Dieses Defizit wird allerdings durch die vielfältigen Vorfruchteffekte ausgeglichen. Raps als direkte Nachfrucht profitiert von diesen Vorfruchtwirkungen. Neben den Einsparungen an Produktionsmitteln führen insbesondere arbeitswirtschaftliche Vorteile zu sinkenden Arbeitserledigungskosten sowohl bei der Lupine selbst als auch bei der Folgekultur. In der beschriebenen Fruchtfolge können die durch den Stoppelweizen entstandenen Verfahrenskosten nicht gedeckt werden.

### Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-BI. Lup.-WW Konservierend

Durch den Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht ergeben sich in diesem Bewirtschaftungssystem günstige Produktionsbedingungen. Insbesondere Weizen kann in dieser Anbaukonstellation hinsichtlich der Leistung und der Produktionskosten profitieren. Die für dieses Bewirtschaftungssystem notwendige Mechanisierung ist in Tabelle 97 dargestellt. In diesem System ist die Arbeitsspitze im August besonders ausgeprägt. Die intensive Bearbeitung zu Raps (zwei- bis dreimaliges Grubbern 8 cm, 15 cm, 20 cm), die Zwischenfruchtaussaat sowie parallel laufende Erntearbeiten (Weizen, Lupinen) sind als wesentliche Ursachen zu nennen. Der Maschinenneuwert für Bodenbearbeitungs- und Aussaattechnik sowie Schlepper beträgt 733 €/ha (300 ha) bzw. 660 €/ha (600 ha).

**Tab. 97: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-BI. Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Modellbetrieb 300 ha	Modellbetrieb 600 ha
Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW	Schlepper 215 kW Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW
Universaldrillmaschine 4 m Grubber 4,5 m	Universaldrillmaschine 6 m Grubber 5 m Grubber 7 m
Maschinenneuwert 733 €/ha	Maschinenneuwert 660 €/ha
Arbeitszeitbedarf 2,9 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,1 Akh/ha

Die Erlössituation des Bewirtschaftungssystems wird durch das hohe Ertragsniveau des Weizens (Blattvorfrucht) aber auch des Rapses positiv beeinflusst. Lupinen erzielen dagegen deutlich geringere Erlöse (Tab. 98). Auch die Prämie für Eiweißpflanzen (56 €/ha) kann dies nicht kompensieren. Die hohe Produktionsintensität des Rapses schlägt sich in den Direktkosten nieder. Intensive Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen sowie teures Hybridsaatgut lassen die Kosten entsprechend ansteigen. Durch die Vorfruchtwirkungen der Blattfrüchte kann der Weizen in diesem System mit relativ geringem Produktionsmittelaufwand erzeugt werden. Lupinen sind mit den in dieser Fruchtfolge geringsten Kosten belastet. Saatgut, Herbizide und die Anrechnung der Grundnährstoffe sind die wesentlichen Kostenblöcke in diesem Bereich. Durch den 50-prozentigen Anteil an Blattfrüchten in der Rotation in Kombination mit dem Pflugverzicht wird im Bereich der Arbeitserledigung ein ähnliches Kostenniveau wie in Fruchtfolge 2 realisiert. Lediglich im Lupinenanbau können die entstandenen Verfahrenskosten durch die Erlöse nicht gedeckt werden. Raps erzielt zwar die höchsten Erlöse, hohe Direktkosten und die Kosten der Arbeitserledigung führen jedoch zu einer geringeren DAL als beim Weizen. Blattfruchtweizen

erreicht in diesem System die höchste DAL. Dieser Effekt ergibt sich aus der Wechselwirkung der günstigen Anbaufolge.

**Tab. 98: Direkt- und arbeits erledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 3 Ra-WW/ZF-Bl. Lup.-WW Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Raps	Blattfruchtweizen	Blaue Lupine	Blattfruchtweizen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
Erlös €/ha	914	883	317	892	751
EU-Prämie €/ha	0	0	56	0	14
Gesamt €/ha	914	883	373	892	765
<b>Direktkosten</b>					
Gesamt €/ha	486	414	169	414	371
Direktkostenfreie Leistung €/ha	428	468	203	477	394
<b>Arbeits erledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
Gesamt €/ha	413	400	350	400	391
DAL €/ha	15	68	-147	78	3
<b>Arbeits erledigungskosten Modellbetrieb 600 ha</b>					
Gesamt €/ha	379	377	333	377	366
DAL €/ha	49	91	-129	100	28

#### **Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend**

Die für diese reine Getreidefruchtfolge notwendige Mechanisierung für Modellbetriebe ist in Tabelle 99 zusammengefasst. Durch den Zwischenfruchtanbau und die intensive Bodenbearbeitung im August ist eine ausreichend schlagkräftige Mechanisierung erforderlich. Diese Fruchtfolge mit einem hohen Anteil an Zwischenfrüchten erfordert neben der Bodenbearbeitungstechnik ein Schlegelmulchgerät zum Abhäckseln des Zwischenfruchtaufwuchses insbesondere vor Wechselweizen. Der Maschinenneuwert der Bodenbearbeitungs- und Aussaattechnik sowie der Schlepper beträgt 811 €/ha (300 ha) bzw. 695 €/ha (600 ha).

**Tab. 99: Maschinenausstattung zur Bodenbearbeitung in den Modellbetrieben im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Modellbetrieb 300 ha	Modellbetrieb 600 ha
Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW	Schlepper 215 kW Schlepper 138 kW Schlepper 120 kW
Universaldrillmaschine 4 m Grubber 4,5 m Schlegelmulchgerät 6 m	Universaldrillmaschine 6 m Grubber 5 m, Grubber 7 m Schlegelmulchgerät 6 m
Maschinenneuwert 811 €/ha	Maschinenneuwert 695 €/ha
Arbeitszeitbedarf 2,8 Akh/ha	Arbeitszeitbedarf 2,3 Akh/ha

Die Erlöse von Hafer, Wechselweizen und Winterroggen liegen deutlich unter dem Niveau des Blattfruchtweizens. Bei Hafer und Wechselweizen sind primär die geringeren Erträge ausschlaggebend, bei Winterroggen spielen die geringen Marktpreise eine entscheidende Rolle. Der reduzierte Produktionsmitteleinsatz bei Hafer, Wechselweizen und Roggen führt im Vergleich zu Weizen zu geringeren Direktkosten. Durch den Zwischenfruchtanbau auf 50 Prozent der Fläche entsteht eine ausgeprägte Arbeitsspitze im August. Verschärft wird dieser Sachverhalt durch die intensive Bodenbearbeitung (zweimaliges Grubbern 5 cm, 15 cm) vor der Aussaat der Zwischenfrucht. Dadurch steigen die Kosten der Arbeitserledigung. Auch die Entzerrung der Arbeitsspitze zur Weizenaussaat durch die Integration von Wechselweizen und die damit verbundene Option zur späteren Aussaat ändert nichts an diesem Sachverhalt. Bei den Fruchtfolgefeldern Hafer, Roggen und Wechselweizen können aufgrund unbefriedigender Erträge und Erlöse die Verfahrenskosten nicht gedeckt werden.

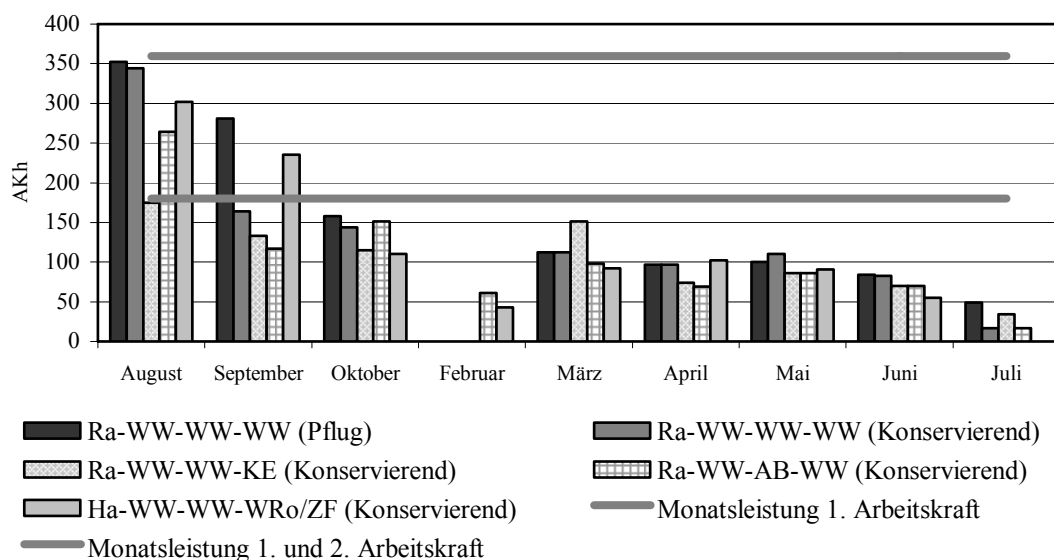
**Tab. 100: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Bewirtschaftungssystem 4 Ha-WW/ZF-WeW-WRo/ZF Konservierend am Standort Gülzow, 2003-2005**

Fruchtfolgefeld	Hafer	Blattfruchtweizen	Wechselweizen	Winterroggen	Mittelwert der Fruchtfolge
<b>Leistungen</b>					
<b>Erlös €/ha</b>	504	853	611	453	605
<b>EU-Prämie €/ha</b>	0	0	0	0	0
<b>Gesamt €/ha</b>	504	853	611	453	605
<b>Direktkosten</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	223	414	283	327	312
<b>Direktkostenfreie Leistung €/ha</b>	281	439	328	126	293
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 300 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	384	420	415	412	408
<b>DAL €/ha</b>	-102	19	-87	-286	-114
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 600 ha</b>					
<b>Gesamt €/ha</b>	357	391	389	377	379
<b>DAL €/ha</b>	-75	47	-62	-251	-85

#### 4.5 Arbeitswirtschaft und Betriebsorganisation

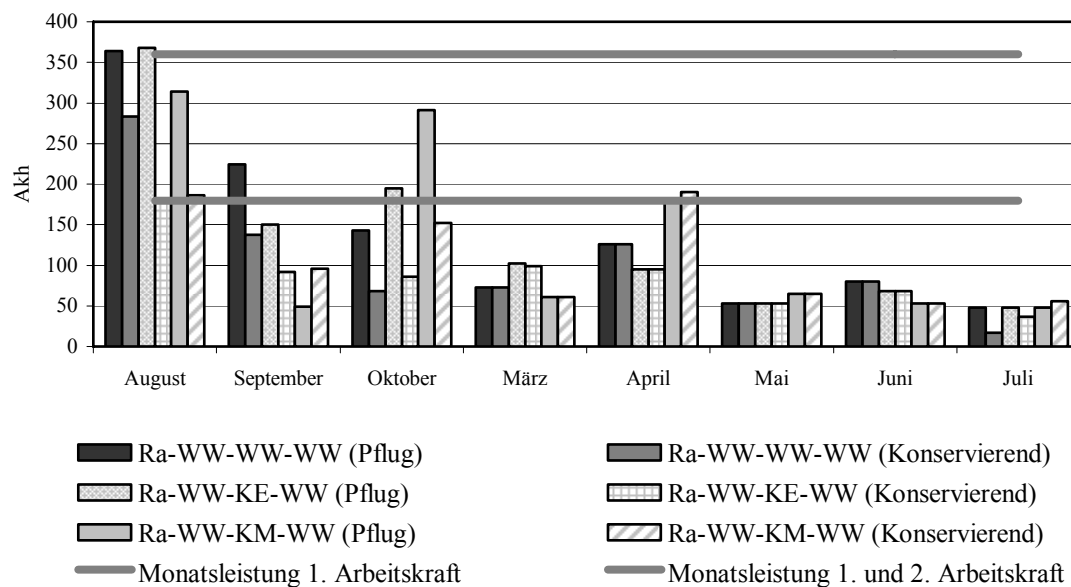
Bei der konventionellen Bewirtschaftung (Pflug) am Standort Soest (Abb. 8) in der winterweizenbetonten Fruchtfolge ist eine weitere Arbeitskraft (entspricht 180 Akh/Monat) im August und September notwendig. Im konservierend bestellten engen Anbausystem ist ebenfalls eine zweite Arbeitskraft einzuplanen. Diese kann wie bereits dargestellt durch die geringere Bearbeitungsintensität mit weniger schlagkräftiger und damit günstigerer Mechanisierung ausgestattet werden. Der Effekt der Fruchtfolgegestaltung auf die Arbeitszeitverteilung wird durch den Doppelfruchtwechsel deutlich. Raps nach Erbsen wird

nach flacher Bodenbearbeitung oder in Direktsaat bestellt. Bei Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht erfolgt wiederum die pfluglose Rapsbestellung nach Weizen mit mehrmaliger Bearbeitung. Die Arbeitsspitzen im August steigen daher wieder an. Auch in der reinen Getreidefruchtfolge führen die intensive Stoppelbearbeitung, die Zwischenfruchtbestellung und der enge Zeitraum der Ernte zu Arbeitsspitzen im August und September.



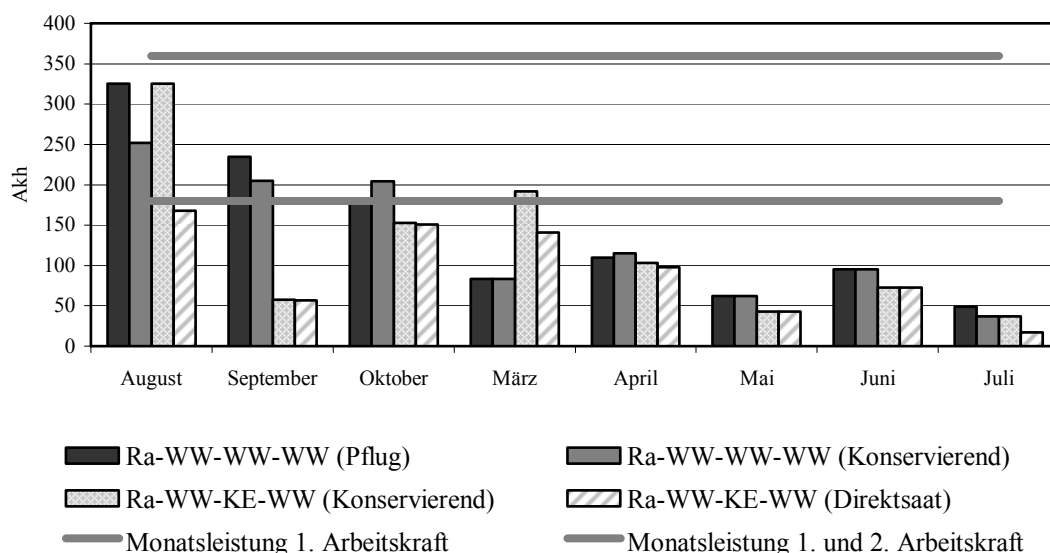
**Abb. 8: Arbeitszeitverteilung (Akh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Soest, 2003-2005**

Auch auf dem Standort Freising sinkt der Arbeitszeitbedarf in der weizenbetonten Fruchtfolge durch den Pflugverzicht. Die für die Betriebsorganisation entscheidenden Arbeitsspitzen in den Monaten August und September können jedoch nicht deutlich entschärft werden. Erst die Fruchtfolgeerweiterung mit Körnererbsen und die damit einhergehende weitere Reduzierung der Bodenbearbeitung sowie Verlagerung bestimmter Arbeiten in das Frühjahr, entzerren die Arbeitsspitzen. Auffällig ist in der Fruchtfolge mit Körnermais die Arbeitsspitze zur Aussaat des 2. Blattfruchtweizens. Besonders im Pflugsystem tritt diese in ausgeprägter Form auf, da nach dem Pflügen auf dem Standort eine zweimalige Saatbettbereitung erfolgen muss.



**Abb. 9: Arbeitszeitverteilung (Akh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Freising, 2003-2005**

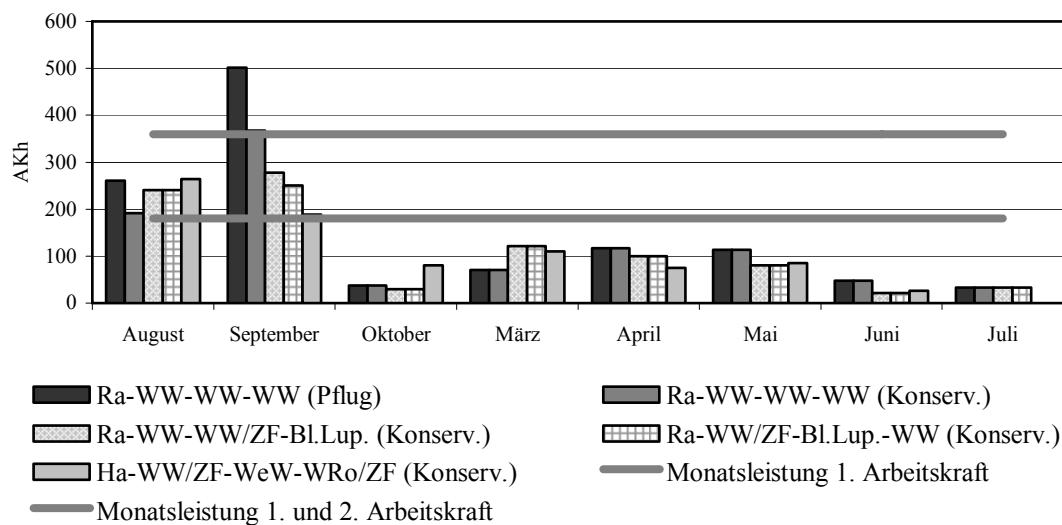
Neben den bereits dargestellten Effekten vom Pflugverzicht und der Fruchtfolgeerweiterung werden am Standort Braunschweig (Abb. 10) die Vorteile der Direktsaat deutlich. Mit drei unterschiedlichen Kulturen (Raps, Winterweizen, Körnererbsen) im vierfeldrigen System und dem Verzicht auf jegliche Bodenbearbeitung kann mit kostengünstiger Technik eine hohe Arbeitsproduktivität der eingesetzten Arbeitskraft erreicht werden.



**Abb. 10: Arbeitszeitverteilung (Akh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Bemerkenswert für die Verteilung der Arbeitsspitzen ist auch der Einfluss der zur Verfügung stehenden Feldarbeitszeit, dargestellt am Standort Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern) in

Abbildung 11. Dort sollte die Aussaat des Wintergetreides möglichst bis Ende September abgeschlossen sein. Dadurch entsteht in der winterweizenbetonten Fruchtfolge eine erhebliche Arbeitsspitze. Die Auflockerung der Fruchtfolge führt hier zu einer deutlich effizienteren Nutzung der eingesetzten Arbeit. Auch der Zwischenfruchtanbau belastet die Arbeitsorganisation wie die Ergebnisse des Standorts zeigen. Der Arbeitszeitbedarf im August steigt durch die Zwischenfruchtaussaat und Düngung im Vergleich zur pfluglos bestellten wintergetreidebetonten Fruchtfolge an.



**Abb. 11: Arbeitszeitverteilung (AKh/Monat) geprüfter Bewirtschaftungssysteme in einem 300 ha großen Modellbetrieb am Standort Gülzow, 2003-2005**

#### 4.6 Berechnung des Vorfruchtwertes von Blattfrüchten, Körnermais und Hafer

Tabelle 101 zeigt die berechneten Vorfruchtwerte von Raps, Leguminosen und Hafer in den Prüfruchtfolgen der vier Standorte. In den konventionell bewirtschafteten Anbausystemen liegt der Vorfruchtwert der Blattfrüchte deutlich niedriger als in konservierend bestellten Systemen. Besonders am Standort Soest mit nahezu gleichen Erträgen bei Blattfrucht- und Stoppelweizen sowohl im Pflugsystem als auch im konservierend bestellten System können nur Kosten im Bereich des Pflanzenschutzes und der Düngung eingespart werden. Eine Ausnahme stellen die Standorte Freising und Braunschweig dar. Hier wurde der Blattfruchtweizen im Referenzsystem Pflug nach mehrmaliger Bearbeitung mit dem Grubber bestellt (Kap. Material und Methode). Die im Vergleich zum Pflugeinsatz etwas geringeren Arbeitserledigungskosten erhöhen den Vorfruchtwert des Rapses. Hafer fällt im Vorfruchtwert ab, da die Notwendigkeit einer intensiven Bodenbearbeitung zur Nachfrucht aufgrund einer höheren Menge und schwerer zersetzbarer Ernterückstände bestehen bleibt. Außerdem fehlt im Gegensatz zu den Leguminosen die biologische Stickstofffixierung,

sodass die N-Düngung in der Nachfrucht nicht reduziert werden kann. Sowohl auf den Standorten Gülzow und Freising steigen die Vorfruchtwerte der Blattfrüchte aufgrund geringerer Stoppelweizenerträge am stärksten an.

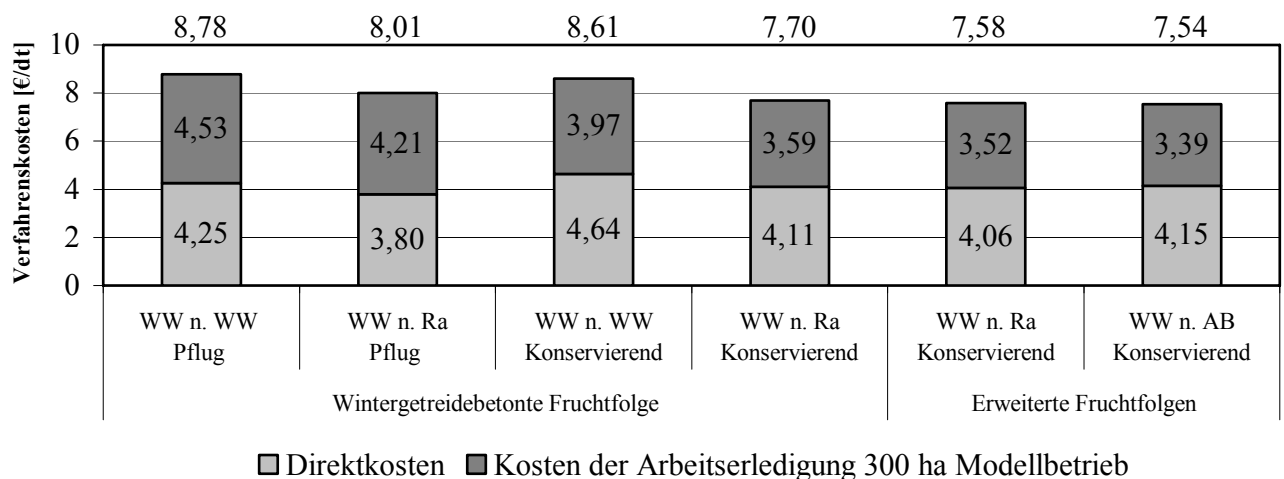
**Tab. 101: Vorfruchtwert von Raps, Leguminosen, Mais und Hafer zu Weizen in Abhängigkeit von dem Bewirtschaftungssystem und dem Standort, gemessen am Durchschnittsertrag des 1. und 2. Stoppelweizens im Referenzsystem Pflug, 2003-2005**

Standort	Bewirtschaftungssystem/ Anbaufolge	Mehrertrag		Kosteneinsparungen			Vorfruchtwert €/ha
		dt/ha	€/ha	Düngung €/ha	PSM €/ha	Arbeitsersparung €/ha	
Soest	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Pflug)	0,9	9	16	35	--	<b>60</b>
	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Konservierend)	0,5	5	16	- 4	81	<b>98</b>
	<i>Ra-WW-AB-WW</i> (Konservierend)	1,8	17	16	- 4	100	<b>129</b>
	<i>Ra-WW-AB-WW</i> (Konservierend)	- 0,5	-5	16	- 4	121	<b>128</b>
	<i>Ha-WW-WW-WRo</i> (Konservierend)	2,1	20	- 12	- 4	52	<b>56</b>
Freising	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Pflug)	23,2	232	--	28	51	<b>311</b>
	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Konservierend)	4,8	48	-4	8	86	<b>138</b>
	<i>Ra-WW-KE-WW</i> (Pflug)	22,3	222	--	28	15	<b>265</b>
	<i>Ra-WW-KE-WW</i> (Konservierend)	7,9	79	-4	8	125	<b>208</b>
	<i>Ra-WW-KM-WW</i> (Pflug)	21,2	211	--	28	4	<b>243</b>
	<i>Ra-WW-KM-WW</i> (Konservierend)	11,0	110	-4	8	90	<b>204</b>
Braunschweig	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Pflug)	4,2	42	--	23	40	<b>105</b>
	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Konservierend)	8,7	86	--	23	55	<b>164</b>
	<i>Ra-WW-KE-WW</i> (Konservierend)	4,7	47	--	11	90	<b>148</b>
	<i>Ra-WW-KE-WW</i> (Konservierend)	4,4	44	--	11	90	<b>145</b>
	<i>Ra-WW-KE-WW</i> (Direktsaat)	4,8	48	--	11	122	<b>181</b>
	<i>Ra-WW-KE-WW</i> (Direktsaat)	8,8	87	--	11	122	<b>220</b>
Gülzow	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Pflug)	17,5	174	3	28	2	<b>207</b>
	<i>Ra-WW-WW-WW</i> (Konservierend)	24,1	284	3	23	71	<b>380</b>
	<i>Ra-WW-Lup.-WW</i> (Konservierend)	24,5	245	3	23	70	<b>341</b>
	<i>Ra-WW-Lup.-WW</i> (Konservierend)	25,2	251	3	23	70	<b>347</b>
	<i>Ha-WW-WW-WRo</i> (Konservierend)	21,5	214	3	23	50	<b>290</b>



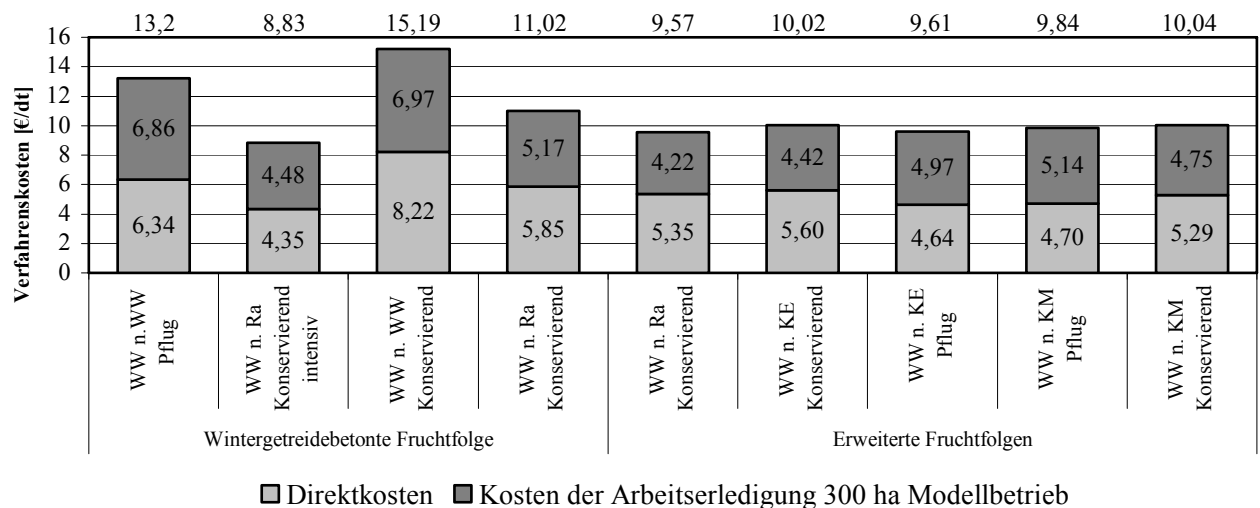
#### 4.7 Analyse der Stückkosten von Weizen und Raps

Abbildung 12 informiert über die Verfahrenskosten in Euro pro Dezitonne von Weizen am Standort Soest in unterschiedlichen Fruchtfolgesystemen. Die geringeren Kosten des Blattfruchtweizens im Pflugsystem sind auf die bereits dargestellte niedrigere Pflanzenschutz- und Düngeintensität zurückzuführen. Pfluglos bestellter Stoppelweizen ist nur geringfügig günstiger zu produzieren wie nach einer wendenden Bodenbearbeitung mit dem Pflug. Zwar ist der Anteil der Arbeiterledigungskosten geringer, dafür steigen jedoch die Direktkosten durch die Strohausgleichsdüngung und die höhere Fungizidintensität an. Blattfruchtweizen ist am Standort Soest in erweiterten Fruchtfolgen 1,20 bzw. 1,24 €/dt günstiger zu produzieren als Stoppelweizen im Referenzsystem Pflug. Der Kostenvorteil des Weizens nach Raps in der erweiterten Fruchtfolge im Vergleich zur wintergetreidebetonten Fruchtfolge ist auf geringere feste Maschinenkosten in diesen Anbausystemen zurückzuführen.



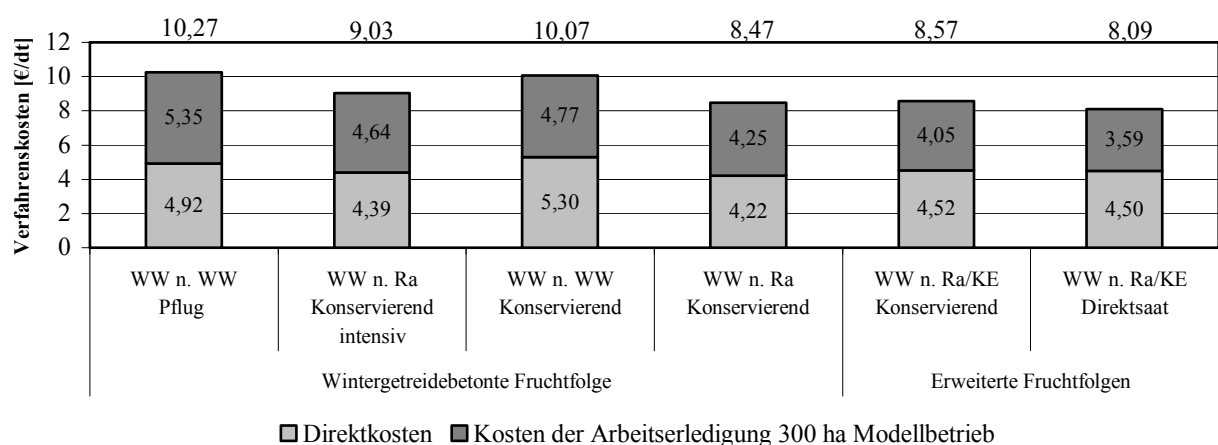
**Abb. 12: Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Soest für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

Am Standort Freising (Abb. 13) sind deutlich größere Differenzen in den Stückkosten festzustellen. Niedrige Stoppelweizenerträge und varianzanalytisch abgesichert geringere Erträge in den konservierend bestellten Systemen prägen das Ergebnis. Im pfluglos bestellten Stoppelweizen steigen die Verfahrenskosten auf 15,19 €/dt an. Geringere Erträge und deutlich höhere Fungizidkosten aufgrund eines hohen *DTR*-Infektionsdrucks, führen trotz Einsparungen bei den Arbeiterledigungskosten zu diesem Ergebnis. Die Ertragsverluste in dem konservierend bestellten Blattfruchtweizen können durch Einsparungen bei den Arbeiterledigungskosten größtenteils kompensiert werden. Die Abbildung zeigt, dass Stoppelweizen unabhängig von der Bodenbearbeitung wesentlich teurer zu produzieren ist als Blattfruchtweizen.



**Abb. 13: Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Freising für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

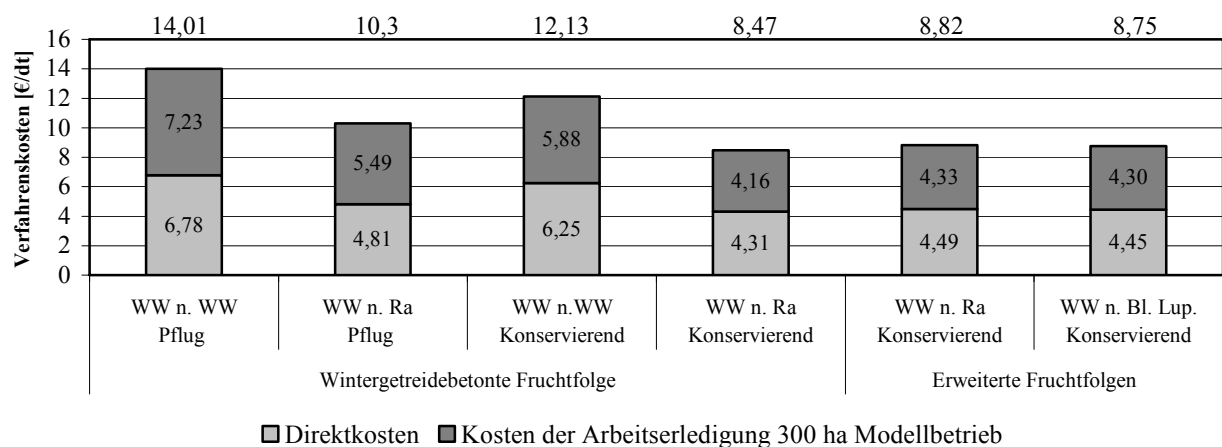
Auch am Standort Braunschweig (Abb. 14) sind die Stückkosten des Stoppelweizens durch Ertragsseinbußen und höhere Pflanzenschutz aufwendungen am höchsten. Der Pflugverzicht führt beim Anbau von Weizen nach Weizen zu nochmals ansteigenden Pflanzenschutz- und Düngekosten. Dieser Kostenanstieg wird allerdings durch sinkende Arbeiterledigungskosten kompensiert, sodass insgesamt die Verfahrenskosten des konventionell und konservierend bestellten Stoppelweizens auf einem Niveau liegen. Die niedrigsten Kosten werden auf diesem Standort im Direktsaatsystem in erweiterten Fruchtfolgen erreicht. Die Arbeiterledigungskosten sinken hier deutlich. Die fruchtfolgebedingte Unterbrechung der Infektionszyklen führt auch zu kaum ansteigenden Direktkosten.



**Abb. 14: Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Braunschweig für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

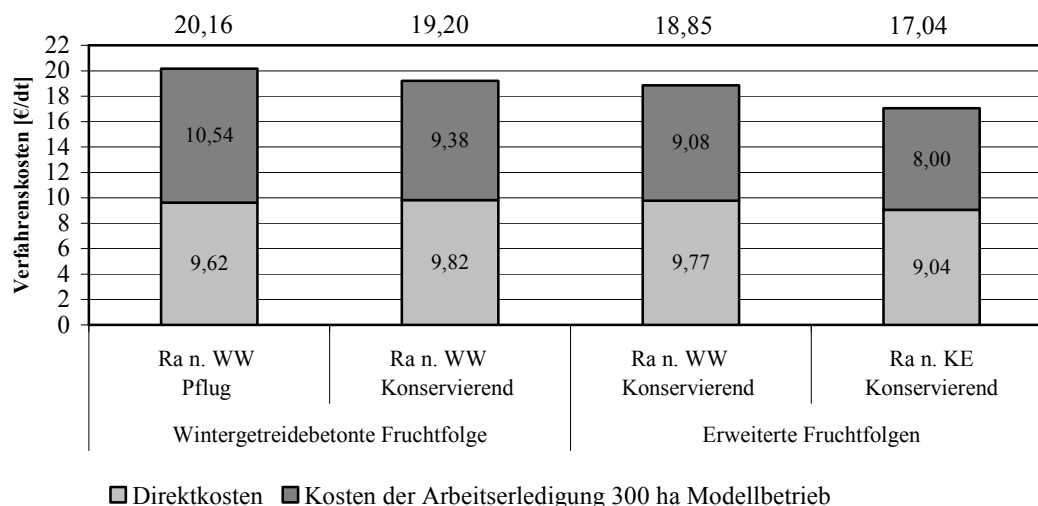
Am Standort Gülzow treten ähnliche Ertragsverluste beim Anbau von Stoppelweizen wie in Freising auf. Allerdings steigen auf dem zur Vorsommertrockenheit neigenden Standort

Gülzow die Erträge durch die pfluglose Bodenbearbeitung in allen Anbaufolgen an Stoppelweizen wird im Mittel der Bodenbearbeitungssysteme auch am Standort Gülzow (Abb. 15) deutlich teurer produziert als Blattfruchtweizen. Durch die geringeren Erträge des konventionell bestellten Stoppelweizens steigen die Stückkosten nochmals an. Eine kostengünstige Weizenproduktion kann in Gülzow nur pfluglos nach einer Blattfrucht realisiert werden. Durch die Fruchtfolgeerweiterung sind auf diesem Standort keine weiteren Stückkostensenkungen herbeizuführen, da der Boden auch in den aufgelockerten Anbausystemen intensiv bearbeitet wurde.



