

Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Prof. em. Dr. Dr. h.c. Friedrich Kuhlmann

Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.)
am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen



vorgelegt von

Dipl. Geogr. Christian Schmidt

Gießen 2011

**Versicherung nach §17 der Promotionsordnung des Fachbereichs
Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-
Universität Gießen**

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe.

Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.



Gießen, den 22.09.2011

Vorwort

Die Gestaltung von Kulturlandschaften hat das Ziel zwischen Wertschöpfungs- und ökologischen Funktionen einen gesellschaftlich anerkannten Kompromiss zu finden. Die Erhöhung des Wertschöpfungsziels geht häufig zu Lasten ökologischer Ziele und umgekehrt. Landschaftselemente stiften einen anerkannt hohen ökologischen Nutzen. Durch Flächenentzug, Ertragsminderungen und Verkleinerungen der Feldstücke und damit ansteigenden Arbeitserledigungskosten sind diese Maßnahmen jedoch mit Opportunitätskosten verbunden.

In der vorliegenden Arbeit „Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen“ wurden die Ertragseffekte der Gehölzstreifen auf die annuelle Ackerfrucht in Abhängigkeit von der Entfernung der Gehölzstreifen ermittelt. Daneben erfolgte eine Auswertung der Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit von feldstückspezifischen Gegebenheiten (Schlaggröße, -form, -ausrichtung und Hof-Feld-Entfernung) sowie der Ausgestaltung der Agroforstsysteme (hinsichtlich Gehölzart, Anzahl, Fläche und Geometrie der Gehölzstreifen). Für die zusammenfassende Bewertung von Agroforstsystemen im Vergleich zum alleinigen Anbau von annuellen Ackerfrüchten und Kurzumtriebsgehölzen wurde das Modell AgforS entwickelt.

Bei der Ernte der annuellen Kulturen auf den Versuchsflächen erfolgte eine Ertragskartierung, die die Grundlage für die geostatistischen Auswertungen und die Berechnung der Ertragseffekte darstellt. Für den ökonomischen Vergleich wurde ferner eine Methodik entwickelt, die den Vergleich der Bodenrenten von ein- und mehrjährigen Anbausystemen erlaubt. Dafür wurden Instrumente der Investitionsrechnung verwendet und für die hier zu untersuchende Fragestellung angepasst. Das so entwickelte Vergleichskriterium ist die Annuität der Bodenrente.

Da bisher keine signifikanten Ertragseffekte gemessen werden konnten, wurden mithilfe des Modells AgforS die minimalen Ertragseffekte ermittelt, damit sich der Anbau von Agroforstsystemen lohnt.

Für ihre Unterstützung beim Erstellen meiner Dissertation möchte ich mich besonders bei Prof. em. Dr. Dr. h.c. F. Kuhlmann, bei Dr. Reus sowie bei allen Kollegen aus dem Institut für Betriebslehre der Agrarwirtschaft der Justus-Liebig Universität in Gießen und dem Verbundprojekt „*AgroforstEnergie*“ sowie meiner Familie danken.

Abstract

The aim of designing agricultural landscapes is find a compromise between society's acceptance of ecologic and economic functions. The goal of increasing economic productivity, often conflicts with ecologic goals and vice versa. Designing landscape elements increases their ecologic function, but also results in increased opportunity costs because agricultural production areas are divided into smaller parcels with declining yields and higher production costs.

The general goal of this publication is to analyze the economy of agroforestry-systems compared to arable farming. The publication "Economic effects of agroforestry-systems" (Zur Bewertung von Agroforstsystemen) includes the analysis of yield effects by the wooded strips on the adjoining arable farming areas. Furthermore, production costs in an example agroforestry-system were analyzed. These costs depend on the size of the agriculture production area, form and alignment of the field with the agroforestry-system, along with yield, haul distance, type of wood and the number, area and geometry of the wooden strips. To analyze and compare the total value of agroforestry-systems with that of short-rotation tree plantations and field crops is developed using the AgforS-model.

The yield of agriculture production areas was analyzed during the cropping procedure by performing yield mapping. For comparing the value of annual and multiannual cultivation systems a method was developed, including financial research instruments that were modified in order to address the issues of concern. The criterion of comparison developed is this way is the annuity of land rent.

As a result of no significant yield effects being measured, the economic research and comparison was done without any modified crop yields. It is possible to calculate the minimal additional crop yields that are necessary to achieve the same land rent as that of agriculture production by itself on a field.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ziele der Arbeit	1
1.2	Aufbau der Arbeit	2
2	Literaturanalyse.....	4
2.1	Definition der Agroforstsysteme	4
2.2	Anbauparameter von Kurzumtriebsgehölzen	5
2.2.1	Rechtliche Rahmenbedingungen für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen.....	6
2.2.2	Standorte (Boden und Klima) für Kurzumtriebsgehölze	8
2.2.2.1	Standorteigenschaften für den Anbau von Pappeln	9
2.2.2.2	Standorteigenschaften für den Anbau von Weiden.....	12
2.2.2.3	Standorteigenschaften für den Anbau von Robinien	12
2.2.3	Erträge der Kurzumtriebsgehölze	13
2.2.3.1	Pappelsorten	13
2.2.3.2	Weidensorten.....	16
2.2.3.3	Robinie.....	17
2.3	Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsgehölzen	18
2.3.1	Planung des Pflanzverbandes und der Umtriebszeit	18
2.3.2	Pflanzmaterial	21
2.3.3	Bodenvorbereitung	22
2.3.4	Pflege und Schutz	24
2.3.5	Düngung	25
2.3.6	Ernte	26
2.3.6.1	Erntemaschinen.....	27
2.3.6.2	Transport des Erntegutes	30
2.3.6.3	Lagerung und Trocknung des Erntegutes.....	33
2.3.6.4	Abnehmerseite	34
2.3.7	Bewirtschaftung in den Folgerotationen	34
2.4	Ertragseffekte auf die Ackerkultur	35
2.4.1	Übersicht der Effekte	35
2.4.2	Lichtschatten	36
2.4.3	Interaktionen der Baum- und Ackerfruchtwurzeln.....	39
2.4.4	Einfluss von Krankheiten und Schädlingen	41
2.4.5	Windeffekte.....	44
2.4.6	Modifiziertes Wasserangebot	46
2.4.7	Beispiel der Effekte der Gehölzstreifen auf die nebenstehende landwirtschaftliche Kultur	47
2.4.8	Temperatureffekte in einem Agroforstsystem	48
2.5	Zusammenfassung des Literaturteils.....	49
3	Zur Analyse von Ertragseffekten auf die Ackerkulturen in Agroforstsystemen.....	51
3.1	Methodologie: Geostatistische Verfahren	51
3.1.1	Ertragskartierung.....	51
3.1.2	Vorbereitung der Daten	52
3.1.3	Fehleranalyse	53
3.1.4	Interquartilstest.....	54
3.1.5	Normierung der Ertragsdaten	55
3.1.6	Bearbeitung der Daten im Geographischen Informationssystem	56
3.1.7	Histogramm.....	56
3.1.8	Trendanalyse	57

3.1.9	Geostatistik	59
3.1.10	Kriging-Interpolation	60
3.1.11	Bearbeitung im Geographischen Informationssystem	62
3.1.12	Distanz zu den Gehölzstreifen.....	63
3.1.13	Deskriptive Methoden.....	64
3.1.14	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest zur Bestimmung der Verteilung der Grundgesamtheit	66
3.1.15	Überprüfung der Abhängigkeit der Stichproben.....	67
3.1.16	Abhängigkeit der Untersuchungsplots untereinander.....	68
3.1.16.1	T-Test.....	68
3.1.16.2	Mann-Whitney-U-Test.....	68
3.1.17	Erklärung der Ertragsverteilung mit Regressionsmodellen.....	69
3.1.18	Erstellung von Ertragsprofilen.....	70
3.1.19	Vergleich mit einer Referenzfläche.....	71
3.2	Beschreibung des Versuchsstandorts Dornburg als Grundlage für die Ermittlung der Ertragseffekte.....	72
3.3	Ergebnisse für das Agroforstsystem am Versuchsstandort Dornburg	74
3.3.1	Ertragsprofil.....	75
3.3.2	Auswertung der einzelnen Untersuchungsplots.....	79
3.3.3	Auswertung der weiteren Untersuchungsplots	83
3.4	Kritische Diskussionsansätze	85
3.5	Zusammenfassung der Analyse.....	86
4	Das Modell AgforS zur betriebswirtschaftlichen Analyse der Wettbewerbsfähigkeit von Agroforstsystemen im Vergleich zum reinen Ackerbau mit annuellen Kulturen und zur Kurzumtriebsplantage.....	88
4.1	Einführung	88
4.2	Definition der Leistungen, Kosten und Bodenrente.....	90
4.3	Überblick über das Modell AgforS.....	98
4.4	Dateneingabe im AgforS-Modell	108
4.5	Definition der Arbeiterledigungskosten	117
4.6	Anfallende Direktkosten.....	118
4.7	Produktpreise	120
4.8	Wahl der Fruchtfolgen und der Gehölzarten	123
4.9	Preisszenarien.....	124
4.10	Ertragsszenarien	124
4.11	Modellierung zusätzlicher Restfahrten	125
4.12	Modellierung der Flächengrößen.....	130
4.13	Modellierung der Schlagform.....	134
4.14	Modellierung der Hof-Feld-Entfernung.....	137
4.15	Modellierung zusätzlicher Wendungen	140
4.16	Modellierung der Flächengröße und der Hof-Feld-Entfernung bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen	142
4.17	Modellierung der Pflanzung der Gehölzstreifen	142
4.18	Modellierung der Ernte der Gehölzstreifen	143
4.19	Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen.....	146
4.20	Modellierung der Transporte der Agrarholzernte	148
4.21	Trocknung und Lagerung von Holzhackschnitzeln	150
5	Ökonomische Auswertung von Agroforstsystemen mit dem Modell AgforS	153
5.1	Einleitung zur ökonomischen Auswertung von Agroforstsystemen	153
5.2	Aufschlüsselung der Kosten beim Anbau der Gehölzstreifen	154

5.2.1	Etablierungskosten von Kurzumtriebsplantage und Gehölzstreifen im Vergleich	155
5.2.2	Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit des Erntegerätes und der Umtriebszeit	156
5.2.3	Effekt der Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen.....	159
5.2.4	Arbeiterledigungskosten der Holzhackschnitzellagerung und -trocknung.....	162
5.2.5	Wiedereingliederungskosten	163
5.3	Effekte der schlagspezifischen Planung der Anlage von Agroforstsystemen.....	163
5.3.1	Effekt der Schlaggrößen beim Anbau von annuellen Ackerkulturen und Kurzumtriebsgehölzen	164
5.3.2	Effekt der Hof-Feld-Entfernung bei der Bewirtschaftung der Gehölze.....	170
5.3.3	Vergleichsanalyse der Kostenannuitäten und Annuitäten der Bodenrenten zwischen den drei Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Kurzumtriebsplantage“ und „Agroforstsystem“ in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung.....	172
5.3.4	Effekt der Restfahrten und zusätzlichen Wendungen	179
5.4	Auswertung der Annuitäten der Bodenrenten von Agroforstsystemen.....	182
5.4.1	Analyse der Annuitäten der Bodenrenten von Agroforstsystemen in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen.....	182
5.4.2	Analyse der Flächenanteile der Gehölze und der annuellen Ackerkultur auf dem Agroforstsystem.....	190
5.4.3	Analyse der Annuitäten der Bodenrenten von Agroforstsystemen in Abhängigkeit unterschiedlicher Preisniveaus	193
5.4.4	Analyse der Bodenrenten von Agroforstsystemen in Abhängigkeit unterschiedlicher Ausrichtung der Schläge und Anbauflächen	196
5.5	Der ökonomische Vergleich des Agroforstsystems mit dem reinen Anbau von Kurzumtriebsholz und Ackerkultur	200
5.6	Beispielberechnung anhand des Agroforstsystemversuchsschlages in Dornburg/Saale....	210
6	Diskussion: Einordnung der Ergebnisse aus den Kapiteln 3 bis 5	215
6.1	Einleitung.....	215
6.2	Diskussion über den geostatistischen und statistischen Teil	215
6.3	Diskussion der betriebswirtschaftlichen Ergebnisse	217
7	Zusammenfassung.....	221
8	Literaturverzeichnis.....	226
9	Anhang	233

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnisse der Ertragspotenzialschätzung	11
Abbildung 2: Mittelwert der Trockenmasseerträge ausgewählter Weidensorten über einen Zeitraum von 12 Jahren bei dreijähriger Umtriebszeit am Standort in Gülzow	17
Abbildung 3: Effekte der Zunahme der Stammesdurchmesser bei längeren Umtriebszeiten	19
Abbildung 4: Mineralstoffentzug von Weiden und Pappeln jährlich bei Umtriebszeiten von 3-4 Jahren	26
Abbildung 5: Häckseln von Gehölzstreifen mit einem Feldhäcksler	28
Abbildung 6: Transport mit dem Traktor direkt zum Abnehmer	31
Abbildung 7: Abkippen und Umladen am Feldrand	31
Abbildung 8: Schüttdichte in Abhängigkeit von Gehölzsorte/Klon	32
Abbildung 9: Relativer Lichteinfall im Umfeld eines Gehölzstreifens in Hohenbüssow	37
Abbildung 10: Kornertrag bei Winterweizen in Abhängigkeit vom Abstand zur Baumreihe und relativer Lichteinfall gemessen in PACL	38
Abbildung 11: Durch Pappelrostbefall beschädigte Pappelpflanzung der Sorte Beaupre	42
Abbildung 12: Larve des Pappelblattkäfers und Pappelblattkäfer	43
Abbildung 13: Windschutzwirkung durch Hecken	44
Abbildung 14: Einfluss von Windschutzhecken auf den Ertrag	45
Abbildung 15: Verringerung der Windgeschwindigkeit durch Windschutz	46
Abbildung 16: Potentieller Mehrertrag bzw. Ertragsverlust bei Winterroggen auf einem grundwasserfernen Sandstandort mit Windschutzanlage in Durmersheim	47
Abbildung 17: Relative Jahreswachstumskurve	48
Abbildung 18: Ertragskarte des Agroforstsystemschlags in Dornburg	52
Abbildung 19: Vergleich der Klassenbreiten mit dem hieraus entstandenen Informationsverlust	57
Abbildung 20: Trendanalyse	58
Abbildung 21: Ertragsrohdaten	59
Abbildung 22: Das exponentielle Semivariogrammodell	61
Abbildung 23: Einteilung der Untersuchungsplots in Streifen	64
Abbildung 24: Mittelwertdiagramm, Winterweizenerträge in Abhängigkeit vom Feldrand, dargestellt am Beispiel des Schlags „Fuchslöcher“	65
Abbildung 25: Nichtlineare Regressionsmodelle im Vergleich	70
Abbildung 26: Untersuchungsplot – Durchschnittsberechnung der Erträge auf der Länge des Feldes	71
Abbildung 27: Flächenplan des Agroforstsystems Dornburg	74
Abbildung 28: Mittelwertdiagramm der Erträge des Winterweizens im Jahre 2007 in Dornburg unter Berücksichtigung der Gehölzstreifen	75
Abbildung 29: Mit Kriging interpolierte Ertragskarte des Winterweizenanbaus im Jahre 2007 in Dornburg, Ertragswerte sind normiert.	76
Abbildung 30: Mittelwertdiagramm der Erträge der Sommergerste im Jahre 2008 in Dornburg unter Berücksichtigung der Gehölzstreifen	76

Abbildung 31: Mit Kriging interpolierte Ertragskarte des Sommergerstenanbaus im Jahre 2008 in Dornburg, Ertragswerte sind normiert	77
Abbildung 32: Mittelwertdiagramm der Erträge der Winterraps im Jahre 2009 in Dornburg unter Berücksichtigung der Gehölzstreifen	78
Abbildung 33: Mit Kriging interpolierte Ertragskarte des Winterrapsanbaus im Jahre 2009 in Dornburg, Ertragswerte sind normiert	78
Abbildung 34: Untersuchungsplots des Agroforstsystem-Versuchsschlages in Dornburg/Saale	79
Abbildung 35: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2006	81
Abbildung 36: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2007	81
Abbildung 37: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2008	82
Abbildung 38: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2009	82
Abbildung 39: Höhenmodell des Schlages in Dornburg	85
Abbildung 40: Übersicht über die Berechnung der ökonomischen Effekte im Agroforstsystem im Modell AgforS anhand eines Kausalschleifendiagramms	99
Abbildung 41: Übersicht über die Leistungsberechnung im Modell AgforS anhand eines Blockdiagramms	102
Abbildung 42: Übersicht über die Kostenberechnung der Gehölzstreifen im Modell AgforS anhand eines Blockdiagramms	104
Abbildung 43: Übersicht über die Kostenberechnung der annualen Ackerkulturen im Modell AgforS anhand eines Blockdiagramms	107
Abbildung 44: Eingabemaske für die Einstellungen zur Feldgeometrie und zum Anbaudesign des Agroforstsystems im AgforS-Modell	109
Abbildung 45: Eingabemaske für die Fruchtfolge der Ackerkulturen	112
Abbildung 46: Eingabemaske zur Einstellung der Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren der Gehölzstreifen und der annualen Ackerkulturen auf dem Agroforstsystems Schlag – Teil 1	113
Abbildung 47: Eingabemaske für die Einstellungen zum Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren der Gehölzstreifen und der annualen Ackerkulturen auf dem Agroforstsystemschlag – Teil 2	115
Abbildung 48: Eingabemaske zur Einstellung der Direktkosten und weiterer Faktorkosten im AgforS-Modell	116
Abbildung 49: Eingabemaske zur Einstellung der Verkaufspreise im AgforS-Modell	117
Abbildung 50: Relative Preisentwicklung von Winterweizen, Körnermais, Sommergerste und Winterraps von 02.2005-02.2010	121
Abbildung 51: Preisentwicklung von Holzhackschnitzeln zwischen 2006 und 2009	122
Abbildung 52: Entstehung von Restfahrten auf einem Agroforstsystems Schlag	125
Abbildung 53: Entstehung von Restfahrten	126
Abbildung 54: Agroforst- Versuchsschlag in Dornburg	130
Abbildung 55: Bearbeitungszeit des Produktionsverfahrens Sommergerste in Abhängigkeit der Schlaggröße	131
Abbildung 56: Optimaler Agroforstsystems Schlag	134
Abbildung 57: KTBL-Musterschlag mit längerer Sekante in West-Ost-Richtung	135
Abbildung 58: KTBL-Musterschlag als Agroforstsystemfläche um 45 Grad gekippt	136
Abbildung 59: Arbeiterledigungskosten des Feldhäckslers und Mähhackers	157

Abbildung 60: Kostenannuitäten in Abhängigkeit der Umtriebszeit	158
Abbildung 61: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten (in €/ha) in Abhängigkeit der gesamten Länge der Übersetzungsfahrten in m auf einem 40 ha großen Schlag mit einer jährlichen Zuwachsrate von 10 t TM/(ha x a)	162
Abbildung 62: Arbeitserledigungskosten des Anbaus der in den Fruchtfolgen berechneten Fruchtfolgeglieder in Abhängigkeit der Schlaggrößen bei 1 km Hof-Feld-Entfernung	164
Abbildung 63: Annuität der Kosten des Anbaus verschiedener Kurzumtriebsgehölzplantagen in Abhängigkeit der Schlaggröße	166
Abbildung 64: Annuität der Bodenrente der drei diskutierten ackerbaulichen Fruchtfolgen in Abhängigkeit der Schlaggröße (€/ha)	167
Abbildung 65: Annuität der Bodenrente zweier Kurzumtriebsplantagen mit Weiden und Pappeln in Abhängigkeit der Schlaggröße (€/ha)	167
Abbildung 66: Vergleich der Annuität der Bodenrente der Kurzumtriebsplantage mit Weiden und der drei beschriebenen annuellen Fruchtfolgen in Abhängigkeit der Schlaggröße	169
Abbildung 67: Kostenannuitäten der drei Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Kurzumtriebsplantage“, „Agroforstsystem“ mit Anbau von Weiden In Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung	173
Abbildung 68: Annuitäten der Bodenrenten der drei Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Kurzumtriebsplantage“, „Agroforstsystem“ in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung	177
Abbildung 69: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten je Restfahrt in Abhängigkeit der Flächengröße und Ackerkultur	179
Abbildung 70: Kostenannuitäten der Agroforstsysteme mit den diskutierten Fruchtfolgen auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrate von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen	183
Abbildung 71: Entwicklung der Differenzen der Kosten- und Leistungsannuitäten des Agroforstsystems gegenüber der Kosten- und Leistungsannuitäten der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ am Beispiel der Fruchtfolge Wintererbsen, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden	184
Abbildung 72: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrate von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen	186
Abbildung 73: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrate von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen	188
Abbildung 74: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 20 ha und einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrate von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen	189
Abbildung 75: Annuität der Bodenrente in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsfläche der Gehölze auf dem Agroforstsystem und derer Anteile	191

Abbildung 76: Entwicklung der Annuität der Bodenrente auf einem 20 ha großen Agroforstsystem mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste mit 5 und 10 Gehölzstreifen mit Weiden in Abhängigkeit der Preisniveaus	194
Abbildung 77: Entwicklung der Annuität der Bodenrente auf einem 20 ha großen Agroforstsystem mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste mit 5 und 10 Gehölzstreifen mit Weiden in Abhängigkeit der Preisniveaus	195
Abbildung 78: Ausrichtung der Schläge und Anbauflächen	197
Abbildung 79: Annuitäten der Bodenrenten des Agroforstsystems mit 5 Gehölzstreifen in Abhängigkeit der Ausrichtung des 20 ha großen KTBL-Musterschlages	198
Abbildung 80: Sensitivitätsanalyse am Beispiel eines Agroforstsystems auf einer Schlaggröße von 20 ha mit Weiden auf den Gehölzstreifen und den drei diskutierten ackerbaulichen Fruchtfolgen im Vergleich	205
Abbildung 81: Sensitivitätsanalyse am Beispiel eines Agroforstsystems auf einer Schlaggröße von 20 ha und 40 ha mit Weiden auf den Gehölzstreifen und der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste mit Wachstumseffekten ausschließlich der annuellen Ackerfrüchte und Gehölzstreifen mit Ackerfrüchten im Vergleich	208
Abbildung 82: Ausmaße des Agroforstsystemversuchsschlages in Dornburg/Saale	211

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erträge verschiedener Pappelsorten	14
Tabelle 2: Pappelerträge (t/(ha ´ a)) an drei Versuchsstandorten	15
Tabelle 3: Erträge verschiedener Weidensorten	16
Tabelle 4: Merkmale dreier Erntemaschinen	29
Tabelle 5: Abnehmender Trockenmassezuwachs in Abhängigkeit der Anzahl der Umtriebe	35
Tabelle 6: Matrix der Anbaumethoden	50
Tabelle 7: Beispiel der Anwendung des 5-Interquartilstests	55
Tabelle 8: Klimadaten Dornburg	73
Tabelle 9: Erklärung der Ertragsverteilung durch die Entfernung des nächsten westlichen Gehölzstreifens, Bestimmtheitsmaße (R ²) in den Jahren 2007-2009	83
Tabelle 10: Wettbewerbskalkulation für die Landnutzungsalternativen "Ackerbau mit Annuellen Kulturen", "Kurzumtriebsplantage" und "Agroforstsystem" anhand der Annuitätenmethode	96
Tabelle 11: Verbrauch von Düngern und Saatgut der Landnutzungsalternative annuelle Ackerkultur je ha	118
Tabelle 12: Direktkosten der Fruchtfolgeglieder der Landnutzungsalternative annuelle Ackerkulturen in €/ha	119
Tabelle 13: Versicherungswert der Produktionsverfahren bzgl. der Ackerfrüchte	119
Tabelle 14: Ankaufspreise des Pflanzgutes der Gehölzstreifen	120
Tabelle 15: Erträge und Verkaufspreise der Ackerfrüchte	121
Tabelle 16: Preisszenarien für Produkte des Agroforstsystems	124
Tabelle 17: Jährliche Erträge der Kurzumtriebsgehölze	125
Tabelle 18: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten je Gehölzstreifen auf der Mitte des Schlags je Hektar auf unterschiedlichen Feldgrößen	129
Tabelle 19: Wendezeiten der wichtigsten Arbeitsschritte	141
Tabelle 20: Kosten der Etablierung von Kurzumtriebsgehölzen auf einer 5 ha großen landwirtschaftlich genutzten Fläche in €/ha	155
Tabelle 21: Kostenannuitäten einer 5 ha großen Kurzumtriebsplantage mit Pappeln in Abhängigkeit der Umtriebszeit, der Erträge und der Hof-Feld-Entfernung, inkl. Lagerung und Trocknung im Freien ohne Bodenplatte und einem Transport zum Lagerstandort	157
Tabelle 22: Übersicht über die Arbeitserledigungskosten der Übersetzungsfahrten zwischen Gehölzstreifen in Abhängigkeit von der Anzahl der Gehölzstreifen und der Distanz der Summe der Übersetzungsfahrten	160
Tabelle 23: Lagerungskosten des Hackgutes in FM (Frischmasse) und TM (Trockenmasse) mit Trockenmasseverlust	162
Tabelle 24: Arbeitserledigungskosten in €/ha einer 20 ha großen Kurzumtriebsplantage mit Weiden und einer jährlichen Wachstumsrate von 8 t TM/(ha x a)	170
Tabelle 25: Transportkosten für den Transport von Holzhackschnitzel in €/t TM	171
Tabelle 26: Annuitäten der Bodenrenten in €/ha der Landnutzungsalternativen „Kurzumtriebsplantage“, „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Agroforstsystem“ in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung	175

Tabelle 27: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten je Restfahrt in €/ha in Abhängigkeit des Produktionsverfahrens und der Flächengröße des Agroforstsystems	180
Tabelle 28: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten in €/Wendung der berechneten Produktionsverfahren in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsfläche	180
Tabelle 29: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten in €/ha je Restfahrt und Wendung der berechneten Produktionsverfahren in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsfläche	181
Tabelle 30: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden in Abhängigkeit der Anzahl an Gehölzstreifen auf einem KTBL-Musterschlag	185
Tabelle 31: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden in Abhängigkeit der Anzahl an Gehölzstreifen auf einem KTBL-Musterschlag	187
Tabelle 32: Preisübersicht bei unterschiedlichen Preisniveaus für landwirtschaftliche Produkte	193
Tabelle 33: Annuitäten der Bodenrenten der simulierten Agroforstsysteme mit 5-10 Gehölzstreifen in Abhängigkeit der Ausrichtung der Schläge in Nord-Südrichtung, um 90° und um 45° gedreht	199
Tabelle 34: Annuitäten der Bodenrenten (in €/ha) der unterschiedlichen Anbauverfahren	201
Tabelle 35: Differenz der Annuitäten der Bodenrenten (in €/ha und prozentual) zwischen den Agroforstsystemen und dem reinen Anbau annueller Ackerkulturen und der Kurzumtriebsplantage mit Weidenanbau, aufgeteilt in Fruchtfolgen	202
Tabelle 36: Sensitivitätsanalyse zur Darstellung der Höhe der synergistischen Ertragseffekte der Ackerkulturen, die notwendig sind, auf einem 20 ha großen Agroforstsystemschlag die Höhe der Annuität der Bodenrente annueller Ackerkulturen zu erreichen, in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen	204
Tabelle 37: Sensitivitätsanalyse zur Darstellung der Höhe der synergistischen Ertragseffekte der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste, die notwendig sind, auf einem 20 ha und 40 ha großen Agroforstsystemschlag die Annuität der Bodenrente annueller Ackerkulturen zu erreichen, in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen	206
Tabelle 38: Annuitäten der Bodenrenten auf dem 51,35 ha großen Agroforstsystem-Praxis Schlag der TLL Dornburg mit dem Anbau von Pappeln in Abhängigkeit der ackerbaulichen Fruchtfolge und des Ertrags der Pappeln auf den Gehölzstreifen	212

Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung der Landkreiserträge	10
Formel 2: Interquartilstest	54
Formel 3: 5-Interquartilstest	54
Formel 4: Definition der Kosten	90
Formel 5: Kosten einer Landnutzungsalternative in einer Periode	91
Formel 6: Gesamtkosten	91
Formel 7: Definition der Leistungen	91
Formel 8: Leistungen einer Landnutzungsalternative in einer Periode	92
Formel 9: Gesamtleistungen	92
Formel 10: Leistungs-Kosten-Differenz	92
Formel 11: Durchschnittliche Leistungs-Kosten-Differenz je Produktionsperiode	93
Formel 12: Gegenwartswert der Leistungen	94
Formel 13: Annuität der Leistungen	94
Formel 14: Gegenwartswert der Kosten	94
Formel 16: Annuität der Bodenrente	95
Formel 17: Faktor zur Berücksichtigung von Vorgewende bei Restfahrten	127
Formel 18: Berechnung der Restfahrten	128
Formel 19: Lineare Interpolation der Arbeitserledigungskosten der annuellen Ackerkulturen bzgl. der Schlaggrößen	132
Formel 20: Interpolation der Arbeitserledigungskosten hinsichtlich der Hof-Feld-Entfernung	139
Formel 21: Ernte der Gehölzstreifen	145
Formel 22: Übersetzungsfahrten	147
Formel 23: Anzahl der Transporte für das Erntegut eines Hektars Kurzumtriebsplantage	149
Formel 24: Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung	151

Verzeichnis der Beispiele

Beispiel 1: Rechenbeispiel zur Berechnung zusätzlicher Arbeitserledigungskosten infolge von Restfahrten	128
Beispiel 2: Interpolierung der Arbeitserledigungskosten bzgl. der Schlaggröße	133
Beispiel 3: Interpolation der Hof-Feld-Entfernung bzgl. der Arbeitserledigungskosten	139
Beispiel 4: Rechenbeispiel zur Ernte der Gehölzstreifen	146
Beispiel 5: Berechnung der Übersetzungsfahrten	147
Beispiel 6: Berechnung der Transportkosten für den ersten Transport	149
Beispiel 7: Berechnung der Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung	152

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AFS	Agroforstsystem
AgforS	Abkürzung des Namen des betriebswirtschaftlichen Agroforstsystemmodells
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
d. h.	das heißt
dt	Dezitonne
€	Euro
FM	Frischmasse
ha	Hektar
Hsgb.	Herausgeber
kg	Kilogramm
km	Kilometer
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
m	Meter
S.	Seite
Srm	Schüttraummeter
t	Tonne
TM	Trockenmasse
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TLPVG	Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut
u. a.	unter anderem
u.s.w.	und so weiter
Vgl.	Vergleich
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Ziele der Arbeit

Die Gestaltung und Entwicklung von Kulturlandschaften hat das Ziel, zwischen Wertschöpfungsfunktionen und ökologischen Funktionen einen gesellschaftlich anerkannten Kompromiss zu finden. Wegen konkurrierender Beziehungen zwischen diesen Zielen geht eine Erhöhung des Wertschöpfungsziels häufig zu Lasten ökologischer Ziele und umgekehrt. Landschaftselemente, wie Gehölzinseln, Hecken oder Streuobstwiesen stiften einen anerkannt hohen ökologischen Nutzen. Durch Flächenentzug, Ertragsminderungen auf den angrenzenden Feldern (Schattenwurf, Wasserentzug) sowie Flurstücksverkleinerungen und damit ansteigenden Feldbearbeitungskosten sind diese Maßnahmen jedoch mit Opportunitätskosten verbunden. Der unmittelbare ökonomische Nutzen der oben genannten Landschaftselemente ist darüber hinaus gering.

Unter Agroforstsystemen wird die kombinierte Produktion von Agrarholz und landwirtschaftlichen Produkten auf einer Fläche verstanden. Hierbei erfolgt die Holzproduktion streifenförmig und in der Regel senkrecht zur Hauptwindrichtung (NAIR, 1983) mit schnellwachsenden Baumarten. Die Gehölzstreifen werden im Kurzumtrieb bewirtschaftet, die Aufwüchse werden als Energieholz vermarktet. Von den Gehölzstreifen gehen einerseits die oben erwähnten negativen ökonomischen Auswirkungen auf die dazwischenliegenden Ackerbauflächen aus (Licht- und, Wasserkonkurrenz, Flurstückszergliederung u.s.w.), auf der anderen Seite bestehen aber auch positive Ertragseffekte durch eine Verminderung der Windgeschwindigkeiten (Verminderung unproduktiver Evapotranspiration). Es kann deshalb erwartet werden, dass Agroforstsysteme die Wertschöpfungsfunktion deutlich weniger vermindern als alternative Landschaftselemente. Gleichzeitig liefern sie jedoch ebenfalls wichtige ökologische Landschaftsfunktionen (Landschaftsästhetik, Erosionsschutz, Schutz für Wildtiere etc.), so dass die Hypothese gerechtfertigt erscheint, dass Agroforstsysteme eine wirtschaftlich effiziente Möglichkeit zur Vereinbarkeit von ökologischen und ökonomischen Landschaftsfunktionen sein können.

Zur Prüfung dieser Hypothese wird deshalb in der vorliegenden Arbeit als Oberziel die Ableitung von möglichst belastbaren Aussagen zur (ökonomischen) Wettbewerbsfähigkeit

von Agroforstsystemen im Vergleich zum reinen Ackerbau mit annuellen Kulturen und im Vergleich zu Kurzumtriebsplantagen verfolgt. Zur Erreichung dieses Oberziels werden vier Einzelziele gesetzt:

- Eine Literaturanalyse zur Ermittlung der Anbautechnik, das heißt zur Bestimmung der Mengengerüste für die Gehölzstreifen der Agroforstsysteme,
- die Identifikation und Anwendung von geeigneten geostatistischen Methoden zur Bestimmung der von den Gehölzstreifen der Agroforstsysteme ausgehenden Ertragseffekte auf die zwischen den Gehölzstreifen angebauten Ackerkulturen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Fruchtfolgen für diese Kulturen,
- die Erarbeitung und Anwendung von betriebswirtschaftlichen Modellen zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit der Gehölzstreifen und der dazwischen angebauten Ackerkulturen als den Komponenten für die Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen und
- die Ableitung der Determinanten für die Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen sowie die Bestimmung deren Wirtschaftlichkeit, insbesondere der zu erwartenden Kosteneffekte der für die Agroforstsysteme spezifischen Arbeitsabläufe, das heißt der veränderten Arbeitserledigungskosten.

1.2 Aufbau der Arbeit

Damit die Ziele, die Methoden zur Bewertung von Agroforstsystemen zu entwickeln und diese zu bewerten, erreicht werden können, ist die vorliegende Arbeit wie folgt aufgebaut:

Im Kapitel 2 wird neben einer Definition der Agroforstsysteme auf den bisherigen Stand der Forschung eingegangen. Hierbei wird neben rechtlichen Rahmenbedingungen des Anbaus von Gehölzen auf landwirtschaftlichen Flächen, die optimalen Standorte, Erträge der Kurzumtriebsgehölze, Planung eines optimalen Kurzumtriebsschlages und Agroforstsystems, auf die Anlage und Bewirtschaftung von Gehölzen im Kurzumtrieb eingegangen. Diese ist Bestandteil für die Bewirtschaftung von Agroforstsystemen. Des Weiteren umschließt das Kapitel 2 den bisherigen Stand der Forschung über die synergistischen sowie

konkurrierenden Effekte auf Agroforstsystemschlägen. Zum Ende des Kapitels 2 folgt eine Zusammenfassung bezüglich des Anbaus von Agroforstsystemen.

Im dritten Kapitel werden die geographischen, geostatistischen und statistischen Methoden zur Bewertung der Ertragseffekte dargestellt. Die Reihenfolge der Methoden stellt auch die Reihenfolge der Anwendung dieser Instrumente dar. Im Abschnitt 3.2 wird der Versuchsstandort Dornburg beschrieben, an welchem die Methoden im Rahmen einer Ertragsentwicklungsanalyse angewendet wurden.

Die Kapitel 4 und 5 stellen den betriebswirtschaftlichen Block der vorliegenden Arbeit dar. In Kapitel 4 werden Methoden dargestellt, Preise und Mengengerüste festgesetzt und Bestandteile des betriebswirtschaftlichen Modells zur Berechnung von Agroforstsystemen (AgforS) entwickelt. Darauf aufbauend findet die ökonomische Auswertung von Agroforstsystemen im AgforS-Modell in Kapitel 5 statt. In dieser Auswertung werden Kosten in Abhängigkeit des Bewirtschaftungsumfangs, der Anlage des Agroforstsystems und der Preis-Mengengerüste ausgewertet. Anschließend findet die Analyse der Bodenrenten statt, um diese dann mit den Bodenrenten der nicht kombinierten Anbaumethoden zu vergleichen. Abschließend wird eine Sensitivitätsanalyse mit dem Ziel der Darstellung der notwendigen Ertragssteigerungen, um die Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Ackerkulturen“ auf nicht kombinierten Schlägen zu erreichen, durchgeführt.

In Kapitel 6 werden die Ergebnisse diskutiert. Hier werden Methoden, Effekte und Ergebnisse kritisch betrachtet bevor abschließend in Kapitel 7 in der Zusammenfassung ein Fazit gezogen wird.

2 Literaturanalyse

2.1 Definition der Agroforstsysteme

Bei Agroforstsystemen handelt es sich um Anbausysteme, bei denen der Anbau von Bäumen mit dem Anbau von Ackerfrüchten auf einem Schlag kombiniert wird. Nach SOMMARIBA (1992) werden Agroforstsysteme dadurch gekennzeichnet, dass auf einem Feld min. zwei verschiedene Pflanzen wachsen, welche sich gegenseitig beeinflussen. Bei min. einer der angebauten Pflanzen handelt es sich um eine perennierende, holzige Pflanze (Baum, strauchige Pflanze), min. eine andere Pflanze wird jährlich oder immer wiederkehrend für die Futter- oder Nahrungsmittelerzeugung angebaut.

Agroforstsysteme stellen allgemeiner definiert ein nachhaltiges Landmanagement dar, mit welchem auf einem Schlag kombiniert Ackerfrucht oder Grünland und Gehölze angebaut werden. Durch die Integration von Gehölzen und Ackerfrüchten auf einem Feld wird die Produktion auf dem Feld diversifiziert. Der Landwirt generiert sein Einkommen aus min. zwei Produkten, welche auf dem Feld angebaut werden. Des Weiteren ist das Ziel eines Agroforstsystems die Erhöhung der sozialen, ökonomischen und ökologischen Leistung (NAIR, 1993, MOSQUERA-LOSADA, 2009).

In Europa werden verschiedene Agroforstsysteme betrieben, darunter silvoarable, silvopastorale und waldbasierende Agroforstsysteme sowie Gehölzstreifen entlang von Wasserläufen, ölhaltige Bäume auf Brachland und Agroforstsysteme mit verschiedenen Baumbeständen auf einem Schlag (MOSQUERA-LOSADA, 2009).

In der vorliegenden Arbeit werden speziell die silvoarablen Agroforstsysteme im Anbauschema des Alley Cropping analysiert. Im Anbauschema des Alley Cropping werden Bäume in einzelnen oder mehreren Reihen als Streifen über das Feld angebaut. Ein- oder mehrjährige Ackerfrüchte werden zwischen den Gehölzstreifen angebaut (MOSQUERA-LOSADA, 2009).

In einem Agroforstsystem nach dem Alley Cropping Schema werden die Gehölzstreifen in der Art angeordnet und mit einem Abstand zueinander gepflanzt, dass zwischen den Gehölzstreifen, auch wenn die Bäume in den Gehölzstreifen laubtragend sind und groß

werden, ausreichend Sonneneinstrahlung gewährleistet wird. Diese Anordnung ist besonders bei annuellen Ackerkulturen, die Sonne benötigen, zu beachten.

Um die durchschnittliche Windstärke zu minimieren, werden die Gehölzstreifen in einem Agroforstsystem nach dem Alley Cropping Schema vorwiegend senkrecht zur vorherrschenden Windrichtung angebaut, so dass der Wind durch die Gehölzstreifen abgeschwächt bzw. umgeleitet wird. In den meisten Agroforstsystemen dieses Anbauschemas werden die Gehölzstreifen in geraden Linien gepflanzt, um die Arbeitserledigungskosten zu minimieren und den Windschutz durch den gepflanzten Gehölzstreifen zu maximieren. An abfallendem Gelände gibt es den Vorteil der verminderten Erosion. Die Erosion würde besonders in dem Falle vermindert werden, wenn die Form der Gehölzstreifen der Landschaftsform (z. B. Hügelformen) angepasst würde. Durch eine alleinige Anpassung an diese natürlichen Formen würde jedoch der negative Effekt steigender Arbeitserledigungskosten entstehen (BEETZ, 2002, FRANK, 2005).

Des Weiteren ist beim Anbau eines Agroforstsystems zu berücksichtigen, dass zwischen den ausgewachsenen Bäumen genügend Platz benötigt wird, um alle Arbeitsverfahren gewohnt mechanisch zu verrichten. Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Düngern muss in einem Agroforstsystem darauf geachtet werden, dass diese auch von den nebenstehenden Pflanzen vertragen werden (BEETZ, 2002, BOELCKE, 2006).

2.2 Anbauparameter von Kurzumtriebsgehölzen

Im vorliegenden Abschnitt wird auf die Parameter des Anbaus von Kurzumtriebsgehölzen auf landwirtschaftlichen Flächen eingegangen. Zunächst werden die rechtlichen Rahmenbedingungen für einen Anbau von Gehölzen im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen dargestellt, bevor auf die optimalen Standorte für den Anbau von Kurzumtriebsgehölzen und deren Erträge eingegangen wird.

2.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen

Der Anbau von Agrarholz wird durch eine Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen und Bestimmungen auf Grundlage des EU-Agrarrechts und darauf aufbauendem nationalen Recht reguliert.

Grundsätzlich können nach dem EU-Agrarrecht Forstpflanzen als nachwachsende Rohstoffe auf landwirtschaftlichen Flächen beihilfefähig im Sinne der Betriebsprämienregelung angebaut werden. Dies betraf bis 2008 den Anbau auf stillgelegten Flächen und auf Ackerflächen. Im Jahre 2008 wurde die Pflichtstilllegung ausgesetzt, so dass zur Zeit die Flächenbeihilfefähigkeit nur in dem Falle beibehalten werden kann, wenn zusammen mit diesem Antrag auch die Energiepflanzenprämie beantragt wird (Verordnung (VO) EG Nr. 1782/2003, VO EG Nr. 1973/2004, VO EG Nr. 795/2004). Des Weiteren wurde die Regelung für den Anbau mehrjähriger Energiepflanzen vereinfacht, so dass es seit 2009 ausreicht, im Jahr der Plantagenetablierung eine Anbauerklärung zu verfassen. Eine Abnahmeerklärung braucht erst im Jahr der Ernte zu erfolgen (BEMMANN, 2009).

Für Beginn Januar 2009 wurde die neue EU-Verordnung so formuliert, dass der Ausdruck „beihilfefähige Hektarfläche“ jede landwirtschaftliche Fläche des Betriebes einschließlich Flächen mit Niederwald im Kurzumtrieb, die für eine komplette oder überwiegende landwirtschaftliche Tätigkeit genutzt wird, mit einschließt (BEMMANN, 2009).

Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen ist in Deutschland grundsätzlich möglich. Bisher ist aber noch nicht im Detail geklärt, ob für den Anbau von Agrarholz das Bundeswaldgesetz zuständig ist oder nicht. Erschwert wird eine Neuregelung durch die im Bundeswaldgesetz aufgeführte Definition (§2 Abs. 1, S. 1), die Wald im Sinne des Bundeswaldgesetzes als jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche definiert. Eine Neuregelung bezüglich der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen, in der diese aus dem Bundeswaldgesetz ausgegrenzt werden, wird angestrebt. Dieser Versuch stellt sich als schwierig dar, da sich das Bundeswaldgesetz von 1975 ausschließlich am äußeren Erscheinungsbild des Waldes orientiert. Eine Kurzumtriebsplantage mit einer maximalen Rotationsdauer von 20 Jahren kann das Erscheinungsbild eines Waldes haben (BEMMANN, 2009, BWALDG, 1975).

In den Bundesländern gibt es Landeswaldgesetze, womit der Weg für Sonderregelungen in einzelnen Bundesländern geschaffen wurde. Um die im Bundeswaldgesetz zu findende Walddefinition aufzuheben, wurde in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Hessen und Bayern aus ihren Landeswaldgesetzen der Anbau von Niederwald im Kurzumtrieb aus der Walddefinition herausgenommen. Das hessische Forstgesetz schließt im § 1, Abs. 1, S. 3 einen Anbau von Niederwald im Kurzumtrieb mit einem max. Aufwuchsalter der Bäume von 20 Jahren aus der Walddefinition aus (BEMMANN, 2009, HESSISCHES FORSTGESETZ, 2002).

Außerdem ist nicht klar, inwieweit das Forstvermehrungsgesetz auf den Anbau von Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen anwendbar ist und ob es für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen und für Agroforstsysteme gilt (BEMMANN, 2009).

Bis 2007 konnten Kurzumtriebsplantagen als nachwachsende Rohstoffe auf Stilllegungsflächen und im Rahmen des Energiepflanzenanbaus auf nicht stillgelegten Ackerflächen beihilfefähig angelegt werden. Ab 2008 war das Anlegen von Kurzumtriebsplantagen nur noch im Rahmen des Energiepflanzenanbaus auf nicht stillgelegten Ackerflächen möglich. Ab 2010 fällt die Energiepflanzenprämie weg, dafür sollen Dauerkulturen (einschließlich Niederwald mit Kurzumtrieb) beihilfefähig werden (BEMMANN, 2009).

Bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen müssen die Ländergesetze bezüglich Umweltverträglichkeitsprüfung, Naturschutz und Fortsvermehrungsgesetz berücksichtigt werden (Bemmann, 2009), worauf jedoch in der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen wird. Die Diskussion der Ländergesetze bezüglich Agroforstsysteme und Kurzumtriebsplantagen ist für die vorliegende Arbeit zu umfangreich und nicht zielführend.

Wenn für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen Grünland umgebrochen wird, gelten die Umbruchsbeschränkungen gemäß Cross Compliance und die Naturschutzgesetzgebung der Bundesländer. Das Grünlanderhaltungsgesetz (VO EG 1782/2003 und VO EG Nr. 796/2004 ist einzuhalten. Das heißt, dass Grünland um nicht mehr als 10 % vom Basiswert verringert werden darf (BEMMANN, 2009).

2.2.2 Standorte (Boden und Klima) für Kurzumtriebsgehölze

Der Standort ist ein wichtiger Parameter für den Anbau von Kurzumtriebsgehölzen. Einerseits fallen und steigen die Arbeitserledigungskosten mit der Feldform und -größe, andererseits sind die Bodenqualität, das Klima und die Höhenlage entscheidend für das Wachstum der Kurzumtriebsgehölze. In diesem Abschnitt wird zunächst auf die Flächengröße und -form eingegangen, bevor der geographische Standort aufgrund physikalischer Einflüsse diskutiert wird.

Unregelmäßig geformte kleine Flächen und Flächen kleiner als 0,5 ha sind für den Anbau von Kurzumtriebsflächen nicht zu empfehlen, da diese in der Regel nur manuell zu beernten sind und die Arbeitserledigungskosten damit unverhältnismäßig hoch werden. Flächen, die mindestens 2 ha groß sind, bzw. benachbarte Teilflächen mit je mindestens 1 ha Größe, sind für den Anbau von Kurzumtriebsholz besser geeignet, da diese maschinell und damit kostengünstiger geerntet werden können. Eine Hangneigung von über 30 Grad ist zu meiden, auf Flächen mit stärkerer Hangneigung wird eine mechanische Ernte nicht ermöglicht. Seitens LIEBHARD (2007) wird postuliert, dass auf den Anbau von Kurzumtriebsholz auf schweren und nassen Böden verzichtet werden sollte.

Das Wachstum und der Ertrag von Kurzumtriebsgehölzen variiert stark in Abhängigkeit vom Klima und den Bodenverhältnissen. Es handelt sich bei den Produktionsverfahren von Kurzumtriebsgehölzen um Produktionsverfahren, welche sich noch im Versuchsstadium befinden und in einem langfristigen Beobachtungszeitraum untersucht werden. Es wird davon ausgegangen, dass sich Ergebnisse von einem Standort nicht auf einen anderen Standort übertragen lassen, da die Einflüsse auf den Ertrag von Kurzumtriebsgehölzen zu vielfältig sind. Daher gibt es bislang keine abgesicherten Ergebnisse zu regionalen Ertragspotentialen (HEMME-SEIFERT, 2003).

Zunächst werden die Standortparameter für ein ertragreiches Wachstum von Kurzumtriebspappeln, dann von Weiden und Robinien, diskutiert.

2.2.2.1 Standorteigenschaften für den Anbau von Pappeln

Der Pappelertrag ist insbesondere abhängig von der Nährstoffverfügbarkeit im Boden und den Bodeneigenschaften. So sollten mindestens 30 cm des Oberbodens durchwurzelbar sein. Die Anforderung bezüglich des pH-Wertes des Bodens ist neutral bis schwach sauer. Das pH-Optimum wird mit 5,5-6,5 beziffert. Es sollte sich nicht um staunasse Gleyböden oder wechselfeuchte Böden wie Letten- oder Tonböden handeln. Am Besten für den Anbau von Kurzumtriebspappeln sind frische, feuchte anlehmige Sande bis tonige Lehme geeignet. Damit Pappeln einen guten Trockenmassezuwachs erreichen, benötigen sie Standorte mit gleichmäßiger guter Wasserversorgung, besonders in 60 bis 150 cm Tiefe (BOELCKE, 2006, HEMME-SEIFFERT, 2003, LIEBHARD, 2007).

Des Weiteren ist der Ertrag von Pappeln abhängig von der Höhe der Niederschläge. Höhere Jahresniederschläge gelten als ertragssteigernd, sie sollten mindestens 500 mm im Jahr betragen. Während der Vegetationszeit gelten mindestens 300 mm Niederschlag als günstig für einen hohen Trockenmassezuwachs. Schwarzpappeln sind wärmeliebend. Für einen hohen Trockenmassezuwachs werden deshalb Standorte benötigt, die in der mindestens 150 Tage dauernden Vegetationszeit eine Durchschnittstemperatur von mindestens +14,5 °C erreichen und eine Jahresdurchschnittstemperatur von +8,5 °C aufweisen. Die Ansprüche an das Klima beim Anbau von Balsampappeln sind geringer. Balsampappeln benötigen eine Jahresdurchschnittstemperatur von mindestens +7,6 °C. Pappeln gelten als halbschattenverträglich (BOELCKE, 2006, HEMME-SEIFFERT, 2003, HOFMANN, 1998)

Das Wachstum von Kurzumtriebspappeln ist zudem abhängig von der Höhenlage. Um hohe Trockenmassezuwächse in kurzen Zeitabständen zu erzielen, sollten Schwarzpappeln unterhalb von 300 bis 400 m ü. NN. angebaut werden. Balsampappeln können bis zu einer Höhenlage von maximal 600 bis 700 m ü. NN. angebaut werden (HEMME-SEIFFERT, 2003, LIEBHARD, 2007).

Eine Regionalisierung der Pappelerträge wurde durch HEMME-SEIFERT (2003) nach folgenden Kriterien durchgeführt:

- Der Boden in Deutschland ist in 71 Bodenarten unterteilt, welche detailliert beschrieben sind.
- Für die einzelnen Bodenarten findet eine Ertragsschätzung seitens Experten statt. Das deutsche Bodenartendreieck wird in Pappelertragsbereiche unterteilt. Die Unterteilung erfolgt nach Maßgabe der Zusammensetzung des Bodens aus Sand, Ton und Schluff. Böden mit einem hohen Anteil an Schluff, einem geringen bis mäßigen Anteil an Sand und einem niedrigen Anteil an Ton sollen demnach hohe Pappelerträge begünstigen. Ein hoher Sandanteil bindet zu wenig Wasser und wirkt dadurch ertragslimitierend. Auf zu schwerem Boden (hoher Tonanteil) wachsen Pappeln nicht.
- Abschließend werden die Pappelerträge auf die vorkommenden Bodenarten in den einzelnen Landkreisen übertragen und gewichtete Durchschnittserträge für die Landkreise errechnet (HEMME-SEIFERT, 2003).

Die Berechnung der Landkreiserträge erfolgte nach Formel 1, welche in Abbildung 1 angewandt wurde.

Formel 1: Berechnung der Landkreiserträge (LKE)

$$LKE = (B_1 * E_1 + B_2 * E_2 + B_i * E_i + \dots + B_n * E_n) / \sum_{i=1}^n (B_{1-n})$$

Darin sind:

LKE = durchschnittliche Landkreiserträge in dt/ha

B_i = geeignete Bodenart 1 bis n in ha;

B_{1-n} = geeignete Bodenart 1 bis n in ha;

E_i = Ertrag, welcher der Bodenart zugewiesen ist, in dt/ha.

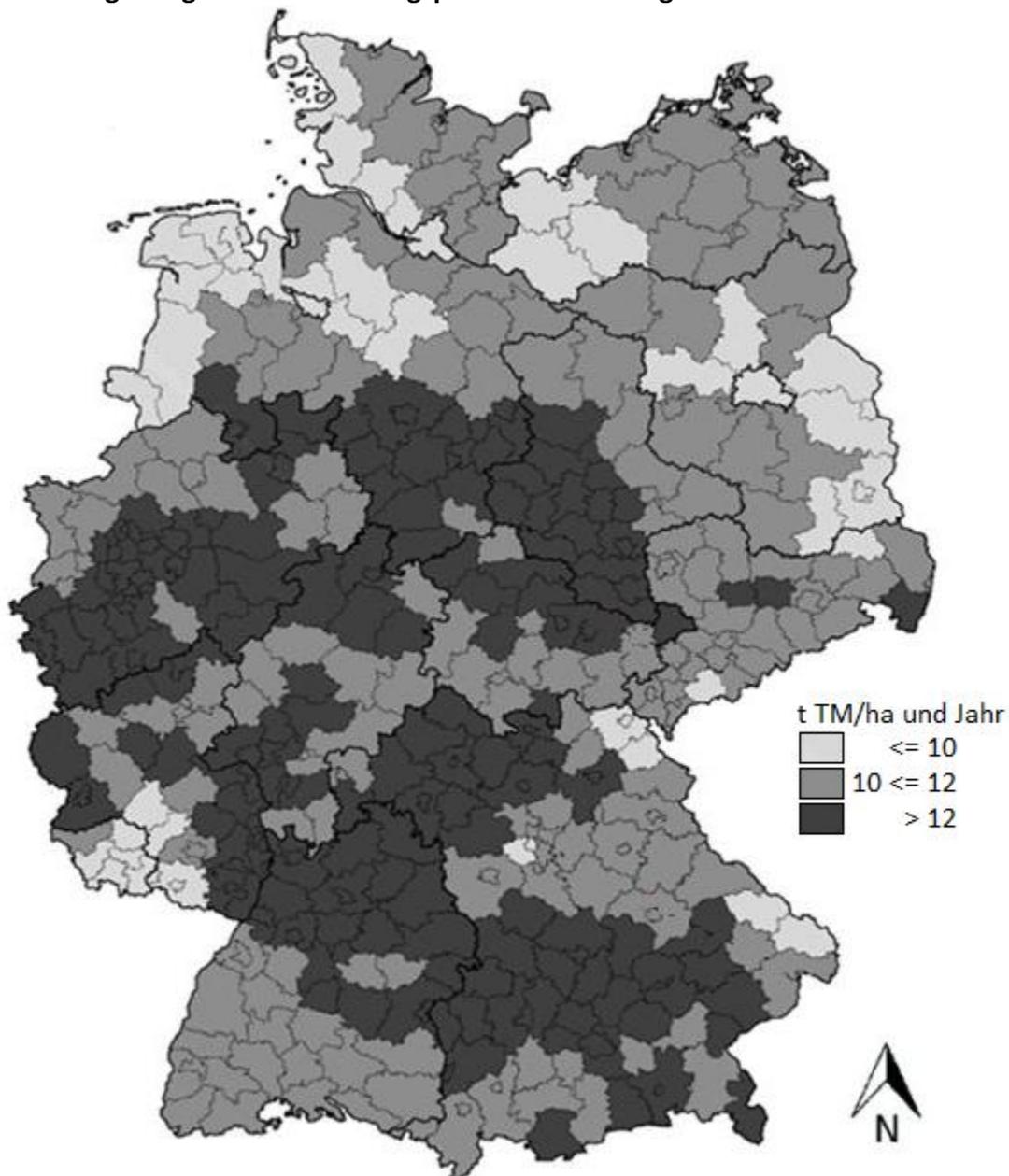
Quelle: abgeändert, nach HEMME-SEIFERT, 2003

In Abbildung 1 sind die durch HEMME-SEIFERT ermittelten Landkreiserträge dargestellt. Die Regionen entlang der Nordseeküste und im Westen Mecklenburgs sowie im Osten Brandenburgs und Sachsens sind hiernach weniger ertragreich mit durchschnittlichen Trockenmasseerträgen unter 10 t/(ha × a). Die ertragreichsten Regionen liegen in Nordrhein-

Westfalen, im südlichen Niedersachsen, im südlichen Hessen, im mittleren Bayern und nördlichen Rheinland-Pfalz sowie im nördlichen Baden-Württemberg. Hier werden durchschnittliche Pappelerträge von über 12 t/(ha × a) TM erreicht.

Kritisch anzumerken ist, dass es sich um durchschnittliche Ertragsschätzungen der Landkreise handelt. Häufig werden Kurzumtriebsgehölze auf Marginalstandorten angebaut. An dem jeweiligen Versuchsstandort kann der Bodentyp atypisch für die Region sein.

Abbildung 1: Ergebnisse der Ertragspotenzialschätzung



Quelle: abgeändert, nach HEMME-SEIFERT, 2003

2.2.2.2 Standorteigenschaften für den Anbau von Weiden

Es gibt mindestens 400 verschiedene Weidenarten, welche spezifische Standortanforderungen aufweisen. Allgemein gilt für die im Kurzumtrieb genutzten Weidensorten, dass sie unterhalb von 400 m ü. NN. angebaut werden sollten. Als ertragssteigernd gelten Böden mit einem pH-Wert von über 4,8. Es werden also neutrale oder schwach saure Böden beim Anbau von Weide im Kurzumtrieb benötigt. Die maximale Wuchsleistung erreicht die Weide dann, wenn in ca. 1 m Tiefe ausreichend und gleichmäßig, am Besten fließendes Grundwasser vorhanden ist. Die Weide kann kurzzeitige Überflutungen, z.B. in Flussnähe vertragen. Nur wenige Arten der Weiden vertragen Trockenzeiten. Weidengehölze gelten zum Teil als frosthart und erreichen auch in kühlen Perioden hohe Ertragszuwächse. Dennoch benötigen Weiden an mindestens 130 Vegetationstagen ein Temperaturmittel von mindestens +13,5 °C, die jährliche Durchschnittstemperatur sollte +7,5 °C nicht unterschreiten. Die Niederschlagsmenge sollte mindestens 500 mm pro Jahr und mindestens 300 mm in der Vegetationszeit betragen (JAUSCHNEGG, 2009, LIEBHARD, 2007)

Bei der Standortwahl sollte auf lichte Standorte geachtet werden, da nur wenige Weidearten auf halbschattigen oder schattigen Standorten wachsen (LIEBHARD, 2007).

2.2.2.3 Standorteigenschaften für den Anbau von Robinien

Die Robinie gilt als ein relativ anspruchsloses Gehölz. Mit dem Anbau von Robinien können auf nahezu allen Böden, ausgeschlossen auf Lehmböden, hohe Trockenmassezuwächse erzielt werden. Staunässe sollte vermieden werden. Trockene Böden führen zu nur mäßigen Trockenmassezuwächsen. Allgemein gilt, dass Robinien sowohl auf trockenem als auch auf feuchtem Boden wachsen (LIEBHARD, 2007).

Die Robinie ist als Leguminose in der Lage, Luftstickstoff (N₂) dank symbiotisch mit ihr lebender Knöllchenbakterien zu binden. Daher benötigt eine Robinienplantage keine Stickstoffdünger (BIRCHER, 2005, LIEBHARD, 2007).

Die Robinie gilt als winterhart und hitzebeständig, trotzdem wird für den Anbau von Robinien mindestens submediterranes bis subkontinentales Klima gefordert. Die Robinie ist wärmeliebend und breitet sich daher besonders an Standorten mit hohen Jahres-

temperatursummen aus. Die Jungpflanzen gelten als anfällig bei Früh- und Spätfrösten. Die Robinie bevorzugt sonnige Standorte. Die Keimlinge und Jungpflanzen benötigen viel Licht. Aufgrund der hohen Frosttoleranz kann die Robinie bis in Höhenlagen von 800 m ü. NN. angebaut werden (BIRCHER, 2005, LIEBAHRD, 2007).

2.2.3 Erträge der Kurzumtriebsgehölze

Der Trockenmasseertrag stellt eine wichtige Determinante für die ökonomische Bewertung eines Agroforstsystems dar. Er wird im Folgenden angegeben als jährliche Wachstumsleistung in t TM/(ha x a). In diesem Abschnitt wird die Höhe der jährlichen Wachstumsleistungen der zuvor diskutierten Kurzumtriebsgehölze behandelt.

2.2.3.1 Pappelsorten

In Tabelle 1 sind die gängigen, für Kurzumtriebsplantagen genutzten Pappelsorten und Pappelklone aus einem österreichischen Sortenversuch dargestellt (TRAUPMANN, 2004). Bei den Trockenmasseerträgen pro Jahr und Hektar wurde zwischen einem warmen und einem kühleren Standort differenziert, wobei allerdings seitens des Autors nicht auf die Temperaturdifferenz oder auf die Standorte eingegangen wird.

An den wärmeren Standorten sind besonders die Sorten Max. x Trich. 77/56, Max 1 und die Pappelsorte Kamabuchi vorzuziehen, die Erträge in Höhe von 14,8-15,9 t/ha TM ermöglichen. An kühleren Standorten sind die Pappelsorten Unal mit einem Wachstum von 15,6 t/ha TM und Ghoy mit 12,7 t/ha TM positiv aufgefallen (Tabelle 1). Besonders die Sorten der Max-Sorten weisen eine große Differenz bei den Erträgen zwischen warmen und kühlen Standorten auf (TRAUPMANN, 2004).

Tabelle 1: Erträge unterschiedlicher Pappelsorten

Sorte	Botanische Bezeichnung	TM t/(ha x a), Standort:	
		warm	kühl
Muhle-Larsen 45/54	P. trichocarpa	12,8	10,6
Salem-Oregon 609/52	P. trichocarpa	13,9	-
19/73	P. trichocarpa	-	11,2
Max. x Trich. 77/56	P. Delt. x P.trich	15,9	-
NE 42	P. Delt. x P.trich	-	11,2
Oxford	P. max. x P. bero.	10,1	-
Donk	P. Delt. x P.trich	-	8,6
Rap	P. Delt. x P.trich	13,8	10,9
Unal	P. trich x P. delt	-	15,6
Boelare	P. trich x P. delt	-	10,3
Max 1	P. max. x P. nigra	15,2	10,4
Max 2	P. max. x P. nigra	13,5	5,9
Max 4	P. max. x P. nigra	13,5	9,4
Max 5	P. max. x P. nigra	12,3	6,2
Kamabuchi	P. max. x P. nigra	14,8	-
Rochester	P. max. x P. nigra	-	10,0
Ghoy	P. delt. x P. nigra	-	12,7
Italienische Züchtung I 130	P. delt. x P. nigra	11,6	-
Pannonia	P. delt. x P. nigra	-	11,3

Quelle: TRAUPMANN, 2004

In einem weiteren Pappelsortentest von HOFMANN (1999) wurden geringere Trockenmassezuwächse je Hektar besonders an den Standorten Canstein und Wildeshausen beobachtet.

An den Standorten Abbachhof, Canstein, Wildeshausen, Dornburg, Bad Salzungen und Langenwetzdorf wurden bei Sortenversuchen verschiedene Pappelklone untersucht. In der untenstehenden Tabelle 2 werden die durchschnittlichen jährlichen Erträge mit den verschiedenen Pappelklonen aufgezeigt.