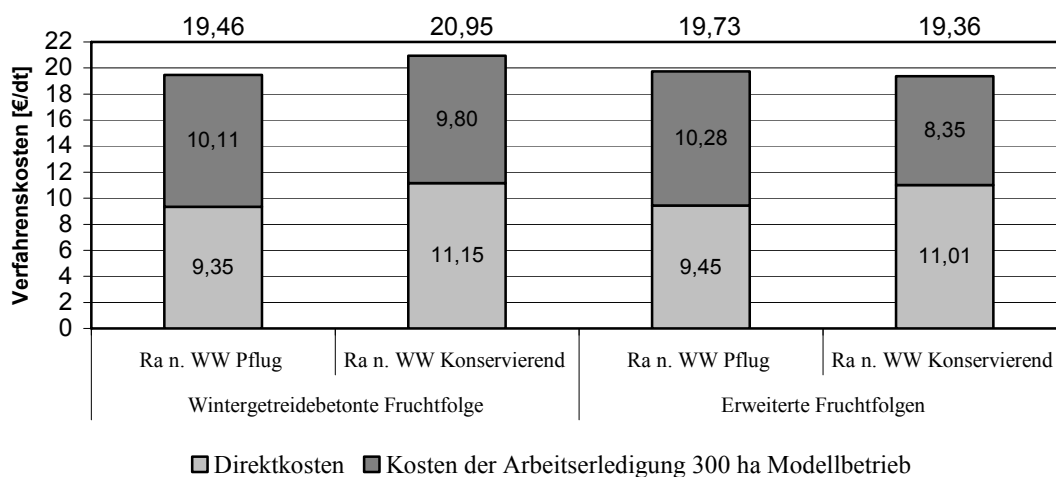
**Abb. 15: Verfahrenskosten (€/dt) von Weizen auf Stückkostenbasis am Standort Gülzow für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

Bei der Berechnung der Stückkosten im Rapsanbau sind am Standort Soest (Abb. 16) ähnliche Tendenzen wie in der Weizenproduktion festzustellen. Die Rapsenerträge lagen in allen Anbaufolgen auf einheitlichem Niveau. Die höchsten Verfahrenskosten sind in der Pflugvariante zu dokumentieren. Auch Einsparungen bei den Direktkosten bei dieser Verfahrensweise sind kaum zu realisieren. Selbst eine Bekämpfung des Ausfallgetreides war nach wendender Bodenbearbeitung in jedem Jahr aufgrund der kurzen Anbaupause zwischen der Ernte des Weizens und der Rapssaat notwendig. Die höchsten Kosteneinsparungen sind in der Anbaufolge Raps nach Körnererbsen zu erzielen. Die Vorfrucht ermöglicht die Rapsaussaat nach flacher Bodenbearbeitung. Außerdem kann auf die Bekämpfung von Ausfallgetreide und eine Herbststickstoffgabe verzichtet werden. Dadurch sinken auch die Direktkosten in dieser Anbaufolge. Der Rapsanbau nach Körnererbsen führt zu 3,12 €/dt geringeren Stückkosten im Vergleich zur Rapsproduktion im Referenzsystem Pflug.



**Abb. 16: Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Soest für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

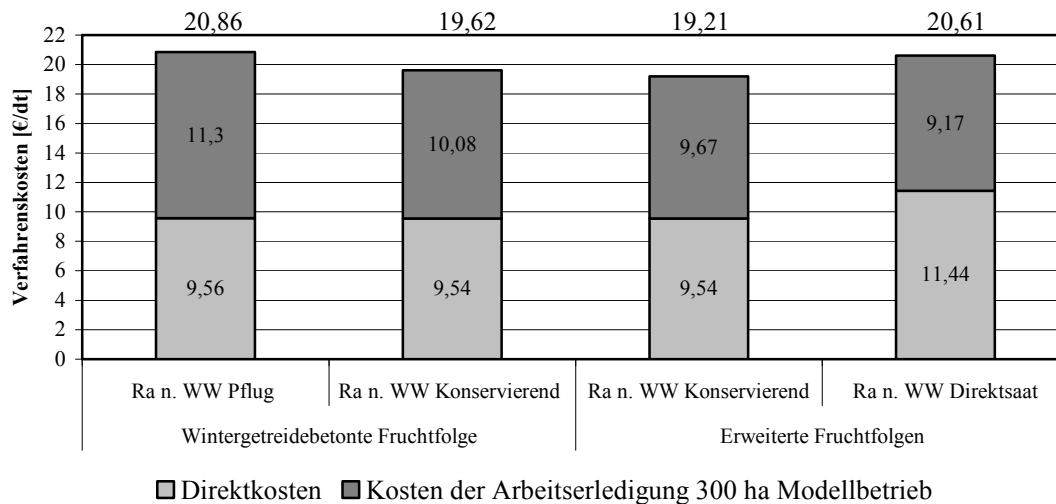
Am Standort Freising prägen signifikant geringere Erträge der pfluglosen Rapsbestellung die Ergebnisse. Die Stückkosten (Abb. 17) liegen in allen Anbaufolgen mit Ausnahme des konservierend bestellten Rapses in der engen Fruchtfolge dennoch auf ähnlichem Niveau. Die Ertragsverluste in den konservierend bestellten Varianten von ca. 5 dt/ha werden durch Kosteneinsparungen bei der Arbeitserledigung in der erweiterten Fruchtfolge kompensiert. Eine Kostendeckung ist durch die Markterlöse (€/dt) in allen Anbaufolgen zu realisieren.



**Abb. 17: Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Freising für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

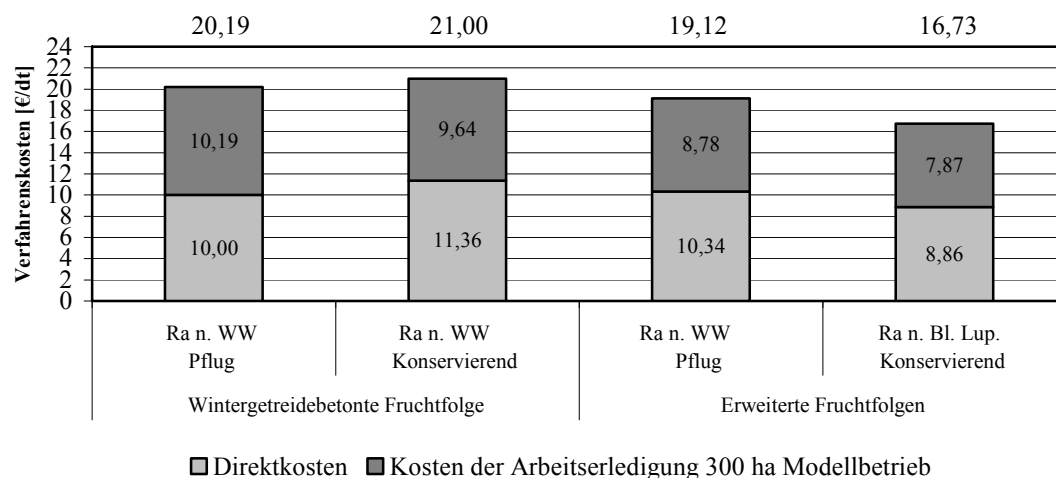
Raps wird am Standort Braunschweig (Abb. 18) in den geprüften Systemen sowohl nach Pflugfurche als auch in Mulch- und Direktsaat angebaut. Die Erträge der Mulch- und Pflugsaat sind einheitlich, bei der Direktsaat von Raps nach Weizen ist der Ertrag ca. 3 dt/ha niedriger. Bei den Direktkosten sind keine Unterschiede zwischen Mulch- und Pflugsaat zu

verzeichnen. Der in einigen Jahren hohe Schneckendruck bei der Direktsaat verursacht zusätzliche Aufwendungen an Molluskiziden. Daher steigen die Direktkosten in diesem System an. Auch die niedrigen Kosten der Arbeitserledigung können nicht die Ertragsausfälle der Direktsaat kompensieren, sodass in diesem Verfahren etwa gleich hohe Stückkosten entstehen wie im Pflugsystem. In den Mulchsaatvarianten bildet ein stabiles Ertragsniveau die Basis für eine hohe ökonomische Effizienz aus.



**Abb. 18: Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Braunschweig für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

Abbildung 19 zeigt die Stückkosten von Raps am Standort Gülzow. In der engen pfluglos bestellten Fruchtfolge können die Ertragsverluste im Vergleich zum Raps im Referenzsystem Pflug nicht durch die Kosteneinsparungen bei der Arbeitserledigung kompensiert werden. Daher steigen die Stückkosten an. Besonders der Rapsanbau nach Lupinen zeichnet sich durch niedrige Stückkosten aus, weil neben geringeren Kosten die Erträge gesteigert werden.



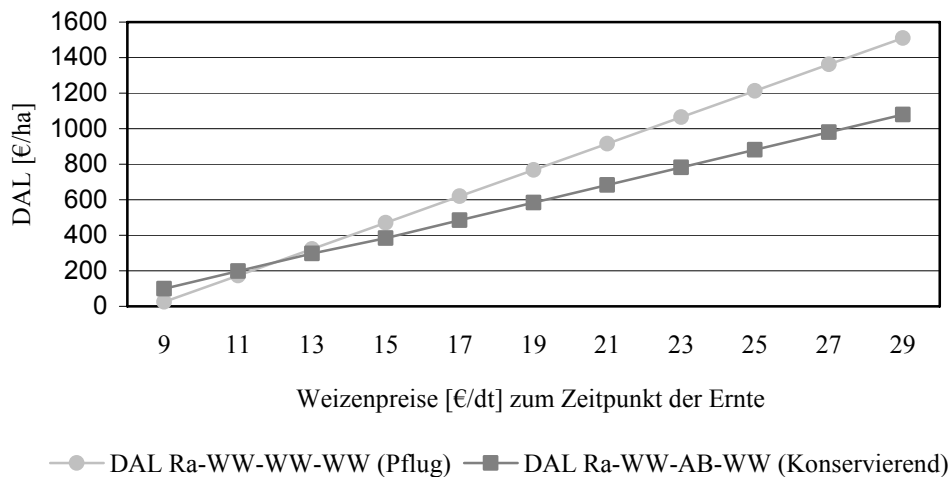
**Abb. 19: Verfahrenskosten (€/dt) von Raps auf Stückkostenbasis am Standort Gülzow für einen 300 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

## 4.8 Sensitivitätsanalysen

### 4.8.1 Einfluss des Weizenpreises auf die Wirtschaftlichkeit

In den Kalkulationen zum Einfluss des Weizenpreises auf die Wirtschaftlichkeit wird das Referenzsystem Pflug in enger Fruchtfolge mit einer pfluglos bestellten erweiterten Fruchtfolge (Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht) anhand der Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) bei unterschiedlichen Weizenpreisen verglichen. Bezugsbasis ist der Weizenpreis in der Ernteperiode.

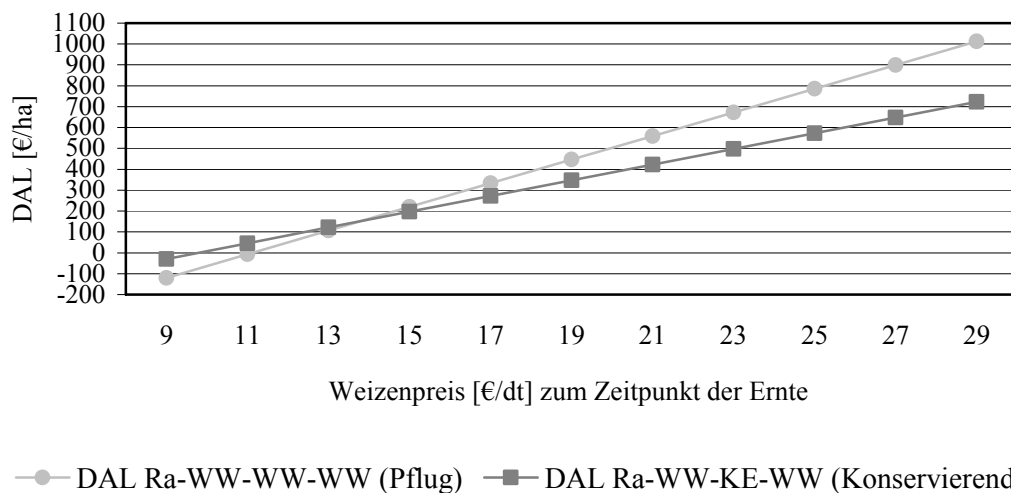
Am Standort Soest (Abb. 20) ist ab einem Weizenpreis von etwa 11,50 €/dt zur Ernte die konventionell bestellte wintergetreidebetonte Fruchtfolge wirtschaftlich als gleichwertig anzusehen. Bei höheren Weizenpreisen fällt die erweiterte, pfluglos bestellte Fruchtfolge ab. Durch das Ergebnis werden die Wirkungen hoher Stoppelweizenerträge sowie die prinzipielle Stoppelweizeneignung des maritim geprägten Bördestandorts Soest deutlich.



**Abb. 20: Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Soest, 2003-2005**

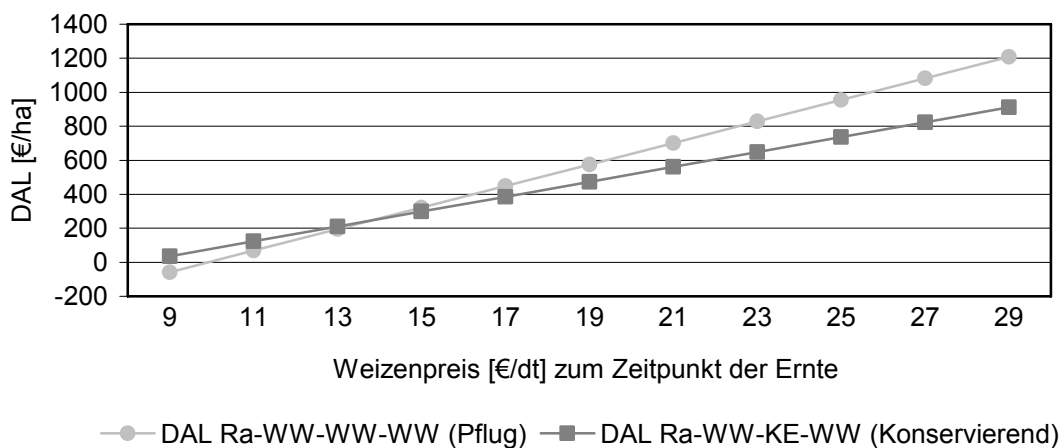
Abbildung 21 zeigt den Verlauf der DAL in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Freising. Die hohen Vorfruchtwirkungen der Blattfrüchte haben auf das dargestellte Ergebnis wesentlichen Einfluss. Die Systeme erreichen eine gleich hohe DAL bei einem Weizenpreis von etwa 13,75 €/dt. Die Analyse belegt, dass unter Vollkostenansatz die Fruchtfolgeerweiterung am Standort Freising auch bei steigenden Weizenpreisen von hoher Stabilität in den Prüffahren 2003-2005 geprägt war. Dies ist auf die Ertragseinbußen des Stoppelweizens und die systembedingt hohen Direkt- und Arbeitserledigungskosten im Referenzsystem mit enger Fruchtfolge sowie Pflugeinsatz zurückzuführen. Belastet wird die erweiterte pfluglos bestellte Fruchtfolge durch signifikant geringere Weizen- und Rapsertträge im Vergleich zur Pflugvariante. Dies führt letzten Endes dazu, dass bei steigenden

Weizenpreisen das kostenintensive jedoch ertragsstabilere Fruchtfolgesystem 1 wirtschaftlich im Vorteil ist.



**Abb. 21: Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Freising, 2003-2005**

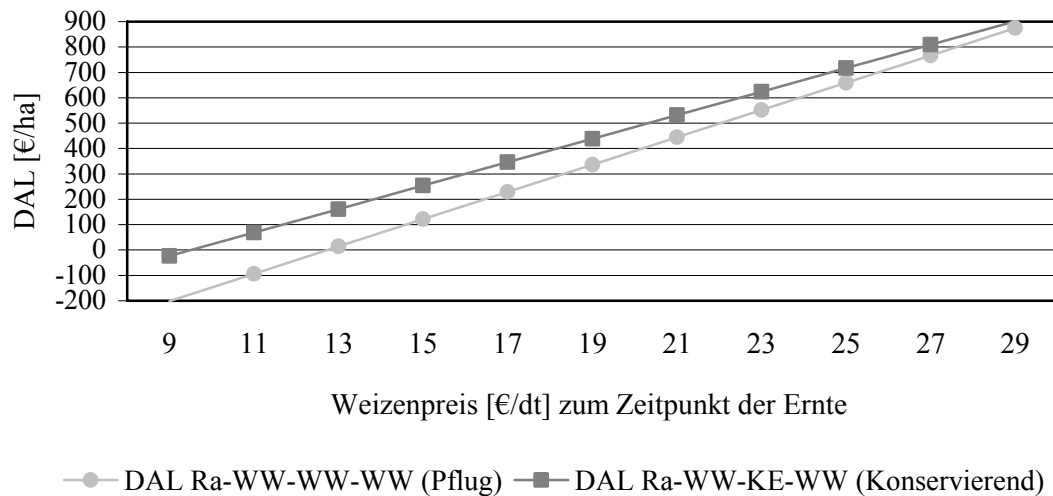
Die Erlös-Kostenrelation in der erweiterten Fruchtfolge führen am Standort Braunschweig (Abb. 22) ab einem Weizenpreis von etwa 13,80 €/dt zur besseren Eignung der winterweizenbetonten Fruchtfolge.



**Abb. 22: Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Braunschweig, 2003-2005**

Bei der Berechnung des Gleichgewichtserlöses für den Standort Gülzow (Abb. 23) werden die Effekte des Wechsels von Halmfrucht und Blattfrucht und des Pflugverzichtes deutlich. Sehr hohe Blattfruchtweizenenerträge in Verbindung mit Ertragszunahmen bei konservierender Bestellung lassen erweiterten pfluglos bestellten Anbausystemen eine hohe Stabilität

zukommen. Die Weizenpreise müssten über 32,60 €/dt steigen, um bei engen Anbausystemen eine annähernd gleich hohe Rentabilität zu erzielen.



**Abb. 23: Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in Abhängigkeit vom Weizenpreis am Standort Gülzow, 2003-2005**

#### 4.8.2 Einfluss der Leguminosenerträge auf die Wirtschaftlichkeit

Tabelle 102 informiert über den wirtschaftlich notwendigen Leguminosenertrag in Abhängigkeit von dem Standort. Am Standort Soest, der durch hohe Stoppelweizenerträge gekennzeichnet ist, kann auf etwa 20 dt/ha des im Versuchsvorhaben erreichten Ackerbohnenenertrags verzichtet werden. Bei steigenden Weizenpreisen muss allerdings das Ertragspotenzial der Ackerbohnen ausgeschöpft werden, um eine gleich hohe Rentabilität zu erzielen. Die Standorte Freising und Braunschweig nehmen eine Mittelstellung ein. Bei den gegebenen Weizenpreisen kann am Standort Freising auf 24,1 dt/ha und am Standort Braunschweig auf 25,5 dt/ha Körnererbsenertrag verzichtet werden. Extrem fallen die Ergebnisse am Standort Gülzow aus. Selbst bei steigenden Weizenpreisen verursachen die positiven Wechselwirkungen von Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung, dass theoretisch auf die Ernte der Lupinen verzichtet werden kann. Die sehr hohen Kosten des Stoppelweizens in Verbindung mit niedrigen Erträgen prägen dieses Ergebnis.



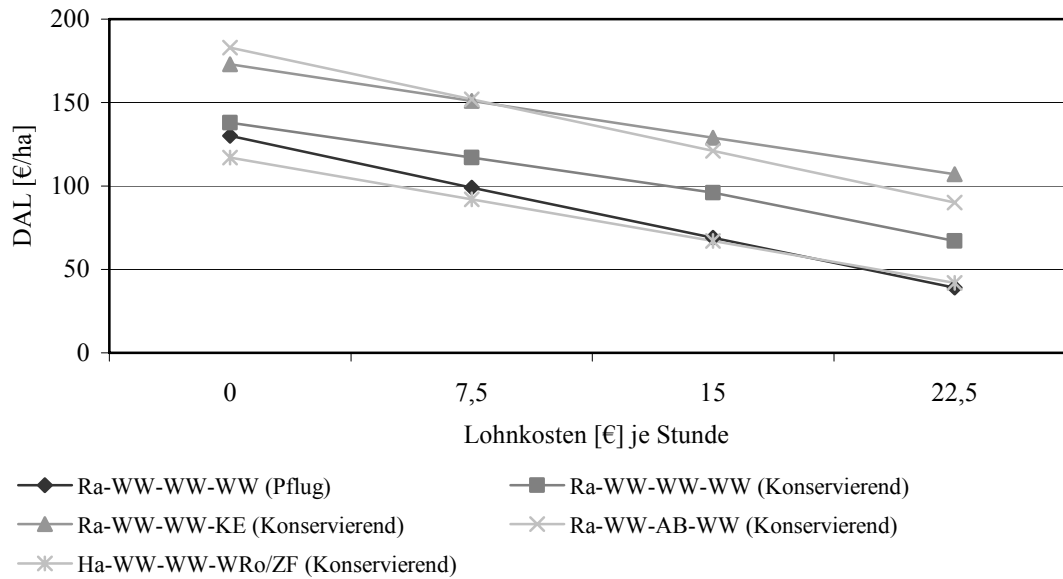
**Tab. 102: Mindestens notwendiger Leguminosenertrag in erweiterten, pfluglos bestellten Fruchtfolgen im Vergleich zum Referenzsystem wintergetreidebetonte Fruchtfolge Pflug bei durchschnittlichen und 20 Prozent höheren Weizenpreisen, 2003-2005**

Standort	Leguminosen- art	Ist-Ertrag (dt/ha)	Mindestens notwendiger Leg.-Ertrag (dt/ha)	Weizenpreis zur Ernte Ø2003-2005	Mindestens notwendiger Leg.-Ertrag bei 20 % höheren Weizenpreisen
Soest	Ackerbohnen	59,6	36,02	9,58	54,22
Freising	Körnererbsen	46,3	22,19	9,98	36,03
Braunschweig	Körnererbsen	41,5	15,96	9,90	29,33
Gülzow	Blaue Lupine	29,5	0*	9,97	0*

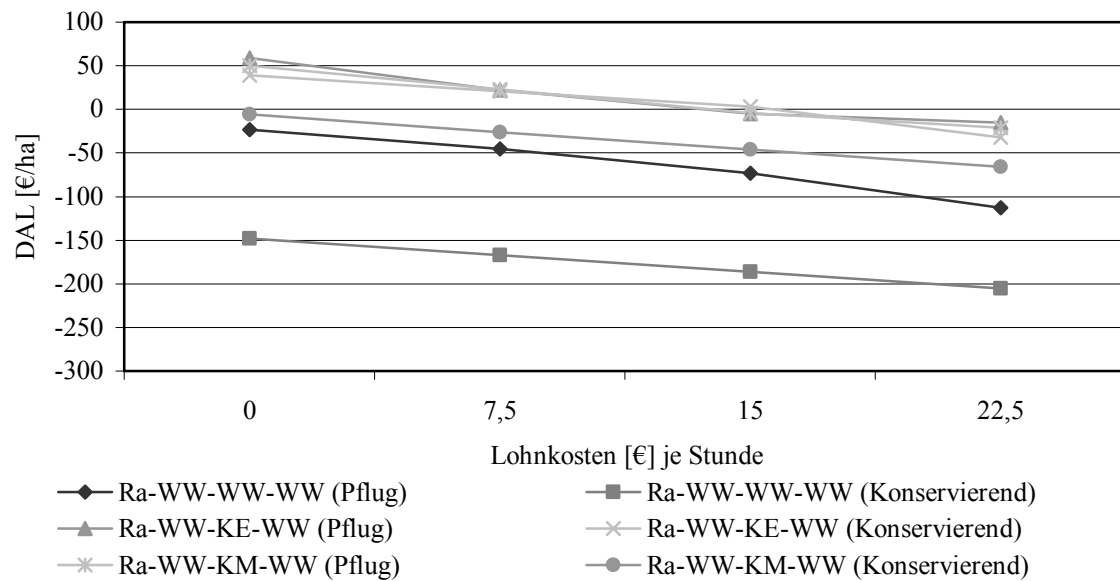
\* Ernte nicht zwingend erforderlich, da auch bei Ertragsverzicht die Vorfruchtwirkungen das Anbausystem stabilisieren

#### 4.8.3 Bedeutung der Lohnkosten

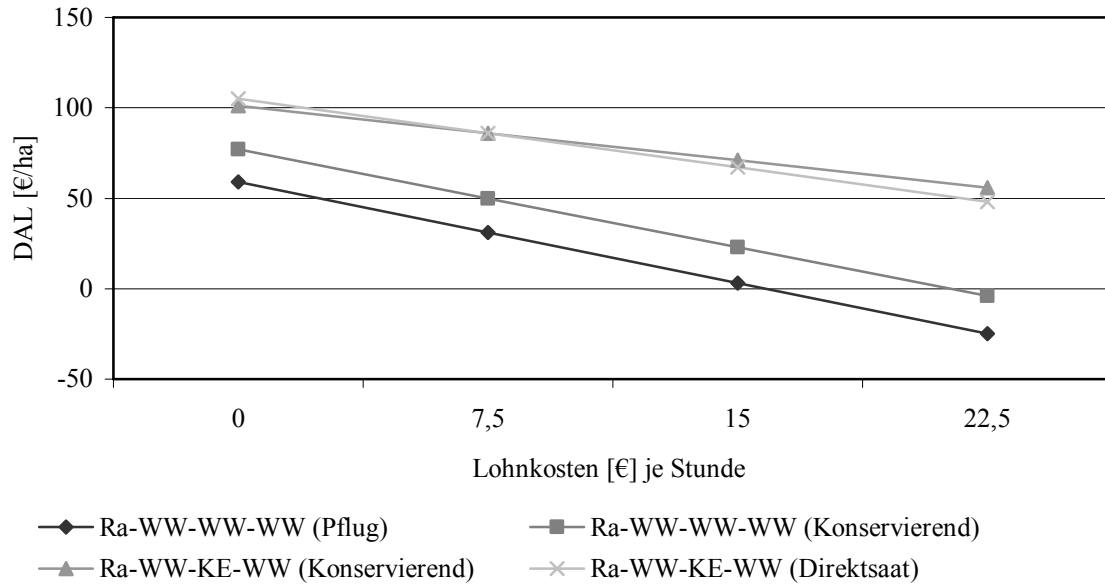
Mit unterschiedlichen Arbeitszeitanprüchen können sich auch Verschiebungen bei der Rentabilität der Bewirtschaftungssysteme ergeben. Deshalb wurden zusätzliche Berechnungen zur Überprüfung der Systemstabilität bei verschiedenen hohen Lohnansätzen angestellt. Eine geringfügige Änderung ergibt sich durch die Variation des Lohnansatzes zwischen der konventionellen und konservierenden Bodenbearbeitung in der wintergetreidebetonten Fruchtfolge am Standort Soest (Abb. 24). Bei einem völligen Lohnverzicht verringert sich die Rentabilität des Pflugverzichts im Verhältnis zur Pflugvariante. Am Standort Freising (Abb. 25) kommt es lediglich zu Veränderungen in der Rentabilität zwischen den erweiterten Fruchtfolgesystemen. Hier ist bei der standardmäßig angesetzten Entlohnung von 15 € je Stunde zwischen dem Pflug- und Mulchsaatsystem in der durch Erbsen aufgelockerten Fruchtfolge eine annähernd gleich hohe DAL festzustellen. Bei einem Lohnverzicht steigt dagegen die Rentabilität in dem arbeitsintensiveren Pflugsystem an. Davon kann auch die durch Körnermais erweiterte Fruchtfolge profitieren. Nur leichte Verschiebungen bestehen am Standort Braunschweig (Abb. 26) zwischen den erweiterten pfluglos bestellten Bewirtschaftungssystemen. Hier profitiert die konsequente Direktsaat bei geringen Lohnkosten. Die geringsten Veränderungen durch die Variation des Lohnansatzes sind am Standort Gülzow (Abb. 27) zwischen den Systemen zu beobachten. Ein weiterer Beleg für die hohe Stabilität erweiterter Fruchtfolgen in Kombination mit konservierender Bodenbearbeitung auf diesem Standort.



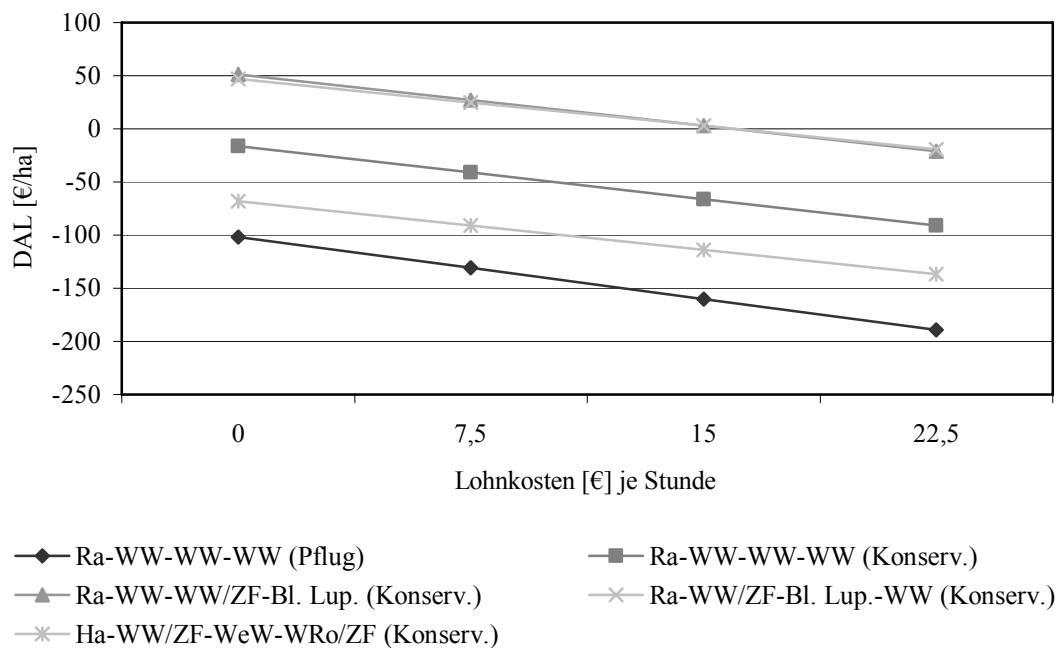
**Abb. 24: Entwicklung der direkt- und arbeitsleistungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Soest, 2003-2005**



**Abb. 25: Entwicklung der direkt- und arbeitsleistungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Freising, 2003-2005**



**Abb. 26: Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Braunschweig, 2003-2005**



**Abb. 27: Entwicklung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL, €/ha) verschiedener Bewirtschaftungssysteme in Abhängigkeit von der Höhe der Lohnkosten am Standort Gülzow, 2003-2005**

#### 4.8.4 Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungssysteme auf die Wirtschaftlichkeit in kleineren Betriebseinheiten und bei geänderter Betriebsorganisation

Die für die Auswertung gewählten Modellbetriebsgrößen von 150 ha und 300 ha sind als Ist-Zustand und als Zielgröße für wachsende Marktfruchtbaubetriebe in westdeutschen Regionen konzipiert. Veredelungsbetriebe oder Ackerbaubetriebe, die im Nebenerwerb bewirtschaftet werden, weisen häufig eine Betriebsgröße von unter 100 ha auf. Um Auswirkungen der Betriebsgröße auf die Wirtschaftlichkeit der Systeme zu untersuchen, ist exemplarisch für den Standort Freising eine Modellbetriebsgröße von 75 ha kalkuliert worden (Tab. 103). Dabei sind folgende praxisorientierten Annahmen in die Kalkulationen aufgenommen: In den Bewirtschaftungssystemen mit konventioneller Bodenbearbeitung ist eine um 50 Prozent verlängerte Nutzungsdauer der Maschinen und Geräte angesetzt worden. Dadurch sinken die Abschreibungen für die eigene Mechanisierung. Diese Vorgehensweise ist in der Praxis in kleineren und mittleren Betrieben anzutreffen, da diese Betriebe vielfach Investitionen in spezielle Mulchsaattechnik meiden. Für die Kalkulationen in den Mulchsaatsystemen wurde die Option gewählt, dass die Bodenbearbeitung und Aussaat vom Lohnunternehmer erledigt wird. Weiterhin spielt in den kleineren Betrieben die Entlohnung der eigenen Arbeitskraft mangels alternativer Verwertung vielfach keine Rolle. Deshalb sind in den Berechnungen keine Lohnansätze berücksichtigt. Die Ergebnisse verdeutlichen auch mit diesen Annahmen die ökonomische Vorzüglichkeit der erweiterten Fruchtfolgen. Von Bedeutung sind die Verschiebungen bei den Arbeitserledigungskosten. Trotz der verlängerten Nutzungsdauer und ohne Lohnansatz steigen in den konventionellen Bearbeitungssystemen (1a, 2a, 3a) die

**Tab. 103: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL, €/ha) aller Bewirtschaftungssysteme am Standort Freising, 75 ha Modellbetrieb, 2003-2005**

Fruchtfolge	Ra-WW- WW-WW Pflug	Ra-WW- WW-WW Konserv.	Ra-WW- KE-WW Pflug	Ra-WW- KE-WW Konserv.	Ra-WW- KM-WW Pflug	Ra-WW- KM-WW Konserv.
Kennzeichnung	1a	1b	2a	2b	3a	3b
<b>Leistungen</b>						
Erlös €/ha	779	643	788	701	867	769
EU-Prämie €/ha	0	0	14	14	0	0
Gesamt €/ha	779	643	802	715	867	769
<b>Direktkosten</b>						
Gesamt €/ha	412	445	379	388	427	438
Direktkostenfreie Leistung	368	198	422	327	440	330
<b>Arbeitserledigungskosten Modellbetrieb 75 ha</b>						
Gesamt* €/ha	557	417	546	428	609	419
Steigerung der Arbeitserledigungskosten**	+116	+33	+118	+50	+165	+43
<b>DAL €/ha</b>	<b>-189</b>	<b>-219</b>	<b>-124</b>	<b>-101</b>	<b>-169</b>	<b>-89</b>

\* Arbeitserledigungskosten in einem 75 ha großen Betrieb nach den getroffenen Annahmen kalkuliert

\*\* Steigerung der Arbeitserledigungskosten im Vergleich zwischen dem 75 ha und 150 ha großen Modellbetrieb

Arbeitserledigungskosten stärker als in den konservierenden Systemen (1b, 2b, 3b). Die pfluglose Bodenbearbeitung ist also auch in kleineren Betrieben über den Einsatz des Lohnunternehmers für die Bodenbearbeitung und Aussaat rentabel zu betreiben.

## 5 Diskussion

### 5.1 Ertragswirkungen von Systemen der Bodenbewirtschaftung

**Arbeitshypothese 1:** Interaktionen zwischen Standort, Bodenbearbeitung und Fruchtfolge nehmen maßgeblichen Einfluss auf die Ertragsleistung der Kulturen.

#### 5.1.1 Fruchtfolgewirkungen auf den Ertrag von Winterweizen

Die Auswertungen zeigen vom Standort abhängige Fruchtfolgewirkungen auf den Ertrag von Weizen (Tab. 104). Auf den Standorten Freising und Gülzow ergeben sich deutliche Ertragseinbrüche durch den Anbau von Stoppelweizen. Die varianzanalytische Auswertung des Versuchs am Standort Freising (Kap. 4.2.1) lässt die Aussage signifikant geringerer Stoppelweizenerträge zu. Nach Untersuchungen von SCHÖNHAMMER (1988) sowie POMMER et al. (1989) ist dies mit einer 30 Prozent geringeren Wurzellängendichte des Stoppelweizens zu erklären. Auf diesen beiden zur Vorsommertrockenheit neigenden Standorten tritt damit ein vorzeitiges Wasserdefizit ein. Erschwerend kommt am Standort Freising in Einzeljahren eine hitzebedingt abrupte Abreife des Getreides hinzu, die zu einem Rückgang der Assimilationsleistung (SHAH und PAULSEN 2003) in der Kornfüllphase führt. Diese Aussagen werden auch durch die Ergebnisse der Einzeljahre bestätigt. Im Trockenjahr 2003 sind die deutlichsten Ertragseinbrüche beim Stoppelweizen zu verzeichnen. Unter den wüchsigen Bedingungen des Erntejahres 2004 konnten dagegen die höchsten Erträge in diesem ungünstigen Fruchtfolgefeld festgestellt werden. Die auf den Standorten Freising und Gülzow beschriebenen Ertragsdepressionen sind nicht mit den typischen Fruchtfolgekrankheiten, die in zahlreichen Untersuchungen beschrieben sind (z.B. STEINBRENNER und OBENAUF 1986, GUTTERIDGE und HORNBY 2003), zu erklären.

**Tab. 104: Erträge (dt/ha) von Weizen nach unterschiedlichen Vorfrüchten auf verschiedenen Standorten**

Standort	Soest		Freising		Braunschweig		Gülzow	
	Blattfrucht*	WW	Blattfrucht*	WW	Blattfrucht*	WW	Blattfrucht*	WW
Jahr								
2003	101,6	93,1	62,5	46,1	77,0	74,0	97,7	59,8
2004	101,4	105,0	94,3	86,9	97,0	89,8	97,0	80,1
2005	96,6	92,7	85,9	48,6	93,0	83,5	86,8	67,1
<b>Mittel</b>	<b>99,9</b>	<b>96,9</b>	<b>80,9</b>	<b>60,5</b>	<b>89,0</b>	<b>82,4</b>	<b>93,8</b>	<b>69,0</b>
Ertragsvorteil von Blattfruchtweizen (dt/ha und relativ)	+ 3,0 dt/ha + 3,0 %		+ 20,4 dt/ha + 25,3 %		+ 6,6 dt/ha + 7,4 %		+ 24,8 dt/ha + 26,4 %	

\* Raps, Körnerleguminosen oder Körnermais

Mit den im Versuch getroffenen Beiz- und Pflanzenschutzmaßnahmen ist der Befall von *Pseudocercospora herpotrichoides* und *Gaumannomyces graminis* kontrollierbar (SCHÄFER 2003, KRUPINSKY et al. 2004). Es ist vielmehr davon auszugehen, dass mit dem eingeschränkten Wurzelwachstum, ausgelöst durch die ungünstigere Bodenstruktur sowie allopathische Wirkungen, die Ertragsbildung je nach Standort negativ beeinflusst wird. Unter maritim geprägten Klimaverhältnissen können die von Freising und Gülzow beschriebenen hohen Ertragsverluste nicht bestätigt werden. Denn am Standort Braunschweig treten im Mittel der Jahre zwischen Blattfrucht- und Stoppelweizen nur geringe Ertragsdifferenzen von 7 Prozent auf, in Soest sind die Weizenerträge nach Blatt- oder Weizen-Vorfrucht im Durchschnitt der Jahre als gleichwertig anzusehen. Ausreichende Niederschläge und die hohe Wasserspeicherfähigkeit der Böden ermöglichen bei angepasster Produktionstechnik dieses Ergebnis.

Zur Ermittlung der Vorfruchtwirkungen von Blattfrüchten wird in den meisten Untersuchungen der Weizen als erste Nachfrucht verwendet. Neuere Ergebnisse von CHRISTEN (2001) und ALBRECHT (2002) weisen 10 bzw. 12 Prozent geringere Erträge in einer ungünstigen Stoppelweizenanbaufolge auf Ackerbaustandorten nach. Gleichwertige Erträge zwischen Blattfrucht- und Stoppelweizen werden dagegen in bisherigen Forschungsarbeiten für hiesige Naturräume nicht beschrieben. Aus den in dieser Arbeit aufgezeigten Ergebnissen wird die Abhängigkeit vom Standort und der Klimaregion auf mögliche Ertragseinbußen im Stoppelweizenanbau deutlich. Dies belegt die Spannbreite von einem nicht interpretationswürdigen Ertragsverlust von 3 Prozent auf dem maritim geprägten Binnenlandstandort Soest bis hin zu 26 Prozent auf dem zur Vorsommertrockenheit neigenden Standort Gülzow. Somit können die Aussagen der oben genannten Autoren nicht für die klassischen Stoppelweizenanbaugebiete in Nordwestdeutschland bestätigt werden.

**Tab. 105: Erträge (dt/ha) und Ertragsdifferenzen des ersten und zweiten Stoppelweizens auf verschiedenen Standorten (Mittel der Bodenbearbeitungsvarianten, 2003-2005)**

Soest		Freising		Braunschweig		Gülzow	
1. StWW	2. StWW	1. StWW	2. StWW	1. StWW	2. StWW	1. StWW	2. StWW
<b>98,3</b>	<b>95,9</b>	<b>60,6</b>	<b>60,5</b>	<b>81,8</b>	<b>83,0</b>	<b>68,2</b>	<b>69,2</b>
- 2,4		- 0,1		+ 1,2		+ 1,0	

StWW = Stoppelweizen

Der Vergleich der Ertragsleistung des ersten und zweiten Stoppelweizens (Tab. 105) zeigt auf allen Standorten keine interpretierbaren Unterschiede. Auch in der Ertragsstruktur (Kap. 4) sind keine gravierenden Differenzen zu erkennen. Dies lässt die Aussage zu, dass mögliche

Ertragsminderungen bereits in vollem Umfang beim ersten Stoppelweizen auftreten (Tab. 105). Der altbekannte und in vielen Lehrbüchern (z.B. BAEUMER 1997) als auch wissenschaftlichen Publikationen (SCHIPPERS et al. 1987, SCHLÜTER 2002) beschriebene „Decline Effekt“ kann nicht festgestellt werden. Hiernach müsste der 2. Stoppelweizen mit einem weiteren Ertragsabfall reagieren. Nur vereinzelt finden die genannten eigenen Ergebnisse Bestätigung (BOCKMANN 1976) durch andere Publikationen.

### 5.1.2 Systemwirkungen der Bodenbearbeitung auf die Ertragsbildung von ...

Systemwirkungen der Bodenbearbeitung auf den Ertrag können durch die Darstellung verschiedener Fruchtfolgen am Beispiel von Weizen und Raps diskutiert werden. Beide Kulturen wurden auf allen vier Standorten in wintergetreidebetonten Bewirtschaftungssystemen sowohl mit als auch ohne Pflug bestellt.

#### 5.1.2.1 Raps

Auf den Standorten Soest und Braunschweig ist der Rapsertag zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten im Mittel der Jahre als gleich anzusehen. Dagegen sind geringere Erträge auf den Standorten Gülzow (-5,5 Prozent) und Freising (-10,3 Prozent) durch die konservierende Bestellung des Rapses nach Winterweizen aufgetreten (Tab. 106). Neben der Eignung eines Standorts für die konservierende Bodenbearbeitung wie Tongehalte im Boden von über 7 Prozent und keine stauende Nässe (CARTER 1994) stellen bei der Feinsämerei Raps besonders die kurzen Anbaupausen zwischen der Weizenernte und der Rapsaussaat hohe Anforderungen an das Strohmanagement (DÖLGER und ILGEN 2004). Die von VOSSHENRICH (2001a) beschriebenen physikalischen Wirkungen des Strohs (Entzug des Keimwassers, fehlender Bodenschluss, mechanische Keimhemmnisse) auf den Feldaufgang und die Bestandesetablierung haben besonders bei Raps große Bedeutung. Erst bei intensiver Stroheinmischung bleiben die Rapsertträge auf einheitlichem Niveau zur Pflugparzelle (BISCHOFF 2004). Kommen zur Rapsaat ungünstige Voraussetzungen wie hohe Strohfeuchte, späte Ernte, Lager und schlechte Strohverteilung, kann diesen

**Tab. 106: Effekte der Bodenbearbeitung auf die Ertragsbildung von Raps auf verschiedenen Standorten (2003-2005)**

Soest		Freising		Braunschweig		Gülzow	
Pflug	Konserv.	Pflug	Konserv.	Pflug	Konserv.	Pflug	Konserv.
44,7	43,5	45,7	41,0	39,3	39,6	47,5	44,9
- 1,2		- 4,7		+ 0,3		- 2,6	
-2,7 %		-10,3 %		+0,3 %		-5,5 %	



Anforderungen einer gleichmäßigen Stroheinarbeitung unter Mulchsaatverhältnissen nicht immer entsprochen werden. Auch die Ergebnisse von RYDBERG (1992) stellen die negativen Wirkungen des Stroh auf den Ertrag von Raps deutlich heraus. Der Autor stellt fest, dass die pfluglose Rapsbestellung ohne Ertragseinbußen bleibt, wenn das Stroh geräumt wird. Die niedrigeren Rapsrerträge in den Mulchsaatvarianten in Gülzow und Freising (Tab. 106) sind sicherlich mit den skizzierten Wirkungen des Stroh zu erklären. Dies belegen auch die Auszählungen des Feldaufgangs (Kap. 4.2 und 4.4). In den Mulchsaatvarianten waren auf diesen Standorten nicht in allen Jahren zufriedenstellende Feldaufgänge möglich.

### 5.1.2.2 Winterweizen

Die Bewertung der Weizenerträge nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung ist nicht losgelöst vom Standort vorzunehmen (Tab. 107). Auf den Standorten Soest und Braunschweig sind im Mittel der Jahre die konservierenden Bestellverfahren als gleichwertig anzusehen. LÜTKE ENTRUP et al. (2001), TEBRÜGGE (2001) sowie SCHLÜTER (2002) treffen unter nordwestdeutschen Klimaverhältnissen und vergleichbaren Böden bei Weizen die gleiche Aussage. Unter den Bedingungen hoher Niederschläge des bayrischen Alpenvorlandes beobachteten MAIDL et al. (1988) in einem 12-jährigen Versuch dagegen einen geringeren Ertrag auf einem Moränenstandort nach flacher Bodenbearbeitung. Dieses Resultat der Autoren wird durch die Ergebnisse in Freising bestätigt. In den konsequent konservierenden Anbauverfahren erreicht Winterweizen 16 Prozent geringere Erträge (Tab. 107). CHAUDHRY und BAKER (1988) zeigen auf, dass unter diesen Standortvoraussetzungen mit feuchten Aussaatbedingungen, die in Freising eingesetzte Scheibenscharmaschine eine hohe Furchenwandverdichtung und damit eine geringe Sauerstoffdiffusionsrate verursacht. Die damit verbundene schlechtere Bestandesetablierung im Herbst ist auch im Frühjahr nach Aussagen der Autoren nicht mehr zu kompensieren. Ein Sachverhalt, der von WILHELM und WORTMANN (2004) oder GRAHAM et al. (1986) unter den niederschlagsreichen Bedingungen Englands ebenfalls beobachtet wurde. Deutlich positive Ertragseffekte (+10 Prozent) durch die pfluglose Bodenbearbeitung werden auf dem Standort Gülzow (Tab. 107) erreicht. Der wassersparende Effekt der pfluglosen Bodenbearbeitung wie er beispielsweise von CHERVET et al. (2003) beschrieben wird, spielt eine bedeutende Rolle. Auch BISCHOFF und RICHTER (2004) führen höhere Erträge nach pflugloser Bestellung bei solchen Standortvoraussetzungen auf eine verbesserte Wassereffizienz zurück. Dass unter den günstigen Wachstumsbedingungen des Jahres 2004 der Ertragsvorteil der Mulchsaat auf dem

Standort Gülzow nicht gegeben ist, belegt weiterhin den Ertragsvorteil konservierender Anbausysteme in Trockenregionen.

Bei der Analyse möglicher Wechselwirkungen von Bodenbearbeitung mit der Fruchtfolgegestaltung auf den Ertrag von Winterweizen (Tab. 107) ist kein Zusammenhang zu erkennen. Schneiden beispielsweise pfluglose Anbausysteme mit schlechteren Erträgen ab, dann ist dies sowohl im Blattfrucht- als auch im Stoppelweizen der Fall. Diese Aussage unterstreicht auch die varianzanalytische Auswertung des Standorts Freising.

**Tab. 107: Erträge (dt/ha) von Weizen nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung und verschiedenen Vorfrüchten an vier Standorten, 2003-2005**

Standort	Vorfrucht	2003		2004		2005		2003-2005		Rel. 2003-2005 Pflug = 100%
		Pflug	Kons.	Pflug	Kons.	Pflug	Kons.	Pflug	Kons.	
Soest	Blattf.*	102,0	101,6	102,7	101,1	94,2	97,2	<b>99,6</b>	<b>100,0</b>	100
	Weizen	100,6	90,4	103,5	104,1	91,4	92,0	<b>98,5</b>	<b>96,1</b>	98
	<b>Mittel</b>	<b>101,3</b>	<b>96,0</b>	<b>103,1</b>	<b>102,6</b>	<b>92,8</b>	<b>94,6</b>	<b>99,1</b>	<b>98,1</b>	<b>99</b>
Freising	Blattf.*	66,8	58,2	101,7	86,9	96,6	75,2	<b>88,3</b>	<b>73,4</b>	83
	Weizen	47,5	44,8	88,7	85,1	60,6	36,5	<b>65,6</b>	<b>55,5</b>	84
	<b>Mittel</b>	<b>57,2</b>	<b>51,5</b>	<b>95,2</b>	<b>86,0</b>	<b>78,6</b>	<b>55,9</b>	<b>77,0</b>	<b>64,5</b>	<b>84</b>
Braunschweig	Blattf.*	75,4	77,3	98,1	96,8	88,3	94,0	<b>87,3</b>	<b>89,4</b>	102
	Weizen	76,2	71,9	92,0	87,6	81,1	85,9	<b>83,1</b>	<b>81,8</b>	98
	<b>Mittel</b>	<b>75,8</b>	<b>74,6</b>	<b>95,1</b>	<b>92,2</b>	<b>84,7</b>	<b>90,0</b>	<b>85,2</b>	<b>85,6</b>	<b>100</b>
Gülzow	Blattf.*	82,1	101,5	90,8	98,6	82,6	87,9	<b>85,2</b>	<b>96,0</b>	113
	Weizen	51,6	65,3	85,9	76,2	62,5	70,3	<b>66,7</b>	<b>70,6</b>	106
	<b>Mittel</b>	<b>66,9</b>	<b>83,4</b>	<b>88,4</b>	<b>87,4</b>	<b>72,6</b>	<b>79,1</b>	<b>76,0</b>	<b>83,3</b>	<b>110</b>
<b>Mittel Standorte und Anbaufolgen</b>		<b>75,3</b>	<b>76,4</b>	<b>95,4</b>	<b>92,1</b>	<b>82,2</b>	<b>79,9</b>	<b>84,3</b>	<b>82,9</b>	<b>98</b>

\* Raps, Körnerleguminosen oder Körnermais

**Zusammenfassung Arbeitshypothese 1:** Die Fruchtfolgegestaltung bleibt ohne Auswirkung auf den Ertrag von Winterweizen auf maritim geprägten Bördestandorten. Unter kontinentalen Klimaverhältnissen und Böden mit knapper Wasserversorgung sowie häufig hitzebedingt abrupter Abreife treten jedoch bis zu 26 Prozent geringere Erträge durch den Anbau von Weizen nach Weizen im Mittel der Jahre auf. Der Stoppelweizenanbau ist hier kritisch zu hinterfragen.

Weiterhin ist festzuhalten, dass bei Winterweizen die jeweiligen Standortverhältnisse die Ertragswirkungen der Bodenbearbeitung mitbestimmen. Auf maritim geprägten Bördestandorten sind auch hier keine Ertragsdepressionen zu erwarten. Auf Standorten mit ungünstigen Wachstumsvoraussetzungen (feuchte Aussaat, lange Vegetationsruhe, trockene Abreife) fallen die Erträge durch den Pflugverzicht um bis zu 16 Prozent niedriger aus. Damit

ist nicht auf allen Standorten eine risikoarme konservierende Bodenbearbeitung zu Weizen möglich. Auf typischen Trockenstandorten Ostdeutschlands steigen die Erträge der konservierend bestellten Varianten hingegen um 10 Prozent bei Weizen an.

Wechselwirkungen von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Ertragsicherheit von Weizen können nicht bestätigt werden.

Bei pflugloser Bestellung von Raps kommen nicht nur Standorteffekte sondern auch pflanzenbauliche Wirkungen (Strohmanagement) zum Tragen. Feuchtes und zähes Stroh in Verbindung mit Technikproblemen (Strohverteilung, physikalische Wirkungen des Strohs in der Saatrille bei Scheibenscharmaschinen) erschweren den Feldaufgang und die Bestandesetablierung bei Mulchsaat von Raps im Herbst. Unter diesen schwierigen Verhältnissen werden durch die wendende Bearbeitung mit dem Pflug höhere Rapsertträge erzielt.

## 5.2 Kosteneinsparpotenziale in differenzierten Systemen der Bodenbewirtschaftung

**Arbeitshypothese 2:** Die Bodenbearbeitungsintensität und die Fruchtfolgegestaltung sind wichtige Determinanten der Direktkosten. Dabei sind die pflanzenbaulichen Wechselwirkungen entscheidend für die Kostenbelastung.

**Arbeitshypothese 3:** Durch den konsequenten Pflugverzicht sinken die systembedingten Kosten der Arbeitserledigung. Diese Effizienzsteigerung wird in erweiterten Fruchtfolgen noch verbessert.

### 5.2.1 Direktkosten

In einer Reihe von Veröffentlichungen (z.B. URI 2000, PARSCH et al. 2001) werden höhere Kosten für Pflanzenschutz und Düngung als Konsequenz der pfluglosen Bodenbearbeitung beschrieben. Der damit verbundene Anstieg der Direktkosten ist beim Vergleich von Pflug- und Mulchsaatsystemen standortübergreifend zu bestätigen. Diese Aussage wird durch den Vergleich von Pflug- und Mulchsaat in der wintergetreidebetonten Fruchtfolge in Tabelle 108 belegt. Es wird ein Anstieg von 1 bis 8 Prozent je nach Standort deutlich. Im Mittel kommen durch den Pflugverzicht immerhin 4 Prozent (18 €/ha) höhere Direktkosten zu Stande. UNGER et al. (1999) nennen hierfür einen wichtigen Grund. Sie halten aus phytosanitären Gründen den Einsatz eines Totalherbizids als notwendig. Des Weiteren führt das von VOß (1997) und EL TITI (2003) beschriebene Schneckenproblem standort- und jahresabhängig zu höheren Kosten. Auch verschiedene Blatt- und Ährenkrankheiten wie *DTR* und *Fusariosen* können in Befallsjahren durch die Anwesenheit eines hohen Inokullums auf der Bodenoberfläche die Fungizidintensität erhöhen. Diese Pflanzenschutzmaßnahmen schlagen in Mulchsaatverfahren bei den Direktkosten in Summe zu Buche. Auch die auf einigen Standorten durchgeführte Strohausgleichsdüngung ist ausschließlich an Mulchsaatverfahren gekoppelt und führt zudem wie auch von TEBRÜGGE (2001) aufgezeigt, zu steigenden

Direktkosten im Vergleich zum Pflug. Bei langfristigem Pflugverzicht über den Versuchszeitraum hinaus, ist mit weiter steigenden Direktkosten zu rechnen. PALLUT (2003) macht dafür insbesondere den steigenden Ungrasdruck verantwortlich.

Weitere deutliche Unterschiede in den Direktkosten ergeben sich durch eine differenzierte Fruchtfolgegestaltung. Dies wird beim Vergleich der wintergetreidebetonten Fruchtfolge mit einer um Leguminosen erweiterten Fruchtfolge standortunabhängig in Tabelle 108 ersichtlich. Um Leguminosen oder Hafer aufgelockerte Anbausysteme zeichnen sich durch geringere Direktkosten aus. Die dafür verantwortlichen Fruchtfolgewirkungen werden ebenfalls von BAILEY et al. (1992), BAILEY und DUCZEK (1996) sowie LIEBMAN und DAVIES (2000) in gleichem Umfang bestätigt. Die Autoren führen auch den degressiven Effekt auf die Direktkosten in erweiterten Fruchtfolgen auf den geringeren Produktionsmitteleinsatz in Sommerkulturen wie Leguminosen oder Hafer zurück. Zudem profitiert die Nachfrucht durch die günstigere Stellung in der Fruchtfolge, mit der Folge sinkender Pflanzenschutz- und Düngungskosten.

Wechselwirkungen zwischen Bodenbearbeitung und Fruchtfolge auf die Direktkosten kommen nicht zum Tragen (Kap. 4.6, Tab. 101). Zwar reduzieren erweiterte Fruchtfolgen bei pflugloser Bestellung den Anstieg der Direktkosten, was allerdings als Fruchtfolgeeffekt einzustufen ist. In ähnlich konzipierten kanadischen Forschungsvorhaben kommen

**Tab. 108: Direktkosten (€/ha und relativ) in einem 300 ha Modellbetrieb in Abhängigkeit von Bewirtschaftungssystem und Standort, 2003-2005**

Bewirtschaftungs- system	Soest		Freising		Braun- schweig		Gülzow		Mittel	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	Rel.
Ra-WW-WW-WW Pflug	411	100	411	100	394	100	442	100	414	0
Ra-WW-WW-WW Konservierend	430	105	445	108	408	104	446	101	432	104
Ra-WW-WW-Leg.* Konservierend	370	90	--	--	--	--	373	84	**	**
Ra-WW-Leg.*-WW Konservierend	380	92	388	94	351	89	371	84	372	90
Ra-WW-Leg.*-WW Direktsaat	--	--	--	--	365	93	--	--	**	**
Ra-WW-Leg.*-WW Pflug	--	--	379	92	--	--	--	--	**	**
Ra-WW-KM-WW Konservierend	--	--	438	106	--	--	--	--	**	**
Ra-WW-KM-WW Pflug	--	--	427	104	--	--	--	--	**	**
Ha-WW-WW-WRo Konservierend	359	87	--	--	--	--	312	71	**	**

\* Soest = Ackerbohne, Freising und Braunschweig = Körnererbse, Gülzow = Bl. Lupine  
-- = Am Standort nicht geprüft

\*\* = Prüfsystem nicht auf allen Standorten geprüft, keine Mittelwertbildung möglich

ZENTNER et al. (2002) und LAFOND (2005) zu vergleichbaren Erkenntnissen.

Mit der Ausdehnung des Weizenanbaus in den letzten Jahren rückt der Stoppelweizen vermehrt in den Blickpunkt (SCHÄFER 2003). Stoppelweizen verursacht in den eigenen Untersuchungen im Mittel aller Standorte bei konventioneller Bodenbearbeitung mit dem Pflug 32 €/ha höhere Direktkosten als Blattfruchtweizen (Tab. 109). BARTELS (1999) geht davon aus, dass durch den Pflugverzicht im Stoppelweizenanbau nochmals 50 €/ha höhere Fungizidkosten entstehen. Dies kann jedoch nicht bestätigt werden (Tab. 109). Im Mittel der vier Standorte steigen im konservierend ausgesäten Stoppelweizen die Direktkosten um 4 €/ha an (Tab. 109). Die von PALLUT (2003) und STREIT et al. (2003) beschriebenen Wirkungen enger Fruchtfolgen auf das Auftreten von Ungräsern und die damit verbundenen höheren Herbizidkosten können bisher nur im Ansatz nachgewiesen werden. Die typischen Ungrasprobleme enger Fruchtfolgen stellen sich erst nach längerer Versuchsdauer besonders beim Pflugverzicht ein (LÜTKE ENTRUP et al. 2001).

**Tab. 109: Mehrkosten (€/ha) des Stoppelweizens im Vergleich zum Blattfruchtweizen durch höhere produktionstechnische Aufwendungen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung im Mittel von vier Standorten, 2003-2005**

		<b>Pflug</b>	<b>Konservierend</b>
Fungizide inkl. Wurzelschutzbeizung	Variationsbreite <b>Mittel</b>	0-29 <b>16</b>	1-38 <b>21</b>
Stickstoffdüngung	Variationsbreite <b>Mittel</b>	0-18 <b>10</b>	0-31 <b>9</b>
Herbizide	Variationsbreite <b>Mittel</b>	0-23 <b>6</b>	0-23 <b>6</b>
<b>Gesamt</b>	<b>Mittel</b>	<b>32</b>	<b>36</b>

Diese Mehrkosten können durch die höhere Krankheitsanfälligkeit mit *Gaeumannomyces graminis* sowie *Pseudocercospora herpotrichoides* und durch den höheren Stickstoffbedarf erklärt werden (SCHÄFER 2003). Das Ausmaß einzelner pflanzenbaulicher Maßnahmen/Problemfelder wie *DTR*- und *Fusarium*infektionen sowie die Notwendigkeit einer Strohausgleichsdüngung vor dem pfluglos bestellten Stoppelweizen ist von Standort zu Standort unterschiedlich ausgeprägt.

### 5.2.2 Kosten der Arbeitserledigung

Die im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigten Ergebnisse erlauben die Diskussion zur Wirkung von Bodenbearbeitung und Fruchtfolge auf die Arbeitserledigungskosten. Dieser Kostenblock erfasst alle Einflussfaktoren des Bewirtschaftungssystems, auch die variablen/festen Maschinenkosten und den Lohnanspruch. Nur selten wird in Systemanalysen dieser aus der Vollkostenrechnung abgeleitete Kostenblock analysiert, obwohl Betriebswirtschaftler (z.B.

PLESSMANN 2001, DEECKE und KRECECK 2002) hier die höchsten Kosteneinsparpotenziale im Marktfruchtbau sehen.

Die Kosten der Arbeitserledigung sinken durch den Verzicht auf die wendende Bearbeitung mit dem Pflug zwischen 10 (Braunschweig) bis 14 (Soest) Prozent bzw. 43 bis 65 €/ha in der über alle Standorte vergleichbaren wintergetreidebetonten Fruchtfolge (Tab. 110). UPPENKAMP (2001) nennt durch den Pflugverzicht geringere Aufwendungen von 25 €/ha. Da in seinen wie auch in vielen anderen Kalkulationen die Rückwirkungen der Bodenbearbeitung auf feste Maschinenkosten keine Berücksichtigung finden, bleiben weitere wesentliche Einsparpotenziale bei den Arbeitserledigungskosten unberücksichtigt. Die Aussage von HOLLMANN (2003), der einen Vorteil von 50 €/ha durch den Pflugverzicht bei den Arbeitserledigungskosten nennt, sind hingegen zu bestätigen. Einsparpotenziale von 143 €/ha bei Mulchsaatverfahren, die von BECKER (1997) genannt werden, sind jedoch als zu hoch zu bezeichnen. Detailauswertungen zur Wirtschaftlichkeit pflugloser Bestellsysteme belegen ebenfalls die Kosteneinsparpotenziale in kleineren Betriebseinheiten (Kap. 4.8.2). Die von STURNY (1998) aufgezeigte höhere Wirtschaftlichkeit durch den Pflugverzicht auch in kleineren Betriebseinheiten kann bestätigt werden.

Auch eine Fruchtfolgeerweiterung verursacht Kosteneinsparungen bei der Arbeitserledigung. Die Konzeption des Forschungsvorhabens erlaubt hier keinen durchgängigen Vergleich der Prüfsysteme. Dies ist nur am Standort Freising möglich. Durch den Vergleich der wintergetreidebetonten Fruchtfolge mit dem um Leguminosen erweiterten Prüfsystem werden im Mittel der Bodenbearbeitungsverfahren 36 €/ha geringere Arbeitserledigungskosten in der aufgelockerten Fruchtfolge deutlich (Tab. 110). Nur wenigen Literaturstellen sind Auswirkungen von Fruchtfolgegestaltung auf die Kosten der Arbeitserledigung zu entnehmen. CLEMENS (1988) spricht von einer Entzerrung der Arbeitsspitzen in aufgelockerten Fruchtfolgen, die auch zu bestätigen sind (Kap 4.5).

Einspareffekte durch Fruchtfolge und Bodenbearbeitung bewirken im Zusammenspiel eine weitere Kostendegression bei den Arbeitserledigungskosten. Beim Vergleich des Referenzsystems wintergetreidebetonte Fruchtfolge/Pflug mit erweiterten pfluglos bestellten Fruchtfolgesystemen kommen Einsparungen von 17 (Gülzow) bis 27 (Freising) Prozent bzw. 82 bis 117 €/ha zum Tragen. Diese weitreichenden Einsparungen bei den Arbeitserledigungskosten in erweiterten pfluglos bestellten Fruchtfolgen sind auf pflanzenbauliche und verfahrenstechnische Sachverhalte zurückzuführen. Durch die Entzerrung der Arbeitsspitzen (Kap. 4.5) steigen die verfügbaren Feldarbeitstage in erweiterten Fruchtfolgen mit pflugloser Bestellung. Daher sinkt auch der notwendige

Maschinenbedarf (Tab. 112). Weitere hier nicht näher untersuchte Effekte wie eine ausreichende Strohrotte ohne tiefe Bodenbearbeitung durch die längere Anbaupause vor Sommerkulturen werden von BOISGONTIER et al. (1994) beschrieben. Das „Strohproblem“ ist kostengünstig gelöst. Daneben werden Infektionszyklen beim Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht unterbrochen. Es ist aus phytosanitärer Sicht kein tiefes Einmischen des Strohes notwendig (BAILEY et al. 1992). Blattfrüchte wie Lupinen, Ackerbohnen, Erbsen oder Raps hinterlassen eine biologisch stabilisierte Bodenstruktur, die in vielen Fällen durch mechanische Eingriffe nicht zu verbessern ist. Ein Sachverhalt, der bereits von BRINKMANN (1943) erkannt wurde.

**Tab. 110: Kosten der Arbeitserledigung (€/ha und relativ) in einem 300 ha Modellbetrieb in Abhängigkeit von dem Bewirtschaftungssystem, 2003-2005**

Bewirtschaftungs- system	Soest		Freising		Braun- schweig		Gülzow		Mittel	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
Ra-WW-WW-WW Pflug	<b>453</b>	100	<b>441</b>	100	<b>435</b>	100	<b>473</b>	100	<b>450</b>	0
Ra-WW-WW-WW Konservierend	<b>388</b>	86	<b>384</b>	87	<b>392</b>	90	<b>410</b>	87	<b>393</b>	87
Ra-WW-WW-Leg.* Konservierend	<b>343</b>	76	--	--	--	--	<b>395</b>	84	**	**
Ra-WW-Leg.*-WW Konservierend	<b>349</b>	77	<b>324</b>	73	<b>361</b>	83	<b>391</b>	83	<b>356</b>	79
Ra-WW-Leg.*-WW Direktsaat	--	--	--	--	<b>318</b>	73	--	--	**	**
Ra-WW-Leg.*-WW Pflug	--	--	<b>428</b>	97	--	--	--	--	**	**
Ra-WW-KM-WW Konservierend	--	--	<b>376</b>	85	--	--	--	--	**	**
Ra-WW-KM-WW Pflug	--	--	<b>444</b>	101	--	--	--	--	**	**
Ha-WW-WW-WRo Konservierend	<b>379</b>	84	--	--	--	--	<b>408</b>	86	**	**

\* Soest = Ackerbohne, Freising und Braunschweig = Körnererbse, Gülzow = Bl. Lupine

-- = Am Standort nicht geprüft

\*\* = Prüfsystem nicht auf allen Standorten geprüft, keine Mittelwertbildung möglich

In der fachlichen Diskussion werden zwei Detailspekte der Arbeitserledigungskosten analysiert. Zum einen ist dies der Aspekt der Treibstoffkosten, zum andern steht der Punkt Arbeitszeitanprüche verschiedener Bestellverfahren im Mittelpunkt. Daher werden diese Punkte der Arbeitserledigung nochmals aufgegriffen.

Besondere Aufmerksamkeit wird im Zuge steigender Energiekosten den Treibstoffeinsparungen bei verringerter Bearbeitungsintensität geschenkt. Die von verschiedenen Autoren (BRUNOTTE und WAGNER 2001, EICHHORN 1994, SIJTSMA et al. 1998) getroffenen Aussagen über die Höhe möglicher Kraftstoffeinsparungen können aus

eigenen Berechnungen bestätigt werden (Tab. 111). Wird der Pflug durch das System der intensiven Mulchsaat ersetzt, reduzieren sich die Kosten um 24 Prozent. Aussaaten mit einer Universaldrillmaschine in Kombination mit einer einmaligen flachen Bodenbearbeitung verursachen nur noch 33 Prozent der Treibstoffkosten im Vergleich zur Pflugvariante. Da die Rückvergütung nur bis zu einem Dieserverbrauch von 10.000 Litern pro Betrieb gewährt wird und auch ein Wegfall dieser Rückvergütung in Zukunft nicht auszuschließen ist, haben extensive Verfahren der Bodenbearbeitung deutliche Vorteile.

**Tab. 111: Treibstoffkosten bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren\***

Verfahren	Diesel l/ha	Kosten €/ha** mit Rückvergütung	Kosten €/ha ** ohne Rückvergütung
<b>Pflug</b>			
Scheibenegge 3 m	8,45	33,55	43,39 (entspricht 100% = Relativ)
Volldrehpflug 4-Schar	23,20		
Aussaats KSE/Drillm. 3 m	13,09		
<b>Mulchsaat (intensiv)</b>			
Scheibenegge 3 m	8,45	25,64	33,16 (76 %)
Scheibenegge (tief) 3 m	10,85		
Spritzung Totalherbizid	1,80		
Aussaats KSE/Drillm. 3 m	13,09		
<b>Mulchsaat (extensiv)</b>			
Scheibenegge 3 m	8,45	11,32	13,59 (33 %)
Spritzung Totalherbizid	1,80		
Universaldrillmaschine 3 m	4,85		

\* Bei durchschnittlicher Hof-Feldentfernung (2 km) und 2 ha großen Schlägen, Datengrundlage KTBL

\*\* Dieselpreis 75 ct/l (Durchschnitt von 2003, 2004, 2005), Gasölbeihilfe-Rückvergütung 22 ct/l

Ein weiterer Detailspekt der Arbeitserledigungskosten ist Arbeitszeit. BOISGONTIER et al. (1995) oder LINKE (1995) beschreiben eine höhere Arbeitsproduktivität von 30 bis 70 Prozent bei pflugloser Bestellung. Diese verfahrenstechnisch orientierten Untersuchungen von Pflug-, Mulch- und Direktsaat vermindern mit jeder Reduzierung der Eingriffsintensität in den Boden auch den Arbeitszeitanpruch, halten aber andere Parameter wie die Schlepperleistung konstant. In der vorliegenden Arbeit wurden jedoch Bewirtschaftungssysteme bei gegebener Betriebsgröße ökonomisch optimiert. So ist nach den Grundsätzen der Betriebswirtschaft (KUHLMANN 2002) die eingesetzte Arbeitskraft mit möglichst kostengünstiger Mechanisierung voll auszulasten. Bei intensiver Bodenbearbeitung mit dem Pflug ist für eine termingerechte Arbeitserledigung die notwendige höhere Schlagkraft automatisch mit steigenden Maschinenneuwerten verbunden. Dies belegt nochmals Tabelle 112. Bei geringerer Bearbeitungsintensität kann die eingesetzte Arbeitskraft weniger schlagkräftig und damit kostengünstiger mechanisiert sein, um die gleiche Flächeneinheit zu bewirtschaften. Der Maschinenneuwert sinkt im Schnitt aller Standorte um



25 Prozent. Gleichzeitig reduziert sich der Arbeitszeitanpruch um 13 Prozent, erreicht aber nach den eigenen Berechnungen nicht die hohen Werte der oben genannten Autoren.

Die bereits dargestellten Wechselwirkungen von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Arbeiterledigungskosten machen sich auch hier bemerkbar. In erweiterten pfluglos bestellten Anbausystemen reduziert sich der Arbeitskräftebedarf um 26 Prozent. Der Maschinenneuwert sinkt um insgesamt 36 Prozent im Vergleich zum Referenzsystem enge Fruchtfolge/Pflug (Tab. 112). Die von SANDHÄGER (2000) propagierte Auflockerung der Fruchtfolge zur Betriebserweiterung ohne zusätzliche Investitionen in den Maschinenbestand ist als praxisorientierte Empfehlung mit denselben Auswirkungen auf den Arbeitskraft- und Maschinenbedarf zu verstehen. Dagegen muss die von ANIOL (1996) vorgeschlagene Gegenstrategie abgelehnt werden. Der Autor möchte zur Verbesserung der Arbeitsorganisation in engen Fruchtfolgen den Saattermin bei Wintergetreide vorverlegen. Mit seinem Vorschlag würden pflanzenbauliche Probleme wie Verungrasung, Krankheitsdruck und Resistenzen weiter verschärft (Kap. 2.2.1).

**Tab. 112: Arbeitskraftstunden (Akh/ha) und Maschinenneuwerte (€/ha) verschiedener Systeme der Bodenbewirtschaftung, 2003-2005**

Standort	Kennzahl	Ra-WW-WW-WW Pflug	Ra-WW-WW-WW Konservierend	Ra-WW- Leguminose-WW Konservierend
Soest	Akh/ha	4,1	3,6	3,1
	Ma.Neuwert €/ha*	841	578	518
Freising	Akh/ha	3,7	3,2	2,4
	Ma.Neuwert €/ha*	816	639	421
Braun- schweig	Akh/ha	3,8	3,5	3,3
	Ma.Neuwert €/ha*	814	660	535
Gülzow	Akh/ha	3,9	3,3	2,9
	Ma.Neuwert €/ha*	992	733	733
<b>Mittel</b>	<b>Akh/ha</b>	<b>3,9 (100 %)</b>	<b>3,4 (87 %)</b>	<b>2,9 (74 %)</b>
	<b>Ma.Neuwert €/ha*</b>	<b>866 (100 %)</b>	<b>653 (75%)</b>	<b>551 (64 %)</b>

\* Maschinenneuwert für Bodenbearbeitungs-/Aussaatechnik und Schlepper €/ha

### **Zusammenfassung Arbeitshypothesen 2 und 3:**

Mit der pfluglosen Bestellung steigen die Direktkosten in Abhängigkeit des Standorts um bis zu 8 Prozent an. Dies wird vorrangig durch höhere Aufwendungen beim Pflanzenschutz und der Düngung verursacht. Den größeren Einfluß auf die Höhe der Direktkosten eines Bewirtschaftungssystems stellt die Fruchtfolge dar. Durch eine gezielte Erweiterung der Fruchtfolgen werden Vermehrungszyklen von Krankheiten aber auch Ungräsern gebrochen. Dadurch sinken die Direktkosten bei pflugloser Bestellung um 14 Prozent. Wechselwirkungen von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Höhe der Direktkosten treten nicht auf. Niedrigere Direktkosten in erweiterten pfluglos bestellten Bewirtschaftungssystemen sind im Vergleich zum Referenzsystem wintergetreidebetonte Fruchtfolge/Pflug ausschließlich auf Fruchtfolgeeffekte zurückzuführen.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass pfluglose Bestellverfahren geringere Kosten der Arbeiterledigung aufweisen. In vergleichbaren Systemen sinken die Arbeiterledigungskosten um bis zu 14 Prozent.

Durch eine Anpassung der Fruchtfolge, ideal mit einem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht, sowie eine Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität bis hin zur Direktsaat können die Kosten der Arbeitserledigung um bis zu 27 Prozent gemessen am Referenzsystem wintergetreidebetonte Fruchtfolge/Pflug reduziert werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde erstmalig eine an das Bewirtschaftungssystem angepasste Mechanisierung aufgezeigt und berechnet. Mit der dafür entwickelten methodischen Vorgehensweise existiert jetzt ein Instrument zur Optimierung der Arbeitserledigungskosten.

### 5.3 Rentabilität der Bodenbewirtschaftungssysteme im Vergleich

**Arbeitshypothese 4:** Die Rentabilität konservierender Bodenbearbeitungsverfahren (Mulchsaat/Direktsaat) ist abhängig von der Fruchtfolge und dem Standort.