Tabelle 2: Pappelerträge (t/(ha × a)) an drei Versuchsstandorten

Pappelsorten	Abbachhof	Canstein	Wildeshausen	Dornburg	Bad Salzungen	Langenwetzdorf
Beaupre	13,04	8,1	12,82	6,95	-	5,45
Hybride 275	12,83	9,16	5,15	-	-	-
217/75	9,9	8	1,07	-	-	-
Muhle Larsen	7,35	6,59	3,57	8,71	-	3,91
Max 1	15,15	7,95	5,3	-	10,19	-
Max 1,3,4	-	-	-	12,72	-	8,40
Max 5	7,33	5,23	2,05	-	-	-
Donk	-	-	-	7,60	-	5,35
Androscoggin	-	-	-	7,61	8,90	7,10
Unal	-	-	-	4,88	-	3,52

Quelle: HOFMANN, 1999; eigene Berechnung auf Grundlage WERNER, 2006

Die Umtriebszeiten der in Tabelle 2 dargestellten Trockenmasseerträge in t TM/(ha × a) variieren mit den Untersuchungsorten. In Abbachhof wurden 16.666 Pflanzen pro Hektar verwendet, die in drei 4-jährigen Umtriebszeiten bewirtschaftet wurden. In Canstein und Wildeshausen wurden jeweils 8.333 Pflanzen je Hektar angepflanzt, und in 4-jährigen Umtriebszeiten bewirtschaftet. In Canstein wurden die Pappeln 9 Jahre lang, in Wildeshausen 6 Jahre lang untersucht. An den Standorten Dornburg und Langenwetzdorf wurden die durchschnittlichen Trockenmasseerträge in Tabelle 2 aus den ersten vier dreijährigen Umtriebszeiten errechnet. In Bad Salzungen wurden die ersten drei dreijährigen Umtriebszeiten betrachtet (HOFMANN, 1999, WERNER, 2006).

Die Untersuchungen verdeutlichen, dass die Trockenmasseerträge in Deutschland in Abhängigkeit der gewählten Pappelsorte und weiteren Parametern wie Bodenbeschaffenheit und Klima sehr unterschiedlich sein können. Allgemein können die Erträge bei der Wahl der richtigen Pappelsorte (Tabelle 2), z. B. Max 1-4, Donk, Hybride 275 oder Beaupre, 10 t TM/(ha × a) übersteigen (BOELCKE, 2006).

2.2.3.2 Weidensorten

In Tabelle 3 sind unterschiedliche Weidensorten und deren Erträge in wärmerem und kühlerem Klima in Österreich dargestellt. Bei den Weiden erreichen die Salix Viminalis Klone die höchsten Durchschnittswerte (TRAUPMANN, 2004).

Tabelle 3: Erträge unterschiedlicher Weidensorten

Sorte	Botanische Bezeichnung	TM t/(ha x a), Standort:	
		Warm	Kühl
S. aquatica gigantea 350 T	S. cine x daph. x vim.	13,4	6,6
S. x smithiana 50 T	S. caprea x viminalis	10,6	7,3
S. x dasyclados 43 T	S. caprea x cine. x vim.	13,7	-
Daphnoides-Klon N 230	S. daphnoides	-	6,8
Viminalis-Klon 4/68 T	S. viminalis	14,5	7,1
Viminalis-Klon 351 T	S. viminalis	12,6	6,5
Schweden-Klon SWE 683	S. viminalis	6,6	11,3
Auslese Sierndorf 1/72 T	S. alba	12,4	10,2
Alte Picardie 8/72 T	S. alba	9,3	-
Casteriana 4/72 T	S. alba	8,0	-
Liempde 6/72 T	S. alba	8,0	-
Versuchs-Klon 203 T	S. alba	8,5	-
Versuchs-Klon 215 T	S. alba	8,1	-
Plönersee 2/72 T	S. x rubens	19,8	-
Godesberg 3/72 T	S. x rubens	8,5	-

Quelle: TRAUPMANN, 2004

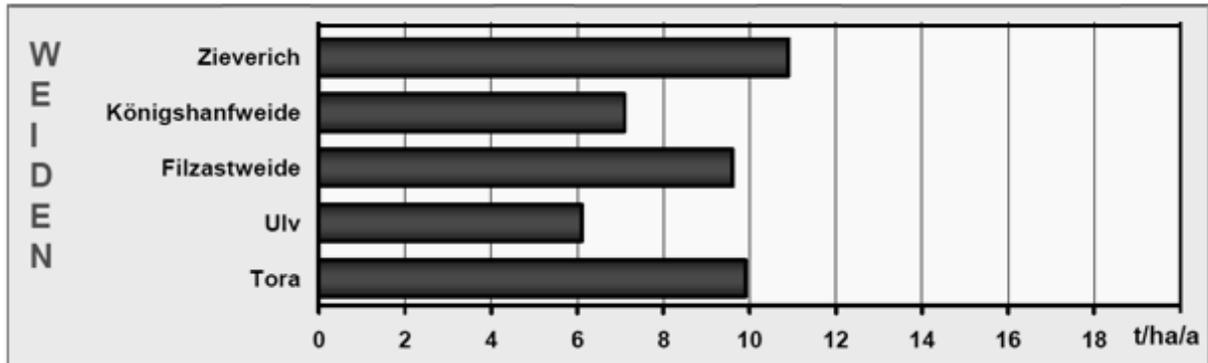
Übertroffen wurden diese nur durch die Sorte Plönersee 2/72 T in warmen Klima. An kühlen Standorten hat der Schweden-Klon SWE 683 zu hohen Erträgen von über 10 t TM/(ha x a) geführt (Tabelle 3) (TRAUPMANN, 2004).

Die durchschnittlichen Trockenmasseerträge der Weide Salix Viminalis erreichte an den Standorten Dornburg und Langenwetzdorf bei dreijähriger Umtriebszeit jährlich rund 4,23 t TM/(ha x a). In Bad Salzungen wurde die Weidensorte Salix viminalis Tora angebaut, welche Trockenmassezuwächse von 7,7 t TM/(ha x a) pro Jahr erreichte (WERNER, 2006).

Allgemein liegt der Trockenmassezuwachs in t TM/(ha x a) niedriger als der von Pappeln, kann aber wie in Abbildung 2 dargestellt, 8-10 t TM/(ha x a) erreichen. In Abbildung 2 sind die Durchschnittserträge aus zwölfjähriger Anbauzeit und einer Umtriebszeit von drei Jahren

eines Anbauversuches im Mecklenburg-Vorpommerschen Gülzow dargestellt (BOELCKE, 2006).

Abbildung 2: Mittelwert der Trockenmasseerträge ausgewählter Weidensorten über einen Zeitraum von 12 Jahren bei dreijähriger Umtriebszeit am Standort in Gülzow



Quelle: abgeändert, nach BOELCKE, 2006

Wie anhand Tabelle 3 und Abbildung 2 festgestellt wird, kann von einem durchschnittlichen Wachstum von 8 t TM/(ha x a) ausgegangen werden.

2.2.3.3 Robinie

Mit dem Anbau von Robinie gibt es bislang noch nicht so umfangreiche Erfahrungswerte wie mit dem Anbau von Pappeln oder Weiden (ENGLISCH, 2009, VETTER, 2009c). Die Zuwachsbandbreite der Robinie ist gegenüber dem Wachstum von Weide und Pappel geringer. Die Robinie erreicht einen Zuwachs von rund 4 t TM/(ha x a) und maximal 15 t TM/(ha x a). Diese Ertragsdaten basieren auf Grundlage von Versuchen in Österreich und Deutschland. Ein Sortenversuch der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) in Dornburg ergab einen jährlichen Trockenmassezuwachs der Robinie von 14,68 t TM/(ha x a) (WERNER, 2006).

Die Robinie wird in dem vorliegenden Modell nicht berücksichtigt, da bislang weniger Erfahrungswerte als zu den bislang bereits relativ standardisierten Produktionsverfahren Weide und Pappel verfügbar sind. So gibt es beim KTBL zu den Arbeitsverfahren von Weiden und Pappeln Informationen zu den Arbeitserledigungskosten, welche für die Robinie nicht verfügbar sind. Sobald diese verfügbar sind, kann das Modell hinsichtlich des Robinienanbaus ausgeweitet werden.

2.3 Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsgehölzen

2.3.1 Planung des Pflanzverbandes und der Umtriebszeit

Bei der Planung des Pflanzverbandes und der Umtriebszeit sollte bereits die Machbarkeit und Planung des Häckselvorganges berücksichtigt werden. In Abhängigkeit der geplanten Erntemethode müssen entsprechende Abstände zwischen den Reihen eingehalten werden, die das Häckseln ermöglichen. In Abhängigkeit der eingesetzten Erntemaschine kommt es zu unterschiedlichen Limits beim Stammesdurchmesser (GERDES, 2011).

Auf Kurzumtriebsflächen sollte darauf geachtet werden, dass die Pflanzreihen in Nord-Südrichtung angebaut werden. Pflanzreihen in Nord- Südrichtung sichern eine bessere Energieausnutzung der Sonnenstrahlen. Beschattete Flächen führen zu geringerem Zuwachs der Kurzumtriebsgehölze (LIEBHARD, 2007). Bei Agroforstsystemen wird bei der Planung der Flächen darauf geachtet, dass die Gehölzstreifen senkrecht zur vorherrschenden Windrichtung der entsprechenden Region gepflanzt werden (GRÜNEWALD, 2009). In den meisten Regionen Deutschlands bedeutet dies, dass die Gehölzstreifen in Südost-Nordwestrichtung stehen müssten, da in den größten Teilen Deutschlands die Windrichtung Südwest vorherrscht (KREUBLER, o. J.). Aus Gründen der Beschattung werden die Gehölzstreifen auf Agroforstsystemen auch in Nord-Südrichtung gepflanzt (BRAUN, 2006, SCHNEIDER, 2009).

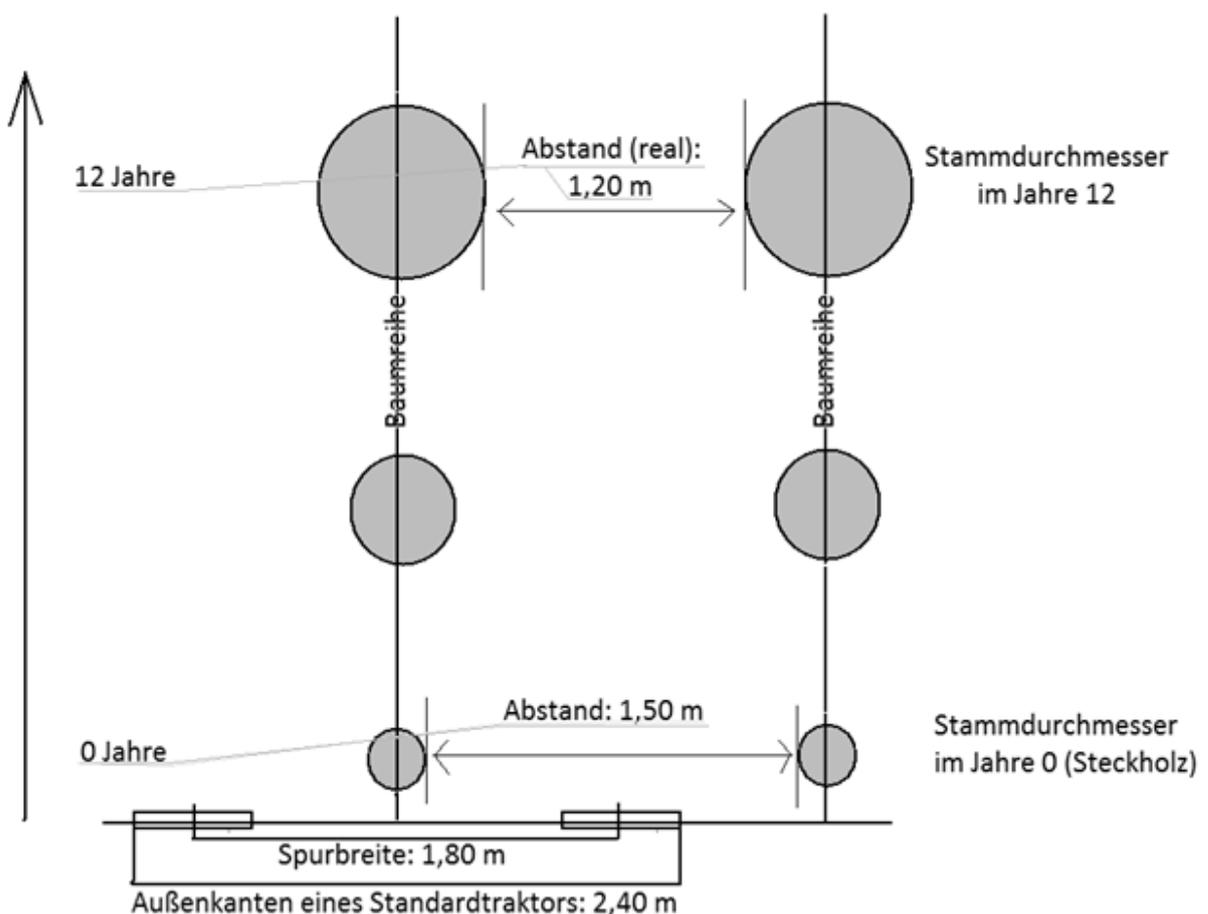
Bei der Wahl des Pflanzverbandes sind die geplante Nutzung der Kurzumtriebsfläche, bzw. des Agroforstsystems und die geplante zukünftige Erntetechnik zu berücksichtigen. Die geplante Pflanzdichte und der Zieldurchmesser der Bäume stehen im Zusammenhang mit der Baumart und der Umtriebszeit (BOELCKE, 2006, HOFMANN, 1998).

Zur Produktion von Energiehackschnitzeln wird seitens HOFMANN (1998) eine Umtriebszeit von 2-4 Jahren empfohlen. Das Ziel des Produktionsprogrammes ist die Maximierung der Biomasseerträge je Flächeneinheit und Jahr, daher ist eine hohe Anzahl an Bäumen pro Hektar erforderlich. HOFMANN (1998) empfiehlt ca. 16.000-22.000 Bäume pro Hektar anzubauen. Je nach Betriebsziel und maschineller Ausstattung können die Pflanzen in einem Abstand von mindestens 0,3 m und einem Reihenabstand von 1,5-2 m gesetzt werden (HOFMANN, 1998). Beim Anbau von Weiden und Pappeln im 3-4 jährigen Umtrieb wird seitens

BOELCKE (2006) eine Reihenweite von 1,7 m bis 2,0 m mit einem Pflanzenabstand in der Reihe von 0,5 m, also 10.000 Bäume je Hektar Agroforstschlag, empfohlen.

Umtriebszeiten von 5 bis 8 Jahren stellen einen Übergangsbereich zwischen feldartiger Bearbeitung mit einer hohen Anzahl von Bäumen und einem geringen Stammdurchmesser und einer Einzelernte der älteren Bäume mit massiveren Stammdurchmessern dar (HOFMANN, 1998). Besonders wenn die Kurzumtriebsplantage, bzw. das Agroforstsystem mit längeren Umtriebszeiten geplant wird, sollte, wie in Abbildung 3 verdeutlicht, bei der Planung die Zunahme des Stockumfanges beachtet werden. Die Baum- und Reihenabstände nehmen mit der Zunahme des Stockumfanges ab. Daher kann es unter Umständen nicht möglich sein, mit geplanter Erntetechnik zu ernten. So sollte beim Anbau von Pappeln im 5-6-jährigen Umtrieb eine Reihenweite von 2,0 m und ein Pflanzabstand in der Reihe von 0,4 bis 0,5 m berücksichtigt werden (BOELCKE, 2006, HOFMANN, 1998).

Abbildung 3: Effekte der Zunahme der Stammdurchmesser bei längeren Umtriebszeiten



Quelle: Eigene Darstellung, nach BOELCKE, 2006

Um Industrieholz herzustellen, wird eine längere Umtriebszeit von 8-15 Jahren gewählt, mit der die Stammdurchmesser wachsen und größere Standräume für die Bäume eingeplant werden müssen, so dass HOFMANN Pflanzverbände von 3 x 1 m bis 3 x 3 m mit 1.111 bis 3.333 Bäumen je Hektar empfiehlt. Ein Reihenabstand von 3 m gewährleistet die Befahrbarkeit des Feldes mit Schleppern in der gesamten Umtriebszeit (HOFMANN, 1998). Am Versuchsstandort in Gülzow beispielsweise schrumpfte, wie in Abbildung 3 dargestellt, der nutzbare Reihenabstand von 1,5 m bei der Pflanzung der Kurzumtriebsplantage auf 1,0-1,2 m 12 Jahre später (BOELCKE, 2006).

Der maximale Trockenmassezuwachs einer Kurzumtriebsplantage ist je nach Standort an dem die Wachstumsversuche durchgeführt wurden, unterschiedlich. So empfiehlt BOELCKE (2006) beim Anbau von Weiden oder Pappeln eine Umtriebszeit von 2-10 Jahren, SCHOLZ (2008) eine Umtriebszeit bei Pappeln von 5-15 Jahren, bei Weiden von 3-6 Jahren und LEWIS (2007) eine Umtriebszeit von 3-4 Jahren bei der Herstellung von Hackschnitzeln zur Energieerzeugung und mindestens 8 Jahren bei der Herstellung von Industrieholz, da hierbei stärkere Stammdurchmesser benötigt werden.

Bei sehr kurzen Umtriebszeiten wird empfohlen, eine höhere Anzahl an Steckhölzern zu pflanzen als bei längeren Umtriebszeiten. Laut RÖHRICHT (2003) wird bei einer Umtriebszeit von 2 bis 3 Jahren ein Pflanzverband mit rund 16.000 Steckhölzern je Hektar empfohlen. Bei einer Umtriebszeit von 4 bis 6 Jahren werden rund 12.000 Steckhölzer / ha empfohlen. Bei einer Umtriebszeit von mehr als 8 Jahren rät RÖHRICHT (2003) zu einem Pflanzverband mit ca. 3.000 Steckhölzer / ha. Das bedeutet, dass die Anfangsinvestition bei kurzer Umtriebszeit bedeutend höher anzusetzen ist als bei der Etablierung von Pflanzverbänden mit geringerer Anzahl an Steckhölzern (VON WÜHLISCH, 2004).

Für eine kürzere Umtriebszeit können zwei Gründe angeführt werden:

- Die Ernte jüngerer Kurzumtriebsgehölze ist kostengünstiger (in Geldeinheit je Tonne Trockenmasse) durchzuführen;
- Es kommt zu einem schnelleren Kapitalrückfluss (SCHOLZ, 2008, VON WÜHLISCH, 2004).

2.3.2 Pflanzmaterial

Bei Sortenversuchen des Instituts für schnellwachsende Baumarten in Hannoversch Münden wurde herausgefunden, dass Pappeln und Weiden die vorzüglichsten Kurzumtriebsbäume mit den höchsten durchschnittlichen jährlichen Trockenmassezuwächsen sind (HOFMANN, 1998).

Die vegetative Vermehrbarkeit der Weiden und Pappeln stellt für den Anbau im Kurzumtrieb einen großen Kostenvorteil gegenüber anderen Gehölzarten dar. So können Pappeln und Weiden mit Hilfe von kostengünstigen Steckhölzern angebaut werden. Aufgrund der vegetativen Vermehrungsmöglichkeit können auch Legeruten, Steckruten und Setzstangen für den Anbau von Weiden und Pappeln genutzt werden (BOELCKE, 2006, HOFMANN, 1998).

Für die Pflanzung von Kurzumtriebsflächen wird insbesondere kostengünstiges, sicher anwachsendes und in der Jugendphase raschwüchsiges Pflanzmaterial nachgefragt, welches die Vegetationszeit vollständig ausnutzt und auch Früh- und Spätfrostresistenz aufweist, im Dichtstand konkurrenzverträglich und resistent gegen biotische und abiotische Schäden ist (HOFMANN, 1998).

Ökonomisch vorteilhaft ist bei der Anlage einer Kurzumtriebsplantage mit Pappeln oder Weiden die Anlage mit Steckhölzern oder (ausschließlich bei Weiden) die Anlage mit Legeruten. Steckhölzer weisen gegenüber Legeruten den komparativen Vorteil der exakten Standraumverteilung bei der Anpflanzung auf dem Feld auf, Legeruten werden ungleichmäßig in der Reihe verteilt. Steckruten und Setzstangen sind für die Energieproduktion im Kurzumtrieb mit Umtriebszeiten unter 10 Jahren und entsprechend hoher Pflanzzahl aus ökonomischer Sicht nicht zu empfehlen. Daher wird im ökonomischen Modell der vorliegenden Arbeit mit den kostengünstigeren Steckhölzern kalkuliert (BOELCKE, 2006, HOFMANN, 1998).

Die Steckhölzer werden aus einjährigen Trieben gewonnen und sind etwa 20 cm lang. Der Durchmesser der Steckhölzer beträgt ca. 10-20 mm, wobei darauf zu achten ist, dass sie am oberen Ende nicht schmaler als 8 mm und am unteren Ende nicht breiter als 22 mm sein sollten. Die Anforderungen an die Qualität der Steckhölzer sind relativ hoch. So wird empfohlen, darauf zu achten, dass die Steckhölzer gerade gewachsen und gesund sind und

keine Rindenverletzungen oder Knicke aufweisen. Die empfohlene Pflanztiefe beträgt ca. 20 cm. Die Steckhölzer werden exakt nach einer vorgegebenen Standraumverteilung gesetzt (BOELCKE, 2006).

Die Steckhölzer können entweder von Baumschulen und Züchtern erworben oder in hofeigener Vermehrung selbst hergestellt werden. Der Vorteil beim Steckholzbezug von Züchtern oder Baumschulen ist der, dass die Qualität gut ist, die Sorten rein sind und eine Garantie gewährt wird. Dafür ist der Einkaufspreis dieser Steckhölzer relativ hoch. Wenn die Steckhölzer aus hofeigener Vermehrung genutzt werden, ist zwar der Steckholzpreis relativ niedrig, dafür ist der Arbeitsaufwand für die Bewirtschaftung eines Mutterquartiers sowie Werbung und Lagerung des Steckmaterials ungleich höher (BOELCKE, 2006).

Die Anwuchsraten der Weiden sind höher als die der Pappelsteckhölzer. Die Pappeln weisen bei den Anwuchsraten eine stärkere Sortenabhängigkeit auf. Die für den Anbau empfohlenen Sorten (Vgl. Abschnitt 2.2.3) weisen eine Anwuchsrate von 80 % bis 90 % auf, bei den Weiden liegt sie höher, die Weidensorten der *Salix viminalis* weisen Anwuchsraten von knapp 100 % auf (BOELCKE, 2006).

2.3.3 Bodenvorbereitung

Die nachfolgend empfohlene Bodenbearbeitung wird für schnellwachsende Gehölze im Kurzumtrieb vorgesehen, mit denen ein rasches Jugendwachstum realisiert werden soll. Beim Anbau von Gehölzen mit längerer Umtriebszeit und langsamerem Jugendwachstum ist eine Bearbeitung des Bodens weitgehend überflüssig (LIEBHARD, 2007).

Zunächst wird die Bodenvorbereitung auf genutzten Ackerflächen beschrieben. Vor dem Stecken der Steckhölzer wird der Boden für die Bepflanzung mit Kurzumtriebsgehölzen vorbereitet. Ein feinkrümeliges, abgesetztes Pflanzbett wird seitens LIEBHARD (2007) empfohlen. Eine Pflugfurche ist unverzichtbar, um die Wachstumsbedingungen zu optimieren (BOELCKE, 2006).

Bei der Auswahl und Planung der Fläche sollte eine Einschätzung bezüglich der Verunkrautung des Bodens mit Ungräsern im Hinblick auf die Bekämpfung vorgenommen

werden. Insbesondere im ersten Jahr wird empfohlen, die Kurzumtriebsgehölze vor einer Licht- und Wasserkonkurrenz mit Ungräsern zu schützen (BOELCKE, 2006).

Ackerflächen mit schweren, lehmigen Böden sollten im Sommer oder Herbst, vor dem Stecken der Steckhölzer, etwa 25-30 cm tief gepflügt werden. Eine tiefwurzelnde Zwischenfrucht, die abfrostend wirkt und den Boden nachhaltig lockert, wird seitens LIEBHARD (2007) empfohlen. Vor dem Setzen der Steckhölzer der Kurzumtriebsgehölze wird die Zwischenfrucht komplett entfernt (LIEBHARD, 2007). Auf leichteren Böden wird seitens BOELCKE (2006) empfohlen, auf die Herbstfurche zu verzichten, dafür aber im Frühjahr bis etwa 30-35 cm Tiefe zu pflügen. Damit werden auch die im Frühjahr bereits keimenden Samen der Begleitflora (Ungräser) in einem empfindlichen Stadium gestört und in tiefere Bodenzonen verlagert.

Namentlich für Pappeln sind ein zu Beginn gut durchlüfteter Durchwurzelungsbereich und eine lockere Bodenkrume wichtig. Günstig ist es, unmittelbar vor dem Stecken der Steckhölzer, den Boden auf ca. 22 cm Tiefe zu lockern. Hierzu reicht ein grober Eggenstrich aus. Bodenverdichtungen infolge unsachgemäß ausgeführter Bearbeitung der Fläche wirken sich nachteilig auf das Anwachsen der Kurzumtriebsgehölze aus (BOELCKE, 2006, HOFMANN, 1998, LIEBHARD, 2007).

Falls Grünland- oder Brachflächen für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen genutzt werden sollen, wird seitens BOELCKE (2006) vor dem Umbruch der Einsatz von Herbiziden mit dem Wirkstoff Glyphosat empfohlen. Seitens HOFMANN (1998), wird empfohlen, das Grünland in 30 cm Tiefe umzubrechen und unmittelbar vor dem Stecken der Steckhölzer zu fräsen, damit die Grasflora so intensiv und nachhaltig wie möglich gestört wird.

Häufig stellt sich nach der Umstellung der Nutzung, auch von intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen, eine üppige Ackerbegleitflora ein. Auf Standorten mit sehr stark auftretender verdämmender Krautflora kann im Einzelfall der Einsatz von Voraufbauherbiziden nützlich sein (HOFMANN, 1998).

2.3.4 Pflege und Schutz

Durch Nutzung von Voraufmitteln können die Pflegemaßnahmen deutlich eingeschränkt werden, berichtet HOFMANN (1998). Im Einzelfall kann nach Abklingen der Herbizidwirkung eine mechanische Begleitwuchsregulierung unabdingbar sein. Weidearten gelten als anfälliger.

Grundsätzlich ist es ausreichend, die Unkrautvernichtung in den Fahrgassen mechanisch durchzuführen (LIEBHARD, 2007). Zur Begleitwuchsregulierung in Pflanzverbänden mit weniger als 1,5 m Breite können Hackrahmen mit dem Schlepper gezogen werden oder Mulchgeräte eingesetzt werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Rinde der Bäume nicht geschädigt wird. Das Fräsen wird daher nicht empfohlen (HOFMANN, 1998, LIEBHARD, 2007).

Besonders auf Hängen kann zur Verbesserung des Erosionsschutzes ein Anbau von Gräsern, welche einen geringen Wasserverbrauch aufweisen, zwischen den Bäumen erfolgen (LIEBHARD, 2007).

Ein Rückschnitt nach der ersten Vegetationsperiode ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht zu empfehlen, da der daraus entstehende Biomasseverlust trotz schnelleren Wachstums in der zweiten Vegetationsperiode nicht gedeckt wird (LIEBHARD, 2007). Ausnahmen stellen die nachfolgenden Gründe dar:

- Ein Rückschnitt ist dann zu empfehlen, wenn die Kultur aus Kurzumtriebsgehölzen sehr heterogen ist und mit dem Rückschnitt eine Verbesserung des Wurzel-Spross-Kronen-Verhältnisses erwartet werden kann. Somit wird die Lichtkonkurrenz zwischen verschiedenen Baumarten in einer Kultur vermindert (LIEBHARD, 2007);
- Ein anderer Grund für einen Rückschnitt einjähriger Triebe kann sein, Steckhölzer für eine Flächenerweiterung zu gewinnen. So wird die einjährige Kultur als Mutterquartier genutzt (HOFMANN, 1998).

Kleinflächige Nachbesserungen, um Lücken zu schließen, sind auf bindigen, schweren und lehmigen Böden nicht zu empfehlen, da diese Nachpflanzungen langsam wachsen und von den bestehenden Bäumen in der Regel überwuchert werden. Auf sandigen und leichten Böden können Nachpflanzungen aufgrund der guten Durchwurzelbarkeit des Bodens schnell

nachwachsen. Somit besteht die Chance, dass die nachgepflanzten Steckhölzer den Vorsprung der nebenstehenden Bäume aufholen können (HOFMANN, 1998).

Ab dem zweiten Standjahr einer etablierten Kultur sind Pflege- und Schutzmaßnahmen nicht mehr erforderlich, da Unkraut dann kaum noch wächst (HOFMANN, 1998, LIEBHARD, 2007).

2.3.5 Düngung

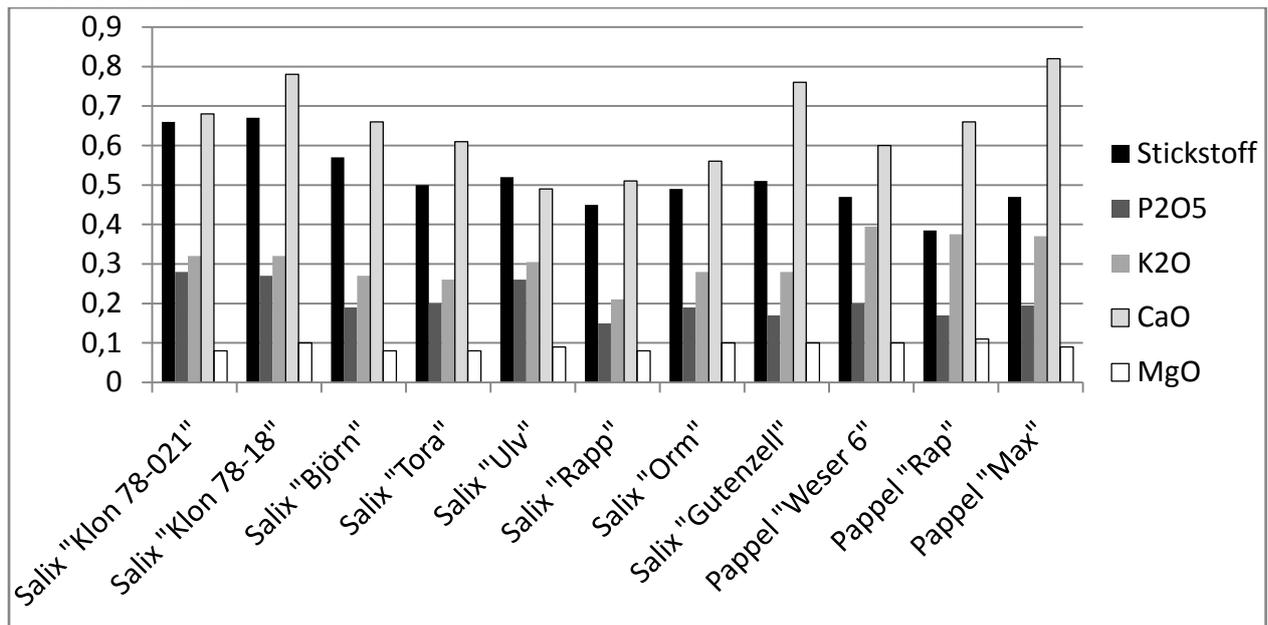
Empfohlen wird eine regelmäßige Untersuchung des Ober- und Unterbodens in ca. 0-40 cm Tiefe vor der Ausspflanzung der Bäume, nach jeder Ernte zum Ende der Umtriebsperiode sowie vor der Rückführung der Fläche für die landwirtschaftliche Produktion. Durch den jährlichen Laubfall und die meistens vollständige Mineralisierung des Laubes des Vorjahres, werden in der Bodenkrume weitgehend ausreichend Nährstoffe freigesetzt. Dennoch findet ein Nährstoffentzug durch die Bewirtschaftung im Kurzumtrieb statt. Wie hoch dieser Nährstoffentzug ist, ist unklar, es gibt hierzu verschiedene Aussagen, weil die stark standortabhängigen Versuchsergebnisse zur Ertragswirkung der Düngung mit Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) bislang keine Verallgemeinerung zulassen (BOELCKE, 2006, LIEBHARD, 2007).

Die Nährstoffe, die mit dem Erntegut von der Fläche abgefahren werden und nicht durch andere Nährstoffeinträge ergänzt werden, müssen längerfristig durch die Düngung ersetzt werden. Pappeln benötigen keine zusätzliche Stickstoffdüngung, lediglich beim Anbau von Weiden kann eine Stickstoffdüngung in den ersten 5-10 Jahren zu einem marginalen Ertragseffekt führen. Bei den Grundnährstoffen kann hiervon nicht ausgegangen werden (SCHOLZ, 2008).

Nach STOLZENBURG (2006) beträgt der Mineralstoffgehalt von Pappeln der Sorte Max (Abbildung 4) ca. 1,9 g P_2O_5 /kg TM und 3,8 g K_2O /kg TM (Stolzenburg, 2006, eigene Berechnungen).

Diese Mineralien müssen dem Boden zurückgegeben werden, das heißt, dass die Kurzumtriebsplantage oder das Agroforstsystem nach jeder Umtriebszeit und beim Umbruch der Kultur gedüngt wird und dies in der Kosten-Leistungsrechnung berücksichtigt wird.

Abbildung 4: Jährlicher Mineralstoffentzug von Weiden und Pappeln bei Umtriebszeiten von 3-4 Jahren



Quelle: Eigene Darstellung, nach STOLZENBURG, 2006.

Für das in der vorliegenden Arbeit entwickelte ökonomische Agroforstsystemmodell werden für die Nährstoffe die Durchschnittspreise des Zeitraumes 04.2005 bis 01.2010 berücksichtigt. Der Preis für den Reinnährstoff P_2O_5 beträgt somit 0,51 €/kg, der Preis für den Reinnährstoff K_2O beträgt 0,40 €/kg (Preisfeststellung: ACKERMANN, 1993, ONVISTA, 2010, STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010).

2.3.6 Ernte

Die Ernte von Kurzumtriebsplantagen und den Gehölzstreifen von Agroforstsystemen darf ausschließlich in der Vegetationsruhe erfolgen, also im Zeitraum von November bis März. So können Vitalitätseinbußen der Stockausschläge oder das Absterben des Baumes verhindert werden. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass der Boden gut befahrbar ist. Im optimalen Fall sollte der Boden hart gefroren sein, denn so lassen sich Schäden an den Wurzeln und Bodenverdichtungen durch das Fahren auf dem Ackerboden vermindern. Die Ernte im Winter hat für den bewirtschaftenden Landwirt mit einem Anbau mehrerer Ackerfrüchte den Vorteil, dass die Kontinuität des Arbeitszeitbedarfes im Laufe des Jahres verbessert wird (BOELCKE, 2006, KTBL, 2006, LIEBHARD, 2007, SCHOLZ, 2008).

Grundsätzlich werden drei Ernteverfahren nach deren Produkten unterschieden, die Stammholzlinie in der Stammabschnitte geschnitten werden, die Bündellinie in der das Holz in Bündeln zusammengefasst wird und die Hackgutlinien in der das Holz zu Holzhackschnitzeln, also Hackgut gehäckselt wird (SCHOLZ, 2008).

Die Ernte findet mit einem Wassergehalt des Erntegutes von ca. 50 % statt. Da Bäume, die in der Plantage oder im Agroforstsystem in den Randreihen stehen, über eine höhere Lichteinstrahlung und über ein größeres Wasserangebot verfügen, können diese ein rascheres Wachstum aufweisen, so dass der Stammdurchmesser gegenüber Bäumen in einer Mittellage größer sein würde (LIEBHARD, 2007).

Im Ernteverfahren Stammholzlinien werden Stammholzabschnitte produziert, diese werden ausschließlich aus den Pappelstämmen hergestellt, wozu ein Ernteintervall von 5-20 Jahren sinnvoll ist und mechanische oder motormanuelle Forsttechnik beim Ernten genutzt wird. Beim Ernteverfahren Bündellinie werden Bündel produziert, welche nach einer Umtriebszeit von maximal 10 Jahren herzustellen sind. Bei kurzen Umtriebszeiten können bei der Ernte Mähbündler eingesetzt werden, bei längeren Umtriebszeiten und somit stärkeren Stammesdurchschnitten werden Forstharvester mit Fäller-Bündler-Kopf eingesetzt. Im Ernteverfahren Hackgutlinie wird feines oder grobes Hackgut produziert, welches nach maximal fünf Jahren Umtriebszeit geerntet wird und somit eine geringe Stammbreite aufweist. Hier kann der Feldhäcksler mit einem angebauten Schneidwerk für die Ernte von Doppelreihen oder ein Anbaumäh Hacker, der an den Traktor angebaut wird, für die Ernte in Einzelreihen eingesetzt werden (KTBL, 2006, SCHOLZ, 2008).

2.3.6.1 Erntemaschinen

In der vorliegenden Arbeit werden die Gehölzstreifen, bzw. die Kurzumtriebsplantagen für die energetische Verwertung angelegt. Die Gehölze werden hierbei in relativ kurzen Umtriebszeiten von ein bis fünf Jahren geerntet. Somit wird in der vorliegenden Arbeit ausschließlich auf das Ernteverfahren Hackgutlinie eingegangen. Diese Gehölze werden mit Feldhäckslern oder Mähhackern geerntet. Dafür darf die Umtriebszeit maximal fünf Jahre

betragen, ansonsten ist der Stammdurchmesser der zu erntenden Gehölze zu groß (SCHOLZ, 2008).

Abbildung 5 zeigt das Häckseln der Gehölzstreifen des Agroforstsystems der TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft) Dornburg bei Dornburg/Saale am 08.02.2011.

Abbildung 5: Häckseln von Gehölzstreifen mit einem Feldhäcksler



Quelle: Eigenes Photo

Der in Abbildung 5 dargestellte Feldhäcksler ist vom Hersteller New Holland mit einem speziellen Vorsatz für Kurzumtriebsplantagen, dem Vorsatz 130 FB ausgerüstet worden. Dieser Feldhäcksler häckseln Pappelgehölze einreihig und Weidenplantagen zweireihig. Er stellt das Pendant zum in Tabelle 4 dargestellten Feldhäcksler Claas Jaguar mit Schwachholzvorsatz „Salix Gebiss“ dar.

In Abhängigkeit der gewählten Erntemaschine variieren die Arbeitserledigungskosten des Erntens. So betragen laut BOELCKE (2006) die Arbeitserledigungskosten beim Einsatz des Vollernterverfahrens mit dem Mähacker 4,60 €/Srm, das motormanuelle Verfahren mit einem mobilen Hacker 8,50 €/Srm und das Fäller-Bündler-System, welches mechanisiert ist und bei Pappeln bis zu einem Stammdurchmesser von 20 cm eingesetzt werden kann, 9,40 €/Srm (BOELCKE, 2006). Da die Umtriebszeit maximal fünf Jahre beträgt und in der Zeit der Stammdurchmesser maximal ca. 8-10 cm beträgt, werden nachfolgend Erntemaschinen im Vollernterverfahren, mit welchen die geringsten Arbeitserledigungskosten anfallen, betrachtet und miteinander verglichen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Merkmale dreier Erntemaschinen

Merkmal	Mäh Hacker	Claas Jaguar mit Schwachholzvorsatz „Salix Gebiss“	Austoft 7700
Gerätebeschreibung	Frontanbaugerät für landwirtschaftliche Schlepper mit Fronthydraulik ab 85 kW	Feldhäcksler mit Erntevorsatz, hydraulischer Antrieb, 260 kW	Modifizierter Zuckerrohrernter, Selbstfahrer, Raupenfahrwerk oder Räder, 176 kW
Funktionsweise	Fällen/Hacken 1-reihig, Kreissägeblatt mit vertikaler Hackschnecke	Fällen/Hacken 1-2-reihig, 2 Sägeblätter, horizontale und vertikale Einzugswalzen, Trommelhacker	Fällen/Hacken 1-2-reihig, 2 überlappende Sägeblätter, horizontale und vertikale Einzugswalzen, Flügelradhacker mit 2 Messern
Eignung für Energieholzarten	Pappeln (mit Hauptstammausbildung, Wuchsform vertikal),	Pappeln und Weiden	Weiden
Maximaler Stammfußdurchmesser	<8 cm (3-jährige Pappelaufwüchse)	<8 cm (3-jährige Pappelaufwüchse oder 2-5-jährige Weidenaufwüchse)	<6 cm
Effektive Schnittbreite	56 cm	100 cm	100 cm
Erforderliche Reihenweite	Ab 1 m	Einzelreihe 1 m, Doppelreihe >1,5 m oder Doppelreihe: 0,75 m / 1,25 m - 1,6 m alternierend	Einzelreihe ab 1,4 m oder Doppelreihe 0,75 m / 1,25 m - 1,6 m alternierend
Hackgutübergabe	Austragsrohr	Austragsrohr	Hackgutzwischenbehälter, Kettenaustrag
Gutsstruktur	Sehr grob, ca. 10 cm mit Überlängen	Mittel, 1,5 cm - 4,5 cm	Mittel - grob 2,0 cm - 6,0 cm
Schüttdichte (kg/m ³) Trocken / Erntefrisch	110-135 240-300	150-180 330-400	120-140 270-310
Ernteleistung: Durchsatz (t Frischholz/h)	20-25	30-60	23-37
Ernteverluste: in % der Erntemasse	1,9	4,6	3,5

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, NACH BOELCKE, 2006

Da mit dem Austoft 7700 Stammdurchmesser bis maximal 6 cm geerntet werden können, die Ernteleistung mit 23-37 t FM/h, also maximal 18 t TM/h mäßig ist und mit Hilfe dieses

Erntegerätes ausschließlich Weiden geerntet werden können, wird das Erntegerät nicht weiter beschrieben und auch im ökonomischen Modell nicht angewendet.

Wie in Tabelle 4 dargestellt, weist der Feldhäcksler mit 30-60 t FM/h Durchsatz (BOELCKE, 2006), bzw. rund 10-30 t TM/h Durchsatz (KTBL, 2006) eine hohe Ernteleistung auf. Mit Feldhäckslern können Stammdurchmesser von maximal 7-8 cm geerntet werden, mit dem Anbau-Mäh Hacker können bis zu 12 cm breite Stammdurchmesser geerntet werden. Dafür ist der Mäh Hacker mit seiner geringeren Leistung etwas langsamer und erreicht einen Durchsatz von 20-25 t FM/h, (Tabelle 4, BOELCKE, 2006), bzw. bis 15 t TM/h (KTBL, 2006).

2.3.6.2 Transport des Erntegutes

Transport und Lagerung stellen Verfahrensabschnitte dar, deren Ausführung und damit die Arbeiterledigungskosten davon abhängen, ob sie über Lieferverträge geregelt wurden oder ob der landwirtschaftliche Betrieb das Erntegut selber abnimmt. Es ist in jedem Falle notwendig, dass das Erntegut direkt nach der Ernte von der Kurzumtriebsplantage bzw. vom Agroforstsystem abtransportiert wird, da der Stockausschlag nicht gestört werden soll (BOELCKE, 2006). Die vertragliche Lieferung frei Heizwerk/Abnehmer kann in Abhängigkeit der Entfernung zum Abnehmer mit unterschiedlich hohen Kosten verbunden sein. Der Transport stellt einen erheblichen Kostenfaktor dar (LIEBHARD, 2007), da das Hackgut einen Wassergehalt von ca. 50 %, bzw. wie in Tabelle 4 dargestellt, eine relativ geringe Schüttdichte aufweist (BOELCKE, 2006).

Es stehen unterschiedliche Transportsysteme zur Verfügung, welche im Folgenden dargestellt werden.

So kann, wie in Abbildung 6 dargestellt, das Hackgut parallelfahrend zum Vollernter vom Schlepper aufgenommen und direkt vom Feld zum Abnehmer befördert werden. Vom Vollernter transportieren durchweg Schlepper mit gefüllten Anhängern das Hackgut zum Abnehmer und fahren mit leerem Anhänger zurück. Um mit dem Vollernter durchgehend ernten zu können, müssen ausreichend viele Traktoren mit Anhänger eingesetzt werden, damit es nicht zu Wartezeiten kommt (LEWIS, 2007).

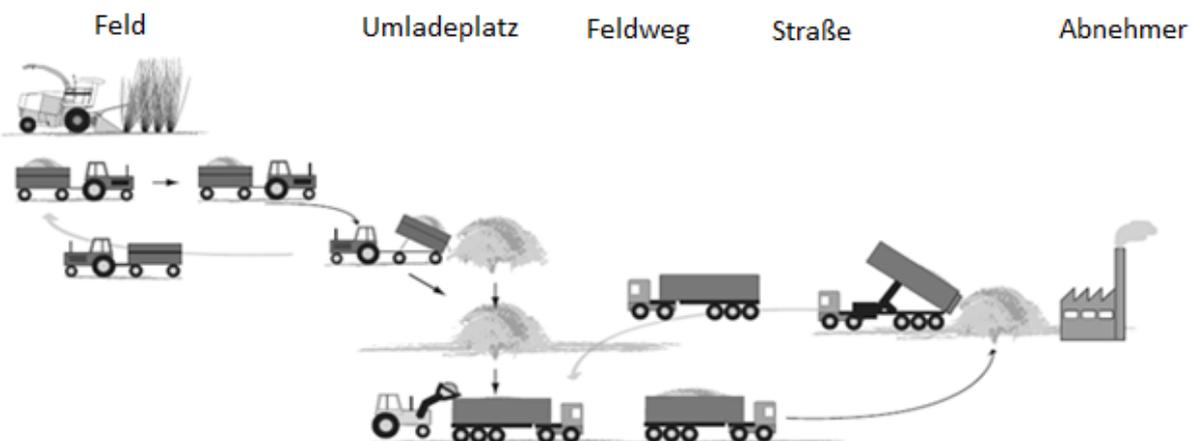
Abbildung 6: Transport mit dem Traktor direkt zum Abnehmer



Quelle: Eigene Darstellung nach LEWIS, 2007

Wie in Abbildung 7 dargestellt, kann das geerntete Hackgut mit Traktor und Anhänger zum Feldrand gebracht und dort zwischengelagert werden. Das Hackgut wird mit Hilfe eines Häckselgutwagens oder eines LKWs aufgenommen und zum weiter entfernten Trocknungsplatz oder Abnehmer transportiert. Die Vorteile in diesem Transportverfahren liegen in der Entkopplung von Ernte und Transport sowie in dem Einsatz von lediglich zwei Traktor-Anhängergespannen (bei kleineren und mittleren Feldern), ohne dass der Vollernter Stillstandzeiten hat. Nachteilig bei diesem Transportverfahren ist der zum Beladen von LKW benötigte zusätzliche Radlader, für den zusätzliche Arbeitserledigungskosten entstehen (LEWIS, 2007).

Abbildung 7: Abkippen und Umladen am Feldrand



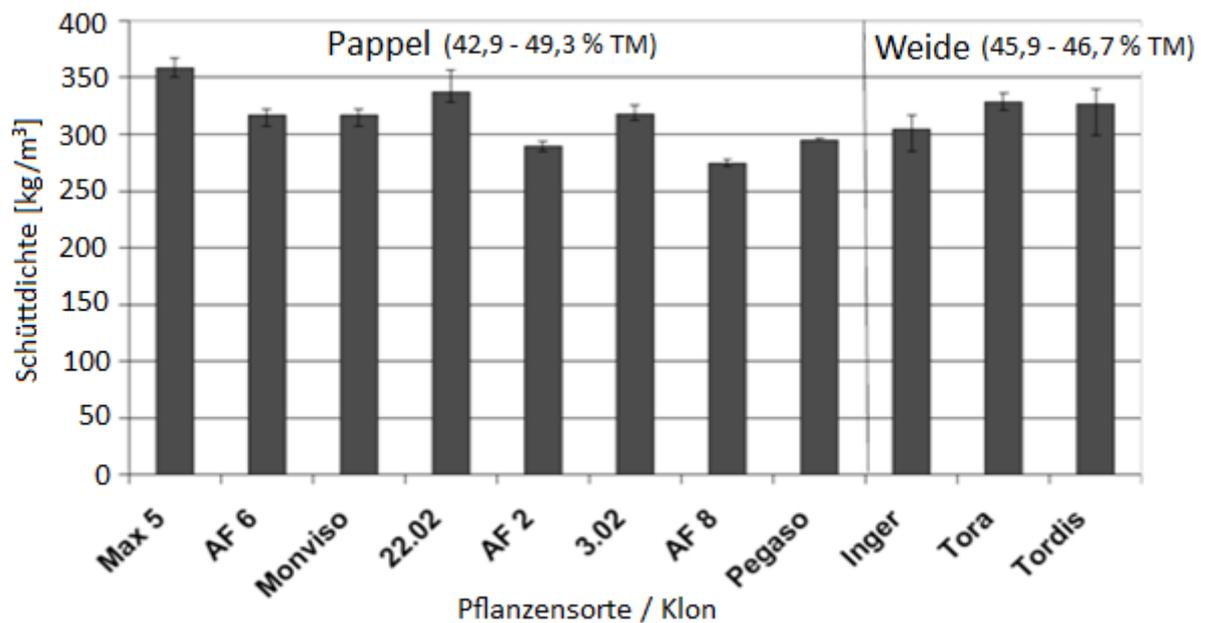
Quelle: Eigene Darstellung nach LEWIS, 2007

LIEBHARD (2007) gibt an, dass der Transport bis zu einer Entfernung von 40 km rentabel in Eigenregie ausgerichtet werden kann, also mit Traktor-Anhänger-Gespannen das Hackgut vom Feld zum Abnehmer transportiert wird. Ab einer Entfernung von 30 km bis zu einer Entfernung von 70 km ist das zweite Transportverfahren, mit Zwischenlagern auf dem Feld

und anschließendem Transport mit dem LKW, ab einer Entfernung von 70 km ist der Transport auf der Schiene am wirtschaftlichsten.

Das Transportvolumen ist insbesondere von der Raumdichte, also von der Schüttdichte des Hackguts abhängig (LIEBHARD, 2007). Die Schüttdichte des Hackgutes variiert in Abhängigkeit der Größe der Hackschnitzel und des Feuchtegehaltes sowie der Zusammensetzung des Holzes (Abbildung 8).

Abbildung 8: Schüttdichte in Abhängigkeit von Gehölzsorte/Klon



Quelle: abgeändert, nach BLUMAUER, 2010

Die in Abbildung 8 dargestellten Schüttdichten sind nach der Bestimmung der Schüttdichte von festen Biobrennstoffen ÖNORM CEN/TS 15103 gemessen worden. Nach dieser Einteilung berechnet sich die Schüttdichte des Hackgutes beim Transport in dem nachfolgenden Agroforstsystemmodell der vorliegenden Arbeit (NORMDATENBANK, 2005).

2.3.6.3 Lagerung und Trocknung des Erntegutes

Die angestrebte Feuchte des Hackgutes ist abhängig von der Verbrennungstechnik des Abnehmers. Für eine Verbrennung in kleinen und mittelgroßen Verbrennungsanlagen wird bspw. ein Wassergehalt von maximal 20-30 % verlangt. Große Verbrennungsanlagen mit z.B. Vorschubrostfeuerung können auch mit Gehölzen mit einem Wassergehalt von maximal ca. 60 % beschickt werden (SCHOLZ, 2008).

Bei der Lagerung von Holzhackschnitzeln im Freiluftflager muss beachtet werden, dass das gelagerte Hackgut sich auf bis zu 60 °C erwärmt. Wenn das Hackgut auf mehr als 10 m Schütthöhe aufgeschüttet wird, steigt die Gefahr der Selbstentzündung. Die Temperatur fällt nach etwa 30 Tagen auf ca. 30° C ab. Es können gesundheitsschädigende Schimmelpilze entstehen. Der Trocknungsverlust feiner Hackschnitzel liegt bei einer Lagerung im Freien bei rund 20-30 % pro Jahr, bei Lagerung von groben Hackschnitzeln mit einer Kantenlänge von mehr als 6 cm liegen die Verluste bei ca. 10-20 % pro Jahr. Zu vermeiden sind diese Trockenmasseverluste nur durch eine sehr kurze Lagerung ohne weitere Trocknung von maximal 10 Tagen (BOELCKE, 2006, SCHOLZ, 2008).

Die Lagerung im Freien ohne Abdeckung ist witterungsabhängig. Bei entsprechender Witterung ist nach insgesamt ca. 2-3 Monaten ein Trockenmassegehalt von ca. 70 % erreichbar. Der Bau einer Lagerungshalle ist sehr kostenintensiv. Zur Lagerung von Holzhackgut können Altgebäude genutzt werden, soweit diese vorhanden sind (BOELCKE, 2006, SCHOLZ, 2008).

Mit einem Regenschutz können die Trocknung von Fein- und Mittelhackschnitzeln beschleunigt und Pilzbesatz sowie Trocknungsverluste gesenkt werden (BOELCKE, 2006). Für eine Abdeckung wird die Verwendung eines Kompostiervlieses empfohlen. Damit wird die Trocknung des Holzhackgutes nicht behindert, aber 85 % der Niederschläge werden durch das Gewebe abgeleitet. Das Hackgut kann mit technischer Erwärmung z.B. durch die Abwärme von Biogasanlagen oder Blockheizkraftwerken getrocknet werden. Die solare Trocknung ist eine andere Option, bei der in Sonnenkollektoren Luft erwärmt und anschließend durch das Hackgut geleitet wird (SCHOLZ, 2008).

2.3.6.4 Abnehmerseite

Das Hackgut aus dem Kurzumtrieb kann unterschiedlich verwertet werden. Hackschnitzel werden für den Eigenbedarf angebaut oder können vermarktet werden.

Im Eigenbedarf können die Hackschnitzel in einer Contractinganlage verbrannt oder weiterverarbeitet werden. Das Endprodukt wird laut Vertrag vermarktet oder die Hackschnitzel werden in einer für den Eigenbedarf eigens betriebenen Anlage in elektrische Energie und/oder Wärmeenergie umgewandelt.

Des Weiteren können Stecklinge aus „Mutterquartieren“ oder nach einem ersten Rückschnitt nach einem Jahr vermarktet werden. Bei einer Bewirtschaftung als Mutterquartier werden die Gehölze jährlich auf Stock gesetzt. Das Abschnittmaterial wird anschließend gesammelt und sortiert, bei -4 °C bis +5 °C maximal ein Jahr gelagert und vermarktet (BOELCKE, 2006; LEWIS, 2007).

Der Abnehmer kann mit den Holzhackschnitzeln elektrische Energie und Wärmeenergie in bspw. Blockheizkraftwerken erzeugen. Die Hackschnitzel werden somit an Besitzer von Hackschnitzelkleinanlagen oder -heizwerken verkauft. Weitere Abnehmer von Holzhackschnitzeln stellen die Holzindustrie und die Papierindustrie dar, die die Hackschnitzel zur Celluloseherstellung oder für die Möbelindustrie weiterverarbeiten (LEWIS, 2007). Für die vorliegende Arbeit wird angenommen, dass die Hackschnitzel zur Produktion von Wärme und elektrischen Strom genutzt werden, da das die häufigste Verwertungsart darstellt.

2.3.7 Bewirtschaftung in den Folgerotationen

Pflegemaßnahmen sind in den Folgerotationen nicht notwendig, da die Begleitflora, welche zwar latent im Boden vorhanden ist, für die Kurzumtriebsgehölze in den Folgerotationen keine Konkurrenz darstellt. Bei Stöcken, die nicht wieder ausschlagen, werden zumeist keine Nachpflanzungen benötigt. Sie werden von den Nachbarpflanzen überdeckt. Ertragsmindernde Risiken wurden bislang nicht erforscht, weshalb auf Pflanzenschutzmittel verzichtet werden kann. Nach den Erfahrungen HOFMANN'S (1998), kann von einer Standzeit der Kurzumtriebsgehölze von 25-30 Jahren ausgegangen werden. Sollte die Ausschlagkraft

der Stöcke nachlassen, kann einmal im Sommer geerntet werden, ohne dass die Bäume neu ausschlagen. Später können neue Stechhölzer zwischen den bisherigen, ehemaligen Pflanzreihen ausgepflanzt werden (HOFMANN, 1998).

Tabelle 5: Abnehmender Trockenmassezuwachs in Abhängigkeit der Anzahl der Umtriebe

Umtrieb	Trockenmasseertrag in %, 1. Umtrieb=100 %
1.	100 %
2.	100 %
3.	100 %
4.	90 %
5.	80 %
6.	75 %
Durchschnitt	90,83 %

Quelle: Eigene Darstellung nach LIEBHARD, 2007

Wie schon angedeutet, wird die Rate des Stockausschlages der Kurzumtriebsgehölze nach einigen Umtrieben vermindert. Tabelle 5 zeigt, dass der Trockenmassezuwachs bereits nach der dritten Ernte um 10 % abnimmt, nach der vierten Ernte um rund 20 % und nach der fünften Ernte um 25 % (LIEBHARD, 2007).

2.4 Ertragseffekte auf die Ackerkultur

2.4.1 Übersicht der Effekte

Die Gehölzstreifen beeinflussen das Wachstum und damit den Ertrag der zwischen den Gehölzstreifen wachsenden Ackerfrüchte. Die Ertragseinflüsse können positiv oder negativ sein. MÖNDEL (2006) nennt folgende positive und negative Effekte:

Positive Effekte:

- erhöhtes Nährstoffaufkommen durch Blattfall,
- größeres Stickstoffangebot aufgrund von Wurzelresten und Baumresten und
- verbessertes Mikroklima durch
 - Windschatten,
 - höhere Temperatur in Nächten und im Herbst und Frühling und
 - verringerte unproduktive Evapotranspiration.

Negative Effekte (nach MÖNDEL, 2006):

- Lichtschatten: Durch den Lichtschatten von Bäumen werden der Lichteinfall und die Lichtintensität auf die Feldfrucht reduziert;
- Wurzelkonkurrenz: Zwischen den Bäumen auf den Gehölzstreifen und der Feldfrucht kommt es zur Wurzelkonkurrenz um Wasser und/oder Nährstoffe;
- Bäume und Feldfrüchte können beide Überträger für die gleichen Krankheiten sein.

2.4.2 Lichtschatten

Durch Lichtschatteneffekte kommt es in der Nähe von Gehölzstreifen, in dem Bereich des Schattenwurfes, zu verringerten Zuwachsraten der landwirtschaftlichen Kulturen (ELSÄBER, 1991, MÖNDEL, 2006).

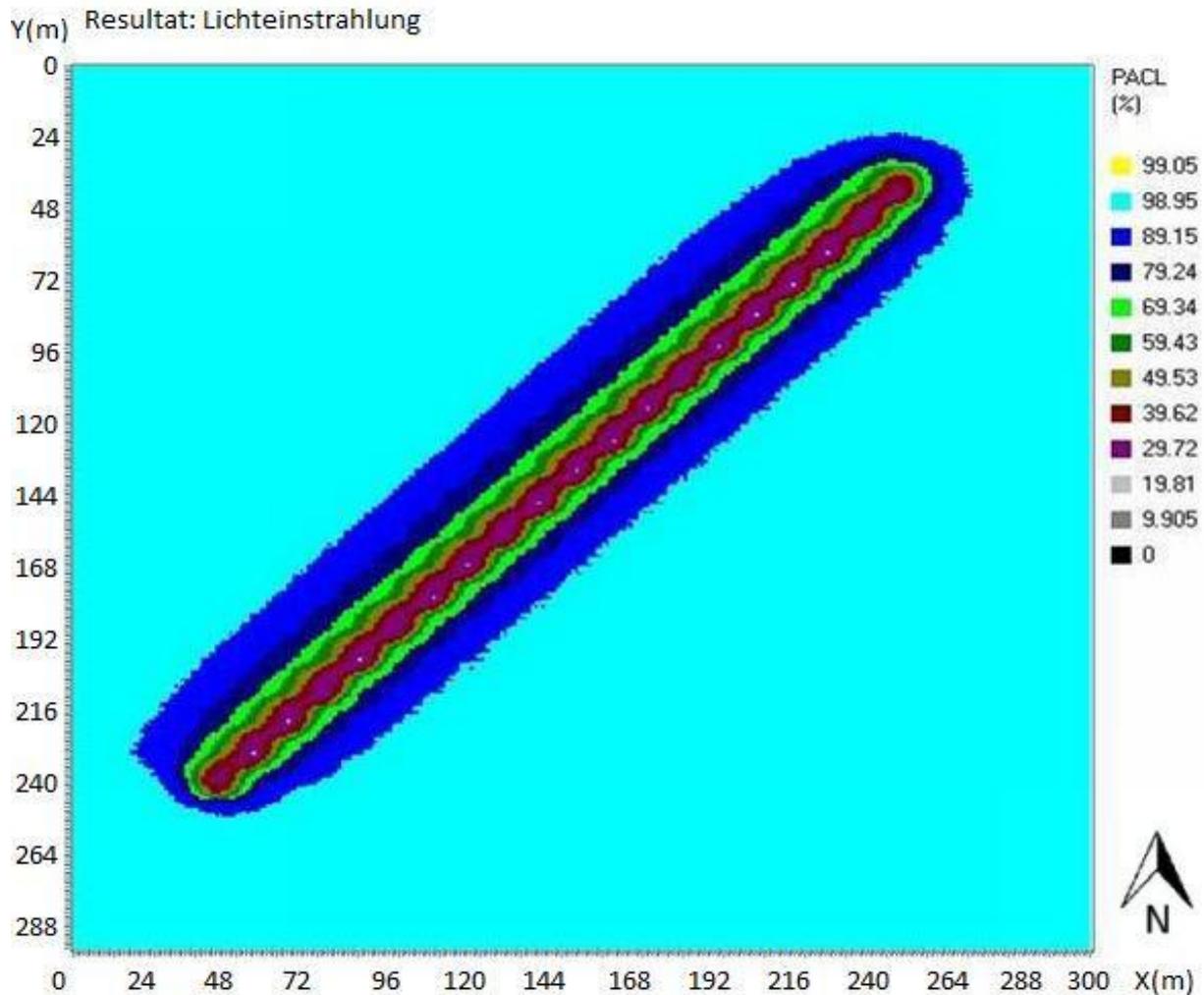
Die Lichtverfügbarkeit auf dem Feld hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Die Positionierung der Gehölzstreifen:
Die Gehölzstreifen sollten senkrecht zur Hauptwindrichtung angebaut werden, aber nicht senkrecht zur hauptsächlichen Sonnenrichtung (BEETZ, 2002);
- Die Wahl der Bäume:
Die Wahl der Bäume ist insofern von Bedeutung, als die Lichtintensität der Sonne auf den landwirtschaftlichen Kulturen in unmittelbarer Nähe der Gehölzstreifen auch von der Belaubungsdichte und der Blattstellung des jeweiligen Baumes abhängt. So kommt in Beständen mit großen und waagerechten Blättern wenig Licht am Boden, bzw. bei den untenstehenden Pflanzen an, welche dadurch ein geringeres Wachstum aufweisen (MÖNDEL, 2007, SPIECKER, 2009).

Abbildung 9 zeigt eine Untersuchung zum relativen Lichteinfall an einem Gehölzstreifen seitens des landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg in Forchheim. In der Mitte des diagonal verlaufenden verfärbten Bereiches steht der Gehölzstreifen. Rundherum erkennt man den relativen Lichteinfall, gemessen in Abhängigkeit des normalen Lichteinfalls ohne Hindernis. Der Versuch wurde auf dem Schlag Nr. 3372 Hohenbüssow/Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt.

In unmittelbarer Nähe des ca. 15 m hohen Gehölzstreifens, welcher aus Ahornbäumen besteht, scheint nur sehr wenig Licht durch, so dass eine relative Lichtintensität von unter 50 % erreicht wird. Im Bereich von ca. 10 m Entfernung beträgt die relative Lichtempfindlichkeit bereits ca. 80 %. Weitere ca. 10-12 m weiter beträgt die Lichtintensität über 90 % (Abbildung 9).

Abbildung 9: Relativer Lichteinfall im Umfeld eines Gehölzstreifens in Hohenbüssow

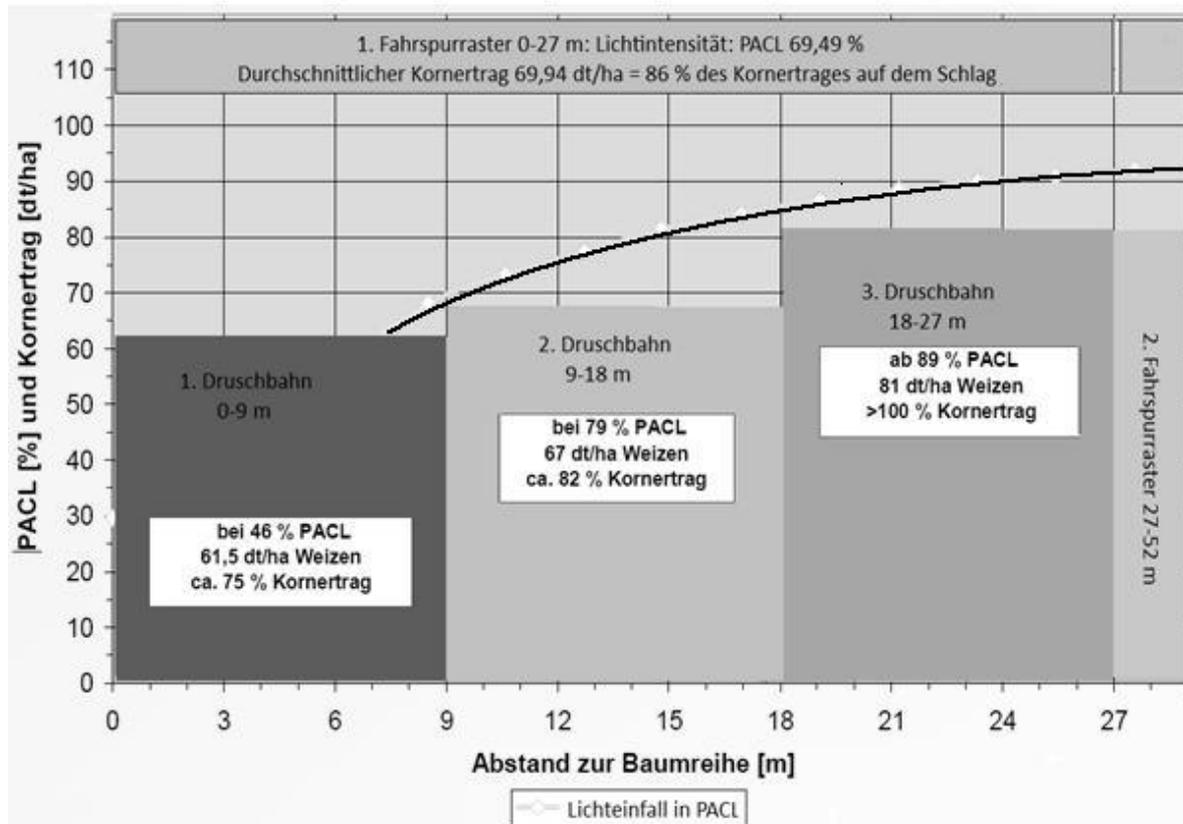


Quelle: abgeändert, nach MÖNDEL, 2007, SPIECKER, 2009

Kritisch ist hier zu erwähnen, dass die Entfernungsangaben u. a. abhängig vom nicht bekannten Sonnenstand und vom Bewölkungsgrad während der Messung sind. Da der Zeitraum, in der die Messung, bzw. Messungen durchgeführt wurden, nicht bekannt ist, können die Entfernungsangaben bei anderen Versuchen mit einem ähnlichen Gehölzstreifen in gleicher geographischer Lage variieren (HAU, 2003).

Die weiterführenden Untersuchungen des Projektes haben ergeben, dass der Kornertrag bei der Winterweizenernte in der Entfernung vom Gehölzstreifen, in der auch der Lichteinfall vermindert ist, auch unterdurchschnittlich ist. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 10 verdeutlicht.

Abbildung 10: Kornertrag bei Winterweizen in Abhängigkeit vom Abstand zur Baumreihe und relativer Lichteinfall gemessen in PACL



Quelle: MÖNDEL, 2007 und SPIECKER, 2009

Auf der ersten Druschbahn (etwa 0-9 m von dem Gehölzstreifen entfernt) wird ein Kornertrag von 75 % des arithmetischen Mittels der Ertragshöhe der Referenzfläche bei einer Lichteinstrahlung von ca. 46 % PACL erreicht. Auf der zweiten Druschbahn liegt die Lichteinstrahlung bei ca. 79 % PACL, hier wird ein Kornertrag von 82 % des arithmetischen Mittels der Referenzfläche erreicht. Bei einem Lichteinstrahl von 89 % PACL und höher auf der dritten Druschbahn (ca. 18 m - 27 m vom Gehölzstreifen entfernt) liegt der Kornertrag beim arithmetischen Mittel der Ertragshöhe der Referenzfläche.

2.4.3 Interaktionen der Baum- und Ackerfruchtwurzeln

In einem Agroforstsystem kommt es zu Interaktionen der Wurzeln der Kurzumtriebsgehölze mit der Ackerfrucht. Die Konkurrenz der Bäume mit der Ackerfrucht zwingt die Bäume dazu, tiefer zu wurzeln als die Ackerfrucht. Damit wurzeln Bäume im kombinierten Anbau von Gehölz und Ackerfrucht tiefer als Bäume, die ohne nebenstehende Feldbearbeitung wachsen, was dazu führt, dass die notwendigen Mineralstoffe aus tieferen Bodenschichten entzogen werden.

Die tiefere Wurzelung der Bäume im Agroforstsystem führt zu einer stärkeren klimatischen Resistenz und damit zu einem gleichmäßigeren Wachstum. Dadurch wird ein stärkeres Holzwachstum erzielt, welches zu höheren Trockenmasseerträgen führt.

Aufgrund der hier dargestellten Wurzelkonkurrenz kommt es zu einer tiefgeschichteten Bodendurchwurzelung, welche zu einem verbesserten Boden- und Nährstoffhaushalt des Bodens führt. Damit entsteht ein Gleichgewicht von Feuchtigkeit und Nährstoffen durch die Wasseraufnahme der Wurzeln. Des Weiteren führt die regelmäßige Erneuerung der Feinwurzeln der Bäume dazu, dass dem Boden organische Substanz zugeführt wird. Der Boden eines Agroforstsystems nimmt daher mehr Wasser auf und wirkt als Wasserspeicher (SPIECKER, 2009).

Dennoch kommt es in der Zone, in der die Wurzeln der Ackerfrüchte und der Gehölzstreifen miteinander interagieren, zu Nährstoff- und Wasserkonkurrenz und wachstumsvermindernden biochemischen Interaktionen, der Allelopathie (ELSAßER, 1991, KNAPP, 1967, SPIECKER, 2009).

In einem dem Biomassezuwachs dienenden Agroforstsystem werden auf den Gehölzstreifen Bäume in sehr großer Anzahl angebaut. Besonders an den Standorten mit geringem Wasserangebot kann der Anbau von Gehölzstreifen mit einer hohen Baumanzahl die vorhandene Wasserknappheit verschärfen (KNAPP, 1967, SPIECKER, 2009).

Besonders jüngere Bäume konkurrieren mit landwirtschaftlichen Kulturen stärker um Wasser als ältere Bäume. Die Bäume auf einem Agroforstsystem, in dem die Gehölzstreifen dem Biomassezuwachs dienen, werden in der Regel nicht alt. Ältere Bäume können einen

tiefen Wurzelstock ausbilden, während der Wurzelstock bei jüngeren Bäumen weniger entwickelt ist (SPIECKER, 2009).

Ein weiterer möglicher Einfluss ist der Allelopathieeffekt, das heißt, dass von Baumwurzeln auf nebenstehende Pflanzen, z. B. auf die nebenstehenden landwirtschaftlichen Kulturen, chemische Stoffe abgesondert werden, die das Wachstum der nebenstehenden Pflanzen verlangsamt. Zum Beispiel sondern Bäume der Walnussfamilie einen chemischen Stoff namens Juglon aus, ein Stoff, der durch Hydrolyse und Oxidation durch Mikroorganismen entsteht und durch Blatt- und Wurzelexudate an den Boden abgegeben wird. Die Keimung und das Wachstum vieler Pflanzen, wie z. B. Kartoffeln, Gerste, Mais und Rotklee werden durch diesen Stoff gehemmt. Andere Pflanzen, z. B. Bohnen oder Roggen, zeigen keine Wirkung auf den Stoff (SPIECKER, 2009).

Da dieser konkurrierende Effekt größer als die synergistischen Effekte der Wurzelinteraktion ist, kommt es in der Zone der Interaktion der verschiedenen Wurzeln zu verminderten Nährstoff- und Wasserangeboten, was sich besonders auf die Erträge der Ackerfrüchte negativ auswirkt.

Somit sind die Erträge der Ackerfrüchte in unmittelbarer Nähe der Gehölzstreifen vermindert. Mit zunehmender Entfernung nimmt dieser negative Effekt ab und die Erträge der Ackerfrüchte nehmen zu. Dieser Effekt der Wurzelkonkurrenz kann das Wachstum der Ackerfrüchte unterschiedlich stark beeinflussen, da der Effekt von dem Angebot an Nährstoffen und Wasser abhängt (SPIECKER, 2009).

Mögliche negative Auswirkungen der landwirtschaftlichen Nutzung der neben den Bäumen stehenden Ackerkultur bereiten u. a. die Bodenverdichtung und die (u. a. auch dadurch zustande gekommene) Beeinträchtigung der lateralen Wurzelausbreitung. Des Weiteren kommt es zu vermindertem Wachstum der Bäume im jungen Baumalter, wenn die Baumwurzeln den Boden noch nicht so tief erschlossen haben und die nebenstehende landwirtschaftliche Kultur konkurrenzstärker ist. Daher profitieren die Bäume besonders am Anfang auch von landwirtschaftlicher Düngung (SPIECKER, 2009).

Um die synergistischen Interaktionseffekte zwischen dem Anbau der Gehölzstreifen und dem Anbau von landwirtschaftlichen Kulturen zu fördern, müssen die konkurrierenden

Effekte minimiert werden. Die größtmögliche Summe konkurrierender Wurzeleffekte tritt auf, wenn die angebauten Gehölze und die nebenstehende landwirtschaftliche Kultur die gleiche ökologische Nische besetzen. Seitens SPIECKER (2009) wird empfohlen, die zeitlichen oder räumlichen Nischen des Anbaus zweier Kulturen auf einem Schlag zu verschieben, z. B. bei den ausgewählten Pflanzen auf unterschiedliche Wurzeltiefen oder Vegetationszeiten zu achten, um somit die konkurrierenden Effekte der Wurzelinteraktion zu minimieren. Besonders wichtig ist eine solche Maßnahme an Standorten, an denen verminderte Nährstoff- oder Wasserangebote vorherrschen, bzw. an denen solche Wachstumsressourcen begrenzt vorkommen (SPIECKER, 2009).

Daher sind für Agroforstsysteme nur tiefwurzelnde Bäume zu empfehlen, da (wie oben beschrieben) flachwurzelnde Bäume zu stark mit der nebenstehenden Ackerfrucht um Nährstoffe und Wasser konkurrieren würden und die tiefwurzelnden Bäume zudem Mineralien und Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten mobilisieren können.

Wenn an dem ausgewählten Standort Wasser ein limitierender Wachstumsfaktor darstellt, sollte sich aufgrund der geringeren Interzeptionsverluste aus Niederschlag für den Anbau von Laubbäumen entschieden werden (SPIECKER, 2009).

2.4.4 Einfluss von Krankheiten und Schädlingen

Ein Vorteil von Agroforstsystem ist der, dass sich Krankheiten nicht so schnell über die gesamte Schlagfläche ausbreiten und die landwirtschaftliche Kultur damit gefährden, da die Gehölzstreifen zwischen den verschiedenen Parzellen der landwirtschaftlichen Kulturen eine Barriere bilden und die Ackerfruchtstreifen zwischen den Gehölzstreifen ebenso als Barriere für Krankheiten und Schädlinge dienen (PELLMEYER, 2007, VETTER, 2009a).

Agroforstsysteme stellen zusätzliche Quellen für Schädlinge und Unkräuter dar, die in den Gehölzstreifen aufwachsen und (im Falle von Schädlingen) auf andere Bäume der Gehölzstreifen oder auf die Ackerfrucht übergreifen können. Im Gegenzug dazu stellen Agroforstsysteme auch eine zusätzliche Quelle für Nützlinge dar (VETTER, 2009b).

Die Kurzumtriebsgehölze können wie auch die nebenstehende landwirtschaftliche Kultur an Krankheiten und Schädlingen leiden und müssen entsprechend untersucht und geschützt werden. Nachfolgend sind einige Erkrankungen, die Kurzumtriebsgehölze heimsuchen, aufgezählt (LIEBHARD, 2007):

- Wasserzeichenkrankheit: Von der Wasserzeichenkrankheit befallene Bäume weisen im Stammholz dunkle Flecken auf, aus denen meist ein dunkler Schleim austritt. Neben dem Verdorren der Blätter und Triebe kommt es zum vorzeitigen Absterben der Bäume;
- Schwärzepilze begründen die Massoninakrankheit, bei deren Befall schwarze Flecken an den Blättern und an den Ruten entstehen;
- Durch Rostpilze befallene Blätter zeigen sich deutlich durch die orangegefärbten Uredosporen. Schadsymptome: Aufbrechen der Epidermis, erhöhte Transpirationsrate, verminderte Frostresistenz, erhöhte vorzeitige Sterberate.
- Gallmücken und Blattwespen nutzen besonders die Weidenblätter und die Zweige der Weiden als Wirt für Gallenbildung (LIEBHARD, 2007).

Sortenversuche der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft haben ergeben, dass in Pappel- und Weidenplantagen vor allem Rostkrankheiten auftreten können und dass die Häufigkeit des Rostbefalls in Abhängigkeit der gewählten Pappelsorte schwankt. Abbildung 11 stellt Schädigungen des Pappelrosts an der Pappelsorte Beaupre dar (BOELCKE, 2006, WERNER, 2006).

Abbildung 11: Durch Pappelrostbefall beschädigte Pappelpflanzung der Sorte Beaupre



Quelle: BOELCKE, 2006

In Dornburg und Langenwetzdorf trat ein besonders starker Rostbefall mit vorzeitigem Blattfall an den Pappelsorten Unal, Beaupre und Donk auf. Die mehr-Klonsorte Max (Max 1-5) ist weitgehend rostresistent. Bei der Pappelsorte Androscoggin traten in geringem Umfang Rostkrankheiten auf. Nach Angaben von Züchter, sind die neuen Weidensorten Tora, Sven, Tordis, Olof und Inger weitgehend rostresistent (BOELCKE, 2006, WERNER, 2006).

Besonders bei Jungpflanzen können die Larven und Raupen von verschiedenen Käfern, wie z. B. dem Pappelblattkäfer (Abbildung 12) oder dem blauen Weidenblattkäfer erhebliche Fraßschäden an den Blättern verursachen. Bei ausgewachsenen Pappeln, können die durch Pappelblattkäfer beschädigten Pappelblattknospen zu verringertem Ertragswachstum führen, da der Austrieb bei starkem Befall um mehrere Wochen verzögert werden kann. Die Larven des Pappelbocks führen aufgrund der geringen Stammdurchmesser der Pappeln in einer Kurzumtriebsplantage nur zu geringen Schäden (BOELCKE, 2006, WERNER, 2006).

Abbildung 12: Larve des Pappelblattkäfers und Pappelblattkäfer



Quelle: Eigene Photos

Der Befall ausgewachsener Weiden vom Weidenblattkäfer führt auch bei massigem Befall nicht zu Ertragsminderungen. Die Larven der Gallmücken können durch Schädigung der Triebspitzen das Längenwachstum der Weiden beeinträchtigen, führen aber zu einer stärkeren Verzweigung der Weiden (BOELCKE, 2006).

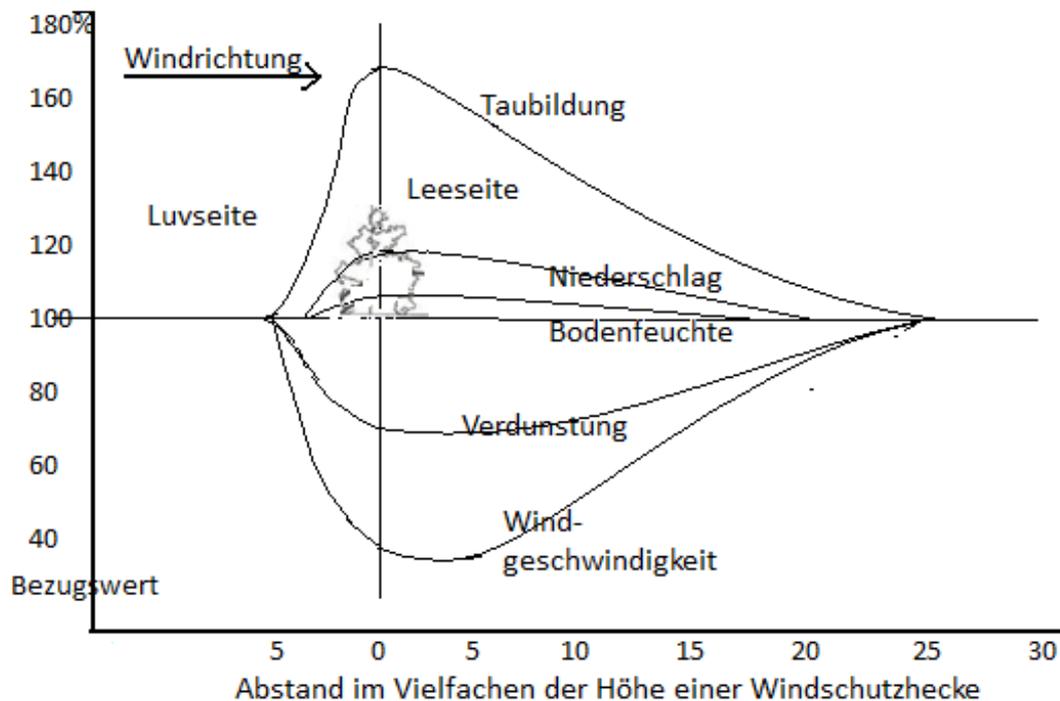
Wildverbiss stellt vor allem beim Anbau von Weiden eine große Gefahr dar. Je kleiner die Kurzumtriebsplantage ist, umso größer ist die Gefahr des Wildverbisses. Extremer Wildverbiss kann die Bäume stark schädigen. Ein Zaun kann dagegen Schutz bieten. Geringer Wildverbiss hingegen fördert die zeitige Verzweigung der Bäume, die gewünscht ist (WERNER, 2006).

Mäuse stellen eine weitere Gefahr für die Pappel- und Weidenplantagen dar, da Mäuse (wie in allen Dauerkulturen) Schäden an den Wurzeln verursachen. Eine Bekämpfung mit Hilfe von Giftködern ist, wenn auch sehr aufwändig, möglich, und sollte bei einer erhöhten Populationsdichte von mehr als 0,1 Mäusen/m² durchgeführt werden (BOELCKE, 2006, WERNER, 2006).

2.4.5 Windeffekte

In Agroforstsystemen kommt es durch die Pflanzung von Gehölzstreifen auf dem Schlag zu Windschutzeffekten und Windturbulenzen, die im Nachfolgenden näher beschrieben werden und in den Abbildungen 13 und 14 schematisch dargestellt werden.

Abbildung 13: Windschutzwirkung durch Hecken

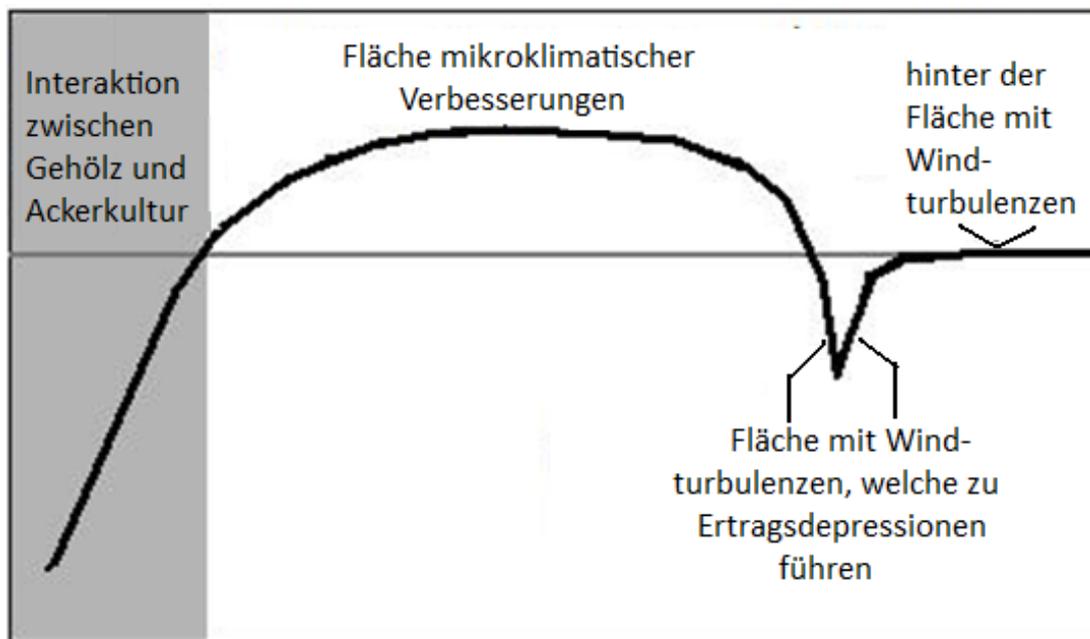


Quelle: MÖNDEL, 2006

Die Windschutzeffekte des Gehölzstreifens auf die Ackerkultur hängen von der Entfernung und der Höhe des Gehölzstreifens ab. Nach MÖNDEL (2006) ist die Reduktion der Windstärke beim Drei- bis Fünffachen der Höhe maximal (Abbildung 13).

SCHNEIDER (2007) verweist auf einen weiteren Bereich hinter der windbegünstigten Zone. Hier soll sich ein schmaler Streifen befinden, in dem Windturbulenzen zu örtlichen Wachstumsdepressionen führen können (Abbildung 14). Hinter dieser Zone geht SCHNEIDER (2007) davon aus, dass keine weiteren Ertragseffekte bestehen.

Abbildung 14: Einfluss von Windschutzhecken auf den Ertrag

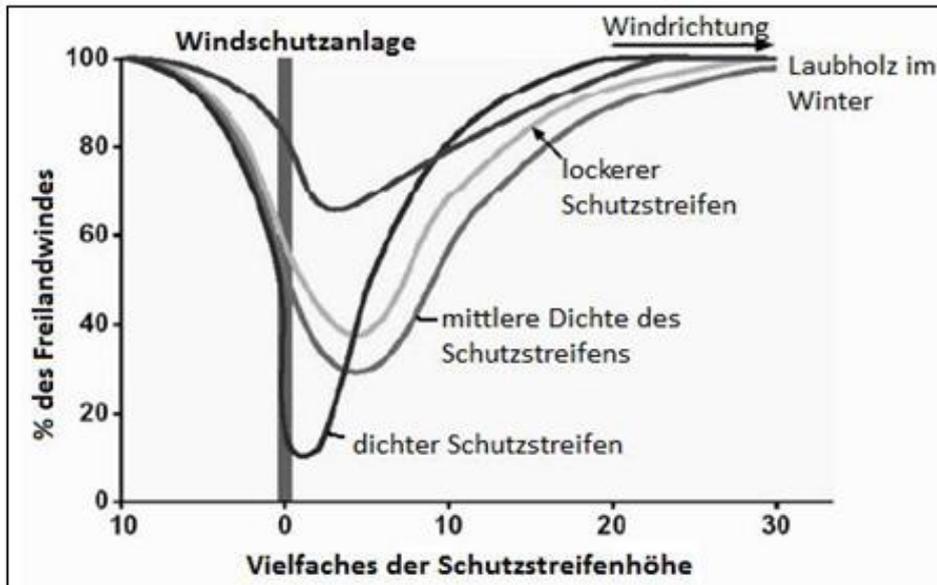


Quelle: abgeändert und übersetzt vom Englischen ins Deutsche nach SCHNEIDER, 2007

Die oben beschriebenen Entfernungsangaben und die Effektivität der Windschutzanlagen variieren laut Meyer und stehen in Abhängigkeit von der Höhe und der Dichte der Gehölzstreifen (Abbildung 15). Ein dünner Gehölzstreifen (z.B. blattlose Pappeln im Winter/ Fröhjahr) vermindert die Windstärke direkt hinter dem Gehölzstreifen um 30-40 %, ein dichter Gehölzstreifen vermindert die Windstärke um durchschnittlich 90 % (MEYER, 2004).

Zudem kommt es auch auf der Luv-Seite eines Gehölzstreifens zu windschützenden Effekten. Diese Luv-Effekte haben eine kürzere Reichweite als der Windschutz auf der Lee-Seite. So ist auf der Luv-Seite lediglich mit einem Effekt bis zu einer Reichweite von ca. 7-10-mal der Höhe des Gehölzstreifens zu rechnen (Abbildung 15) (MEYER, 2004).

Abbildung 15: Verringerung der Windgeschwindigkeit durch Windschutz



Quelle: abgeändert, nach MEYER, 2004

2.4.6 Modifiziertes Wasserangebot

Das Wasserangebot in einem Agroforstsystem wird von den Windeffekten der Gehölzstreifen mitbestimmt.

Einerseits wird vermehrt Wasser von den Bäumen verbraucht, andererseits dienen die Wurzeln der Bäume auf den Gehölzstreifen als Basenpumpe und transportieren Wasser in höhere Grundwasserschichten in denen das Wasserangebot steigt und für nicht tiefwurzelnde Pflanzen (Ackerfrüchte nebenstehend der Gehölzstreifen) verfügbar wird. Somit ist nicht mit einem Absinken des Wasserangebotes zu rechnen (SCHNEIDER, 2009).

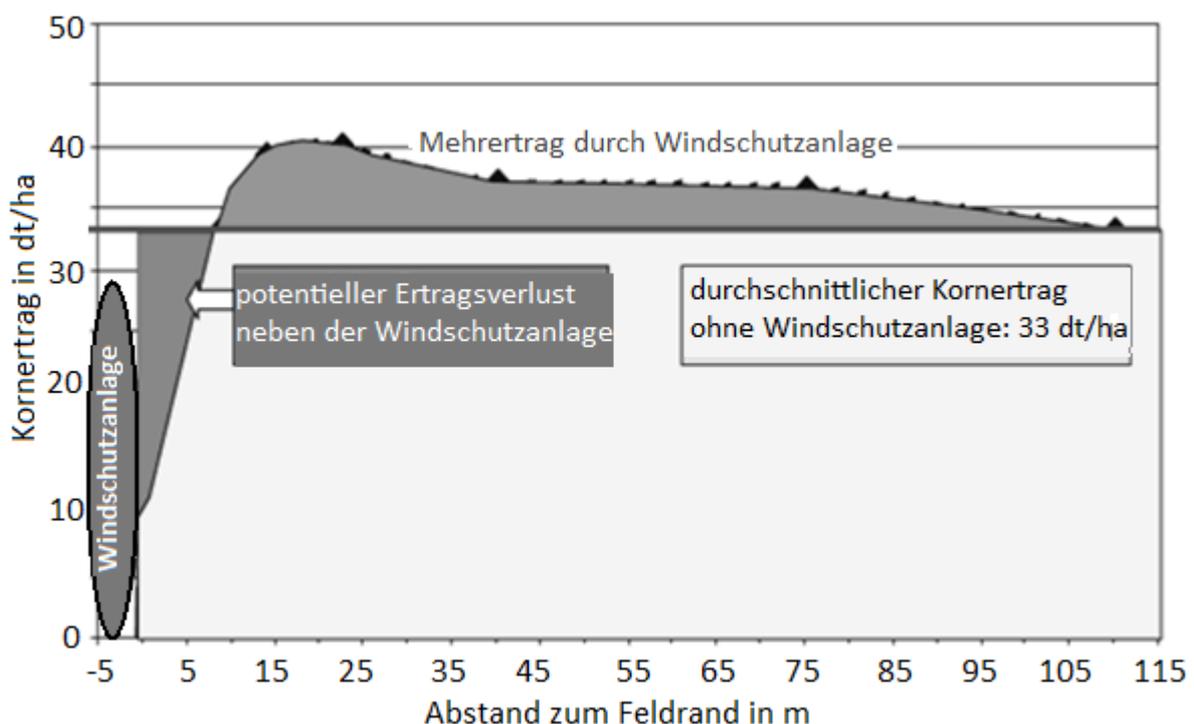
Ein weiterer Effekt ist der, dass die Windgeschwindigkeit zwischen den Gehölzstreifen reduziert ist, womit die Evapotranspiration sinkt und damit die Tauwasserbildung steigt. Bei lang anhaltenden Trockenperioden kann durch diese ausgleichenden Effekte der Ertrag der Ackerfrucht gesichert werden (HAPPACH-KASAN, 2008).

Längerfristig stellt sich durch den Eintrag von Blattstreu und Ästen durch die Bäume und deren chemischer Zersetzung eine Veränderung der Bodenstruktur ein, mit der der Oberboden mit organischem Material und Nährstoffen angereichert wird und somit zu einer verbesserten Wasserhaltekapazität führt (HAPPACH-KASAN, 2008).

2.4.7 Beispiel der Effekte der Gehölzstreifen auf die nebenstehende landwirtschaftliche Kultur

Zunächst werden die Versuchsergebnisse von MÖNDEL (2006) zur Ertragsentwicklung in der Nähe eines Windschutzstreifens in der oberrheinischen Tiefebene diskutiert. Der Boden auf dem Versuchsschlag war sandig und Wasser war hier der ertragslimitierende Faktor. Die Windschutzanlage war 35 Jahre alt und bestand aus ca. 15-20 m hohen Pyramidenpappeln sowie ca. 2,5 m hohen Traubenkirschen im Unterbau. An der Nordseite wies die Windschutzanlage Lücken auf, da einige Pappeln ausgefallen waren. Der Unterbau mit einer Höhe von ca. 2 bis 2,5 m Höhe war komplett geschlossen. Die Windschutzanlage war schräg zur Windrichtung angeordnet, so dass der Schlag im Lee lag. Im Untersuchungsjahr 2006 wurde Winterroggen angebaut.

Abbildung 16: Potentieller Mehrertrag bzw. Ertragsverlust bei Winterroggen auf einem grundwasserfernen Sandstandort mit Windschutzanlage in Durmersheim



Quelle: MÖNDEL, 2006

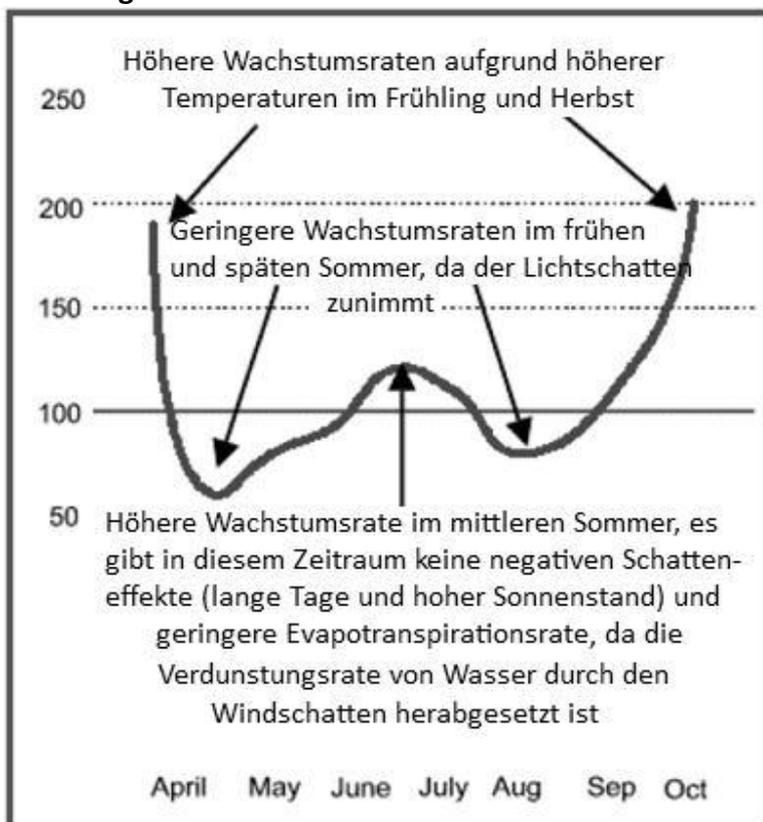
Der durchschnittliche Ertrag in der Schlagmitte wurde als Referenzertrag gewertet. Auf den ersten zwei Metern neben dem Gehölzstreifen wurde ein geringeres Wachstum festgestellt, welches laut MÖNDEL besonders auf die bereits erklärte Wurzelkonkurrenz zurückzuführen war. Der Streifen mit messbarer Ertragsdepression auf dem Versuchsschlag ist sechs Meter

breit (Abbildung 16). In einem Abstand von ca. 6 bis 105 m wurden überdurchschnittlich hohe Erträge erzielt (Abbildungen 16 und 17) (MÖNDEL, 2006).

2.4.8 Temperatureffekte in einem Agroforstsystem

In Agroforstsystemen gibt es laut COMBE (2004) im Frühling und Herbst durchschnittlich höhere Temperaturen als auf freien landwirtschaftlichen Flächen, mit denen die Vegetationszeit unter Umständen verlängert wird. Damit können mit der Ackerkultur höhere Erträge als auf einem freien, windexponierten Schlag erzielt werden.

Abbildung 17: Relative Jahreswachstumskurve



Quelle: Eigens ins Deutsche übersetzt, nach COMBE, 2004

Auf der anderen Seite nehmen im Frühling und Herbst bei flacher stehender Sonne die negativen Effekte durch Lichtschatten zu, wodurch der zuvor genannte positive Effekt kompensiert werden kann. Nach COMBE (2004) wird der Schattenwurf neben dem Jahresstand der Sonne auch durch die geographische Lage beeinflusst. Im Norden

Deutschlands ist die Sonnenscheindauer länger und damit auch die Schatteneffekte geringer als im Süden (Abbildung 17).

Von COMBE (2004) wurde dabei nicht berücksichtigt, dass die Lichtintensität im Süden höher ist als im Norden und damit trotz längerer Sonnenscheindauer, die solare Energiezufuhr im Norden nicht zwangsläufig höher sein muss. In Bezug auf die Schatteneffekte im Frühjahr und Herbst muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass in dieser Zeit die Beblätterung geringer sein kann. Die Evapotranspirationsrate nimmt im Agroforstsystem ab, damit liegt die Luftfeuchtigkeit zwischen den Gehölzstreifen höher.

2.5 Zusammenfassung des Literaturteils

Auf Agroforstsystemen ist zu beachten, dass neben der optimalen Ausrichtung der Gehölzstreifen in Nord-Südrichtung die Anzahl der Bäume optimal gewählt wird und bei der Bepflanzung der Gehölzstreifen mit Bäumen bereits die Ernte mit geplant wird. Im Gegensatz zu einer annuellen Ackerkultur werden Kurzumtriebsplantagen und Gehölzstreifen über einen längeren Zeitraum angebaut und bewirtschaftet (Tabelle 6).

Zu beachten ist auch die Flächenauswahl für eine Kurzumtriebsplantage oder ein Agroforstsystem. Die Fläche einer Kurzumtriebsplantage sollte wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben, über die notwendige minimale Durchschnittstemperatur und Sonnenstunden für jedes Gehölz verfügen, sowie über den für die geplante Gehölzart optimalen Boden.

Damit die negativen Ertragseffekte eines Agroforstsystems minimiert werden und positive Ertragseffekte der Kurzumtriebsgehölze sowie der nebenstehende Ackerkultur maximiert werden, sollten die Gehölzstreifen in Nord-Südrichtung angebaut werden. Die Fläche eines Agroforstsystems ist optimalerweise der Länge nach in Nord-Südrichtung ausgerichtet, damit die Bearbeitung der zwischen den Gehölzstreifen stehenden Ackerkulturen der Feldlänge nach erfolgen kann.

Tabelle 6: Übersicht über die Anbaumethoden

Anbausysteme	Alleiniger Anbau der Ackerfrucht	Alleiniger Anbau von Kurzumtriebsgehölzen	Anbau eines Agroforstsystems
Planungshorizont	jährlich	langfristig (15-25 Jahre, nach Gesetz)	Gehölzstreifen: langfristig Ackerkulturen: jährlich
Standorte und Klima	Abhängig der aktuellen Ackerkultur	Abhängig der Kurzumtriebsgehölze	Abhängig der Kurzumtriebsgehölze und der Ackerkultur
Schädlingsbefall	Schädlinge der Ackerfrucht ohne Barrieren	Schädlinge der Gehölzplantagen ohne Barrieren	Mehr Schädlinge als bei den anderen Anbauprogrammen, Gehölzstreifen + Ackerkulturen stellen eine Barriere dar.
Flächenauswahl	höhere Ackerzahl ist ausschlaggebend	In Frage kommender Boden, nicht zu stark vernässt oder trocken	Wie bei den Kurzumtriebsplantagen und dem alleinigen Ackerbau
Bearbeitung	Normale Bearbeitung während des Jahres	Zwischen den Umtriebszeiten keine Bearbeitung notwendig	Gehölzstreifen: keine Behandlung notwendig, Ackerfruchtanbau: normale Bearbeitung
Windeffekte	kein zusätzlicher Windschutz	Windschutz im Lee der Plantage	Windschutz im Lee und Luv der Gehölzstreifen
Ertragseffekte	Keine zusätzlichen Ertragseffekte	Am Rande der Kurzumtriebsplantage höhere Erträge möglich	Entlang der Gehölzstreifen negative Ertragseffekte der Ackerkultur, in Mitte positiv
Bearbeitung / Ernte	In Längsform des Schlages	In Längsform des Schlages	In Nord-Süd-Richtung entlang der Gehölzstreifen
Transport	Ackerkulturspezifisch	Hohe Transportvolumina bei Gehölzernte	

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Aufgrund des langen Planungshorizonts der Agroforstsysteme und der Kurzumtriebsplantagen sollte die Planung dieser Anbaumethoden sehr gründlich geschehen.

3 Zur Analyse von Ertragseffekten auf die Ackerkulturen in Agroforstsystemen

Wie in der Literaturanalyse (Kapitel 2.4.) diskutiert wird, wurden Einflüsse von Gehölzstreifen und Windschutzstreifen auf nebenstehende Ackerkulturen beobachtet. In einer ökonomischen Analyse von Agroforstsystemen müssen diese berücksichtigt werden, da aufgrund einer Beeinflussung des Ertrages die Verkaufsmenge variabel ist.

In dem vorliegenden Kapitel 3 wird die Methode zur Untersuchung der Beeinflussung der Erträge der Ackerkulturen dargestellt. Diese Methode basiert auf geographischen, geostatistischen und statistischen Anwendungen, die im Folgenden der Reihenfolge der zeitlichen Anwendung nach beschrieben werden.

Anschließend erfolgt eine Auswertung am Beispiel des Agroforstsystem-Versuchsschlag in Dornburg/Saale.

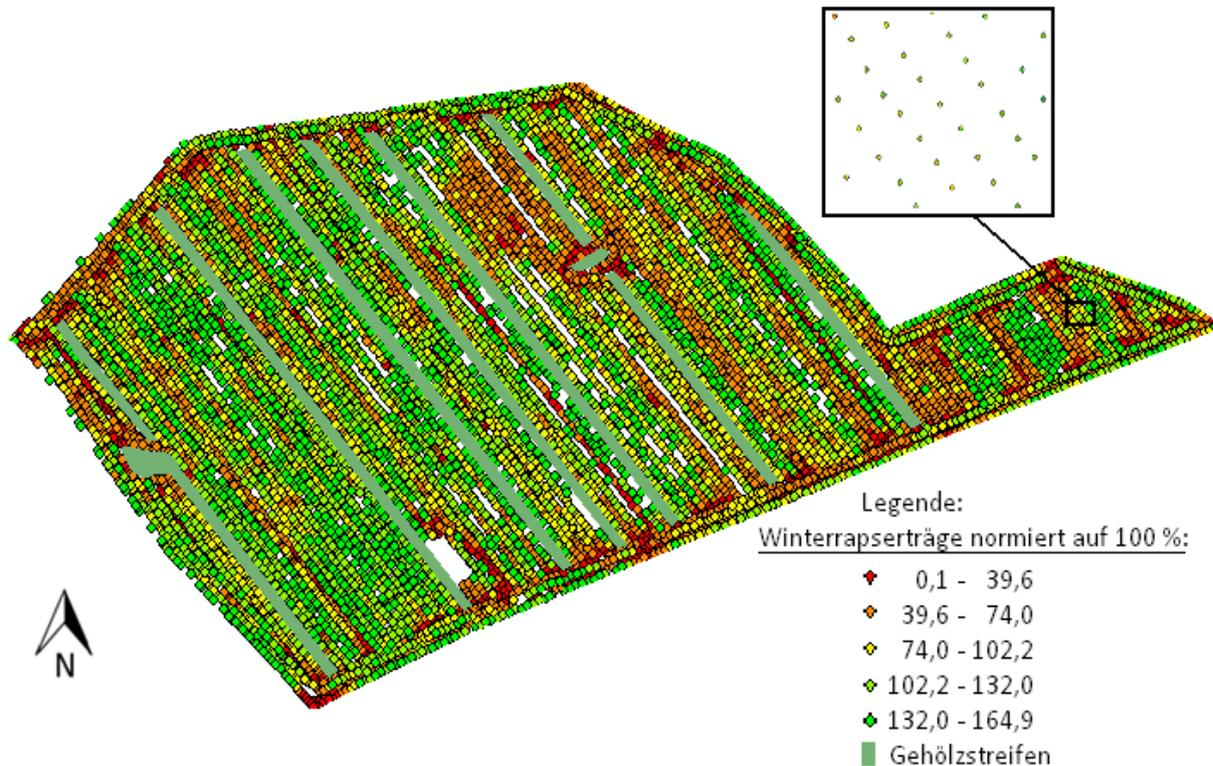
3.1 Methodologie: Geostatistische Verfahren

3.1.1 Ertragskartierung

Die mit dem Durchsatzmesser des Erntegerätes bestimmten Erträge der jeweiligen Ackerfurcht werden im Geographischen Informationssystem als Ertragskarte graphisch dargestellt. Die Durchsatzbestimmung erfolgt mit den GPS-bestimmten Koordinaten, der Feuchte des Erntegutes, sowie Geschwindigkeit und Uhrzeit.

Mit diesen Ertragsdaten kann im Geographischen Informationssystem eine Ertragskarte, wie sie in Abbildung 18 dargestellt wird, erstellt werden. Daraus wird anschließend die Ertragsentwicklung in Abhängigkeit der Entfernung der Gehölzstreifen errechnet und anschließend dargestellt.

Abbildung 18: Ertragskarte des Agroforstsystemschlags in Dornburg



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG AUF GRUNDLAGE DER WINTERRAPSERNTE DER TLL DORNBURG (2009)

3.1.2 Vorbereitung der Daten

Zur Vorbereitung der Daten gehört die Dekodierung der Daten, welche als Rohdaten im ASCII-Format vorlagen. Die Dekodierung für die Nutzung im Geographischen Informationssystem erfolgt manuell mit den Programmen Microsoft Excel und Open Office-Calc. Die Listen der Ertragspunkte werden in der Art umgewandelt, dass diese Punkte von GIS- und Statistikprogrammen eingelesen werden können.

Zu allen Punkten werden Identifier eingesetzt, welche in der Reihenfolge der zeitlichen Abfolge der Ernte gesetzt werden. Damit kann auch die Bearbeitungsweise auf dem Schlag dargestellt werden.

Die Lagekoordinaten werden in das Koordinatensystem World Geodetic System 1984 (WGS 1984) transformiert und in der Art umkodiert, dass sie mit dem Geographischen Informationssystem Arc GIS 9.2. von Esri einlesbar sind. Der Datenimport in das Geographische Informationssystem erfolgt zu einem späteren Bearbeitungszeitpunkt in Abschnitt 3.1.6.

Redundante Daten der Durchsatzmessung werden anschließend gelöscht, um die Datenmenge zu reduzieren und damit die Rechenzeiten zu verkürzen.

3.1.3 Fehleranalyse

Da die Ertragsrohdaten zumeist fehlerbehaftet sind, ist eine Fehlerkorrektur unumgänglich. Aufgrund des verspäteten Anhebens des Schneidwerks beim Stoppen kann der Ertrag an bestimmten Punkten auf dem Schlag unterschätzt werden oder es werden Nullwerte erzeugt. Technisch bedingt sind Fehler aufgrund verzögerter Maschinenentleerung und verzögerter Maschinenbefüllung. Sie führen zu unrealistisch niedrigen Ertragswerten in den Wendeperioden bzw. zu Beginn der einzelnen Fahrspuren. Zu nicht quantifizierbaren Fehlern kommt es aufgrund von Schwankungen oder falschen Schätzungen des Messversatzes, Fehler bei der Feuchtemessung (z. B. in Folge eines erhöhten Unkrautauflommens), Fremdmaterialien im Feld, Fehlern bei der Geschwindigkeitsmessung, bzw. stark schwankenden Geschwindigkeiten sowie durch eine unterschiedliche Anpassung des Ertragsmessers auf Ertragsänderungen im Feld. Eine ungenaue Georeferenzierung führt zu einer falschen räumlichen Zuordnung der ermittelten Ertragswerte und ist damit um 0 bis 5 m verschoben. Eine fehlerhafte Kalibrierung der Ertragsmessung kann zu gleichmäßigen Abweichungen der Erträge auf dem Feld führen. Eine solche fehlerhafte Kalibrierung ist geostatistisch nicht quantifizierbar, da dieser systematische Fehler auf der gesamten Fläche auftritt, kann er für die hier anstehende Fragestellung nicht berücksichtigt werden, was auch nicht notwendig wäre (STEINMAYR, 2002).

Das Gewicht der Ackerfrüchte variiert mit den verschiedenen Feuchtegehalten, weshalb der Feuchtegehalt der geernteten Ackerfrüchte normiert wird. Die Erträge von Weizen und Getreide werden auf einen Feuchtegehalt von 15 % normiert, Winterraps auf einen Feuchtegehalt von 9 %.

3.1.4 Interquartilstest

Der Interquartilstest wird angewandt, um aus einer Grundgesamtheit (GPS-Ertragspunkte der Ackerfrucht) „Ausreißer“, also negative oder positive Extremwerte zu identifizieren. Da es sich beim Interquartilstest um einen parameterfreien Test handelt, wird zuvor kein Verteilungstest verlangt. Interquartilstests (Formel 2) nutzen nicht den Median oder den arithmetischen Mittelwert zur Datenbeschreibung, sondern das obere und untere Quartil einer Verteilung von Messwerten.

Formel 2: Interquartilstest

$$IQ(X) = Q_4 - Q_1$$

Darin sind:

$IQ(X)$ = Interquartilsbereich

Q_4 = oberes Quartil

Q_1 = unteres Quartil

In der vorliegenden Arbeit werden Ausreißerdaten mit Hilfe des Median - 5 - Interquartils - Tests (Formel 3), einem nichtparametrischen Test, der daher keine bestimmte Verteilung der Daten voraussetzt, analysiert. Variable X ist Ausreißer (X^*), wenn sie größer ist als die Summe des Medians und des fünffachen des Interquartilsbereiches oder kleiner ist als die Differenz des Medians und des fünffachen Interquartilsbereiches (HINTERDING, 2003).

Formel 3: 5-Interquartilstest

$$((\bar{x} - 5 * IQ(X)) > X < (\bar{x} + 5 * IQ(X))), \text{sonst } X^*$$

Darin sind:

\bar{x} = Median

$IQ(X)$ = Wert innerhalb des Intervalls des Median - 5-Interquartilstests

X^* = Wert außerhalb des Intervalls des Median - 5-Interquartilstests (Ausreißerdaten)

Nullwerte und Ertragsdaten jenseits der durch den Interquartilstest gewonnenen unteren bzw. oberen Schranke werden gelöscht. Bei Nullwerten wird angenommen, dass es sich um einen Ertragsmessfehler handelt. Dies wird im Beispiel (Tabelle 7) verdeutlicht.

Tabelle 7: Beispiel der Anwendung des 5-Interquartilstests

	Erträge (dt/ha) Körnermais
25-Quartil	55,25
50-Quartil	80,55
75-Quartil	108,38
Obere Schranke	346,45
Untere Schranke	-185,35
Gelöschte 0-Erträge	833
Gelöschte Erträge oberhalb der oberen Schranke	3
Auszuwertende Daten	11.039

Quelle: EIGENE BERECHNUNG

Aufgrund der Ertragsverteilung und der Auswertung der Daten mit Hilfe des 5-Interquartilstests (Tabelle 7) wurden alle Daten, die einen höheren Ertrag als 346,45 dt/ha auswiesen, gelöscht. Die untere Schranke befindet sich im negativen Bereich, so dass ausschließlich die 0-Werte gelöscht wurden. Es wurden in dem vorliegenden Beispiel 833 Punkte mit 0-Erträgen und 3 Ertragspunkte mit Erträgen oberhalb der oberen Schranke gelöscht. Insgesamt wurden 11.875 Ertragsdaten bewertet, wovon 11.039 Ertragsdaten weiterführend geostatistisch ausgewertet werden.

3.1.5 Normierung der Ertragsdaten

Nachdem der Interquartilstest durchgeführt und die Grundgesamtheit der Ertragswerte um die Extremwerte bereinigt ist, werden die Ertragswerte relativiert. Die Erträge werden durch das arithmetische Mittel der jeweiligen Grundgesamtheit der Erträge dividiert. Die daraus errechneten Ergebnisse lassen sich wie folgt interpretieren: 0 bedeutet keinen Ertrag, 0,5 bedeutet einen Ertrag in Höhe von 50 % des arithmetischen Mittels der Erträge der Ackerfrucht auf dem vorliegenden Agroforstsystem-Versuchsschlages. Der Wert +1,0 steht für das arithmetische Mittel und +2 bedeutet ein um 100 % höherer Ertrag als das arithmetische Mittel. Damit ist es möglich, die räumliche Verteilung der Erträge der Fruchtfolge in verschiedenen Jahren auch bei unterschiedlichen Ackerfrüchten zu vergleichen.

3.1.6 Bearbeitung der Daten im Geographischen Informationssystem

Die Tabellen mit den normierten Ertragswerten werden anhand der x-y-Koordinaten, die den Ertragswerten zugeordnet sind, in das Geographische Informationssystem Arc Gis 9.2. eingelesen. Anschließend wird die Schlaggeometrie, in die die Informationen der Erträge geladen wurden, anhand von Satellitenbildern von Google Earth (2009), bzw. NASA WORLD WIND (2008) digitalisiert. Die Geometrie der Gehölzstreifen und die Feldform werden in Polygon-Shapes modelliert.

Das Feld wird anschließend aufgrund der Bodeninformation und der Lage der Gehölzstreifen in Untersuchungsplots eingeteilt. Diese Untersuchungsplots werden als Polygon-Shape abgegrenzt.

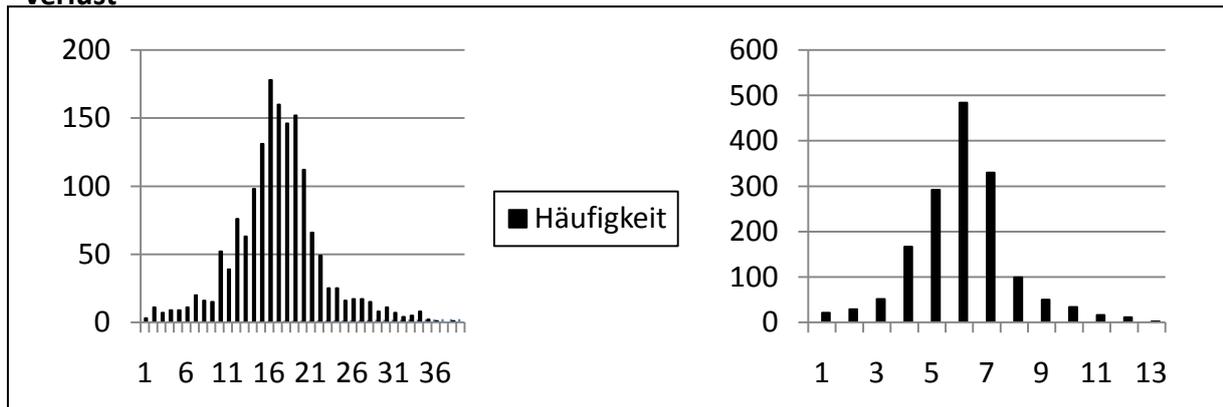
Hierbei wird beachtet, dass die Ertragsunterschiede westlich und östlich des Gehölzstreifens analysiert werden und mit Untersuchungsplots am Feldrand unter Berücksichtigung der Bodenart- und -qualität verglichen werden können.

3.1.7 Histogramm

Da für die Durchführung der Interpolation der Ertragswerte zwischen den Gehölzstreifen mit Hilfe des Kriging (siehe Abschnitt 3.1.10.) nahezu normalverteilte Daten benötigt werden, wird zur Analyse der Grundgesamtheit der Ertragsmessung ein Histogramm erstellt. Bei dem Histogramm handelt es sich um ein Instrument der beschreibenden Statistik, welches die Häufigkeitsverteilung von Messwerten graphisch darstellt. Die Häufigkeiten werden in gleich großen Klassen beobachtet und graphisch mit Hilfe eines Balkendiagrammes verglichen. Die Häufigkeit der Klassen in dem Datenmaterial wird durch die Fläche und die Höhe der Balken dargestellt (ISAACS, 1989).

Die Klassenbreiten sollten nicht zu groß gewählt werden, da hierdurch Informationen verloren gehen und die Bewertung der Messwerte nur unzureichend vorgenommen werden kann (Lehn, 2006). Anhand der Abbildung 19 wird eine Verteilung von Messwerten, aufgeteilt in 39 Klassen mit einer gleichbleibenden Klassenbreite von 0,063 mit einer dreifachen Klassenbreite von 0,189 (13 Klassen), verglichen.

Abbildung 19: Vergleich der Klassenbreiten mit dem hieraus entstandenen Informationsverlust



Quelle: EIGENE BERECHNUNG UND DARSTELLUNG

Der Informationsgehalt des Histogramms mit den kleinen Klassen ist größer als der Informationsgehalt des Histogramms mit den größeren Klassen, doch kann bereits auf dem größeren Histogramm nachgewiesen werden, dass es sich um eine „nahezu“ normalverteilte Grundgesamtheit handelt. Damit kann das Kriging als Interpolationstechnik durchgeführt werden.

3.1.8 Trendanalyse

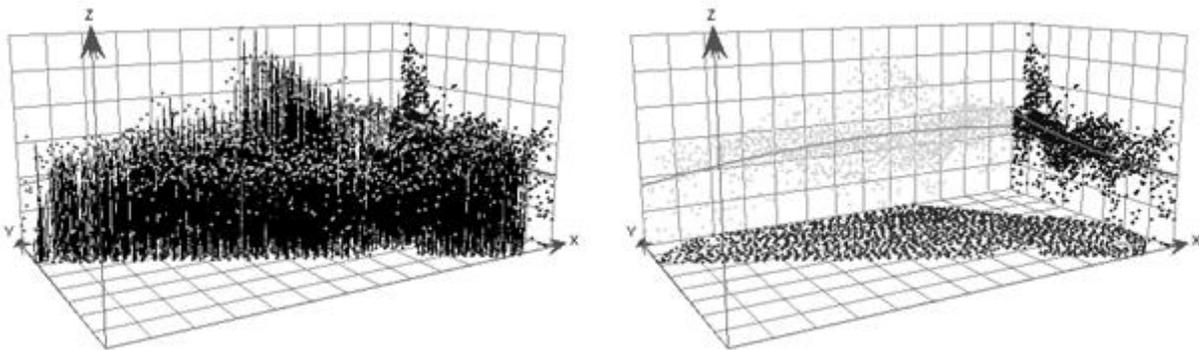
Die Interpolation der Ertragswerte der Ackerfrucht durch das einfache Kriging (ordinary Kriging) erfordert eine trendbereinigte Datenmenge. Daher steht am Anfang einer jeden Interpolation eine Trendanalyse, um globale Trends in der Datenverteilung zu visualisieren (STEINMETZ, 2007, JOHNSTON, 2006).

Ziel der Trendanalyse ist es, großräumige Trends herauszufinden und vor einer Ordinary-Kriging-Interpolation zu entfernen. Ein Interpolationsmodell sollte so einfach wie möglich gestaltet werden, daher sollte eine Trendbereinigung nur dann erfolgen, wenn dadurch der in der Kriging-Interpolation errechnete Standardfehler signifikant vermindert werden kann. Daher ist sie nicht bei marginalen Trends einzusetzen (GOODALL, 2002).

Für die Durchführung der Trendanalyse wird die Trendanalyse-Funktion des Geostatistical Analyst im Geographischen Informationssystem ArcMap 9.2 der Firma ESRI verwendet. In dieser Trendanalyse wird jeder Ertragspunkt auf dem Feld dargestellt und dessen Wert in einem 3D-Plot visualisiert. Die Punkte werden als Regressionslinien an der Nord-Süd-Abszisse (XZ) und der West-Ost-Abszisse (YZ) dargestellt.

Wenn die Regressionslinien horizontal verlaufen, gibt es in diesen Richtungen keinen globalen Trend, wenn sie mit einer Steigung verlaufen, kann ein sich signifikant auf die Grundgesamtheit auswirkender Trend in eine bestimmte Richtung festgestellt werden (GOODALL, 2002, JOHNSTON, 2006).

Abbildung 20: Trendanalyse



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

In der in Abbildung 20 gezeigten Trendanalyse wird verdeutlicht, dass die Erträge auf dem dargestellten Feld im Osten höher als im Westen sind. Bevor die Interpolation der Ertragspunkte erfolgt, sollte hier eine Analyse des globalen Trends unternommen werden. Damit wird untersucht, ob sich der dargestellte Trend der Erträge signifikant auf die Datengüte und auf das beim Kriging verwendete Semivariogramm auswirkt.

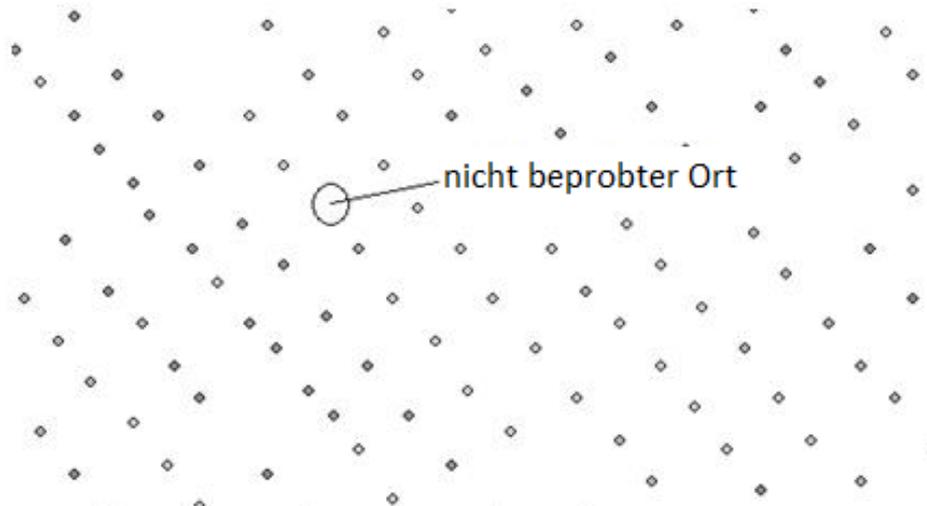
In dem hier dargestellten Beispiel wirkt sich der Trend der höheren Erträge im Ostteil des Feldes nicht signifikant auf die Güte des Semivariogramms aus, weshalb der Trend der Verteilung der Ertragswerte auf dem Feld in dem vorliegenden Fall nicht bereinigt werden muss.

3.1.9 Geostatistik

Der Einsatz und die Diskussion geostatistischer Methoden dienen dem Zweck, die Analyse der Veränderung des Ertragsschemas der Ackerfrüchte zwischen den Gehölzstreifen auf dem Feld zu analysieren und darzustellen. Die Ertragswerte der Ackerfrucht müssen fehlerminimiert interpoliert werden, da sie nur in unregelmäßigen Abständen vorkommen (Abbildung 21) und so nicht in Abhängigkeit der Entfernung des Gehölzstreifens statistisch auszuwerten sind.

Der Begriff „Geostatistik“ wurde von dem Mathematiker G. MATHERON (1963) (Centre du Morphologie Mathématique, Fontainebleau) definiert und geprägt. Die Geostatistik befasst sich mit der Analyse von räumlichen Daten (AKIN, 1988). Bei den Ertragsdaten der Ackerfrüchte handelt es sich um räumliche Daten, da den Ertragswerten Koordinaten des Koordinatensystems WGS84 zugeordnet sind.

Abbildung 21: Ertragsrohdaten



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Mit Hilfe räumlicher Interpolation werden Werte zwischen den beprobten Positionen berechnet (Abbildung 21). Es gibt unterschiedliche Interpolationsmodelle. Da die Ertragsrohdaten auf der Fläche unregelmäßig verteilt sind, ist die genaueste Berechnung der Interpolation das Kriging. Der wesentliche Vorteil gegenüber einfacheren Interpolationsmethoden besteht darin, dass die räumliche Varianz berücksichtigt wird. Die räumliche Varianz wird mit Hilfe des Semivariogramms ermittelt. Für einen nicht beprobten zu interpolierenden Punkt werden dabei die Gewichte der umliegenden Ertragspunkte in der

Art bestimmt, dass die Schätzfehlervarianz möglichst gering ist. Der Fehler hängt dabei von der Qualität des Variogramms bzw. der Variogrammfunktion ab.

3.1.10 Kriging-Interpolation

Bei dem geostatistischen Verfahren „Kriging“ handelt es sich um ein Verfahren zur räumlichen Interpolation mit gewichteten, gleitenden Mittelwerten auf empirischer Basis. Das Verfahren wurde von D. J. KRIGE entwickelt und von G. MATHERON (1963) „krigaage“ bzw. „kriging“ genannt. Das Kriging ist ein Interpolationsmodell, welches die räumliche Varianz der Daten berücksichtigt. Somit kommt es nicht zu Interpolationsfehlern durch Agglomerationen von gemessenen Ertragspunkten.

Das Interpolieren durch Kriging besteht aus drei Arbeitsprozessen:

1. Erstellung eines experimentellen Semivariogrammes der Ertragspunkte der Ackerkulturen;
2. Anschließende Anpassung der Semivariogrammfunktion zur Überprüfung und Formalisierung des räumlichen Zusammenhanges der gemessenen Ertragspunkte;
3. Durchführung der gewichteten Interpolation nicht beprobter Punkte auf Grundlage des zuvor ermittelten Semivariogramms räumlich bedingter Abhängigkeiten;
4. Ermittlung der Kriging- oder Interpolationsvarianz als Maßzahl für die Unsicherheit der Interpolation an jedem Punkt (SCHERELIS, 1988).

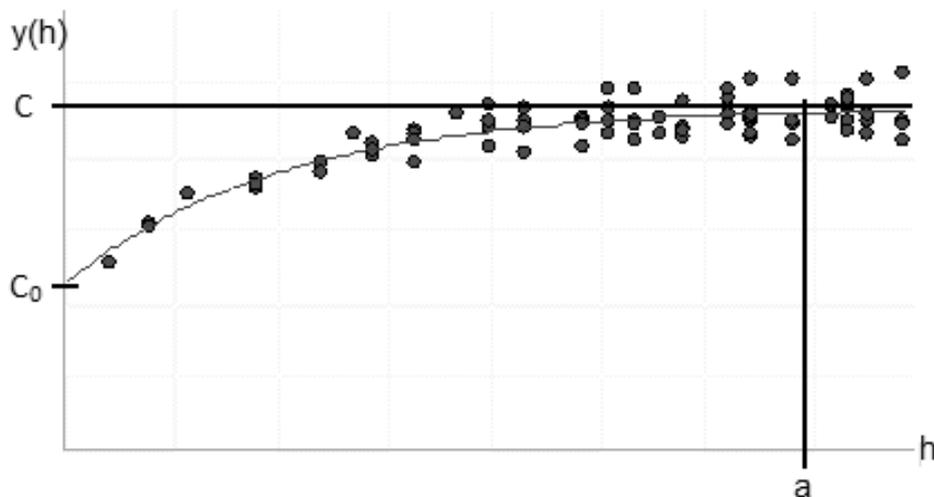
Das experimentelle Semivariogramm wird durch den arithmetischen Mittelwert aller errechneten Semivariogramme für den Abstand „h“ (Abbildung 22) errechnet und in dem Geographischen Informationssystem Arc Gis 9.2. erstellt.

Anschließend wird die Anpassung der Semivariogrammfunktion in einem Variogramm durchgeführt (SCHERELIS, 1988). Die Semivariogrammfunktion weist die folgenden Parameter auf, die für die weitere Durchführung der Interpolation wichtig sind:

- Nugget Effekt (C_0): Der Nugget Effekt beschreibt die zufällige Streuung im kleinsten noch anzutreffenden Abstand von einem gemessenen Ertragspunkt (siehe Abbildung 22).
- Sill (C): Der Sill bezeichnet den maximalen Wert des Semivariogramms. Die Semivarianz erreicht am Sill den Wert der Varianz, Werte über dem Sill sind unabhängig von dem gemessenen Ertragspunkt (siehe Abbildung 22).
- Range (a): Der Range ist der Abstand (h), an dem der Sill erreicht wird. Ein Abstand größer als der Range befindet sich nicht mehr im Einflussbereich der Autokorrelation (siehe Abbildung 22).

Bei der Anpassung des theoretischen an das experimentelle Semivariogramm erfolgt der Anpassungsprozess manuell durch Anpassung im Geographischen Informationssystem Arc Gis 9.2, mit welchem die theoretische Semivariogrammfunktion an das experimentelle Semivariogramm angepasst wird.

Abbildung 22: Das exponentielle Semivariogrammmodell



Quelle: Eigene Darstellung

Darauf basierend wird die anschließende Interpolierung vorgenommen. Beim Interpolieren durch Kriging wird für jeden interpolierten Punkt gleichzeitig ein Wert für den Interpolationsfehler errechnet. Dieser sogenannte „Kriging Standard Fehler“ wird im Allgemeinen als die Standardabweichung des Schätzfehlers interpretiert. Bei den Einstellungen des Krigings muss darauf geachtet werden, dass der „Kriging Standard Fehler“ minimiert wird (SCHERELIS, 1988, STEINMETZ, 2007).