Die Wirtschaftlichkeit der pfluglosen Bodenbearbeitung ist durch den Vergleich des ersten und zweiten Bewirtschaftungssystems in Tabelle 113 ersichtlich. Im Mittel aller Standorte erreicht der Pflugverzicht einen wirtschaftlichen Vorteil von nur 6 €/ha. Dabei ist jedoch die unterschiedliche Vorzüglichkeit von Bodenbearbeitungsverfahren der einzelnen Standorte nicht aus dem Blick zu verlieren. Auf dem zur Vorsommertrockenheit neigenden Standort Gülzow ist der wirtschaftliche Vorteil von 94 €/ha am höchsten. Niedrigere Kosten in Verbindung mit höheren Erträgen beim Pflugverzicht führen zu diesem Ergebnis. Ähnlich beschreiben TEBRÜGGE und BÖHRNSEN (1997) solch deutliche Vorteile des Pflugverzichts auf trockenen Standorten. Auf den beiden Standorten Soest und Braunschweig ist die pfluglose Bestellung 21 €/ha rentabler als das Referenzsystem Pflug. Bei gleichen Erlösen, sinkenden Kosten der Arbeitserledigung und leicht steigenden Direktkosten ist der wirtschaftliche Vorteil als moderat zu bezeichnen. Am Standort Freising wird durch die konventionelle Bodenbewirtschaftung mit dem Pflug beim Vergleich der beiden angesprochenen Prüfsysteme nach wie vor die höchste Rentabilität erreicht. Die niedrigeren Erträge beim Pflugverzicht (Kap. 5.1.2) können durch die Kosteneinsparungen bei der Arbeitserledigung nicht kompensiert werden. Dies belegen auch die begleitend durchgeführten Stückkostenanalysen am Beispiel des Weizens (Kap. 4.7) und bestätigen die Aussagen von PRINGAS (2005), der die pfluglose Bestellung von Getreide nach Getreide unter süddeutschen Anbauverhältnissen bei zu geringer Bearbeitungsintensität kritisch sieht. Die Ergebnisse zeigen, dass die konservierende Bodenbearbeitung immer im Kontext mit dem Standort zu beurteilen ist.

Fruchtfolgeeffekte haben auf die Wirtschaftlichkeit einen höheren Einfluss als die Auswirkungen der Bodenbearbeitung. Die Prüfsystematik im Forschungsvorhaben erlaubt keinen durchgängigen Vergleich der Fruchtfolgewirkungen. Durch den Vergleich der pfluglos

bestellten wintergetreidebetonten Fruchtfolge mit dem konservierend bestellten Halmfrucht-Blattfruchtwechsel ist im Mittel aller Standorte eine höhere Wirtschaftlichkeit von 85 €/ha zu erreichen. Dieser unerwartet hohe Wert wird nur durch die ökonomische Bewertung eines kompletten Bewirtschaftungssystems unter Vollkostenansatz deutlich. Es werden eine Reihe von Autorenaussagen (z.B. ODÖRFER 1996, PETERSEN 2003) widerlegt, die kaum Vorteile erweiterter Fruchtfolgen beschreiben. Es ist festzustellen, dass die meist angewandte einfache Deckungsbeitragsrechnung an dieser Stelle keinen ausreichenden Bewertungsansatz darstellt, da nur variable Produktionskosten erfasst werden. Die Bewertung des Vorfruchtwerts ist ebenfalls ein Aspekt der Fruchtfolgewirkung. Die Versuchsergebnisse aus diesem Forschungsvorhaben ermöglichen eine detaillierte Quantifizierung des Vorfruchtwertes von Blattfrüchten. Der von PAHL (1996) abgeschätzte Vorfruchtwert der Körnerleguminosen von 50 bis 125 €/ha ist auch anhand der Fruchtfolgeanalysen (Tab. 101) nachzuweisen. In einigen Anbaukonstellationen ergeben sich sogar noch deutlich höhere Werte. Kulturen wie Leguminosen oder Körnerraps bewirken nicht nur Einsparungen beim Pflanzenschutz und der Düngung, sondern führen auch zu Mehrerlösen durch höhere Erträge bei der nachfolgenden Kultur. Besonders auf Grenzstandorten, wo sinkende Getreideerträge bei einseitiger Fruchtfolgegestaltung auftreten. Der von ALBRECHT (2002) höher eingeschätzte Vorfruchtwert der Körnerleguminosen im Vergleich zu Raps kann nicht bestätigt werden.

Wechselwirkungen zwischen Bodenbearbeitung und Fruchtfolge sind in Abhängigkeit vom Standort zu sehen. Am Standort Freising sind Wechselwirkungen fest zu stellen. Bei wintergetreidebetonter Fruchtfolgegestaltung ist die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug (+113 €/ha) aus wirtschaftlicher Sicht (Tab. 113) im Vorteil. Dies ändert sich bei einer Fruchtfolgeerweiterung mit Leguminosen. Hier erreichen Pflug- und Mulchsaat eine gleich hohe DAL. Beide Bodenbearbeitungssysteme sind als wirtschaftlich gleichwertig bei der angesprochenen Fruchtfolgeerweiterung anzusehen. Die von LÜTKE ENTRUP und SCHNEIDER (2004) aufgezeigten positiven Umwelteffekte der konservierenden Bestellung sollten dann den Ausschlag für den Pflugverzicht geben. Auf den drei anderen Standorten sind Wechselwirkungen von Bodenbearbeitung und Fruchtfolge anders einzuschätzen. Konservierend bestellte Systeme sind hier auch bei wintergetreidebetonter Fruchtfolge im Vorteil. Zwar sind bei einer Fruchtfolgeerweiterung keine Pflugverfahren in Soest, Gülzow und Braunschweig getestet worden, so ist aber bei den gegebenen Kosten-Leistungsverhältnissen nicht davon auszugehen, dass in Fruchtfolgen mit Leguminosen Pflugverfahren wirtschaftlich besser abschneiden. Legt man dies zu Grunde, ist nicht von einer Wechselwirkung von Bodenbearbeitung und Fruchtfolge auf den drei genannten

Standorten auszugehen. Über alle Standorte betrachtet, schneiden um Leguminosen erweiterte pfluglos bestellte Systeme wirtschaftlich am besten ab. Es ergibt sich hier ein Vorteil von +91 €/ha im Vergleich zur wintergetreidebetonten Fruchtfolge im Pflugverfahren (Tab. 113). Ähnliche Aussagen, die eine umfassende ökonomische Bewertung von Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungssystemen anhand der Vollkostenrechnung aufzeigen, sind von ZENTNER et al. (2002) und LAFOND (2005) aus Kanada bekannt. Der Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht dient hier nur zur Minimierung pflanzenbaulicher Risiken (Verungrasung, Krankheitsdruck, Strohmanagement) bei der Direktsaat. Die Ergebnisse von DIETSCH und MILLER (1999), BISCHOFF und RICHTER (2004) sowie von SCHRÖDER (2003) zeigen ebenfalls wirtschaftliche Vorteile erweiterter Fruchtfolgen in Kombination mit konservierender Bodenbearbeitung auf.

**Tab. 113: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL, €/ha) in einem 300 ha Modellbetrieb in Abhängigkeit vom Bewirtschaftungssystem, 2003-2005**

Bewirtschaftungs- system	Soest		Freising		Braun- schweig		Gülzow		Mittel	
	abs.	Diff. zu Pflug	abs.	Diff. zu Pflug	abs.	Diff. zu Pflug	abs.	Diff. zu Pflug	abs.	Diff. zu Pflug
Ra-WW-WW-WW Pflug	<b>69</b>	0	<b>- 73</b>	0	<b>3</b>	0	<b>- 160</b>	0	<b>-40</b>	0
Ra-WW-WW-WW Konservierend	<b>90</b>	+ 21	<b>- 186</b>	- 113	<b>24</b>	+ 21	<b>- 66</b>	+ 94	<b>-34</b>	+6
Ra-WW-WW-Leg.* Konservierend	<b>129</b>	+ 60	--	--	--	--	<b>3</b>	+ 163	**	**
Ra-WW-Leg.*-WW Konservierend	<b>128</b>	+ 59	<b>3</b>	+ 76	<b>71</b>	+ 68	<b>3</b>	+ 163	<b>51</b>	+91
Ra-WW-Leg.*-WW Direktsaat	--	--	--	--	<b>67</b>	+ 64	--	--	**	**
Ra-WW-Leg.*-WW Pflug	--	--	<b>- 5</b>	+ 68	--	--	--	--	**	**
Ra-WW-KM-WW Konservierend	--	--	<b>- 46</b>	+ 27	--	--	--	--	**	**
Ra-WW-KM-WW Pflug	--	--	<b>- 4</b>	+ 67	--	--	--	--	**	**
Ha-WW-WW-WRo Konservierend	<b>67</b>	-2	--	--	--	--	<b>- 114</b>	+46	**	**

\* Soest = Ackerbohne, Freising und Braunschweig = Körnererbse, Gülzow = Bl. Lupine

-- = Am Standort nicht geprüft

\*\* = Prüfsystem nicht auf allen Standorten geprüft, keine Mittelwertbildung möglich

Weiterführende Stückkostenanalysen in der Raps- und Weizenproduktion (Kap. 4.7) belegen die höhere Rentabilität. Die von HORSCH (2006) aufgestellte Forderung, dass bei einer am Weltmarkt orientierten Weizenproduktion die Kosten der Arbeitserledigung 3,50 €/dt nicht übersteigen sollten, ist nur in erweiterten Fruchtfolgen in Kombination mit konservierender

Bodenbearbeitung/Direktsaat annähernd zu erreichen (Abb. 16-20). Ökonomische Vorteile bietet auch in ähnlicher Weise der pfluglos bestellte Doppelfruchtwechsel (2x Blattfrucht, 2x Halmfrucht), der jedoch nur auf den Standorten Soest und Gülzow geprüft wurde. Die von BOGUSLAWSKI (1981) oder BAEUMER (1992) beschriebenen Vorfruchtwirkungen der Leguminosen werden auch von der Blattfrucht Raps effizient genutzt. Besonders am Standort Gülzow steigen die Rapsertträge nach Blatt-Vorfrucht im Vergleich zur pfluglosen Rapsbestellung nach Weizen an (Tab. 83 und 85). Außerdem kann auf die Strohausgleichsdüngung und die Bekämpfung von Ausfallgetreide verzichtet werden. Eine Besonderheit stellt das konservierend bestellte Fruchtfolgesystem Ra-WW-KM-WW dar. Dieses Prüfsystem ist zwar auch als Fruchtwechsel zu bezeichnen, hier gelingen die genannten Effekte jedoch nicht in vollem Umfang. Systembedingt können die Kosten der Arbeitserledigung nicht in dem Maße sinken, da nach der späten Körnermaiserte die hohen Strohmenge intensiv in den Boden eingearbeitet werden müssen. In Verbindung mit den kurzen Arbeitszeitspannen, die zur Bearbeitung im Spätherbst noch zur Verfügung stehen, wird eine hohe Schlagkraft benötigt. Im Vergleich zu den anderen am Standort geprüften Systemen belasten zudem die hohen Trocknungskosten des Körnermaises und der Wegfall der in Bayern bisher gezahlten höheren Maisprämie die Wirtschaftlichkeit. Der Beitrag des Pflanzenbaus zur geforderten Kostensenkung (HEIßENHUBER 2005) ist nach den vorliegenden Ergebnissen in der Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität sowie in der Erweiterung der Fruchtfolge zu sehen. Auf ertragsschwachen Standorten kann mit kostenoptimierten Verfahren der Bodenbewirtschaftung die Grenzertragssituation verbessert werden.

**Zusammenfassung Arbeitshypothese 4:** Beim Vergleich der beiden Hauptwirkungen Bodenbearbeitung und Fruchtfolge ist der Einfluss der Fruchtfolgegestaltung auf die Wirtschaftlichkeit wesentlich höher. Die Überbetonung der Einspareffekte der konservierenden Bodenbearbeitung kann nicht nachvollzogen werden. Der Fruchtfolge ist mehr Beachtung zu schenken.

Wechselwirkungen auf die Rentabilität erweiterter Fruchtfolgen (Halmfrucht-Blattfruchtwechsel) in Kombination mit konservierender Bodenbearbeitung sind vom Standort abhängig. Am Standort Freising waren Wechselwirkungen zu verzeichnen, auf den anderen Standorten hingegen nicht. Der wirtschaftliche Vorteil des um Leguminosen erweiterten, pfluglos bestellten Halmfrucht-Blattfruchtwechsels reicht in Abhängigkeit des Standorts von 59 €/ha am Binnenlandstandort Soest bis 163 €/ha auf dem zu Vorsommertrockenheit neigenden Standort Gülzow. Die Entschärfung pflanzenbaulicher Problemfelder durch erweiterte Fruchtfolgen macht eine geringere Eingriffsintensität und damit höhere Einsparungen bei den Kosten der Arbeitserledigung bei pflugloser Bestellung möglich. Die durchgeführten Detailauswertungen auf Stückkostenbasis zeigen in erweiterten pfluglos bestellten Anbausystemen die kostengünstige Weizenproduktion.

#### 5.4 Bewertung der wirtschaftlichen Stabilität unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme

**Arbeitshypothese 5:** Erweiterte Fruchtfolgen in Kombination mit der pfluglosen Bestellung sind im Vergleich zu engen und intensiv bearbeiteten Anbausystemen von einer höheren wirtschaftlichen Stabilität geprägt.

Managementfehler bei der Umstellung auf Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung beeinflussen die Finanzströme im landwirtschaftlichen Betrieb. Die wirtschaftliche Stabilität eines Betriebes kann beim Pflugverzicht nach LINKE (1995) durch mögliche produktionstechnische Fehlentscheidungen verringert werden. Die Umstellung der Fruchtfolge hat zusätzliche Konsequenzen auf die Vermarktung und die erzielbaren Erlöse. Sinkende Weizenanteile in der Fruchtfolge können bei steigenden Getreidepreisen nur bis zu einem gewissen Grad durch Kosteneinsparungen kompensiert werden. Für den Landwirt ist an dieser Stelle entscheidend, in welchem Maße sich Änderungen des Markterlöses auf die Betriebsorganisation oder Fehlentscheidungen im Pflanzenbau auf die wirtschaftliche Stabilität des Betriebes auswirken. Im Rahmen dieser Arbeit sind drei wichtige Fragen hinsichtlich der wirtschaftlichen Stabilität untersucht worden (Kap. 4.8):

1. Welche Bedeutung hat der Weizenpreis für die Stabilität der Bewirtschaftungssysteme?
2. Wie hoch muss der Körnerleguminosenertrag mindestens sein, um wirtschaftlich das Niveau der wintergetreidebetonten Fruchtfolgen zu erzielen?
3. Ergeben sich in Familienbetrieben ohne Lohnansatz Änderungen bei der Vorzüglichkeit der Anbausysteme?

Die Analyse aller Standorte erlaubt generell die Aussage, dass erweiterte, pfluglos bestellte Fruchtfolgen bei den Marktpreisen für Getreide der Jahre 2003-2005 von hoher Stabilität geprägt waren. Aussagen von HENNE (2006), der keine weitere anbauwürdige und risikoarme Blattfrucht neben Raps und Zuckerrüben sieht, konnten für den Untersuchungszeitraum widerlegt werden. Die Erzeugung von Energiepflanzen und der weltweit steigende Bedarf an Nahrungsmitteln lassen steigende Preise für Agrarrohstoffe erwarten (HENZE und ZEDDIES 2007, TANGERMANN 2007). Bei solch einer Marktlage nimmt die Vorzüglichkeit wintergetreidebetonter Fruchtfolgen zunächst auf den besseren Binnenlandstandorten zu. Hier ist die höhere Produktionsintensität enger Fruchtfolgen mit Pflugeinsatz bei Weizenpreisen ab 11,5 €/dt rentabel. Aufgelockerte pfluglos bestellte Bewirtschaftungssysteme zeichnen sich auch bei steigenden Marktpreisen auf

Grenzstandorten des Stoppelweizenanbaus durch hohe Stabilität aus, wie die Auswertungen am Beispiel Gülzow (Kap. 4.8.1) belegen.

Neben den Entwicklungen am Markt ist der Einstieg in den Körnerleguminosenanbau mit Risiken behaftet. Ertragsschwankungen und der geringe technische Fortschritt in der Züchtung der Leguminosen stellen nach PETERSEN (2003) deren Anbau in Frage. Bei dem Vergleich der Ergebnisse zeigt sich jedoch eine klare Abhängigkeit vom Standort. Auf schwächeren Böden mit geringeren Stoppelweizenerträgen ergibt sich auch bei niedrigen Leguminosenerträgen eine hohe Stabilität in erweiterten Fruchtfolgen. Dies ist auf die Ertragstreue der nachgebauten Früchte nach Leguminosen zurückzuführen.

In den Kostenkalkulationen ist eine Entlohnung der Arbeitszeit von 15 € je Stunde in Ansatz gebracht. Dies entspricht nach ROST et al. (2001) etwa den durchschnittlich gezahlten Löhnen (brutto) für landwirtschaftliche Facharbeiter. KUHLMANN (2002) weist darauf hin, dass der Lohnansatz in Familienbetrieben flexibel gestaltet werden muss. Je nach alternativer Verwertungsmöglichkeit der eingesetzten Arbeit und Freizeitansprüchen ist eine Entlohnung der eingesetzten Arbeit vorzunehmen. Die Stabilitätsanalyse zeigt keine gravierenden Verschiebungen der Ergebnisse durch die Änderung der Lohnkosten bzw. des Lohnansatzes. Die Einschätzung von MOHR et al. (2001), die pfluglose Anbauverfahren primär aufgrund geringerer Arbeitskosten wirtschaftlich im Vorteil sehen, können nicht bestätigt werden.

SCHEUERLEIN (1997) fordert wirtschaftlich stabile Produktionsverfahren. Nach den durchgeführten Analysen können diesbezüglich keine Nachteile erweiterter Fruchtfolgen für den Untersuchungszeitraum festgestellt werden.

**Zusammenfassung Arbeitshypothese 5:** Die wirtschaftliche Stabilität erweiterter pfluglos bestellter Prüfsysteme ist bei steigenden Marktpreisen stark vom Standort abhängig. Bei sinkenden Erträgen durch den Stoppelweizenanbau ist in erweiterten Fruchtfolgen in Kombination mit konservierender Bodenbearbeitung die wirtschaftliche Belastbarkeit der untersuchten Faktoren Weizenpreis und mindestens notwendiger Leguminosenertrag am höchsten. Bewegen sich hingegen die Weizenerträge unabhängig von der Vorfrucht auf gleichem Niveau, so sind intensiv geführte winterweizenbetonte Anbausysteme bereits ab 11,5 €/ha (Weizenpreis) wirtschaftlicher.

## 5.5 Übertragbarkeit der Ergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis

**Arbeitshypothese 6:** Die mangelnde Akzeptanz der konservierenden Bodenbearbeitung/Direktsaat und erweiterter Fruchtfolgen in der landwirtschaftlichen Praxis ist in hohem Maße durch eine unzureichende methodische Vorgehensweise beim Vergleich komplexer Bodenbewirtschaftungssysteme verursacht.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse des Forschungsprojektes mit der umfangreichen Datenbasis aus dem Vergleich unterschiedlicher Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgesysteme stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit in die landwirtschaftliche Praxis. Grundlage der Ergebnisse ist die Versuchskonzeption und deren Durchführung. Im Vergleich zu Fruchtfolgeversuchen mit statischen Behandlungsplänen werden in Systemanalysen die Ansprüche der einzelnen Kulturen optimiert. Diese Vorgehensweise wird von KLAPP (1961) für die Durchführung pflanzenbaulicher Systemversuche mit betriebswirtschaftlicher Fragestellung in den Vordergrund gerückt. BAEUMER (1994a) spricht in diesem Zusammenhang von der „entscheidungsorientierten Pflanzenbauforschung“. Eine kausale Interpretation der Ergebnisse ist erschwert, da im System Einzeleffekte nicht gesondert bewertet werden können. Die Aussagekraft der Versuchsergebnisse wird damit vom praxisbezogenen Fachwissen bestimmt. Durch die Versuchskonzeption ist auch nicht zu gewährleisten, dass in allen Versuchsvarianten das pflanzenbauliche oder ökonomische Optimum erreicht wurde. Es fehlen Vergleichsmöglichkeiten (z.B. Null-Parzellen) zu den getroffenen Entscheidungen. Die Alternative zu diesem Konzept ist ein statisch klar vorgegebener Behandlungs- und Bearbeitungsplan, der jedoch nur in den seltensten Fällen den Anspruch eines praxisorientierten Versuchsdesigns erfüllt. Damit scheidet diese Konzeption für betriebswirtschaftlich orientierte Systemvergleiche aus.

Aus älteren Arbeiten (z.B. COCHRAN 1939) werden Wiederholungen nicht zwangsläufig für notwendig gehalten. Doch Weiterentwicklungen bei der Versuchsmethodik (SIMON 1961) beschreiben die Anlage von Bearbeitungsstreifen (Split-Plot-Anlage) und damit die Möglichkeit von Wiederholungen bei der Versuchsanlage. Im vorliegenden Versuchsvorhaben wurde diese Vorgehensweise auf dem Standort Freising genutzt. Durch diese Anlagemethodik auf dem genannten Standort kann hier eine varianzanalytische Auswertung erfolgen. Unkontrollierbare Störfaktoren werden somit eliminiert. Auf den anderen drei Versuchsstandorten (Soest, Braunschweig, Gülzow) muss auf jegliche statistische Auswertung verzichtet werden. Außerdem ist bis auf den Standort Freising kein durchgängiger Vergleich aller Faktorkombinationen möglich. Damit ist nicht mit letzter Gewissheit auszuschließen, ob die in dieser Arbeit getroffenen Aussagen durch nicht untersuchte Interaktionen vertieft werden könnten.

Die Versuchsdauer von vier Jahren mit drei auswertbaren Jahresergebnissen ist im Vergleich zu anderen Systemversuchen als kurz einzustufen. Eine Versuchsdauer von zwei Fruchtfolgeumläufen oder acht auswertbare Jahresergebnisse, wie dies in typischen Fruchtfolgeversuchen zu finden ist (COCHRAN 1939), wäre besonders auf den drei



Versuchsstandorten mit Streifenanlagen wünschenswert. Dennoch ist bei genauerer Betrachtung nicht von einer grundlegenden Änderung der zentralen Aussagen auszugehen. Pfluglose Bodenbearbeitungssysteme gewinnen mit der Zeit an Stabilität wie dies beispielsweise von BRÄUTIGAM (1994) für phytopathologische Aspekte beschrieben wurde. Daneben ist mit einer Verstärkung negativer Effekte einseitiger Fruchtfolgen zu rechnen. PALLUT (2003) hat dies für den Ungrasdruck belegt.

Kernstück der Arbeit stellt die ökonomische Bewertung der Bewirtschaftungssysteme auf der Basis der Vollkostenrechnung dar. Die in der landwirtschaftlichen Praxis ablehnende Haltung zur Fruchtfolgeerweiterung wird meist mit zu geringen Deckungsbeiträgen einzelner Kulturen begründet. Zahlreiche Veröffentlichungen aus Wissenschaft und Beratung unterstützen diese Aussagen. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass mit dem Deckungsbeitrag etwa nur ein Drittel der gesamten Produktionskosten erfasst wird. Die aus der einfachen Deckungsbeitragsrechnung heraus getroffenen Schlussfolgerungen zur Wirtschaftlichkeit von Fruchtfolgen können vielfach nicht mehr aufrechterhalten werden. Nur Vollkostenanalysen erlauben sichere Entscheidungen. Der bei der Auswertung der Versuche getroffene Vollkostenansatz stellt eine Neuerung in der ökonomischen Bewertung von Fruchtfolgen und Bearbeitungsverfahren dar. Mit der Ableitung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) aus der Vollkostenrechnung wird eine umfassende Bewertung von Bodenbewirtschaftungssystemen gewährleistet. Die DAL - berechnet als Mittelwert eines Bewirtschaftungssystems - weist im Vergleich zum Deckungsbeitrag folgende Vorteile auf:

- Auswirkungen der Fruchtfolgegestaltung und der Intensität der Bodenbearbeitung auf die festen Maschinenkosten, auf Arbeitsspitzen und den Arbeitskräftebedarf werden durch die Berechnung der Arbeitserledigungskosten erfasst.
- Unterschiede im Produktionsmittelaufwand, vorrangig beim Pflanzenschutz und der Düngung, werden deutlich.
- Methodisch besteht eine direkte Beziehung zur Vollkostenanalyse.

Vollkostenrechnungen zur Auswertung pflanzenbaulicher Systemversuche sind in internationalen Veröffentlichungen zu finden. ZENTNER et al. (2002) nutzen diese für die Auswertung ihrer Versuche, in denen aus klimatischen Gründen nur Sommerkulturen geprüft wurden. Deshalb kommt der Fruchtfolgeerweiterung unter kanadischen Bedingungen nicht die Bedeutung im Bereich der Reduktion der Maschinenfestkosten zu wie dies in gemäßigten Klimabereichen möglich ist. Andere Autoren wie KATSVAIRO und COX (2000) nutzen zur Bewertung von Anbausystemen Leihmaschinensätze zur Berechnung der Maschinenkosten für Bodenbearbeitung und Aussaat. Diese Vorgehensweise erscheint jedoch eher theoretischer

Natur, auch wenn in gewisser Weise Maschinenfestkosten mit in die Kalkulation einfließen. Denn es wird nicht berücksichtigt, dass verschiedene Fruchtfolgen unterschiedliche Kapitalansprüche durch unterschiedlich schlagkräftige Mechanisierung haben. Somit schneiden erweiterte Fruchtfolgen in diesen Kalkulationen verhältnismäßig schlechter ab.

Mit dem Datenkatalog des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) wurde für die Berechnung der Arbeitserledigungskosten eine umfassende und an hiesige Verhältnisse angepasste Datensammlung genutzt. Andere Datenkataloge in Europa bieten nicht die notwendigen Einzeldaten, um die unterschiedlichen Modellbetriebe sachgerecht zu kalkulieren. So wurde von AMMANN (2005) ein detaillierter Datenkatalog veröffentlicht, der jedoch nur auf die Schweizer Betriebsstrukturen zugeschnitten ist. Ähnlich ist der Datenkatalog aus Österreich zu bewerten. Mit den vorliegenden Daten aus Frankreich von HÉNIN (2005) können Modellrechnungen nicht in der Genauigkeit, wie dies mit den KTBL-Daten möglich ist, durchgeführt werden. Auch das von dem englischen Agrarökonom NIX jährlich veröffentlichte Farm Management Pocketbook bietet nicht die gewünschte Datenvielfalt. Einzelanalysen wie die von BRUNOTTE und WAGNER (2001) oder KALK und HÜLSBERGEN (1999) zum Dieserverbrauch unterschiedlicher Bearbeitungssysteme bieten zwar sehr genaue Informationen, diese beziehen sich aber nur auf eng eingegrenzte Fragestellungen. Für die auf Modellbetrieben basierenden ökonomischen Kalkulationen differenzierter Systeme der Bodenbewirtschaftung ist der KTBL-Datenkatalog durch Sicherheit und Praxisnähe gekennzeichnet. Die weitere Entwicklung dieser Datenbasis ist für zukünftige ökonomische Berechnungen von großer Bedeutung.

**Zusammenfassung Arbeitshypothese 6:** Zentraler Ansatzpunkt zur Umsetzung pflugloser Bestellverfahren sowie erweiterter Fruchtfolgen in die Praxis ist die Bewertung unter Vollkostenansatz. Vollkostenanalysen, in denen unterschiedliche Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgesysteme mit gleicher Festkostenbelastung verglichen werden, sind kritisch zu hinterfragen. Nur mit einer an das Bewirtschaftungssystem angepassten Mechanisierung sind systemkonforme Ergebnisse zu erreichen. Mit dem in dieser Arbeit entwickelten Bewertungsmaßstab der „direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL)“ ist dies möglich. Hier besteht für die Zukunft noch erheblicher Umsetzungsbedarf der erarbeiteten Ergebnisse. Versuche, die dem ökonomischen Vergleich verschiedener Anbausysteme dienen, müssen möglichst großflächig angelegt sein und der Situation angepasst produktionstechnisch optimiert durchgeführt werden. Für die Auswertung ist ein orthogonaler Versuchsaufbau zu bevorzugen, wenn praxisübliche Technik zur Bearbeitung zum Einsatz kommen kann.

## 6 Zusammenfassung

Zur Überprüfung der ökonomischen und pflanzenbaulichen Effizienz verschiedener Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgesysteme wurde in einem Systemvergleich auf vier Standorten in Deutschland eine winterweizenbetonte Fruchtfolge in Pflug- und Mulchsaat mit erweiterten pfluglos bestellten Fruchtfolgen verglichen. Zusammenfassend sind folgende Schlussfolgerungen aus der vorliegenden Arbeit zu ziehen:

1. Veränderte agrarpolitische Rahmenbedingungen, der internationale Wettbewerb und volatile Agrarmärkte erfordern ein konsequentes Kostenmanagement im Marktfruchtbau. Vollkostenkalkulationen und horizontale Betriebsvergleiche zeigen besonders im Bereich der Kosten der Arbeitserledigung Einsparmöglichkeiten. Mit einem Anteil von bis zu 60 Prozent an den gesamten Produktionskosten im Marktfruchtbau ist dieser Kostenblock vielfach noch nicht optimiert. Hieraus ist Handlungsbedarf hinsichtlich der Gestaltung von landwirtschaftlichen Produktionssystemen abzuleiten. Bei der Fruchtfolgegestaltung und der Bodenbearbeitung deuten sich Rationalisierungspotenziale an.
2. Die Fruchtfolgegestaltung bleibt ohne Auswirkung auf den Ertrag von Winterweizen auf maritim geprägten Bördestandorten. Unter kontinentalen Klimaverhältnissen mit knapper Wasserversorgung und häufig hitzebedingt abrupter Abreife treten jedoch bis zu 26 Prozent geringere Erträge durch den Anbau von Weizen nach Weizen im Mittel der Jahre auf. Der Stoppelweizenanbau ist hier kritisch zu hinterfragen.
3. Weiterhin ist festzuhalten, dass bei Winterweizen die jeweiligen Standortverhältnisse die Ertragswirkungen der Bodenbearbeitung mitbestimmen. Auf maritim geprägten Bördestandorten sind auch hier keine Ertragsdepressionen zu erwarten. Auf Standorten mit ungünstigen Wachstumsvoraussetzungen (feuchte Aussaat, lange Vegetationsruhe, trockene Abreife) fallen die Erträge durch den Pflugverzicht um bis zu 16 Prozent niedriger aus. Damit ist nicht auf allen Standorten eine risikoarme konservierende Bodenbearbeitung zu Weizen möglich. Auf typischen Trockenstandorten Ostdeutschlands steigen die Erträge der konservierend bestellten Varianten hingegen um 10 Prozent bei Weizen an.
4. Im Rahmen dieses Versuchs sollten Wechselwirkungen zwischen Bodenbearbeitung und Fruchtfolge auf die Ertragsleistung des Weizens untersucht werden. Es ist festzustellen, dass über alle Standorte keine Wechselwirkungen auf den Ertrag auftreten.
5. Der Ertrag einer Kultur wird mehr durch die direkte Vorfruchtwirkung als durch die Fruchtfolge bestimmt. Dies wird beim Weizenanbau deutlich. Wenn Ertragsverluste beim Stoppelweizen auftreten, dann beim ersten und zweiten Stoppelweizen in gleichem Umfang.

6. Die ökonomische Bewertung von Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgesystemen erfordert den Vollkostenansatz, um alle Wirkungen in dem Produktionssystem zu erfassen und monetär bewerten zu können. Die einfache Deckungsbeitragsrechnung wird dieser Forderung nicht gerecht. Mit dem aus der Vollkostenrechnung abgeleiteten und im Rahmen dieser Arbeit entwickelten ökonomischen Bewertungsmaßstab der „direkt- und arbeits erledigungskostenfreien Leistung (DAL)“ ist es möglich, Systeme der Bodenbewirtschaftung methodisch korrekt und umfassend zu bewerten. Bei der Konstruktion der Modellbetriebe ist insbesondere auf eine systemkonforme Maschinenausstattung zu achten. Die Frage nach der mindestens notwendigen Mechanisierung wird in landwirtschaftlichen Betrieben noch nicht ausreichend berücksichtigt. Mit dieser Methode zur Kalkulation der Arbeitserledigungskosten kann die Betriebsmechanisierung je nach Bewirtschaftungssystem optimal gestaltet werden. Dieser Bereich bietet erhebliche Potenziale, die Rentabilität des Pflanzenbaus zu verbessern.
7. Die Höhe der Direktkosten wird maßgeblich durch die Fruchtfolgegestaltung beeinflusst. Die hohe Produktionsintensität in wintergetreidebetonten Fruchtfolgen hat auch hohe Direktkosten zur Folge. Die konservierende Bodenbearbeitung weist im Vergleich zur konventionellen Bestellung mit dem Pflug höhere Direktkosten auf. Wechselwirkungen von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Direktkosten treten nicht auf.
8. Mit dem Pflugverzicht in wintergetreidebetonten Fruchtfolgen sinken die Kosten der Arbeitserledigung um 13 Prozent. Dieses Ergebnis ist mit geringerem Kapitalbedarf für Mechanisierung, geringeren Arbeitszeitanprüchen und niedrigeren Treibstoffkosten in konservierenden Anbausystemen zu begründen. Durch die Vermeidung ungünstiger Anbaufolgen wie Weizen nach Weizen und die dadurch mögliche Integration von Blattfrüchten in die Fruchtfolge sind weitere Einsparungen auf allen Standorten bei den Arbeitserledigungskosten zu verzeichnen. In aufgelockerten Fruchtfolgen kann aus pflanzenbaulicher Sicht die Eingriffsintensität in den Boden in Abhängigkeit vom Standort gesenkt werden. In Verbindung mit der Vielfalt der Kulturen werden Arbeitsspitzen reduziert und das in der Mechanisierung gebundene Kapital weiter verringert. Dies hat zur Folge, dass die Kosten der Arbeitserledigung bei der Integration von Leguminosen und gleichzeitiger Mulchsaat nur 79 Prozent des Referenzsystems Pflug betragen.
9. Die Rentabilität der pfluglosen Bodenbearbeitung ist unter Vollkosten kalkuliert stark vom Standort abhängig. Sinken die Erträge bei konservierender Bodenbearbeitung wie am Standort Freising, so ist von einer geringeren Wirtschaftlichkeit des Bestellverfahrens

auszugehen. Erst bei gleichbleibenden Erträgen ergeben sich nennenswerte wirtschaftliche Vorteile durch den Pflugverzicht. Interessante Beziehungen bestehen bei der Rentabilitätsberechnung standortübergreifend in erweiterten, pfluglos bestellten Bewirtschaftungssystemen. Während des Untersuchungszeitraums 2003 bis 2005 ist die Wirtschaftlichkeit bei einem Wechsel von Halmfrucht und Blattfrucht in Verbindung mit der pfluglosen Bestellung am höchsten. Im Vergleich zum Referenzsystem Pflug ergeben sich Vorteile von 59 €/ha am Binnenlandstandort Soest bis 163 €/ha auf dem zu Vorsommertrockenheit neigenden Standort Gülzow. Auch Tendenzen zu geringeren Erträgen beim Pflugverzicht auf Einzelstandorten verändern nicht dieses Ergebnis. Die Wirtschaftlichkeit auflockernder Fruchtfolgenfelder ist zwar beim direkten Vergleich der Einzelkulturen geringer. Besonders die kostendegressiven Wechselwirkungen von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung bei den Arbeitserledigungskosten kompensieren deren geringere Rentabilität.

10. Die Sensitivitätsanalysen ergeben eine vom Standort abhängige wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Anbausysteme bei steigenden Marktpreisen. Nordwestdeutsche Binnenlandstandorte, die durch hohe Stoppelweizenerträge gekennzeichnet sind, erreichen bereits in konventionell bestellten wintergetreidebetonten Fruchtfolgen bei einem Weizenpreis von 11,5 €/dt eine höhere Rentabilität. Im Gegensatz dazu ist die wirtschaftliche Stabilität erweiterter pfluglos bestellter Anbausysteme auf zu Vorsommertrockenheit neigenden Standorten bei einem Weizenpreis bis 32,6 €/dt gegeben.