Hierzu wird im Programm Arc Gis 9.2. die Anzahl der Lags (maximaler Abstand von dem gemessenen Ertragspunkt) eingestellt, die bei der Modellierung der Interpolation betrachtet werden sollen. Hierbei ist zu beachten, dass für die Variogrammberechnung Lags in ausreichender Menge (bis zum geschätzten Sill hin) vorhanden sind (CASADO, 2005).

Das Ergebnis der Interpolation ist die Ertragskarte der Ackerfrucht zwischen den Gehölzstreifen. Diese Erträge werden im Folgenden in Abhängigkeit von der Entfernung der Gehölzstreifen ausgewertet.

3.1.11 Bearbeitung im Geographischen Informationssystem

Die interpolierten Daten werden mitsamt der Fehlerkarte im Geographischen Informationssystem ArcGis dargestellt. Aufgrund der Fehlerkarten und der Bodenkarten (sofern vorhanden) werden die Untersuchungsplots als Shape-Dateien, formatiert im Koordinatensystem WGS84, erstellt.

Bei der Erstellung der Untersuchungsplots ist zu beachten, dass der Standardfehler der Kriging-Operation minimiert wird und in den jeweiligen Untersuchungsplots homogen ist. Randbereiche von Feldern, an denen wenig benachbarte Ertragspunkte vorhanden sind, weisen höhere Standardfehler auf als mitten im Feld. Den Untersuchungsplots werden jeweils eine Lagebeschreibung und eindeutige ID-Nummern gegeben.

Um die Entfernung der interpolierten Punkte von dem nächsten Gehölzstreifen zu erfassen, wird zu jedem Gehölzstreifen ein Distanzlayer erstellt. Dieser Distanzlayer misst die direkte, minimale Distanz eines jeden Punktes auf dem Versuchsschlag zu dem entsprechenden Gehölzstreifen. Der Abstandsvektor wird im Geographischen Informationssystem zunächst in decimal degrees angegeben.

Die Kriging-Layer werden mit der Zellgröße drei gerastert, so dass bei der gewählten Projektion, auf einem Plot der Größe 10x10 Meter 24 Punkte mit den interpolierten Ertragsinformationen liegen. Das bedeutet, dass auf einem Hektar ca. 2.400 solcher Punkte berechnet werden. Die zuvor berechnete Distanz zu den Gehölzstreifen (in decimal degrees) wird dem Raster zugeordnet, so dass jeder Datenpunkt die Informationen der Erträge in den

verschiedenen Jahren und die Entfernung zu den Gehölzstreifen westlich und östlich des Punktes enthält.

3.1.12 Distanz zu den Gehölzstreifen

Nach der geostatistischen Auswertung werden die Daten im DBASE-Format exportiert, so dass sie in ein Statistik-, bzw. in ein Tabellenkalkulationsprogramm eingelesen werden können.

Die Entfernungsdaten von den jeweiligen Gehölzstreifen werden auf Basis der Lage der interpolierten Ertragspunkte und der Lage der Gehölzstreifen zwischen den Längen- und Breitengraden, in denen sich die Punkte befinden, berechnet. Sie stellen die direkte Entfernung zum Gehölzstreifen dar. Die errechnete Einheit „decimal degrees“ wird anschließend in Metern umgerechnet. Die Umrechnung ist abhängig von der Projektion der Karte und dem Breitengrad, an dem sich die untersuchte Fläche befindet.

Da die Entfernungsumrechnung der Entfernungseinheit „decimal degrees“ auf Meter von der Art der Projektion und vom Breitengrad abhängen, gibt es keinen allgemein gültigen Umrechnungskurs von decimal degrees in Meter. Am Äquator entspricht ein decimal degree im Koordinatensystem WGS84 ca. 111,32 km, in Polnähe nur wenige Meter, also dem Abstand zwischen zwei Längengraden. Daher erfolgt die Umrechnung schlagspezifisch im Dreisatz: Die maximale Breite zwischen den Gehölzstreifen beträgt (am Beispiel des Agroforstsystem Versuchsschlages in Dornburg/Saale) 48 m, 96 m oder 144 m. Die Entfernung in Metern wird durch die Entfernung in decimal degrees dividiert und entsprechend mit der Entfernung jeden Distanzpunktes zum nächsten Gehölzstreifen multipliziert (NASA, 1995).

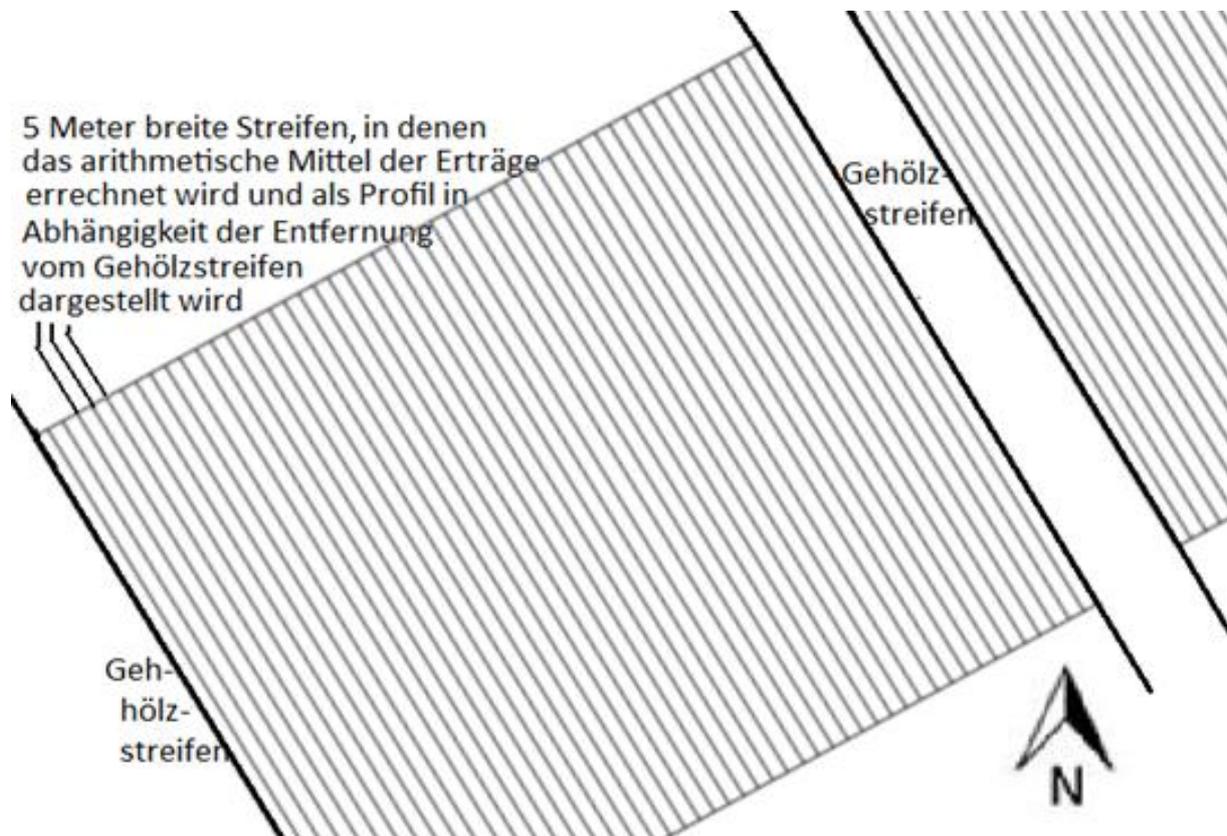
Anschließend werden zu den Entfernungen der Gehölzstreifen Stufen gebildet, um in diesen Stufen die arithmetischen Mittelwerte zu bestimmen. Außerdem werden durch eine Klassifizierung und die Einteilung in Stufen, die die Distanz zum Gehölzstreifen beschreiben, die Rechenzeiten bei Regressionen und Korrelationen verkürzt. Um den Informationsverlust durch die Klassifizierung marginal zu halten, bietet sich hier eine Klasseneinteilung an, die nicht wesentlich breiter als die schmalste Erntemaschine ist. Es wird daher eine Einteilung in

5 m breite Distanzstufen vorgenommen. Da die Erntemaschinen zwischen 5 m und 7,5 m breit sind, ist hier nicht mit einem signifikanten Informationsverlust zu rechnen.

3.1.13 Deskriptive Methoden

Für die verschiedenen Untersuchungsplots und für die Entfernungsstufen werden zunächst die arithmetischen Mittelwerte errechnet und die Verteilung der Ertragswerte ermittelt. Durch die Erstellung eines Mittelwertdiagrammes werden die mittleren Ertragsunterschiede in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Gehölzstreifen in jedem Untersuchungsplot sichtbar und können im zeitlichen Ablauf durch eine Abstandsmessung der Graphen in den einzelnen 5 m breiten Streifen untersucht werden (Abbildung 23).

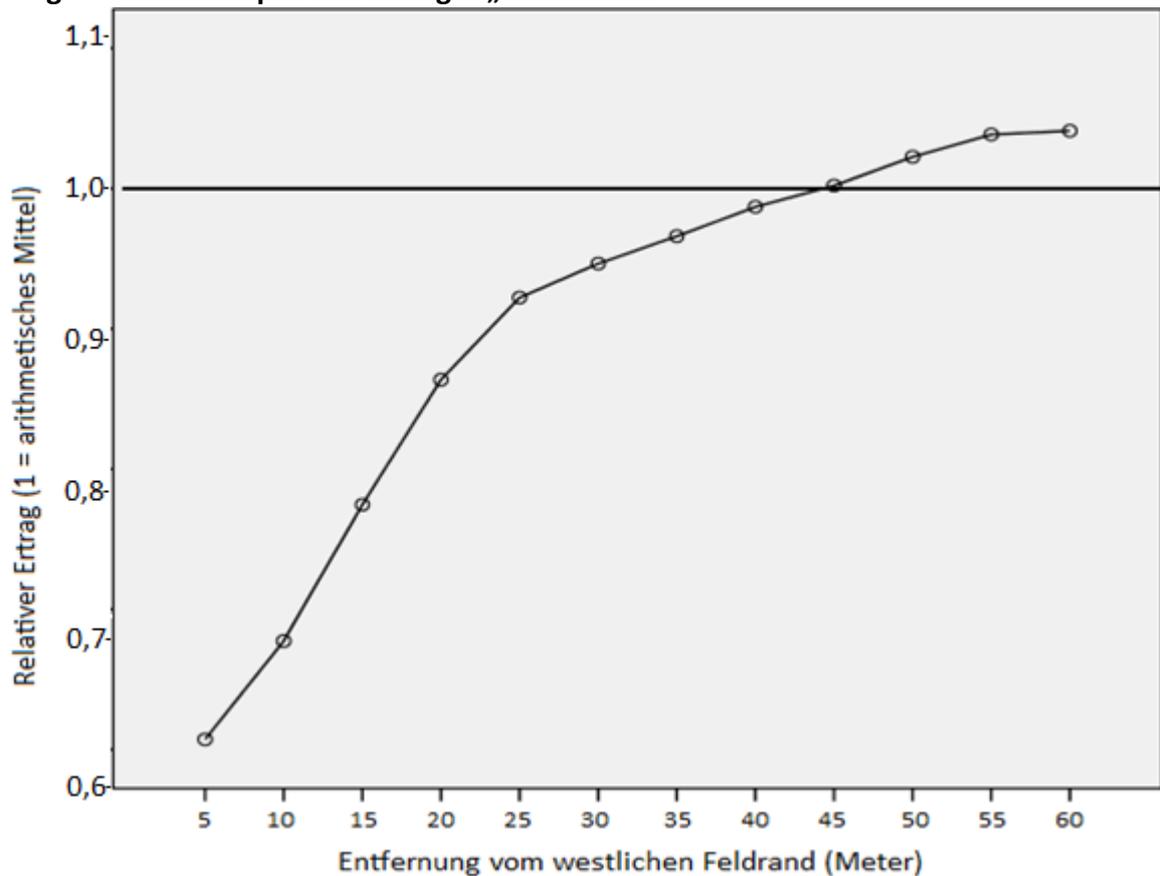
Abbildung 23: Einteilung der Untersuchungsplots in Streifen



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

In den 5 m breiten Streifen wird jeweils das arithmetische Mittel der Erträge ermittelt (Abbildung 24). Diese arithmetischen Mittel werden in der Auswertung in Abhängigkeit von der Entfernung zum Gehölzstreifen A im Profil (Abbildungen 24, 28, 30, 32) dargestellt.

Abbildung 24: Mittelwertdiagramm, Winterweizenerträge in Abhängigkeit vom Feldrand, dargestellt am Beispiel des Schlages „Fuchslöcher“



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Das Mittelwertdiagramm (dargestellt in Abbildung 24 anhand eines Beispielschlages,) zeigt eine deutliche Ertragsdepression auf den ersten 40 m östlich des Feldrandes mit Gehölzstreifen. In einer Entfernung von mehr als 40 m von dem Gehölzstreifen steigen die Erträge über den durchschnittlichen Ertrag, welcher auf dem Schlag gemessen wurde.

Zur Klärung, ob eine Normalverteilung vorliegt und damit die Varianzanalyse zur Erklärung der Ertragsdaten angewendet werden darf, wird als nächstes der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung durchgeführt.

3.1.14 Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest zur Bestimmung der Verteilung der Grundgesamtheit

Damit eine Varianzanalyse durchgeführt werden kann, ist es notwendig, dass die interpolierten Ertragsdaten normal verteilt sind. Diese Regel wird bei Anwendung der Varianzanalyse streng angewandt. Um die Verteilung zu überprüfen, kann der nichtparametrische Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest oder der χ^2 - Test durchgeführt werden.

Der χ^2 - Test wird angewandt, um die Verteilung großer gruppierter Stichproben zu bestimmen. Durch eine sekundäre Gruppierung von Daten entsteht ein Informationsverlust, der insbesondere die Verteilungsäste betrifft, da durch die Gruppierung die Charakterisierung der Verteilung verändert wird (BORTZ, 2008).

Bei dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest wird die Verteilungsfunktion einer empirischen Verteilung (die interpolierten Ertragsdaten) mit der Verteilungsfunktion einer bekannten theoretischen Verteilung (Normalverteilung), welche die Nullhypothese H_0 darstellt, verglichen (BORTZ, 2008). Die Prüfgröße D wird in dem Test als absoluter Ordinatenabstand der empirischen und der theoretischen Verteilungsfunktion definiert und zur Überprüfung der größten positiven oder negativen Ordinatendifferenz genutzt. Über die Annahme oder Ablehnung einer einseitigen Alternativhypothese H_1 kann anhand der Tafel des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests (Tafel im Anhang A.1) nach BÜNING UND TRENKLER 1978 entschieden werden (BORTZ, 2008, BÜNING, 1978).

Nachfolgend soll untersucht werden, wie sich die Erträge der Fruchtfolgen in Abhängigkeit von den Gehölzstreifen entwickeln und in wie weit die unterschiedlichen Erträge durch andere externe Einflüsse, wie z. B. Bodenqualität und Wasserangebot beeinflusst werden. Hierzu kann die Varianzanalyse verwendet werden, wenn die Ertragsdaten in den einzelnen Untersuchungsplots normalverteilt sind (BACKHAUS, 2008), alternativ findet der Kruskal-Wallis-H-Test Anwendung.

In der Anwendung der Ertragsdaten des Agroforstsystem-Versuchsschlages in Dornburg/Saale sind die Ertragsdaten der Ackerfrüchte in den Jahren 2006-2009 nicht

normalverteilt. Somit wird der Kruskal-Wallis-H-Test, welcher nachfolgend erklärt wird, angewendet.

3.1.15 Überprüfung der Abhängigkeit der Stichproben

Der Kruskal-Wallis-H-Test wird in der statistischen Methodenlehre als „verteilungsunabhängiges Pendant“ zum verteilungsabhängigen F-Test der einfaktoriellen Varianzanalyse mit einer oder mehreren unabhängigen Stichproben dargestellt. Wie der Mann-Whitney-Test, ist auch der Kruskal-Wallis-H-Test ein Rangsummentest (BÜNNING, 1978, ECKSTEIN, 2008, STAHEL, 2008).

Mit Hilfe des Kruskal-Wallis-H-Tests wird auf einem vorgegebenen Signifikanzniveau (α) geprüft, ob ein kategorialer Faktor mit $k \geq 2$ Faktorstufen einen Einfluss auf das abhängige metrische Merkmal, also auf die Erträge der Ackerfrucht hat. Hierbei ist das abhängige Merkmal bezüglich der k Faktorstufen nicht näher spezifiziert (ECKSTEIN, 2008).

Genauso wie bei der Varianzanalyse wird anfangs eine Mittelwerthomogenitätshypothese formuliert. Bei der Untersuchung der Erträge der Fruchtfolge neben den Gehölzstreifen sollte diese Hypothese wie folgt aussehen: „Die Ertragshöhe der neben den Gehölzstreifen stehenden Ackerfrucht ist unabhängig von der Entfernung der Gehölzstreifen“. Die Alternativhypothese besagt damit, dass die Ertragshöhe der Fruchtfolge abhängig von der Entfernung der Gehölzstreifen ist (ECKSTEIN, 2008).

Mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS wird das asymptotische Alpha (α^*) berechnet. Zur Bestätigung der Nullhypothese fällt dies größer aus als das Signifikanzniveau (α). In der vorliegenden Arbeit wird das Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ gewählt, was besagt, dass die Nullhypothese mit 95 %-iger Sicherheit angenommen oder abgelehnt wird. Sofern das asymptotische Alpha kleiner als das Signifikanzniveau ausfällt, wird die Nullhypothese abgelehnt und die Alternativhypothese, die besagt, dass die Ertragshöhe der Fruchtfolge von der Entfernung der Gehölzstreifen abhängt, angenommen (ECKSTEIN, 2008).

3.1.16 Abhängigkeit der Untersuchungsplots untereinander

Die folgende Fragestellung beschäftigt sich damit, ob die unterschiedlichen Entwicklungen der Ertragshöhen in Abhängigkeiten von der Entfernung der Gehölzstreifen und von der Entfernung der Feldränder unterschiedlich sind. Des Weiteren wird untersucht, ob es bzgl. der Effekte der Gehölzstreifen auf die nebenstehende Ackerkultur signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gehölzstreifen gibt.

3.1.16.1 T-Test

Für diese Analysen bietet sich der t-Test für zwei unabhängige Stichproben an. Mit Hilfe des t-Tests werden zwei Stichproben auf einem vorgegebenen Signifikanzniveau α geprüft, ob die unbekanntes Mittelwerte der zwei Stichproben aus zwei disjunkten statistischen Grundgesamtheiten stammen (BACKHAUS, 2008, BILLETER-FREY, 1982).

So werden die Untersuchungsplots und die Erträge in Abhängigkeit der Lage auf dem Feld und, soweit die Informationen darüber vorhanden sind, der Bodenbeschaffenheit verglichen und untersucht, ob es signifikante Unterschiede der Grundgesamtheit zwischen den Untersuchungsplots und den unterschiedlichen Lageparametern auf dem Feld gibt.

Die formulierte Nullhypothese H_0 für diese Art des t-Tests lautet: Die Grundgesamtheit der Erträge in den verschiedenen Regionen des Feldes ist unabhängig von der Lage und der Bodenbeschaffenheit, also $H_0: \mu_1 = \mu_2$. Die zweiseitige Alternativhypothese besagt, dass die Grundgesamtheit der Erträge in Abhängigkeit des Lageparameters und der Bodenbeschaffenheit variiert, also $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ (BACKHAUS, 2008, BILLETER-FREY, 1982).

3.1.16.2 Mann-Whitney-U-Test

Um beispielsweise die Verteilungsunterschiede der Erträge zwischen der Lage am Gehölzstreifen und am Feldrand zu erfassen, bzw. die Verteilung der Erträge mit Vergleichsräumen zu vergleichen, wird der Mann-Whitney-U-Test angewendet (STAHEL, 2008).

Bei dem Mann-Whitney-U-Test handelt es sich um einen Rangsummentest, bei welchem zwei Stichproben mit der Frage miteinander verglichen werden können, ob diese aus

derselben Verteilung stammen, bzw. ob deren Verteilungen signifikante Unterschiede zu Grunde liegen. Die Nullhypothese besagt, dass beide Stichproben aus derselben Verteilung stammen und sich somit die Stichproben nicht signifikant voneinander unterscheiden. Mit der Alternativhypothese wird ausgedrückt, dass sich die Stichproben durch die Lage unterscheiden (MANN, 1947, STAHEL, 2008).

Die Voraussetzungen besagen, dass die Verteilung mindestens in einem ordinalen Skalenniveau vorliegt. Eine Normalverteilung oder Gaußverteilung wird nicht vorausgesetzt. Es werden die mittleren Ränge der zwei Verteilungen verglichen. Dieses Instrument wird eingesetzt um, beispielsweise die Verteilungsunterschiede der Erträge zwischen der Lage am Gehölzstreifen und am Feldrand zu erfassen, bzw. die Verteilung der Erträge mit Vergleichsräumen zu vergleichen (MANN, 1947).

3.1.17 Erklärung der Ertragsverteilung mit Regressionsmodellen

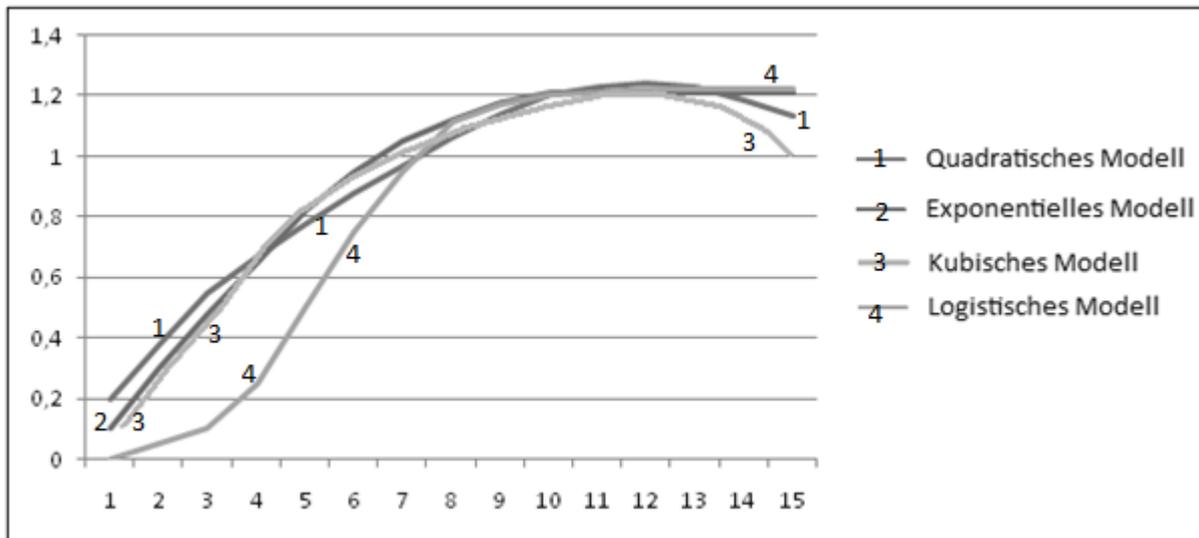
Bei der Regression handelt es sich um eine statistische Methode, mit der Beziehungen zwischen einer abhängigen und einer oder mehreren unabhängigen Variablen untersucht werden können. Da die Ertragsentwicklung entlang von Gehölzstreifen und Feldrändern größtenteils nicht durch lineare Regressionsmodelle erklärbar ist, wird mittels des Programmes SPSS eine Kurvenanpassung der Regression durchgeführt, um das richtige Modell mittels des maximalen Bestimmtheitsmaßes R^2 anzupassen.

Zumeist wird die Abhängigkeit der Höhe des Ertrages der Ackerfrucht von Gehölzstreifen bzw. Feldrändern durch quadratische, exponentielle, logistische und kubische Regressionsmodelle erklärt (Abbildung 25).

Wie in Abbildung 25 dargestellt wird, haben alle vier dargestellten nichtlinearen Regressionsmodelle am Anfang einen steilen Anstieg (bei x-Achse 1-10) gemeinsam, wobei das logistische Regressionsmodell durch einen erst leichten Anstieg gefolgt von einem steilen Anstieg gekennzeichnet ist. Diese steile Zunahme nimmt mit zunehmender Entfernung vom Startpunkt ab, bleibt aber in dem exponentiellen und logistischen Modell im positiven Bereich. Bei dem quadratischen und kubischen Modell nimmt der Wert der

Grundgesamtheit ab einer bestimmten Entfernung (in Abbildung 25 ab x-Koordinate 11) wieder ab.

Abbildung 25: Nichtlineare Regressionsmodelle im Vergleich

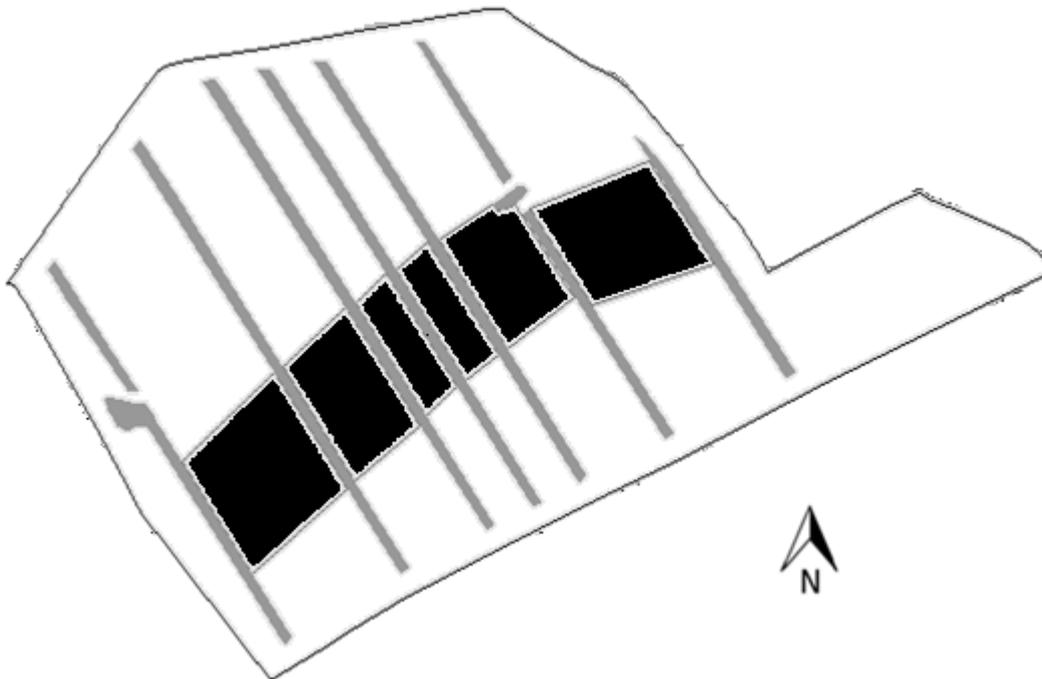


Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

3.1.18 Erstellung von Ertragsprofilen

Um die Entwicklung der Ertragsverteilung der Ackerfrüchte zwischen den Gehölzstreifen zu betrachten, werden wie zuvor beschrieben, die Mittelwerte der Entfernungsklassen in einem Untersuchungsplot dargestellt. Abbildung 26 zeigt einen Untersuchungsplot über die komplette West-Ostausdehnung des Agroforstsystem-Versuchsschlages in Dornburg/Saale. Aufgrund der Ausrichtung der Gehölzstreifen senkrecht zur Hauptwindrichtung, wird der Wind auf den Schlagparzellen, die mit Ackerfrüchten bepflanzt sind, abgeschwächt. Hier bietet sich die Aneinanderreihung der Untersuchungsplots für die Erstellung eines Ertragsprofils in der Art an, dass Randeffekte, in denen es zu Windverwirbelungen bzw. abgeschwächten Windschutzeffekten kommt, weitgehend minimiert werden und das Profil der Erträge der Ackerfrüchte dargestellt werden kann. Somit werden die Randbereiche des Agroforstsystems (die Bereiche an denen die Gehölzstreifen anfangen) ausgelassen. Ferner wird infolge der Hanglagen, auf die der Wind trotz der Gehölzstreifen auftreffen kann, der Nordteil des Agroforstsystemschlages in dem nachfolgend betrachteten Ertragsprofil nicht berücksichtigt (Abbildung 26).

Abbildung 26: Untersuchungsplot – Durchschnittsberechnung der Erträge auf der Länge des Feldes



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

3.1.19 Vergleich mit einer Referenzfläche

Anschließend werden die Erträge auf der Agroforstsystemfläche mit den Erträgen der Referenzfläche verglichen. Zur Agroforstsystem-Versuchsfläche in Dornburg/Saale wurde allerdings keine Referenzfläche ausgewiesen, mit der die Erträge und die Ertragsverteilung mit den oben beschriebenen Tests verglichen werden können. Daher kann der quantitative Ertragseffekt der Gehölzstreifen auf die nebenstehende Ackerkultur nicht bewertet werden. Für die Dornburger Versuchsfläche kann ausschließlich die sich verändernde Ertragsverteilung berechnet und analysiert werden.

Auf den übrigen für diese Arbeit analysierten Versuchsflächen gibt es zwar Referenzflächen, doch sind die dort Gehölzstreifen noch zu jung, um Effekte statistisch gesichert nachweisen zu können.

3.2 Beschreibung des Versuchsstandorts Dornburg als Grundlage für die Ermittlung der Ertragseffekte

Im Folgenden wird der analysierte Versuchsstandort Dornburg/Saale des im Forschungsprojekt „Ökonomische und ökologische Auswertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis“ beschrieben.

Weitere Versuchsstandorte aus dem Forschungsprojekt werden hier erwähnt aber nicht weiter beschrieben, da sie in der vorliegenden Dissertation nicht analysiert werden. Ein Grund ist der, dass die Gehölzstreifen auf zwei Versuchsschlägen (in Wendhausen und Mariensee) ein Jahr später angelegt wurden als in Dornburg/Saale und signifikante Effekte der 1,5 Jahre alten Gehölzstreifen auf die nebenstehenden Ackerkulturen zum Zeitpunkt der Ertragsauswertung nicht vorhanden waren.

Ein weiterer Agroforstsystem-Versuchsschlag wurde in Welzow-Süd mit dem Ziel, die Effekte der Gehölzstreifen auf die Rekultivierung des Bodens im Braunkohletagebau zu analysieren, angelegt. Der Boden ist hier sehr heterogen und weist geringe Bodenwertzahlen und neutrale bis sehr saure pH-Werte (pH-Wert 7,0 bis 3,5) auf. Dieser Agroforstsystem-Versuchsschlag wird daher nicht weiter betrachtet.

Dornburg liegt am Südostrand des Thüringer Beckens, unmittelbar vor dem Steilabfall der Hochfläche zwischen Ilm und Saale zum Saaletal. Entsprechend der Einteilung Thüringens in acht Agrargebiete sind die Versuchsflächen boden- und klimamäßig dem Agrargebiet 1 - Erfurter Becken – zuzuordnen (BÄRWOLFF, 2009). Der Agroforstsystem-Versuchsschlag liegt auf den Koordinaten 51,0122° nördlicher Breite und 11,6427° östlicher Länge (GOOGLEEARTH, 2009).

Die Höhenlage des Schlages beträgt rund 250-270 m ü. NN. Der geologische Untergrund besteht aus Muschelkalk mit Lößauflage. Es dominiert Humus-Parabraunerde aus Löß als Bodentyp. Die Bodenart wird als stark toniger Schluff bewertet. Die Bodenwertzahl auf dem Versuchsschlag variiert zwischen 46 und 80 (BÄRWOLFF, 2009).

Die beiden bisherigen Versuchsjahre waren durch unterschiedliche Witterungsverläufe gekennzeichnet (Tabelle 8).

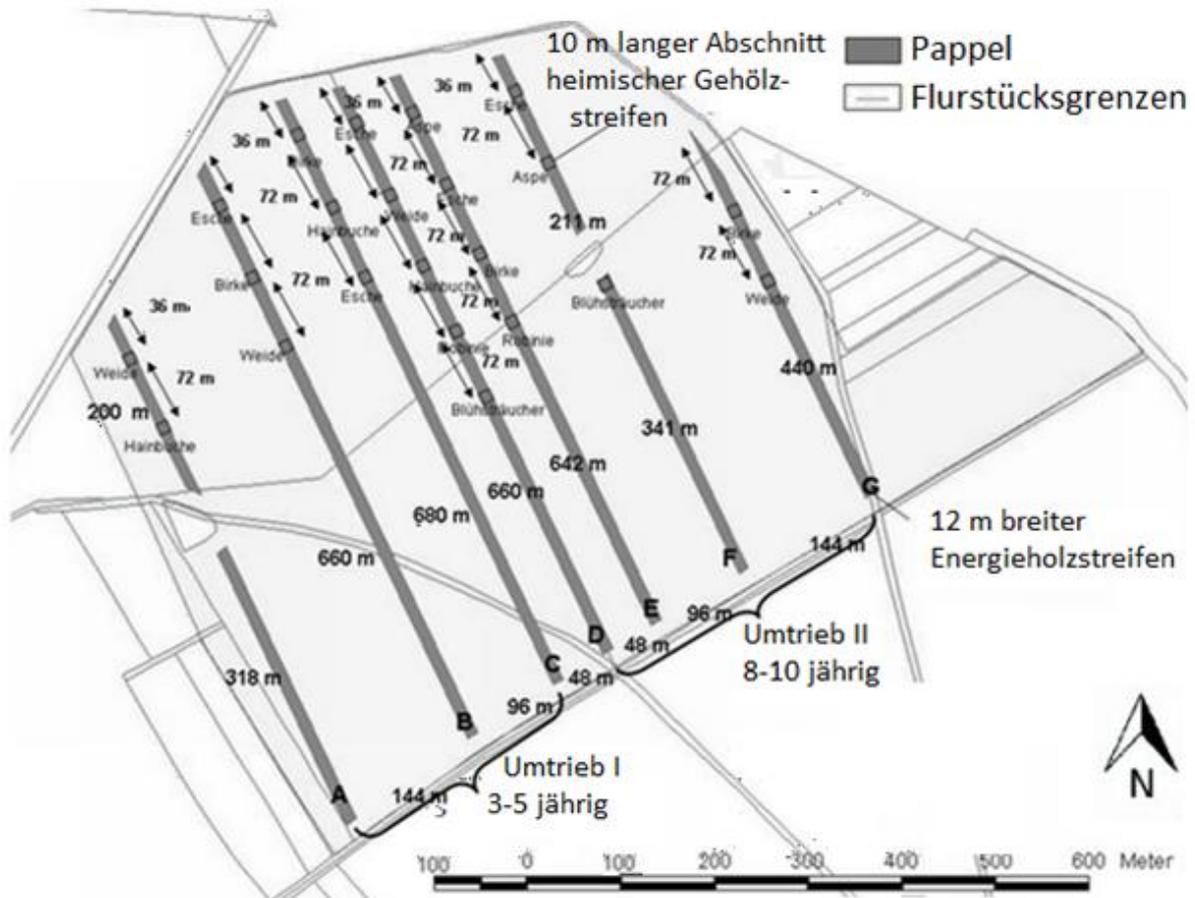
Tabelle 8: Klimadaten Dornburg

Monat	Temperatur (Grad C)			Niederschlag (mm)		
	Langjähriges Mittel 1963-1997	2007	2008	Langjähriges Mittel 1963-2002	2007	2008
Januar	-0,2	4,7	4,1	33	47	31
Februar	0,9	4,0	3,4	32	32	24
März	4,2	6,0	4,3	42	52	52
April	7,9	10,6	7,4	50	5	104
Mai	12,8	14,5	14,2	57	128	16
Juni	16,0	17,9	17,1	73	92	63
Juli	17,8	17,8	18,4	66	104	56
August	17,7	16,9	17,9	68	73	58
September	14,0	12,5	11,8	44	155	53
Oktober	9,6	7,8	8,9	42	19	62
November	4,2	3,4	4,7	46	70	22
Dezember	0,9	1,2	0,3	42	40	56
Durchschnitt / Summe	8,8	9,8	9,4	Σ 595	Σ 816	Σ 597

Datenquelle: EIGENE DARSTELLUNG, NACH BÄRWOLFF, 2009

Die sieben Gehölzstreifen auf dem Versuchsschlag in Dornburg / Saale sind, wie in Abbildung 27 dargestellt, in Nord-Nordwest – Süd-Südostrichtung mit Entfernungen zwischen den Gehölzstreifen von 48 m, 96 m und 144 m angelegt. Wie Abbildung 27 zeigt, stehen auf den Gehölzstreifen überwiegend Pappeln. In 10 m langen Plots wurde ein heimisches Artengemisch angebaut. Die Summe der Länge der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystem-Versuchsschlag in Dornburg/Saale beträgt 4.152 m (Abbildung 27).

Abbildung 27: Flächenplan des Agroforstsystems Dornburg



Quelle: BÄRWOLFF, 2009

3.3 Ergebnisse für das Agroforstsystem am Versuchsstandort Dornburg

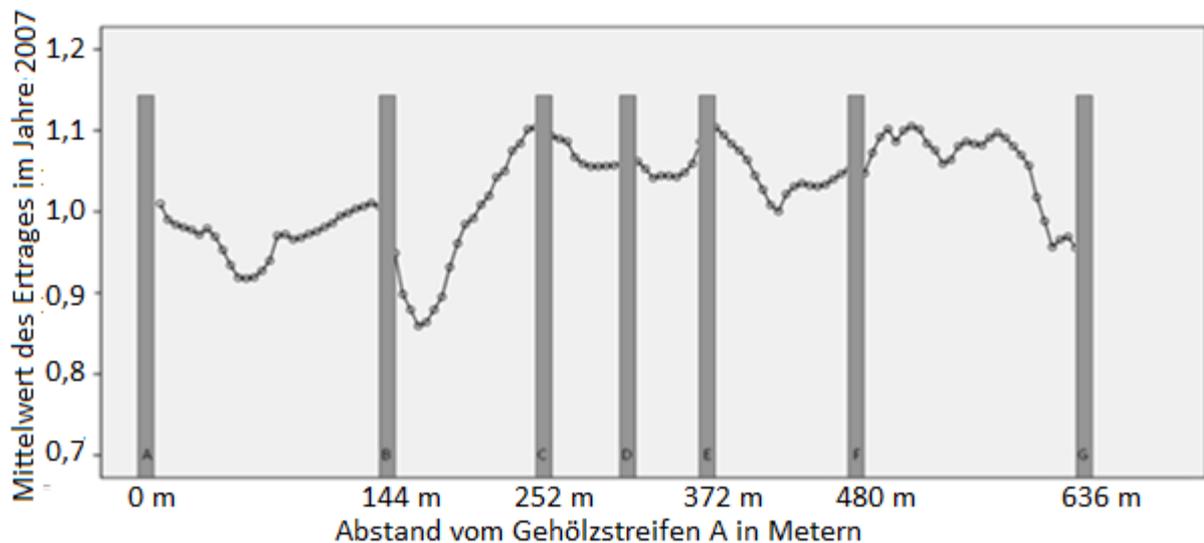
Im vorliegenden Abschnitt der Arbeit werden die Ertragsentwicklungen der Ackerfrüchte zwischen den Gehölzstreifen anhand der in Abschnitt 3.1 erläuterten geostatistischen und statistischen Methoden ausgewertet. Hierbei wird der Agroforstsystem-Versuchsschlag in Dornburg/Saale über einen Zeitraum von 4 Jahren ausgewertet und die Entwicklung der geographischen Ertragsstrukturen analysiert.

3.3.1 Ertragsprofil

Zunächst wird die Entwicklung der Ertragsverteilung der Ackerfrüchte zwischen den Gehölzstreifen in Dornburg betrachtet. Hierzu werden, wie in den Methoden (Vgl. Abschnitt 3.1) beschrieben, die Mittelwerte der Entfernungsklassen in einem Untersuchungsplot dargestellt. Der in Abbildung 26 dargestellte Untersuchungsplot über die komplette West-Ostausdehnung des Schlages ist aufgrund der Ausrichtung der Gehölzstreifen in der Art und Weise vorgenommen worden, dass Randeffekte, in denen es zu Windverwirbelungen bzw. abgeschwächten Windschutzeffekten kommt, nicht berücksichtigt werden und das Profil der Erträge der Ackerkulturen dargestellt werden kann.

Da die Gehölzstreifen im Jahre 2007 etabliert wurden, ist für das Jahr 2007 noch nicht mit Effekten (wie in Abschnitt 2.4.5 dargestellt) der Gehölzstreifen auf die nebenstehende Ackerfrucht Winterweizen zu rechnen. Im Ertragsprofil (Abbildung 28) sind Ertragseffekte nicht nachzuweisen. Die grauen Säulen stellen die durchnummerierten Gehölzstreifen A-G dar.

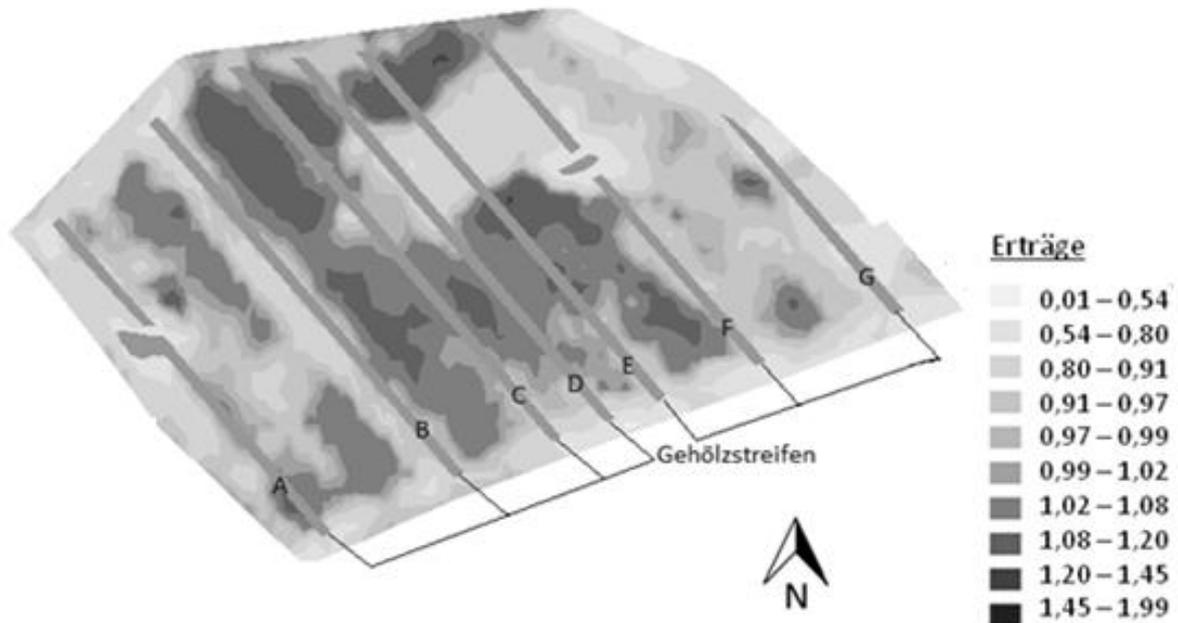
Abbildung 28: Mittelwertdiagramm der Erträge des Winterweizens im Jahre 2007 in Dornburg unter Berücksichtigung der Gehölzstreifen



Quelle: EIGENE BERECHNUNG UND DARSTELLUNG

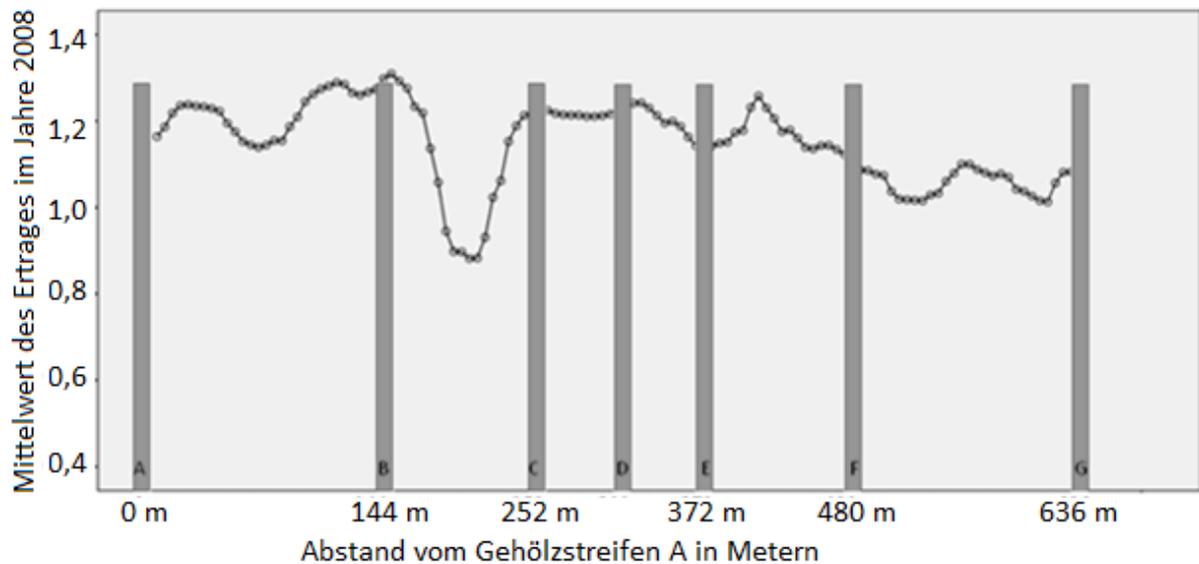
Die Erträge scheinen zufällig verteilt zu sein, was auch durch die interpolierte Karte (Abbildung 29) visuell bestätigt wird. Die hohen Ertragswerte östlich des Gehölzstreifens B werden hier wahrscheinlich aufgrund anderer externer Einflüsse erzielt, da die Erträge an den anderen Orten auf dem Schlag unabhängig von den Gehölzstreifen verteilt scheinen.

Abbildung 29: Mit Kriging interpolierte Ertragskarte des Winterweizenanbaus im Jahre 2007 in Dornburg, Ertragswerte sind normiert.



Quelle: EIGENE BERECHNUNG UND DARSTELLUNG

Abbildung 30: Mittelwertdiagramm der Erträge der Sommergerste im Jahre 2008 in Dornburg unter Berücksichtigung der Gehölzstreifen



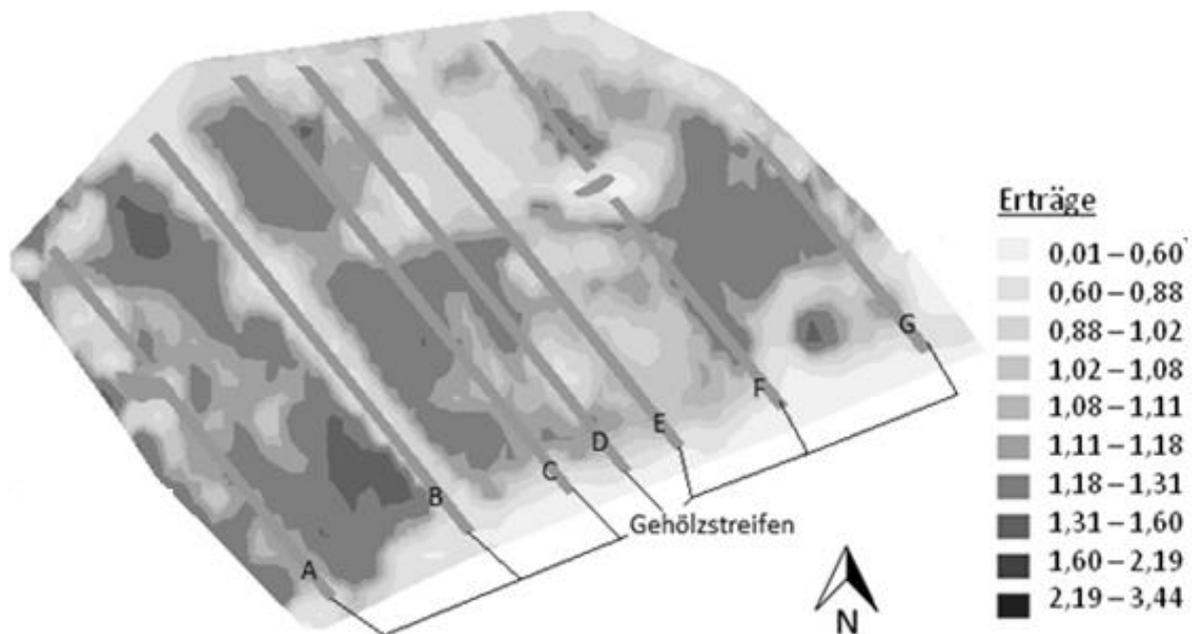
Quelle: EIGENE BERECHNUNG UND DARSTELLUNG

Im Jahre 2008, bei der Ernte der Sommergerste, waren die Gehölzstreifen rund 1,5-3 m hoch. In der frühen Vegetationsphase der Sommergerste waren die Gehölzstreifen noch niedriger. Somit ist nicht mit starken Ertragseffekten der Gehölzstreifen auf die

Sommergerste zu rechnen. Auf dem Mittelwertdiagramm des Untersuchungsplots sind keine signifikanten Effekte der Gehölzstreifen auf die Sommergerste erkennbar (Abbildung 30).

Die interpolierte Ertragskarte (Abbildung 31) zeigt ein ähnliches Verteilungsmuster der Erträge wie 2007. Die Erträge in der 96 m breiten Allee zwischen den Gehölzstreifen B und C sind auffällig hoch mit einer Ertragsdepression am direkten Lee (östliche Seite) des Gehölzstreifens B.

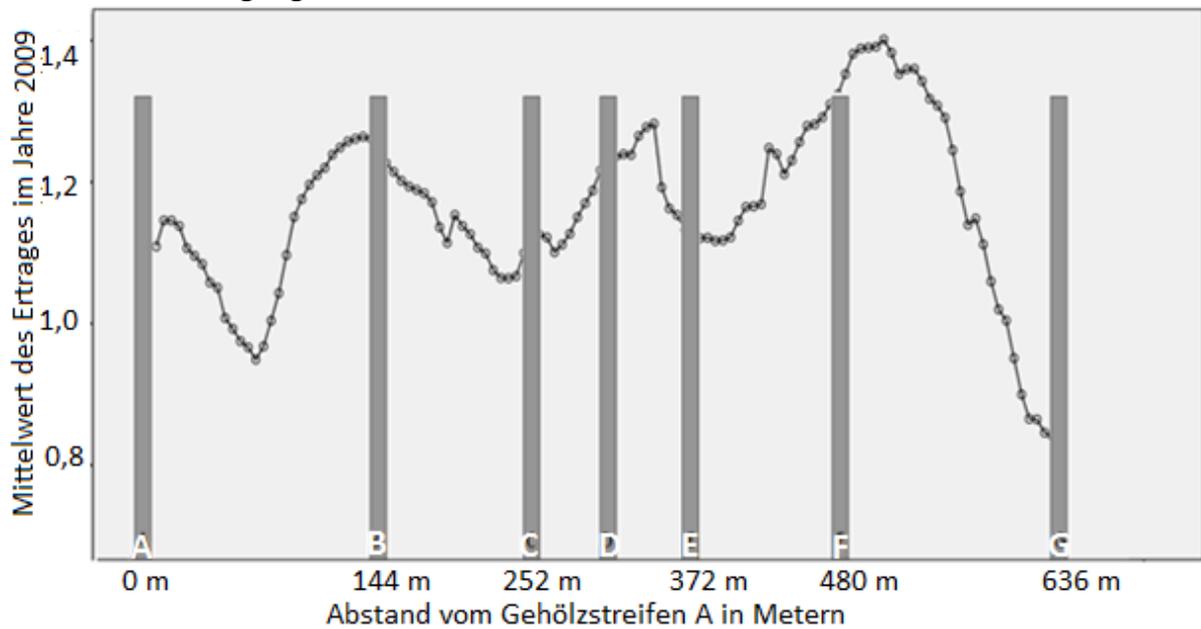
Abbildung 31: Mit Kriging interpolierte Ertragskarte des Sommergerstenanbaus im Jahre 2008 in Dornburg, Ertragswerte sind normiert



Quelle: EIGENE BERECHNUNG UND DARSTELLUNG

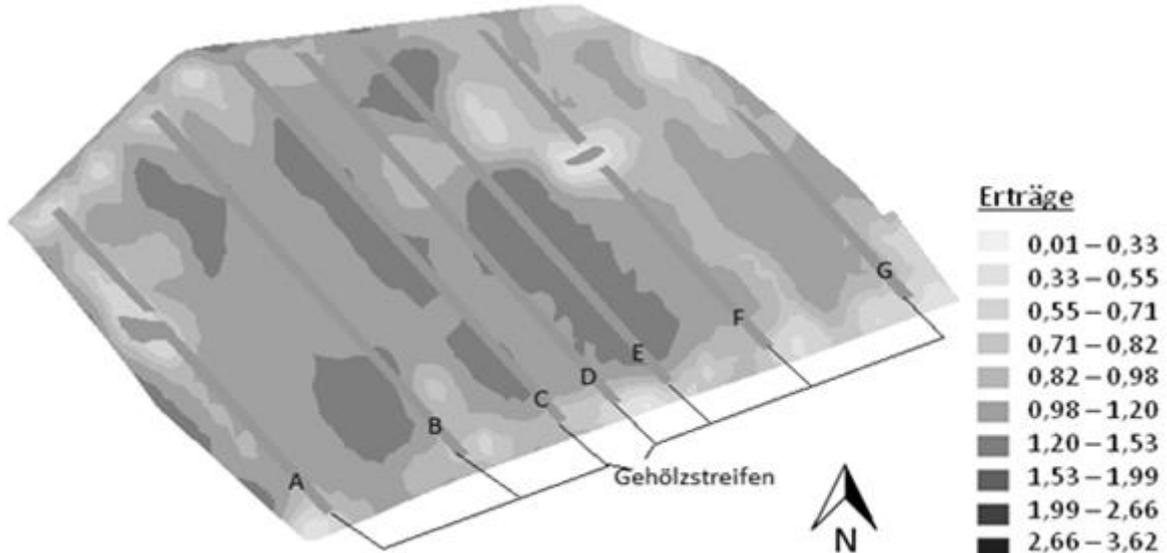
Auch im Lee des Gehölzstreifens A sind solche Ertragsdepressionen sichtbar, mit höheren Ertragswerten im Luv (westliche Seite) des Gehölzstreifens B und im südlichen Teil der Gehölzstreifen A und C. Bei den anderen Gehölzstreifen ist ein solches Verteilungsmuster nicht zu erkennen.

Abbildung 32: Mittelwertdiagramm der Erträge der Winterraps im Jahre 2009 in Dornburg unter Berücksichtigung der Gehölzstreifen



Quelle: EIGENE BERECHNUNG UND DARSTELLUNG

Abbildung 33: Mit Kriging interpolierte Ertragskarte des Winterrapsanbaus im Jahre 2009 in Dornburg, Ertragswerte sind normiert



Quelle: EIGENE BERECHNUNG UND DARSTELLUNG

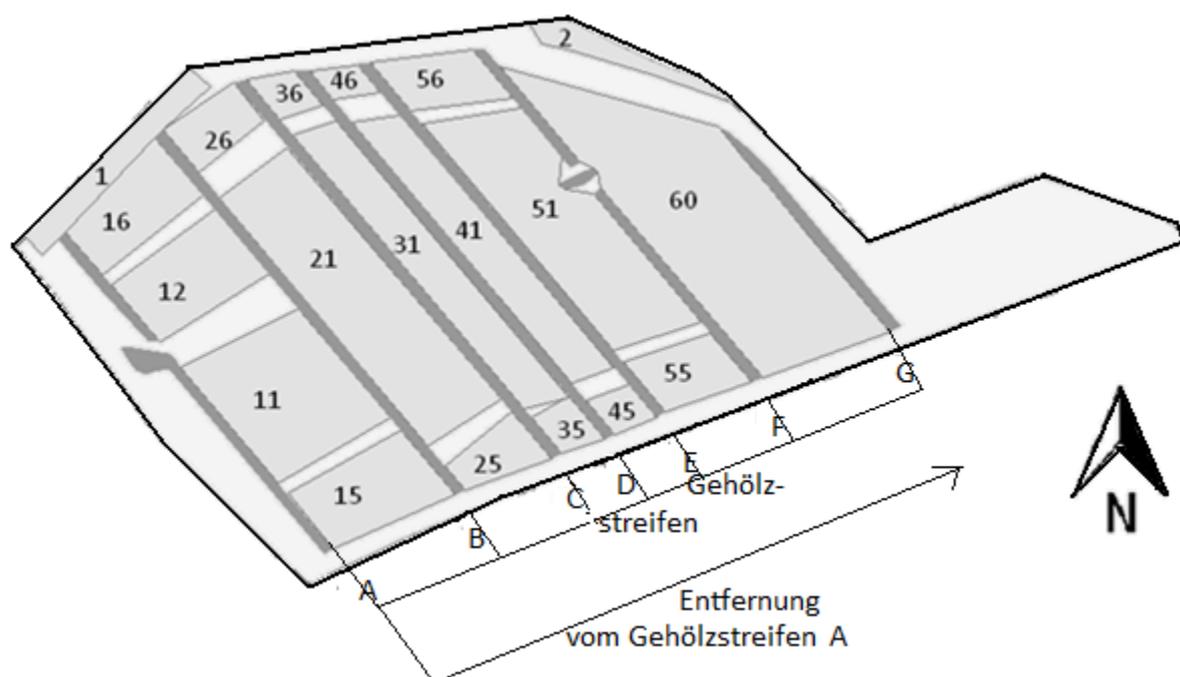
Ausgenommen entlang des Gehölzstreifens A scheint die Verteilung der Erträge im Jahre 2009 durch andere externe Effekte gesteuert zu sein (Abbildung 33). Visuell ist es nicht möglich, einen Ertragseffekt der Gehölzstreifen auf den Winterraps zu interpretieren, weder

anhand des Mittelwertdiagramms (Abbildung 32) noch anhand der interpolierten Ertragskarte (Abbildung 33).

3.3.2 Auswertung der einzelnen Untersuchungsplots

Der Versuchsschlag in Dornburg ist wie in Abbildung 34 dargestellt, in Untersuchungsplots untergliedert, welche im Nachfolgenden separat analysiert werden. Den Untersuchungsplots ist je eine Identifikationsnummer entsprechend ihrer Lage zugeordnet worden (Abbildung 34).

Abbildung 34: Untersuchungsplots des Agroforstsystem-Versuchsschlages in Dornburg/Saale



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Den Untersuchungsplots östlich des Gehölzstreifens A die Erstziffer 1 zugeordnet, östlich des Gehölzstreifens B die 2 u.s.w. Die zweite Ziffer zeigt, ob der Untersuchungsplot am Rande des Gehölzstreifens oder zentral liegt. Die Ziffern 1 und 2 stehen für zentral gelegene Untersuchungsplots, die Ziffern 5 und 6 für die Randbereiche. Die Ziffer 0 steht für eine globale Einteilung, ohne dass Randbereiche ausgewiesen sind. Die Identifikationsnummer 60 wurde für die Allee zwischen den Gehölzstreifen F und G vergeben, da im Gehölzstreifen F ein frei stehendes Landschaftselement enthalten ist, um welches ein Windkorridor

entstehen kann. Ein weiteres Landschaftselement ist im Gehölzstreifen A enthalten, weshalb das Zentrum dieser Allee in zwei Untersuchungsplots aufgeteilt wurde.

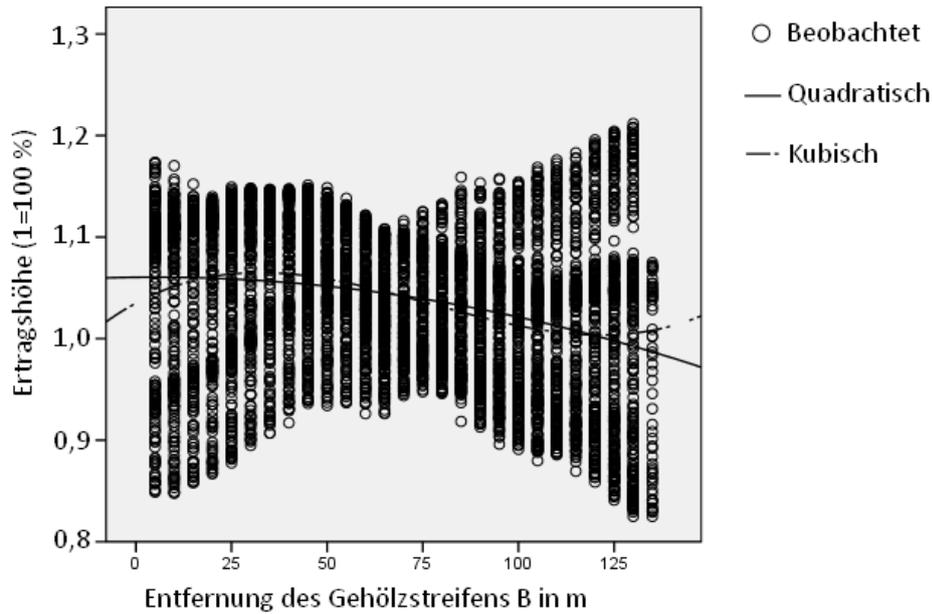
In allen drei Untersuchungsjahren 2007, 2008 und 2009 ist die Hypothese, dass die interpolierten Ertragsdaten im Untersuchungsplot 21 normalverteilt sind, nicht zu vertreten. Das heißt, dass die Varianzanalyse hier nicht angewandt wird. Stattdessen findet der Kruskal-Wallis-H-Test Anwendung um zu klären, welchen Einfluss der Gehölzstreifen B auf die Erträge im Versuchsplot 21 (Abbildung 34) hat.

Die Nullhypothese für den Test ist, dass es keinen Einfluss der Entfernung der Gehölzstreifen auf die Erträge der Fruchtfolge gibt. In allen drei Untersuchungsjahren ist das Signifikanzniveau α größer als die asymptotische Signifikanz (p -Wert) des Kruskal-Wallis-H-Tests, was bedeutet, dass es einen Einfluss der Entfernung zum Gehölzstreifen in allen drei Jahren gibt. Doch auch in dem Jahr 2006, welches testweise mitanalysiert wurde, wurde ein räumlicher Zusammenhang der West-Ost-Entfernung auf die Ertragsverteilung festgestellt ohne dass im Jahre 2006 Gehölzstreifen existiert haben.

Da entlang der Feldränder im Norden und Süden das Vorgewende gefahren wird und sich an den westlichen bzw. östlichen Feldrändern Effekte durch die Gehölzstreifen im Luv- bzw. Lee auswirken, bieten sich für eine Durchführung des T-Tests keine Feldränder zum Vergleichen mit den Effekten der Gehölzstreifen an.

Bei der Regressionsanalyse konnte festgestellt werden, dass die Erträge in dem Jahr 2006 nicht von der Entfernung des Gehölzstreifen B abhängig sind. Das höchste Bestimmtheitsmaß, welches erreicht wurde, wurde durch das kubische Regressionsmodell mit einem R^2 von 0,088 erreicht. Die Ertragsverteilung konnte also nicht aufgrund der West-Ost-Variablen erklärt werden (Abbildung 35).

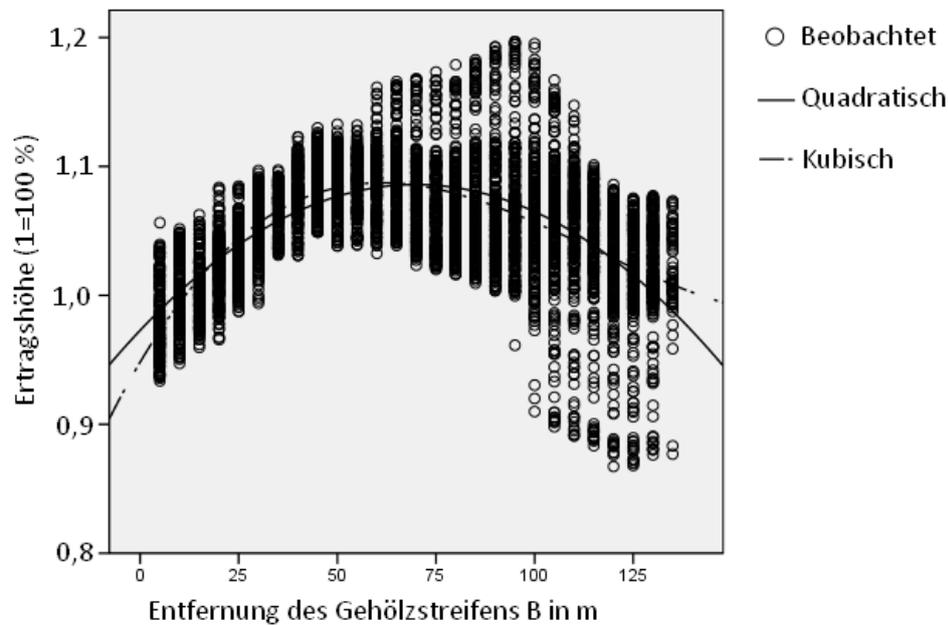
Abbildung 35: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2006



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN UND DARSTELLUNG

Im Jahre 2007 konnte die Ertragsverteilung durch die Entfernung vom Gehölzstreifen B mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,411$ durch das kubische und mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,389$ durch das quadratische Regressionsmodell erklärt werden (Abbildung 36).

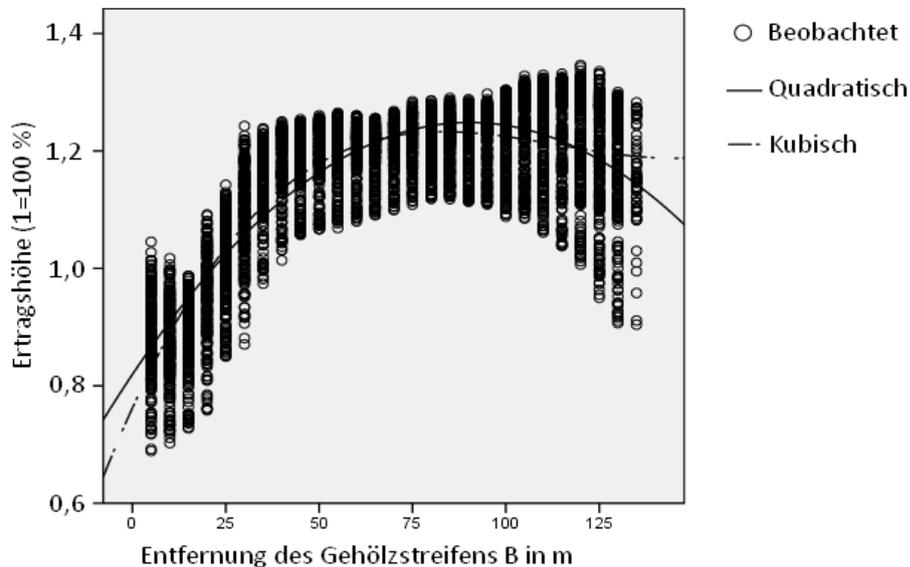
Abbildung 36: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2007



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN UND DARSTELLUNG

Die Ertragsverteilung der Sommergerste im Jahre 2008 wurde mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,723$ mit dem kubischen Regressionsmodell in Abhängigkeit der Entfernung des Gehölzstreifens B erklärt (Abbildung 37).

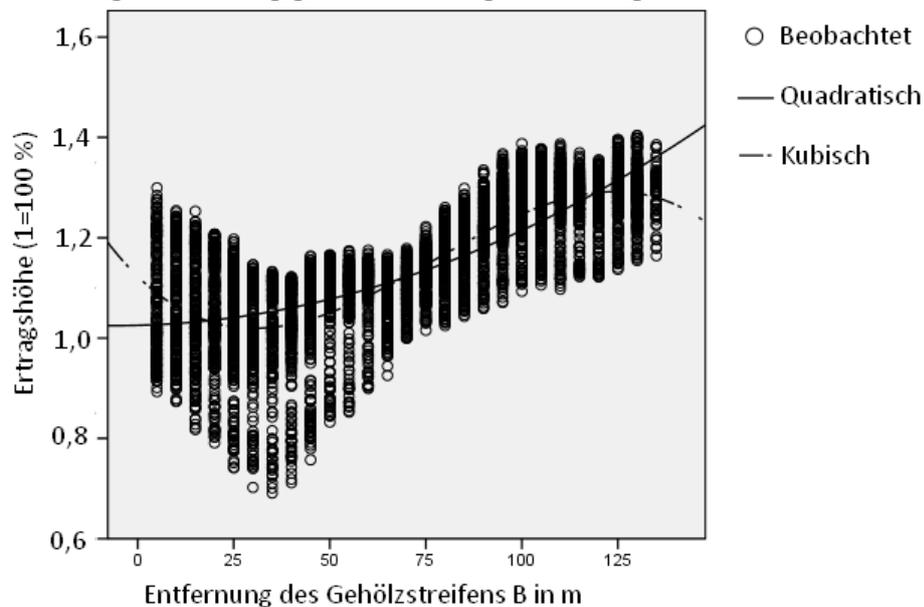
Abbildung 37: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2008



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN UND DARSTELLUNG

Die Ertragsverteilung des Winterraps im Jahre 2009 wurde mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,627$ mit dem kubischen Regressionsmodell in Abhängigkeit der Entfernung des Gehölzstreifens B erklärt (Abbildung 38).

Abbildung 38: Abhängigkeit der Ertragsverteilung vom Gehölzstreifen B im Jahre 2009



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN UND DARSTELLUNG

3.3.3 Auswertung der weiteren Untersuchungsplots

In den weiteren Untersuchungsplots ist festzustellen, dass die interpolierten Ertragsdaten nicht normalverteilt sind, eine Varianzanalyse ist also nicht zweckmäßig. Daher wird in allen weiteren Untersuchungsplots der Kruskal-Wallis-H-Test angewendet, um herauszufinden, ob die Verteilung der Ertragsdaten von der Entfernung der Gehölzstreifen abhängt oder größtenteils durch anderweitige externe Einflüsse bestimmt wird.

Ausgenommen im Untersuchungsplot 41 (Abbildung 34) im Jahr 2007, wird festgestellt, dass die Ertragsverteilungen von der Entfernung des nächsten westlich liegenden Gehölzstreifens abhängen.

Tabelle 9: Erklärung der Ertragsverteilung durch die Entfernung des nächsten westlichen Gehölzstreifens, Bestimmtheitsmaße (R^2) in den Jahren 2007-2009

2007	11	12	21	31	41	51
Kubisch	0,250	0,401	0,411	0,203	0,019	0,103
Quadratisch	0,146	0,399	0,389	0,197	0,018	0,102
Exponentiell	0,073	0,06	0,02	0,100	0,013	0,083
Logistisch	0,073	0,06	0,02	0,100	0,013	0,083
2008						
Kubisch	0,346	0,460	0,723	0,024	0,016	0,073
Quadratisch	0,082	0,330	0,707	0,020	0,010	0,057
Exponentiell	0,009	0,022	0,431	0,024	0,016	0,043
Logistisch	0,009	0,022	0,431	0,024	0,016	0,043
2009						
Kubisch	0,402	0,672	0,627	0,163	0,162	0,344
Quadratisch	0,186	0,537	0,580	0,162	0,162	0,333
Exponentiell	0,182	0,460	0,518	0,109	0,130	0,279
Logistisch	0,182	0,460	0,518	0,109	0,130	0,279

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

In der Tabelle 9 werden die Abhängigkeiten der Ertragsverteilungen aufgrund der Entfernung zum nächsten westlichen Gehölzstreifen anhand von Bestimmtheitsmaßen (R^2) in den einzelnen Untersuchungsplots und einzelnen Jahren dargestellt.

Die Regressionsmodelle mit den höchsten Bestimmtheitsmaßen bestimmen die Ertragsverteilung der Ackerfrucht im Lee des jeweils nächsten Gehölzstreifens. Weiter östlich ergeben sich durch die Entfernung des Gehölzstreifens keine erklärbaren Ertragsverteilungen. Einen Ausreißer stellt der relativ östlich gelegene Untersuchungsplot 51 (Abbildung 34) im Jahre 2009 dar, dessen Ertragsverteilung mit einem Bestimmtheitsmaß

von $R^2=0,344$ durch das kubische Regressionsmodell in Abhängigkeit von der Entfernung des Gehölzstreifens erklärt wird.

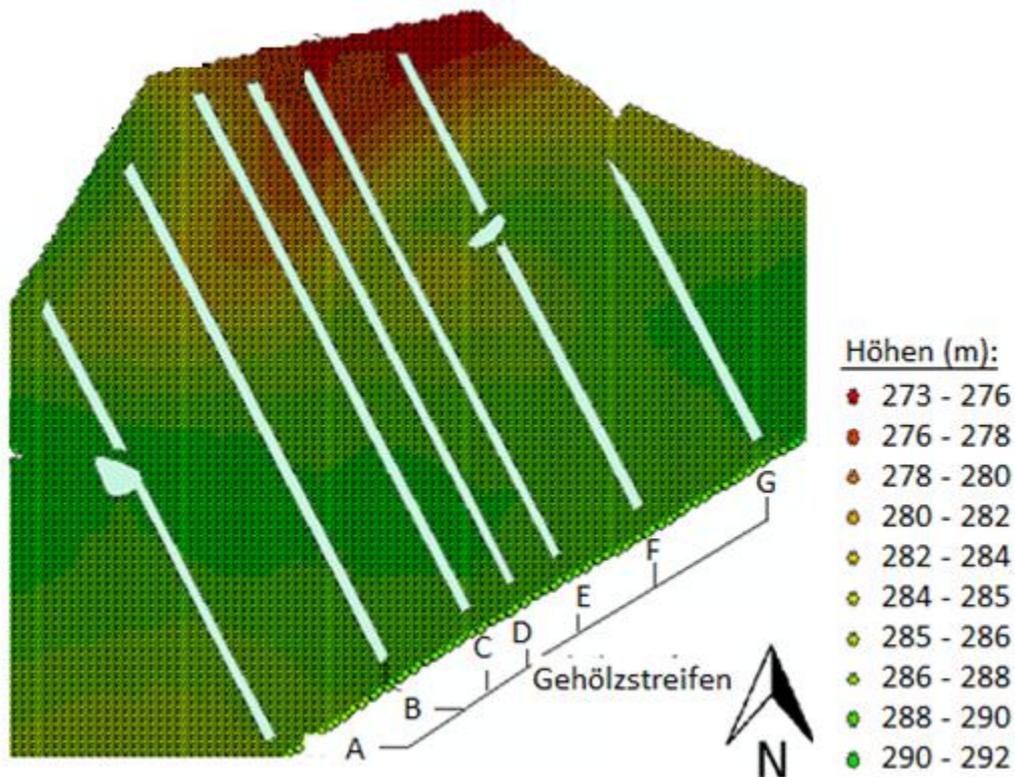
Die Ertragseffekte insgesamt können aus den vorangegangenen Berechnungen nicht abgeleitet werden, aber es ist anhand der Tabelle 9 besonders in den Untersuchungsplots 11, 12 und 31 (Abbildung 34) eine Entwicklung der Abhängigkeit der Ertragsverteilung von der Entfernung der nächsten westlichen Gehölzstreifen zu erkennen.

Aufgrund der unterschiedlichen Ertragsverteilungen wurde der Mann-Whitney-U-Test angewandt um zu analysieren, ob sich die Grundgesamtheit der Stichproben signifikant unterscheiden, bzw., ob die Ertragswerte in Untersuchungsplot 21 und 51 (Abbildung 34) aus einer anderen Grundgesamtheit stammen. Das Resultat ist, dass die Erträge in beiden Untersuchungsplots nicht signifikant voneinander abweichen.

Der Grund weshalb die Ertragsverteilung im Ostteil des Schlages (Untersuchungsplots 41-51) nicht nachvollzogen werden kann, beruht auf externen, bislang nicht geklärten Effekten. Diese Untersuchungsplots liegen in einer leichten Hanglage unterhalb einer Hügelkuppe (Abbildung 39) auf der der Versuchsschlag liegt. Sonstige externe Einflüsse, wie etwa heterogener Boden oder infolge der Hügelkuppe umgeleiteter Wind können die Ertragsverteilung im Osten des Schlages mit beeinflussen. Die Ertragsverteilung der Ackerkulturen östlich der entsprechenden Gehölzstreifen können nicht durch die Entfernung der Gehölzstreifen erklärt werden.

Die Ertragsverteilung, die im Profil des Schlages erkennbar ist, weicht von den Ertragsverteilungen der gehölzstreifenbezogenen Untersuchungsplots ab. Der Grund dafür ist der, dass der Untersuchungsplot für die Darstellung des Ertragsprofils auf dem Feld nicht die komplette Feldbreite betrachtet, sondern einen Teil des Feldes, auf dem sich die Verteilung der Erträge noch nicht in Abhängigkeit der Gehölzstreifen verändert hat.

Abbildung 39: Höhenmodell des Schlages in Dornburg



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

3.4 Kritische Diskussionsansätze

Es wurde untersucht in wie weit sich die synergistischen bzw. konkurrierenden Effekte von Gehölzstreifen auf die Ackerfrucht in einem Agroforstsystem auswirken. Da es zu dem untersuchten Feld keine Vergleichsfläche gibt, mit der die Erträge und die Ertragsentwicklung verglichen werden können, kann im Rahmen dieser Untersuchung nicht festgestellt werden, ob die synergistischen oder konkurrierenden Effekte der Gehölzstreifen auf die nebenstehende Ackerfrucht überwiegen. Festgehalten werden kann an dieser Stelle, dass sich die Gehölzstreifen, gepflanzt in Nordwest-Südostichtung, auf das Wachstum der nebenstehenden Ackerfrucht auswirken.

Wie bereits in der Beschreibung der Standorte (Vgl. Abschnitt 3.2) dargelegt, konnten die Versuchsschläge in Mariensee und Wendhausen nicht berücksichtigt werden. Die

Ertragseffekte waren minimal, da die Gehölzstreifen bis dahin nicht vollständig ausgewachsen waren.

Des Weiteren können gesicherte Aussagen zu den synergistischen bzw. konkurrierenden Effekten erst nach Betrachtung und geostatistischer Auswertung des ersten und zweiten Umtriebes getroffen werden, weil die Effekte in Abhängigkeit der angebauten Ackerfrucht unterschiedlich sind und die Gehölzstreifen nach der Umtriebszeit geerntet werden. In der Zeit werden die synergistischen Effekte aufgrund des Windschattens für mindestens ein Jahr wegfallen. Außerdem sollten diese Versuche auf einer Anzahl an Versuchsflächen, die entsprechend der statistischen Grundgesamtheit ausreicht, durchgeführt werden, um statistisch gesicherte Aussagen treffen zu können.

Da die Ertragshöhe nicht mit Sicherheit beeinflusst wird, ist für die folgende betriebswirtschaftliche Analyse davon auszugehen, dass sich die positiven und negativen Ertragseffekte ausgleichen, so dass von unveränderten Erträgen ausgegangen wird.

3.5 Zusammenfassung der Analyse

Es konnten in der geostatistischen Analyse nicht die quantitativen Ertragsveränderungen nachgewiesen werden, da es auf dem Schlag keine geeignete Vergleichsfläche gibt, mit der die durchschnittlichen Erträge der Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen des Agroforstsystems verglichen werden können.

Es konnte eine Veränderung der Ertragshöhenmuster der Ackerkulturen auf dem Agroforstsystem zwischen den Jahren 2007 und 2009 beobachtet werden. Die verwendeten Daten der unterschiedlichen Ackerkulturen sind normiert. Aufgrund der statistischen Analysen kann zusammengefasst werden, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit auf einem Teil der Schlagfläche (bspw. auf den Untersuchungsplots 12 und 21 (Abbildung 34)) die Ertragsverteilung der Ackerkultur auf dem Schlag von den Gehölzstreifen zu einem Großteil mit beeinflusst wird. Es gibt noch viele weitere Faktoren, wie etwa die Fruchtfolge, Düngung, Pflanzenschutzmaßnahmen, Wetter und Bodeneigenschaften, die die Erträge der Ackerkulturen mit beeinflussen können. Diese können in einem Feldversuch nicht ausgeschlossen werden.

Da es zum derzeitigen Stand des Wissens keine gesicherten Resultate zur Beeinflussung der Ertragshöhe gibt, ist für die nachfolgenden betriebswirtschaftlichen Berechnungen von ausgeglichenen Ertragseffekten auszugehen. Damit werden bzgl. der nachfolgenden Untersuchungen die Erträge im Agroforstsystem im Vergleich zum reinen Ackerbau nicht verändert.

4 Das Modell AgforS zur betriebswirtschaftlichen Analyse der Wettbewerbsfähigkeit von Agroforstsystemen im Vergleich zum reinen Ackerbau mit annuellen Kulturen und zur Kurzumtriebs-plantage

4.1 Einführung

Im vorliegenden Kapitel wird das Kalkulationsmodell AgforS zur Bestimmung der Wettbewerbsfähigkeit der Landnutzungsalternativen „Agroforstsystem“ im Vergleich zu „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und zu „Kurzumtriebsplantage“ vorgestellt. Es wird davon ausgegangen, dass die Landnutzer nach der bestmöglichen Verwertung ihrer Nutzflächen streben. Daher wird die relative Vorzüglichkeit dieser Landnutzungsalternativen anhand des Entscheidungskriteriums „Bodenrente“ gemessen.

Die Bodenrente ist die Leistungs-Kosten-Differenz nach Subtraktion der prozessspezifischen Direkt- und Arbeiterledigungskosten von den unmittelbar im Produktionsprozess entstehenden Leistungen der Landnutzungsalternativen. Kosten und Leistungen, die unabhängig von der gewählten Landnutzungsalternative anfallen, werden nicht berücksichtigt, da sie die relative Vorzüglichkeit der Landnutzungsalternativen nicht beeinflussen. Bei der Berechnung der Bodenrente werden daher nicht unmittelbar mit dem Produktionsprozess verbundene Leistungen (insbesondere entkoppelte Flächenprämien), Betriebsgemeinkosten sowie Kosten der Flächennutzung (Pacht oder Pachtanspruch bei Eigentumsflächen) nicht eingebunden. Daher handelt es sich bei der Bodenrente im strengen Sinne nur um eine Brutto-Bodenrente. Aus Gründen der Lesbarkeit wird im Folgenden für die so berechnete Leistungs-Kosten-Differenz der Begriff „Bodenrente“ verwendet.

Wettbewerbskalkulationen von ausschließlich annuellen Ackerkulturen werden auf Basis einperiodischer (i. d. R. jährlicher) Leistungen und Kosten durchgeführt. Bei den hier beabsichtigen Wettbewerbskalkulationen besteht die Schwierigkeit, dass es sich bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen des Agroforstsystems und bei den Kurzumtriebs-plantagen um mehrere Jahre umfassende Produktionsprozesse handelt. Daher fallen nicht in jedem Jahr Leistungen aus Verkaufsprodukten und gleichbleibende Kosten an.

Das Modell AgforS ist dermaßen aufgebaut, dass damit die zu erwartenden Leistungen und Kosten über den Gesamtzeitraum der Nutzung einer Kurzumtriebsplantage, bzw. der Gehölzstreifen im Agroforstsystem erfasst werden können. Daher werden auch die Kosten und Leistungen der annualen Kulturen des reinen Ackerbaus, bzw. der Ackerkulturstreifen im Agroforstsystem für diesen Gesamtzeitraum modelliert. Der im Modell betrachtete Gesamtzeitraum wurde aufgrund der Analysen des 2. Kapitels dieser Arbeit (Vgl. S. 34) mit 20 Jahren festgelegt. Wenn der Umtriebszeitraum vier Jahre beträgt, können die Gehölze in dem Zeitraum insgesamt fünfmal beerntet werden.

Die reine Bestimmung der Leistungs-Kosten-Differenzen ohne Berücksichtigung der zukünftigen Zeitpunkte, an denen bestimmte Leistungen und Kosten der Landnutzungsalternativen anfallen, ist bei so langen Planungszeiträumen nicht möglich und verbietet sich methodisch. Ein Betrag, der – ab Gegenwart gerechnet – in bspw. 18 Jahren anfällt, wird zum Gegenwartszeitpunkt als weniger wertvoll angesehen, als ein gleicher Betrag, der in bspw. 2 Jahren anfällt. Damit diese Wertunterschiede ausgeglichen werden können, werden üblicherweise kalkulatorische Zinsen berücksichtigt. Durch die Berücksichtigung der zukünftigen unterschiedlichen Zinsbelastungen werden gleiche Beträge, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen, in ihrer gegenwärtigen „Wertigkeit“ gleichgestellt.

Zur Ermittlung vergleichbarer Werte von unterschiedlichen Handlungsalternativen mit unterschiedlichen Zeitstrukturen der Leistungs- und Kostenströme wird normalerweise die Diskontierungsmethode eingesetzt, um die Gegenwartswerte zukünftiger Leistungs- und Kostenströme darzustellen. So wird auch im Modell AgforS vorgegangen. Die Bodenrentenströme werden durch die Differenz der Gegenwartswerte aus Leistungs- und Kostenströme bestimmt.

Mittels der Annuitätenmethode, bei welcher es sich um eine Methode der Investitionsrechnung handelt, werden diese Gegenwartswerte dann auf durchschnittliche Jahresbeträge umgerechnet. Diese durchschnittlichen Jahresbeträge sind bei den Landnutzungsalternativen zu erwarten (KUHLMANN, 2007, PERRIDON, 2007). Damit wird das Entscheidungskriterium der Bodenrente zur Annuität der Bodenrente. Das Gleiche gilt auch

für die Annualisierung der Leistungen und Kosten. Nachfolgend werden annuisierte Kosten und Leistungen entsprechend Kostenannuität und Leistungsannuität genannt. Die hier gewählte Vorgehensweise der Leistungs-Kosten-Rechnungen für die Landnutzungsalternativen wird im folgenden Abschnitt 4.2 operationalisiert.

4.2 Definition der Leistungen, Kosten und Bodenrente

In den nachfolgenden Formeln beziehen sich sämtliche definierte Größen auf einen ha Anbaufläche der Landnutzungsalternativen. Dies wird in den Gleichungen nicht im Einzelnen gekennzeichnet.

Kosten sind generell als der bewertete Verbrauch von Produktionsfaktoren zur Erstellung von betrieblichen Leistungen definiert, so dass Kosten ursächlich auf die Leistungen bezogen sind.

Rechnerisch werden Kosten durch Multiplikation der im Leistungsprozess verbrauchten Faktormengen mit ihren Ankaufspreisen je Verbrauchsmengeneinheit bestimmt. Für eine Faktorart und eine Rechnungsperiode gilt zunächst:

Formel 4: Definition der Kosten

$$K_{j,t} = r_{j,t} * pr_j$$

Darin sind:

$K_{j,t}$ = Kosten für die Verbrauchsmenge der Faktorart j in der Periode t, gemessen in €;

$r_{j,t}$ = Verbrauchsmenge der Faktorart j in der Periode t, gemessen in physischen Einheiten;

pr_j = Faktorpreis der Faktorart j, gemessen in € je Faktorverbrauchseinheit.

In einer Produktionsperiode werden i. d. R. Mengen zahlreicher Produktionsfaktoren verbraucht. Die dafür entstehenden Kosten müssen addiert werden, damit die insgesamt anfallenden Kosten in einer Periode t errechnet werden. Es gilt mithin:

Formel 5: Kosten einer Landnutzungsalternative in einer Periode

$$K_t = \sum_{j=1}^J r_{j,t} * pr_j$$

Darin sind:

K_t = Kosten einer Landnutzungsalternative in der Periode t, gemessen in €;

J = Anzahl der Produktionsfaktoren.

Bislang wurden die Kosten in einer Produktionsperiode bestimmt. Wie in Abschnitt 4.1 gefordert wird, werden nachfolgend die Kosten mehrerer Produktionsperioden umfassende Zeiträume bestimmt werden. Für die daraus resultierenden Gesamtkosten gilt dann:

Formel 6: Gesamtkosten

$$K = \sum_{t=1}^T K_t$$

Darin sind:

K = Gesamtkosten einer Landnutzungsalternative über T Produktionsperioden, gemessen in €;

T = Anzahl der betrachteten Produktionsperioden.

Die Leistungen einer Landnutzungsalternative werden im Prinzip wie die Kosten einer Landnutzungsalternative bestimmt. Die Leistung einer Produktart n in der Produktionsperiode t ist:

Formel 7: Definition der Leistungen

$$L_{n,t} = x_{n,t} * px_n$$

Darin sind:

$L_{n,t}$ = Leistung der Produktart n in der Periode t, gemessen in €;

$x_{n,t}$ = erzeugte Produktmenge der Produktart n in der Periode t, gemessen in physischen Einheiten;

px_n = Verkaufspreis der Produktart n, gemessen in € je Produktmengeneinheit.

In einem Agroforstsystem werden unterschiedliche Produktarten innerhalb einer Produktionsperiode erzeugt. Die daraus resultierenden Leistungen müssen summiert werden. Für die Produktionsperiode t gilt mithin:

Formel 8: Leistungen einer Landnutzungsalternative in einer Periode

$$L_t = \sum_{n=1}^N x_{n,t} * px_n$$

Darin sind:

L_t = Leistungen einer Landnutzungsalternative in der Periode t, gemessen in €;

N = Anzahl der Produkte.

Die Leistungen werden genauso wie zuvor die Kosten (Formel 6) über mehrere Produktionsperioden summiert. Für die so definierte Gesamtleistung gilt:

Formel 9: Gesamtleistungen

$$L = \sum_{t=1}^T L_t$$

Darin sind:

L = Gesamtleistung einer Landnutzungsalternative über T Perioden, gemessen in €;

T = Anzahl der betrachteten Produktionsperioden.

Als Nächstes wird die Leistungs-Kosten-Differenz einer Landnutzungsalternative bestimmt. Diese ergibt sich für den Zeitraum der Bewirtschaftung eines Agroforstsystems durch die Subtraktion der in Formel 6 definierten Kosten von den in Formel 9 definierten Leistungen.

Formel 10: Leistungs-Kosten-Differenz

$$LKD = L - K$$

Darin sind:

LKD = Leistungs-Kosten-Differenz einer Landnutzungsalternative, gemessen in €.

Die Leistungs-Kosten-Differenz bezieht sich auf die Dauer der Bewirtschaftung des Agroforstsystems. Damit die durchschnittlichen Kosten und Leistungen sowie die durchschnittliche Leistungs-Kosten-Differenz je Produktionsperiode bestimmt werden kann,

müssen die mit Formel 10 definierten Größen durch die Anzahl der betrachteten Produktionsperioden (Kalenderjahre bei der Bewirtschaftung des Agroforstsystems) dividiert werden. Es gilt:

Formel 11: Durchschnittliche Leistungs-Kosten-Differenz je Produktionsperiode

$$DLKD = DL - DK = \frac{L}{T} - \frac{K}{T}$$

Darin sind:

DLKD = Durchschnittliche Leistungs-Kosten-Differenz je Produktionsperiode, gemessen in €;

DL = durchschnittliche Leistung je Produktionsperiode, gemessen in €;

DK = durchschnittliche Kosten je Produktionsperiode, gemessen in €;

T = Anzahl der Produktionsperioden.

Während die Formeln 5 und 6 die Kostenarten der Gruppen der Direktkosten und der Arbeitserledigungskosten definieren und die Formeln 8 und 9 ausschließlich die unmittelbar mit einer Landnutzungsalternative verbundenen Leistungen definieren, wird durch die Formel 11 die durchschnittliche Leistungs-Kosten-Differenz einer Landnutzungsalternative definiert. Diese entspricht der in Abschnitt 4.1 angesprochenen Bodenrente.

Bei der in Formel 11 definierten Bodenrente sind jedoch noch nicht die kalkulatorischen Zinsen mit einbezogen, die bei unterschiedlich weit entfernt vom Gegenwartszeitpunkt in der Zukunft liegenden Kosten und Leistungen einbezogen werden müssen. Die in Formel 11 dargestellte Bodenrente ergibt sich für einen kalkulatorischen Zinssatz in Höhe von 0,00 %. Damit die kalkulatorischen Zinsen berücksichtigt werden können, wird zunächst die auf den Gegenwartszeitpunkt bezogenen „Gegenwartswerte“ („Barwerte“) der Leistungen und der Kosten einer Landnutzungsalternative bestimmt. Der Barwert wird anschließend mit dem „Wiedergewinnungsfaktor“ multipliziert. Somit können die annualisierten Leistungen, Kosten und Leistungs-Kosten-Differenzen bzw. Bodenrenten als Salden berechnet werden (KUHLMANN, 2007, PERRIDON, 2007).

Im Nachfolgenden wird beschrieben, wie die Annualisierung der Leistungen, Kosten und Bodenrenten durchgeführt wird. Zunächst wird der Gegenwartswert einer in die Zukunft reichenden Wertereihe bestimmt. Hierbei wird die Wertereihe mit dem

Diskontierungsfaktor auf den jeweiligen Zeitpunkt bezogen multipliziert. Die daraus entstehenden (mathematischen) Einzelprodukte werden anschließend summiert (KUHLMANN, 2007, PERRIDON, 2007, THOMMEN, 2009). Unter Berücksichtigung der Formel 9 ergibt sich daraus der Gegenwartswert der Leistungen:

Formel 12: Gegenwartswert der Leistungen

$$GWL = \sum_{t=1}^T L_t * \frac{1}{(1+i)^t}$$

Darin sind:

GWL = Gegenwartswert der Leistungen, gemessen in €;

$\frac{1}{(1+i)^t}$ = Diskontierungsfaktor

i = kalkulatorischer Zinssatz, gemessen in %/100.

Die Annuität der Leistungen wird durch das Multiplizieren des Gegenwartswertes der Leistungen mit dem Wiedergewinnungswert gemäß Formel 13 erreicht:

Formel 13: Annuität der Leistungen

$$ADL = GWL * \frac{(1+i)^T * i}{(1+i)^T - 1}$$

Darin sind:

ADL = Annuität der Leistungen, gemessen in €;

$\frac{(1+i)^T * i}{(1+i)^T - 1}$ = Wiedergewinnungsfaktor;

T = Anzahl der Perioden der Leistungsreihe.

Prinzipiell wird auf die gleiche Weise die Annuität der Kosten bestimmt. Daher gilt analog zur Formel 12 für den Gegenwartswert der Kosten (GWK):

Formel 14: Gegenwartswert der Kosten

$$GWK = \sum_{t=1}^T K_t * \frac{1}{(1+i)^t}$$

Für die Annuität der Kosten (ADK) gilt somit:

Formel 15: Annuität der Kosten

$$ADK = GWK * \frac{(1+i)^T * i}{(1+i)^T - 1}$$

Die Annuität der Leistungs-Kosten-Differenz bzw. der Bodenrente wird errechnet, indem die Annuität der Kosten von der Annuität der Leistungen subtrahiert wird:

Formel 16: Annuität der Bodenrente

$$ADLK = ADL - ADK$$

Darin ist:

ADLK = Annuität der Leistungs-Kosten-Differenz, gemessen in €.

Als Zahlenbeispiel und zur Verdeutlichung der vorgetragenen Kalkulationsweise dient Tabelle 10. Darin werden für die drei Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Kurzumtriebsplantage“ und „Agroforstsystem“ Leistungs- und Kostenströme über einen 20 Jahre umfassenden Kalkulationszeitraum aufgelistet (Zeilen 8 bis 27). Im unteren Teil der Tabelle werden diese gemäß der oben abgeleiteten Vorgehensweise ausgewertet (Zeilen 28 bis 44). Die detaillierte betriebswirtschaftliche Auswertung der Agroforstsysteme erfolgt in Kapitel 5.

Das Beispiel entspricht dem im Anhang 2 abgebildeten Rechenbeispiel im AgforS-Modell. Das Agroforstsystem besteht aus fünf Gehölzstreifen mit einem Flächenanteil von 12,5 % (5,0 ha) auf einem insgesamt 40 ha großen Agroforstsystems Schlag. Zur Etablierung der Gehölzstreifen wurden Pappeln angepflanzt. Die Flächen zwischen den Gehölzstreifen wurden mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste bewirtschaftet.

In Zeile 28 sind die summierten Gesamtleistungen (L) und Gesamtkosten (K) für die drei Landnutzungsalternativen dargestellt. Durch Subtraktion der Gesamtkosten von den Gesamtleistungen ergeben sich die Leistungs-Kosten-Differenzen (LKD), welche in Zeile 29 dargestellt sind. Kalkulatorische Zinsen sind hierbei nicht berücksichtigt. Die Durchschnittsbeträge je Jahr (DL und DK) ergeben sich in Zeile 30 durch Division der Gesamtbeträge (L und K) in Zeile 28 mit dem 20 Jahre umfassenden Betrachtungszeitraum (T). Die Leistungs-Kosten-Differenzen (DLKD) ohne Berücksichtigung kalkulatorischer Zinsen, welche in Zeile 31 dargestellt werden, entstehen durch Subtraktion der Durchschnittskosten (DK) von den Durchschnittsleistungen (DL) in Zeile 30.

Tabelle 10: Wettbewerbskalkulation für die Landnutzungsalternativen "Ackerbau mit annuellen Kulturen", "Kurzumtriebsplantage" und "Agroforstsystem" anhand der Annuitätenmethode

Zeile	Bezeichnung	Ackerbau mit annuellen Kulturen		Kurzumtriebsplantage		Agroforstsystem		
1	Landnutzungsalternative							
2	Flächengröße	40 ha		20 ha		40 ha		
3	Anzahl Gehölzstreifen	0		Plantage		5		
4	Fläche der Gehölze	0,0 ha		20,0 ha		5,0 ha		
5	Fläche der Ackerkulturen	40,0 ha		0,0 ha		35,0 ha		
6	Jahr der Bewirtschaftung	Jahresleistung (L _t) in €/ha	Jahreskosten (K _t) in €/ha	Jahresleistung (L _t) in €/ha	Jahreskosten (K _t) in €/ha	Jahresleistung (L _t) in €/ha	Jahreskosten (K _t) in €/ha	
7	[t, (t = 1 ... T)]							
8	1	1.050,23	861,99	0,00	2.434,74	919,40	1.074,63	
9	2	1.099,87	1.049,66	0,00	0,00	962,86	947,69	
10	3	1.305,00	1.192,67	0,00	0,00	1.142,44	1.081,07	
11	4	962,59	827,16	2.517,90	967,05	1.156,33	860,02	
12	5	1.050,23	861,99	0,00	0,00	919,40	768,94	
13	6	1.099,87	1.049,66	0,00	0,00	962,86	947,69	
14	7	1.305,00	1.192,67	0,00	0,00	1.142,44	1.081,07	
15	8	962,59	827,16	2.517,90	967,05	1.156,33	860,02	
16	9	1.050,23	861,99	0,00	0,00	919,40	768,94	
17	10	1.099,87	1.049,66	0,00	0,00	962,86	947,69	
18	11	1.305,00	1.192,67	0,00	0,00	1.142,44	1.081,07	
19	12	962,59	827,16	2.517,90	967,05	1.156,33	860,02	
20	13	1.050,23	861,99	0,00	0,00	919,40	768,94	
21	14	1.099,87	1.049,66	0,00	0,00	962,86	947,69	
22	15	1.305,00	1.192,67	0,00	0,00	1.142,44	1.081,07	
23	16	962,59	827,16	2.517,90	967,05	1.156,33	860,02	
24	17	1.050,23	861,99	0,00	0,00	919,40	768,94	
25	18	1.099,87	1.049,66	0,00	0,00	962,86	947,69	
26	19	1.305,00	1.192,67	0,00	0,00	1.142,44	1.081,07	
27	20	962,59	827,16	2.517,90	2.267,05	1.156,33	1.046,55	
28	Gesamtbeträge [L] und [K] in €	22.088,45	19.657,40	12.589,50	8.569,99	20.905,15	18.780,82	
29	Leistungs-Kosten-Differenzen [LKD] in €	2.431,05		4.019,51		2.124,33		
30	Durchschnittsbeträge [DL] u. [DK] in €/(ha x a)	1.104,42	982,87	629,48	428,50	1.045,26	939,04	
31	Durchschnittliche Leistungs-Kosten-Differenzen [DLKD] in €/(ha x a)	121,55		200,98		106,22		
32	Berechnung der Annuitäten der Leistungen, Kosten und Leistungs-Kosten-Differenz in Abhängigkeit vom kalk. Zinssatz [i]							
33	Kalkulatorischer Zinssatz [i]:					0,00		
34	Gegenwartswerte [GWL] u. [GWK]	22.088,45	19.657,40	12.589,50	8.569,99	20.905,15	18.780,82	
35	Annuitäten [ADL] u. [ADK]	1.104,42	982,87	629,475	428,4995	1045,2575	939,041	
36	Annuitäten d. Leistungs-Kosten-Differenzen (Bodenrenten) [ADLK]	121,55		200,98		106,22		
37	Kalkulatorischer Zinssatz [i]:					0,04		
38	Gegenwartswerte [GWL] u. [GWK]	15.012,29	13.353,52	8.058,25	6.029,33	14.146,02	12.778,34	
39	Annuitäten [ADL] u. [ADK]	1.104,63	982,58	592,94	443,65	1.040,89	940,25	
40	Annuitäten d. Leistungs-Kosten-Differenzen (Bodenrenten) [ADLK]	122,06		149,29		100,64		
41	Kalkulatorischer Zinssatz [i]:					0,08		
42	Gegenwartswerte [GWL] u. [GWK]	10.846,03	9.642,34	5.486,13	4.640,36	10.178,34	9.259,85	
43	Annuitäten [ADL] u. [ADK]	1.104,69	982,09	558,77	472,63	1.036,69	943,14	
44	Annuitäten d. Leistungs-Kosten-Differenzen (Bodenrenten) [ADLK]	122,60		86,14		93,55		

Quelle: EIGENE BERECHNUNG AUF GRUNDLAGE DES MODELLS AGFORS

In den Zeilen 32 bis 44 der Tabelle 10 werden dann die Annuitäten zu den kalkulatorischen Zinssätzen 0 % p.a., 4 % p.a. und 8 % p.a. dargestellt. Sie wurden gemäß den Formeln 12 bis 16 bestimmt. Den Zeilen 32 bis 36 und den Zeilen 28 bis 31 ist zu entnehmen, dass sich die Beträge der Annuitätenrechnung bei einem Kalkulationszinssatz von 0 % p.a. ($i = 0,00$) nicht von den in den Zeilen 28 bis 31 bestimmten Werten ohne Berücksichtigung kalkulatorischer Zinsen unterscheiden lassen. Wie in den Beispielen mit den kalkulatorischen Zinssätzen in Höhe von 4 % p.a. (Zeilen 37 bis 40) und 8 % p.a. (Zeilen 41 bis 44) dargestellt, kommt es erst bei positiven Kalkulationszinssätzen zu Unterschieden.

Durch die Berücksichtigung kalkulatorischer Zinsen sind die folgenden Konsequenzen zu berücksichtigen: Bei der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ steigt die Annuität der Bodenrente mit zunehmendem Kalkulationszinssatz von 121,55 auf 122,60 €/ (ha x a) leicht an, weil die jährlichen Leistungen die jährlichen Kosten stets übersteigen. Ein weiterer Grund für die leicht ansteigende Bodenrente ist die getroffene Annahme zur Vereinfachung, dass bei der Rechnung zwischen den Leistungen und Kosten innerhalb eines Jahres keine zeitlichen Unterschiede angenommen wurden. Angesichts des 20 Jahre umfassenden, langen Betrachtungszeitraumes erscheint diese Annahme gerechtfertigt.

Bei den anderen beiden Landnutzungsalternativen „Agroforstsystem“ und „Kurzumtriebsplantage“ hingegen nehmen die Annuitäten mit zunehmendem Kalkulationszinssatz deutlich ab. Dies hängt mit dem Anteil der Gehölze auf der Fläche zusammen. Desto größer der Anteil der Gehölze auf der Fläche ist, umso stärker fallen die Annuitäten mit steigendem Kalkulationszinssatz. Beim Kalkulationszinssatz von 0 % p.a. beträgt die Annuität der Bodenrente der Kurzumtriebsplantage 200,98 €/ (ha x a), bei einem Kalkulationszinssatz von 8 % p.a. nur 86,14 €/ (ha x a). Im Agroforstsystem hingegen, das im Prinzip eine Mischform aus den Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Kurzumtriebsplantage“ darstellt, sinkt die Annuität der Bodenrente bei einem Steigen des Kalkulationszinssatzes von 0 % p.a. auf 8 % p.a. nur von 106,22 €/ (ha x a) auf 93,55 €/ (ha x a). Wenn die kalkulatorischen Zinsen im Beispiel der Tabelle 10 weggelassen werden würden, dann ergäbe sich hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit die Rangfolge „Kurzumtriebsplantage“ vor „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ vor „Agroforstsystem“. Bei Berücksichtigung des kalkulatorischen Zinssatzes in Höhe von 8 % p.a. ändert sich die

Rangfolge. Die neue Rangfolge der Wettbewerbsfähigkeit ist dann „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ vor „Agroforstsystem“ vor „Kurzumtriebsplantage“. Damit wird festgestellt, dass ein Nichtberücksichtigen von kalkulatorischen Zinsen zu falschen Ergebnissen bezüglich der relativen Vorzügen der Landnutzungsalternativen führt.

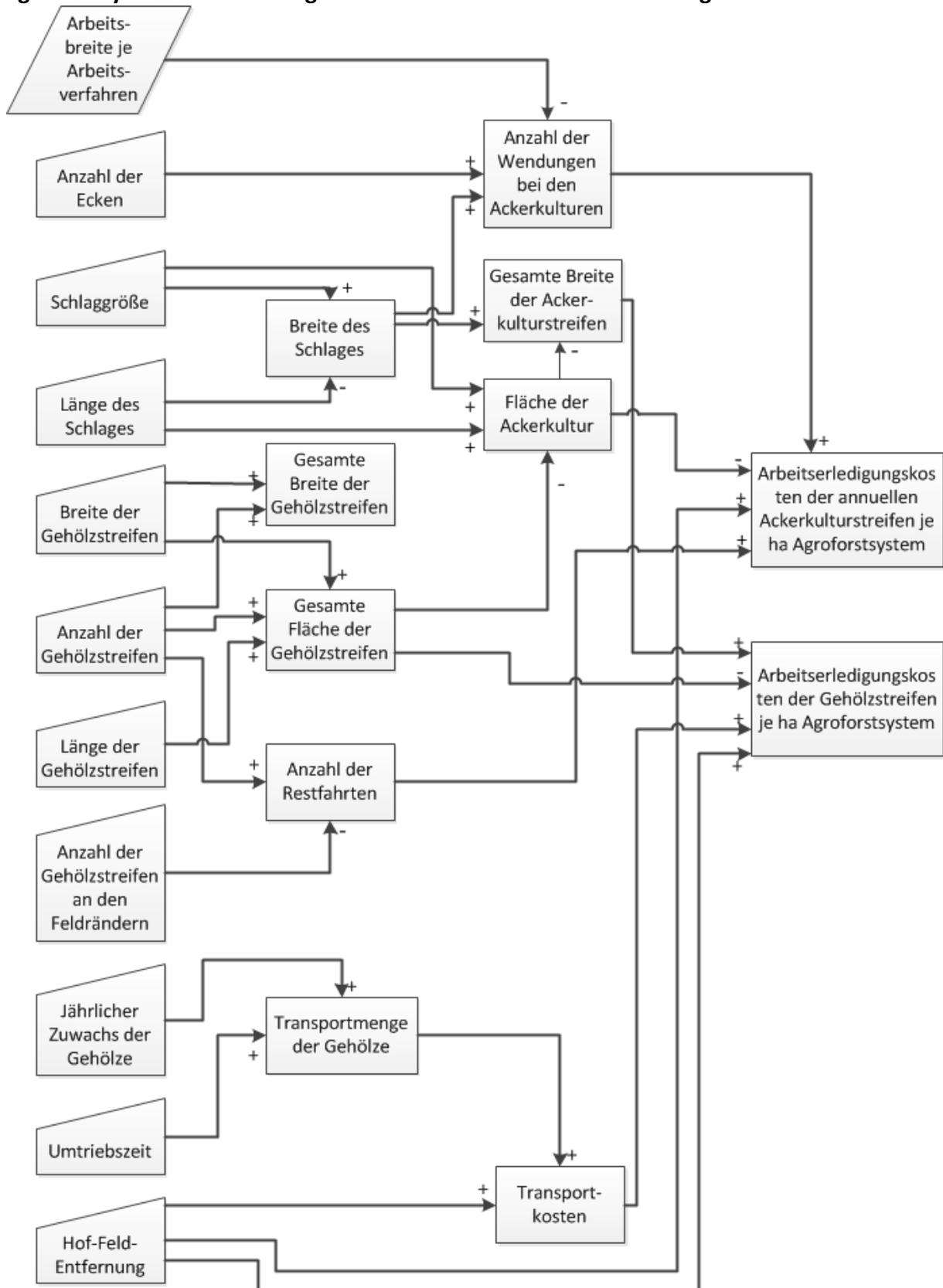
Die unterschiedliche Entwicklung der Bodenrente in Abhängigkeit von den Kalkulationszinssätzen lässt sich durch die unterschiedlichen Zeitstrukturen der Leistungs- und Kostenströme (Zeilen 8 bis 27) erklären. So fallen beim „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ jährlich wiederkehrend Kosten und Leistungen an. Bei der Bewirtschaftung der in Tabelle 10 dargestellten „Kurzumtriebsplantage“ fallen im ersten Bewirtschaftungsjahr erhebliche Kosten an, die ersten Leistungen jedoch folgen erst im vierten Bewirtschaftungsjahr. Hierdurch entsteht bei der Bewirtschaftung einer „Kurzumtriebsplantage“ eine deutlich höhere Zinsbelastung als bei den annähernd kontinuierlich anfallenden Leistungen und Kosten des „Ackerbaus annueller Kulturen“. Die hier dargestellten Unterschiede der beiden Landnutzungsalternativen nehmen bei höheren Zinssätzen weiter zu. Im „Agroforstsystem“, welches aus einer Mischform aus den Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Kurzumtriebsplantage“ besteht, wird die Wirkung steigender Zinsen durch den Anteil des Ackerbaus annueller Kulturen (87,5 % der Fläche des hier dargestellten Agroforstsystems) abgeschwächt.

4.3 Überblick über das Modell AgforS

In den nachfolgenden Abbildungen wird das Modell AgforS dargestellt. In Abbildung 40 werden zunächst die kausalen Zusammenhänge der ökonomischen Effekte der Bewirtschaftung eines Agroforstsystems dargestellt, bevor mit den Abbildungen 41 bis 43 detaillierter auf die Berechnung der ökonomischen Bewirtschaftungseffekte des Agroforstsystems eingegangen wird.

In Abbildung 40 sind auf der linken Seite ein Parallelogramm sowie eine Liste an unregelmäßigen Vierecken dargestellt. Die unregelmäßigen Vierecke stellen die manuelle Dateneingabe dar. Das Parallelogramm steht für die vorgegebenen Daten.

Abbildung 40: Übersicht über die Berechnung der ökonomischen Effekte im Agroforstsystem im Modell AgforS anhand eines Kausalschleifendiagramms



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Wie in Abbildung 40 dargestellt wird, wird die Anzahl der Wendungen von der Arbeitsbreite der einzelnen Arbeitsverfahren, der Breite der Ackerkulturstreifen des Schlages und der Anzahl der Ecken des Schlages beeinflusst. Die Breite der Ackerkulturstreifen des Schlages wird durch die Breite des Schlages und der Gehölzstreifen bestimmt. Mit einer größeren Anzahl an Ecken auf dem Schlag sowie mit einer zunehmenden Schlagbreite steigt die Anzahl der Wendungen bei der Bewirtschaftung von Ackerkulturen. Wenn die zur Bewirtschaftung des Agroforstsystemschlages eingesetzten Maschinen der einzelnen Arbeitsverfahren breiter sind, gibt es weniger Wendungen. Aufgrund einer höheren Anzahl an Wendungen steigen die Arbeitserledigungskosten der annualen Ackerkulturen je ha Agroforstsystem.

Die gesamte Breite der Ackerkulturstreifen wirkt sich zudem positiv auf die Arbeitserledigungskosten der Gehölzstreifen aus. Die benötigte Zeit für die Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen steigt an. Damit steigen die Arbeitserledigungskosten.

Die gesamte Fläche der Gehölzstreifen besteht aus dem Produkt der Länge und Breite der Gehölzstreifen sowie deren Anzahl. Die Fläche der Ackerkultur wird von der Größe des Schlages und von der gesamten Fläche der Gehölzstreifen bestimmt. Eine zunehmende Fläche der Ackerkultur wirkt sich negativ auf die Arbeitserledigungskosten der annualen Ackerkulturen je ha Agroforstsystem aus.

Die gesamte Fläche der Gehölzstreifen wirkt sich negativ auf die Arbeitserledigungskosten der Gehölzstreifen aus. Die Arbeitserledigungskosten der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen sind niedriger, wenn die Fläche der Gehölzstreifen größer ist.

Die Anzahl der durch die etablierten Gehölzstreifen bei der Bewirtschaftung der annualen Ackerkulturen entstehenden Restfahrten wird durch die Subtraktion der Anzahl der Gehölzstreifen am Feldrand von der Gesamtzahl der Gehölzstreifen bestimmt. Wenn die Anzahl an Restfahrten steigt, dann steigen die Arbeitserledigungskosten.

Die Transportmenge der Gehölze wird positiv durch den jährlichen Zuwachs der Gehölze und durch die Umtriebszeit beeinflusst. Mit einer steigenden Transportmenge der Gehölze steigen die Transportkosten, welche zudem von einer steigenden Hof-Feld-Entfernung positiv beeinflusst werden. Wie in Abbildung 40 dargestellt ist, werden die Transportkosten der Gehölzstreifen zu den Arbeitserledigungskosten der Gehölzstreifen hinzuaddiert. Des

Weiteren wirkt sich die Hof-Feld-Entfernung positiv auf die sonstigen Arbeitserledigungskosten der Gehölzstreifen und der Ackerkulturstreifen aus, da hierdurch die Arbeitserledigungskosten eines jeden Arbeitsverfahrens steigen.

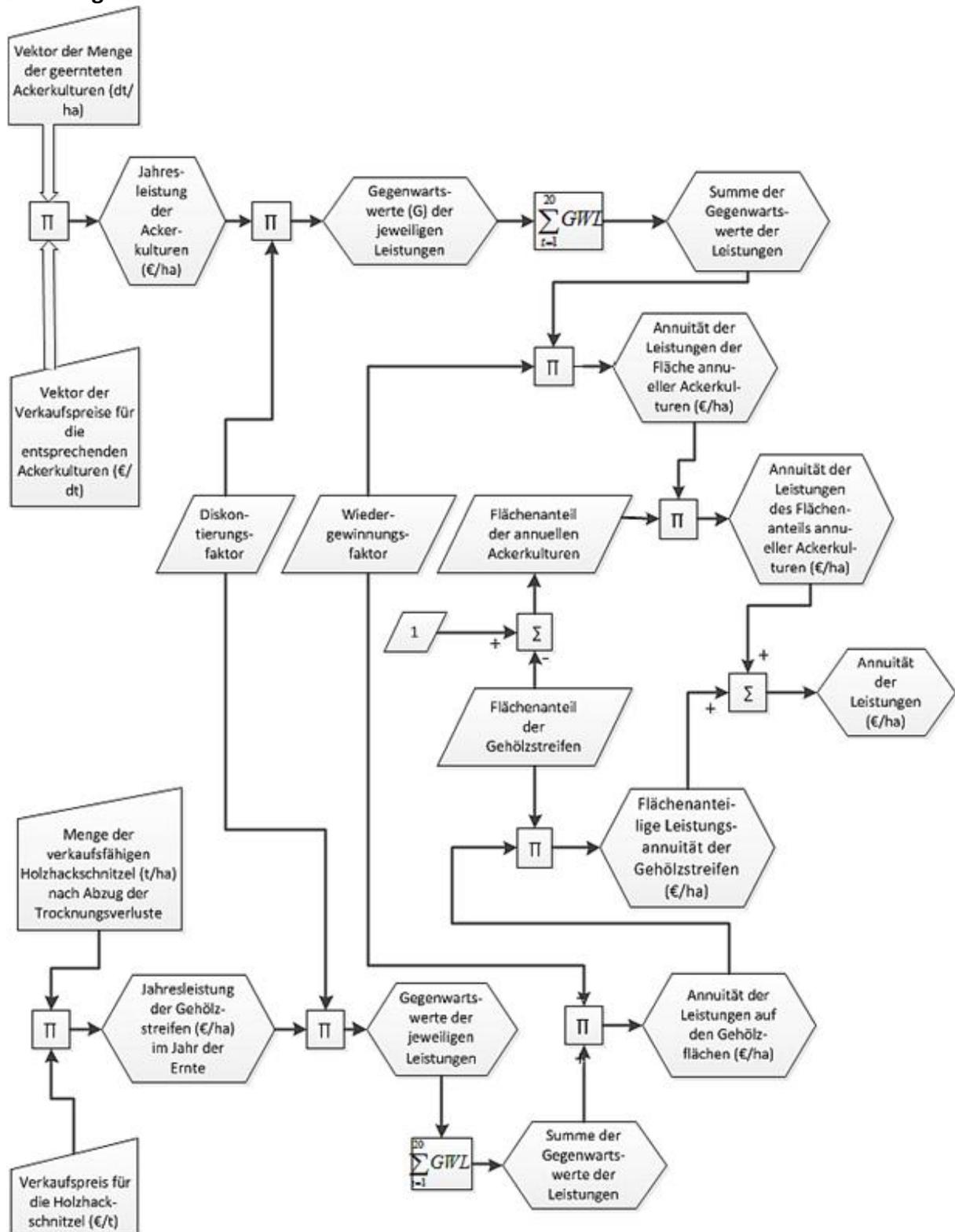
In Abbildung 41 wird die Methodik der Leistungsberechnung im AgforS-Modell anhand eines Blockdiagramms dargestellt. Wie bereits in Abbildung 40, stehen in den Abbildungen 41-43 Parallelogramme für externe Daten und ungleichmäßige Vierecke für manuell einzugebende Daten. Die Quadrate stehen für die mathematischen Prozesse, die Sechsecke für die Zwischenergebnisse und Ergebnisse.

Die Annuität der Leistungen besteht aus der Summe der Annuität der Leistungen (€/ha) des Flächenanteils der annuellen Ackerkulturen und des Flächenanteils der Gehölzstreifen.

Die Annuität der Leistungen des Flächenanteils der Ackerkulturen besteht aus der Multiplikation des Vektors der Menge der geernteten Ackerkulturen (dt/ha) mit dem Vektor der Verkaufspreise für die entsprechenden Ackerkulturen (€/dt). Das daraus berechnete Produkt ist die Jahresleistung der Ackerkulturen (€/ha), welche zunächst abdiskontiert wird. Daraus entsteht der Gegenwartswert der Leistungen im jeweiligen Erntejahr. Diese Gegenwartswerte werden über die Laufzeit der Bewirtschaftung des Agroforstsystems aufsummiert. Hieraus ergibt sich die Summe der Gegenwartswerte der Leistungen. Diese wird mit dem Wiedergewinnungsfaktor multipliziert, so dass die Annuität der Leistungen des Flächenanteils der annuellen Ackerkulturen entsteht.

Bei der Berechnung der Annuität der Leistungen des Flächenanteils der Gehölzstreifen wird genauso vorgegangen. Hier wird, wie dies in Abbildung 41 dargestellt ist, die Menge der geernteten Holzhackschnitzel mit dem Verkaufspreis für Holzhackschnitzel (€/t) multipliziert. Die weitere Berechnung von der verkaufsfähigen Menge der Holzhackschnitzel nach Abzug der Trocknungsverluste bis zur flächenanteiligen Leistungsannuität der Gehölzstreifen unterscheidet sich nicht vom Vorgehen der entsprechenden Berechnung der annuellen Ackerkulturen.

Abbildung 41: Übersicht über die Leistungsberechnung im Modell AgforS anhand eines Blockdiagramms



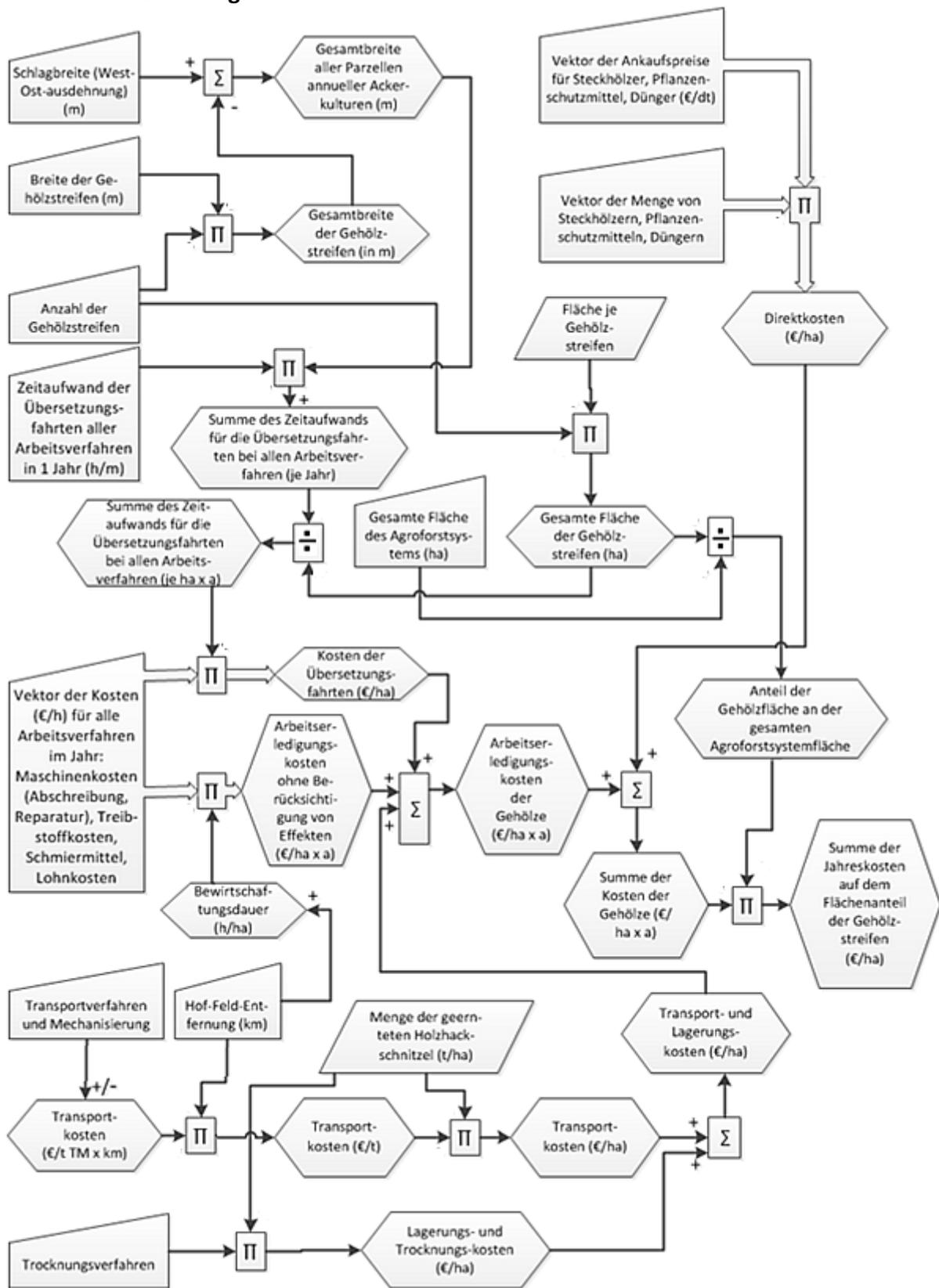
Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

In den Abbildungen 42 und 43 wird die Kostenberechnung der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen und der annualen Ackerkulturen dargestellt. Auf die Berechnung der Kostenannuitäten wird nicht eingegangen. Die Berechnung der Annuität wurde bereits in Abbildung 41 anhand der Berechnung der Leistungsannuität dargestellt. Die Kostenannuitäten werden auf die gleiche Weise, durch Multiplikation der Jahreskosten mit dem Diskontierungsfaktor und dem Wiedergewinnungsfaktor, berechnet.

In Abbildung 42 wird die Kostenberechnung der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen dargestellt. Im oberen linken Bereich wird die Summe des Zeitaufwands für die Übersetzungsfahrten berechnet. Hierzu werden die Anzahl der Gehölzstreifen und deren jeweilige Breite miteinander zur Gesamtbreite der Gehölzstreifen (in m) multipliziert, welche von der Schlagbreite, bzw. von der West-Ostausdehnung des Schlages (in m) abgezogen wird. Hieraus entsteht die Gesamtbreite aller Parzellen annualer Ackerkulturen (in m), welche mit dem Zeitaufwand der Übersetzungsfahrten aller Arbeitsverfahren in einem Jahr (h/m) multipliziert wird. Die Summe des Zeitaufwands für die Übersetzungsfahrten wird anschließend durch die gesamte Fläche der Gehölzstreifen (ha) dividiert, so dass die Summe des Zeitaufwands für die Übersetzungsfahrten bei allen Arbeitsverfahren je ha und Jahr entsteht. Diese Summe des Zeitaufwands für alle Übersetzungsfahrten wird mit dem Vektor der Kosten (€/h) für alle Arbeitsverfahren im Jahr (Maschinenkosten, Abschreibungen, Reparatur, Treibstoffkosten, Kosten für Schmiermittel und Lohnkosten) multipliziert. Das Produkt hieraus ergibt die Arbeitserledigungskosten der Übersetzungsfahrten (€/ha).

Der Vektor der Arbeitserledigungskosten (€/ha) für alle Arbeitsverfahren wird mit der Bewirtschaftungsdauer (h/ha) multipliziert, welche auch von der Hof-Feld-Entfernung abhängt. Daraus resultieren die Arbeitserledigungskosten ohne Berücksichtigung von ökonomischen Effekten infolge der Bewirtschaftung eines Agroforstsystems. Dieser rechnerische Vorgang wird in Abbildung 42 generalisiert dargestellt, da diese Multiplikation für jedes Arbeitsverfahren durchgeführt wird. Diese Arbeitserledigungskosten ohne Berücksichtigung ökonomischer Effekte der Bewirtschaftung eines Agroforstsystems werden mit den Arbeitserledigungskosten der Übersetzungsfahrten (€/ha) und den später näher erläuterten Transport- und Lagerkosten addiert. Wie anhand Abbildung 42 erkennbar ist, steigen hierdurch die Arbeitserledigungskosten der Gehölzstreifen.

Abbildung 42: Übersicht über die Kostenberechnung der Gehölzstreifen im Modell Agfors anhand eines Blockdiagramms



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Die Arbeitserledigungskosten (€/ha) werden anschließend mit der Summe der Direktkosten (€/ha), welche aus der Multiplikation des Vektors der Menge von Steckhölzern, Pflanzenschutzmitteln und Düngern mit dem dazugehörigen Vektor der Ankaufspreise entsteht, addiert, so dass die Summe der Kosten der Gehölze (€/ha) entsteht. Anschließend werden diese Kosten mit dem Anteil der Kurzumtriebsfläche des Agroforstsystems multipliziert, so dass die Summe der Jahreskosten auf dem Flächenanteil der Gehölzstreifen (€/ha) berechnet werden.

Einen anderen Teil der Kosten der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen stellen die Transport- und Lagerungskosten dar. Die Transportkosten (€/t TM x km) sind abhängig vom ausgewählten (und manuell einstellbaren) Transportverfahren und dessen Mechanisierung. Die daraus entstehenden Kosten (€/t TM x km) werden mit der Hof-Feld-Entfernung (km) multipliziert. Die Lagerungs- und Trocknungskosten (€/t TM) werden in Abhängigkeit von der gewählten Technik exogen vorgegeben. Die Lagerungs- und Trocknungskosten (€/t) werden mit der Erntemenge (t/ha) multipliziert. Hieraus entstehen die Transportkosten (€/ha), welche mit den Lagerungs- und Trocknungskosten addiert werden. Die Trocknungsverluste, die bei der Lagerung und Trocknung entstehen, bewirken eine Verminderung der Verkaufsmenge an Holzhackschnitzeln, wie bereits in Abbildung 41 dargestellt.

In Abbildung 43 wird die Kostenberechnung der annualen Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen auf einem Agroforstsystem dargestellt. Die Direktkosten werden wie bei der Kostenberechnung der Gehölzstreifen durch die Multiplikation des Vektors der Mengen (Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmittel) und des Vektors der entsprechenden Preise (€/dt) berechnet.

Die Berechnung der Arbeitserledigungskosten der annualen Ackerkulturen wird von den folgenden ökonomischen Effekten infolge der Bewirtschaftung in Streifenform mitbestimmt:

- Berechnung der Arbeitserledigungskosten auf der durch Gehölzstreifen verkleinerten Bearbeitungsfläche;
- Berechnung der zusätzlichen Arbeitserledigungskosten infolge der Restfahrten.