**7 Literatur**

- ALBRECHT, R. (2002): Vorfruchtwert von Körnerleguminosen in getreidebetonten Fruchtfolgen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Jena, Abschlussbericht zum Forschungsprojekt, 32-37.
- AL-KAISI, M. und A. LICHT (2004): Effect of Strip Tillage on Corn Nitrogen Uptake and Residual Soil Nitrate Accumulation Compared with No-tillage and Chisel Plow. *Agron. Jour.* 96(4), 1164-1171.
- AMMANN, H. (2005): Maschinenkosten 2006. *FAT – Bericht* 643, 1-44.
- ANIOL, H. (1996): Schlagkraft mit früher Saat. *DLG-Mitteilungen* 9, 56-59.
- ANKEN, T., HEUSSER, J., WEISSKOPF, P., ZIHLMANN, U., FORRER, H.-F., HÖGGER, C., SCHERRER, C., MOZAFAR, A. und W.G. STURNY (1997): Bodenbearbeitungssysteme – Direktsaat stellt höchste Anforderungen. *FAT – Berichte Nr. 501*, 1-14.
- ANONYM (2005): Statistisches Bundesamt schriftliche Mitteilung.
- ARCHER, D. W., PIKUL, J. L. und W.E. RIDELL (2002): Economic risk, returns and input use under ridge and conventional tillage in the northern Corn Belt. *Soil Till. Res.* 67(1), 1-8.
- ARNOLD-REIMER, C. (1994): Einfluß konservierender Bodenbearbeitung auf Pflanzenkrankheiten und Unkräuter im Getreide und Konsequenzen für einen gezielten Pflanzenschutz. Dissertation an der GAU Göttingen.
- BACH, P. (1994): Konsequenzen für Betriebsführung und Strukturentwicklung. *Landtechnikschrift Weihenstephan* 4, 27-36.
- BACH, P., HONDELE, A., FISCHER, A., STARK, F., STOCKINGER, C. und J. WEISS (2000): *Wirtschaftslehre – Die Landwirtschaft. Band 4*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 599.
- BACHTHALER, G. (1979): *Fruchtfolge und Produktionstechnik*. BLV Verlagsgesellschaft, München, 16-29.
- BAEUMER, K. (1984): Körnerleguminosen – Lückenbüßer oder Glied einer leistungsstarken Fruchtfolge? *RAPS* 2, 28-31.
- BAEUMER, K. (1992): *Allgemeiner Pflanzenbau*. 3. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart, 344-360.
- BAEUMER, K. (1994a): Gedanken zu einer entscheidungsorientierten Pflanzenbaulehre. *Ber. ü. Ldw.* 72, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 493-511.
- BAEUMER, K. (1994b): Grundlagen der Integration einschließlich Planungs- und Entscheidungskriterien für den Praktiker – Verfahren und Wirkungen der Bodenbearbeitung. In: DIERKS, R. und R. HEITFUSS (Hrsg.) (1994): *Integrierter Landbau: Systeme umweltbewusster Pflanzenproduktion – Grundlagen, Praxiserfahrungen, Entwicklungen*. BLV Verlagsgesellschaft, München, 68-87.
- BAEUMER, K. (1997): Anbauverhältnis und Fruchtfolge. In: KELLER, E. R., HANUS, H. und K.-U. HEYLAND (1997): *Grundlagen der Pflanzenproduktion*. Verlag e. Ulmer, Stuttgart, 230-233.
- BAEUMER, K., EHLERS, W. und G. PAPE (1971): Erste Erfahrungen im Ackerbau ohne Bodenbearbeitung in Göttingen. *Landwirtschaftliche Forschung Sonderheft*, 264-272.

- BAILEY, K. L. und L. J. DUCZEK (1996): Managing cereal diseases under reduced tillage. *Can. Jour. of Pl. Path.* 18, 159-167.
- BAILEY, K.L., MORTENSEN, K. und G.P. LAFOND (1992): Effects of tillage systems and crop rotations on root and foliar diseases of wheat, flax, an peas in Saskatchewan. *Can. J. Plant. Sci.* 72, 583-591.
- BALL, B.C. (1994): Experience with minimum and zero tillage in Scotland. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1994): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band I, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 15-24.
- BALL, B.C. und D.H.K. DAVIES (1997): Weed and pest control in various systems in Scotland. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1997): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band III, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 9-16.
- BALL, B.C., TEBRÜGGE, F., SARTORI, L., GONZÁLEZ, P. und J.V. GIRÁLDEZ (1998): Influence of no-tillage on physical, chemical and biological soil properties. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1998): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Final Report, Fachverlag Köhler, Gießen, 7-27.
- BARBERI, P. und B. LO CASCIO (2001): Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Research* 41(4), 325-340.
- BARTELS, G. (1999): Höhere Kosten bei Stoppelweizen. *Landwirtschaft ohne Pflug* 2, 13.
- BARTELS, G. (2003): Pflugloser Anbau braucht speziellen Pflanzenschutz. *Top Agrar* 4, 62-66.
- BARTELS, G. und B. RODEMANN (1998): Möglichkeiten der Bekämpfung von *Drechslera tritici-repentis* (Died). Shoem., dem Erreger der Blattfleckenkrankheit an Weizen nach pflugloser Bestellung, Mitteilung aus der Biologischen Bundesanstalt 357, 87-88.
- BÄUMLER, W. (1999): Feldmäuse und Bodenbearbeitung. *Landwirtschaft ohne Pflug* 1, 8-11.
- BECK, R. und J. LEPSCHY (2000): Ergebnisse aus dem Fusarium-Monitoring 1989-1999 – Einfluss der produktionstechnischen Faktoren Fruchtfolge und Bodenbearbeitung. In: Risiken durch Ährenparasiten *Fusarium graminearum* – Ergebnisse eines LPB Forschungsverbundes. Schriftenreihe der Bayrischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 3, 39-47.
- BECKER, C. (1997): Dauerhaft pfluglose Anbausysteme und Betriebsgröße – eine pflanzenbaulich-ökonomische Analyse. Dissertation an der GAU Göttingen.
- BECKER, C. und H.-J. KOCH (1997): Ertrag und Qualität von Winterweizen, Triticale und Körnerleguminosen nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Großflächen verschiedener Standorte. *Pflanzenbauwissenschaften* 1(4), 183-191.
- BISCHOFF, J. (2002): Weizen ohne Pflug. *Neue Landwirtschaft* 8, 26-28.
- BISCHOFF, J. (2004): Präzise und sparsam- Auch bei Feinsämereien bestätigen sich die Vorteile konservierender Verfahren. *Neue Landwirtschaft* 7, 48-50.

- BISCHOFF, J. und R. RICHTER (2002): Pfluglose Bodenbearbeitung – Praktiken und Wirtschaftlichkeit. Bernburger Agrarberichte 1, 27-30.
- BISCHOFF, J. und R. RICHTER (2004): Pflugverzicht verlangt vielfältige Fruchtfolgen. Neue Landwirtschaft 3, 40-42.
- BOCKMANN, H. (1976): Ertragsleistung und Ertragssicherheit von Weizen nach verschiedenen Vorfrüchten. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 28, 1-4.
- BOCKMANN, H. und H. MIELKE (1983): Bedeutung der Fruchtfolge für die Höhe der Weizenerträge. Kali-Briefe (Büntehof) 16(8), 439-449.
- BOGUSLAWSKI VON, E. (1981): Ackerbau – Grundlagen der Pflanzenproduktion. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 383-403.
- BOGUSLAWSKI VON, E. und J. DEBRUCK (1977): Strohdüngung und Bodenfruchtbarkeit. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 31-42.
- BÖHRNSEN, A. (1997): Untersuchungen zur Direktsaat von Winterraps und Winterweizen nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung der Vorfruchtreste. Dissertation an der JLU Giessen.
- BOISGONTIER, D., BARTHÉLÉMY, P. und L. LESCAR (1994): Feasibility of minimum tillage practice in France. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1994): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band I, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 81-92.
- BOISGONTIER, D., BARTHÉLÉMY, P., BORDES, J.P. und L. LESCAR (1995): Criteria for choosing implements for minimum tillage practice. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1995): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band II, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 143-151.
- BRANDT, S.A. (1992): Zero vs. Conventional tillage and their effects on crop yield and soil moisture. Can. Jor. of Pl. Sci. 72(3), 679-688.
- BRÄUTIGAM, V. (1993): Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungssysteme auf Halmbasiskrankheiten des Getreides, die Unkrautentwicklung und -bekämpfung. Dissertation an der JLU Giessen, 121-161.
- BRÄUTIGAM, V. (1994): Einfluß verschiedener Bodenbearbeitungssysteme auf Halmbasiskrankheiten des Getreides und die Unkrautentwicklung. In: TEBRÜGGE, F. und M. DREIER (Hrsg.) (1994): Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen hinsichtlich ihrer Arbeitseffekte und deren langfristige Auswirkungen auf den Boden. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 225-232.
- BRINKMANN, T. (1943): Das Fruchtfolgebild des deutschen Ackerbaus. In: CHUDOWA, F. (Hrsg.) (1943): Kriegsvorträge der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Heft 74, 1-28.
- BRUNOTTE, J. und M. WAGNER (2001): Bodenschonung und Kosteneinsparung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt, Schriftenreihe 398, 38-47.
- BUCHNER, W. (2001): Möglichkeiten zur Verbesserung des Bodengefüges durch fruchtfolgetechnische Anbaumaßnahmen. In: BRÜMMER, G. (2001) (Hrsg.): Schadverdichtungen in Ackerböden. Tagungsband der 14. Wissenschaftlichen Fachtagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, 125-135.



- BUCHNER, W. und K. KÖLLER (1990): Integrierte Bodenbearbeitung. Ulmer Verlag, Stuttgart, 20-32.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMVEL) (2003): Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2003. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMVEL) (2005): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2005. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- CADY, F. B. (1991): Experimental-design and data management of rotation experiments. *Agr. Jour.* 83(1), 50-56.
- CAMPBELL, C. A., READ, D. W. L., ZENTNER, R. P., LEYSHON, A. J. und W. S. FERGUSON (1983): First 12 years of a long-term crop rotation study in southwestern Saskatchewan - yields and quality of grain. *Can. J. Plant. Sci.* 63, 91-108.
- CARTER, M. R. (1994): A review of conservation tillage strategies for humid temperature regions. *Soil Till. Res.* 31(4), 289-301.
- CHAUDHRY, M.A. und J.C. BAKER (1988): Barley seeding establishment by direct drilling in a wet soil. *Soil Till. Res.* 11(1), 43-61.
- CHERVET, A., HOFER, P. und W. STURNY (2003): Direktsaat auf der Dauerbeobachtungsparzelle „Oberacker“- Bodenleben profitiert von Direktsaat. *Landwirtschaft ohne Pflug* 4, 22-26.
- CHRISTEN, O. (1990): Ertragsbildung, Ertragsstruktur und Fußkrankheitsbefall in Abhängigkeit von Vorrfruchtombinationen und variiertes Produktionstechnik. Dissertation an der CAU Kiel.
- CHRISTEN, O. (1997): Untersuchungen zur Anbautechnik nach unterschiedlichen Vorrfruchtombinationen. Habilitationsschrift an der CAU Kiel.
- CHRISTEN, O. (2001): Ertrag, Ertragsstruktur und Ertragsstabilität von Weizen, Gerste und Raps in unterschiedlichen Fruchtfolgen. *Pflanzenbauwissenschaften* 5(1), 33-39.
- CHRISTIAN, D.G. (1994): Experience with direct drilling cereals and reduced cultivation in England. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1994): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band I, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 25-32.
- CHRISTIAN, D. und N.L. CARRECK (1997): Strategies to control volunteer cereals in cereal rotations. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1996): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band III, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 31-42.
- CLEMENS, F.-J. (1988): Der Einfluss der Arbeitswirtschaft auf Anbauverhältnis und Fruchtfolgen in Ackerbaubetrieben unter veränderten Preis-/Kostenverhältnissen. Dissertation an der CAU Kiel.
- COCHRAN, W. G. (1939): Long-term agricultural experiment. *Jour. Roy. Stat. Soc.* 6(2), 104-148.

- COLBACH, N. und L. SAUR (1998): Influence of crop management on eyespot development and infection cycles of winter wheat. *Euro. Jour. of Pl. Path.* 104, 37-48.
- CZERATZKI, W. (1972): Die Ansprüche der Pflanze an den physikalischen Bodenzustand. *Landbauforschung Völkenrode* 1, 29-36.
- DACHLER, M. und A. KÖCHL (2003): Der Einfluss von Fruchtfolge, Vorfrucht, Stickstoffdüngung und Einarbeitung der Ernterückstände auf Ertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen und nachfolgender Sommergerste. *Die Bodenkultur* 54(1), 23-34.
- DAHM, U. (2000): Möglichkeiten zur Adaptierung nordamerikanischer Geräte für die konservierende Bodenbearbeitung in Mitteleuropa. Dissertation an der Universität Hohenheim.
- DAO, T.H. (1987): Sorption and mineralization of plant phenolic acids in soils. In: WALLER, D.R. (Hrsg.) (1987): *Allelochemicals: Rolls in agriculture und forestry*. ACS Symposium 330, 358-370.
- DEBRUCK, J. (2001): Wie weiter nach der Ernte. *Neue Landwirtschaft* 7, 39-41.
- DEECKE, U. und A. KRECECK (2002): Kostenreserven entdecken – Bessere Leistung und geringere Kosten. *DLG-Mitteilungen* 6, 13-15.
- DEERBERG, K.-H. und P. KLEINGARN (2003): Produktionseffizienz und Produktionskosten im Marktfruchtbau Schleswig-Holsteins – Datenmaterial und Auswertungsergebnisse aus der Beratung von Marktfruchtbetrieben 2000/01. In: *Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein* (Hrsg.) (2003): *Marktfruchtreport 2003*, 6-13.
- DERKSEN, D.A., ANDERSON, R.L., BLACKSHAW, R.E., und B. MAXWELL (2002): Weed Dynamics and Management Strategies for Cropping Systems in Northern Great Plains. *Agron. Jour.* 94(2), 174-185.
- DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT (DLG) (Hrsg.) (2004): Die neue Betriebszweigabrechnung. *DLG-Band 197*, 2. Aufl., DLG-Verlag Frankfurt, 35-43.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2006): Schriftliche Mitteilung.
- DIERCKS, R., BACHTHALER, G. und G. POMMER (1980): Langjährige Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolge- und Anbausysteme auf Ertrag und Schaderregerbefall von Winterweizen und Sommergerste. *Z. Ackerbau und Pflanzenbau* 149, 454-471.
- DIETSCH, A. und H. MILLER (1999): Mit Mulchsaat mehr Erfolg. *DLG-Mitteilungen* 7, 44-46.
- DÖLGER, D. und B. ILGEN (2004): Kein Schema F - Mulchsaat von Raps muss jedes Jahr angepasst werden. *Neue Landwirtschaft* 8, 38-41.
- DURST, L., KAHNT, G. und E. KÜBLER (1988): Vorfruchtwirkungen verschiedener Blattfrüchte auf Winterweizen und Einfluß von Anbaumaßnahmen. *J. Agron. and Crop Sci.* 160, 239-249.
- EICHHORN, H. (1994): Ergebnisse langjähriger Versuche mit reduzierten Bodenbearbeitungssystemen. *Landtechnikschrift Weihenstephan* 4, 57-74.
- EL TITI, A. (2003): Konzepte gegen Schadschnecken bei konservierender Bodenbearbeitung - Schnecken ackerbaulich vorbeugen. *Landwirtschaft ohne Pflug* 4, 15-19.

- EPPLIN, F.M., AL-SAKKAF, G.A. und T.F. PEPPER (1996): Impacts of alternative tillage methods for continuous wheat on grain yield and economics. *Jour. of Soil and Water Conserv.* 51(2), 394-399.
- FINCK, A. (1992): Dünger und Düngung. 2. Auflage, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 319-380.
- FISCHBECK, G., HANUS, H. und H. FRANKEN (1969): Systemwirkungen von Fruchtfolgen. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 129, 310-324.
- FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Ulmer Verlag, Stuttgart, 11-17.
- FRIEBE, B. und W. HENKE (1992): Regenwürmer und deren Abbauleistung bei abnehmender Bearbeitungsintensität. In: FRIEBE, B. (Hrsg.) (1992): Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 139-145.
- GARBE, V. (2001): Strategien zur Bekämpfung von Krankheiten in Pflanzenbausystemen mit konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat. In: LÜTKE ENTRUP, N. und F.-F. GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 58-59.
- GAWRONSKA-KULESZA, A. und W. ROSZAK (1988): Einfluß unterschiedlicher Monokulturen auf die Bodenfruchtbarkeit. In: Tag.-Ber. Fruchtfolgeforschung und Fruchtfolgegestaltung der Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR 261, Berlin, 37-46.
- GAYL, S. (2001): Arbeitskosten optimieren. *Neue Landwirtschaft* 9, 20-22.
- GLEN, D.M. (2002): Biologie und Kontrolle von Schnecken im Raps. Skript zum Vortrag einer Fachtagung des Rapoolringes in Melle, 2/2002.
- GLEN, D.M., WILTSHIRE, C.W., WALKER, A.J., WILSON, M.J. und P.R. SHEWRY (1996): Slug problems and control strategies in relation to crop rotation. *Asp. of Appl. Biol.* 47, 153-160.
- GODAN, D. (1979): Schadschnecken und ihre Bekämpfung. Ulmer Verlag, Stuttgart, 121-128
- GRAHAM, J.P., ELLIS, F.B., CHRISTIAN, D.G. und R.Q. CANNELL (1986): Effects of Straw Residues on the Establishment, Growth and Yield of Autumn-sown Cereals. *Jour. Agric. Eng. Res.* 33(1), 39-49.
- GRETHE, H., HÄGER, A. und D. KIRSCHKE (2005): Aspekte der Agrarpolitik 2004. *Agrarwirtschaft* 54(1), 1-13.
- GUTTERIDGE, R.J. und D. HORNBY (2003): Effects of sowing date and volunteers on the infectivity of soil infested with *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and on take-all disease in successive crops of winter wheat. *Ann. of App. Biol.* 143(3), 275-282.
- HAO, X., CHANG, C., CONNER, R.L. und P. BERGEN (2001): Effect of minimum tillage and crop sequence on crop yield and quality under irrigation in a southern Alberta clay loam soil. *Soil Till. Res.* 59(1-2), 45-55.
- HARRACH, T. und U. RICHTER (1994): Einfluss langjährig differenzierter Bodenbearbeitungssysteme auf die Durchwurzelbarkeit des Bodens und die Stickstoffverlagerung mit dem Sickerwasser. In: TEBRÜGGE, F. und M. DREIER (Hrsg.) (1994): Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen hinsichtlich ihrer Arbeitseffekte und deren langfristigen Auswirkungen auf den Boden, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 129-176.

- HEINRICH, J. (2002): Lösungsansätze der Bewirtschaftung bei unterschiedlichen Betriebsstrukturen. *Neue Landwirtschaft* 3, 22-24.
- HEITEFUSS, R. (2000): Pflanzenschutz – Grundlagen der praktischen Phytomedizin, 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 69-70.
- HEITEFUSS, R., KÖNIG, K., OBST, A. und M. RESCHKE (2000): Pflanzenkrankheiten und Schädlinge im Ackerbau, DLG- Verlag, Frankfurt, 16-17.
- HEIßENHUBER, A. (2005): Landbewirtschaftung morgen – Visionen für 2015. In: *KTBL-Schrift Landwirtschaft – Visionen 2015* 438, 18-32.
- HEIßENHUBER, A., HOFFMANN, H. und G. BAUHUBER (2005): Allgemeine Entwicklung – Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen. *Jahrbuch Agrartechnik* 2005, 13-17.
- HEIßENHUBER, A., LIPPERT, C. und R. BIRNER (2004): Konsequente Liberalisierung versus Förderung einer multifunktionalen Landwirtschaft durch Agrarstützung – Ein Vergleich der beiden agrarpolitischen Ansätze. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V.* 39, 303-311.
- HELMERS, G.A., YAMOAHA, C.F. und G.E. VARVEL (2001): Separating the Impacts of Crop Diversification and Rotations on Risk, *Agron. Jor.* 93(6), 1337-1340.
- HÈNIN, R. (2005): Le cout indicatif des facons culturales. *La France agricole* 4, 46-49.
- HENNE, U. (2006): Bodenbearbeitung- Entscheidungskriterien aus Sicht der Beratung. Vortrag im Rahmen der DLG Wintertagung „Zukunftsstandort Deutschland- Strategien für die Landwirtschaft“ am 12.1.2006 in Berlin.
- HENNING, C., HENNINGSSEN, A., STRUVE, C. und J. MÜLLER-SCHEEBEL (2005): Agrarreform ohne Ende? *Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel*, Heft 104, 25-32.
- HENTSCHEL, B. (2000): Den Deckungsbeitrag vom Thron gestürzt? *Neue Landwirtschaft* 10, 23-25.
- HENZE, A. und J. ZEDDIES (2007): Flächenpotenziale für die Erzeugung von Energiepflanzen der Landwirtschaft und der Europäischen Union, *Agrarwirtschaft* 56 (5/6), 255-263.
- HERMAN, M. (1988): Der Einfluß der Fruchtfolge auf den Befall des Winterweizens mit Fußkrankheiten. In: *Tag.-Ber. Fruchtfolgeforschung und Fruchtfolgegestaltung der Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR* 261, Berlin, 265-270.
- HEYLAND, K.-U. (1988): Systemwirkungen von Fruchtfolgen und Monokulturen auf dem Diekopshof. In: *Tag.-Ber. Fruchtfolgeforschung und Fruchtfolgegestaltung der Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR* 261, Berlin, 47-56.
- HEYLAND, K.U. und J. KÜHNHOLD (1984): Fußkrankheitsbefall und dessen Einfluß auf die Ertragsbildung von Winterweizen in extremen Getreidefruchtfolgen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 91(4), 354-370.
- HOFFMANN, G.M. und H. SCHMUTTERER (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Ulmer Verlag, Stuttgart, 31-156.
- HOLLAND, J.M. (2004): The environmental consequences of Adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103,1-25.

- HOLLAND, J.M., FRAMPTON, G.K., CILGI, T. und S.D. WRATTEN (1994): Arable acronyms analysed – a review of integrated arable farming systems research in Western Europe. *Ann. appl. Biol.* 125, 399-438.
- HOLLMANN, F. (2003): Ökonomische Beurteilung pflugloser Bestellverfahren im nationalen und internationalen Maßstab. In: ARTMANN und BOCKISCH (Hrsg.) (2003): Nachhaltige Bodennutzung – Aus technischer, pflanzenbaulicher, ökologischer und ökonomischer Sicht. Tagungsband zum Fachsymposium am 16.10.2003, 97-101.
- HÖLZMANN, H.J. (2001): Rechnen sich erweiterte Fruchtfolgesysteme mit konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat?. In: LÜTKE ENTRUP und GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 193-208.
- HÖLZMANN, H.J. (2005): Rheinischer Ackerbau ohne Zukunft? *LZ* 26, 26-31.
- HONERMEIER, B. und M. GAUDCHAU (2004): Analyse und Bewertung der Vorfruchtwirkung von Winterraps. *UFOP Schriften* 25, 1-28.
- HORN, H., KÜHNLER, S. und C. WIERMANN (1997): Was leisten Bodenbewirtschaftungsverfahren in Lehm Böden für die Bodenstabilität? In: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) und Institut für Agrartechnik e.V. (ATB) (Hrsg.) (1997): Konservierende Bodenbearbeitung auf Lehm Böden. *Landbauforschung Völkenrode Sonderheft* 178, 43-52.
- HORSCH, M. (2006): Internationaler Standortvergleich – Strategien aus Sicht des Marktfruchtbaus und der Landtechnik. In: Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) e.V. (Hrsg.) (2006): *Zukunftsstandort Deutschland*, DLG-Verlag, Frankfurt, 85-96.
- HUTCHEON, J.A., ILES, D.R. und D.A. KENDALL (2001): Earthworm populations in conventional and integrated farming systems in the LIFE Project (SW England) in 1990 – 2000. *Ann. of Appl. Biol.* 139, 361- 372.
- HUTCHEON, J.A., STRIDE, C.D. und K.J. WRIGHT (1998): Manipulation of weed seedbanks in reduced tillage systems for sustainable weed control. *Aspects Appl. Biol.* 51, 249-254.
- ISERMEYER, F. (2005): Perspektiven für die Landwirtschaft 2005-2025. In: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) e.V (Hrsg.) (2005): *Mehr Markt für Landwirte*, DLG-Verlag, Frankfurt, 11-28.
- ISERMEYER, F. (2006): Agrarstandort Deutschland im internationalen Vergleich. Plenarvortrag am 12.01.2006 im Rahmen der DLG-Wintertage in Berlin.
- JANOSKY, J.S., YOUNG, D.L. und W.F. SCHILINGER (2002): Economics of Conservation Tillage in a Wheat-Fallow Rotation. *Agron. Jour.* 94(3), 527-531.
- JOHNSTON, A.E. und G.E.G. MATTINGLY (1976): Experiments on the continuous growth of arable crops at Rothamsted and Woburn experimental stations: Effects of treatments on crop yields and soil analyses and recent modifications in purpose and design. *Ann. agron.* 27(5-6), 927-956.
- JORDAN, V.W.L., HUTCHEON, J.A. und D.A. KENDALL (1997): Influences of cultivation practices on arable crop pests, diseases and weeds and their control requirements. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1997): *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries*. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band III, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Gießen, 43-50.

- JOSCHKO, M., ROGASIK, H. und J. BRUNOTTE (1997): Einfluss konservierender Bodenbearbeitung auf Bodentiere und Bodengefüge von Lehm Böden. In: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) und Institut für Agrartechnik e.V. (ATB) (Hrsg.) (1997): Konservierende Bodenbearbeitung auf Lehm Böden. Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 178, 69-82.
- JOSCHKO, M., AUGUSTIN, J., ROGASIK, H., WIRTH, S. und J. BRUNOTTE (2001): Aufgaben, Funktionen und Leistungen der Bodenlebewesen bei differenzierter Bodenbearbeitung. In: LÜTKE ENTRUP und GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 209-229.
- JOSSI, W., ZIHLMANN, U., VALENTA, A., SCHERRER, C., KREBS, H., DUBOIS, D. und P.M. FRIED (2002): Vielseitige Fruchtfolge fördert die Ertragsfähigkeit. *Agrarforschung* 9(3), 90-95.
- JUERGENS, L.A., YOUNG, D.L., SCHILLINGER, W.F. und H.R. HINMAN (2004): Economics of Alternative No-Till Spring Crop Rotations in Washington's Wheat-Fallow Region. *Agron. Jour.* 96(1), 164-158.
- KALK, W.-D. und K.-J. HÜLSBERGEN (1999): Dieselmotoren in der Pflanzenproduktion. *Landtechnik* 54(6), 332-333.
- KÄMPF, N. (1983): Fruchtfolge aktuell, 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- KATSVAIRO, T.W. und W.J. COX (2000): Economics of Cropping Systems Featuring Different Rotations, Tillage and Management. *Agron. Jour.* 92(3), 485-493.
- KLAPP, E. (1961): Versuche mit Feldsystemen. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* Band 113(3), 213-228.
- KLAPP, E. (1967): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaus. Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin, 301-315.
- KLINGENHAGEN, G. und J. FRAHM (2001): Unterschiedliche Anbauintensitäten und Fusariumbelastung. In: DEHNE, H.-W. (Hrsg.) (2001): Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Tagungsband der 13. Wissenschaftlichen Fachtagung: Fusariumbefall und Mykotoxinbelastung, 23-31.
- KLISCHAT, U. (2003): Kosten senken heißt die eigenen Kosten kennen – Vollkostenrechnung im Ackerbau. In: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein: Marktfruchtreport 2003, 14-17.
- KNAB, W. (1988): Auswirkungen wendender und nicht wendender Grundbodenbearbeitung auf die Verunkrautung in Abhängigkeit von der Fruchtfolge und der Unkrautbekämpfung. Dissertation an der Universität Hohenheim.
- KOCH, H.-J. (1990): Pflanzenbauliche Risiken und erosionsmindernde Wirkungen von Strohmulchdecken im Getreidebau. Dissertation an der GAU Göttingen.
- KOCH, H.-J. (1993): Einfluss der Strohzerkleinerung auf pflanzenbauliche Risiken von Strohmulchdecken. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landtechnik (KTBL) e.V. (Hrsg.) (1993): Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 20-24.

- KOCHS, H.J. (1978): Einfluß acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen auf den Fußkrankheitsbefall und die Ertragsbildung von Weizen in Abhängigkeit von der Vorfrucht. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 85(4), 257-274.
- KÖLLER, K.-H. (2003): Trends bei der Saat und Mineraldüngung. Landtechnik 58(6), 358-359.
- KÖLLER, K.H. und C. LINKE (2001): Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug, Wissenschaftliche Ergebnisse - Praktische Erfahrungen. 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- KÖNIG, H.-P., KOCH, H.-J. und B. MÄRLÄNDER (2005): Wirkung von langjährig differenzierter Bodenbearbeitung und N-Düngung auf N-Aufnahme und N-Bilanz einer Zuckerrüben-Wintergetreide-Fruchtfolge, Pflanzenbauwissenschaften 9(1), 19-28.
- KÖNNECKE, G. (1966): Fruchtfolgegestaltung unter den Bedingungen industriemäßiger Produktion. Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin Band 15, Heft 3, 3-23.
- KÖNNECKE, G. (1967): Fruchtfolgen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 60-87.
- KÖPKE, U. (1989): N<sub>2</sub>-Fixierung, Vorfruchtwirkung und Fruchtfolgegestaltung. Raps 7, 90-92.
- KORNMANN, M., SCHMIDT, W. und O. NITZSCHE (2004): Fruchtfolgegestaltung ist das Kernstück erfolgreicher konservierender Bodenbearbeitung. Neue Landwirtschaft 11, 36-38.
- KORSAETH, A., MÜLLER-BERGHÖFER, P., MOLLENHAUER, K., FISCHER, P., BACH, M. und H.-G. FREDE (1997): Zum Einfluß organischer Bodenbedeckung auf den lateralen Transport von Isoproturon auf der Bodenoberfläche. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 160, 519-523.
- KRAUTHAUSEN, H.-J., WEINERT, J., BAUERMANN, W. und G.A. WOLF (2003): Mehrjährige Erhebungen zum Vorkommen von Ährenfusarien und dem Mykotoxin Deoxynivalenol in Getreide aus Rheinland-Pfalz. Gesunde Pflanzen 55(5), 136-143.
- KREUZ, E. (1986): Reaktion des Winterweizens auf Fruchtfolgegestaltung und komplexe Anbauintensivierung auf Löß-Schwarzerde. Archiv Acker- und Pflanzenbau u. Bodenkunde 30, 317-323.
- KRUPINSKY, J.M., TANAKA, D.L., LARES, M.T. und S.D. MERRILL (2004): Leaf Spot Diseases of Barley and Spring Wheat as Influenced by Preceding Crops. Agron. Jour. 96(1), 259-266.
- KRUPINSKY, J.M., BAILEY, K.L., MCMULLEN, M.P., GOSSSEN, B.D. und T.K. TURKINGTON (2002): Managing Plant Disease Risk in Diversified Cropping Systems. Agron. Jour. 94(2), 198-209.
- KÜBLER VON, E. (1988): Wirkung enger und weiter Winterrapsfruchtfolgen. In: BAEUMER, K. (Hrsg.) (1988): Dauerversuche zur Lösung aktueller Probleme im Pflanzenbau. Ber. Ges. Pflanzenbauwiss. 1, 83-104.
- KUHLMANN, F. (2002): Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswissenschaft. 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 46-52.
- KUNDLER, P. (1989): Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 144-149.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL) (Hrsg.) (1993): Definition und Einordnung von Verfahren der Bodenbearbeitung und Bestellung. KTBL-Arbeitsblatt Nr. 0236.

- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V.(KTBL) (Hrsg.) (2002): KTBL Datensammlung 2002/03.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL) (Hrsg.) (2004): KTBL Datensammlung 2004/05.
- KUS, J. (1988): Der Einfluss langjährig differenzierter Fruchtfolgen auf die Getreideerträge und die Bodenfruchtbarkeit im Fruchtfolgeversuch Garbow. In: Tag.-Ber. Fruchtfolgeforschung und Fruchtfolgegestaltung der Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR 261, Berlin, 123-128.
- LAFOND, G. (2005): No till on Canadian Prairies: Past, Present, Future. Vortrag zur Jahrestagung der Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung, Braunschweig, 25.1.2005.
- LAFOND, G.P., MAY, W.E., STEVENSON, F.C. und D.A. DERKSEN (2005): Effects of tillage systems and rotations on crop production for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies. Soil Till. Res. im Druck, online verfügbar [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- LEZOVIC, P. (1998): Beitrag zur Methodik der Dauerfeldversuche. Dissertation an der MLU Halle-Wittenberg. Herbert Utz Verlag GmbH, München.
- LICKFETT, T. (1997): Nitratproblem nach Winterraps vermeiden. Raps 4, 167-169.
- LIEBMAN, M. und A.S. DAVIS (2000): Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. Weed Research 40(1), 27-47.
- LINKE, C. (1995): Direktsaat – eine Bestandesaufnahme unter besonderer Berücksichtigung technischer, agronomischer und ökonomischer Aspekte. Dissertation an der Universität Hohenheim.
- LINKE, C. (1998): Was tun mit dem Stroh? DLG-Mitteilungen 7, 30-32.
- LIU, S. und M.D. DUFFY (1996): Tillage Systems and Profitability: An Economic Analysis of the Iowa MAX Program. Jour. of Prod. Agri. 9(4), 522-527.
- LÜTKE ENTRUP, N. (2005): Verändern aktuelle politische Rahmenbedingungen die pflanzenbauliche Produktionstechnik und Anbaustrategien? Tagungsunterlagen zur Fachtagung des Deutschen Maiskomitees am 19.11.2005, 1-24.
- LÜTKE ENTRUP, N. und M. SCHNEIDER (2004): Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Systeme der Bodennutzung durch Fruchtfolgegestaltung und konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat. In: Texte des Umweltbundesamtes 35/04 (Hrsg.) (2004): Bodenschutz und landwirtschaftliche Bodennutzung – Umweltwirkungen am Beispiel der konservierenden Bodenbearbeitung, 7-54.
- LÜTKE ENTRUP, N. und G. STEMANN (2002): Schneckenkontrolle in Rapsfruchtfolgen. In: UFOP Praxisinformationen, 1-11.
- LÜTKE ENTRUP, N., GRÖBLINGHOFF, F.-F. und G. STEMANN (1993): Untersuchungen zur Effizienz von Gras-Untersaaten. Gesunde Pflanzen, 45(5), 178-182.
- LÜTKE ENTRUP, N., GRÖBLINGHOFF, F.-F., DASENBROOK, C. und G. STEMANN (2005): Pflanzengesundheit, Qualität und Mykotoxinbelastung von Winterweizen als Brotgetreide und Futtermittel in differenzierten Systemen der Bodenbewirtschaftung. Forschungsbericht des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest 16, 65-74.



- LÜTKE ENTRUP, N., SCHNEIDER, M., KIVELITZ, H. und G. STEMANN (2003): Sommersaaten lösen Probleme. DLG-Mitteilungen 3, 21-23.
- LÜTKE ENTRUP, N., SCHÜTTERT, R., KIVELITZ, H. und F.-F. GRÖBLINGHOFF (2001): Langzeitwirkungen integrierter Pflanzenbausysteme bei praxisgerechter Bewirtschaftung sowie ökologischer und ökonomischer Bewertung. Forschungsbericht des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest Nr. 10, 144-148.
- MAIDL, F.X. (1989): Einfluß landwirtschaftlicher Anbausysteme auf Größe und Verminderung des Nitrateintrags in tiefere Bodenschichten. Kali-Briefe (Büntehof) 19 (9), 649-662.
- MAIDL, F.X., HAUNZ, F.X., PANSE, A. und G. FISCHBECK (1996): Transfer of Grain Legume Nitrogen within a Crop Rotation Containing Winter Wheat and Winter Barley. J. Agronomy and Crop Science 176, 47-57.
- MAIDL, F.X., SUCKERT, J., FUNK, R. und G. FISCHBECK (1991): Standorterhebungen zur Stickstoffdynamik nach Anbau von Körnerleguminosen. J. Agronomy and Crop Science 167, 259-268.
- MAIDL, F.X., MÜLLER, R., DENNERT, J., HUTTERER, W. und G. FISCHBECK (1988): Wirkung differenzierter Bodenbearbeitung auf die Ertragsbildung von Getreide – dargestellt an einem langjährigen Dauerversuch. In: BAEUMER, K. (Hrsg.) (1988): Dauerversuche zur Lösung aktueller Probleme im Pflanzenbau. Ber. Ges. Pflanzenbauwiss. 1, Wissenschaftsverlag Vauk Kiel, 167-182.
- MELANDER, B. (1998): A review of the major experiences with weeds in non-inversion tillage within the European Economic Community (EEC). In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1998): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Final Report, Fachverlag Köhler, Gießen, 63-68.
- MELANDER, B., TEBRÜGGE, F., CARVALHO M., LESCAR, L. und P. VIAUX (1998): Agronomical and economic aspects. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1998): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Final Report, Fachverlag Köhler, Gießen, 75-77.
- MELE, P.M. und M.R. CARTER (1999): Impact of crop management factors in conservation tillage farming on earthworm density, age structure and species abundance in south-eastern Australia. Soil Till. Res. 50(1), 1-10.
- METZ, R. (2002): Die Ursachen von Schaderregern nachhaltig beseitigen. Neue Landwirtschaft 6, 40-42.
- METZ, R., HOFFMANN, H., VOGES, M., HÜBNER, W. und F. ELLMER (1988): Methoden und Ergebnisse zur Quantifizierung von Fruchtfolgewirkungen. In: Tag.-Ber. Fruchtfolgeforschung und Fruchtfolgegestaltung der Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR 261, Berlin, 243-250.
- METZNER, C. (1982): Einfluß von Ernterückständen im Saatbett auf die Sätechnik bei Getreide. Dissertation an der FWU Bonn.
- MILLER, P.R., GAN, Y., MCCONKEY, B.G. und C.L. MCDONALD (2003): Pulse Crops for the Northern Great Plains: II. Cropping Sequence Effects on Cereal, Oilseed, and Pulse Crops. Agron. Jour. 95(4), 980-986.