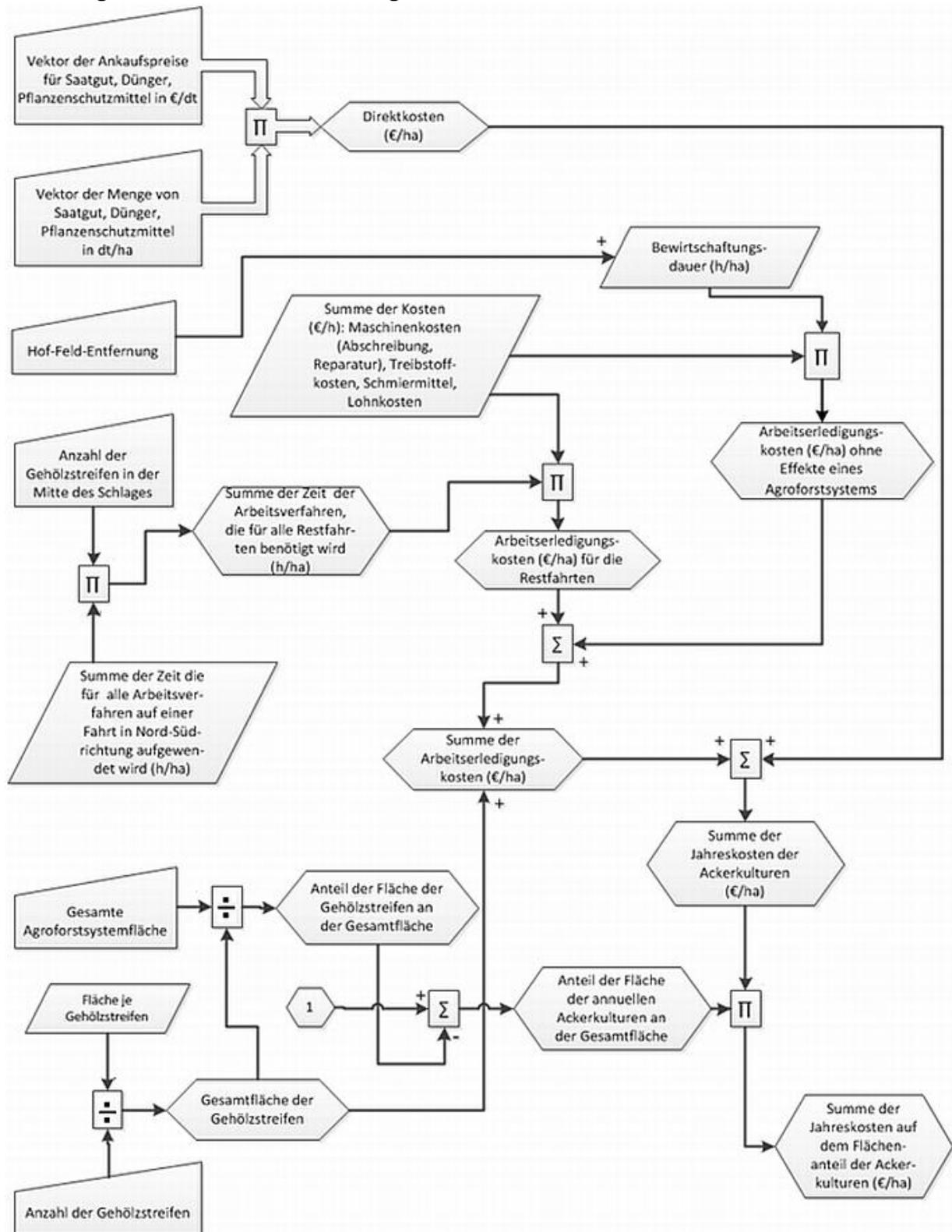
Der Anteil der Fläche der annualen Ackerkulturen wird berechnet, indem die Fläche der Gehölzstreifen von der Gesamtfläche des Agroforstsystems subtrahiert wird. Der Anteil der Fläche der Gehölzstreifen wird berechnet, indem die Gesamtfläche der Gehölzstreifen von der Gesamtfläche des Agroforstsystems, welche im AgforS-Modell manuell eingegeben wird, dividiert wird. Die Gesamtfläche der Gehölzstreifen ist das Produkt aus der Multiplikation der Fläche je Gehölzstreifen und der Anzahl der Gehölzstreifen.

Die Anzahl der Restfahrten wird durch die Anzahl der Gehölzstreifen in der Mitte des Schlages bestimmt. Daher werden im AgforS-Modell zunächst die Anzahl der eingegebenen Gehölzstreifen in der Mitte des Schlages mit der Bearbeitungszeit einer Fahrt in Nord-Südrichtung aufgewendet wird, multipliziert. Daraus entsteht die Summe der Bearbeitungszeit der Arbeitsverfahren, die für alle Restfahrten (h/ha) benötigt wird. Diese wird mit der Summe der Kosten (Maschinenkosten: Abschreibung, Reparatur, Treibstoffkosten, Kosten für Schmiermittel, Lohnkosten in €/h) multipliziert. Das Produkt daraus sind die Arbeitserledigungskosten (€/ha) für die Restfahrten.

Die Arbeitserledigungskosten (€/ha) ohne Berücksichtigung der ökonomischen Effekte eines Agroforstsystems wird durch die Multiplikation der Summe der Kosten (Maschinenkosten: Abschreibung, Reparatur, Treibstoffkosten, Kosten für Schmiermittel, Lohnkosten in €/h) mit der Bewirtschaftungsdauer (h/ha) errechnet. Diese werden mit den Arbeitserledigungskosten der Restfahrten (€/ha) addiert.

Die Summe der Arbeitserledigungskosten (€/ha) wird durch die Hof-Feld-Entfernung und die Gesamtfläche der Gehölzstreifen beeinflusst. Wenn die Hof-Feld-Entfernung größer ist, steigen die Arbeitserledigungskosten. Wenn die Fläche der Gehölzstreifen größer ist, dann ist die Bewirtschaftungsfläche der Ackerkulturen kleiner, die Arbeitserledigungskosten (€/ha) der Bewirtschaftung der annualen Ackerkulturen sind daher höher.

Abbildung 43: Übersicht über die Kostenberechnung der annuellen Ackerkulturen im Modell AgforS anhand eines Blockdiagramms



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Die Summe der Arbeitserledigungskosten wird anschließend mit den Direktkosten (€/ha), welche das Produkt aus den Vektoren der Ankaufspreise und der Mengen für Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmitteln ist, addiert. Daraus entsteht die Summe der Jahreskosten der Ackerkulturen (€/ha).

Der Anteil der Fläche der annualen Ackerkulturen an der Gesamtfläche wird errechnet, indem der Anteil der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystem von 1 subtrahiert wird. Der Anteil der Fläche der annualen Ackerkulturen an der Gesamtfläche des Agroforstsystems wird als Nächstes mit der Summe der Jahreskosten (€/ha) multipliziert, so dass das Ergebnis die Summe der Jahreskosten auf dem Flächenanteil der Ackerkulturen (€/ha) ist.

Am Ende werden die der entsprechenden Bearbeitungsfläche anteiligen Jahreskosten der annualen Ackerkulturen und der Gehölzstreifen (€/ha) mit dem Diskontierungsfaktor multipliziert, aufsummiert und anschließend mit dem Wiedergewinnungsfaktor (wie mit den Leistungen in Abbildung 41) multipliziert, so dass sich als Resultat die Kostenannuität des Agroforstsystems ergibt.

4.4 Dateneingabe im AgforS-Modell

Damit im nachfolgend beschriebenen Modell die Ergebnisse korrekt berechnet werden können, wird für das Modell AgforS eine Vielzahl an Eingabedaten benötigt. Daher wird in diesem Abschnitt die Dateneingabe zur Analyse der Wettbewerbsfähigkeit im AgforS-Modell dargestellt.

Die erforderlichen Eingabedaten werden anhand der nachfolgenden Eingabemasken (Abbildungen 44 bis 49) des Modells abgefragt.

In Abbildung 44 wird die Eingabemaske für die Einstellungen zur Feldgeometrie und zum Anbaudesign des Agroforstsystems im AgforS-Modell dargestellt.

Abbildung 44: Eingabemaske für die Einstellungen zur Feldgeometrie und zum Anbaudesign des Agroforstsystems im AgforS-Modell

Prämisse, dass die Arbeitserledigungskosten durch weniger Wendungen infolge der Gehölzstreifen nicht sinken, da dies bereits in der Interpolation der Flächengröße aufgrund der Anpflanzung der Gehölzstreifen enthalten ist: ja, eingestellt <input type="checkbox" value="1"/> (1=ja, 0=nein) (siehe Tabelle A.4.1.8.2.)	
A.2.1.2. Hof-Feld-Entfernung 1=ja, 0=nein Status 1, wenn Entfernung richtig ausgewählt: <input type="checkbox" value="1"/> OK	
1 km: <input type="checkbox" value="1"/>	5 km: <input type="checkbox" value="0"/>
10 km: <input type="checkbox" value="0"/>	20 km: <input type="checkbox" value="0"/>
A.2.1.3. Anzahl und Länge der Gehölzstreifen	
Gehölzstreifen 1:	<input type="text" value="830"/> m
Gehölzstreifen 2:	<input type="text" value="830"/> m
Gehölzstreifen 3:	<input type="text" value="830"/> m
Gehölzstreifen 4:	<input type="text" value="830"/> m
Gehölzstreifen 5:	<input type="text" value="830"/> m
Gehölzstreifen 6:	<input type="text" value="0"/> m
Gehölzstreifen 7:	<input type="text" value="0"/> m
Gehölzstreifen 8:	<input type="text" value="0"/> m
Gehölzstreifen 9:	<input type="text" value="0"/> m
Gehölzstreifen 10:	<input type="text" value="0"/> m
A.2.1.4. Anordnung der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystems Schlag	
Breite der Gehölzstreifen:	<input type="text" value="12"/> zwischen den Gehölzstreifen: <input type="text" value="97"/>
Saumstreifen:	ja=1, nein=0: <input type="text" value="0"/>
	kumulierte Breite je Geh.str.: <input type="text" value="0"/>
Anzahl der Gehölzstreifen a. d. Schlag:	<input type="text" value="5"/>
Anzahl der GH-str. am Feldrand:	<input type="text" value="2"/> (max. 2)
Fläche der Gehölzstreifen (summiert):	<input type="text" value="4,9828"/> ha
Nettofläche der Ackerkulturen	<input type="text" value="35,017"/> ha
	<i>(Schlagfläche minus Fläche der Gehölzstreifen und Saumstreifen)</i>
A.2.1.5. Anbaudesign der Gehölzstreifen und der zu vergleichenden Kurzumtriebsflächen	
Gehölzart: Pappeln:	<input type="checkbox" value="1"/> (ja=1, nein=0)
Weiden:	<input type="checkbox" value="0"/> (ja=1, nein=0)
Jährlicher Zuwachs (TM/ha):	<input type="text" value="10"/>
gesamte Bewirtschaftungsdauer:	<input type="text" value="20"/> Jahre
oder Umtriebsjahre (ACHTUNG! dann Umtriebszeit=0!):	
Jahr	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> <input type="text" value="11"/> <input type="text" value="12"/> <input type="text" value="13"/> <input type="text" value="14"/> <input type="text" value="15"/> <input type="text" value="16"/> <input type="text" value="17"/> <input type="text" value="18"/> <input type="text" value="19"/> <input type="text" value="20"/>
ja/nein	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/>
Zeitabst.	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="4"/>
Faktor des zusätzlichen zeitlichen Aufwands pro Jahr längerer Umtriebszeit (nur bei manueller Einst.): <input type="text" value="1"/>	
Anzahl der Steckhölzer:	<input type="text" value="100"/> Stück in Hundert je Hektar
Kosten je Steckholz:	<input type="text" value="0,23"/> €/Stk.
	Richtpreise Steckhölzer
eigene Verfielfältigung:	Pappel <input type="text" value="0,15"/> € Weide <input type="text" value="0,04"/> €
Kauf bei Baumschule:	Pappel <input type="text" value="0,23"/> € Weide <input type="text" value="0,08"/> €

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Datengrundlage der Steckholzpreise: BOELCKE, 2006, KTBL, 2008A

Der Abschnitt A.2.1 der Abbildung 44 stellt die Eingabeseite für die Einstellungen zur Feldgeometrie und zum Anbaudesign für das AgforS-Modell dar. In Abschnitt A.2.1.1 der Abbildung 44 werden die Einstellungen zur Schlaggröße und zur Feldform vorgenommen. Das Feld „KTBL-Musterschlag“ stellt ein Prüffeld dar, in dem überprüft wird, ob die eingegebene Schlaggeometrie der des KTBL-Musterschlages entspricht. Ein KTBL-Musterschlag ist rechteckig und doppelt so lang wie breit. Wenn der Schlag von breiten Gehölzstreifen durchzogen wird, dann fallen einige Fahrten der Bewirtschaftung der Länge des Schlages nach weg, da die Bearbeitungsfläche nicht mehr so breit ist wie die des KTBL-Musterschlages.

Unterhalb der Abfragen zur Schlaggeometrie wird gefragt, ob die Bearbeitungszeit und damit die Arbeiterledigungskosten für die dazugehörigen Wendungen, die infolge der Etablierung von Gehölzstreifen wegfallen exakt abgezogen werden sollen oder über die Interpolation automatisch abgezogen werden (siehe dazu im Einzelnen Abschnitt 4.14).

In Abschnitt A.2.1.2 der Abbildung 44 wird die Hof-Feld-Entfernung des Agroforstsystemschlages abgefragt. Es gibt vier mögliche Hof-Feld-Entfernungen, die eingestellt werden können: 1 km, 5 km, 10 km oder 20 km. Die Entfernungsauswahl wird durch die Eingabe der Zahlen 0 und 1 vorgenommen, wobei 0 für „nicht ausgewählt“ und 1 für „ausgewählt“ steht. Wenn die Entfernung korrekt eingegeben wird, muss die Summe der Entfernungseinstellung 1 ergeben, dann wird dies im Kontrollkästchen rechts oben mit „OK“ angezeigt, ansonsten erscheint hier ein „Error“.

Die Anzahl und Länge der Gehölzstreifen wird in Abschnitt A.2.1.3 der Eingabemaske (Abbildung 44) eingestellt. Die Länge wird in Metern angegeben. Die Eingabe einer 0 bedeutet „kein Gehölzstreifen“. Es können ein bis zehn Gehölzstreifen berechnet werden. In Abschnitt A.2.1.4 können weitere Einstellungen bzgl. der Gehölzstreifen vorgenommen werden. Hierzu gehören die Einstellungen der Breite der Gehölzstreifen in Metern. Des Weiteren kann eingestellt werden, ob ein Saumstreifen um den Gehölzstreifen bei der Berechnung im AgforS-Modell berücksichtigt werden soll oder nicht und wie breit (einzugeben in m) diese Saumstreifen sein sollen. Darunter wird festgelegt, wie viele der Gehölzstreifen am Feldrand, bzw. in der Schlagmitte stehen sollen. Ein Kontrollfeld zeigt, wie viele Gehölzstreifen auf dem Schlag berücksichtigt werden und wie groß die Distanz zwischen den Gehölzstreifen ist. Dieser Wert kann bei der Planung des Agroforstsystems wichtig sein, um bzgl. der Maschinenbreiten den optimalen Abstand zwischen den Gehölzstreifen zu planen, bei denen die Anzahl von Restfahrten minimiert wird (siehe dazu im Einzelnen Abschnitt 4.13).

In weiteren zwei Kontrollkästchen wird die Fläche der Gehölzstreifen und der Ackerkultur auf dem Agroforstsystem angegeben (Abbildung 44).

Der Abschnitt A.2.1.5 der Abbildung 44 dient der Spezifizierung der Gehölzstreifen. Neben der zu berechnenden Gehölzart werden hier Daten zur Höhe des jährlichen Zuwachses

(in $t_{TM}/(ha \times a)$) und zu den Umtriebszeiten abgefragt. Die Abfrage der Umtriebszeiten erfolgt in einer Zeitreihe, in der für „Häckseln der Gehölze“ in den entsprechenden Kalenderjahren nach der Etablierung der Gehölzstreifen eine „1“ gesetzt wird. Die Zeitabstände, also die Umtriebszeit wird direkt unterhalb in der Kontrollleiste angezeigt. Unterhalb der Eingabe der Umtriebszeit kann der Faktor des zusätzlichen Zeitaufwands bei längeren Umtriebszeiten eingegeben werden. Der Faktor, der für keine Änderung steht, wird mit einer „1“ für 100 % eingegeben. Eine höhere Dezimalzahl bedeutet, dass aufgrund z. B. größerer Stammesdicken, die Häckseldauer bei längeren Umtriebszeiten prozentual je zusätzliches Umtriebsjahr ansteigt. Dieser Faktor wird also im AgforS-Modell mit der Umtriebszeit und dem Zeitaufwand für das Häckseln der Gehölze multipliziert. In der vorliegenden Arbeit wird bei allen Analysen der Faktor mit „1,00“ bewertet. Die Umtriebszeit in der nachfolgenden Analyse beträgt über die gesamte Bewirtschaftungszeit von 20 Jahren vier Jahre. Die Stammesdicke nach vier Jahren Umtriebszeit ist in der Durchlaufzeit des Häckslers bereits berücksichtigt.

Im Abschnitt A.2.1.5 der Eingabemaske (Abbildung 44), erfolgt die Eingabe der Anzahl der Stechhölzer. Die Anzahl der Stechhölzer wird in 100 Stück angegeben. Das heißt, dass wenn die Zahl 100 eingegeben wird, 10.000 Stechhölzer/ha im Etablierungsjahr berechnet werden. Rechts daneben werden die Kosten für die Stechhölzer bestimmt (Abbildung 44). Zur Orientierung findet sich unterhalb ein Kästchen mit den jeweiligen durchschnittlichen Preisen je Stechholz.

In Abbildung 45 ist die Eingabemaske für die Eingabe der Fruchtfolge der annuellen Ackerkulturen dargestellt. Die Fruchtfolge wird in dem schraffierten Teil des Abschnitts A.2.2 mit 1 für ausgewählt und 0 für nicht ausgewählt eingegeben. Oben rechts wird zur Kontrolle die ausgewählte, wiederkehrende Fruchtfolge angezeigt.

Abbildung 45: Eingabemaske für die Fruchtfolge der Ackerkulturen

A.2.2. Fruchtfolgeberechnung		Fruchtfolge: Winterraps-Winterweizen-Silomais-Sommergerste																			
Acker-	Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Körnermais		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silomais		0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Sommergerste		0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Winterraps		1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Winterweizen		0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Fehlerwarnung		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

In jedem Kalenderjahr kann nach Etablierung des Agroforstsystemschlages zwischen den Ackerfrüchten Körnermais, Silomais, Sommergerste, Winterraps und Winterweizen ausgewählt werden. Die Kontrollzeile „Fehlerwarnung“ zeigt an, ob die Summe der ausgewählten Ackerkulturen auf dem Schlag in dem jeweiligen Kalenderjahr eins beträgt. Wenn dies so ist, dann erscheint in der Zeile „Fehlerwarnung“ „OK“, sonst „ERROR“. Der Abbildung 45 ist zu entnehmen, dass in dem vorliegenden Beispiel die ackerbauliche Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste berechnet wird.

Im Abschnitt A.2.3 der Abbildung 46 findet die Einstellung zum Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren der Gehölzstreifen und der Ackerfrüchte auf dem Agroforstsystems Schlag statt.

Der Abschnitt A.2.3.1 enthält die Abfrage für die Auswahl und Anzahl der Erntemaschinen für die Bewirtschaftung der Gehölzstreifen und deren Durchsatz in t TM/h. Es kann zwischen dem Einsatz von Feldhäckslern und Mähhackern ausgewählt werden.

In der Auswahlbox des Abschnitts A.2.3.2 werden die berechneten Arbeitsverfahren der Gehölzstreifen anhand der Eingabe von „1“ ausgewählt, bzw. mit der Eingabe einer „0“ abgewählt. Die Feuchte des Hackgutes wird neben der Auswahlbox der Arbeitsverfahren auf Höhe der Zeile Lagerung und Trocknung bestimmt. Die obere Ziffer stellt die Feuchte bei Ernte der Hackschnitzel dar. Die untere Ziffer stellt die Feuchte der Hackschnitzel nach der Trocknung auf dem landwirtschaftlichen Betrieb dar. Die Daten sind relevant, um die Anzahl der Transporte zu bestimmen.

Abbildung 46: Eingabemaske zur Einstellung der Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren der Gehölzstreifen und der annualen Ackerkulturen auf dem Agroforstsystems Schlag - Teil 1

A.2.3. Einstellungen zum Anbauverfahren der Gehölzstreifen und Kurzumtriebsflächen						
A.2.3.1. Maschinisierung bei der Gehölzernte				Der Durchsatz t TM/h beim Mähhacker ist im Allgemeinen geringer als der des Feldhäckslers (vgl. Tabelle 4).		
Feldhäcksler:	<input type="text" value="0"/>	(ja=1, nein=0)				
Mähhacker:	<input type="text" value="1"/>	(ja=1, nein=0)				
Durchsatz pro Stunde:	<input type="text" value="20"/>	t TM/h				
Anzahl der Schlepper bei der Ernte:	<input type="text" value="3"/>	Stk.				
A.2.3.2. Arbeitsverfahren bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen						
<input type="text" value="1"/>	Bodenprobe					
<input type="text" value="1"/>	Herbizidmaßnahme ab Hof					
<input type="text" value="1"/>	Pflügen m. Anbaudrehpflug, 4 Schare, 1,40m, angebaut, 83kW					
<input type="text" value="1"/>	Pflanzenrutentransport, Paletten nur Gabelstapler, 3,0 m, 2 t					
<input type="text" value="1"/>	Pflanzenrutentransport, Dreiseitenkippanhänger, 4 t, 45kW					
<input type="text" value="1"/>	Pflanzung (je Steckholz, daher Kosten in Abhängigkeit der Anzahl)					
<input type="text" value="0"/>	Wassertransport		<input type="text" value="300"/>	Liter		
<input type="text" value="1"/>	Pappeln hacken mit Hackmaschine					
<input type="text" value="1"/>	Pappel- Weidenernte mit Mähhacker/Feldhäcksler					
<input type="text" value="1"/>	Transport des Erntegutes zum Hof (Einzustellen: "Transporteinstellungen")					Feuchte des Hackgutes:
<input type="text" value="1"/>	Pappel, Holz hackschnitzel lagern/trocknen (Einzustellen: "Lagerung und Trocknung")					
<input type="text" value="0"/>	Hackschnitzeltransport vom Hof zum Kunden (Einzustellen: "Transporteinstellungen")					<input type="text" value="50%"/>
<input type="text" value="1"/>	PK-Dünger ab Hof streuen, loser Dünger					<input type="text" value="20%"/>
A.2.3.3. Transporteinstellungen						
1. Tr 2. Tr 1=ja, 0=nein						
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	=> 8 t, 67 kW, Dreiseitenkippanhänger				
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	=> Doppelzug je 14 t, 83 kW, Dreiseitenkippanhänger				
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	=> Doppelzug je 18 t, 102 kW, Dreiseitenkippanhänger				
OK OK Die Summe aus den Spalten darf 0 oder 1 betragen.						
A.2.3.4. Dichte der Hackschnitzel						
			Schüttdichte		Feuchte nach	
	Wassergehalt	Berechnet mit	kg/Srm ³	berechnet: kg/Srm ³	Ernte	Lagerung
Pappel	erntefrisch	51-58 %	0,55	338-347	342	50% 20%
	absolut trocken			136-139	138	50% 20%
Weide	erntefrisch	47-54%	0,5	315-335	325	50% 20%
	absolut trocken			148-167	155	50% 20%
A.2.3.5. Kosten der Wiedereinliederung der Gehölzstreifen						
			<input type="text" value="1300"/>	€/ha		
A.2.3.6. Einstellungen der Trocknung						
Auswahl der Lagerung und Trocknung:						
Transport zum Lager berechnen:	<input type="text" value="1"/>	Freilagerung		Rundholzhalle		
Lagerbeschickung + Lagerkosten:	<input type="text" value="1"/>	ohne Bodenplatte	mit Bodenplatte	Altgebäude	ohne Bodenplatte	mit Bodenplatte
Auswahl: 0=nein, 1=ja:		<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Daten zur Feuchte: BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT

Die Einstellungen zur Berechnung des Transportes erfolgen in den Abschnitten A.2.3.3 und A.2.3.4 der Abbildung 46. Im Abschnitt A.2.3.3 werden die Anzahl und die Mechanisierung der Transporte, die durch den Landwirt vorgenommen werden, eingestellt. Der erste Transport erfolgt vom Feld zur Lagerstätte, wo die Holz hackschnitzel getrocknet werden. Der zweite optionale Transport erfolgt vom Lagerplatz zum Kunden, bzw. zum

Blockheizkraftwerk des Landwirtes. Um die unterschiedlichen Dichten des frischen, bzw. getrockneten Holzhackgutes berechnen zu können, erfolgt in Abschnitt 2.3.4 die Einstellung der Feuchte und Schüttdichte (kg/m^3) des Holzhackgutes in frischem und in getrocknetem Zustand. Zur Berechnung des Transportgewichtes der Holzhackschnitzel ist die exakte Angabe der Feuchte der Holzhackschnitzel beim ersten Transport erforderlich. Die Feuchte wird neben der Angabe der durchschnittlichen Feuchtegehalte der Holzhackschnitzel nach der Ernte als Dezimalzahl angegeben. Die für den Transport zu berechnende Schüttdichte kg/m^3 wird in der Spalte neben der Angabe der durchschnittlichen Schüttdichten von frischen und getrockneten Holzhackschnitzeln angegeben.

In Abschnitt 2.3.5 der Eingabemaske in Abbildung 46 werden die Arbeitserledigungskosten für die Wiedereingliederung der Gehölzstreifen und Kurzumtriebsplantagen abgefragt. Sie werden in den nachfolgenden Berechnungen mit 1.300 €/ha (BOELCKE, 2006) berechnet.

Als Nächstes wird in Abschnitt 2.3.6 der Abbildung 46 festgelegt, welche Methode der Lagerung und Trocknung der Landwirt durchführt. Hierzu gibt es links neben der Auswahlbox zwei Kontrollkästchen, die anzeigen, ob der Transport zum Lager und die Lagerhaltung in Abschnitt A.2.3.2 ausgewählt wurden. Bei der Auswahl der Methode der Trocknung steht „1“ für ausgewählt und „0“ für nicht ausgewählt.

Abbildung 47 stellt den zweiten Teil der Eingabemaske zur Einstellung zum Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren der Landnutzungsalternativen dar. Es wird insbesondere auf die Eingabe der Wendungen eingegangen, welche in Abschnitt 2.3.7 der Eingabemaske definiert werden. Die Liste der Wendungen reiht die Geschwindigkeit und den Zeitaufwand für jeweils eine Wendung in Minuten auf. Die vorgegebenen Daten stellen Durchschnittsdaten aus dem KTBL (2009B) dar.

Abbildung 47: Eingabemaske für die Einstellungen zum Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren der Gehölzstreifen und der annualen Ackerkulturen auf dem Agroforstsystems Schlag – Teil 2

A.2.3.7. Einstellungen der Wendungen		
Arbeitsverfahren	km/h	Wendungen (Min.)
Pflügen	5,8	0,6
Eggen, Scheibeneggen	7,9	0,3
Schwergrubber	7,4	0,4
Kompost streuen	4	0,8
Gülleausbringung	7,3	0,4
Mineraldünger streuen, Ammonium-Harnstofflösung - breit/viel	7,8	0,4
Einzelkornsaat	5	0,4
Pflanzenschutzspritung	7	0,6
Mähdrusch, 35 dt/ha, Raps oder Sonnenblumen	3,8	0,8
Mähdrusch, Getreide	4	0,3
Körnermais und CCM-Ernte, Pflückvorsatz	5,7	0,3
Silomais häckseln, mittlerer Ertrag mittlere Häckselleistung	5,4	0,5
Mähen, Kreiselmäherwerk (mit Aufberiter)	9,5	0,3
A.2.3.8. Anzahl der Vorgewenderunden bei der Bearbeitung der Ackerkulturen		
Durch die Vorgewenderunden verkürzte Restfahrten (m):	64	Dadurch berechneter Multiplikationsfaktor für Restfahrten zur Berücksichtigung von Vorgewenden (Ausschluß):
(Die Länge der Restfahrten werden in dieser Einstellung um die Summe der Breite der Vorgewendefahrten verkürzt.)		0,9

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Datenquelle: KTBL, 2009B

In Abschnitt 2.3.8 der Abbildung 47 werden die Anzahl und Breite der Vorgewenderunden auf dem Agroforstsystem dargestellt. Um diese kumulierte Breite aller durchzuführenden Vorgewenderunden sollte die Länge der Gehölzstreifen in Eingabemaske 2.1.3 (Abbildung 44) reduziert werden.

Es befindet sich in Abschnitt 2.3.8 des Weiteren der Reduktionsfaktor für Restfahrten zur Berücksichtigung von Vorgewendeflächen. Mit diesem Faktor kann die Zeitaufwendung für die Durchführung der Restfahrten aufgrund der kürzeren Gehölzstreifen als der Schlag lang ist und der geringeren Bewirtschaftungsintensität bei der Durchführung von Restfahrten, prozentual verkürzt werden. Hier beträgt der Faktor 0,9, da die Gehölzstreifen und damit die Baumreihen ca. 10 % kürzer sind als der Schlag lang ist.

Der Abschnitt A.2.4.1 der Eingabemaske in Abbildung 48 dient der Einstellung und Überprüfung der eingegebenen Direktkosten. Wie in den Abbildungen 42 und 43 dargestellt wurde, werden die Direktkosten zur Berechnung der Jahreskosten (€/ha) der annualen Ackerkulturen und der Gehölzstreifen im AgforS-Modell einbezogen. Des Weiteren wird in der Tabelle des Abschnitts A.2.4.1 abgefragt, welche Intensitätsstufe beim Herbizideinsatz bei der Bewirtschaftung der Kurzumtriebsgehölze bei der Berechnung berücksichtigt werden soll.

Abbildung 48: Eingabemaske zur Einstellung der Direktkosten und weiterer Faktorkosten im AgforS-Modell

A.2.4. Direktkosten, weitere Faktorkosten			
A.2.4.1. Fruchtfolge-, und Gehölzstreifen-Direktkosten			
Kalkammonsalpeter (27 % N), lose	0,32	€/kg	
Gülle, Rind	0,00	€/m ³	
Diammonphosphat	0,62	€/kg	
Wasser	2,50	€/m ³	
Mais Herbizid Intensitätsstufe 2	65,00	€/ha	
Sommergerste Herbizid Intensitätsstufe 2	35,00	€/ha	
Sommergerste Fungizid Intensitätsstufe 2	34,00	€/ha	
Winterweizen Fungizid Intensitätsstufe 2	56,00	€/ha	
Winterweizen Herbizid Intensitätsstufe 2	43,00	€/ha	
Winterweizen Insektizid Intensitätsstufe 2	12,00	€/ha	
Winterraps-Fungizid Intensitätsstufe 2	19,00	€/ha	
Winterraps-Herbizid Intensitätsstufe 2	63,00	€/ha	
Winterraps-Insektizid Intensitätsstufe 2	15,00	€/ha	
Hagelversicherung	8,23	€/1.000€ Versicherungswert	
Versicherungswert Winterweizen:	1099,87	€/ha	
Versicherungswert Silomais:	1305,00	€/ha	
Versicherungswert Körnermais:	1383,43	€/ha	
Kohlensaurer Kalk	22,50	€/t	
Mais Hybrid-Saatgut	80,20	€/t	
Sommergerste Z-Saatgut lose	0,51	€/kg	
Sommergerste Nachbau-Saatgut	0,25	€/kg	
Winterweizen Z-Saatgut	0,41	€/kg	
Winterweizen Nachbau-Saatgut	0,22	€/kg	
Winterraps-Z-Saatgut	12,30	€/kg	
PK-Dünger (12 % P2O5, 24 % K2O); lose	0,34	€/kg	
PK-Dünger (18 % P2O5, 10 % K2O); lose	0,33	€/kg	
Winterweizen Wachstumsregler Intensitätsstufe 2	2,00	€/kg	
P ₂ O ₅ (Pappelanbau)	0,51	€/kg	
K ₂ O (Pappelanbau)	0,40	€/kg	
Preis Pappelstecklinge:	0,15	Stück	
Preis Weidenstecklinge:	0,10	Stück	
Herbizide KUP Intensität niedrig	40,00	€/ha	Auswahl (ja=1): 1
Herbizide KUP Intensität mittel	80,00	€/ha	Auswahl (ja=1): 0
A.2.4.2. Weitere Faktorkosten			
Diesel:	1,1	€/l	
Schmieröl:	2	€/l	Faktor Verbrauch Schmieröl: 0,01 (abhängig ist d. Dieserverbrauch)
Lohn / Arbeitskraft:	15	€/h	
Zinssatz (Prozent):	4	%	

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG mit Daten von: BOELCKE, 2006, KTBL, 2009A, KTBL, 2010, LFL, 2006, STOLZENBURG, 2006.

In Abschnitt A.2.4.2 der Abbildung 48 werden die Kosten für Diesel und Lohn festgelegt. Darüber hinaus werden in dem Abschnitt der Verbrauch und der Preis für Schmieröl eingegeben. Außerdem kann hier der kalkulatorische Zinssatz verändert werden.

Der Abschnitt A.2.4.3, der in Abbildung 49 dargestellt ist, dient der Einstellung der Verkaufspreise, welche zur Berechnung der Leistung des Agroforstsystems (Abbildung 41)

notwendig sind. Die Preise können über den Preisfaktor variiert werden. Der Preisfaktor ist als Dezimalzahl anzugeben: 1,05 bedeutet bspw. eine Preissteigerung von 5 %.

Abbildung 49: Eingabemaske zur Einstellung der Verkaufspreise im AgforS-Modell

A.2.4.3. Verkaufspreise				Verkaufsmengen	
Verkaufspreise:	Durchschnittspreis	Preisfaktor	revidierter Preis	Erträge	ME
Körnermais:	14,16 €/dt		14,16 €/dt	97,7	dt/ha
Silomais:	3 €/dt	1	3 €/dt	435	dt/ha
Sommergerste:	16,26 €/dt		16,26 €/dt	59,2	dt/ha
Winterraps:	31,35 €/dt		31,35 €/dt	33,5	dt/ha
Winterweizen:	13,94 €/dt		13,94 €/dt	78,9	dt/ha
Gehölz:	81,75 €/t TM		81,75 €/t TM	Eingabe Seite vor	

Die Preise nach Multiplizierung mit dem Preisfaktor stellen in der Ergebnisübersicht die Preise 100 % dar. Die Preisniveaus für die Sensitivitätsanalyse auf der Ergebnisseite werden nachfolgend festgelegt:

Hier werden die zehn Preisniveaus (prozentual) angegeben: 0,25 0,50 0,75 1,00 1,25 1,50 1,75 2,00 2,25 2,50

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Unterhalb der Eingabe der Verkaufspreise können weitere Preisniveaus prozentual angegeben werden. Anhand dieser Preisniveaus können auch evtl. Ertragsveränderungen infolge des Anbaus in unterschiedlichen Landnutzungsalternativen, wie bspw. das Agroforstsystem eine ist, anhand einer Preisveränderung simuliert und verglichen werden. Dies ist möglich, da die Leistung der Ackerkulturen das Produkt aus Menge und Preis darstellt (Vgl. Abbildung 41). In Abbildung 49 wurden steigende Preise, bzw. Ertragsmengen von 0,25 % bis 2,5 % angegeben. Diese zusätzlichen Preisniveaus dienen der beschriebenen Sensitivitätsanalyse.

4.5 Definition der Arbeitserledigungskosten

Bei den Arbeitserledigungskosten handelt es sich um Kosten, die bei der Erledigung von allen Arbeitsschritten in den Produktionsverfahren anfallen. Die Arbeitserledigungskosten umfassen dabei betriebsinterne sowie auch -externe Mittel. Bei betriebsinternen Mitteln werden Arbeitskräfte, Maschinen und Geräte, welche sich in Allein-, Teil- oder Gemeinschaftseigentum befinden oder geleast sind, verstanden. Betriebsexterne Mittel, welche zu den Arbeitserledigungskosten zählen, umfassen Aushilfsarbeitskräfte, die zu speziellen Arbeiten kurzfristig angestellt sind, sowie Aushilfen anderer landwirtschaftlicher Betriebe, die in Verbindung mit Fremdmaschineneinsatz Arbeiten auf dem landwirtschaftlichen Betrieb verrichten. Des Weiteren handelt es sich bei Lohnmaschinen

und Lohngeräten (wie Mietmaschinen von anderen landwirtschaftlichen Betrieben, Maschinenringen oder Lohnunternehmern) um betriebsexterne Mittel, die in den nachfolgenden Berechnungen als Arbeiterledigungskosten berücksichtigt werden (REISCH, 1983).

4.6 Anfallende Direktkosten

Direktkosten fallen sowohl beim Anbau von Ackerfrüchten als auch beim Anbau von Gehölzstreifen an. In diesem Abschnitt wird zunächst auf die im ökonomischen Modell verwendeten Direktkosten der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ eingegangen, bevor die Direktkosten der Gehölzstreifen dargestellt werden. Zu den Direktkosten zählen die Kosten für Dünger, Saatgut und Pflanzenschutzmittel (LFL, 2006). Die Direktkosten, die in den Berechnungen im AgforS-Modell berücksichtigt wurden, werden in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Verbrauch von Düngern und Saatgut der Landnutzungsalternative annuelle Ackerkultur je ha

	Sommergerste	Silomais	Körnermais	Winterraps	Winterweizen
Saatgut	140 kg/ha	2,2 Einheiten	2 Einheiten	3 Einheiten	180 kg/ha
Kalkammonsalpeter	310 kg/ha	400 kg/ha	240 kg/ha	440 kg/ha	640 kg/ha
Diammonphosphat	---	---	80 kg/ha	---	---
Wasser	600 l/ha	600 l/ha	600 l/ha	900 l/ha	---
Kohlensaurer Kalk	3 t/ha	3 t/ha	3 t/ha	3 t/ha	3 t/ha
PK-Dünger	320 kg/ha	500 kg/ha	---	360 kg/ha	400 kg/ha
Gülle (Rind)	---	15 m ³ /ha	15 m ³ /ha €	---	---

Quelle: KTBL, 2009A

Die Mengen und Preise für die Dünger und Pflanzenschutzmittel sowie für das Saatgut entstammen der online-Datensammlung 2009/2010 des KTBL (KTBL, 2009A) und sind in Tabelle 12 pflanzenspezifisch unter Annahme eines mittleren Ertragsniveaus (Vgl. Tabelle 15) angegeben.

Tabelle 12: Direktkosten der Fruchtfolgeglieder der Landnutzungsalternative annuelle Ackerkulturen in €/ha

Kosten in €/ha	Sommergerste	Silomais	Körnermais	Winterraps	Winterweizen
Saatgut	61,00 €	176,44 €	160,40 €	40,59 €	62,40 €
Kalkammonsalpeter	99,20 €	128,00 €	76,80 €	140,80 €	204,80 €
Diammonphosphat	---	---	49,60 €	---	---
Wasser	1,50 €	1,50 €	1,50 €	2,25 €	---
Herbizid	35,00 €	65,00 €	65,00 €	---	43,00 €
Fungizid	34,00 €	---	---	---	56,00 €
Insektizid	---	---	---	---	12,00 €
Kohlensaurer Kalk	67,50 €	67,50 €	67,50 €	67,50 €	67,50 €
PK-Dünger	105,60 €	170,00 €	---	118,80 €	132,00 €
Gülle (Rind)	---	0,00 €	0,00 €	---	---
Wachstumsregler	---	---	---	---	2,00 €

Quelle: KTBL, 2009A

Des Weiteren werden Beiträge für die Hagelversicherung in Höhe von 8,23 €/1.000 € Versicherungswert berücksichtigt (LFL, 2006). Der Versicherungswert €/ha ist abhängig von den Produktionskosten der einzelnen Produktionsverfahren. Der Versicherungswert in €/ha ist in Tabelle 13 für die einzelnen Produktionsverfahren dargestellt.

Tabelle 13: Versicherungswert der Produktionsverfahren bzgl. der Ackerfrüchte

	Sommergerste	Silomais	Körnermais	Winterraps	Winterweizen
Versicherungswert (in €/ha)	968,59	1.305	1.383,43	1.050,23	1.099,87
Daraus resultierende Versicherungsbeiträge (€/ha)	7,97	10,74	11,39	8,64	9,05

Quelle: EIGENE BERECHNUNG, Datenquelle: KTBL, 2009A.

Die Direktkosten für den Anbau der Kurzumtriebsgehölze errechnen sich in Abhängigkeit der verwendeten Mengen. Da die Erträge der Kurzumtriebsgehölze in dem vorliegenden Modell bzgl. der Art der Kurzumtriebsgehölze unterschiedlich hoch sind, werden nachfolgend die zu berechnenden Kosten je Stück oder Mengeneinheit dargestellt.

Beim Anbau von Gehölzstreifen entstehen Direktkosten durch das Pflanzgut, Herbizide, das Wasser für die Pflanzenschutzmittelausbringung und die Düngemittel. Die Bewertung des Pflanzgutes variiert in Abhängigkeit von der Art und Menge des Pflanzgutes. Wie in Abschnitt 2.3.2 der vorliegenden Arbeit dargestellt wurde, ist die Menge des Pflanzgutes abhängig vom Produktionsziel und der damit verbundenen Wahl der Umtriebszeiten. Bei längeren

Umtriebszeiten wird i. d. R. weniger Pflanzgut benötigt als bei kürzeren Umtriebszeiten. Des Weiteren variiert der Produktpreis für das ausgewählte Pflanzgut. In der vorliegenden Arbeit wird mit Steckhölzern gerechnet. Die Stückkosten für Steckhölzer sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Ankaufpreise des Pflanzgutes der Gehölzstreifen

	Einkauf von Baumschulen		Hofeigene Vermehrung	
	Pappelsteckholz	Weidensteckholz	Pappelsteckholz	Weidensteckholz
Stückpreis in €	0,23	0,08	0,15	0,04

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Datenquelle: RUSCHER, 2009; HOFEIGENE VERMEHRUNG: BOELCKE, 2006.

Herbizide sollten bei der Vorbereitung der Pflanzung am Anfang besonders auf Flächen mit einer üppigen Ackerbegleitflora ausgebracht werden. Die Menge und der Einsatz von Herbiziden sind dabei unabhängig von den Zuwachsraten und dem Produktionsziel.

Die verwendeten Mengen an Düngemitteln werden nach dem Verbrauch der jeweiligen Kurzumtriebsgehölze berechnet. Nach STOLZENBURG (2006) liegt der Verbrauch bei Pappelholz der Sorte Max bei 1,9 kg/t TM P₂O₅ und 3,8 kg/t TM K₂O. Diese Mengen werden bei den Berechnungen der Wettbewerbsfähigkeit der Agroforstsysteme im AgforS-Modell berücksichtigt.

4.7 Produktpreise

Bei den Berechnungen im AgforS-Modell werden die mittleren Ertragsniveaus, welche in der Datensammlung 2009/2010 (KTBL, 2009 A) publiziert wurden, berücksichtigt. In Tabelle 15 sind neben den Mengen der mittleren Ertragsniveaus aus der Datensammlung 2009/2010 (KTBL, 2009A), die angenommenen Verkaufspreise (€/dt) dargestellt.

Die Verkaufsmenge der Holzhackschnitzel und Ackerfrüchte stellt die Erntemenge nach Lagerung und Trocknung abzüglich Lagerungs- und Trocknungsverlusten dar (KTBL, 2009 A).

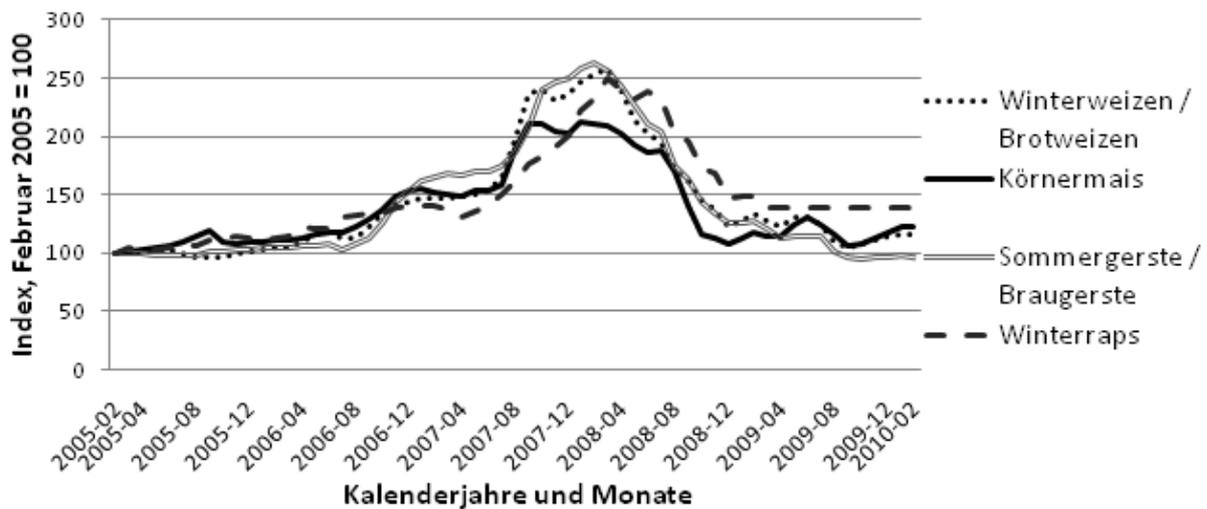
Tabelle 15: Erträge und Verkaufspreise der Ackerfrüchte

Ackerfrucht	Mittlere Ertragsmenge (dt/ha)	Mittlere Verkaufsmenge (dt/ha)	Angenommene Verkaufspreise (€/dt)
Körnermais	120	97,7	12,73
Silomais	500	435	3,00
Sommergerste/Braugerste	60	59,2	14,71
Winterraps	35	33,5	27,43
Winterweizen/Brotweizen	80	78,9	13,24

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Mengengerüste des KTBL, 2008; Preise: EIGENE BERECHNUNG auf Datengrundlage des STATISTISCHEN BUNDESAMTES, 2010; Preis für Silomais nach BÖHMER, 2009.

Die Verkaufspreise für Körnermais, Sommergerste / Braugerste, Winterraps und Winterweizen / Brotweizen stellen das arithmetische Mittel für die monatlich festgestellten Verkaufspreise (€/dt) aus dem Zeitraum Februar 2005 bis Februar 2010 dar und wurden dem statistischen Bundesamt (2010) entnommen. Dieser Zeitraum ist, wie in Abbildung 50 dargestellt, durch einen starken Preisanstieg aufgrund erhöhter Nachfrage nach Rohstoffen in den Jahren 2006-2008 und von der in der nachfolgenden Banken- und Wirtschaftskrise ausgehenden Preiskonsolidierung gekennzeichnet.

Abbildung 50: Relative Preisentwicklung von Winterweizen, Körnermais, Sommergerste und Winterraps von 02.2005-02.2010



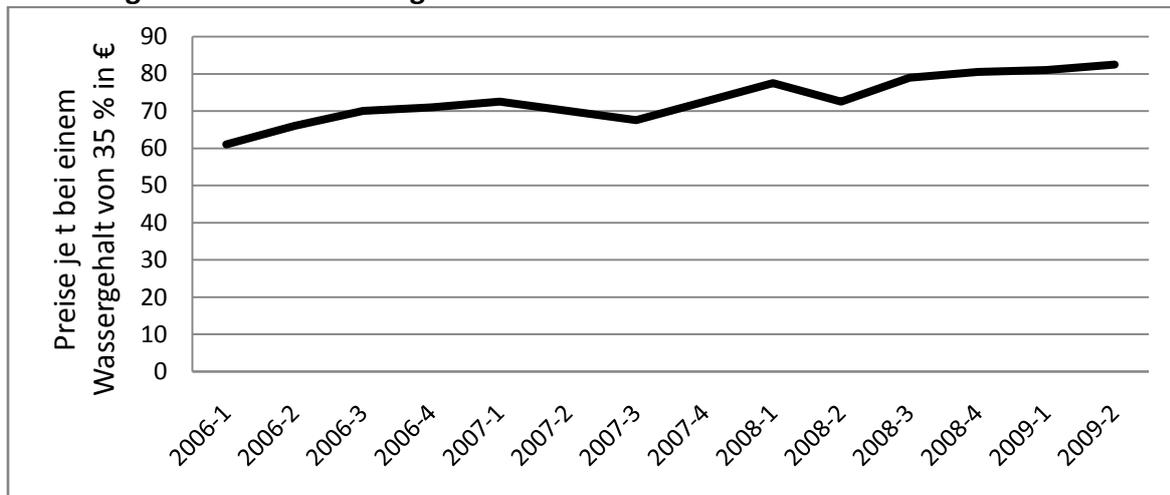
Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN anhand von Daten: STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010

Für Silomais hat sich kein flächendeckender Markt etabliert. Der Preis für Silomais ist abhängig von den Abnehmern des Silomais, welche zum großen Teil regionale Biogasanlagen

betreiben und den Silomais als Substrat benötigen. Der hier angenommene Silomaispreis liegt bei 3,00 €/dt (BÖHMER, 2009, VON LEHMEN, 2009, TOEWS, 2008).

Die Preisfeststellung der Ackerfrüchte erfolgte aufgrund der starken preislichen Schwankungen über einen längeren Zeitraum, die Preisfeststellung der Holzhackschnitzel erfolgt über einen kürzeren Zeitraum, da es bei der preislichen Entwicklung der Holzhackschnitzel nicht zu solch starken Preisschwankungen kam, sondern zu einem mittelfristigen, ansteigenden Trend, wie ihn Abbildung 51 darstellt.

Abbildung 51: Preisentwicklung von Holzhackschnitzeln zwischen 2006 und 2009



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Datenquelle: C.A.R.M.E.N., 2010

Der Preis von Holzhackschnitzeln in Deutschland ist, wie in Abbildung 51 dargestellt, während des Zeitraums des starken Preisanstiegs bei Ackerkulturen und der nachfolgenden Preiskonsolidierung relativ stetig gestiegen. Die Preissteigerung in dem Zeitraum vom ersten Quartal 2006 bis zum zweiten Quartal 2009 betrug 35,3 %.

Da der Trend eine Preissteigerung mit einem hohen Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,83$ zeigt, wird für das hier angewandte ökonomische Modell von einem Preis im oberen Bereich ausgegangen. Daher wurde bei der Preisfindung ausschließlich das Kalenderjahr 2009 berücksichtigt, in dem ein Durchschnittspreis von 81,75 €/t bei einem Wassergehalt von 35 % vorlag. Dieser Durchschnittspreis wird im Folgenden für die ökonomische Berechnung eingesetzt.

4.8 Wahl der Fruchtfolgen und der Gehölzarten

In einem Agroforstsystem werden Fruchtfolgen annueller Ackerkulturen und Gehölzstreifen auf einem Schlag gemeinsam angebaut. In der vorliegenden Arbeit werden drei annuelle Fruchtfolgen analysiert, die in diesem Abschnitt spezifiziert werden.

Bei der Wahl der Fruchtfolgen findet die Fruchtwechselregel Anwendung, nach der nach einer Blattfrucht eine Halmfrucht folgt (BRINKMANN, 1950). Neben den viergliedrigen Fruchtfolgen

Winterraps – Winterweizen – Körnermais – Sommergerste
und
Winterraps – Winterweizen – Silomais – Sommergerste

wird auch über den gesamten Bewirtschaftungszeitraum der Kurzumtriebsgehölze von 20 Jahren durchgängig angebaute Silomais analysiert. Die Silomais-Monokultur wird vor dem Hintergrund der zunehmenden Biogasanlagendichte in verschiedenen Regionen Deutschlands betrachtet. Für Biogasanlagen wird vorzugsweise Silomais als Coferment nachgefragt (STRAUß, 2009).

Für die Bewirtschaftung von Kurzumtriebsholz auf Kurzumtriebsschlägen, wie auch in den Gehölzstreifen von Agroforstsystemen, sind der Anbau von Weide, Aspe, Robinie, Schwarzerle und Pappelhybride wirtschaftlich interessant. Besonders interessant sind Pappelhybride, insbesondere Balsampappeln und schnellwachsende Weidenarten (HOFMANN, 2007, HECK, 2008).

Daher werden bei den Berechnungen zur Wettbewerbsfähigkeit der Landnutzungsalternativen Kurzumtriebsplantage und Gehölzstreifen im AgforS-Modell der Anbau von Pappeln und Weiden berücksichtigt.

4.9 Preisszenarien

In Abschnitt 4.7 wurde auf die Methode der Preisgestaltung für die Verkaufspreise der landwirtschaftlichen Produkte eingegangen. Unter Verwendung unterschiedlicher Preisszenarien wird verdeutlicht, wie wettbewerbsfähig ein Agroforstsystem gegenüber den Landnutzungsalternativen „Kurzumtriebsplantage“ und „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ bei unterschiedlichen Preisniveaus ist. Hieraus lassen sich Trends ablesen, wie sich die Bodenrente eines Agroforstsystems in der Zukunft bei steigenden bzw. sinkenden Preisen gegenüber den Bodenrenten der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ oder „Kurzumtriebsplantage“ entwickeln würde und welche Konsequenzen das für die relative Vorzüglichkeit eines Produktionsverfahrens hätte.

Tabelle 16: Preisszenarien für Produkte des Agroforstsystems

	Die Preise der Ackerfrüchte und Kurzumtriebsholz verändern sich gleichermaßen	Der Preis der Ackerfrüchte verändert sich, der Preis von Kurzumtriebsholz bleibt konstant
Preissteigerungen	0 % bis +20 % und 0 % bis -20 % in 5 %-Schritten	

Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

4.10 Ertragsszenarien

Wie bereits im Abschnitt 4.7 dargelegt, entsprechen die Erträge der annuellen Ackerkulturen den durchschnittlichen Erträgen, die in der Datensammlung 2009/2010 (KTBL, 2009A) publiziert wurden. Die Erträge der Kurzumtriebsgehölze auf den Gehölzstreifen werden in Tabelle 17 dargestellt, die Erträge der annuellen Ackerkulturen werden zusammen mit den Verkaufsmengen in Tabelle 15 (Vgl. Abschnitt 4.7) dargestellt. Die jährlichen Wachstumsraten der Kurzumtriebsgehölze werden in $t_{TM}/(ha \times a)$ dargestellt. Es handelt sich hierbei noch nicht um die Verkaufsmengen, da Trocknungsverluste noch abgezogen werden müssen. Die Höhe der Trocknungsverluste ist abhängig vom Trocknungsverfahren (Vgl. Abschnitte 4.3 und 4.4, Abbildung 46).

Die Erträge der Kurzumtriebsgehölze entsprechen den im Literaturteil angegebenen durchschnittlichen Ertragsmengen.

Tabelle 17: Jährliche Erträge der Kurzumtriebsgehölze

Landwirtschaftliches Produktionsverfahren	Ertrag pro Jahr in t TM/ha
Weiden	8
Pappeln	10

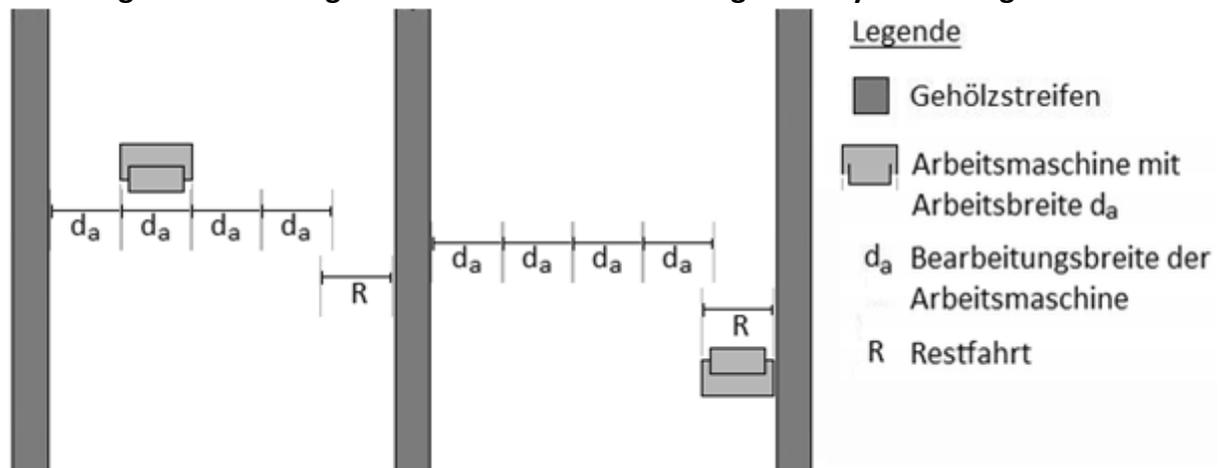
Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Da auf einem Agroforstsystem die Erträge der annualen Ackerkulturen durch die etablierten Gehölzstreifen beeinflusst werden (Kapitel 2 und 3), wird in der Sensitivitätsanalyse (Abschnitt 5.5) mit unterschiedlichen Ertragsmengen der annualen Ackerkulturen gerechnet.

4.11 Modellierung zusätzlicher Restfahrten

Auf einem Agroforstsystems Schlag wird die Fläche mit Gehölzstreifen durchzogen und damit in Parzellen aufgeteilt. Immer dann, wenn die Parzellenbreite nicht einem ganzzahligen Vielfachen der Arbeitsbreite des jeweiligen Bearbeitungsgerätes entspricht, entstehen Restfahrten (Abbildungen 52 und 53).

Abbildung 52: Entstehung von Restfahrten auf einem Agroforstsystems Schlag



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Um die Anzahl der Restfahrten zu minimieren, sollten die Abstände zwischen den Gehölzstreifen ein vielfaches Ganzes der Arbeitsbreiten der Arbeitsgeräte betragen. Dies gelingt jedoch nicht in allen Fällen, weil die unterschiedlichen Arbeitsgeräte unterschiedliche Arbeitsbreiten aufweisen. Darüber hinaus werden Agroforstflächen über einen langen Zeitraum hinweg genutzt, der in der vorliegenden Arbeit mit 20 Jahren beziffert ist. In dieser

Zeitspanne dürften produktionstechnische Veränderungen eintreten. Z. B. werden Maschinen ersetzt. Bei neuen Maschinen verändert sich oftmals die Arbeitsbreite.

Zudem wachsen die Kurzumtriebsgehölze nicht nur in die Höhe, sondern auch in die Breite, was das Planen der optimalen Arbeitsbreiten erschwert. Bei der Ernte von Sommergerste auf dem Versuchsschlag in Dornburg wurden 7,5 m breite Schneidwerke in 48 m, 96 m und 144 m breiten Parzellen eingesetzt, was zu Restfahrten führte. Dies wird in Abbildung 53 dargestellt.

Abbildung 53: Entstehung von Restfahrten



Quelle: EIGENES FOTO, EIGENE DARSTELLUNG

Angenommen wird im Folgenden, dass eine Restfahrt genau so lange dauert, wie eine volle Bearbeitungsfahrt. Dadurch kann die Dauer einer Restfahrt durch Anwendung einer Dreisatzrechnung, wie nachfolgend beschrieben, berechnet werden.

Das KTBL veröffentlicht jedes Jahr Daten zu den errechneten Arbeitserledigungskosten der Bewirtschaftung annueller Ackerkulturen auf den KTBL-Musterschlägen. Hierzu kann in der Onlinedatenbank der Datensammlung 2009/2010 (KTBL, 2009 A) die Hof-Feld-Entfernung auf minimal 1 km eingestellt werden. Maximal kann die Schlaggröße 80 ha ausgewählt werden. Einflüsse wie Wege- und Rüstzeiten, die sich auf die Arbeitserledigungskosten (€/ha) auswirken, werden mit dieser Kombination aus Schlaggröße und Hof-Feld-Entfernung minimiert. Daher werden Wege- und Rüstzeiten im nachfolgenden Modell nicht weiter berücksichtigt.

Im Folgenden wird beschrieben, wie die Restfahrten im AgforS-Modell berechnet werden. Im AgforS-Modell wird die Schlagbreite des 80 ha großen KTBL Musterschlages (doppelt so lang wie breit), welcher nur 1 km vom Hof entfernt ist, durch die jeweilige Arbeitsbreite der am Arbeitsverfahren beteiligten Maschine auf dem Schlag dividiert. So erhält man die Anzahl der Fahrten auf dem berechneten Schlag. Die Bearbeitungszeit des jeweiligen Arbeitsverfahrens je Hektar wird durch die Anzahl der auf dem Schlag gefahrenen Strecken dividiert. Daraus resultiert die Bearbeitungszeit von jeder auf dem Feld gefahrenen Strecke. Dieser Wert wird mit der Anzahl, der durch den Anbau des Agroforstsystems entstandenen Restfahrten multipliziert.

Bei der Multiplikation von der Bearbeitungszeit je Strecke auf dem Feld und der Anzahl der anfallenden Restfahrten fließt der Faktor zur Berücksichtigung von Vorgewende ein (Vgl. Abbildung 47, Eingabemaske A.2.3.8). Mit diesem Multiplikator wird die Fläche für Vorgewende auf dem Schlag abgezogen. Der Multiplikator wird wie in Formel 17 dargestellt, berechnet:

Formel 17: Faktor zur Berücksichtigung von Vorgewende bei Restfahrten

$$FBV = (F_L - VORG_B * 2 * ANZ_{VORG}) / F_L$$

Darin sind:

FBV = Faktor zur Berücksichtigung von Vorgewende bei Restfahrten;

F_L = Länge des Schlages in m;

$VORG_B$ = Breite des gehölzstreifenfreien Vorgewendes an den Kanten des Schlages in m;

ANZ_{VORG} = Anzahl der Vorgewende.

Das daraus resultierende Ergebnis wird anschließend, wie in Formel 18 dargestellt, durch die Schlaggröße dividiert. Somit wird die Bearbeitungszeit je ha berechnet. Anschließend werden die Arbeiterledigungskosten dieser zusätzlichen Bearbeitungszeit anteilig zu den Arbeiterledigungskosten des Produktionsverfahrens hinzuaddiert.

Mit Formel 18 wird die gesamte Berechnung der Restfahrten durchgeführt. Die numerischen Ergebnisse für die betrachteten Ackerkulturen sind in Anhang A.4.1.7. dargestellt. Im Beispiel 1 wird Formel 18 angewendet.

Formel 18: Berechnung der Restfahrten

$$AE_{Rest} = (t_{AS} * LOHN + ABF + REP + BST) / (AUFR. (B_{AFS}/B_{AS})) * ANZ_{Rest}$$

Darin sind:

AE_{Rest} = Arbeitserledigungskosten der Restfahrten;

t_{AS} = Bearbeitungszeit des jeweiligen Arbeitsverfahrens in h/ha;

$LOHN$ = Lohnsatz in €/h;

ABF = Nutzungsbedingte Abschreibungen in €/ha;

REP = Reparaturen in €/ha;

BST = Betriebsstoffe in €/ha

$AUFR.$ = Aufrunden des Terms ohne Kommastellen;

B_{AFS} = Breite des Schlages in m;

B_{AS} = Arbeitsbreite der Arbeitsmaschine des spezifischen Arbeitsverfahrens in m;

ANZ_{Rest} = Anzahl der zusätzlichen Restfahrten auf dem gesamten Agroforstsystemschlag.

Beispiel 1: Rechenbeispiel zur Berechnung zusätzlicher Arbeitserledigungskosten infolge von Restfahrten

Auf einem Agroforstsystem mit drei Gehölzstreifen in der Mitte des Schlages entstehen drei zusätzliche Restfahrten. Im Beispiel werden die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten infolge zusätzlicher Restfahrten des Arbeitsverfahrens Eggen im Produktionsverfahren Sommergerste (Vgl. Anhang A.4.1.7.3) berechnet.

$$\begin{aligned} AE_{Rest} &= (0,29 \text{ h/ha} * 15 \text{ €/h} + 5,26 \text{ €/ha} + 6,00 \text{ €/ha} + 5,60 \text{ €/ha}) / \\ &\quad (AUFR. (447,23 \text{ m} / 5 \text{ m}) * 3) \\ &= 0,71 \text{ €/ha} \end{aligned}$$

Im Folgenden werden für das Produktionsverfahren die Arbeitserledigungskosten der zusätzlichen Restfahrten der jeweiligen Arbeitsverfahren zusammenaddiert. Anschließend wird die Summe der Arbeitserledigungskosten der Restfahrten (€/ha) mit dem Multiplikationsfaktor (Vgl. Abbildung 47, Anhang A.2.3.8) multipliziert.

Wenn davon ausgegangen wird, dass eine zusätzliche Restfahrt bei jedem Arbeitsverfahren mit jedem Gehölzstreifen in der Mitte des Schlages entsteht und die Gehölzstreifen der

Länge nach auf dem Feld angepflanzt werden, dann ergeben sich die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten der Bewirtschaftung je Hektar und Gehölzstreifen bei konventioneller Bewirtschaftung mit mittleren Erträgen und bei mittel schwerem Boden gemäß Tabelle 18.