- MISRA, A.K., DANIEL, H., TILL, R. und G.J. BLAIR (1999): Effect of long term crop rotations and rewetting of soil on stability. *Soil Use and Management* 15(4), 254-255.
- MOHR, R., DÖLGER D. und T. TÖNNISEN (2001): Termingerechtheit in den Boden. *DLG-Mitteilungen* 12, 38-40.
- MÜNCH, T. (2003): Anpassungsstrategien für Marktfruchtunternehmen an zukünftige externe und interne Rahmenbedingungen am Beispiel der sächsischen Marktfruchtunternehmen. Dissertation an der MLU Halle-Wittenberg.
- NIEMANN, P. (2001): Resistenzprobleme bei Unkräutern und Ungräsern – Ist Situation und Lösungsansätze bei pfluglosen Pflanzenbausystemen. In: LÜTKE ENTRUP, N. und F.-F. GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): *Bodenbewirtschaftung im Umbruch*, 45-58.
- NIEMANN, P. (2002): Eliminierung von Ausfallweizen durch Formen der Stoppelbearbeitung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII*, 625-632.
- NIX, J. (1990): *Farm Management Pocketbook*. 20. Auflage, London.
- OBST, A. und V.H. PAUL (1993): *Krankheiten und Schädlinge des Getreides*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, 16-21.
- ODENING, M. (2000): Anpassungsstrategien für Agrarunternehmen. *Neue Landwirtschaft* 2, 14-16.
- ODÖRFER, A. (1996): Auswirkungen einer Extensivierung des Weizenanbaus auf das Auftreten und die Schadrelevanz von Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten. Dissertation an der TU München.
- OERKE, W.-C., MEIER, A., LIENEMANN, K., MEYER, G., MUTHOMI, J., SCHADE-SCHÜTZ, A., STEINER, U. und H.-W. DEHNE (2001): Auftreten und Bekämpfung von Fusarium-Arten im Rheinland. In: DEHNE, H.-W. (Hrsg.) (2001): *Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrichs-Wilhelms-Universität, Tagungsband der 13. Wissenschaftlichen Fachtagung: Fusariumbefall und Mykotoxinbelastung*, 32-44.
- OLSON, K.R., LANG, J.M. und S.A. EBELHAR (2005): Soil organic carbon changes after 12 years of no-tillage and tillage of Grantsburg soils in southern Illinois. *Soil Till. Res.* 81(2), 217-225.
- PAHL, H. (1996): Betriebswirtschaftliche Aspekte. In: BRINKMANN, J. und H. ABEL (Hrsg.) (1996): *Potenziale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland*, 17-34.
- PALLUT, B. (1999): Einfluß von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidanwendung auf die Konkurrenz von Unkräutern in Wintergetreide. *Gesunde Pflanzen*, 51(4), 109-120.
- PALLUT, B. (2003): Grenzen des Systems. *DLG-Mitteilungen* 1, 44.
- PALLUT, B. und A. BENNEWITZ (1996): Einfluß von pflugloser Bodenbearbeitung auf die Verunkrautung und den Ertrag von Wintergetreide. *Zeitschrift Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft 15*, 325-332.
- PARSCH, L.D., KEISLING, T.C., SAUER, P.A., OLIVER, L.R. und N.S. CRABTREE (2001): Economic Analysis of Conservation and Conventional Tillage Cropping Systems on Clayey Soil in Eastern Arkansas. *Agron. Jour.* 93(6), 1296-1304.
- PATTERSON, H.D. (1953): The analysis of the results of a rotation experiment on the use of straw and fertilizers. *Jour. Agric. Sci. Cambridge* 43, 30-39.

- PATTERSON, H.D. (1964): Theory of cyclic rotation experiments with discussion. *Jour. Roy. Stat. Soc.* 26, 1-45.
- PATTERSON, D.E., CHAMEN, W.C.T. und C.D. RICHARDSON (1980): Long-term Experiments with tillage Systems to improve the Economy of Cultivations for Cereals. *Jour. of Agric. Engng. Res.* 25, 1-35.
- PEARCE, D.A. (1986): Some general principles of crop rotation experiments. *Experimental Agriculture* 22, 187-198.
- PECHER, A. (1996): Wirkung der Strohdüngung in Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Getreideanteil in einem 20-jährigem Dauerversuch auf Tieflehm-Fahlerde. Dissertation an der HU Berlin.
- PEKRUN, C. und W. CLAUPEIN (1998): Forschung zur reduzierten Bodenbearbeitung in Mitteleuropa: eine Literaturübersicht. *Pflanzenbauwissenschaften* 2(4), 160-175.
- PETERSEN, J. (2001): Nacktschnecken und ihre Bekämpfung. *Zuckerrübe* 2, 94-95.
- PETERSEN, V. (2003): Agrarpolitische Neuorientierung der europäischen Union – Konsequenzen für die Wettbewerbsstellung des Anbau von Öl- und Proteinpflanzen. Studie im Auftrag der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP). [www.ufop.de/downloads/petersenstudie\\_010304\(1\).pdf](http://www.ufop.de/downloads/petersenstudie_010304(1).pdf)
- PETERSEN, V. (2004): Die Wettbewerbsposition der großen Kulturen des Ackerbaus. *Neue Landwirtschaft* 12, 16-20.
- PIKUL, J.L., CARPENTER-BOGGS, L., VIGIL, M., SCHUMACHER, T.E., LINDSTROM, M.J. und W.E. RIEDELL (2001): Crop yield and soil condition under ridge chisel-plow tillage in the northern Corn Belt, USA. *Soil Till. Res.* 60(1-2), 21-33.
- PLESSMANN, F. (2001): Vergleichende Produktionskostenanalyse des Marktfruchtbaus in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung unterschiedlicher Methoden der Effizienzanalyse aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Dissertation an der CAU Kiel.
- PLESSMANN, F., EBMEYER, C. und K. GÖRG (2005): International farm comparison network oilseed report 2005. Zwischenbericht UFOP- Forschungsprojekt, 14-26.
- POLEGI, J. (2000): Rotations. In: *Prairie Agricultural Machinery Institute Canada (PAMI) (Hrsg.) (2000): Direct Seeding Manual*, 8-18.
- POMMER, G., BECK, T. und H. BORCHERT (1989): 15-jähriger Vergleich von Daueranbau und Fruchtwechsel bei Winterweizen – Auswirkungen auf Ertrag, Ertragsbildung, Wurzelwachstum, Krankheitsbefall und Merkmale der Bodenfruchtbarkeit. *Kali-Briefe (Büntehof)* 19 (9), 663-675.
- PÖßNECK, J. und C. WALLBAUM (2001): Agenda contra Fruchtfolge. *Neue Landwirtschaft* 1, 30-31.
- PREW, R. D., BEANE, J., CARTER, N., CHURCH, B. M., DEWAR, A. M., LACEY, J., PENNY, A., PLUMB, R. T., THORNE, G. N. und A. D. TODD (1986): Some factors affecting the growth and yield of winter wheat grown as a third cereal with much or negligible take-all. *J. agric. Sci.* 107, 639-671.

- PRINGAS, C. (2005): Reduzierte Bodenbearbeitungsintensität in einer Zuckerrüben-Winterweizen-Winterweizen-Fruchtfolge – Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Dissertation an der GAU Göttingen, Cuvillier Verlag Göttingen.
- PRINGAS, C., MILLER, H. und H.-J. KOCH (2001): Einfluß der Bodenbearbeitung auf Ertrag und Ertragskomponenten von Rüben- und Stoppelweizen. In: MAIDL, F.-X. und W. DIEPENBROCK (2001) (Hrsg.): Mitt. Ges. Pflanzenbauwissenschaften 13, 230-231.
- REICH, J. und J. WURLITZER (2004): Anwendungsumfang der Grundbodenbearbeitung mit und ohne Pflug in Thüringen. Neue Landwirtschaft 11, 39-42.
- REISCH, E. und J. ZEDDIES (1983): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre Band 2: Spezieller Teil. Ulmer Verlag, Stuttgart, 129-138.
- RICHTER, R. (2003): Leguminosen sollten ihren Stammplatz in der Fruchtfolge behalten. Neue Landwirtschaft 4, 44-45.
- RIEDEL J. (2005): Koservierende Bodenbearbeitung – Rechnet sich das?. Vortrag im Rahmen der DLG Wintertagung „Mehr Markt für Landwirte“ in Münster/Westfalen am 12.1.2005
- RODEMANN, B. (2003): Möglichkeiten zur Nutzung von Resistenzen im aktuellen und zukünftigen Weizensortiment. In: SCHÄFER (Hrsg.) (2003): Tagungsband Weizenbetonte Fruchtfolgen – Probleme und Alternativen. Fachtagung an der Fachhochschule Südwestfalen, 16-25.
- RODEMANN, B. und G. BARTELS (2002): DTR – Blattdürre und partielle Taubähigkeit bei pflugloser Bodenbearbeitung – Spritzen allein reicht nicht. Landwirtschaft ohne Pflug 3, 11-16.
- ROSCHE, I. (1988): Allelopathische Wirkungen als Ursache von Verträglichkeitsbeziehungen. In: Tag.-Ber. Fruchtfolgenforschung und Fruchtfolgegestaltung der Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR 261, Berlin, 287-290.
- ROST, D., DIEZEL, H., DIPPMANN, L., DIETZSCH, A., HEINRICH, J., KOPPRASCH, S., SCHMIDT, A., WIESNER, F., HELZER, M., TILLACK, P. und E. SCHULZE (2001): Betriebswirtschaftliche Entscheidungen im Agrarunternehmen. Agrimedia-Verlag Bergen/Dumme, 51-68.
- RYDBERG, T. (1992): Ploughless tillage in Sweden. Results and experiences from 15 years of field trails. Soil Till. Res. 22(3-4), 253-264.
- SANDHÄGER, A. (2000): Wachsen mit Sommerungen. Praxisnah 1, S.4-5.
- SCHÄFER, B.C. (2003): Probleme und Risiken von wintergetreide- und/oder weizenbetonten Anbaufolgen. In: SCHÄFER (Hrsg.) (2003): Tagungsband Weizenbetonte Fruchtfolgen – Probleme und Alternativen. Fachtagung an der Fachhochschule Südwestfalen, 2-15.
- SCHÄFER, B.C. und G. STEMANN (2004): Schriftliche Mitteilung.
- SCHEUERLEIN, A. (1997): Finanzmanagement für Landwirte: Beispiele, Anwendungen, Beurteilungen. BLV Verlagsgesellschaft München, 57-84.
- SCHIPPERS, B.A., BAKKER W. und P.H.A.M. BAKKER (1987): Interactions of deleterious beneficial rhizosphere microorganisms an their effect of cropping practices. Ann. Rev. Phytopathol. 25, 339-358.

- SCHLÜTER, K. (2002): Vergleich von Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungssystemen im schleswig-holsteinischen Ackerbau am Versuchsstandort Ostfeld der FH Kiel. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt, 31-42.
- SCHMIDT, W., NITZSCHE, O., KRÜCK, S. und B. ENGELMANN (2001): Fruchtfolgesysteme für pfluglose Anbauverfahren entwickeln und gestalten. In: LÜTKE ENTRUP, N. und F.-F. GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 141-158.
- SCHNEIDER, M., LÜTKE ENTRUP, N. und G. STEMANN (2005): Tricks und Kniffe für pfluglose Fruchtfolgen. Top agrar 12, 48-52.
- SCHÖN, H. (1994): Ackerbau unter verstärktem Kostendruck – Neue Techniken und Verfahren. Landtechnikschrift Weihenstephan 4, 9-19.
- SCHÖNBECK, F. (1956): Untersuchungen über Vorkommen und Bedeutung von Hemmstoffen in Getreiderückständen innerhalb der Fruchtfolge. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 63, 513-545.
- SCHÖNHAMMER, A. (1988): Fruchtfolgeabhängige Differenzierung der Durchwurzelung und ihre Bedeutung für Nährstoffaufnahme und Bodenstruktur. In: BAEUMER, K. (Hrsg.) (1988): Dauerversuche zur Lösung aktueller Probleme im Pflanzenbau. Ber. Ges. Pflanzenbauwiss. 1, 126-149.
- SCHÖNHAMMER, A. und G. FISCHBECK (1987): Untersuchungen an getreidereichen Fruchtfolgen und Getreidemonokulturen. II. Die Veränderungen an Sproß und Wurzel. Bayr. Landw. Jahrbuch 64, 293-307.
- SCHRÖDER, H. (2003): Extensivierung im Marktfruchtbau unter Berücksichtigung der Fruchtfolge – Ergebnisse aus dem Anbausystemversuch in Futterkamp. In: Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2003): Marktfruchtreport 2003, 24-31.
- SCHROETTER, S. (1999): Einfluss konservierender Bodenbearbeitungsintensität auf Pflanzenentwicklung, Ertragsbildung und Verfahrensgestaltung. In: SEYFARTH, W., JOSCHKO, M., ROGASIK, J., HÖHN, W., AUGUSTIN, J. und S. SCHROETTER (Hrsg.) (1999): Bodenökologische und pflanzenbauliche Effekte konservierender Bodenbearbeitung auf sandigen Böden. ZALF-Bericht 39, 62-65.
- SCHUHMAN, P., MICHEL, V. und U. THAMM (2001): Bonus für die Nachfrucht – Vorfruchtwert der wichtigsten Fruchtfolgevorgänger für Winterraps und Winterweizen. Neue Landwirtschaft 11, 36-39.
- SEGGER, V. (2005): Die Folgen der jüngsten Agrarreform. In: Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) e.V. (Hrsg.) (2005): Mehr Markt für Landwirte. DLG- Verlag Frankfurt, 29-43.
- SEKERA, F. (1941): Was ist Bodengare? Die Phosphorsäure 10, 35-36.
- SHAH, N.H. und G.M. PAULSEN (2003): Interaction of drought and high temperature on photosynthesis and grain-filling of wheat. Plant and Soil 257, 219-226.
- SIELING, K. und H. HANUS (1988): Effekte progressiver Monokultur auf die Ertragsbildung von Weizen. In: BAEUMER, K. (Hrsg.) (1988): Dauerversuche zur Lösung aktueller Probleme im Pflanzenbau. Ber. Ges. Pflanzenbauwiss. 1, Wissenschaftsverlag Vauk Kiel, 54-66.

- SIEVERS, B. (2003): Raps gedeiht auch ohne Pflug. *Neue Landwirtschaft* 9, 32-34.
- SIEVERT, M. (1999): Aspekte des Pflanzenschutzes in Winterraps, Winterweizen und Wintergerste bei nichtwendender Bodenbearbeitung. Dissertation an der GAU Göttingen, Cuvillier Verlag Göttingen.
- SIJTSMA, C.H., CAMPBELL, A.J., MCLAUGHLIN, N.B. und M.R. CARTER (1998): Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale. *Soil and Tillage Research* 49(3), 223-231.
- SIMON, W. (1961): Zur Methodik der Fruchtfolgeforschung. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Math.-Nat.* 10(2/3), 369-376.
- SOANE, B.D. und B.C. BALL (1998): Review of management and conduct of long-term studies with special reference to a 25-yr experiment on barley in Scotland. *Soil and Till. Res.* 45(1-2), 17-37.
- SPANAKAKIS, A. (2003): Stand der Resistenzzüchtung gegen Fusarien bei Winterweizen. *Gesunde Pflanzen* 55(5), 144-150.
- SPOOR, G. (1994): Machinery experiences with direct drilling in the United Kingdom. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1998): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Band I, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, 9-14.
- SPOOR, G., BÖHRNSEN, A., BOISGONTIER, D., GONZALEZ, P., LORRE, M., RASMUSSEN, K.J., SANDRI, R. und C.A. TASATSARELIS (1998): Not till drills and straw management. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1998): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 Final Report, Fachverlag Köhler, Gießen, 71-74.
- SPRENGER, B. (2004): Populationsdynamik von Ackerwildpflanzen im integrierten und organischen Anbausystem. Dissertation an der TU München.
- STAHL, H., SCHMIDT, W. und U. GIERKE (2001): Beratung zur guten fachlichen Praxis zum Schutze des Bodengefüges – Ansätze, Strategien, offene Fragen. In: BRÜMMER, W. (Hrsg.) (2001): Schadverdichtungen in Ackerböden. Tagungsband der 14. Wissenschaftlichen Fachtagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, 101-113.
- STEINBRENNER, K. (1988): Einfluß der Vorfrucht auf den Getreideertrag. In: Tag.-Ber. Fruchtfolgeforschung und Fruchtfolgegestaltung der Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR 261, Berlin, 181-188.
- STEINBRENNER, K. und U. OBENAUF (1986): Untersuchungen zum Einfluß der Vorfrucht und Vorvorfrucht auf den Ertrag der Wintergetreidearten und den Befall durch *Gaeumannomyces graminis*. *Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde*, 773-779.
- STEINBRENNER, K., GRABBERT, D., ROTH, R. und U. OBENAUF (1990): Fruchtfolgegestaltung – eine grundlegende Maßnahme des umweltbewussten Pflanzenschutzes. *Nachr.-Bl. Pflanzenschutz* 44(7), 139-141.
- STEINERT, K. (2004): Standortangepasste Bodenbearbeitung. *Landwirtschaft ohne Pflug* 1, 20-23.

- STEINHAUSER, H., LANGBEHN, C. und U. PETERS (1992): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre Allgemeiner Teil. 5. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart, 182-199.
- STEMANN, G. (2001): Pflanzenbausysteme für konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat entwickeln und verfahrenstechnisch gestalten. In: LÜTKE ENTRUP, N. und F.-F. GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 165-185.
- STEMANN, G. (2004a): Raps nach Weizen pfluglos bestellen. Top agrar 8, 40-41.
- STEMANN, G. (2004b): Raps nach Weizen und Weizen nach Mais pfluglos bestellen?. Vortrag im Rahmen der Fachveranstaltung „Bodenbewirtschaftung im Focus von Agrarpolitik, Umwelt und Ökonomie am 18.5.2004 in Marienmünster.
- STREIT, B., RIEGER, S.B., STAMP, P. und W. RICHTNER (2003): Weed populations in winter wheat as affected by crop sequence, intensity of tillage and time of herbicide application in a cool and humid climate. Weed Research 43(1), 20-32.
- STURNY, W.G. (1986): Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens auf lange Sicht unter dem Einfluss von Fruchtfolge, Düngung und Herbizideinsatz. Dissertation an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 64-75.
- STURNY, W.G. (1998): Direktsaat: Ein Anbausystem ohne Bodenbearbeitung. Agrarforschung 5 (05), 233-236
- SUHARJO, B. (1995): Biometrische Probleme der Auswertung von Dauerversuchen. Dissertation an der JLU Gießen.
- TANGERMANN, S. (2007): Bioenergie: Fragen über Fragen, Agrarwirtschaft 56 (5/6)
- TEBRÜGGE, F. (1994): Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen unter den Aspekten von Bodenschutz und Ökonomie. In: TEBRÜGGE, F. und M. DREIER (Hrsg.) (1994): Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen und deren langfristige Auswirkungen auf den Boden. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck Gießen, 5-16.
- TEBRÜGGE, F. (2001): Chancen und Risiken der Direktsaat aus landwirtschaftlicher und umweltbezogener Perspektive. In: LÜTKE ENTRUP, N. und F.F. GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 91-109.
- TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (1997): Crop yields and economic aspects of no tillage compared to plough tillage: results of long term soil tillagefield experiments in Germany. In: TEBRÜGGE, F. und A. BÖHRNSEN (Hrsg.) (1997): Experiences with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of EC-workshop on EC-concerted Action No. AIR 3-CT93-1464 ,Vol. 4, Fachverlag Köhler, Gießen, 25-43.
- TEBRÜGGE, F. und H. EICHHORN (1992): Die ökologischen und ökonomischen Aspekte von Bodenbearbeitungssystemen. In: FRIEBE, B. (Hrsg.) (1992): Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden, 7-20.
- TEBRÜGGE, F., GRIEBEL, J. und W. HENKE (1985): Bodenbearbeitung und Bestelltechnik heute energie-, arbeits-, kostensparend und bodenschonend. Landtechnik 40(2), 73-76.
- TEIWES, K. (1997): Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf Bodenleben und Bodengefüge. In: GEROWITT, B. und M. WILDENHAYN (Hrsg.) (1997): Ökologische und ökonomische Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau – Ergebnisse des Göttinger INTEX Projektes 1990-94, 61-90.

- TREMEL, S. (1999): Ökonomische Analyse integrierter Anbauverfahren. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 293-294.
- TURLEY, D.B., PHILLIPS, M.C., JOHNSON, P., JONES, A.E. und B.J. CHAMBERS (2003): Long-term straw management effects on yields of sequential wheat (*Triticum aestivum* L.) crops in clay and silty clay loam soils in England. *Soil Till. Res.* 71(1), 59-69.
- UNGER, P.W., MILLER, S.D. und O.R. JONES (1999): Weed seeds in long-term dryland tillage and cropping system plots. *Weed Research* 39(3), 219-223.
- UPPENKAMP, N. (2001): Technische Anforderungen und Kostenstrukturen in pfluglosen Pflanzenbausystemen. In: LÜTKE ENTRUP, N. und F.-F. GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 186-193.
- URI, N.D. (2000): An evaluation of the economic benefits and costs of conservation tillage. *Environmental Geology* 39(3-4), 238-248.
- VINTHER, F.P. und L. DAHLMANN-HANSEN (2005): Effects of ridging on crop performance and symbiotic N<sub>2</sub>-fixation of fababean (*Vicia faba* L.). *Soil Use and Manag.* 21(2), 205-211.
- VOß, M. (1997): Einfluß einer reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat auf das Auftreten von Ackerschnecken (Mollusca, Gastropoda), die Verunkrautung sowie den Befall mit der Wurzelhals- und Stengelfäule (*Phoma lingam*) in Winterraps. Dissertation an der GAU Göttingen, Cuvillier Verlag Göttingen.
- VOSSHENRICH, H.H. (2001a): Strohmanagement – Die Wirkungen von Stroh im Saatbett. *Innovation* 3, 13-15.
- VOSSHENRICH, H.H. (2001b): Strohmanagement in pfluglosen Anbausystemen. In: LÜTKE ENTRUP, N. und F.-F. GRÖBLINGHOFF (Hrsg.) (2001): Bodenbewirtschaftung im Umbruch, 31-44.
- VOSSHENRICH, H.-H. und S.-M. WILLERT (1993): Frässaat ohne Bodenlockerung im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitungs- und Bestelltechnik in Schleswig-Holstein. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) e.V. (Hrsg.) (1993): Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 90-101.
- WALLBAUM, C. und A. SCHAERFF (2000): Reserven aufdecken und nutzen. *Neue Landwirtschaft* 5, 20-23.
- WEI, W., ALLDREDGE, J.R., DOUGLAS, L.Y. und F.L. YOUNG (2001): Downsizing an Integrated Crop Management Field Study Affects Economic and Biological Results. *Agron. Jour.* 93(2), 412-417.
- WICHMANN, S. (2004): Ertragsleistung, Futterqualitätsentwicklung, N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung und Vorfruchtwirkung von verschiedenen Körnerleguminosenarten in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. Dissertation an der CAU Kiel.
- WIDDOWSON, F. V., PENNY, A., GUTTERIDGE, R. J., DARBY, R. J. und M. V. HEWITT (1985): Tests of amounts and times of application of nitrogen and of sequential sprays of aphicide and fungicides on winter wheat, following either beans or wheat, and the effects of take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*), on two varieties at Saxmundham, Suffolk 1980-3. *J. agric. Sci.* 105, 97-122.



- WILDENHAYN, M. und B. GEROWITT (1994): Überblick über die Anbausysteme. In: GEROWITT, B. und M. WILDENHAYN (1994) (Hrsg.): Ökologische und ökonomische Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau – Ergebnisse des Göttinger INTEX-Projekts 1990-1994, 13-19.
- WILHELM, W.W. und C.S. WORTMANN (2004): Tillage and Rotation Interactions for Corn and Soybean Grain Yield as Affected by Precipitation and Air Temperature. *Agron. Jour.* 96(2), 452-432.
- WINKELMANN, C. (1997): Ertragsbildung von Winterweizen in Abhängigkeit von Fruchtfolgestellung, Anbautechnik und Bodenunterschieden. Dissertation an der CAU Kiel.
- WÖRZ, M. (2005): Versuche zur Schneckenbekämpfung. *Landpost* 3, 37-39.
- YI, C., KAUL, H.-P., KÜBLER, E., SCHWADORF, K. und W. AUFHAMMER (2001): Head blight (*Fusarium graminearum*) and deosynivalenol concentration in winter wheat as affected by pre-crop, soil tillage and nitrogen fertilization. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 108(3), 217-230.
- YOUNG, D.L., KWON, T.-J. und F.L. YOUNG (1994): Profit and risk for integrated conservation farming systems in the Palouse. *Jour. Soil and Water Conserv.* 49, 601-606.
- ZADOKS, J.C. (1989): Comments on the research methodology for DFS. In: ZADOKS, J.C. (1989) (Hrsg.): *Development of farming systems*, Wageningen, 73-82.
- ZENTNER, R.P., SPRATT, E.D., REISDORF, H. und C.A. CAMPBELL (1987): Effect of crop rotation and N and P fertilizer on yields of spring wheat grown on a black chernozemic. *Can. L. Plant Sci.* 67, 965-972.
- ZENTNER, R.P., TESSIER, S., DYCK, F.B. und C.A. CAMPBELL (1991): Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan (Canada). *Soil Till. Res.* 21(3-4), 225-242.
- ZENTNER, R.P., LAFOND, G.P., DERKSEN, D.A., NAGY, C.N., WALL, D.D. und W.E. MAY (2004): Effect of tillage method and crop rotation on non-renewable energy use efficiency on a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies. *Soil Till. Res.* 77(2), 125-136.
- ZENTNER, R.P., WALL, D.D., NAGY, C.N., SMITH, E.G., YOUNG, D.L., MILLER, P.R., CAMPBELL, C.A., MCCONKEY, B.G., BRANDT, S.A., LAFOND, G.P., JOHNSTON, A.M. und D.A. DERKSEN (2002): Economics of Crop Diversification and Soil Tillage Opportunities in the Canadian Prairies. *Agron. Jour.* 94(2), 216-230.
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT (ZMP) (2003): Marktbericht Getreide-Ölsaaten-Futtermittel, 25 (33).
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT (ZMP) (2004): Marktbericht Getreide-Ölsaaten-Futtermittel, 26 (34).
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT (ZMP) (2005): Marktbericht Getreide-Ölsaaten-Futtermittel, 27 (34).

**8 Anhang**

**Versuchsplan Standort Soest**

<b>FF3 K</b> 2001: WW 2002: Ra 2003: WW 2004: AB	<b>FF 2 K</b> 2001: KE 2002: Ra 2003: WW 2004: WW	<b>FF1 P</b> 2001: WW 2002: WW 2003: WW 2004: Ra	<b>FF Frei</b> WW-Mono 66	<b>FF Frei</b> WW-Mono	<b>FF1 K</b> 2001: WW 2002: Ra 2003: WW 2004: WW	<b>FF4 K</b> 2001: WRo 2002: Ha 2003: WW 2004: WW	<b>FF2 K</b> 2001: WW 2002: KE 2003: Ra 2004: WW	<b>FF3 K</b> 2001: AB 2002: WW 2003: Ra 2004: WW	<b>FF 1 P</b> 2001: WW 2002: Ra 2003: WW 2004: WW	<b>FF1 P</b> 2001: WW 2002: WW 2003: Ra 2004: WW
99,5 m										
9m										
<b>FF 1 P</b> 2001: Ra 2002: WW 2003: WW 2004: WW	<b>FF1 K</b> 2001: Ra 2002: WW 2003: WW 2004: WW	<b>FF2 K</b> 2001: Ra 2002: WW 2003: WW 2004: KE	<b>FF3 K</b> 2001: Ra 2002: WW 2003: AB 2004: WW	<b>FF4 K</b> 2001: Ha 2002: WW 2003: WW 2004: WRo	<b>FF1 K</b> 2001: WW 2002: WW 2003: WW 2004: Ra	<b>FF4 K</b> 2001: WW 2002: WW 2003: WR 2004: Ha	<b>FF2 K</b> 2001: WW 2002: WW 2003: KE 2004: Ra	<b>FF 3 K</b> 2001: WW 2002: AB 2003: WW 2004: Ra	<b>FF1 K</b> 2001: WW 2002: WW 2003: RA 2004: WW	<b>FF4 K</b> 2001: WW 2002: WRo 2003: Ha 2004: WW
99,5 m										
462 m										

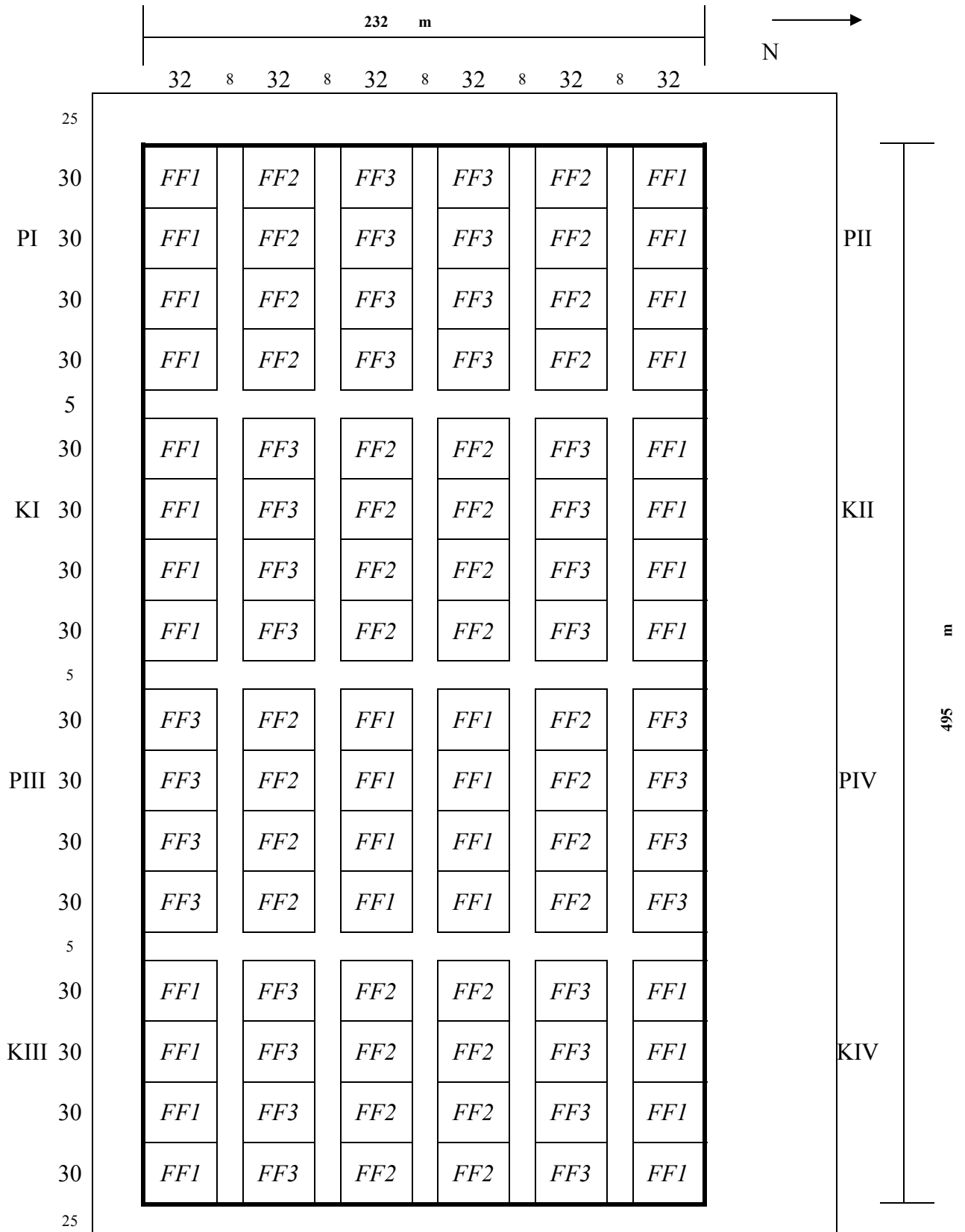
## Versuchsplan Standort Gülzow

1	Pflug	FF1	2001: Ra, 2002: WW, 2003: WW, 2004: WW
2		FF1	2001: WW, 2002: WW, 2003: WW, 2004: Ra
3		FF1	2001: WW, 2002: WW, 2003: Ra, 2004: WW
4		FF1	2001: WW, 2002: Ra, 2003: WW, 2004: WW
5	Konservierend	FF1	2001: Ra, 2002: WW, 2003: WW, 2004: WW
6		FF2	2001: Ra, 2002: WW, 2003: WW/ZF, 2004: Bl.-Lup.
7		FF3	2001: Ra, 2002: WW/ZF, 2003: Bl.-Lup., 2004: WW
8		FF4	2001: WW/ZF, 2002: WeW, 2003: WRo, 2004: Ha
9		FF1	2001: WW, 2002: WW, 2003: WW, 2004: Ra
10		FF2	2001: WW, 2002: WW/ZF, 2003: Bl.-Lup., 2004: Ra
11		FF3	2001: WW/ZF, 2002: Bl.-Lup., 2003: WW, 2004: Ra
12		FF4	2001: WeW, 2002: WRo, 2003: Ha, 2004: WW
13		FF1	2001: WW, 2002: WW, 2003: Ra, 2004: WW
14		FF2	2001: WW/ZF, 2002: Bl.Lup., 2003: Ra, 2004: WW
15		FF3	2001: Bl. Lup., 2002: WW, 2003: Ra, 2004: WW
16		FF4	2001: WRo, 2002: Ha, 2003: WW/ZF, 2004: WeW
17		FF1	2001: WW, 2002: Ra, 2003: WW, 2004: WW
18		FF2	2001: Bl.Lup., 2002: Ra, 2003: WW, 2004: WW
19		FF3	2001: WW, 2002: Ra, 2003: WW/ZF, 2004: Bl.-Lup.
20		FF4	2001: Ha, 2002: WW/ZF, 2003: WeW, 2004: WRo

150 m

640 m

**Versuchsplan Standort Freising**



### Versuchsplan Standort Braunschweig

1	DS	FF3	2001: KE, 2002: WW, 2003: Ra, 2004: WW
2	K	FF3	2001: KE, 2002: WW, 2003: Ra, 2004: WW
3	K	FF1	2001: Ra, 2002: WW, 2003: WW, 2004: WW
4	P	FF1	2001: Ra, 2002: WW, 2003: WW, 2004: WW
5	P	FF1	2001: Ra, 2002: WW, 2003: WW, 2004: WW
6	P	FF1	2001: WW, 2002: Ra, 2003: WW, 2004: WW
7	K	FF3	2001: Ra, 2002: WW, 2003: KE, 2004: WW
8	DS	FF3	2001: Ra, 2002: WW, 2003: KE, 2004: WW
9	DS	FF3	2001: WW, 2002: KE, 2003: WW, 2004: Ra
10	K	FF3	2001: WW, 2002: KE, 2003: WW, 2004: Ra
11	K	FF1	2001: WW, 2002: Ra, 2003: WW, 2004: WW
12	K	FF1	2001: WW, 2002: WW, 2003: WW, 2004: Ra
13	P	FF1	2001: WW, 2002: WW, 2003: Ra, 2004: WW
14	K	FF2	2001: WW, 2002: WW, 2003: WW, 2004: Ra
15	K	FF3	2001: WW, 2002: Ra, 2003: WW, 2004: KE
16	DS	FF4	2001: WW, 2002: Ra, 2003: WW, 2004: KE

480 m

150 m

### Maschinenkostenkalkulation Beispiel für den Standort Soest in einem 150 ha großen Modellbetrieb für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, Auswertungsjahr 2004/05

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegge 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
<b>Grundlagen</b>									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	10,30	11,30	0,00	6,50	0,00	15,10	0,80	2,60
Geräte	0,00	5,20	9,20	0,00	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>29,60</b>	<b>35,48</b>	<b>6,51</b>	<b>51,47</b>	<b>2,27</b>	<b>45,09</b>	<b>3,92</b>	<b>25,16</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	246,05
Kalkung	12,00
Mähdrusch	129,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	56,70
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>444,25</b>

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegge 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
<b>Grundlagen</b>									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	0,00	7,20	6,50	0,00	17,00	0,80	2,60
Geräte	0,00	0,00	0,00	3,50	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>14,12</b>	<b>15,00</b>	<b>17,18</b>	<b>51,47</b>	<b>2,27</b>	<b>46,98</b>	<b>3,92</b>	<b>25,16</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	222,65
Kalkung	12,00
Mähdrusch	114,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	52,20
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>401,35</b>

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,0	3300,00	200,00	2200,00	280,0,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,0	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,0	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper		10,30	5,60	7,20	6,50	0,00	17,00	0,80	2,60
Geräte		5,20	9,20	3,50	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>29,60</b>	<b>29,83</b>	<b>17,18</b>	<b>51,47</b>	<b>2,27</b>	<b>46,98</b>	<b>3,92</b>	<b>25,16</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	252,96
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	70,30
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>429,26</b>

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,5	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	10,30	5,60	7,20	6,50	0,00	17,00	0,80	2,60
Geräte	0,00	5,20	9,20	3,50	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>29,60</b>	<b>29,83</b>	<b>17,18</b>	<b>51,47</b>	<b>2,27</b>	<b>46,98</b>	<b>3,92</b>	<b>25,16</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	252,96
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	70,30
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>429,26</b>

### Maschinenkostenkalkulation Beispiel für den Standort Soest in einem 150 ha großen Modellbetrieb für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, Auswertungsjahr 2003/04

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
<b>Grundlagen</b>									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,5	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	9,30	10,30	0,00	6,00	0,00	14,30	0,80	2,40
Geräte	0,00	5,20	9,20	0,00	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>28,61</b>	<b>34,49</b>	<b>6,51</b>	<b>51,02</b>	<b>2,27</b>	<b>44,30</b>	<b>3,86</b>	<b>25,02</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	242,64
Kalkung	12,00
Mähdrusch	129,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	56,70
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>440,84</b>

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 K W	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
<b>Grundlagen</b>									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	0,00	6,60	6,00	0,00	14,30	0,80	2,40
Geräte	0,00	0,00	0,00	3,50	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>14,12</b>	<b>15,00</b>	<b>16,59</b>	<b>51,02</b>	<b>2,27</b>	<b>44,30</b>	<b>3,86</b>	<b>25,02</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	218,75
Kalkung	12,00
Mähdrusch	114,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	52,20
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>397,45</b>



Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni. Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	9,30	5,20	6,60	6,00	0,00	12,50	0,80	2,40
Geräte	0,00	5,20	9,20	3,50	12,00	0,00	7,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>28,61</b>	<b>29,33</b>	<b>16,59</b>	<b>51,02</b>	<b>2,27</b>	<b>41,51</b>	<b>3,86</b>	<b>25,02</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	244,79
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	66,90
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>417,69</b>

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni. Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,67
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	9,30	5,20	6,60	6,00	0,00	12,50	0,80	2,40
Geräte	0,00	5,20	9,20	3,50	12,00	0,00	7,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>28,61</b>	<b>29,33</b>	<b>16,59</b>	<b>51,02</b>	<b>2,27</b>	<b>41,51</b>	<b>3,86</b>	<b>25,02</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	244,79
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	66,90
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>417,69</b>

### Maschinenkostenkalkulation Beispiel für den Standort Soest in einem 150 ha großen Modellbetrieb für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, Auswertungsjahr 2002/03

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	8,30	9,30	0,00	5,60	0,00	13,50	0,70	2,30
Geräte	0,00	5,20	9,20	0,00	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>27,62</b>	<b>33,50</b>	<b>6,51</b>	<b>50,57</b>	<b>2,27</b>	<b>43,51</b>	<b>3,81</b>	<b>24,89</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	239,23
Kalkung	12,00
Mähdrusch	129,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	56,70
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>437,43</b>

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegege 4 m	Federzinkenegege 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	0,00	6,00	5,60	0,00	13,50	0,70	2,30
Geräte	0,00	0,00	0,00	3,50	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>14,12</b>	<b>15,00</b>	<b>16,01</b>	<b>50,57</b>	<b>2,27</b>	<b>43,51</b>	<b>3,81</b>	<b>24,89</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	216,73
Kalkung	12,00
Mähdrusch	114,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	52,20
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>395,43</b>

Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
 Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegge 4 m	Federzinkenegge 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	8,30	4,70	6,00	5,60	0,00	13,50	0,70	2,30
Geräte	0,00	5,20	9,20	3,50	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>27,62</b>	<b>28,84</b>	<b>16,01</b>	<b>50,57</b>	<b>2,27</b>	<b>43,51</b>	<b>3,81</b>	<b>24,89</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	244,07
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	66,90
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>416,97</b>

 Maschinenkosten 150 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
 Konservierend

	Schlepper 83 KW	Strohhäcksler 4 m	Kurzscheibenegge 4 m	Federzinkenegge 5 m	Uni.Drillmaschine 3 m	Walze 3 m	PSM Spritze 1500 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 2 x 10 t
Grundlagen									
Anschaffungswert	50500	12100	15000	6500	33000	2800	22000	2800	28000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	1512,50	1500,00	650,00	3300,00	200,00	2200,00	280,00	1866,70
Finanzierung	2020,00	484,00	600,00	260,00	1320,00	112,00	880,00	112,00	1120,00
Unterbringung	505,00	121,00	150,00	65,00	330,00	28,00	220,00	28,00	280,00
Versicherung	252,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	2117,50	2250,00	976,00	4950,00	340,00	3300,00	420,00	3266,70
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	8,30	4,70	6,00	5,60	0,00	13,50	0,70	2,30
Geräte	0,00	5,20	9,20	3,50	12,00	0,00	8,00	0,30	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>46,57</b>	<b>27,62</b>	<b>28,84</b>	<b>16,01</b>	<b>50,57</b>	<b>2,27</b>	<b>43,51</b>	<b>3,81</b>	<b>24,89</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	244,07
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	66,90
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>416,97</b>

### Maschinenkostenkalkulation Beispiel für den Standort Soest in einem 300 ha großen Modellbetrieb für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, Auswertungsjahr 2004/05

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenege 6 m	Kurzscheibenege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
<b>Grundlagen</b>										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	10,29	0,00	11,30	7,23	0,00	15,00	0,82	2,21
Maschinen	0,00	0,00	5,20	0,00	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>22,54</b>	<b>3,75</b>	<b>27,98</b>	<b>41,23</b>	<b>2,55</b>	<b>42,00</b>	<b>4,22</b>	<b>24,79</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	220,70
Kalkung	12,00
Mähdrusch	129,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	48,60
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>410,80</b>

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenege 6 m	Kurzscheibenege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
<b>Grundlagen</b>										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	0,00	6,77	0,00	7,23	0,00	16,87	0,82	2,21
Maschinen	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>7,06</b>	<b>14,03</b>	<b>7,50</b>	<b>41,23</b>	<b>2,55</b>	<b>43,87</b>	<b>4,22</b>	<b>24,79</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	196,88
Kalkung	12,00
Mähdrusch	114,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	45,75
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>369,13</b>

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhackler 4 m	Federzinkenege 6 m	Kurzscheibenege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
Grundlagen										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	10,46	6,85	5,65	7,23	0,00	16,87	0,82	2,21
Maschinen	0,00	0,00	5,20	3,50	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>22,71</b>	<b>14,11</b>	<b>22,33</b>	<b>41,23</b>	<b>2,55</b>	<b>43,87</b>	<b>4,22</b>	<b>24,79</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	227,45
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	61,80
<b>Arbeitserledigungskosten</b>	<b>395,25</b>

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhackler 4 m	Federzinkenege 6 m	Kurzscheibenege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
Grundlagen										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	10,46	6,85	5,65	7,23	0,00	16,87	0,82	2,21
Maschinen	0,00	0,00	5,20	3,50	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>22,71</b>	<b>14,11</b>	<b>22,33</b>	<b>41,23</b>	<b>2,55</b>	<b>43,87</b>	<b>4,22</b>	<b>24,79</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	227,45
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	61,80
<b>Arbeitserledigungskosten</b>	<b>395,25</b>

### Maschinenkostenkalkulation Beispiel für den Standort Soest in einem 300 ha großen Modellbetrieb für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, Auswertungsjahr 2003/04

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenegge 6 m	Kurzscheibenegge 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16t
<b>Grundlagen</b>										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	9,30	0,00	10,31	6,69	0,00	14,06	0,76	2,09
Maschinen	0,00	0,00	5,20	0,00	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>21,55</b>	<b>3,75</b>	<b>26,99</b>	<b>40,69</b>	<b>2,55</b>	<b>41,06</b>	<b>4,16</b>	<b>24,66</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	217,06
Kalkung	12,00
Mähdrusch	129,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	48,60
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>407,16</b>

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenegge 6 m	Kurzscheibenegge 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
<b>Grundlagen</b>										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	0,00	6,19	0,00	6,69	0,00	14,06	0,76	2,09
Maschinen	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>7,06</b>	<b>13,44</b>	<b>7,50</b>	<b>40,69</b>	<b>2,55</b>	<b>41,06</b>	<b>4,16</b>	<b>24,66</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	192,77
Kalkung	12,00
Mähdrusch	114,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	45,75
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>365,02</b>

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
 Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenegge 6 m	Kurzscheibenegge 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
<b>Grundlagen</b>										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	9,47	6,24	5,15	6,69	0,00	14,06	0,76	2,09
Maschinen	0,00	0,00	5,20	3,50	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>21,72</b>	<b>13,49</b>	<b>21,83</b>	<b>40,69</b>	<b>2,55</b>	<b>41,06</b>	<b>4,16</b>	<b>24,66</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	221,82
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	58,95
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>386,77</b>

 Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
 Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenegge 6 m	Kurzscheibenegge 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16t
<b>Grundlagen</b>										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	9,47	6,24	5,15	6,69	0,00	14,06	0,76	2,09
Maschinen	0,00	0,00	5,20	3,50	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>21,72</b>	<b>13,49</b>	<b>21,83</b>	<b>40,69</b>	<b>2,55</b>	<b>41,06</b>	<b>4,16</b>	<b>24,66</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	221,82
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	58,95
<b>Arbeitsleistungskosten</b>	<b>386,77</b>

### Maschinenkostenkalkulation Beispiel für den Standort Soest in einem 300 ha großen Modellbetrieb für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, Auswertungsjahr 2002/03

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenege 6 m	Kurzscheibenege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
Grundlagen										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	8,31	0,00	9,32	6,15	0,00	13,12	0,71	1,96
Maschinen	0,00	0,00	5,20	0,00	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>20,56</b>	<b>3,75</b>	<b>26,00</b>	<b>40,15</b>	<b>2,55</b>	<b>40,12</b>	<b>4,11</b>	<b>24,54</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	213,43
Kalkung	12,00
Mähdrusch	129,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	48,60
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>403,53</b>

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenege 6 m	Kurzscheibenege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
Grundlagen										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	0,00	5,60	0,00	6,15	0,00	13,12	0,71	1,96
Maschinen	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>7,06</b>	<b>12,86</b>	<b>7,50</b>	<b>40,15</b>	<b>2,55</b>	<b>40,12</b>	<b>4,11</b>	<b>24,54</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	190,53
Kalkung	12,00
Mähdrusch	114,50
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	45,75
<b>Arbeits erledigungskosten</b>	<b>362,78</b>



Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenegge 6 m	Kurzscheibenegege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
Grundlagen										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	8,48	5,63	4,66	6,15	0,00	14,76	0,71	1,96
Maschinen	0,00	0,00	5,20	3,50	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>20,73</b>	<b>12,88</b>	<b>21,34</b>	<b>40,15</b>	<b>2,55</b>	<b>41,76</b>	<b>4,11</b>	<b>24,54</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	219,71
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	58,95
<b>Arbeitserledigungskosten</b>	<b>384,66</b>

Maschinenkosten 300 ha FF.:Ra-WW-WW-WW  
Konservierend

	Schlepper 83 KW	Schlepper 102 KW	Strohhäcksler 4 m	Federzinkenegge 6 m	Kurzscheibenegege 4 m	Uni.Drillmaschine 4 m	Walze 4 m	PSM Spritze 3000 l, 24 m	Düngerstreuer	Wagen 4 x 16 t
Grundlagen										
Anschaffungswert	50500	61500	12100	7500	15000	44000	6300	40000	5800	56000
Restwert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer (Zeit)	12	12	8	10	10	10	14	10	10	15
<b>Feste Kosten</b>	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr	€/Jahr
AFA	4208,33	5125,00	1512,50	750,00	1500,00	4400,00	450,00	4000,00	580,00	3733,33
Finanzierung	2020,00	2460,00	484,00	300,00	600,00	1760,00	252,00	1600,00	232,00	2240,00
Unterbringung	505,00	615,00	121,00	75,00	150,00	440,00	63,00	400,00	58,00	560,00
Versicherung	252,50	307,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	6985,83	8507,50	2117,50	1126,00	2250,00	6600,00	765,00	6000,00	870,00	6533,33
<b>Variable Kosten (KTBL)</b>	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Schlepper	0,00	0,00	8,48	5,63	4,66	6,15	0,00	14,76	0,71	1,96
Maschinen	0,00	0,00	5,20	3,50	9,18	12,00	0,00	7,00	0,50	0,80
<b>Gesamt je Hektar</b>	<b>23,29</b>	<b>28,36</b>	<b>20,73</b>	<b>12,88</b>	<b>21,34</b>	<b>40,15</b>	<b>2,55</b>	<b>41,76</b>	<b>4,11</b>	<b>24,54</b>

Kosten	€/ha
Maschinenkosten	219,71
Kalkung	12,00
Mähdrusch	94,00
Lohn, Lohnansatz 15€/Std.	58,95
<b>Arbeitserledigungskosten</b>	<b>384,66</b>

### Kostenaufstellung (Pflanzenschutz, Saatgut, Düngung): Beispiel für den Standort Soest für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konserverierend, 2002/03-2004/05 für Raps

2005

Raps		
PSM	l, kg/ha	Kosten €/ha
Herbizide		
Butisan	1,00	37,35
Butisan top	1,20	46,74
Galant super	0,40	18,88
<b>Gesamt:</b>		102,97
Fungizide		
Caramba	0,75	19,5
Harvesan	0,80	26,88
Folicur	0,50	14,88
<b>Gesamt:</b>		61,26
Insektizide		
Fastac SC	0,10	10,93
Karate Zeon	0,07	7,86
<b>Gesamt:</b>		18,79
<b>Gesamt</b>		<b>183,02</b>

2004

Raps		
PSM	l, kg/ha	Kosten €/ha
Herbizide		
Butisan	1 1	39,80
Butisan top	0,8 1	31,16
Agil	0,5 1	16,17
Galant super	0,3 1	15,02
<b>Gesamt:</b>		102,15
Fungizide		
Cantus	0,5 1	39,37
Folicur	1,0 1	34,00
<b>Gesamt:</b>		73,37
Insektizide		
Fastac SC	0,225 1	27,71
<b>Gesamt:</b>		27,71
<b>Gesamt</b>		<b>163,86</b>

2003

Raps		
PSM	l, kg/ha	Kosten €/ha
Herbizide		
Butisan top	1,5 1	51,82
Agil	0,6 1	17,28
<b>Gesamt:</b>		69,10
Fungizide		
Cantus	0,5 1	35,65
<b>Gesamt:</b>		35,65
Insektizide		
Karate	0,075 1	10,17
<b>Gesamt:</b>		10,17
<b>Gesamt</b>		<b>79,27</b>

Saatgut		Kosten €/ha
Sorte	Titan 45	54,80

Saatgut		Kosten €/ha
Sorte	Elan 45	59,40

Saatgut		Kosten €/ha
Sorte	Elan 45	59,40

Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha
Stickstoff		
AHL	215	97,13
ATS	51S+24N	37,80
<b>Gesamt:</b>		134,93
Phosphat*		
Novaphos	60	27,60
<b>Gesamt:</b>		27,60
Kalium*		
Korn Kali	40	14,40
<b>Gesamt:</b>		14,40
Kalk		
Kohlens. K.	2000/4	9,50
<b>Gesamt:</b>		9,50
Sonstige		
Bor	240g	
<b>Gesamt:</b>		
<b>Gesamt:</b>		<b>186,43</b>

Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha
Stickstoff		
AHL	176	79,20
ATS	34S+15,6N	32,25
<b>Gesamt:</b>		111,45
Phosphat*		
Novaphos	60	27,60
<b>Gesamt:</b>		27,60
Kalium*		
Korn Kali	40	14,40
<b>Gesamt:</b>		14,40
Kalk		
Kohlens. K.	2000/4	9,50
<b>Gesamt:</b>		9,50
Sonstige		
Solubor	2,25 kg	6,16
Microtop	18 kg	8,24
<b>Gesamt:</b>		14,40
<b>Gesamt:</b>		<b>177,35</b>

Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha
Stickstoff		
AHL	179	75,18
ATS	17S+8N	12,16
<b>Gesamt:</b>		87,34
Phosphat*		
Novaphos	60	30,66
<b>Gesamt:</b>		30,66
Kalium*		
Korn Kali	40	12,40
<b>Gesamt:</b>		12,40
Kalk		
Kohlens. K.	2000/4	9,50
<b>Gesamt:</b>		9,50
Sonstige		
Solubor	1,5 kg	4,12
Microtop	16,4	7,51
<b>Gesamt:</b>		11,63
<b>Gesamt:</b>		<b>151,53</b>

**Kostenaufstellung (Pflanzenschutz, Saatgut, Düngung): Beispiel für den Standort Soest für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, 2002/03-2004/05 für Blattfruchtweizen**

2005		
BIWW		
PSM	l, kg/ha	Kosten €/ha
Herbizide		
Atlantis + FHS	0,4 + 0,8	41,10
Artus	0,04	16,98
Roundup t.	1,00	14,10
<b>Gesamt:</b>		72,18
Fungizide		
Bravo	0,75	6,38
Opus Top	0,75	24,11
Proline	0,6	34,59
Gladio	0,5	23,15
Amistar	0,35	16,80
<b>Gesamt:</b>		105,03
Wachstumsregler		
CCC	1,3	2,34
Moddus	0,15	7,08
<b>Gesamt:</b>		9,42
Molluskizide		
Metarex	6	21,90
<b>Gesamt:</b>		21,90
Insektizide		
Decis	0,2	5,73
Pirimor	0,05	2,77
<b>Gesamt:</b>		8,50
<b>Gesamt</b>		<b>217,03</b>

2004		
BIWW		
PSM	l, kg/ha	Kosten €/ha
Herbizide		
Roundup turbo	1,5	21,22
IPU	2,01	9,00
Primus	0,075 l	16,56
Fox	1 l	15,90
<b>Gesamt:</b>		62,68
Fungizide		
Opera	0,6	30,90
Opus	0,3	11,95
Proline	0,6	34,20
Gladio	0,61	28,68
<b>Gesamt:</b>		105,73
Wachstumsregler		
CCC	1,41	2,52
Terpal C	0,35 l	5,42
Moddus	0,2 l	9,10
<b>Gesamt:</b>		17,04
Molluskizide		
<b>Gesamt:</b>		0,00
Insektizide		
Fastac	0,07 l	7,68
Pirimor	0,07 kg	4,34
<b>Gesamt:</b>		12,02
<b>Gesamt</b>		<b>197,47</b>

2003		
BIWW		
PSM	l, kg/ha	Kosten €/ha
Herbizide		
IPU	2,0 l	9,00
Rounup turbo	1,5	17,25
Starane	0,5 l	14,25
<b>Gesamt:</b>		40,50
Fungizide		
Opera	0,75	32,85
Caramba	0,75	17,02
Pronto	0,75	16,87
Bravo	0,5 l	7,37
<b>Gesamt:</b>		74,10
Wachstumsregler		
CCC	1,5 l	9,00
Moddus	0,15 l	5,97
<b>Gesamt:</b>		15,00
Molluskizide		
Metarex	6	19,80
<b>Gesamt:</b>		19,80
Insektizide		
Karate	0,075 l	8,98
<b>Gesamt:</b>		9,00
<b>Gesamt</b>		<b>158,40</b>

Saatgut		Kosten €/ha
Sorte	Magnus 135	57,37

Saatgut		Kosten €/ha
Sorte	Magnus 134	50,2

Saatgut		Kosten €/ha
Sorte	Skater 120	44,4

Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha
Stickstoff		
AHL	187	84,76
ATS	17S + 8N	11,34
<b>Gesamt:</b>		96,10
Phosphat*		
Novaphos	72	33,12
<b>Gesamt:</b>		33,12
Kalium*		
Korn Kali	40	14,40
<b>Gesamt:</b>		14,40
Kalk		
Kohlens. K.	2000/4	9,50
<b>Gesamt:</b>		9,50
Sonstige		
<b>Gesamt:</b>		
<b>Gesamt:</b>		<b>153,12</b>

Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha
Stickstoff		
AHL	164	73,80
<b>Gesamt:</b>		73,80
Phosphat*		
Novaphos	72	33,12
<b>Gesamt:</b>		33,12
Kalium*		
Korn Kali	40	14,40
<b>Gesamt:</b>		14,40
Kalk		
Kohlens. K.	2000/4	9,50
<b>Gesamt:</b>		9,50
Sonstige		
Microtop	15	6,87
<b>Gesamt:</b>		6,87
<b>Gesamt:</b>		<b>137,69</b>

Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha
Stickstoff		
AHL	173	72,66
ATS	17S+10,2N	16,08
<b>Gesamt:</b>		88,70
Phosphat*		
Novaphos	72	36,72
<b>Gesamt:</b>		36,70
Kalium*		
Korn Kali	40	13,95
<b>Gesamt:</b>		13,95
Kalk		
Kohlens. K.	2000/4	9,50
<b>Gesamt:</b>		9,50
Sonstige		
Microtop	16,9 kg	7,74
<b>Gesamt:</b>		7,74
<b>Gesamt:</b>		<b>156,65</b>

**Kostenauflistung (Pflanzenschutz, Saatgut, Düngung): Beispiel für den Standort Soest für die Fruchtfolge Ra-WW-WW-WW Konservierend, 2002/03-2004/05 für Stoppelweizen**

2005			2004			2003		
StWW			StWW			StWW		
PSM	1, kg/ha	Kosten €/ha	PSM	1, kg/ha	Kosten €/ha	PSM	1, kg/ha	Kosten €/ha
Herbizide			Herbizide			Herbizide		
Roundup turbo	1,00	14,10	Roundup turbo	1,5	21,22	IPU	2,0 l	9,00
Atlantis+FHS	0,4 + 0,8	41,10	IPU	2,0 l	9,00	Basagran dp	2,2 l	20,46
Artus	0,04	16,98	Primus	0,075 l	16,56	<b>Gesamt:</b>		29,46
<b>Gesamt:</b>		72,18	Fox	1 l	15,90	Fungizide		
Fungizide			<b>Gesamt:</b>		62,68	Unix	0,5kg	18,82
Bravo	0,75	6,38	Fungizide			Juwel forte	0,5l	26,87
Amistar	0,35	16,80	Opera	0,6	30,90	Caramba	0,75l	17,02
Proline	1,40	80,70	Opus	0,3	11,95	Pronto	0,75l	16,87
Gladio	0,50	23,15	Unix	0,6	24,94	Bravo	0,5 l	7,37
<b>Gesamt:</b>		127,03	Proline	0,6	34,20	<b>Gesamt:</b>		86,95
Wachstumsregler			Juwel forte	0,5 l+0,12 l	38,06	Wachstumsregler		
CCC	1,30	2,34	<b>Gesamt:</b>		140,05	CCC	1,5 l	6,00
Moddus	0,15	7,08	Wachstumsregler			Moddus	0,15	5,97
<b>Gesamt:</b>		9,42	CCC	1,3 l	2,34	<b>Gesamt:</b>		11,97
Molluskizide			Terpal C	0,35 l	5,42	Molluskizide		
<b>Gesamt:</b>		0,00	Moddus	0,15 l	6,81	<b>Gesamt:</b>		0,00
Insektizide			<b>Gesamt:</b>		14,57	Insektizide		
Fastac	0,12	13,12	Molluskizide			Karate	0,075 l	8,98
Pirimor	0,05	2,77	<b>Gesamt:</b>		0,00	<b>Gesamt:</b>		8,98
<b>Gesamt:</b>		15,89	Insektizide			<b>Gesamt</b>		137,36
<b>Gesamt</b>		224,52	Fastac	0,07 l	7,68			
			Pirimor	0,07 kg	4,34			
			<b>Gesamt:</b>		12,02			
			<b>Gesamt</b>		229,32			

Saatgut		Kosten €/ha	Saatgut		Kosten €/ha	Saatgut		Kosten €/ha
Sorte	Magnus 135	57,37	Sorte	Magnus 134	50,20	Sorte	Magnus	40,10

Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha	Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha	Düngemittel	kg Nährstoff/ha	Kosten €/ha
Stickstoff			Stickstoff			Stickstoff		
AHL	273	123,30	AHL	254	114,30	AHL	205	86,10
ATS	17S+10N	11,340	<b>Gesamt:</b>		114,30	ATS	17S+10,2N	16,08
<b>Gesamt:</b>		134,64	Phosphat*			<b>Gesamt:</b>		102,20
Phosphat*			Phosphat*			Phosphat*		
Novaphos	72	33,12	Novaphos	72	33,12	Novaphos	72	36,72
<b>Gesamt:</b>		33,12	<b>Gesamt:</b>		33,12	<b>Gesamt:</b>		36,70
Kalium*			Kalium*			Kalium*		
Korn Kali	40	14,40	Korn Kali	40	14,40	Korn Kali	40	13,95
<b>Gesamt:</b>		14,40	<b>Gesamt:</b>		14,40	<b>Gesamt:</b>		13,95
Kalk Kohlensäurerer K.	2000/4	9,50	Kalk Kohlensäurerer K.	2000/4	9,50	Kalk Kohlensäurerer K.	2000/4	9,50
<b>Gesamt:</b>		9,50	<b>Gesamt:</b>		9,50	<b>Gesamt:</b>		9,50
Sonstige			Sonstige			Sonstige		
Microtop	11,7	5,35	Microtop	11,7	5,35	Microtop	4,9	2,24
<b>Gesamt:</b>		0,00	<b>Gesamt:</b>		5,35	<b>Gesamt:</b>		2,24
<b>Gesamt:</b>		191,66	<b>Gesamt:</b>		176,67	<b>Gesamt:</b>		164,59

**Varianzanalyse Standort Freising**

Abhängige Variable: Ertrag dt/ha bei 86 bzw. 91 % TS

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	74205,854(a)	155	478,747	5,709	,001
Konstanter Term	837787,405	1	837787,405	9990,766	,000
JAHR	30905,002	2	15452,501	184,274	,000
SYSTEM	6616,649	1	6616,649	78,905	,000
FRUCHTFOLGE	4059,998	2	2029,999	24,208	,000
FRUCHT1	3089,616	2	1544,808	18,422	,000
WDH	281,006	3	93,669	1,117	,381
JAHR * SYSTEM	1386,546	2	693,273	8,267	,006
JAHR * FRUCHTFO	391,222	4	97,805	1,166	,373
JAHR * FRUCHT1	3274,072	4	818,518	9,761	,001
JAHR * WDH	430,027	6	71,671	,855	,553
SYSTEM * FRUCHTFO	18,291	2	9,146	,109	,898
SYSTEM * FRUCHT1	249,729	2	124,865	1,489	,264
SYSTEM * WDH	203,766	3	67,922	,810	,512
FRUCHTFO * FRUCHT1	2830,157	2	1415,078	16,875	,000
FRUCHTFO * WDH	590,250	6	98,375	1,173	,382
FRUCHT1 * WDH	199,540	6	33,257	,397	,867
JAHR * SYSTEM * FRUCHTFO	248,745	4	62,186	,742	,582
JAHR * SYSTEM * FRUCHT1	189,896	4	47,474	,566	,692
JAHR * SYSTEM * WDH	365,432	6	60,905	,726	,637
JAHR * FRUCHTFO * FRUCHT1	1561,243	4	390,311	4,655	,017
JAHR * FRUCHTFO * WDH	1231,531	12	102,628	1,224	,366
JAHR * FRUCHT1 * WDH	979,435	12	81,620	,973	,518
SYSTEM * FRUCHTFO * FRUCHT1	230,119	2	115,060	1,372	,291
SYSTEM * FRUCHTFO * WDH	400,407	6	66,734	,796	,591
SYSTEM * FRUCHT1 * WDH	129,673	6	21,612	,258	,946
FRUCHTFO * FRUCHT1 * WDH	409,376	6	68,229	,814	,579
JAHR * SYSTEM * FRUCHTFO * FRUCHT1	399,630	4	99,907	1,191	,364
JAHR * SYSTEM * FRUCHTFO * WDH	950,347	12	79,196	,944	,539
JAHR * SYSTEM * FRUCHT1 * WDH	1181,346	12	98,446	1,174	,393
JAHR * FRUCHTFO * FRUCHT1 * WDH	1725,065	12	143,755	1,714	,182
SYSTEM * FRUCHTFO * FRUCHT1 * WDH	597,285	6	99,548	1,187	,375
Fehler	1006,274	12	83,856		
Gesamt	1022611,079	168			
Korrigierte Gesamtvariation	75212,128	167			

a R-Quadrat = ,987 (korrigiertes R-Quadrat = ,814)

## Standort: Soest

Raps

Leistungen		
Markterlös		882,65
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>882,65</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,87
PSM-Herbizide		70,96
PSM-Fungizide		73,37
PSM-Insektizide		24,71
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		107,70
Düngung-Phosphat		27,60
Düngung-Kalium		14,40
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		14,40
Hagelversicherung		19,77
Zinsansatz		9,97
<b>Gesamt</b>		<b>430,24</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>452,41</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		283,64
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		73,20
<b>Gesamt</b>		<b>498,34</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>- 45,94</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		268,05
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		61,05
<b>Gesamt</b>		<b>470,60</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>- 18,19</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-WW Pflug

Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		955,08
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>955,08</b>
Direktkosten		
Saatgut		50,66
PSM-Herbizide		40,93
PSM-Fungizide		89,36
PSM-Insektizide		9,83
PSM-Wachstumsregler		13,81
PSM-Molluskizide		6,60
Düngung-Stickstoff		86,21
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		4,87
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		7,95
<b>Gesamt</b>		<b>376,49</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>578,60</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		273,44
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		70,20
<b>Gesamt</b>		<b>470,15</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>108,45</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		258,64
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		61,80
<b>Gesamt</b>		<b>446,94</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>131,66</b>

1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		958,91
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>958,91</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,22
PSM-Herbizide		40,93
PSM-Fungizide		118,01
PSM-Insektizide		12,30
PSM-Wachstumsregler		15,58
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		103,79
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		3,60
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		9,01
<b>Gesamt</b>		<b>418,71</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>540,20</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		273,44
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		70,20
<b>Gesamt</b>		<b>470,15</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>70,05</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		258,64
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		61,80
<b>Gesamt</b>		<b>446,94</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>93,27</b>

2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		933,15
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>933,15</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,22
PSM-Herbizide		40,93
PSM-Fungizide		118,01
PSM-Insektizide		12,30
PSM-Wachstumsregler		15,58
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		103,79
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		3,60
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		9,01
<b>Gesamt</b>		<b>418,71</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>514,44</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		273,44
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		70,20
<b>Gesamt</b>		<b>470,15</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>44,29</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		258,64
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		61,80
<b>Gesamt</b>		<b>446,94</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>67,50</b>

## Standort: Soest

Raps

Leistungen		
Markterlös		852,99
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>852,99</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,87
PSM-Herbizide		91,41
PSM-Fungizide		56,76
PSM-Insektizide		18,89
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		111,24
Düngung-Phosphat		28,62
Düngung-Kalium		13,73
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		8,68
Hagelversicherung		19,77
Zinsansatz		9,86
<b>Gesamt</b>		<b>426,32</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>426,67</b>

Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-WW Konservierend  
Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		951,61
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>951,61</b>
Direktkosten		
Saatgut		50,66
PSM-Herbizide		58,45
PSM-Fungizide		94,96
PSM-Insektizide		9,83
PSM-Wachstumsregler		13,81
PSM-Molluskizide		13,90
Düngung-Stickstoff		86,21
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		4,87
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		8,71
<b>Gesamt</b>		<b>407,67</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>543,94</b>

## 1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		923,38
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>923,38</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,22
PSM-Herbizide		54,77
PSM-Fungizide		118,01
PSM-Insektizide		12,30
PSM-Wachstumsregler		11,99
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		117,04
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		2,53
Hagelversicherung		10,10
Zinsansatz		9,62
<b>Gesamt</b>		<b>443,65</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>479,73</b>

## 2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		903,84
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>903,84</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,22
PSM-Herbizide		54,77
PSM-Fungizide		118,01
PSM-Insektizide		12,30
PSM-Wachstumsregler		11,99
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		117,04
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		2,53
Hagelversicherung		10,10
Zinsansatz		9,62
<b>Gesamt</b>		<b>443,65</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>460,19</b>

## Arbeitsleistungskosten

<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		242,64
Maschinenkosten		141,5
Lohnunternehmer		57,6
Lohnansatz		440,84
<b>Gesamt</b>		<b>440,84</b>

## DAL Modellbetrieb 150 ha

<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		217,01
Maschinenkosten		141,5
Lohnunternehmer		48,6
Lohnansatz		407,16
<b>Gesamt</b>		<b>407,16</b>

## DAL Modellbetrieb 300 ha

19,50

## Arbeitsleistungskosten

<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		219,38
Maschinenkosten		126,52
Lohnunternehmer		52,2
Lohnansatz		398,08
<b>Gesamt</b>		<b>398,08</b>

## DAL Modellbetrieb 150 ha

<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		193,39
Maschinenkosten		126,5
Lohnunternehmer		45,75
Lohnansatz		365,64
<b>Gesamt</b>		<b>365,64</b>

## DAL Modellbetrieb 300 ha

178,29

## Arbeitsleistungskosten

<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		247,27
Maschinenkosten		106,00
Lohnunternehmer		68,03
Lohnansatz		421,31
<b>Gesamt</b>		<b>421,31</b>

## DAL Modellbetrieb 150 ha

<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		222,99
Maschinenkosten		106,00
Lohnunternehmer		59,90
Lohnansatz		388,89
<b>Gesamt</b>		<b>388,89</b>

## DAL Modellbetrieb 300 ha

90,84

## Arbeitsleistungskosten

<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		247,27
Maschinenkosten		106,00
Lohnunternehmer		68,03
Lohnansatz		421,31
<b>Gesamt</b>		<b>421,31</b>

## DAL Modellbetrieb 150 ha

<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		222,99
Maschinenkosten		106,00
Lohnunternehmer		59,90
Lohnansatz		388,89
<b>Gesamt</b>		<b>388,89</b>

## DAL Modellbetrieb 300 ha

71,30

**Standort: Soest**  
 Raps

Leistungen		
Markterlös		861,24
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>824,61</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,85
PSM-Herbizide		86,95
PSM-Fungizide		53,30
PSM-Insektizide		20,49
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		86,53
Düngung-Phosphat		28,62
Düngung-Kalium		13,73
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		8,68
Hagelversicherung		19,77
Zinssatz		9,01
<b>Gesamt</b>		<b>394,44</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>466,80</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		196,16
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		44,20
<b>Gesamt</b>		<b>381,86</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>84,94</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		171,47
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		35,80
<b>Gesamt</b>		<b>384,77</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>118,03</b>

**Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-KE Konservierend**  
 Blattfruchtweizen  
 1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		976,07
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>976,07</b>
Direktkosten		
Saatgut		50,66
PSM-Herbizide		58,45
PSM-Fungizide		94,96
PSM-Insektizide		9,83
PSM-Wachstumsregler		13,81
PSM-Molluskizide		13,90
Düngung-Stickstoff		86,21
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		4,87
Hagelversicherung		8,20
Zinssatz		8,71
<b>Gesamt</b>		<b>407,67</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>568,40</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		198,37
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		58,35
<b>Gesamt</b>		<b>362,72</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>205,67</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		172,67
Lohnunternehmer		10,60
Lohnansatz		45,75
<b>Gesamt</b>		<b>324,42</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>243,98</b>

## 1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		925,57
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>925,57</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,22
PSM-Herbizide		54,77
PSM-Fungizide		118,01
PSM-Insektizide		12,30
PSM-Wachstumsregler		11,99
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		117,04
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		2,53
Hagelversicherung		10,10
Zinssatz		9,62
<b>Gesamt</b>		<b>443,65</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>481,92</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		224,26
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		74,40
<b>Gesamt</b>		<b>425,16</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>56,76</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		196,99
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		55,70
<b>Gesamt</b>		<b>379,19</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>102,73</b>

## Körnererbsen

Leistungen		
Markterlös		550,61
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>606,61</b>
Direktkosten		
Saatgut		51,64
PSM-Herbizide		79,76
PSM-Fungizide		6,80
PSM-Insektizide		21,72
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		27,15
Düngung-Kalium		24,76
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		1,65
Hagelversicherung		8,20
Zinssatz		2,69
<b>Gesamt</b>		<b>233,87</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>372,74</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		189,77
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		38,50
<b>Gesamt</b>		<b>354,77</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>17,97</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		163,60
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		30,55
<b>Gesamt</b>		<b>320,65</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>52,09</b>



## Standort: Soest

Raps

Leistungen		
Markterlös		855,58
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>855,58</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,87
PSM-Herbizide		91,41
PSM-Fungizide		56,76
PSM-Insektizide		18,89
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		111,24
Düngung-Phosphat		28,62
Düngung-Kalium		13,73
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		8,68
Hagelversicherung		19,77
Zinsansatz		9,86
<b>Gesamt</b>		<b>426,32</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>429,26</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		220,35
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		64,51
<b>Gesamt</b>		<b>426,36</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>2,90</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		194,94
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		59,15
<b>Gesamt</b>		<b>395,59</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>33,67</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-AB-WW Konservierend

1. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		963,31
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>963,31</b>
Direktkosten		
Saatgut		50,66
PSM-Herbizide		58,45
PSM-Fungizide		94,96
PSM-Insektizide		9,83
PSM-Wachstumsregler		13,81
PSM-Molluskizide		13,90
Düngung-Stickstoff		86,21
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		4,87
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		8,71
<b>Gesamt</b>		<b>407,67</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>555,64</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		189,78
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		55,50
<b>Gesamt</b>		<b>371,78</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>183,86</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		170,81
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		49,20
<b>Gesamt</b>		<b>346,51</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>209,13</b>

Ackerbohnen

Leistungen		
Markterlös		611,85
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>667,85</b>
Direktkosten		
Saatgut		70,69
PSM-Herbizide		73,28
PSM-Fungizide		28,73
PSM-Insektizide		25,28
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		29,03
Düngung-Kalium		26,96
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		1,74
Hagelversicherung		11,16
Zinsansatz		3,09
<b>Gesamt</b>		<b>279,46</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>388,39</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		181,36
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		37,00
<b>Gesamt</b>		<b>344,86</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>43,53</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		166,80
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		33,30
<b>Gesamt</b>		<b>326,60</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>61,80</b>

2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		941,72
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>941,72</b>
Direktkosten		
Saatgut		50,66
PSM-Herbizide		58,45
PSM-Fungizide		94,96
PSM-Insektizide		9,83
PSM-Wachstumsregler		13,81
PSM-Molluskizide		13,90
Düngung-Stickstoff		86,21
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		4,87
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		8,71
<b>Gesamt</b>		<b>407,67</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>534,05</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		189,55
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		55,50
<b>Gesamt</b>		<b>351,05</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>182,77</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		170,81
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		49,20
<b>Gesamt</b>		<b>326,01</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>208,04</b>