Tabelle 18: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten je Gehölzstreifen auf der Mitte des Schlages je Hektar auf unterschiedlichen Feldgrößen

Ackerfrucht	Feldgröße Ertrag in dt/ha	Zusätzliche Arbeitserledigungskosten in €/ha je Restfahrt in Abhängigkeit der Flächengröße und des Produktionsverfahrens						
		1 ha	2 ha	5 ha	10 ha	20 ha	40 ha	80 ha
Braugerste	60	11,93	10,41	7,88	5,95	4,45	3,28	2,36
Winterraps	35	14,35	12,47	9,47	7,14	5,34	3,94	2,83
Winterweizen	80	15,92	13,51	10,36	7,81	5,86	4,33	3,10
Körnermais	80	23,90	19,55	15,35	11,60	8,66	6,47	4,65
Silomais	500	28,77	23,26	18,40	13,90	10,37	7,77	5,59

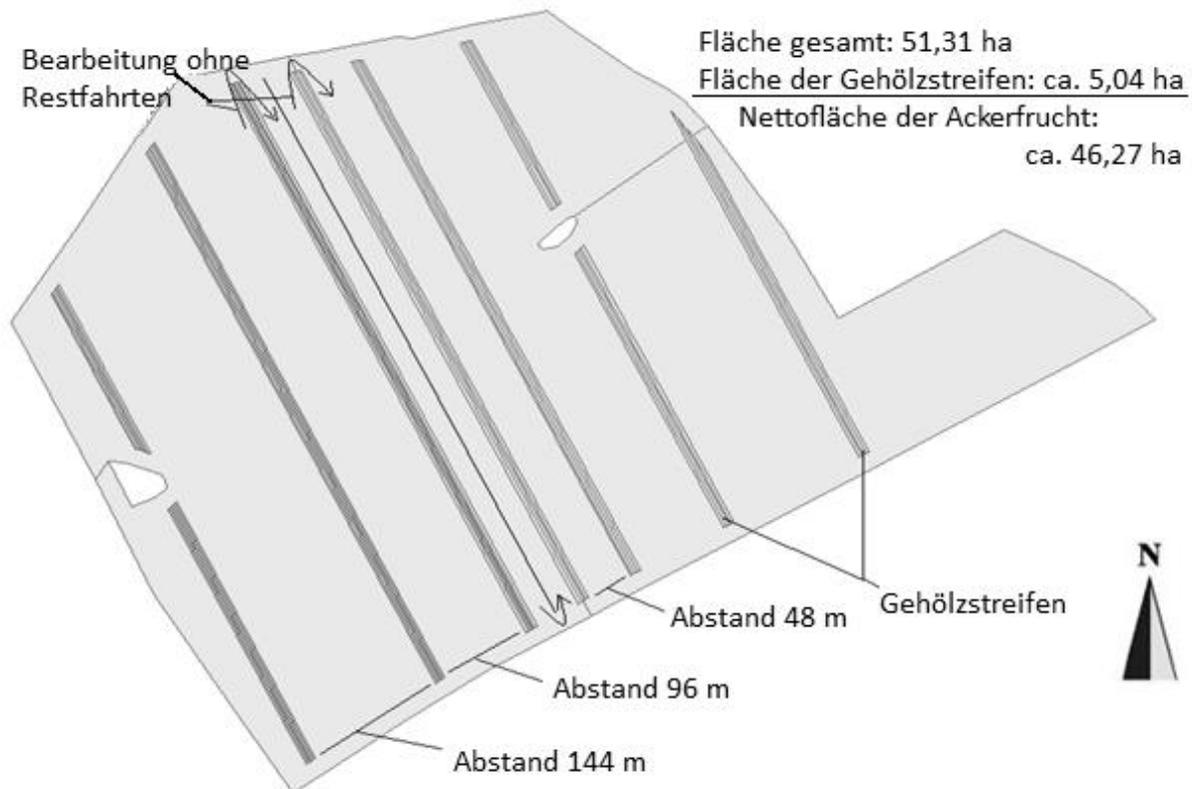
Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN; Datengrundlage: KTBL, 2009A

Durch Gehölzstreifen, die direkt am Feldrand etabliert werden, entstehen keine Restfahrten und damit auch keine zusätzlichen Arbeitserledigungskosten. Wenn Gehölzstreifen in der Mitte des Schlages angebaut werden, wird der Schlag unterteilt. Dadurch entstehen zusätzliche Restfahrten und damit die in Tabelle 18 dargestellten zusätzlichen Arbeitserledigungskosten. Die Höhe der Kosten der Arbeitserledigung je Restfahrt ist abhängig vom Produktionsverfahren und der Feldgröße, aber unabhängig von der Breite der Gehölzstreifen. Zusätzliche Wendezeiten werden berücksichtigt.

Auf dem Agroforstsystem-Versuchsschlag in Dornburg/Saale wurden sieben Gehölzstreifen angebaut. Somit muss bei der Bewirtschaftung des Feldes mit zusätzlichen Arbeitserledigungskosten in siebenfacher Höhe der in Tabelle 18 dargestellten Kosten gerechnet werden. Die netto zu bearbeitende Ackerfläche in Dornburg beträgt nach Abzug der Gehölzstreifen 46,27 ha (Abbildung 54). Daher werden im Folgenden Beispielwerte für einen 40 ha großen Schlag dargestellt. Bei der Produktion von Braugerste liegen die zusätzlichen Kosten für die Arbeitserledigung somit bei ca. 22,96 €/ha, da sieben Restfahrten entstehen und jede Restfahrt die Arbeitserledigungskosten um 3,28 €/ha erhöht. Die Arbeitserledigungskosten der sieben Restfahrten bei der annualen Ackerkultur Winterraps

betragen somit 27,58 €/ha und die Arbeitserledigungskosten der sieben Restfahrten bei der Bewirtschaftung von Winterweizen betragen 30,31 €/ha.

Abbildung 54: Agroforst- Versuchsschlag in Dornburg



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG mit Daten der TLL DORNBURG (2008)

4.12 Modellierung der Flächengrößen

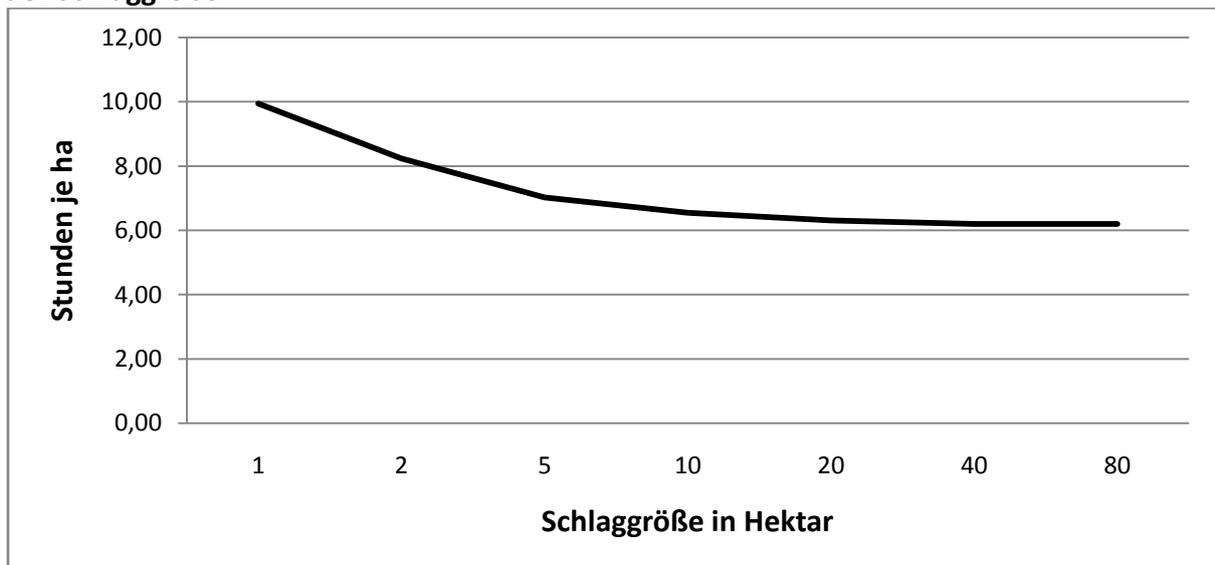
Die Flächengröße des Agroforstsystemschlages ist eine wichtige Determinante der Wirtschaftlichkeit. Die Rüst- und Wegekosten fallen bei großen oder kleineren Schlägen gleichermaßen an. Damit sind diese Kosten bezogen auf 1 ha auf großen Schlägen niedriger als auf kleinen.

Auf einem Agroforstsystem wird die Bearbeitungsfläche des Schlages durch den Anbau von Gehölzstreifen verkleinert. Aufgrund dieses Sachverhaltes ist es notwendig, dass die Bearbeitungszeiten und damit die Arbeitserledigungskosten interpoliert werden.

Beim Anbau von bspw. Sommergerste liegt die Bearbeitungszeit je ha auf einem 1 ha großen Schlag bei 9,94 h/ha. Bei gleicher Technisierung wird auf einem 2 ha großen Schlag 8,23 h/ha

Bearbeitungszeit benötigt. Auf einem 10 ha großen Schlag liegt die Bearbeitungszeit bei nur noch ca. 6,55 h/ha. Wie Abbildung 55 darstellt, sind die Bearbeitungszeit – und damit die Arbeiterledigungskosten – auf größeren Schlägen geringer als auf kleineren, weil die gleichen Rüst- und Wegekosten auf der entsprechenden Fläche gleichmäßig verteilt werden.

Abbildung 55: Bearbeitungszeit des Produktionsverfahrens Sommergerste in Abhängigkeit der Schlaggröße



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Datenquelle: KTBL, 2008A.

Bei der Interpolation der höheren Arbeiterledigungskosten infolge der kleineren Ackerkulturfläche, wird zunächst die Modellierung der zu bewirtschaftenden Flächengröße der Ackerfrüchte vorgenommen. Danach wird die Modellierung der Flächengröße der Gehölzstreifen beschrieben.

Die Arbeiterledigungskosten der Ackerfrüchte werden mit Hilfe der Daten des KTBL berechnet. Das KTBL veröffentlicht Datenmaterial zu den Arbeiterledigungskosten des Anbaus von Ackerfrüchten zu den Flächengrößen 1 ha, 2 ha, 5 ha, 10 ha, 20 ha, 40 ha und 80 ha. Dazu wurde die Hof-Feld-Entfernung von 1 km ausgewählt (KTBL, 2009A).

Die Bearbeitungszeiten und Arbeiterledigungskosten der annuellen Ackerkulturen werden linear, partiell zwischen den zuvor beschriebenen Schlaggrößen für die Datensätze interpoliert (Formel 19).

Formel 19: Lineare Interpolation der Arbeitserledigungskosten der annuellen Ackerkulturen bzgl. der Schlaggrößen

$$MF_{Int} = M_1 + \frac{M_0 - M_1}{x_1 - x_0} * x_{GH}$$

Darin sind:

MF_{Int} = Interpoliertes Merkmal (Arbeitskraftstunden in h/ha, Maschinenkosten in €/ha, Treibstoff in l/ha);

M_0 = Merkmal (in h/ha oder €/ha) auf der nächst kleineren KTBL- Musterschlagackerfläche;

M_1 = Merkmal (in h/ha oder €/ha) auf der nächst größeren KTBL- Musterschlagackerfläche;

x_1 = Fläche der nächst größeren KTBL-Musterschlagackerfläche in ha;

x_0 = Fläche der nächst kleineren KTBL-Musterschlagackerfläche in ha;

x_{GH} = Fläche der Gehölzstreifen in ha.

In dem vorliegenden Modell steigen die Bearbeitungszeiten und damit die Arbeitserledigungskosten auf einer kleineren Fläche an, auf einer größeren Fläche hingegen nehmen sie tendenziell ab. Daher wird in Formel 19 im Zähler das Merkmal der nächstgrößeren KTBL-Musterschlagsackerfläche von dem Merkmal der nächstkleineren KTBL-Musterschlagsackerfläche subtrahiert. Da die Schlagfläche um die Größe der Gehölzstreifen schrumpft (Vgl. Formel 19), werden die Bearbeitungszeiten und die Arbeitserledigungskosten der annuellen Ackerkulturen für die abgezogene Flächengröße der Gehölzstreifen interpoliert und anschließend zu den Arbeitserledigungskosten der ausgewählten Ackerfrucht hinzuaddiert.

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass damit der Effekt des durch den Anbau von Gehölzstreifen verkleinerten Schlages ausweisbar und getrennt von anderen ökonomischen Effekten analysierbar ist. Die hier dargestellte Näherung der Flächengrößen zwischen den KTBL-Schlaggrößen stellt eine realitätsnahe Näherung dar (SCHROERS, 2010).

Die Differenz der Arbeitserledigungskosten der jeweiligen Arbeitsverfahren eines Produktionsverfahrens zwischen zwei Schlaggrößen wird durch die Flächengröße dividiert, um die Arbeitserledigungskosten einer Flächeneinheit zu erhalten. Anschließend werden die

Arbeiterledigungskosten mit der Fläche der Gehölzstreifen multipliziert (Vgl. Beispiel 2 und Anhänge A.4.2.1 - A.4.2.5). Diese Differenz der Arbeiterledigungskosten, berechnet auf die Flächengröße der Gehölzstreifen, wird von den Arbeiterledigungskosten der Arbeitsverfahren der Flächengröße des gesamten Agroforstsystems abgezogen.

Beispiel 2: Interpolation der Arbeiterledigungskosten bzgl. der Schlaggröße

Im vorliegenden Beispiel wird die Interpolation der Arbeiterledigungskosten in einem Agroforstsystem am Beispiel der Maschinenkosten (Abschreibungen und Reparaturen) des Säens von Körnermais (Vgl. Anhang A.4.1.1 und A.4.2.1) dargestellt.

$$MF_{Int} = 25,49 \text{ €/ha} + \frac{25,56 \text{ €/ha} - 25,49 \text{ €/ha}}{40 \text{ ha} - 20 \text{ ha}} * 4,986 \text{ ha}$$

$$MF_{Int} = 25,51 \text{ €/ha}$$

Die Arbeiterledigungskosten des Arbeitsverfahrens Aussäen des Körnermais steigt infolge der Flächenverkleinerung somit um 0,017 €/ha auf kaufmännisch gerundete 25,51 €/ha an.

Analog zur Modellierung der Flächengröße der Ackerfrucht wurde auch die Modellierung der Flächengröße der Gehölzstreifen mittels linearer Interpolation zwischen den von KTBL (2008A) zur Verfügung gestellten Flächengrößen vorgenommen (Vgl. Anhang A.5.2.4). Die Interpolierung ist notwendig, da durch die Etablierung der Gehölze in Gehölzstreifen die Fläche der Kurzumtriebsgehölze ungleich der Flächen der KTBL-Musterschläge für Kurzumtriebsplantagen ist.

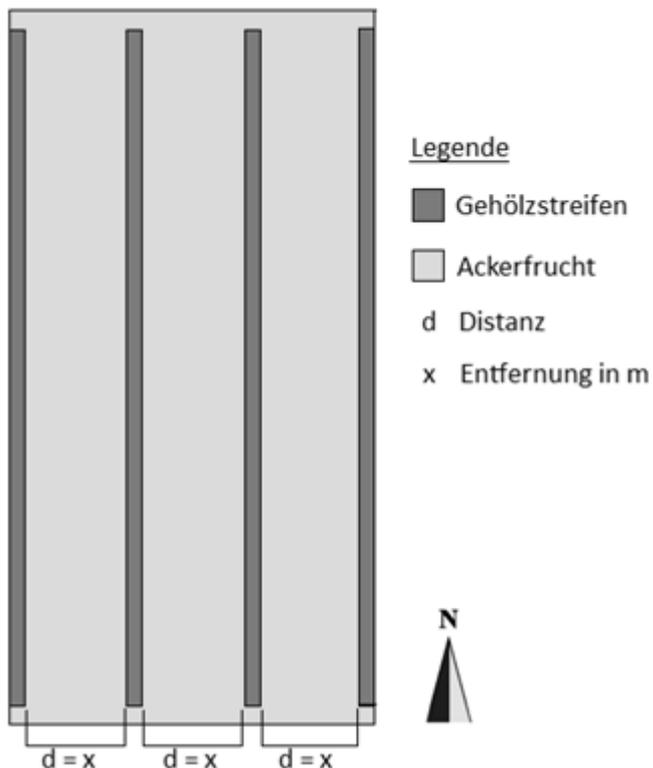
Die Ernte der Gehölzstreifen wird anhand von KTBL-Daten errechnet. Seitens des KTBL wird angenommen, dass kleinere Kurzumtriebsflächen von Lohnunternehmen gehäckselt werden. Daher stellt das KTBL keine Erntedaten zu kleineren Schlagflächen zur Verfügung, weshalb die Flächengröße beim Arbeitsverfahren Kurzumtriebsflächen häckseln mittels des Arbeitsverfahrens Häckseln bei der Maisernte (CCM-Ernte) mit Feldhäcksler (Vgl. Anhänge A.5.3.2.4 und A.5.3.2.8) und Mäh Hacker (Anbauhäcksler 1-reihig) (Vgl. Anhänge A.5.3.2.6 und A.5.3.2.9) interpoliert wird.

4.13 Modellierung der Schlagform

Die Schlagform ist ein wichtiger Bestandteil in der betriebswirtschaftlichen Bewertung von Agroforstsystemen. In Abhängigkeit der Schlagform variiert die Anzahl der zu fahrenden Wendungen. Damit variieren auch die Bearbeitungszeit und dadurch die Arbeiterledigungskosten.

Zudem gibt es, wie in Absatz 2.3.1 beschrieben, die Restriktion, dass optimalerweise die Gehölzstreifen in Nord-Süd-Richtung gepflanzt werden und nicht der Schlagform entsprechend. Dadurch ergeben sich auf nicht rechteckigen Schlägen durch zusätzliche Wendungen höhere Bearbeitungszeiten und damit steigende Arbeiterledigungskosten. Daher werden in der vorliegenden Arbeit nicht verschiedene Schlagformen, sondern die gleiche Schlagform, die rechteckig und doppelt so lang wie breit ist, in drei verschiedenen Positionen analysiert (Abbildungen 56-58).

Abbildung 56: Optimaler Agroforstsystems Schlag



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

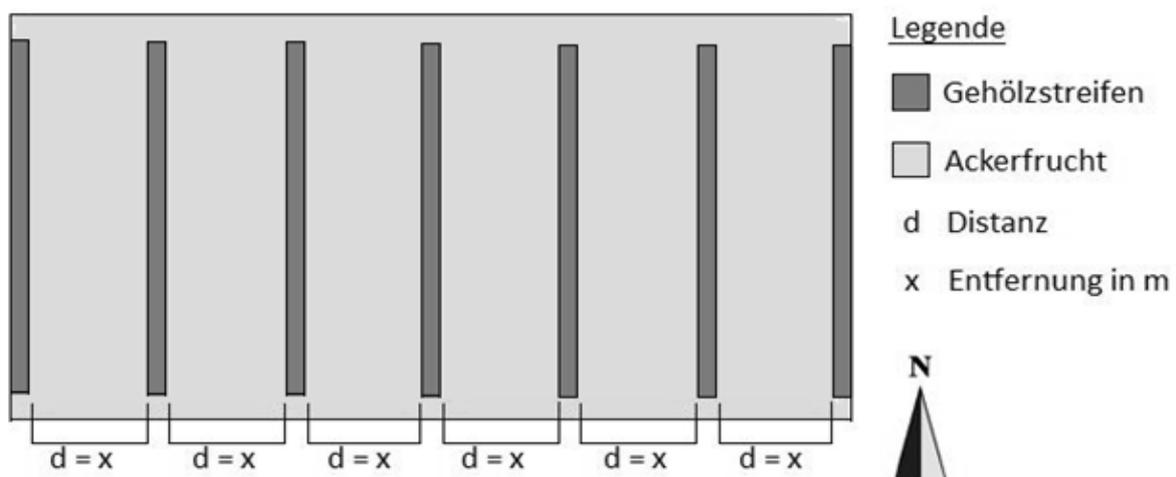
In Abbildung 56 ist der KTBL-Musterschlag dargestellt. Er ist doppelt so lang wie breit. Um den Schlag für ein Agroforstsystem zu optimieren, wurde der Schlag in der Art positioniert,

dass die längere Sekante in Nord-Süd-Richtung liegt. So wird gewährleistet, dass die Gehölzstreifen parallel zur längeren Sekante des Schlags in Nord-Süd-Richtung gepflanzt werden können. Das bedeutet, dass der Schlag in der Art bearbeitet werden kann, wie dies bei den Berechnungen seitens des KTBL modelliert wurde (KTBL, 2009). Der Schlag, welcher doppelt so lang wie breit ist und der Länge nach in Nord-Südrichtung ausgerichtet ist, wird entsprechend der Länge nach, entlang der Gehölzstreifen bearbeitet.

Es wird weiter angenommen, dass die in Abbildung 56 dargestellte Distanz $d=x$, die in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit optimale Distanz der Gehölzstreifen voneinander darstellt, da an diesem Punkt die positiven Effekte der Gehölzstreifen gegenüber den negativen Effekten auf die nebenstehende Ackerfrucht maximiert werden. Auf dem hier dargestellten Schlag (Abbildung 56) werden vier Gehölzstreifen gepflanzt.

Wird der hier modellierte Musterschlag um 90° gedreht und behält die Größe bei, das heißt, dass die längere Sekante des Schlags in West-Ostrichtung liegt, werden die Gehölzstreifen trotzdem aufgrund der positiveren Effekte auf die nebenstehende Ackerkultur in Nord-Südrichtung gepflanzt. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 57 dargestellt.

Abbildung 57: KTBL-Musterschlag mit längerer Sekante in West-Ost-Richtung



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

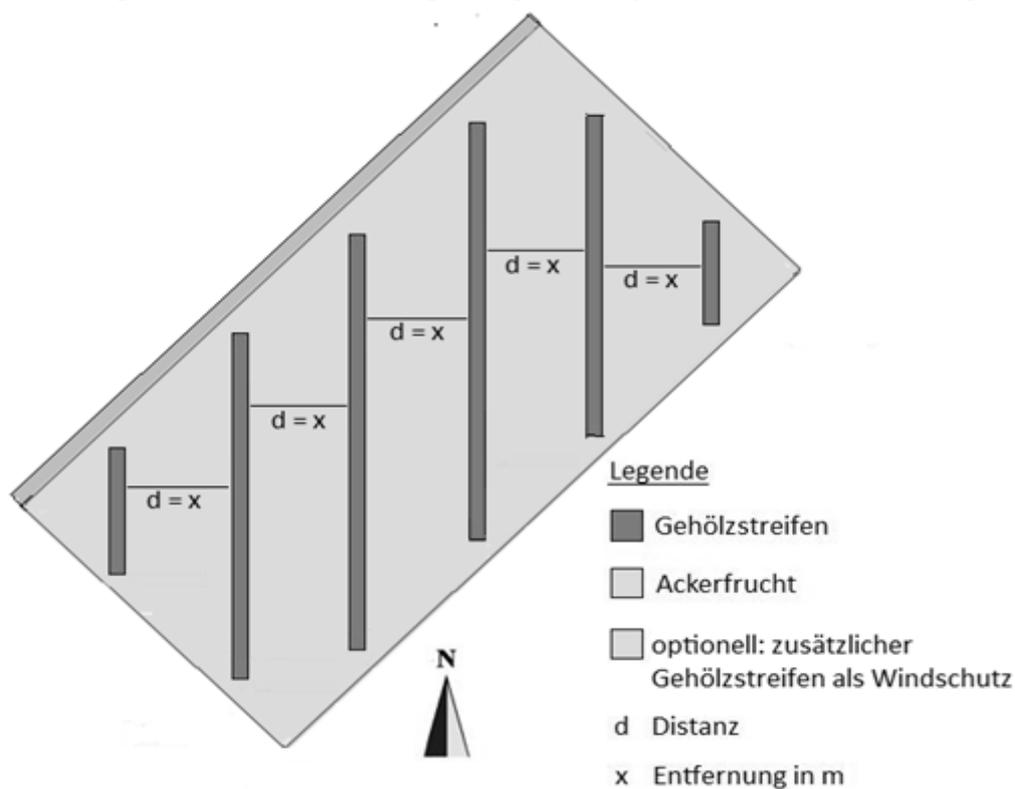
Wenn die Gehölzstreifen in der Art angelegt werden, ist es nicht weiter möglich, die Ackerkulturen der Länge nach zu bearbeiten, da die Bearbeitung nun entlang der

Gehölzstreifen erfolgen muss. Außerdem wird, um die positiven Effekte gegenüber den negativen Effekten zu maximieren, die Distanz $d=x$ zwischen den Gehölzstreifen eingehalten. Damit wird, wie in Abbildung 57 dargestellt, eine größere Anzahl an Gehölzstreifen etabliert.

Auf dem Schlag, der in Abbildung 57 dargestellt ist, ist der Bewirtschafter gezwungen, bei allen Arbeitsgängen längs der Gehölzstreifen anstatt längs der längeren Sekante des Schlages zu fahren. Somit steigen die Bearbeitungszeiten infolge vermehrter Wendungen und vermehrter Restfahrten, die außerdem in zusätzlichen Wendungen resultieren. Infolge dessen steigen die Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit der längeren Bearbeitungszeit.

Wenn der in Abbildung 56 dargestellte Schlag um 45° gedreht wird, erhält man einen Agroforstsystemschlag wie er in Abbildung 58 dargestellt ist.

Abbildung 58: KTBL-Musterschlag als Agroforstsystemfläche um 45 Grad gekippt



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Die erhöhte Anzahl von Gehölzstreifen auf dem Schlag, die mit zusätzlichen Restfahrten und damit zusätzlichen Wendungen verbunden ist, sowie die suboptimale Bearbeitungsrichtung entlang der Gehölzstreifen führen zu einer längeren Bearbeitungszeit. Dadurch steigen die Arbeitserledigungskosten an.

Auf dem hier dargestellten Schlag (Abbildung 58) wird zunächst deutlich, dass es nicht sinnvoll ist, am Feldrand in der Ecke einen Gehölzstreifen zu etablieren. Der positive windschützende Effekt würde, wenn überhaupt, lediglich eine marginale Fläche einnehmen. Um in der späteren Auswertung die Wettbewerbsfähigkeit der Schläge vergleichen zu können, wird bei allen Feldformen von fünf Gehölzstreifen auf einem gleich großen Schlag ausgegangen. In einem weiteren Vergleich werden die Flächenverhältnisse aus Ackerfruchtanbau und Gehölzstreifenanbau gleich gehalten. Auf dem Schlag, der der Länge nach in Südwest-Nordostrichtung ausgerichtet ist, werden Gehölzstreifen nicht am Feldrand angepflanzt. Einzig denkbar wäre das Bepflanzen der nordwestlichen Sekante des Schlages mit einem Gehölzstreifen. Voraussetzung ist dafür, dass sich dahinter kein anderes Feld befindet, auf das der damit verbundene Sonnenschatten des Gehölzstreifens einen Einfluss hätte (Abbildung 58).

Bei den Schlägen mit einem senkrecht zur Hauptwindrichtung stehenden Feldrand können entlang der Feldränder Gehölzstreifen gepflanzt werden, die ebenso als Windschutz fungieren, aber nicht zu zusätzlichen Restfahrten führen. Dies ist in dem um 45 Grad gekippten, mit einer Feldecke in die Hauptwindrichtung zeigenden Schlag (Abbildung 58) nicht möglich. Dieser Sachverhalt wird in der späteren Berechnung im Modell berücksichtigt.

4.14 Modellierung der Hof-Feld-Entfernung

Die Arbeitserledigungskosten hängen in einem hohen Maße von der Hof-Feld-Entfernung ab. Wie bereits in Abbildung 40 (Abschnitt 4.3) gezeigt, steigen sie in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung. Die Arbeitserledigungskosten für die Hof-Feld-Entfernung sind bezüglich des Arbeitsverfahrens und damit des Produktionsverfahrens unterschiedlich. Besonders bei der Ernte von großen Mengen, bzw. von Erntegut mit einem großen Volumen, kann es beim Abtransport zu hohen Transportkosten bei größeren Hof-Feld-Entfernungen kommen.

In der vorliegenden Arbeit werden die Hof-Feld-Entfernungen 1 km, 5 km, 10 km und 20 km für einen Schlag mit einer Kurzumtriebsgehölzplantage, einem Agroforstsystem und einem Schlag mit der Landnutzungsalternative Ackerbau mit annualen Kulturen berechnet.

Da die Arbeitserledigungskosten in €/ha berechnet werden und die Schläge aufgrund der Einpflanzung der Gehölzstreifen nicht die Maße eines KTBL-Musterschlages aufweisen, müssen die Arbeitserledigungskosten für die Hof-Feld-Entfernung für jeden einzelnen Arbeitsvorgang einzeln berechnet werden. Somit werden die Differenzen der Arbeitserledigungskosten zwischen der Hof-Feld-Entfernung von 1 km und den anderen Entfernungen für jeden einzelnen Arbeitsvorgang für die entsprechende Bearbeitungsfläche der Ackerfrucht bzw. der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystemschlag interpoliert (Vgl. Anhänge A.4.4.1.11 bis A.4.4.1.15, A.5.2.4 und A.5.3.2 ff).

Zunächst wird die Interpolation für die Bearbeitungsfläche der Ackerfrucht beschrieben und formell dargestellt, bevor die Interpolation der Differenz der Arbeitserledigungskosten der Hof-Feld-Entfernung der Gehölzstreifen formell dargestellt wird.

Wie in Abschnitt 4.12, wird auch hier die lineare Interpolation zwischen den Flächengrößen 1 ha, 2 ha, 5 ha, 10 ha, 20 ha, 40 ha und 80 ha durchgeführt. Hierbei werden die Differenzen der jeweiligen Arbeitserledigungskosten zwischen den Hof-Feld-Entfernungen interpoliert, da in Abschnitt 4.12 ausschließlich die Arbeitserledigungskosten für die Hof-Feld-Entfernung von 1 km interpoliert wurden. Die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten der größeren Hof-Feld-Entfernung (Formel 20), wird am Ende auf die Interpolationsergebnisse aus Abschnitt 4.14 aufsummiert.

Die Interpolation findet in zwei Schritten statt (Formel 20, Beispiel 3). Schritt 1 stellt die eigentliche Interpolation der Differenz zwischen der KTBL-Musterschlagackerfläche und dem Agroforstsystem mit seiner kleineren Ackerbewirtschaftungsfläche dar. Im zweiten Schritt wird diese Differenz auf die Arbeitserledigungskostendifferenz zwischen der größeren und der minimalen (1 km) Hof-Feld-Entfernung aufsummiert (Formel 20, $dM_{1,x-1km}$).

Formel 20: Interpolation der Arbeitserledigungskosten hinsichtlich der Hof-Feld-Entfernung

$$ME_{Int} = dM_{1,x-1km} + \frac{(dM_0 - dM_1) * FL_{GS}}{FL_1 - FL_0}$$

ME_{Int} = Zusätzliche Arbeitserledigungskosten der spezifischen Hof-Feld-Entfernung;

$dM_{1,x-1km}$ = Differenz des Merkmals (in h/ha oder €/ha) auf der nächst größeren KTBL-Musterschlag-Ackerfläche zwischen der Hof-Feld-Entfernung von x km und 1 km;

dM_0 = Differenz des Merkmals (Arbeitskraftstunden in h/ha, Maschinenkosten in €/ha desselben Schlags der Hof-Feld-Entfernung x und der Hof-Feld-Entfernung von 1 km auf der nächst kleineren KTBL-Musterschlagackerfläche);

dM_1 = Differenz des Merkmals (Arbeitskraftstunden in h/ha, Maschinenkosten in €/ha desselben Schlags der Hof-Feld-Entfernung x und der Hof-Feld-Entfernung von 1 km auf der nächst größeren KTBL-Musterschlagackerfläche);

FL_0 = Flächengröße der nächst kleineren KTBL-Musterschlagackerfläche in €/ha;

FL_1 = Flächengröße der nächst größeren KTBL-Musterschlagackerfläche in €/ha;

FL_{GS} = Flächengröße der Summe der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystemschlag in ha.

Beispiel 3: Interpolation der Hof-Feld-Entfernung bzgl. der Arbeitserledigungskosten

Im vorliegenden Beispiel wird die Interpolation von Arbeitskraftstunden am Arbeitsverfahren Ernte des Produktionsverfahrens Winterraps auf einem 5 ha großen Schlag mit 2 ha Gehölzstreifen zwischen einer Hof-Feld-Entfernung von 1 km und 20 km durchgeführt (Vgl. Anhang A.4.4.4).

$$ME_{Int} = 0,29 \text{ h/ha} + \frac{((1,48 \text{ h/ha} - 1,14 \text{ h/ha}) - (1,25 \text{ h/ha} - 0,96 \text{ h/ha})) * 2 \text{ ha}}{5 \text{ ha} - 2 \text{ ha}}$$

$$ME_{Int} = 0,323 \text{ h/ha}$$

Das Ergebnis des Beispiels 3 ist, dass die Arbeitskraftstunden bei einer Hof-Feld-Entfernung von 20 km gegenüber einer Hof-Feld-Entfernung von 1 km infolge der durch die

Gehölzstreifen verkleinerten Ackerfläche um $ME_{Int} = 0,323$ h/ha ansteigen, statt auf einem 5 ha großen Acker um nur 0,29 h/ha.

In Formel 20 wird dargestellt, dass die Arbeitserledigungskosten der Hof-Feld-Entfernung in Abhängigkeit von der Flächengröße der Gehölzstreifen stehen. Je größer der Parameter ist, umso höher sind die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten der Hof-Feld-Entfernung in €/ha, da sich die Arbeitserledigungskosten für die Strecke zwischen dem Hof und dem Feld auf eine geringere Hektarfläche verteilt. Es wird angenommen, dass an jedem Ort auf dem Schlag die gleiche Menge geerntet wird und der Abtransport der Erntemenge (t/ha) sowie die Hof-Feld-Entfernung die einzigen Determinanten für die zusätzliche Bearbeitungszeit ist.

Für die Berechnung der Gehölzstreifen wurden die Werte des KTBL (2008A) für einen Schlag mit den Hof-Feld-Entfernungen 1 km, 5 km, 10 km und 20 km verwendet und entsprechend der Größe der Bearbeitungsfläche linear interpoliert. Die Arbeitserledigungskosten des Transports der Gehölzernte sind besonders abhängig von der Entfernung und der Erntemenge (Frischmasse in Tonnen). Die Transportkosten wurden für Basiswerte vom KTBL (2008A, 2009A) übernommen und in Abhängigkeit der zu transportierenden Erntegutmenge (Frischmasse in Tonnen in Abhängigkeit des Volumens unter Berücksichtigung der maximalen Zuladung der Schlepper) interpoliert (Vgl. Anhänge A.5.3.2.4 bis A.5.3.2.11). Die Interpolation der Flächen und Hof-Feld-Entfernungen wurde anhand des Arbeitsverfahrens Mais häckseln (CCM-Ernte) durchgeführt, da es hierzu besonders für kleinere Kurzumtriebsflächen keine Vergleichsdaten gab (Vgl. Abschnitt 4.14) (KTBL, 2008A).

4.15 Modellierung zusätzlicher Wendungen

Die Höhe der Arbeitserledigungskosten wird maßgeblich durch die Bearbeitungszeit einzelner Arbeitsverfahren bestimmt. Die Wendezeiten sind hiervon ein Bestandteil. Wenn ein Schlag nicht rechteckig, sondern unförmig ist, dann entstehen zusätzliche Wendungen, die die Bearbeitungszeit eines Arbeitsverfahrens verlängern und damit die Höhe der Arbeitserledigungskosten ansteigt.

Im vorliegenden Modell werden die Wendezeiten vom KTBL (2008B) übernommen. Seitens des KTBL wurden Richtwerte für Wendezeiten spezifisch für einzelne Arbeitsgänge und Maschinen errechnet und bereitgestellt.

Im Folgenden werden die wichtigsten Wendezeiten (Tabelle 19) in der Berechnung des nachfolgenden Modells dargestellt. Wenn seitens des KTBL die Wendezeit in minimaler und maximaler Bearbeitungszeit angegeben wurde, so wird das arithmetische Mittel im AgforS-Modell verwendet. In Tabelle 19 sind die Wendezeiten in Minuten je Wendung dargestellt.

Tabelle 19: Wendezeiten der wichtigsten Arbeitsschritte

Arbeitsvorgang	Wendezeit (Minuten)
Pflügen	0,6
Eggen, Scheibeneggen	0,275
Schwergrubber	0,4
Mineraldünger streuen, Ammonium-Harnstofflösung - breit/viel	0,375
Maisaussaat	0,3
Säen mit Sämaschine	0,4
Pflanzenschutzspritzung	0,625
Körnermais und CCM-Ernte, Pflückvorsatz	0,3
Kalk streuen Anhängerschleuderstreuer	0,8
Stoppelbearbeitung, Schwergrubber	0,4

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2008B

Die in Tabelle 19 dargestellten Wendezeiten werden zunächst mit der Anzahl der zusätzlichen Wendungen auf dem Schlag multipliziert. Im nächsten Schritt wird das Produkt durch die Größe (ha) der zu bearbeitenden Ackerkulturfläche dividiert. Damit wird die zusätzliche Wendezeit pro ha für jedes Arbeitsverfahren errechnet. Anschließend werden für jedes Arbeitsverfahren die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten der Wendungen bestimmt. Diese werden daraufhin miteinander addiert, so dass die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten der Wendungen des gesamten Produktionsverfahrens errechnet werden.

4.16 Modellierung der Flächengröße und der Hof-Feld-Entfernung bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen

Auf einem Agroforstsystem wird im Gegensatz zu einer Kurzumtriebsplantage, in der ausschließlich Gehölze angebaut werden, der Gehölzanbau in Streifen durchgeführt. Dadurch ist die Summe der Flächen der Gehölzstreifen ungleich den Flächen, die im Kostenrechner Energiepflanzen für Kurzumtriebsgehölze vom KTBL (KTBL, 2008A) angegeben werden. Zumeist handelt es sich bei den zu bewertenden Bearbeitungsflächen der Gehölzstreifen um relativ kleine Flächen. In den meisten Fällen ist die Summe der Flächen der Gehölzstreifen kleiner als die Fläche der meisten Kurzumtriebsplantagen. Daher werden die Arbeitserledigungskosten der Arbeitsverfahren der Produktionsverfahren Gehölzstreifen analog zu Formel 19 (Abschnitt 4.12) interpoliert.

Die Hof-Feld-Entfernung des Agroforstsystems wird hinsichtlich der Produktionsverfahren der Gehölzstreifen analog zu Formel 20 (Abschnitt 4.14) interpoliert.

Ausgenommen von diesen Interpolationsmethoden sind die Arbeitsverfahren Pflanzung, Häckseln der Gehölzstreifen, Transporte der geernteten Holzhackschnitzel und die Lagerung, bzw. Trocknung der Holzhackschnitzel. Diese Arbeitsverfahren werden gesondert modelliert.

4.17 Modellierung der Pflanzung der Gehölzstreifen

Die Modellierung der Pflanzung der Gehölzstreifen findet anhand von Daten des KTBL Energiepflanzenrechners für Kurzumtriebsgehölze (KTBL, 2008A) statt. Das KTBL veröffentlicht im Energiepflanzenrechner (2008A) Bewirtschaftungsdaten der Selbstbewirtschaftung für Schläge der Größe 20 ha. Bei kleineren Kurzumtriebsplantagen wird seitens des KTBL angenommen, dass der Landwirt einen Lohnunternehmer zu einem Fixpreis (€/ha) beschäftigt, die Bewirtschaftung in Eigenregie wird im Energiepflanzenrechner des KTBL (2008A) folglich nicht veröffentlicht. Daher findet die Berechnung der Arbeitserledigungskosten der Gehölzstreifenpflanzung in Anlehnung an der betriebswirtschaftlichen Berechnung der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2009) statt. Das heißt, es wird keine flächenspezifische Interpolation vorgenommen (da es für das Arbeitsverfahren Pflanzung keine externen Daten für kleinere

Schläge gibt). Deshalb wird dafür der Stückpreis je Steckholz errechnet und mit der Anzahl der zu pflanzenden Steckhölzer je ha multipliziert.

Die Berechnung des Stückpreises der Pflanzkosten ist im Anhang A.5.2.1 dargestellt. Diese Stückkosten werden anschließend mit der Anzahl der zu setzenden Stecklinge multipliziert. Da es sich um mehrere Tausend Stecklinge je ha handelt, wird an dieser Stelle angenommen, dass die Anfahrtkosten vernachlässigt werden können.

Als Datengrundlage für diese Berechnung dient die Bestellung von Pappeln auf einer 80 ha großen Kurzumtriebsplantage mit der Hof-Feld-Entfernung von 6 km (KTBL, 2006). Da die Fläche 80 ha die größte berechnete Schlaggröße im Kostenrechner Energiepflanzen vom KTBL (2008A) ist, wird der Effekt der Rüst- und Wegekosten damit minimiert.

4.18 Modellierung der Ernte der Gehölzstreifen

Die Arbeiterledigungskosten der Ernte von Gehölzstreifen hängen, wie auch die Arbeiterledigungskosten der Ernte der annualen Ackerkulturen, von der zu erntenden Menge ab. Zur Errechnung der Arbeiterledigungskosten der Gehölzstreifen werden Basisdaten aus dem KTBL-Energiepflanzenrechner für Kurzumtriebsgehölze (2008A) verwendet und entsprechend der Erntemenge linear interpoliert.

Für die Interpolation der Erntekosten in Abhängigkeit der Menge des Erntegutes wird zunächst für die Ernte mit dem Feldhäcksler und dem Mäh Hacker jeweils die Häckseldauer eines 20 ha großen Schlages mit einer Hof-Feld-Entfernung von 5 km betrachtet. Der betrachtete Feldhäcksler verfügt hierzu über eine Leistung von 250 kW und häckselt 2-reihig. Der Mäh Hacker häckselt 1-reihig und verfügt über eine Leistung von 83 kW. Um Rüst- und Wegezeiten und die damit verbundenen Arbeiterledigungskosten zu minimieren, werden die im KTBL-Energiepflanzenrechner maximalen Erntemengen (in Höhe von 62 t/ha mit dem Feldhäcksler und 124 t/ha mit dem Mäh Hacker) betrachtet. Für die Interpolation werden die Arbeiterledigungskosten dieser beiden Erntemaschinen je Stunde berechnet (Anhang A.5.3.2.3).

Da im KTBL-Energiepflanzenrechner bei kleineren Flächen als 20 ha die Berechnung der Arbeitserledigungskosten der Ernte der Kurzumtriebsgehölze nur unter Einsatz eines Lohnunternehmers durchgeführt wird und damit ein pauschaler Kostensatz je Stunde veranschlagt wird, der unabhängig von der Schlaggröße ist, wird die Interpolation der Bearbeitungszeit des Häckselns der Kurzumtriebsgehölze zwischen den Schlaggrößen und Hof-Feld-Entfernungen anhand des Häckselns von Mais (Corn-Cob-Mix) errechnet. Hierzu werden die Bearbeitungszeit und die Kostensätze des Häckselns der Kurzumtriebsgehölze mit dem Feldhäcksler und dem Mähacker des Energiepflanzenrechners (KTBL, 2008A) entnommen und anhand der Bearbeitungszeit der nachfolgend beschriebenen Häckselmaschinen interpoliert. Das hierzu betrachtete Arbeitsverfahren Maisernte wird mit dem 4-reihigen Feldhäcksler mit 3 m Breite als Pendant zur Gehölzernte mit dem Feldhäcksler und mit einem 1-reihigen Anbauhäcksler als Pendant zum Mähacker betrachtet (Vgl. Anhang A.5.3.2).

Bei der Interpolation stellen die Arbeitserledigungskosten eines 20 ha großen Schlages mit einer Hof-Feld-Entfernung von 5 km die Arbeitserledigungskosten des KTBL-Energierrechners dar. Die Arbeitserledigungskosten des Maishäckselns werden anhand des Schlages normiert (Vgl. Anhänge A.5.3.2.5 und A.5.3.2.6). Hierzu werden die Treibstoffkosten neu berechnet, da seitens des KTBL (2008A) mit einem Dieselpreis von 0,95 €/l gerechnet wurde, im vorliegenden Modell jedoch von einem Dieselpreis in Höhe von 1,10 ausgegangen wird (Vgl. Anhänge A.5.3.2.4 und A.5.3.2.6).

Die Bearbeitungszeit des Häckselns der Gehölzstreifen wird durch die Eingabe des durchschnittlichen Erntedurchsatzes (Erntegeschwindigkeit) in t TM/h berechnet. Bei der Eingabe des Erntedurchsatzes (Anhang A.2.3.1) ist zu beachten, dass in Abhängigkeit der Wahl des Erntegerätes und der Leistung des Erntegerätes der Durchsatz maschinell bedingt variiert. Der Durchsatz variiert zudem infolge der Holzhärte. So ist der Durchsatz bei der Ernte von jungen Pappeln beispielsweise höher als bei Robinien, deren Holz härter ist (GERDES, 2011). Bei längeren Umtrieben ist zu berücksichtigen, dass es bei breiteren Stammesdurchmessern zu Stopps wegen der Schwierigkeit, dass zu große Stammesdurchmesser nicht gehäckselt werden können, kommt.

Neben der Erntemaschine (Feldhäcksler oder Mäh Hacker) fährt ein Schlepper, mit dem die Holzhackschnitzel vom Schlag abtransportiert werden. Die Transporte werden mit einem Dreiseitenkipper mit max. 10 t Zuladegewicht und einem Traktor mit 67 kW durchgeführt. Es werden drei Schlepper eingesetzt, da die Häckselmaschine nicht pausieren soll, wenn ein mit Hackgut gefüllter Anhänger abfährt. Wenn das Hackgut zum Feldrand, bzw. zum sehr nahen Hof (Hof-Feld-Entfernung 1 km) gefahren werden soll, kann es in Abhängigkeit der Durchsatzgeschwindigkeit ausreichen, dass drei Schlepper verkehren. Die Anzahl der Schlepper sollte sorgfältig durchdacht werden, da die Kosten in Abhängigkeit der Wartezeiten des Häckslerfahrers steigen.

Formell wird das gesamte Arbeitsverfahren Ernte der Gehölzstreifen, bzw. Kurzumtriebsgehölze in Formel 21 beschrieben. Die Arbeitserledigungskosten für die Schlepper werden gemeinsam mit der Erntemaschine mit den normierten Erntekosten zur Interpolation multipliziert. Hiermit wird auch der Abtransport der Schlepper in Abhängigkeit der Flächengröße und der Hof-Feld-Entfernung interpoliert.

Formel 21: Ernte der Gehölzstreifen

$$AE(E)_{GS} = \left(\frac{EM_{AFS}}{DURCHS_{1h}} \right) * (EK_{1h} + SK_{1h}) * \left(1 + \frac{ZK_{Proz}}{100} \right)$$

Darin sind:

$AE(E)_{GS}$ = Arbeitserledigungskosten der Ernte der Gehölzstreifen in €/ha;

$DURCHS_{1h}$ = Durchsatz beim Häckseln in t TM/h;

EM_{AFS} = Erntemenge der Ernte eines Umtriebes in t TM/ha;

EK_{1h} = Erntekosten, um 1 Stunde zu häckseln in €/h;

SK_{1h} = Arbeitserledigungskosten für die Schlepper, die während der Gehölzernte das Hackgut abfahren, (bei sehr kurzen Hof-Feld-Entfernungen auch direkt zum Hof, sonst zum Feldrand) in €/h;

ZK_{Proz} = Zusätzliche Kosten durch modifizierter Flächengröße und Hof-Feld-Entfernung in Prozent (Anhänge A.5.3.2.5 und A.5.3.2.7).

Beispiel 4: Rechenbeispiel zur Ernte der Gehölzstreifen

Im Beispiel 4 wird gezeigt, wie die Formel 21 angewendet wird. Es wird hierzu davon ausgegangen, dass mit einem Durchsatz von 20 t TM/h ein 5 ha großer Kurzumtriebsschlag mit einem Ertrag von 40 t TM/(ha je Umtrieb) und einer Hof-Feld-Entfernung von 1 km mit dem Feldhäcksler und drei Schleppern beerntet wird.

$$AE(E)_{GS} = \left(\frac{40 \text{ t TM/ha}}{20 \text{ t TM/h}} \right) * (223,28 \text{ €/h} + 110,05 \text{ €/h}) * (1 + 0,0353)$$

$$AE(E)_{GS} = 690,19 \text{ €/ha}$$

Die Arbeitserledigungskosten der Ernte der Gehölzstreifen am Ende eines Umtriebs betragen 690,19 €/ha. Zusätzlich werden die Übersetzungsfahrten, die zwischen den Gehölzstreifen entstehen und im nachfolgenden Abschnitt erklärt werden, hinzuaddiert.

4.19 Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen

Übersetzungsfahrten entstehen in einem Agroforstsystem, weil die Gehölze in Streifenform angebaut werden und zwischen den Gehölzstreifen Ackerkulturen wachsen. Die Gehölze können somit nicht wie auf einer Kurzumtriebsplantage zusammenhängend bewirtschaftet werden. Zwischen jedem Gehölzstreifen in jedem Arbeitsverfahren entsteht eine Übersetzungsfahrt.

Die Übersetzungsfahrten variieren in Abhängigkeit der Distanz zwischen den Gehölzstreifen. In dem vorliegenden Modell wurde eine durchschnittliche Geschwindigkeit für diese Fahrten anhand von Übersetzungsfahrten von leeren und vollen Schleppern auf einem Maisschlag ermittelt (Vgl. Anhang A.5.2.2).

Die Summe der Distanz zwischen den Gehölzstreifen wird mit der mittleren Geschwindigkeit von Feldfahrten multipliziert. Das Ergebnis wird umgerechnet in Stunden und mit den kumulierten Arbeitserledigungskosten multipliziert. Da es bei den Schleppern unerheblich ist, ob Übersetzungsfahrten anfallen, werden Arbeitserledigungskosten der Schlepper bei der Multiplikation nicht berücksichtigt (Vgl. Anhang A.5.3.2.3).

Formel 22: Übersetzungsfahrten

$$AE(\ddot{U}s)_{dGS} = ((ANZ_{GSF} + 1) * (GS_{DIST}) * (\ddot{U}s_{f_t}) * (AE_{sAV}))/FL_{GS}$$

Darin sind:

$AE(\ddot{U}s)_{dGS}$ = Arbeitserledigungskosten der Übersetzungsfahrten des spezifischen Arbeitsverfahrens in €/ha;

ANZ_{GSF} = Anzahl der Gehölzstreifen in der Mitte des Feldes (Gehölzstreifen am Feldrand werden hierbei nicht mitgezählt);

GS_{DIST} = Summe der Distanzen zwischen den Gehölzstreifen;

$\ddot{U}s_{f_t}$ = Zeit der Übersetzungsfahrten in h/m;

AE_{sAV} = Arbeitserledigungskosten des spezifischen Arbeitsverfahrens;

FL_{GS} = Fläche der Gehölzstreifen in ha.

Bei der Berechnung der Übersetzungsfahrten wird angenommen, dass die Übersetzungsfahrten über die gesamte Breite des Agroforstsystemschlags, abzüglich der Summe der Breite der Gehölzstreifen, stattfinden. Daher stellt die Variable ANZ_{GSF} die Anzahl der Gehölzstreifen ausschließlich in der Mitte des Schlages dar und lässt die am Feldrand liegenden Gehölzstreifen außer Acht. Mit der Variable GS_{DIST} wird sichergestellt, dass nur die Summe aller Distanzen zwischen den Gehölzstreifen berechnet wird und nicht die Breite der Gehölzstreifen selbst.

Beispiel 5: Berechnung der Übersetzungsfahrten

Wenn bspw. auf einem 40 ha großen Schlag, welcher 447 m breit ist, fünf Gehölzstreifen stehen, die jeweils eine Breite von 12 m aufweisen, die Summe der Breite der Gehölzstreifen also 60 m beträgt, so wird die Variable GS_{DIST} mit 387 m bewertet. In dem hier angewandten Beispiel stehen drei Gehölzstreifen in der Mitte des Schlages und zwei Gehölzstreifen an den Feldrändern. Somit wird der Schlag in vier Parzellen mit Ackerkulturen aufgeteilt. Im hier gezeigten Beispiel werden die Arbeitserledigungskosten für die Übersetzungsfahrten des Feldhäckslers bei der Ernte berechnet.

$$AE(\ddot{U}s)_{dGS} = \frac{(3 \text{ Gehölzstreifen} + 1) * (96,75 \text{ m}) * \left(\frac{0,40189s}{60}\right) / 60 * (236,67\text{€}/ha)}{5,0 \text{ ha}}$$

$$AE(\ddot{U}s)_{dGS} = 2,05 \text{ €/ha}$$

Die zusätzlichen Arbeiterledigungskosten der Erntekosten der Gehölzstreifen infolge der Übersetzungsfahrten betragen 2,05 €/ha. Damit betragen die Erntekosten aus Beispiel 4 und 5 insgesamt 692,24 €/ha.

4.20 Modellierung der Transporte der Agrarholzernte

Die Transporte der Hackschnitzel stellen eine kostenintensive Determinante der Arbeiterledigungskosten eines Agroforstsystems bzw. einer Kurzumtriebsgehölzplantage dar. Die Arbeiterledigungskosten des Transportes der geernteten Kurzumtriebsgehölze sind abhängig von der Menge, also vom Gewicht und dem Volumen des Erntegutes und der Entfernung des Transportes. In den nachstehenden Berechnungen wird angenommen, dass nach der Ernte ein Transport des am Feldrand abgeladenen Hackgutes über die Hof-Feld-Entfernung durchgeführt wird.

Die Transporte können wahlweise mit einem Dreiseitenkipper mit dem maximalen zulässigen Gesamtgewicht von 8 t bzw. 18 t und einem Traktor mit 102 kW Leistung und einem Doppelzug, bestehend aus zwei Dreiseitenkippern mit einem jeweils maximal zulässigen Gesamtgewicht von 14 t durchgeführt werden.

Hierzu werden die Kosten, die für einen Schlepper bei der Ernte und für den Abtransport benötigt werden (Vgl. DATENSAMMLUNG 2009/2010 (KTBL, 2009A)) in €/h errechnet. Anschließend werden diese Arbeiterledigungskosten für den Schlepper (€/h) mit der Anzahl der benötigten Arbeitskraftstunden (abhängig von der Entfernung, der Erntemenge in Volumen (m³) und Masse (t FM/ha) (Anhang A.5.3.3.2) und der Größe der Anhänger) multipliziert. Da im Arbeitsverfahren Häckseln der Kurzumtriebsgehölze die Holzhackschnitzel entweder bis zum Feldrand transportiert werden, bzw. bei geringen Hof-Feld-Entfernungen oder aufgrund eines Mehreinsatzes von Schleppern bei der Ernte direkt zum Hof transportiert werden, ist die Schlaggröße für den weiteren Transport (im Modell,

Transport Nr. 1 (Vgl. Anhänge A.2.3.3 und A.5.3.3.1)) irrelevant. In Formel 23 wird zunächst die Anzahl der Transporte für die geernteten Holzhackschnitzel eines Hektars berechnet. Die Schüttdichte von frischem Pappelholz beträgt 338-347 kg/Srm³ und die Schüttdichte von frischem Weidenholz 315-335 kg/Srm³ (Vgl. Tabelle 4, Anhang A.2.3.4, BOELCKE, 2006). Die Schüttdichte von Holzhackschnitzeln ist also relativ gering, so dass nicht das Gewicht, sondern das Volumen eine obere Schranke für die zu transportierende Holzhackschnitzelmenge je Anhänger darstellt (Formel 23, Anhang A.5.3.3.2).

Anschließend wird die Anzahl der Transporte mit den Transportkosten (Anhang A.5.3.3.1) multipliziert. Das Produkt stellt die Arbeitserledigungskosten für die Transporte der Holzhackschnitzel pro ha Gehölzanbau dar. In Beispiel 6 werden die Transportkosten des Rechenbeispiels im Anhang anhand der Formel 23 dargestellt.

Formel 23: Anzahl der Transporte für das Erntegut eines Hektars Kurzumtriebsplantage

$$ANZ(T) = AUFKUNDEN(TG_{TM}/(ANH_L * ANH_B * ANH_H * SD_{GHA, TM}/1000))$$

Darin sind:

$ANZ(T)$ = Anzahl der Transporte;

TG_{TM} = zu transportierende Menge, gemessen in t/ha TM (beim ersten Transport bestimmt durch die Erntemenge/ha, beim zweiten Transport ist die Erntemenge abzüglich der Lagerungsverluste zu wählen);

ANH_L = Länge der Ladefläche des Anhängers in m;

ANH_B = Breite der Ladefläche des Anhängers in m;

ANH_H = Höhe der Ladefläche des Anhängers in m;

$SD_{GHA, TM}$ = Schüttdichte der geernteten Holzart als TM in kg/Srm³.

Beispiel 6: Berechnung der Transportkosten für den ersten Transport

In diesem Beispiel werden die Arbeitserledigungskosten des Transportes für die Menge Holzhackschnitzel eines Hektars Kurzumtriebsplantage berechnet. Die Erntemenge beläuft sich auf 40 t TM/ha. Für den Transport wird der Doppelzug aus zwei Dreiseitenkippern mit einem maximalen Gesamtgewicht von 18 t und mit einer Zugmaschine mit 102 kW Leistung

ausgewählt. Die Hof-Feld-Entfernung beträgt 1 km. Die Arbeiterledigungskosten je Fahrt werden in Anhang A 5.3.3.1 für die Hof-Feld-Entfernungen 1 km, 5 km, 10 km und 20 km dargestellt.

$$ANZ(T) = \text{AUFGRUNDEN} \left(\frac{40 \text{ t TM/ha}}{5,1 \text{ m Länge} * 2,4 \text{ m Breite} * 1,4 \text{ m Höhe} * 138 \text{ kg/TM Srm}^3 / 1000} \right)$$

*ANZ(T) = 17 Transportfahrten je ha, da es sich um einen Doppelzug handelt, 9 Fahrten.
(Es werden daher 17 Transporte durch 2 dividiert und aufgerundet.)*

*Transportkosten (1. Transport) in €/ha = 9 Transportfahrten * 8,59 €/Fahrt*

Transportkosten (1. Transport) in €/ha = 77,31

Mit den Holzhackschnitzeln werden 17 Dreiseitenkipper gefüllt. Da diese in Doppelzügen fahren, finden neun Transporte statt. Damit belaufen sich die Transportkosten auf 77,31 €/ha, da die Arbeiterledigungskosten für eine Fahrt 8,59 €/ha betragen.

Die in Beispiel 6 berechneten Transportkosten je ha Kurzumtriebsgehölze werden in Anhang A.5.3.5 für jeden Umtrieb einzeln dargestellt.

4.21 Trocknung und Lagerung von Holzhackschnitzeln

In Abhängigkeit des Vermarktungsvertrages für die geernteten Holzhackschnitzel obliegt die Durchführung einer Trocknung und somit eine Lagerung dem Landwirt oder dem Abnehmer. Wenn die Holzhackschnitzel an einen Blockheizkraftwerkbesitzer verkauft werden, obliegt die Durchführung der Trocknung normalerweise dem Landwirt. Dieser erhält für getrocknete Holzhackschnitzel einen höheren Preis als für frische Holzhackschnitzel.

Die Trocknung von Holzhackschnitzeln dauert im Freien in Abhängigkeit von der Witterung etwa zwei bis drei Monate, bevor ein Trockenmassegehalt von 70 % erreicht wird (Vgl. Abschnitt 2.3.6.3). Bei der Lagerung und Trocknung für einen Zeitraum von mehr als 10 Tagen kommt es bereits zu Trocknungsverlusten.

Die Arbeiterledigungskosten der Lagerung und Trocknung (in €/ha) fallen unabhängig von der Hof-Feld-Entfernung, der Schlaggröße und dem Anbaudesign an. Im Anhang A.5.3.4 wird

die Trocknung und Lagerung berechnet. Möglich ist die Lagerung im Freien ohne Bodenplatte mit Trocknungsverlusten in Höhe von ca. 23 % oder auf einer Betonplatte mit Trocknungsverlusten in Höhe von ca. 18 %. Die Lagerung in Altgebäuden ist kostenintensiver, doch liegen die Trockenmasseverluste aufgrund der Trocknung bei nur 15 %. Des Weiteren ist die kostenintensivere Lagerung in einer Rundholzhalle mit oder ohne Bodenplatte möglich. Die Trockenmasseverluste belaufen sich auf 17 % bei einer Lagerung in einer Rundholzhalle ohne Bodenplatten und auf 15 % in einer Rundholzhalle mit Bodenplatten, (FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNR), 2005).

Die Höhe der Lagerungskosten (Vgl. Anhang 5.3.4) entstammt dem Leitfaden Bioenergie der FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNR) (2005) und wird in t FM dargestellt. Im AgforS-Modell werden alle Gehölmengen und -preise in TM bewertet, daher werden die Arbeitserledigungskosten für die Lagerung und Trocknung auch in t TM berechnet. Im ersten Schritt folgt deswegen eine Umrechnung der Lagerungs- und Trocknungskosten von €/t FM in €/t TM. Diese Umrechnung ist in Formel 24 dargestellt. Zunächst erfolgt die Multiplikation der Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung (€/t FM) mit der Schüttdichte der Holzhackschnitzel als Frischmasse (kg/FM Srm³). Anschließend wird das daraus entstandene Produkt durch die Schüttdichte trockener Holzhackschnitzel dividiert. Abschließend werden die so errechneten Arbeitserledigungskosten (€/t TM) der Lagerung und Trocknung mit dem Ertrag der Gehölzernte (t/ha TM) multipliziert.

Formel 24: Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung

$$AE_{LuT} = (AE_{LuT,FM} * SD_{FM} / SD_{TM}) * EE_{TM}$$

Darin sind:

AE_{LuT} = Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung eines Umtriebes in €/ha;

$AE_{LuT,FM}$ = Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung in €/t FM;

SD_{FM} = Schüttdichte der Holzhackschnitzel als Frischmasse in kg/Srm³;

SD_{TM} = Schüttdichte der Holzhackschnitzel als Trockenmasse in kg/Srm³;

EE_{TM} = Ertrag der Kurzumtriebsgehölze eines Umtriebes in t/ha.

Beispiel 7: Berechnung der Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung

Im Anhang, im ökonomischen Modell wird davon ausgegangen, dass der Ertrag der Gehölzstreifen 40 t TM/ha beträgt. Angenommen, die Lagerung findet im Freien ohne Bodenplatte statt, so wird die Formel 24 folgendermaßen angewandt:

$$AE_{LuT} = (2,50 \text{ €/t FM} * 342 \text{ kg/FM Srm}^3 / 138 \text{ kg/FM Srm}^3) * 40 \text{ t TM/ha}$$

$$AE_{LuT} = 6,1957 \text{ €/t TM} * 40 \text{ t TM/ha} \quad (\text{Vgl.: Anhang 5.3.4})$$

$$AE_{LuT} = 247,83 \text{ €/ha} \quad (\text{Vgl.: Anhang 5.3.5})$$

Die Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung eines Umtriebes im Freien ohne Bodenplatte betragen somit 247,83 €/ha. Es entstehen außerdem Trockenmasseverluste. Die Leistung entspricht dem Produkt, bestehend aus dem Ertrag, vermindert um die Trockenmasseverluste und dem Holzhackschnitzelpreis in €/t.

Wenn die Trocknungsverluste betriebswirtschaftlich mitbewertet werden, dann ist die Lagerung bedeutend teurer als die berechneten Arbeitserledigungskosten der Lagerung und Trocknung.

Die Vorzüglichkeit einer Methode Holzhackschnitzel zu lagern und zu trocknen hängt also vom Verkaufspreis der Holzhackschnitzel ab. Bei einem höheren Verkaufspreis könnte bspw. die Lagerung der Holzhackschnitzel in einer Rundholzhalle vorzüglich sein, da hier die Trocknungsverluste weitaus geringer sind. Beim Verkaufspreis in Höhe von 81,75 €/t ist die Lagerung im Freien ohne Bodenplatte gegenüber den Lagerungs- und Trocknungsalternativen vorzüglich.

5 Ökonomische Auswertung von Agroforstsystemen mit dem Modell AgforS

5.1 Einleitung zur ökonomischen Auswertung von Agroforstsystemen

Im vorliegenden Kapitel wird auf die Ergebnisse des AgforS-Modells, welches im vorigen Kapitel beschrieben wurde, eingegangen und die Wettbewerbsfähigkeit der Landnutzungsalternative „Agroforstsystem“ mit der Wettbewerbsfähigkeit der Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Kurzumtriebsplantage“ verglichen.

Zunächst werden die Kosten der Bewirtschaftung von Gehölzstreifen analysiert. Es findet hierbei ein Vergleich zwischen den Arbeitserledigungskosten der Anlage und Bewirtschaftung von Gehölzstreifen und den entsprechenden Arbeitserledigungskosten von Kurzumtriebsplantagen statt. Des Weiteren wird auf die Höhe der Arbeitserledigungskosten infolge der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsgehölzen in Abhängigkeit unterschiedlicher Umtriebszeiten und Methoden der Holzhackschnitzzellagerung eingegangen. Zur Aufschlüsselung der Kosten der Bewirtschaftung von Gehölzen gehört die Analyse der Arbeitserledigungskosten der Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen.