## Standort: Soest

Hafer

Leistungen		
Markterlös		647,61
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>647,61</b>
Direktkosten		
Saatgut		70,02
PSM-Herbizide		32,89
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		7,56
PSM-Wachstumsregler		5,70
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		70,02
Düngung-Phosphat		25,62
Düngung-Kalium		11,93
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		1,83
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		2,60
<b>Gesamt</b>		<b>245,87</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>401,74</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		228,58
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		41,70
<b>Gesamt</b>		<b>376,28</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>25,46</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		204,88
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		33,90
<b>Gesamt</b>		<b>344,78</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>56,96</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ha-WW-WW-WRo/ZF Konservierend

Battfuchweizen

Leistungen		
Markterlös		966,10
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>966,10</b>
Direktkosten		
Saatgut		50,66
PSM-Herbizide		58,45
PSM-Fungizide		94,96
PSM-Insektizide		9,83
PSM-Wachstumsregler		13,81
PSM-Molluskizide		13,90
Düngung-Stickstoff		86,21
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		4,47
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		8,71
<b>Gesamt</b>		<b>407,27</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>558,83</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		257,05
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		69,60
<b>Gesamt</b>		<b>432,65</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>126,18</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		223,86
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		59,40
<b>Gesamt</b>		<b>395,26</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>163,57</b>

1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		923,12
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>923,12</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,22
PSM-Herbizide		54,77
PSM-Fungizide		118,01
PSM-Insektizide		12,30
PSM-Wachstumsregler		11,99
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		117,04
Düngung-Phosphat		34,32
Düngung-Kalium		14,25
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		2,23
Hagelversicherung		10,10
Zinsansatz		9,62
<b>Gesamt</b>		<b>443,35</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>479,77</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		257,05
Lohnunternehmer		107,30
Lohnansatz		70,30
<b>Gesamt</b>		<b>434,65</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>45,17</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		231,01
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		60,20
<b>Gesamt</b>		<b>397,21</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>82,56</b>

Winterroggen

Leistungen		
Markterlös		682,48
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>682,48</b>
Direktkosten		
Saatgut		93,23
PSM-Herbizide		60,06
PSM-Fungizide		36,32
PSM-Insektizide		2,62
PSM-Wachstumsregler		13,64
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		68,14
Düngung-Phosphat		26,81
Düngung-Kalium		16,54
Düngung-Kalk		9,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		8,20
Zinsansatz		6,05
<b>Gesamt</b>		<b>341,10</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>341,38</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		245,71
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		63,00
<b>Gesamt</b>		<b>414,71</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-73,33</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		221,51
Lohnunternehmer		106,00
Lohnansatz		51,00
<b>Gesamt</b>		<b>378,51</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-37,13</b>

**Standort: Freising**  
 Raps

Leistungen		
Markterlös		891,57
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>891,57</b>
Direktkosten		
Saatgut		65,75
PSM-Herbizide		74,97
PSM-Fungizide		19,39
PSM-Insektizide		18,92
PSM-Wachstumsregler		15,17
PSM-Molluskizide		15,70
Düngung-Stickstoff		118,03
Düngung-Phosphat		33,72
Düngung-Kalium		14,43
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,53
Hagelversicherung		33,64
Zinsansatz		9,71
<b>Gesamt</b>		<b>428,73</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>462,84</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		314,22
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		81,31
<b>Gesamt</b>		<b>537,03</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-74,19</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		261,90
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		62,00
<b>Gesamt</b>		<b>465,40</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-2,56</b>

**Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-Pflug**  
 Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		866,36
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>866,36</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,07
PSM-Herbizide		45,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,27
PSM-Molluskizide		2,27
Düngung-Stickstoff		111,93
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,06
<b>Gesamt</b>		<b>385,51</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>480,85</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		276,13
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		55,25
<b>Gesamt</b>		<b>457,88</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>22,97</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		226,27
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		42,70
<b>Gesamt</b>		<b>389,48</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>82,37</b>

## 1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		721,35
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>721,35</b>
Direktkosten		
Saatgut		60,92
PSM-Herbizide		45,95
PSM-Fungizide		96,79
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		111,93
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,66
<b>Gesamt</b>		<b>415,79</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>305,55</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		297,01
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		70,12
<b>Gesamt</b>		<b>511,63</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-206,07</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		248,03
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		57,15
<b>Gesamt</b>		<b>449,68</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-144,12</b>

## 2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		638,51
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>638,51</b>
Direktkosten		
Saatgut		60,92
PSM-Herbizide		45,95
PSM-Fungizide		96,79
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		111,93
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,66
<b>Gesamt</b>		<b>415,79</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>222,71</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		297,01
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		70,127
<b>Gesamt</b>		<b>511,63</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-288,91</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		248,03
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		57,15
<b>Gesamt</b>		<b>449,68</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-226,96</b>

**Standort: Freising**  
 Raps

Leistungen		
Markterlös		783,96
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>783,96</b>
Direktkosten		
Saatgut		65,75
PSM-Herbizide		101,17
PSM-Fungizide		19,39
PSM-Insektizide		18,92
PSM-Wachstumregler		15,17
PSM-Molluskizide		15,70
Düngung-Stickstoff		118,03
Düngung-Phosphat		33,72
Düngung-Kalium		14,43
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,53
Hagelversicherung		33,64
Zinsansatz		10,44
<b>Gesamt</b>		<b>455,66</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>328,31</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		216,51
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		53,20
<b>Gesamt</b>		<b>411,22</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-82,91</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		209,60
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		48,90
<b>Gesamt</b>		<b>400,00</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-71,69</b>

**Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-Konservierend**  
 Blattfruchtweizen  
 1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		689,47
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>689,47</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,07
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumregler		2,25
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		115,76
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,70
<b>Gesamt</b>		<b>411,73</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>277,74</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		200,42
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		50,95
<b>Gesamt</b>		<b>377,87</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-100,13</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		192,38
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		45,20
<b>Gesamt</b>		<b>364,07</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-86,33</b>

## 1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		546,64
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>546,64</b>
Direktkosten		
Saatgut		60,92
PSM-Herbizide		60,98
PSM-Fungizide		113,19
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		115,76
Düngung-Phosphat		36,94
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		9,64
<b>Gesamt</b>		<b>456,33</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>90,31</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		209,82
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		58,70
<b>Gesamt</b>		<b>395,02</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-304,71</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		202,82
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		57,25
<b>Gesamt</b>		<b>386,02</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-296,26</b>

## 2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		552,88
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>552,88</b>
Direktkosten		
Saatgut		60,92
PSM-Herbizide		60,98
PSM-Fungizide		113,19
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		115,76
Düngung-Phosphat		36,94
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		9,64
<b>Gesamt</b>		<b>456,33</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>96,55</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		209,82
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		58,70
<b>Gesamt</b>		<b>395,02</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-298,47</b>
Arbeitsverledigungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		202,82
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		57,25
<b>Gesamt</b>		<b>386,57</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-290,02</b>

**Standort: Freising**  
 Raps

Leistungen		
Markterlös		797,18
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>797,18</b>
Direktkosten		
Saatgut		65,75
PSM-Herbizide		101,17
PSM-Fungizide		19,39
PSM-Insektizide		18,92
PSM-Wachstumsregler		15,17
PSM-Molluskizide		15,70
Düngung-Stickstoff		118,03
Düngung-Phosphat		33,72
Düngung-Kalium		14,43
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,53
Hagelversicherung		33,64
Zinsansatz		10,44
<b>Gesamt</b>		<b>455,66</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>341,53</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		199,91
Lohnunternehmer		141,00
Lohnansatz		48,00
<b>Gesamt</b>		<b>389,91</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-48,39</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		167,28
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		36,45
<b>Gesamt</b>		<b>345,23</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-3,70</b>

**Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KE-WW Konservierend**  
 1. Blattfruchtweizen  
 Körnerbensen

Leistungen		
Markterlös		753,98
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>753,98</b>
Direktkosten		
Saatgut		550,7
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,25
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		115,76
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,70
<b>Gesamt</b>		<b>411,73</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>342,25</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		189,15
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		48,05
<b>Gesamt</b>		<b>363,70</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-21,45</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		155,16
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		43,30
<b>Gesamt</b>		<b>324,96</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>17,30</b>

**Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KE-WW Konservierend**  
 2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		523,68
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>579,68</b>
Direktkosten		
Saatgut		117,08
PSM-Herbizide		63,93
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		9,42
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		27,48
Düngung-Kalium		24,03
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		20,62
Zinsansatz		2,31
<b>Gesamt</b>		<b>273,65</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>306,22</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		181,17
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		35,65
<b>Gesamt</b>		<b>343,22</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-37,22</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		146,75
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		26,85
<b>Gesamt</b>		<b>300,12</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-5,92</b>

**Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KE-WW Konservierend**  
 2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		727,89
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>727,89</b>
Direktkosten		
Saatgut		550,70
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,25
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		115,76
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,70
<b>Gesamt</b>		<b>411,73</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>316,17</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		189,15
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		48,05
<b>Gesamt</b>		<b>363,70</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-47,54</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		155,16
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		43,30
<b>Gesamt</b>		<b>324,96</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-8,79</b>

## Standort: Freising

Raps

Leistungen		
Markterlös		881,98
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>881,98</b>
Direktkosten		
Saatgut		65,75
PSM-Herbizide		74,97
PSM-Fungizide		19,39
PSM-Insektizide		18,92
PSM-Wachstumsregler		15,17
PSM-Molluskizide		15,70
Düngung-Stickstoff		118,03
Düngung-Phosphat		33,72
Düngung-Kalium		14,43
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,53
Hagelversicherung		33,64
Zinsansatz		9,71
<b>Gesamt</b>		<b>428,73</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>453,25</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		314,22
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		129,50
<b>Gesamt</b>		<b>537,03</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-83,25</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		261,52
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		64,90
<b>Gesamt</b>		<b>467,92</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-14,67</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KE-WW Pflug

1. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		870,63
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>870,63</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,07
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		111,93
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,60
<b>Gesamt</b>		<b>407,82</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>462,82</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		276,13
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		55,25
<b>Gesamt</b>		<b>457,88</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>4,94</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		223,11
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		45,40
<b>Gesamt</b>		<b>395,01</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>67,80</b>

Körnererbсен

Leistungen		
Markterlös		533,95
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>589,95</b>
Direktkosten		
Saatgut		117,08
PSM-Herbizide		65,22
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		9,42
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		27,48
Düngung-Kalium		24,03
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		20,62
Zinsansatz		0,23
<b>Gesamt</b>		<b>272,86</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>317,09</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		209,99
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		64,50
<b>Gesamt</b>		<b>482,00</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-164,91</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		238,16
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		47,55
<b>Gesamt</b>		<b>412,21</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-95,12</b>

2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		863,99
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>863,99</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,07
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		111,93
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,60
<b>Gesamt</b>		<b>407,82</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>456,17</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		297,08
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		77,05
<b>Gesamt</b>		<b>500,63</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-44,46</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		248,62
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		59,80
<b>Gesamt</b>		<b>434,92</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>21,25</b>

## Standort: Freising

Raps

Leistungen		
Markterlös		792,94
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>792,94</b>
Direktkosten		
Saatgut		65,75
PSM-Herbizide		101,17
PSM-Fungizide		19,39
PSM-Insektizide		18,92
PSM-Wachstumsregler		15,17
PSM-Molluskizide		15,70
Düngung-Stickstoff		118,03
Düngung-Phosphat		33,72
Düngung-Kalium		14,43
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,53
Hagelversicherung		33,64
Zinsansatz		10,44
<b>Gesamt</b>		<b>455,66</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>337,29</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		240,66
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		47,15
<b>Gesamt</b>		<b>429,31</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-92,02</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		215,79
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		39,50
<b>Gesamt</b>		<b>396,79</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-59,51</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KM-WW Konservierend

1. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		695,57
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>695,57</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,07
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,25
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		115,76
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,70
<b>Gesamt</b>		<b>411,73</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>283,85</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		215,97
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		47,15
<b>Gesamt</b>		<b>389,62</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-105,77</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		196,76
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		39,30
<b>Gesamt</b>		<b>362,56</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-78,72</b>

Körnmais

Leistungen		
Markterlös		824,15
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>824,15</b>
Direktkosten		
Saatgut		142,63
PSM-Herbizide		89,88
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		0,00
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		114,90
Düngung-Phosphat		5,15
Düngung-Kalium		15,33
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		89,48
Hagelversicherung		13,32
Zinsansatz		5,05
<b>Gesamt</b>		<b>484,50</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>349,65</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		240,66
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		49,35
<b>Gesamt</b>		<b>416,51</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-66,86</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		215,99
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		44,40
<b>Gesamt</b>		<b>386,89</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-37,24</b>

2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		751,56
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>751,56</b>
Direktkosten		
Saatgut		74,72
PSM-Herbizide		15,86
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,25
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		115,76
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,45
<b>Gesamt</b>		<b>401,41</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>350,15</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		213,27
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		47,15
<b>Gesamt</b>		<b>386,92</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-36,77</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		193,93
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		39,30
<b>Gesamt</b>		<b>359,73</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-9,57</b>

## Standort: Freising

Raps

Leistungen		
Markterlös		882,01
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>882,01</b>
Direktkosten		
Saatgut		65,75
PSM-Herbizide		74,97
PSM-Fungizide		19,39
PSM-Insektizide		18,92
PSM-Wachstumsregler		15,17
PSM-Molluskizide		15,70
Düngung-Stickstoff		118,03
Düngung-Phosphat		33,72
Düngung-Kalium		14,43
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,53
Hagelversicherung		33,64
Zinsansatz		9,71
<b>Gesamt</b>		<b>428,73</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>453,27</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		340,99
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		73,95
<b>Gesamt</b>		<b>556,45</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-103,17</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		273,80
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		62,00
<b>Gesamt</b>		<b>477,30</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-24,03</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KM-WW-Pflug

1. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		875,10
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>875,10</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,07
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		111,93
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,60
<b>Gesamt</b>		<b>407,82</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>467,28</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		310,79
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		52,25
<b>Gesamt</b>		<b>489,54</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-22,26</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		248,33
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		45,70
<b>Gesamt</b>		<b>420,53</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>46,76</b>

Körnermais

Leistungen		
Markterlös		863,16
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>863,16</b>
Direktkosten		
Saatgut		142,63
PSM-Herbizide		69,88
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		0,00
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		114,90
Düngung-Phosphat		5,15
Düngung-Kalium		15,33
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		89,48
Hagelversicherung		13,32
Zinsansatz		4,75
<b>Gesamt</b>		<b>464,20</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>398,96</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		328,14
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		70,50
<b>Gesamt</b>		<b>525,14</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-126,18</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		252,38
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		53,10
<b>Gesamt</b>		<b>431,98</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-33,02</b>

2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		848,27
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>848,27</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,07
PSM-Herbizide		65,95
PSM-Fungizide		74,72
PSM-Insektizide		15,86
PSM-Wachstumsregler		2,27
PSM-Molluskizide		4,03
Düngung-Stickstoff		111,93
Düngung-Phosphat		32,65
Düngung-Kalium		13,45
Düngung-Kalk		8,77
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		14,52
Zinsansatz		8,60
<b>Gesamt</b>		<b>407,82</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>440,45</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		331,82
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		61,40
<b>Gesamt</b>		<b>519,72</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-79,27</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		268,08
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		50,95
<b>Gesamt</b>		<b>445,53</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-5,08</b>



## Standort: Braunschweig

Raps

Leistungen		
Markterlös		800,55
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>800,55</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,98
PSM-Herbizide		84,01
PSM-Fungizide		43,27
PSM-Insektizide		23,01
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		97,98
Düngung-Phosphat		26,05
Düngung-Kalium		11,17
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		16,13
Zinsansatz		8,50
<b>Gesamt</b>		<b>375,60</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>424,95</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		260,70
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		63,20
<b>Gesamt</b>		<b>465,40</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-40,45</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		248,75
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		54,20
<b>Gesamt</b>		<b>444,45</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-19,50</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-WW Pflug

Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		871,00
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>871,00</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		53,09
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		7,94
<b>Gesamt</b>		<b>383,35</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>487,65</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		240,07
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		56,05
<b>Gesamt</b>		<b>422,62</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>65,03</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		228,99
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		49,55
<b>Gesamt</b>		<b>405,04</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>82,61</b>

1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		829,00
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>829,00</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		76,37
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		10,17
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		8,56
<b>Gesamt</b>		<b>408,87</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>420,13</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		267,15
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		72,65
<b>Gesamt</b>		<b>466,30</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-46,17</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		256,76
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		62,10
<b>Gesamt</b>		<b>445,36</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-25,23</b>

2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		829,00
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>829,00</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		76,37
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		10,17
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		8,56
<b>Gesamt</b>		<b>408,87</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>420,13</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		267,15
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		72,65
<b>Gesamt</b>		<b>466,30</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-46,17</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		256,76
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		62,10
<b>Gesamt</b>		<b>445,36</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-25,23</b>

**Standort: Braunschweig**

Raps

Leistungen		
Markterlös		808,03
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>808,03</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,98
PSM-Herbizide		84,01
PSM-Fungizide		43,27
PSM-Insektizide		23,01
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		100,49
Düngung-Phosphat		26,05
Düngung-Kalium		11,17
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		16,13
Zinsansatz		8,57
<b>Gesamt</b>		<b>378,18</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>429,85</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		222,24
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		54,00
<b>Gesamt</b>		<b>417,74</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>12,11</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		207,82
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		49,55
<b>Gesamt</b>		<b>398,87</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>30,98</b>

**Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-WW Konservierend**

Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		905,02
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>905,02</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		53,09
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		7,72
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		8,02
<b>Gesamt</b>		<b>386,92</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>518,10</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		223,69
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		56,95
<b>Gesamt</b>		<b>407,14</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>110,95</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		209,44
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		53,70
<b>Gesamt</b>		<b>389,64</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>128,46</b>

1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		780,20
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>780,20</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		76,37
PSM-Fungizide		103,26
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		104,30
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		15,37
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		9,18
<b>Gesamt</b>		<b>434,31</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>345,89</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		223,69
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		56,95
<b>Gesamt</b>		<b>407,14</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-61,25</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		209,44
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		53,70
<b>Gesamt</b>		<b>389,64</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-43,75</b>

2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		802,00
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>802,00</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		76,37
PSM-Fungizide		103,26
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		104,30
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		15,37
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		9,18
<b>Gesamt</b>		<b>434,31</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>367,69</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		223,69
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		56,95
<b>Gesamt</b>		<b>407,14</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-39,46</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		209,44
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		53,70
<b>Gesamt</b>		<b>389,64</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-21,96</b>

## Standort: Braunschweig

Raps

Leistungen		
Markterlös		871,37
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>871,37</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,98
PSM-Herbizide		84,01
PSM-Fungizide		43,27
PSM-Insektizide		23,01
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		100,49
Düngung-Phosphat		26,05
Düngung-Kalium		11,17
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		16,13
Zinsansatz		8,57
<b>Gesamt</b>		<b>378,18</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>493,19</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		214,08
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		59,40
<b>Gesamt</b>		<b>414,98</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>78,21</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		190,26
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		51,70
<b>Gesamt</b>		<b>383,46</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>109,73</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KE-WW Konservierend

1. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		860,17
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>860,17</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		65,64
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		8,25
<b>Gesamt</b>		<b>396,22</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>463,95</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		201,54
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		55,45
<b>Gesamt</b>		<b>383,49</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>80,46</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		177,51
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		50,70
<b>Gesamt</b>		<b>354,72</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>109,23</b>

Körnerbensen

Leistungen		
Markterlös		484,66
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>540,66</b>
Direktkosten		
Saatgut		86,00
PSM-Herbizide		75,16
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		18,63
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		19,63
Düngung-Kalium		15,84
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		10,07
Zinsansatz		2,20
<b>Gesamt</b>		<b>225,04</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>305,62</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		208,81
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		46,05
<b>Gesamt</b>		<b>381,36</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-75,74</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		180,48
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		45,50
<b>Gesamt</b>		<b>352,48</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-46,86</b>

2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		864,32
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>864,32</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		65,64
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		8,40
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		8,25
<b>Gesamt</b>		<b>396,22</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>468,10</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		201,54
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		55,45
<b>Gesamt</b>		<b>383,49</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>84,61</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		177,51
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		50,70
<b>Gesamt</b>		<b>354,72</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>113,38</b>

## Standort: Braunschweig

Raps

Leistungen		
Markterlös		745,42
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>745,42</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,98
PSM-Herbizide		91,46
PSM-Fungizide		43,27
PSM-Insektizide		23,01
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		25,20
Düngung-Stickstoff		102,31
Düngung-Phosphat		26,05
Düngung-Kalium		11,17
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		16,13
Zinsansatz		9,52
<b>Gesamt</b>		<b>413,59</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>331,82</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		175,61
Lohnunternehmer		159,50
Lohnansatz		44,15
<b>Gesamt</b>		<b>379,26</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-47,44</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		135,64
Lohnunternehmer		159,50
Lohnansatz		37,25
<b>Gesamt</b>		<b>332,40</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-0,57</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-KE-WW Direktsaat

1. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		861,43
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>861,43</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		65,64
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		16,92
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		8,46
<b>Gesamt</b>		<b>404,95</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>456,48</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		175,61
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		46,30
<b>Gesamt</b>		<b>366,41</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>90,07</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		135,65
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		42,6
<b>Gesamt</b>		<b>322,75</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>133,73</b>

Körnererbsen

Leistungen		
Markterlös		435,29
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>491,29</b>
Direktkosten		
Saatgut		86,00
PSM-Herbizide		75,16
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		18,63
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		19,63
Düngung-Kalium		15,84
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		10,07
Zinsansatz		2,20
<b>Gesamt</b>		<b>235,04</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>256,25</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		168,86
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		31,27
<b>Gesamt</b>		<b>344,55</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>-88,39</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		123,27
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		27,50
<b>Gesamt</b>		<b>295,27</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-39,02</b>

2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		902,87
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>902,87</b>
Direktkosten		
Saatgut		57,96
PSM-Herbizide		65,64
PSM-Fungizide		81,05
PSM-Insektizide		8,56
PSM-Wachstumsregler		4,24
PSM-Molluskizide		16,92
Düngung-Stickstoff		102,33
Düngung-Phosphat		33,00
Düngung-Kalium		13,12
Düngung-Kalk		7,50
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		6,17
Zinsansatz		8,46
<b>Gesamt</b>		<b>404,95</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>497,92</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 150 ha</b>		
Maschinenkosten		175,61
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		46,30
<b>Gesamt</b>		<b>366,41</b>
<b>DAL Modellbetrieb 150 ha</b>		<b>131,51</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		135,65
Lohnunternehmer		144,50
Lohnansatz		42,6
<b>Gesamt</b>		<b>322,75</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>175,17</b>

## Standort: Gülzow

Raps

Leistungen		
Markterlös		920,02
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>920,02</b>
Direktkosten		
Saatgut		81,39
PSM-Herbizide		87,81
PSM-Fungizide		62,51
PSM-Insektizide		23,28
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		110,66
Düngung-Phosphat		15,82
Düngung-Kalium		19,47
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		39,61
Hagelversicherung		12,38
Zinsansatz		12,72
<b>Gesamt</b>		<b>475,31</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>444,71</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		383,29
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		59,10
<b>Gesamt</b>		<b>483,89</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-39,18</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		273,80
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		43,85
<b>Gesamt</b>		<b>459,15</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-14,44</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-WW Pflug

Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		813,45
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>813,45</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,24
PSM-Herbizide		52,86
PSM-Fungizide		121,23
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		83,04
Düngung-Phosphat		30,74
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		9,99
<b>Gesamt</b>		<b>409,74</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>403,71</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		283,39
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		58,40
<b>Gesamt</b>		<b>468,29</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-64,95</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		271,90
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		46,90
<b>Gesamt</b>		<b>445,30</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-41,60</b>

1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		670,40
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>670,40</b>
Direktkosten		
Saatgut		77,14
PSM-Herbizide		52,86
PSM-Fungizide		120,97
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		84,62
Düngung-Phosphat		31,78
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		10,75
<b>Gesamt</b>		<b>440,78</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>229,62</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		284,35
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		59,25
<b>Gesamt</b>		<b>470,10</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-240,48</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		272,86
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		47,65
<b>Gesamt</b>		<b>447,01</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-217,39</b>

2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		614,45
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>614,45</b>
Direktkosten		
Saatgut		77,14
PSM-Herbizide		52,86
PSM-Fungizide		120,97
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		84,62
Düngung-Phosphat		31,78
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		10,75
<b>Gesamt</b>		<b>440,78</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>173,67</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		284,35
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		59,25
<b>Gesamt</b>		<b>470,10</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-296,43</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		272,86
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		47,65
<b>Gesamt</b>		<b>447,01</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-273,34</b>

## Standort: Gülzow

Raps

Leistungen		
Markterlös		832,61
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>832,61</b>
Direktkosten		
Saatgut		81,39
PSM-Herbizide		98,95
PSM-Fungizide		62,51
PSM-Insektizide		22,88
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		112,56
Düngung-Phosphat		15,82
Düngung-Kalium		19,47
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		39,61
Hagelversicherung		10,16
Zinsansatz		13,01
<b>Gesamt</b>		<b>486,00</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>346,61</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		220,36
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		46,2
<b>Gesamt</b>		<b>408,06</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-61,45</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		206,91
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		29,40
<b>Gesamt</b>		<b>377,81</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-31,20</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW-WW Konservierend

Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		906,52
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>906,52</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,24
PSM-Herbizide		57,41
PSM-Fungizide		121,23
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		83,04
Düngung-Phosphat		30,74
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		10,11
<b>Gesamt</b>		<b>414,14</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>503,03</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		224,16
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		48,03
<b>Gesamt</b>		<b>398,76</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>93,36</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		211,83
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		32,25
<b>Gesamt</b>		<b>375,58</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>116,53</b>

1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		676,91
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>676,91</b>
Direktkosten		
Saatgut		77,14
PSM-Herbizide		53,39
PSM-Fungizide		121,95
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		84,62
Düngung-Phosphat		31,78
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,64
Zinsansatz		10,77
<b>Gesamt</b>		<b>442,32</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>234,59</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		234,84
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		54,45
<b>Gesamt</b>		<b>414,51</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-181,21</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		219,42
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		40,55
<b>Gesamt</b>		<b>386,47</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-151,87</b>

2. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		729,91
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>729,91</b>
Direktkosten		
Saatgut		77,14
PSM-Herbizide		53,39
PSM-Fungizide		121,95
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		84,62
Düngung-Phosphat		31,78
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		27,39
Hagelversicherung		3,64
Zinsansatz		10,77
<b>Gesamt</b>		<b>441,69</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>288,22</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		234,84
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		54,45
<b>Gesamt</b>		<b>414,51</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-127,57</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		219,42
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		40,55
<b>Gesamt</b>		<b>386,47</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-98,25</b>

## Standort: Gülzow

Raps

Leistungen		
Markterlös		1014,41
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>1014,41</b>
Direktkosten		
Saatgut		81,39
PSM-Herbizide		80,31
PSM-Fungizide		62,51
PSM-Insektizide		23,08
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		110,66
Düngung-Phosphat		15,82
Düngung-Kalium		19,47
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		39,61
Hagelversicherung		10,16
Zinsansatz		12,45
<b>Gesamt</b>		<b>465,12</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>549,29</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		220,36
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		50,92
<b>Gesamt</b>		<b>412,78</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>136,51</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		206,91
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		30,70
<b>Gesamt</b>		<b>379,11</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>170,18</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW-WW/ZF-BI. Lup. Konservierend

Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		999,06
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>999,06</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,24
PSM-Herbizide		57,41
PSM-Fungizide		121,23
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		83,04
Düngung-Phosphat		30,74
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		10,11
<b>Gesamt</b>		<b>414,14</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>584,65</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		224,16
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		49,20
<b>Gesamt</b>		<b>399,86</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>184,79</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		211,83
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		38,60
<b>Gesamt</b>		<b>376,93</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>207,72</b>

1. Stoppelweizen

Leistungen		
Markterlös		698,27
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>698,27</b>
Direktkosten		
Saatgut		77,14
PSM-Herbizide		53,39
PSM-Fungizide		121,95
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		84,62
Düngung-Phosphat		31,78
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,64
Zinsansatz		10,77
<b>Gesamt</b>		<b>442,32</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>255,95</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		234,84
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		56,80
<b>Gesamt</b>		<b>418,14</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-162,19</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		219,42
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		41,85
<b>Gesamt</b>		<b>387,77</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-131,82</b>

Blaue Lupine

Leistungen		
Markterlös		374,75
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>370,75</b>
Direktkosten		
Saatgut		86,17
PSM-Herbizide		42,05
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		0,00
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		14,60
Düngung-Kalium		10,18
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		4,14
Zinsansatz		2,50
<b>Gesamt</b>		<b>169,31</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>201,44</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		200,76
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		23,00
<b>Gesamt</b>		<b>350,26</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-148,82</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		184,55
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		114,50
<b>Gesamt</b>		<b>332,55</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-131,10</b>

## Standort: Gülzow

Raps

Leistungen		
Markterlös		913,71
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>913,71</b>
Direktkosten		
Saatgut		81,39
PSM-Herbizide		98,95
PSM-Fungizide		62,51
PSM-Insektizide		22,88
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		112,56
Düngung-Phosphat		15,82
Düngung-Kalium		19,47
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		39,61
Hagelversicherung		10,16
Zinsansatz		13,01
<b>Gesamt</b>		<b>486,00</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>427,70</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		220,36
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		50,58
<b>Gesamt</b>		<b>412,44</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>15,26</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		206,91
Lohnunternehmer		141,50
Lohnansatz		30,70
<b>Gesamt</b>		<b>379,11</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>48,59</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ra-WW/ZF -Bl. Lup.-WW Konservierend

1. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		882,60
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>882,65</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,24
PSM-Herbizide		57,41
PSM-Fungizide		121,23
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		83,04
Düngung-Phosphat		30,74
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		10,11
<b>Gesamt</b>		<b>414,11</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>468,24</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		224,16
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		49,20
<b>Gesamt</b>		<b>399,86</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>68,38</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		211,83
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		38,60
<b>Gesamt</b>		<b>376,93</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>91,31</b>

Blaue Lupine

Leistungen		
Markterlös		316,61
Direktzahlungen		56,00
<b>Gesamt</b>		<b>372,61</b>
Direktkosten		
Saatgut		86,17
PSM-Herbizide		42,05
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		0,00
PSM-Wachstumsregler		0,00
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		0,00
Düngung-Phosphat		14,60
Düngung-Kalium		10,18
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		0,00
Hagelversicherung		4,14
Zinsansatz		2,50
<b>Gesamt</b>		<b>169,31</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>203,31</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		200,76
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		23,00
<b>Gesamt</b>		<b>350,26</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-146,95</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		184,35
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		21,70
<b>Gesamt</b>		<b>332,55</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-129,24</b>

2. Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		891,77
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>891,77</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,24
PSM-Herbizide		57,41
PSM-Fungizide		121,23
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		83,04
Düngung-Phosphat		30,74
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		10,11
<b>Gesamt</b>		<b>414,11</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>477,36</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		224,16
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		49,20
<b>Gesamt</b>		<b>399,86</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>77,50</b>
Arbeitsleistungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		211,83
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		38,60
<b>Gesamt</b>		<b>376,93</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>100,43</b>



## Standort: Gülzow

Hafer

Leistungen		
Markterlös		504,20
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>504,20</b>
Direktkosten		
Saatgut		55,95
PSM-Herbizide		44,80
PSM-Fungizide		0,00
PSM-Insektizide		0,00
PSM-Wachstumsregler		2,40
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		57,03
Düngung-Phosphat		21,39
Düngung-Kalium		9,04
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		16,02
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		3,30
<b>Gesamt</b>		<b>223,05</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>281,15</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		226,74
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		30,40
<b>Gesamt</b>		<b>383,64</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-102,49</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		205,85
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		25,04
<b>Gesamt</b>		<b>356,62</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-75,47</b>

## Bewirtschaftungssystem: Ha-WW/ZF – WeW-WRo/ZF Konservierend

Blattfruchtweizen

Leistungen		
Markterlös		853,12
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>853,12</b>
Direktkosten		
Saatgut		49,24
PSM-Herbizide		57,41
PSM-Fungizide		121,23
PSM-Insektizide		2,74
PSM-Wachstumsregler		7,73
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		83,04
Düngung-Phosphat		30,74
Düngung-Kalium		11,06
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		28,00
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		10,11
<b>Gesamt</b>		<b>414,41</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>438,72</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		241,35
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		52,25
<b>Gesamt</b>		<b>420,10</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>18,62</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		222,11
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		42,85
<b>Gesamt</b>		<b>391,46</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>47,26</b>

Wechselweizen

Leistungen		
Markterlös		610,17
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>610,67</b>
Direktkosten		
Saatgut		76,63
PSM-Herbizide		39,51
PSM-Fungizide		43,07
PSM-Insektizide		0,00
PSM-Wachstumsregler		1,38
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		47,40
Düngung-Phosphat		25,02
Düngung-Kalium		8,95
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		21,32
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		2,90
<b>Gesamt</b>		<b>283,03</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>327,64</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		235,76
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		52,25
<b>Gesamt</b>		<b>414,51</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-86,87</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		219,96
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		42,85
<b>Gesamt</b>		<b>389,31</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-61,67</b>

Winterroggen

Leistungen		
Markterlös		453,06
Direktzahlungen		0,00
<b>Gesamt</b>		<b>453,06</b>
Direktkosten		
Saatgut		760,00
PSM-Herbizide		45,50
PSM-Fungizide		35,77
PSM-Insektizide		0,00
PSM-Wachstumsregler		24,96
PSM-Molluskizide		0,00
Düngung-Stickstoff		60,54
Düngung-Phosphat		30,72
Düngung-Kalium		12,90
Düngung-Kalk		9,67
Düngung-Sonstiges		21,28
Hagelversicherung		3,46
Zinsansatz		6,41
<b>Gesamt</b>		<b>326,95</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>126,11</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 300 ha</b>		
Maschinenkosten		236,91
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		48,45
<b>Gesamt</b>		<b>411,86</b>
<b>DAL Modellbetrieb 300 ha</b>		<b>-285,75</b>
Arbeitsleistungungskosten		
<b>Modellbetrieb 600 ha</b>		
Maschinenkosten		210,30
Lohnunternehmer		126,50
Lohnansatz		40,10
<b>Gesamt</b>		<b>376,90</b>
<b>DAL Modellbetrieb 600 ha</b>		<b>-250,79</b>

## **Danksagung**

Die vorliegende Arbeit hätte ich nicht ohne die Unterstützung einiger Personen realisieren können. Auf diesem Wege möchte ich mich bei Ihnen herzlich bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. N. Lütke Entrup und Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. A. Heißenhuber für die Überlassung des interessanten Themas, die fachliche Unterstützung und den gewährten wissenschaftlichen Freiraum.

Weiter bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. K.-J. Hülsbergen für die Übernahme des Koreferates sowie die wertvollen fachlichen Anregungen.

Danken möchte ich den Herren Dr. F.-X. Maidl, Dr. H. Pahl und Dr. F.-F. Gröblinghoff, deren Anregungen und Hilfe bei der Lösung einer Vielzahl von Problemen einen entscheidenden Beitrag zum Gelingen der Promotion geleistet haben.

Ein Dank gebührt Herrn Stemann vom Versuchsgut Merklingsen als auch allen anderen Mitarbeitern der beteiligten Versuchsstationen für die Unterstützung und Durchführung der umfangreichen Feldversuche.

Für die kollegiale und freundschaftliche Unterstützung und das hervorragende Arbeitsklima während meiner Tätigkeit an der Fachhochschule Südwestfalen danke ich Herrn Hubert Kivelitz sowie allen anderen wissenschaftlichen Mitarbeitern des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest.

Zum Dank verpflichtet bin ich auch dem BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) sowie der UFOP e.V. (Union zur Förderung des Öl- und Proteinpflanzenanbaus) für die Finanzierung des Forschungsprojektes, in dessen Rahmen diese Arbeit verfasst wurde.

## Lebenslauf

**Name:** Marco Schneider  
**Geburtsdatum:** 12.09.1976  
**Geburtsort:** Fulda  
**Schulbildung:** 8/1982 – 7/1991 Grund- und Realschule in Großenlöder  
8/1991 – 7/1993 Zweijährige Berufsfachschule  
Agrarwirtschaft in Fulda  
Abschluss: Mittlere Reife  
8/1995 – 7/1996 Einjährige Fachoberschule Agrarwirtschaft  
in Witzenhausen  
Abschluss: Fachhochschulreife  
**Studium:** 10/1997 – 03/2001 Studium an der Universität  
Gesamthochschule Paderborn Fachbereich  
Agrarwirtschaft Soest  
Schwerpunkte: Pflanzenbau und  
Unternehmensführung  
Diplomarbeit im Bereich Phytomedizin zum  
Thema „*Bekämpfung wichtiger Ungräser in  
Winterweizen unter besonderer  
Berücksichtigung zukünftiger  
pflanzenbaulicher und umweltpolitischer  
Entwicklungen*“ bei Prof. V.H. Paul  
Gesamtnote Studium: 1,4  
**Ausbildung und  
Berufserfahrung:** 8/1993 – 8/1995 Ausbildung zum Landwirt auf dem Betrieb  
Karl Seng in Hünfeld – Nüst  
4/2001 – 4/2005 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in einem  
Verbundprojekt an der TU München und der  
Fachhochschule Südwestfalen.  
seit 5/2005 Beratung und Versuchswesen in der  
Pflanzenproduktion beim Landesbetrieb  
Landwirtschaft Hessen.