Die betriebswirtschaftliche Auswertung der Effekte der schlagspezifischen Planung umfasst den Effekt der Schlaggröße, den Effekt der Hof-Feld-Entfernung bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsgehölzen und annuellen Ackerkulturen sowie das Entstehen von Restfahrten und zusätzlichen Wendungen zwischen den Gehölzstreifen.

Anschließend folgen die Berechnungen der Annuitäten der Bodenrenten von Agroforstsystemen, welche einen Schwerpunkt des vorliegenden Kapitels darstellen. Es wird hierbei die Höhe der Annuitäten der Bodenrenten in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen, unterschiedlicher Preisniveaus und Ausrichtung der Schläge und der Bewirtschaftungsfläche von Agroforstsystemen analysiert und miteinander verglichen.

Abschließend wird die Wettbewerbsfähigkeit von Agroforstsystemen analysiert. Die Wettbewerbsfähigkeit wird anhand von KTBL-Musterschlägen und anhand des Agroforstsystem-Versuchsschlages der TLL Dornburg untersucht und mit der Wettbewerbsfähigkeit annueller Ackerkulturen verglichen. Mittels einer Sensitivitätsanalyse

wird analysiert, welche Ertragseffekte erforderlich sind, damit mit Agroforstsystemen die gleiche Annuität der Bodenrente wie mit annuellen Ackerkulturen erzielt wird.

5.2 Aufschlüsselung der Kosten beim Anbau der Gehölzstreifen

Im vorliegenden Abschnitt wird auf die Struktur der Kosten der Kurzumtriebsplantagen und Gehölzstreifen auf Agroforstsystemen eingegangen. Die Flächenform und Flächengröße sowie die Entfernung zwischen dem Schlag und dem Hof werden in den nachstehenden Abschnitten behandelt. Aufgrund der hohen Anzahl verschiedener Konstellationen kann hier nicht jeder Fall dargestellt werden, es wird aber auf eine ausreichende Anzahl an Konstellationen eingegangen, um Tendenzen darstellen zu können.

Im Nachfolgenden werden die Kosten anhand einer 5,0 ha großen Kurzumtriebsplantage und einem Agroforstsystem mit fünf Gehölzstreifen und einer gesamten Fläche der Gehölzstreifen von 5,0 ha auf einem insgesamt 40 ha großen Agroforstsystems Schlag analysiert und miteinander verglichen. Auf die Kosten der annuellen Ackerkultur in dem Agroforstsystem wird hierbei nicht eingegangen, da die Berechnung der Gehölzstreifen unabhängig von der ackerbaulichen Fruchtfolge ist.

Die Gesamtkosten von Kurzumtriebsplantagen bzw. von Gehölzstreifen können drei zeitlichen Zeitpunkten zugeordnet werden:

- Etablierung der Kurzumtriebsplantage, bzw. der Gehölzstreifen;
- Bewirtschaftung und Häckseln der Kurzumtriebsplantage, bzw. der Gehölzstreifen;
- Wiedereingliederung der Flächen.

Zum Anfang wird im folgenden Abschnitt auf die Etablierungskosten von Kurzumtriebsplantagen und Gehölzstreifen auf Agroforstsystemen eingegangen.

5.2.1 Etablierungskosten von Kurzumtriebsplantage und Gehölzstreifen im Vergleich

Am Anfang fallen die Etablierungskosten an. Sie entstehen für eine Bodenprobe und die anschließende Bodenbearbeitung, die aus Pflügen und Eggen besteht. Ein Pflanzenschutzmittel wird gespritzt, wozu der Transport von Wasser berechnet wird. Abschließend werden die Stechkölzer gepflanzt und gehackt (Tabelle 20). Die Kosten (in €/ha) der Bewirtschaftung von Gehölzstreifen auf einem Agroforstsystem sind höher als die Kosten auf einer Kurzumtriebsplantage mit derselben Bewirtschaftungsgröße (Vgl. Tabelle 20). Diese zusätzlichen Kosten kommen durch die Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen zustande. Auf dem hier berechneten Agroforstsystems Schlag beträgt die gesamte Fläche 40 ha. Das Kurzumtriebsgehölz ist in fünf, jeweils 12 m breiten Gehölzstreifen gepflanzt. Vier der fünf Gehölzstreifen sind 831 m lang, ein Gehölzstreifen am Feldrand ist 843 m lang. Die Gesamtfläche der Gehölzstreifen beträgt damit (wie auch die Gesamtfläche der dargestellten Kurzumtriebsplantage) 5,0 ha.

Tabelle 20: Kosten der Etablierung von Kurzumtriebsgehölzen auf einer 5 ha großen landwirtschaftlich genutzten Fläche in €/ha

	Hof-Feld- Entfernung (km)	Gehölzstreifen		Kurzumtriebsplantage	
		Pappeln	Weiden	Pappeln	Weiden
Bodenprobe, Pflügen, Grubbern, Eggen, Pflanzenschutz, Wasser	1	126,75		112,84	
	5	140,32		127,95	
	10	162,55		150,77	
	20	200,50		189,67	
Kosten für Stechkölzer		2.300,00	1.120,00	2.300,00	1.120,00
Pflanzen der Stechkölzer	1-20	126,69	177,37	126,69	177,37
Pappeln und Weiden hacken	1	27,76		26,29	
	5	28,30		26,64	
	10	28,70		27,04	
	20	30,82		28,12	
Herbizide		80,00			
Summe	1	<u>2.661,20</u>	<u>1.531,88</u>	<u>2.645,82</u>	<u>1.516,50</u>
	5	<u>2.675,31</u>	<u>1.546,99</u>	<u>2.661,28</u>	<u>1.531,96</u>
	10	<u>2.697,44</u>	<u>1.568,12</u>	<u>2.684,50</u>	<u>1.555,18</u>
	20	<u>2.738,01</u>	<u>1.608,69</u>	<u>2.724,48</u>	<u>1.595,16</u>

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2006

In Tabelle 20 ist erkennbar, dass die Etablierungskosten für die 14.000 Weidenstechkölzer ca. 41 % niedriger sind als die Etablierungskosten der Pappelstechkölzer. Die Anpflanzkosten der 10.000 Pappelstechkölzer je ha sind niedriger als die der 14.000 Weidenstechkölzer je

ha, da die Pflanzkosten von der Menge der Stechhölzer abhängen. Die Kosten für die Stechhölzer je ha sind deshalb so unterschiedlich, weil Pappelstechhölzer 0,23 €/Stück kosten, Weidenstechhölzer dagegen nur 0,08 €/Stück (Vgl. Tabelle 14, S. 118).

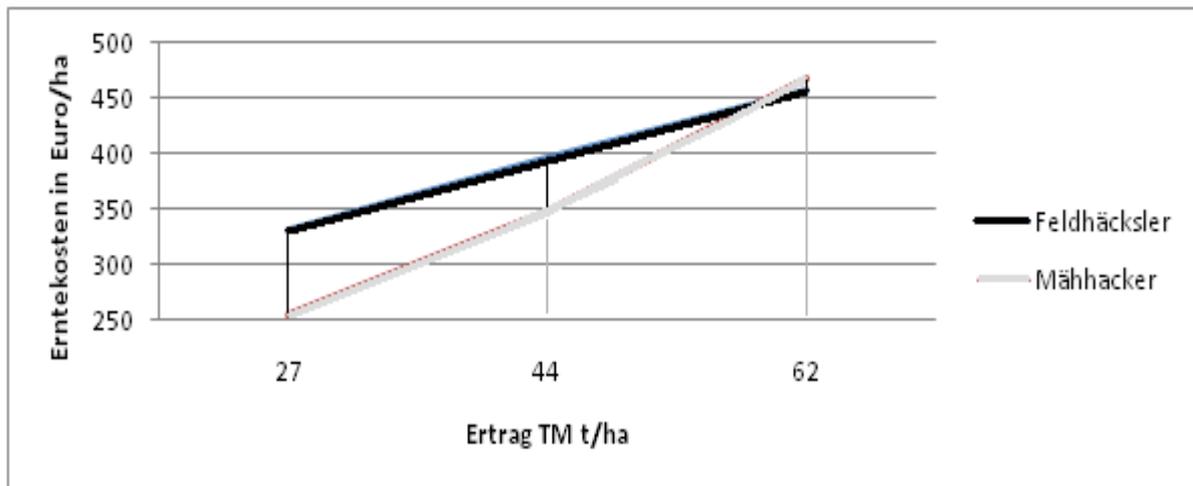
Die Etablierungskosten von Gehölzstreifen sind höher als die von Kurzumtriebsplantagen. Die Kosten der Etablierung einer Pappelplantage oder eines Agroforstsystems mit Gehölzstreifen aus Pappeln liegen infolge der höheren Stechholzpreise (Tabelle 20) bedeutend höher als diejenigen für die Etablierung des gleichen Systems mit Weiden.

Die Kosten von Kurzumtriebsflächen und Gehölzstreifen je Umtriebsjahr sind je nach Auswahl des Ernteverfahrens, Transportes und Lagerung unterschiedlich hoch.

5.2.2 Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit des Erntegerätes und der Umtriebszeit

Die Erntekosten sind unterschiedlich und abhängig davon, mit welchem Gerät geerntet wird. Zur Auswahl stehen der Feldhäcksler und der Mäh Hacker. Zur Beurteilung der relativen Vorzüglichkeit der beiden Maschinen ist zwischen flächengebundenen und ertragsabhängigen Kosten zu unterscheiden. Der Feldhäcksler verursacht höhere flächengebundene Kosten als der Mäh Hacker. Die ertragsabhängigen Kosten des Feldhäckslers sind geringer als die des Mäh Hackers. Wie in Abbildung 59 dargestellt ist, sind die Arbeitserledigungskosten des Feldhäckslers gegenüber den Arbeitserledigungskosten des Mäh Hackers ab einer zu erntenden Menge an Holzhackschnitzeln von ca. 58 t TM/ha niedriger. Die Höhe der Arbeitserledigungskosten wird außerdem von der Feldgröße, dem Anbauschema sowie dem Durchsatz (t/h) der Erntemaschine, welcher von der Stammesdicke und der Festigkeit des Bodens abhängt, mitbestimmt.

Abbildung 59: Arbeitserledigungskosten des Feldhäckslers und Mähhackers



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, Datenquelle: KTBL, 2006

Da während der Ernte zusätzlich zwei Schlepper das Hackgut abfahren, hängt dieser Wert, ab dem der Feldhäcksler bzgl. der Kosten dem Mähacker vorzuziehen ist, von der Hof-Feld-Entfernung, dem Durchmesser der Baumstämme und damit dem erntegerätspezifischen Durchsatz (gemessen in t TM/h), der Bodenfestigkeit und der damit verbundenen Erntegeschwindigkeit ab.

Der Durchmesser der Baumstämme ist abhängig von der Wachstumsrate und der Umtriebszeit. In Tabelle 21 werden die Kostenannuitäten des Produktionsverfahrens Pappelanbau bei einer Wachstumsrate von 10 t TM/(ha x a) zu unterschiedlichen Umtriebszeiten in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung dargestellt.

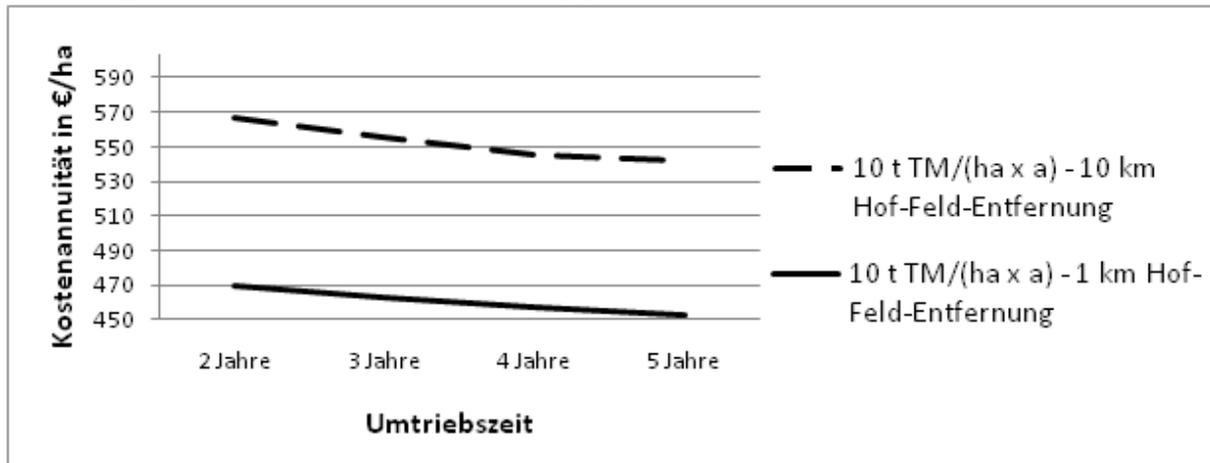
Tabelle 21: Kostenannuitäten einer 5 ha großen Kurzumtriebsplantage mit Pappeln in Abhängigkeit der Umtriebszeit, der Erträge und der Hof-Feld-Entfernung, inkl. Lagerung und Trocknung im Freien ohne Bodenplatte und einem Transport zum Lagerstandort

Hof-Feld-Entfernung	1 km	10 km
Umtriebszeit	10 t TM/(ha x a)	10 t TM/(ha x a)
2 Jahre	469,49 €/ha	566,37 €/ha
3 Jahre	463,05 €/ha	555,09 €/ha
4 Jahre	456,75 €/ha	545,03 €/ha
5 Jahre	452,70 €/ha	542,07 €/ha

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Wie der Abbildung 60 und der Tabelle 21 zu entnehmen ist, sinkt die Kostenannuität der Kurzumtriebsplantage mit jedem zusätzlichen Umtriebsjahr.

Abbildung 60: Kostenannuitäten in Abhängigkeit der Umtriebszeit



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Der Grund für das Sinken der Kostenannuität der Kurzumtriebsplantage mit jedem zusätzlichen Umtriebsjahr ist der, dass die jeweiligen Rüst- und Wegekosten bei jeder Ernte bei längeren Umtriebszeiten weniger häufig anfallen. Im Folgenden wird trotz der geringeren Kostenannuitäten im fünften Umtriebsjahr der vierjährige Umtrieb für die Analysen gewählt. Hierfür gibt es ein Argument:

Die Stammdurchmesser werden bei längeren Umtriebszeiten zu groß. In Abschnitt 2.3.6.1 sind die maximalen Stammdurchmesser für den Feldhäcksler und den Mähacker dargestellt. Wenn die Ernte mit landwirtschaftlichen Techniken nicht weiter möglich ist, müssen die Kurzumtriebsplantage, bzw. die Gehölzstreifen manuell oder mit Forsttechnik geerntet werden, was mit weitaus höheren Arbeitserledigungskosten verbunden ist (BOELCKE, 2006).

In den nachfolgenden Analysen wird immer von einer Umtriebszeit von vier Jahren ausgegangen. Tendenzen hinsichtlich der Rentabilität von Agroforstsystemen können so dargestellt werden.

5.2.3 Effekt der Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen

Bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen auf einem Agroforstsystem kommt es zu zusätzlichen Arbeiterledigungskosten infolge der Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen. Diese Arbeiterledigungskosten sind besonders abhängig von der Summe der Distanzen zwischen den Gehölzstreifen, welche die Länge (in m) der Übersetzungsfahrten darstellt, sowie vom gewählten Arbeitsverfahren mit der entsprechenden Mechanisierung und der Anzahl an Arbeitskraftstunden. Auf einem 40 ha großen Schlag mit 5 Gehölzstreifen, die eine Gesamtfläche von 5 ha aufweisen mit einer Distanz von 96,7 m zwischen den Gehölzstreifen und einem Zuwachs in Höhe von 10 t TM/ha, betragen bspw. die Arbeiterledigungskosten der Übersetzungsfahrten im Anbaujahr 1,32 €/ha und im Umtriebsjahr 1,44 €/ha (vgl. Tabelle 22) je Häckselvorgang mit dem Mäh Hacker inkl. der Abfahrt der Holzhackschnitzel mit drei Schleppern. Die Arbeiterledigungskosten der Übersetzungsfahrten der Ausbringung von Düngern beträgt 0,39 €/ha je Umtrieb. Damit betragen die Arbeiterledigungskosten der Übersetzungsfahrten im Umtriebsjahr 1,81 €/ha wenn der Mäh Hacker eingesetzt wird und 3,37 €/ha wenn der Feldhäcksler zum Einsatz kommt.

In Tabelle 22 werden die zusätzlichen Kosten der Übersetzungsfahrten anhand unterschiedlicher Agroforstsysteme dargestellt. Die Arbeiterledigungskosten des Setzens der Steckhölzer kann nicht bewertet werden, da dieses Arbeitsverfahren in der vorliegenden Berechnung ausschließlich in Abhängigkeit der Anzahl der Setzlinge je ha berechnet wird. Die Wiedereingliederung der Gehölzstreifen im Jahre 20 wird pauschal je ha berechnet, da ein Lohnunternehmer dieses Arbeitsverfahren unter Einsatz einer Wurzelfräse vornimmt.

Tabelle 22: Übersicht über die Arbeitserledigungskosten der Übersetzungsfahrten zwischen Gehölzstreifen in Abhängigkeit von der Anzahl der Gehölzstreifen und der Distanz der Summe der Übersetzungsfahrten

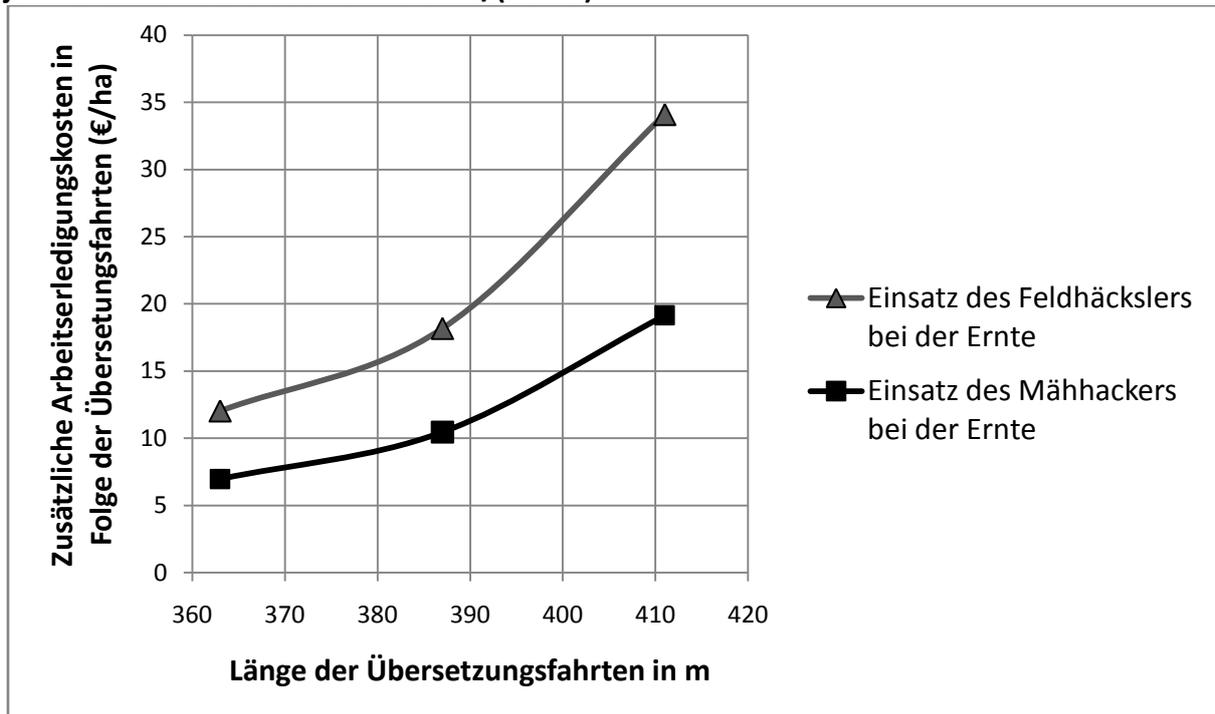
Anzahl d. Gehölzstreifen	3	5	7
Fläche der Gehölzstreifen	3,0 ha	5,0 ha	7,0 ha
Distanz zwischen den Gehölzstreifen	205,5 m	96,7 m	60,5 m
Gesamte Länge der Übersetzungsfahrten (in m, gerundet)	411 m	387 m	363 m
Arbeitsverfahren:	in €/ha	in €/ha	in €/ha
Bodenprobe (Jahr 1)	0,27	0,15	0,10
Pflanzenschutzmittel ausbringen (Jahr 1)	0,57	0,32	0,22
Pflügen mit Anbaudrehpflug (Jahr 1)	0,88	0,50	0,33
Gehölze hacken (Jahr 1)	0,62	0,35	0,23
<u>Summe der Kosten im Etablierungsjahr</u>	<u>2,34</u>	<u>1,32</u>	<u>0,88</u>
Häckselvorgang mit Feldhäcksler inkl. Einsatz dreier Schlepper (je Umtrieb)	5,66	2,98	1,97
Häckselvorgang mit Mähhackler inkl. Einsatz dreier Schlepper (je Umtrieb)	2,67	1,44	0,96
Ausbringung von Düngern (je Umtrieb)	0,69	0,39	0,26
<u>Summe Häckselvorgang – Feldhäcksler</u>	<u>6,35</u>	<u>3,37</u>	<u>2,23</u>
<u>Summe Häckselvorgang – Mähhackler</u>	<u>3,36</u>	<u>1,81</u>	<u>1,22</u>

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2006, KTBL, 2009A

Wenn nun alle in Tabelle 22 aufgeführten, durch Übersetzungsfahrten entstandenen zusätzlichen Arbeitserledigungskosten bzgl. des Beispiels eines 40 ha großen, mit fünf Gehölzstreifen durchzogenen Agroforstsystemschlages (Spalte 3, Tabelle 22) mit einer Umtriebszeit von vier Jahren und einem jährlichen durchschnittlichen Zuwachs von 10 t TM/(ha x a), summiert werden, betragen die durch Übersetzungsfahrten entstandenen zusätzlichen Arbeitserledigungskosten insgesamt 18,17 €/ha über den gesamten Bewirtschaftungszeitraum von 20 Jahren bei Einsatz des Feldhäckslers. Bei Einsatz des Mähhackers belaufen sich diese zusätzlichen Arbeitserledigungskosten auf 10,47 €/ha (Abbildung 61). Diese Kosten sind bislang nicht auf den Gegenwartswert abdiskontiert.

Infolge der unterschiedlichen Arbeitserledigungskosten der Arbeitsverfahren in €/ha auf den unterschiedlichen Kurzumtriebsflächen, ist die Abhängigkeit zwischen der gesamten Länge der Übersetzungsfahrten auf den unterschiedlich großen Kurzumtriebsflächen in Gehölzstreifenform und der Arbeitserledigungskosten nicht linear (Abbildung 61).

Abbildung 61: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten (in €/ha) in Abhängigkeit der gesamten Länge der Übersetzungsfahrten in m auf einem 40 ha großen Schlag mit einer jährlichen Zuwachsrate von 10 t TM/(ha x a)



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2006, KTBL, 2009A

Mit steigender Länge der Übersetzungsfahrten steigen die Arbeitserledigungskosten. Die Länge der Übersetzungsfahrten steigt mit verringerter Anzahl der Gehölzstreifen, da die Gehölzstreifen im vorliegenden Beispiel 12 m breit sind und diese Strecke von den Übersetzungsfahrten (Vgl. Formel 22) abgezogen wird. Wenn die Arbeitserledigungskosten für die Übersetzungsfahrt eines Schlags mit drei Gehölzstreifen mit den Arbeitserledigungskosten eines Schlags mit sieben Gehölzstreifen verglichen werden, ist festzustellen, dass die Länge der Übersetzungsfahrten auf dem Schlag mit vier Gehölzstreifen um 48 m länger ist.

5.2.4 Arbeiterledigungskosten der Holzhackschnitzellagerung und -trocknung

Die geernteten Holzhackschnitzel können am Feldrand oder auf dem Hof, bzw. direkt beim Kunden gelagert und getrocknet werden. Wenn dieser Trocknungsplatz ohne zusätzlich zu überwindende Strecken erreichbar ist, fallen hierfür keine zusätzlichen Transportkosten an. Lediglich zusätzliche Kosten des Be- und Entladens, die in den Transportkosten eingerechnet sind, werden berücksichtigt.

Die Lagerungskosten sind je nach Ort und Aufwand der Lagerung unterschiedlich. Es ist möglich, dass die frischen Holzhackschnitzel vor dem Verkauf an einen Kunden in einem Freilager oder in einem Gebäude gelagert werden. Hierzu werden die in Tabelle 23 dargestellten Kosten berechnet. Die Lagerung im Freilager ohne Bodenplatte stellt die kostenminimale Lagerung dar.

Tabelle 23: Lagerungskosten des Hackgutes in FM (Frischmasse) und TM (Trockenmasse) mit Trockenmasseverlust

Ort der Lagerung	Freilagerung		Altgebäude	Rundholzhalle	
	unbefestigter Boden	auf Betonplatte		ohne Bodenplatte	auf Bodenplatte
Lagerkosten €/t FM	2,50	14,30	7,40	14,60	25,60
Lagerkosten €/t TM	6,20	35,44	18,34	36,18	63,44
Trockenmasse -verlust	23 %	18 %	15 %	17 %	15 %

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: FNR, 2005

In der ökonomischen Bewertung der Agroforstsysteme wird der Trockenmasseverlust von der verkauften Menge abgezogen. Die Lagerungskosten beinhalten die Lagerbeschickung. Bei einer Lagerung im Freien auf unbefestigtem Boden fallen ausschließlich Kosten zur Lagerbeschickung an.

In Tabelle 23 wird dargestellt, dass zwischen den Lagerungs- und Trocknungstechniken erhebliche Kostenunterschiede existieren und bei der Planung der Lagerung und Trocknung genau kalkuliert werden muss. Die kostenminimale Lagerungstechnik ist abhängig vom Verkaufspreis (€/t TM) und der Ertragshöhe (t/ha). Bei den in der vorliegenden Arbeit angenommenen Preis- und Mengengerüsten handelt es sich bei der Lagerung im Freilager auf unbefestigtem Boden um die kostenminimale Lagerungstechnik (Vgl. Tabelle 23). Hierbei

können die Holzhackschnitzel bspw. am Feldrand nach der Ernte oder in der Nähe des Hofes gelagert werden. Der Trockenmasseverlust bei dieser Art der Lagerung ist mit 23 % der höchste Trockenmasseverlust der dargestellten Lagerungsmethoden.

5.2.5 Wiedereingliederungskosten

Die Wiedereingliederungskosten im zwanzigsten Bewirtschaftungsjahr werden von externen Lohnunternehmern durchgeführt. Hierfür wird pauschal (unabhängig der Flächengröße und der Anfahrt) 1.300 €/ha berechnet (BOELCKE, 2006). Die Kosten für das Häckseln der Kurzumtriebsplantage vor den Arbeiten der Wiedereingliederung werden hierbei nicht berücksichtigt. Die Arbeitserledigungskosten zur Wiedereingliederung umfassen ausschließlich die Rodung der Wurzelstöcke mittels einer Rodungsfräse und gegebenenfalls im zweiten Arbeitsgang Eggen oder Grubbern (BOELCKE, 2006). Die Kostenannuität der Wiedereingliederung beim kalkulatorischen Zinssatz von 4 % beläuft sich auf 43,66 €/ha.

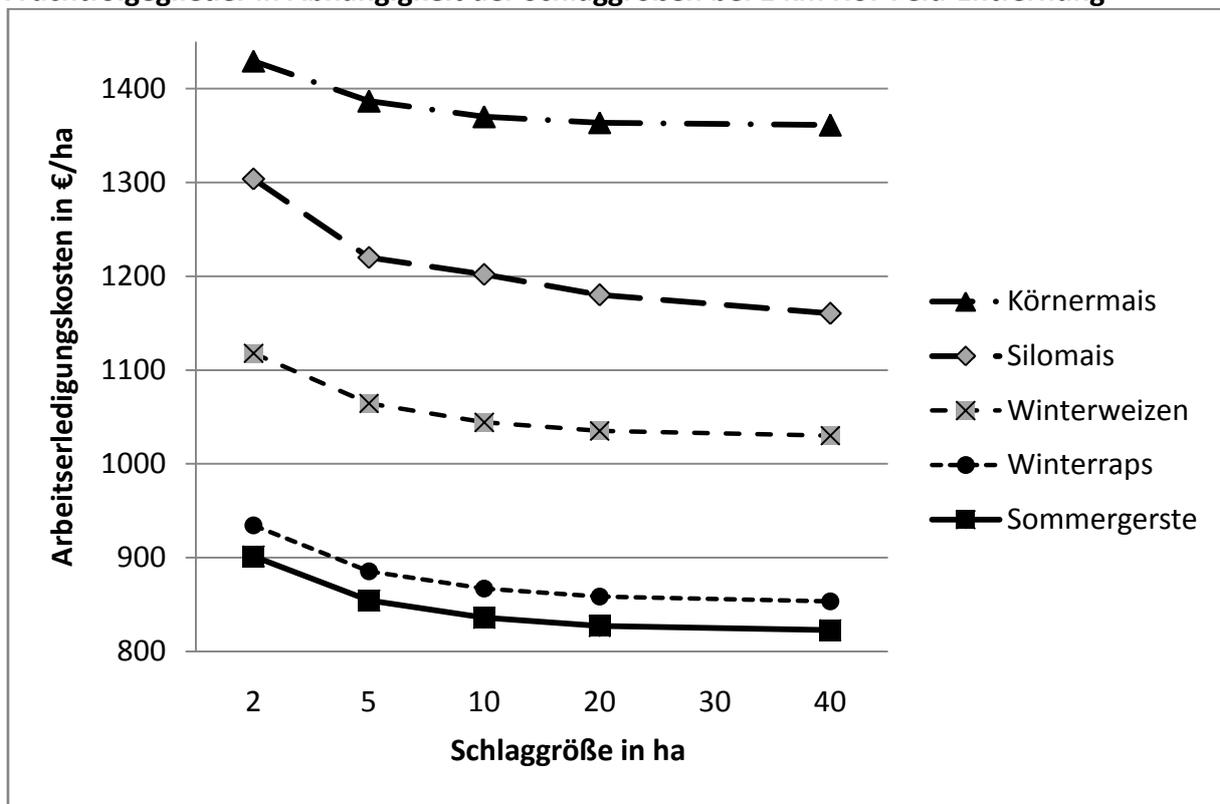
5.3 Effekte der schlagspezifischen Planung der Anlage von Agroforstsystemen

In diesem Abschnitt wird auf die Planung des Agroforstsystemschlages eingegangen. Es wird diskutiert, welche Schläge bzgl. der Größe, Ausrichtung und Form für die Etablierung eines Agroforstsystems bzgl. der betriebswirtschaftlichen Analyse vorzuziehen sind. Des Weiteren wird die Rolle der Hof-Feld-Entfernung bei der Planung von Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen diskutiert. Diese Faktoren beeinflussen die Arbeitserledigungskosten von reinen annuellen Ackerkulturschlägen, Kurzumtriebsplantagen sowie Agroforstsystemen in unterschiedlicher Höhe.

5.3.1 Effekt der Schlaggrößen beim Anbau von annuellen Ackerkulturen und Kurzumtriebsgehölzen

Anhand der im Abschnitt 4.10 beschriebenen Fruchtfolgen und der Ackerfrucht Silomais werden in dem vorliegenden Absatz die unterschiedlichen Annuitäten der Kosten und der Bodenrenten in Abhängigkeit der Schlaggröße beim Anbau eines Agroforstsystems mit Kurzumtriebsgehölzen dargestellt und mit dem alleinigen Anbau der Fruchtfolgen bzw. Kurzumtriebsplantagen verglichen und analysiert.

Abbildung 62: Arbeiterledigungskosten des Anbaus der in den Fruchtfolgen berechneten Fruchtfolgeglieder in Abhängigkeit der Schlaggrößen bei 1 km Hof-Feld-Entfernung



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2009A

Abbildung 62 zeigt zunächst die Entwicklung der Arbeiterledigungskosten der Fruchtfolgeglieder, der in der vorliegenden Arbeit analysierten ackerbaulichen Fruchtfolgen in Abhängigkeit der Schlaggröße. Für die Berechnung wurde die konventionelle Bewirtschaftung mit wendender Bodenbearbeitung unterstellt. Die Hof-Feld-Entfernung bei dem hier vorliegenden Vergleich beträgt 1 km.

Wie in Abbildung 62 dargestellt ist, fallen die Arbeiterledigungskosten (€/ha) mit zunehmender Flächengröße ab. Die Arbeiterledigungskosten sind besonders auf kleineren

Schlägen (< 10 ha) deutlich höher als auf größeren Schlägen. Die Arbeitserledigungskosten sinken mit Zunahme der Schlaggröße, da die Rüst- und Wegekosten der Arbeitsverfahren auf eine größere Fläche verteilt werden.

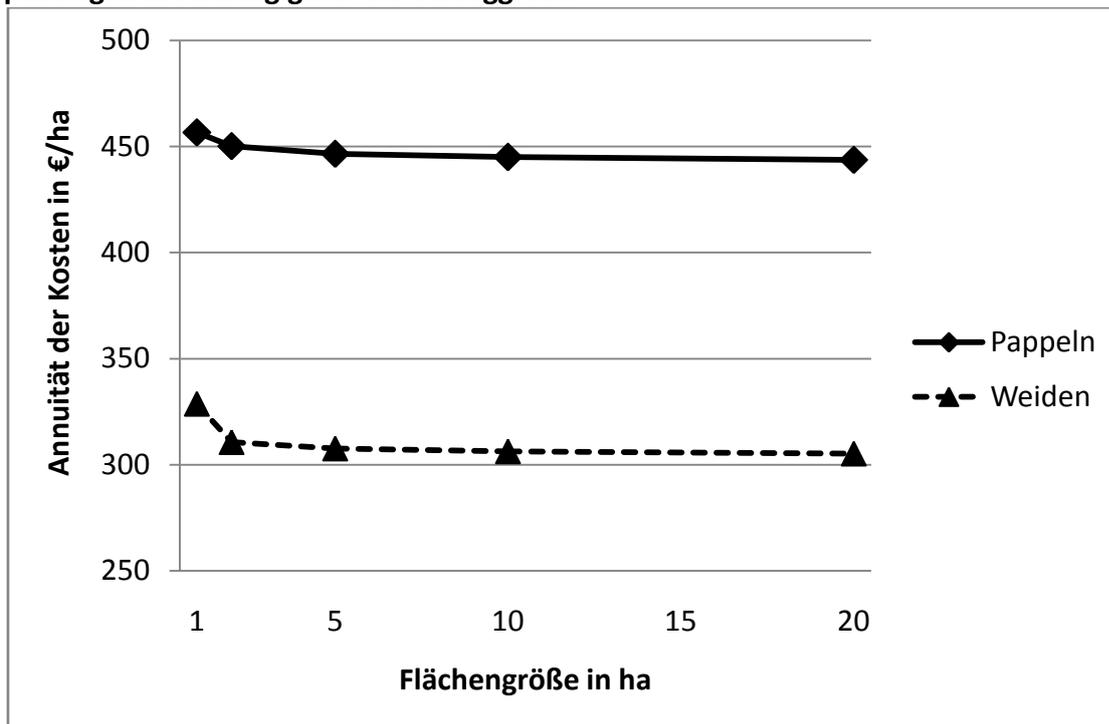
In Abbildung 63 wird der Effekt der abnehmenden Bearbeitungskosten beim Anbau von Kurzumtriebsgehölzen verdeutlicht. Die Kostenannuitäten stellen die Kosten einer Kurzumtriebsplantage mit 10.000 Pappeln je Hektar bzw. 14.000 Weiden je Hektar dar, welche in einer Entfernung von 1 km vom Hof angebaut werden. Es wurde berücksichtigt, dass die Pappel- und Weidensteckhölzer bei einer Baumschule zu den in Tabelle 13 dargestellten Preisen (Pappelsteckhölzer 0,23 €/Stück, Weidensteckhölzer 0,08 €/Stück) gekauft werden. Die Wachstumsrate der Pappeln beträgt 10 t TM/ha, die der Weiden 8 t TM/ha. Das Erntegut wird am Ende zum Hof transportiert.

Auch beim Anbau der Kurzumtriebsgehölze kann ein Abnehmen der Arbeitserledigungskosten mit zunehmender Größe des Schlages beobachtet werden. Anhand Abbildung 62 kann beobachtet werden, dass die Arbeitserledigungskosten (€/ha) besonders auf größeren Schlägen signifikant niedriger sind. Bei größeren Schlägen, z. B. bei der Differenz der Schlaggrößen zwischen 10 ha und 20 ha ist der Unterschied der Arbeitserledigungskosten (€/ha) marginal.

Der Kurvenverlauf zwischen der Schlaggröße 1 ha und 10 ha ist relativ eckig, da die Daten zur Berechnung der Arbeitserledigungskosten der Kurzumtriebsgehölze des KTBL (2006) nur für die Schlaggrößen 1 ha, 2 ha, 5 ha und 10 ha verfügbar sind und die Arbeitserledigungskosten der Flächengrößen dazwischen linear interpoliert wurden.

Beim Anbau eines Agroforstsystems werden die in den Abbildungen 62 und 63 dargestellten Bearbeitungsflächen, der zwei im Agroforstsystem angebauten Produktionsflächen jeweils verkleinert, so dass die Bearbeitungskosten für ein jeweils kleineres Feld zu betrachten sind. Dies resultiert in höheren Arbeitserledigungskosten und damit in einer geringeren Annuität der Bodenrente.

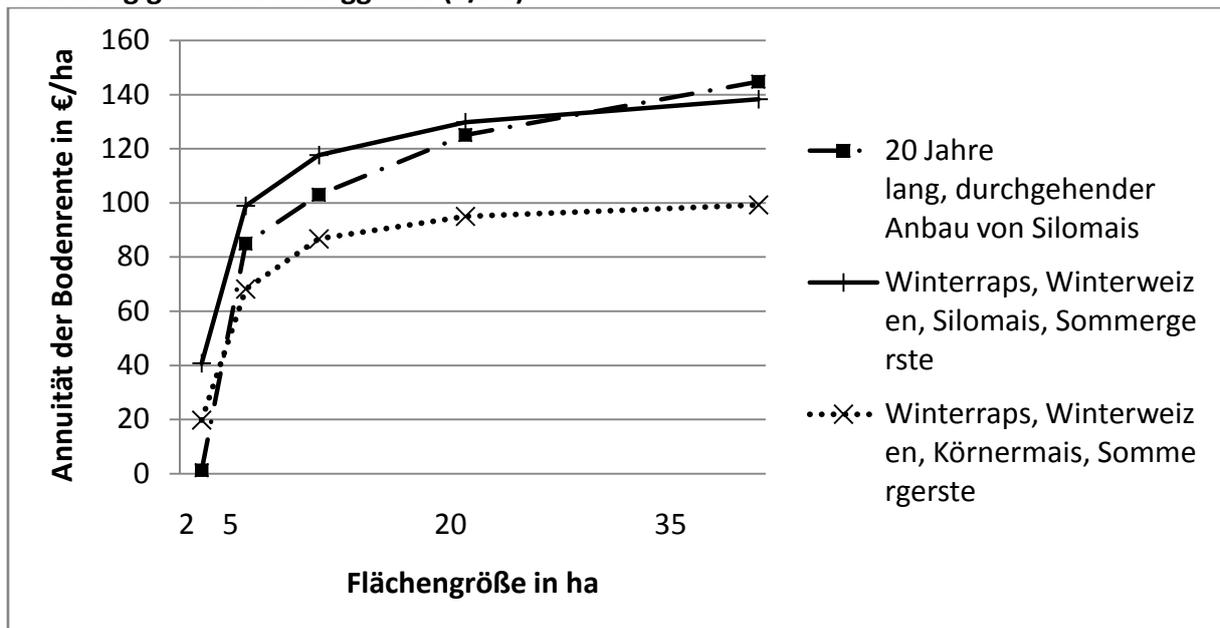
Abbildung 63: Annuität der Kosten des Anbaus verschiedener Kurzumtriebsgehölzplantagen in Abhängigkeit der Schlaggröße



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Anhand der Abbildungen 64 und 65 wird dargestellt, dass die Annuität der Bodenrente der annuellen, ackerbaulichen Produktionsverfahren als auch der Kurzumtriebsplantagen mit zunehmender Schlaggröße steigt. Des Weiteren ist erkennbar, dass die Bodenrente auf nicht so großen Schlägen (< 5 ha) aufgrund der stark erhöhten Arbeitserledigungskosten entsprechend stark vermindert wird. Die Bodenrente (in €/ha) steigt auf größeren Schlägen mit zunehmender Schlaggröße nur noch marginal an. Anhand Abbildung 64 werden die annuellen Ackerkulturen dargestellt. Die Annuitäten der Bodenrenten der Kurzumtriebsplantagen werden in Abbildung 65 gezeigt. Die Annuitäten der Bodenrenten werden bei allen betrachteten Produktionsverfahren über eine Dauer von 20 Jahren berechnet.

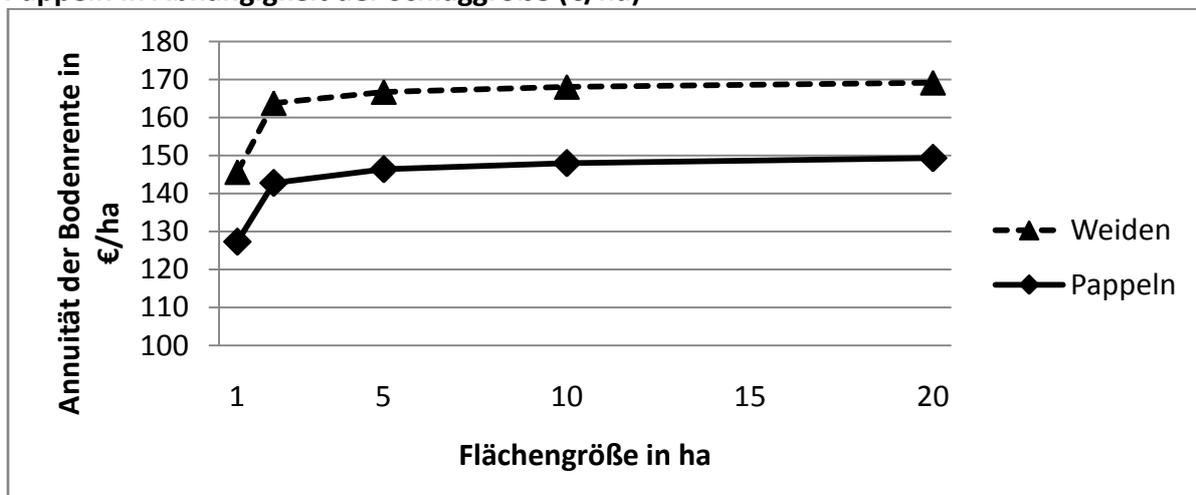
Abbildung 64: Annuität der Bodenrente der drei diskutierten ackerbaulichen Fruchtfolgen in Abhängigkeit der Schlaggröße (€/ha)



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2009A

Die Annuitäten der Bodenrenten der in Abbildung 64 berechneten Ackerkulturen werden zu den in Tabelle 15 (S. 121) dargestellten Mengen- und Preisgerüsten berechnet. Die Kurzumtriebsgehölze, welche in Abbildung 65 dargestellt werden, werden zu dem in Abschnitt 4.6 beschriebenen Holzhackschnitzelpreis vermarktet. Hierbei wird eine mittlere jährliche Zuwachsrate von 8 t TM/(ha x a) beim Weidenholz und 10 t TM/(ha x a) beim Pappelholz berücksichtigt.

Abbildung 65: Annuität der Bodenrente zweier Kurzumtriebsplantagen mit Weiden und Pappeln in Abhängigkeit der Schlaggröße (€/ha)



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

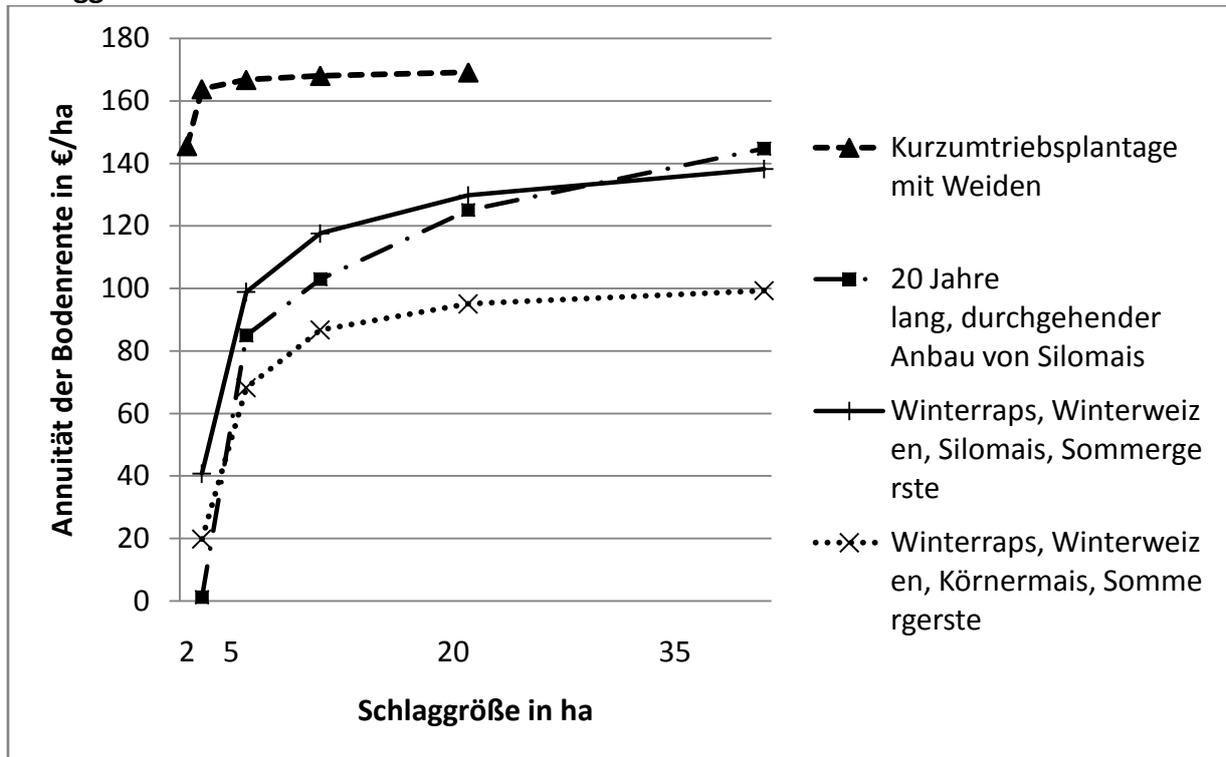
Wie anhand Abbildung 65 gezeigt wird, ist die Annuität der Bodenrente der Weidenplantage im Vergleich zur Annuität der Bodenrente der Pappelplantage trotz der höheren Wachstumsrate der Pappeln auf allen Schlaggrößen höher. Dies ist auf die deutlich höhere Anfangsinvestition bei der Bewirtschaftung einer Pappelplantage im Vergleich zur Bewirtschaftung einer Weidenplantage zurückzuführen (Vgl. Tabelle 20, S. 155).

Da die Annuitäten der Bodenrenten der beiden Agroforstsystemkomponenten, annuelle Ackerkultur in Fruchtfolgen und die Kurzumtriebsplantage, sich bezüglich der Schlaggröße ähnlich entwickeln, kann hieraus ein Fazit für die Planung von Agroforstsystemflächen gezogen werden. Da bei beiden Komponenten die Annuität der Bodenrente auf kleinen Schlägen stark vermindert ist, sollten Agroforstsysteme, wenn möglich, auf großen Flächen geplant werden.

Die Höhe der Annuitäten der Bodenrenten der Landnutzungsalternativen Kurzumtriebsplantage mit Weiden und Ackerbau mit annuellen Kulturen anhand der beschriebenen Fruchtfolgen werden in Abbildung 66 miteinander verglichen.

Da die Arbeitserledigungskosten der Kurzumtriebsgehölze nur bis zu einer Schlaggröße von 20 ha (KTBL, 2006A) verfügbar sind, wird der Vergleich der Annuität der Bodenrente zwischen 2 ha und 20 ha durchgeführt. Die Annuitäten der Bodenrenten der annuellen Ackerkulturen werden ab einer Schlaggröße von 2 ha berechnet, da die Arbeitserledigungskosten für kleinere Schlaggrößen im AgforS-Modell nicht hinterlegt sind. Bewirtschaftungsflächen der annuellen Ackerkulturen, die kleiner als 2 ha sind, sind für die Etablierung eines Agroforstsystems zu klein. Die Entwicklung der Annuität der Bodenrente in Abhängigkeit der Schlaggröße kann dennoch anhand Abbildung 66 hinreichend beschrieben und die beschriebenen Landnutzungsalternativen verglichen werden.

Abbildung 66: Vergleich der Annuität der Bodenrente der Kurzumtriebsplantage mit Weiden und der drei beschriebenen annuellen Fruchtfolgen in Abhängigkeit der Schlaggröße



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Mit der hier dargestellten Kurzumtriebsplantage kann unter dem angenommenen Preis-Mengengerüst eine Annuität der Bodenrente von 163,78 €/ha auf einem 2 ha großen Schlag erreicht werden. Damit ist die Annuität der Bodenrente der Kurzumtriebsplantage höher als die Annuität der Bodenrente aller verglichenen annuellen Ackerkulturen. Die Annuität der Bodenrente der Kurzumtriebsplantage mit Weiden steigt mit zunehmender Schlaggröße nicht so stark wie die Annuitäten der Bodenrenten der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, doch, wie in Abbildung 66 zu sehen, liegt sie deutlich höher.

In Abbildung 66 ist abzulesen, dass ab einer Flächengröße von ca. 31 ha die höchste Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ mit dem durchgehenden Anbau von Silomais über den Bewirtschaftungszeitraum von 20 Jahren erreicht wird. Auf kleineren Schlägen ist die Annuität der Bodenrente der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste höher.

Wie in Abbildung 66 zudem dargestellt wird, ist die Differenz der Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative Kurzumtriebsplantage mit Weiden zwischen kleinen und großen Schlägen nicht so groß wie dies bei den ackerbaulichen Fruchtfolgen der Fall ist. Der Grund hierfür ist der, dass die Bewirtschaftung einer Kurzumtriebsplantage nicht so intensiv stattfindet wie die der annuellen Ackerkulturen. Die Kurzumtriebsplantage wird bspw. nur alle vier Jahre beerntet und gedüngt. Daher fallen Rüst- und Wegekosten, die sich auf die Bewirtschaftungsfläche aufteilen, nur alle vier Jahre an und nicht wie bei den annuellen Ackerkulturen, jedes Jahr.

5.3.2 Effekt der Hof-Feld-Entfernung bei der Bewirtschaftung der Gehölze

Die Arbeitserledigungskosten aller Produktionsverfahren sind abhängig von der Hof-Feld-Entfernung. So sind auch die Arbeitserledigungskosten des Anbaus von Gehölzstreifen und Ackerkulturen im Agroforstsystem von der Hof-Feld-Entfernung abhängig.

Erhöhte Arbeitserledigungskosten führen nach Formel 16 (S. 95) zu einer verminderten Annuität der Bodenrente. In Tabelle 24 sind die Arbeitserledigungskosten einer 20 ha großen Kurzumtriebsplantage, bestehend aus Weiden, dargestellt. Die Gehölzstreifen weisen einen jährlichen Zuwachs von 8 t TM/(ha x a) auf und werden im vierjährigen Umtrieb bewirtschaftet.

Tabelle 24: Arbeitserledigungskosten in €/ha einer 20 ha großen Kurzumtriebsplantage mit Weiden und einer jährlichen Wachstumsrate von 8 t TM/(ha x a)

Hof-Feld-Entfernung	1 km	5 km	10 km	20 km
Arbeitserledigungskosten die beim Anlegen der Kurzumtriebsplantage anfallen in €/ha	134,74	151,62	173,55	212,56
Arbeitserledigungskosten des Häckselns mit dem Feldhäcksler, je Umtrieb in €/ha	697,68	709,42	731,20	783,08
Arbeitserledigungskosten des Häckselns mit dem Mäh Hacker, je Umtrieb in €/ha	430,26	436,46	441,48	458,27

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2006, KTBL, 2009A

Tabelle 24 zeigt, dass bei allen Arbeitsverfahren der Bewirtschaftung einer Kurzumtriebsplantage auf dem Schlag die Arbeitserledigungskosten infolge größerer Hof-Feld-Entfernungen steigen. Des Weiteren ist Tabelle 24 abzulesen, dass die Arbeitserledigungskosten der Beerntung der Gehölzstreifen mit dem Mäh Hacker niedriger

sind als die Arbeitserledigungskosten der Beerntung der Gehölzstreifen mit dem Feldhäcksler.

In Tabelle 25 werden Transporte mit einem Dreiseitenkipper mit 8 t Zuladung und 67 kW Leistung, einem Doppelzug, bestehend aus zwei Dreiseitenkippern mit je 14 t maximaler Zuladung und 83 kW Leistung und einem Doppelzug, bestehend aus zwei Dreiseitenkippern mit 18 t maximalem zulässigen Gesamtgewicht und 102 kW Leistung je t TM miteinander in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung verglichen. Abhängig von der Schüttdichte wirkt das Volumen oder das Gewicht als limitierend für die Menge an Holzhackschnitzeln, die mittels eines Transports transportiert werden können. Die Holzhackschnitzel weisen eine geringe Dichte auf, so dass die maximale Zuladung durch das Volumen, nicht durch das Gewicht limitiert ist (Vgl. Abschnitt 4.22, Anhang A.2.3.4).

In Tabelle 25 werden die Transportkosten für den Transport von Holzhackschnitzeln in €/t TM für die angegebene Hof-Feld-Entfernung und je km dargestellt.

Tabelle 25: Transportkosten für den Transport von Holzhackschnitzel in €/t TM

Hof-Feld-Entfernung	1 km	5 km	10 km	20 km
Dreiseitenkippanhänger, 8 t, 67 kW	5,08 €/t (5,08 €/km)	11,53 €/t (2,31 €/km)	19,62 €/t (1,96 €/km)	34,66 €/t (1,73 €/km)
Doppelzug: Dreiseitenkippanhänger, jeweils 14 t, 83 kW	2,33 €/t (2,33 €/km)	5,69 €/t (1,14 €/km)	8,95 €/t (0,90 €/km)	16,44 €/t (0,82 €/km)
Doppelzug: Dreiseitenkippanhänger, jeweils 18 t, 102 kW	1,81 €/t (1,81 €/km)	4,44 €/t (0,89 €/km)	7,08 €/t (0,71 €/km)	12,99 €/t (0,65 €/km)

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2009A

Wie der Tabelle 25 abzulesen ist, variieren die Kosten für den Transport von 1 t TM je Kilometer in Abhängigkeit der Transportentfernung stark. Die kostenminimale Transportoption stellt die dritte Transportoption dar. Es handelt sich dabei um den Transport mit zwei Dreiseitenkippanhängern mit zulässigem Gesamtgewicht von 18 t und einer Leistung von 102 kW.

Es wird angenommen, dass für eine Restmenge ein Anhänger nicht überladen werden oder ein weiterer Anhänger an einen Schlepper angehängt werden kann. Es wird immer ein weiterer kompletter Transport durchgeführt. Daher wird die Anzahl der Transporte im

AgforS-Modell auf ganze Transporte aufgerundet. Diese Rest-Transportfahrt ist genauso kostenintensiv wie die anderen Transportfahrten (€/km). Die Arbeitserledigungskosten der Transporte (€/t TM) hängen von der beim Transport zurückzulegenden Entfernung und der gewählten Mechanisierung ab.

In den nachstehenden Berechnungen wird ausschließlich der Transport mit dem Dreiseitenkipper mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 18 t und einer Leistung von 102 kW betrachtet. Damit werden die Arbeitserledigungskosten des Transportes minimiert.

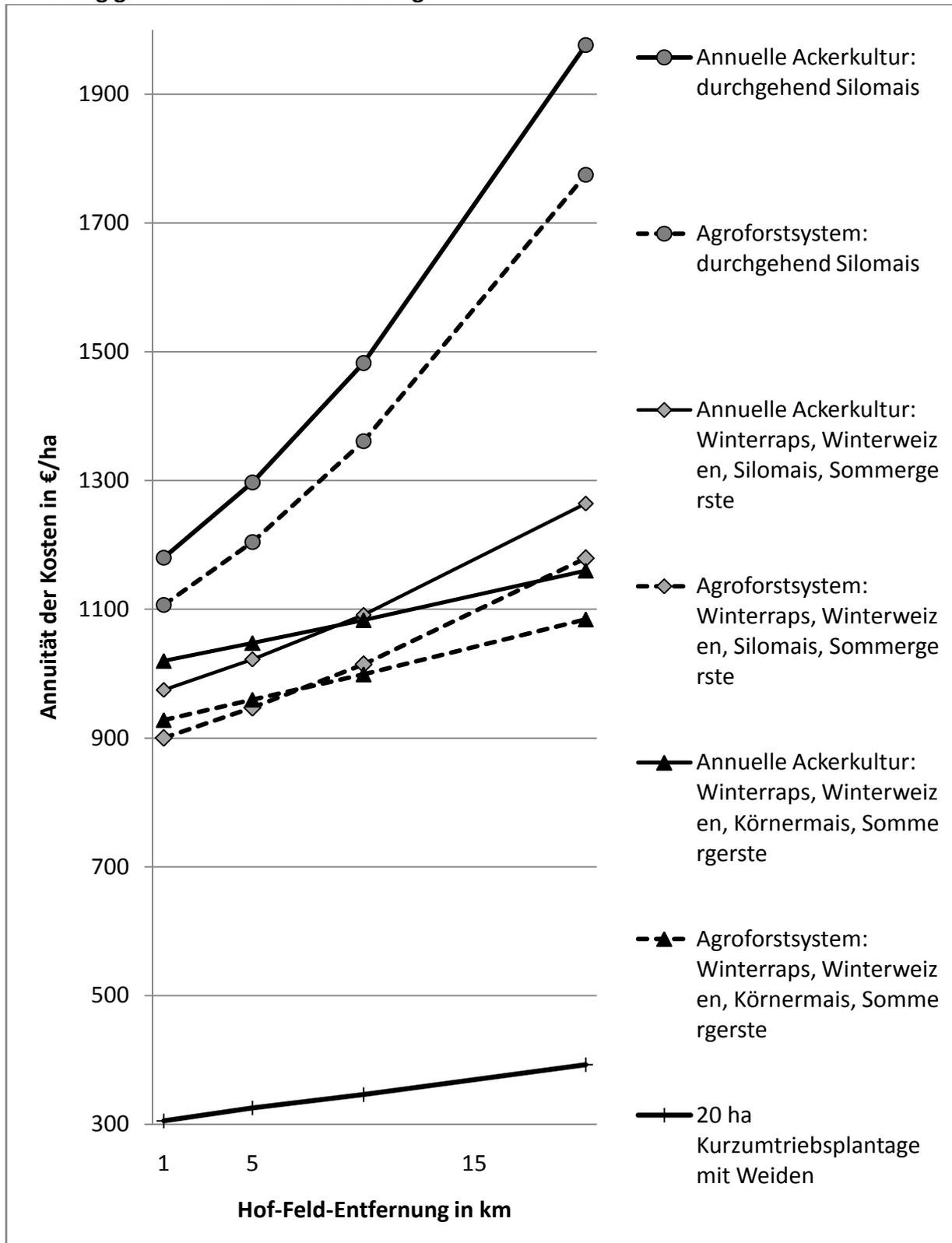
5.3.3 Vergleichsanalyse der Kostenannuitäten und Annuitäten der Bodenrenten zwischen den drei Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Kurzumtriebsplantage“ und „Agroforstsystem“ in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung

In dem vorliegenden Abschnitt wird auf die Hof-Feld-Entfernung der Landnutzungsalternativen Ackerkulturen und Kurzumtriebsplantagen eingegangen. Ein Agroforstsystem ist ein Mix aus beiden Landnutzungsalternativen, wobei die Anteile der Kurzumtriebsgehölze und der annuellen Ackerkultur variiert werden können. Die Frage ist, ist ein Agroforstsystem mit einer größeren Hof-Feld-Entfernung mit einem höheren Anteil an Kurzumtriebsgehölzen oder mit einem höheren Anteil an annuellen Ackerkulturen wettbewerbsfähiger.

In Abbildung 67 findet ein Vergleich der Kostenannuitäten der drei Landnutzungsalternativen in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung auf einem 20 ha großen Schlag statt. Hierbei wird die Kostenannuität anhand der beiden ackerbaulichen Fruchtfolgen Winterraps - Winterweizen - Silomais - Sommergerste, Winterraps - Winterweizen - Körnermais - Sommergerste und dem durchgängigen Anbau von Silomais mit der Kurzumtriebsplantage mit Weiden verglichen.

Die hier dargestellten Agroforstsysteme befinden sich auf einem 20 ha großen Schlag und bestehen aus 16,6 ha annuelle Ackerkultur und fünf Gehölzstreifen mit einer Fläche von 3,4 ha mit der Bewirtschaftung von Weiden, die eine jährliche Wachstumsrate in Höhe von 8 t TM/(ha x a) aufweisen.

Abbildung 67: Kostenannuitäten der drei Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Kurzumtriebsplantage“, „Agroforstsystem“ mit Anbau von Weiden in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Anhand Abbildung 67 ist erkennbar, dass die Höhe der Kostenannuität bei den Produktionsverfahren mit vielen Arbeitsverfahren und viel zu transportierender Erntemasse stärker von der Hof-Feld-Entfernung abhängt, als die Kostenannuität der Produktionsverfahren mit weniger Arbeitsverfahren und weniger zu transportierender Erntemasse. So steigt die Höhe der Kostenannuität des durchgängigen Anbaus von Silomais stärker an, als bspw. die Kostenannuität der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste. Die Kostenannuitäten der Agroforstsysteme liegen jeweils niedriger, als die der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“. Der Grund hierfür ist, dass die Kostenannuität des Gehölzanteils deutlich niedriger liegt, als die Kostenannuität der annuellen Ackerkulturen. Anhand des Agroforstsystems mit dem durchgängigen Anbau von Silomais über die komplette Bewirtschaftungszeit des Agroforstsystems ist zu erkennen, dass die Kostenannuität der annuellen Ackerkultur mit zunehmender Hof-Feld-Entfernung stärker ansteigt, als die des entsprechenden Agroforstsystems.

In Abbildung 67 ist erkennbar, dass die Steigung der Graphen der Kostenannuität der Landnutzungsalternative Kurzumtriebsplantage relativ gerade verläuft, die Graphen der Kostenannuitäten der annuellen Ackerkulturen hingegen mit einer größeren Hof-Feld-Entfernung stärker ansteigen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Kurzumtriebsplantage nur alle vier Jahre bewirtschaftet wird und die Transport- und Wegekosten seltener anfallen.

Da die Kostenannuität mit zunehmender Hof-Feld-Entfernung bei allen drei Landnutzungsalternativen zunimmt, nimmt, wie in Abbildung 68 dargestellt wird, die Annuität der Bodenrenten entsprechend stark ab.

Wie in Abbildung 68 und in Tabelle 26 erkennbar ist, wird ab einer bestimmten Hof-Feld-Entfernung im Falle der Landnutzungsalternativen „Agroforstsystem“ und „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ ausschließlich eine negative Annuität der Bodenrente erreicht.

Tabelle 26: Annuitäten der Bodenrenten in €/ha der Landnutzungsalternativen „Kurzumtriebsplantage“, „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Agroforstsystem“ in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung

Hof-Feld-Entfernung Schlaggröße, Landnutzungsalternative und annuelle Fruchtfolgen	1 km	5 km	10 km	20 km	Hof-Feld-Entfernung bei der die Annuität der Bodenrente 0 €/ha beträgt
Kurzumtriebsplantage 1 ha	145,61	125,04	101,69	56,82	ca. 32,7 km
Kurzumtriebsplantage 20 ha	169,14	148,78	128,29	81,82	ca. 37,6 km
Annuelle Ackerkultur: 20 ha Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste	129,79	82,58	13,45	-159,52	10,8 km
Annuelle Ackerkultur: 20 ha 20 Jahre durchgängig Silomais	125,05	7,84	-177,54	-671,30	5,2 km
Annuelle Ackerkultur: 20 ha Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste	104,01	76,06	40,66	-36,08	15,3 km
Agroforstsystem: 20 ha Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste	96,80	49,93	-17,29	-181,93	8,7 km
Agroforstsystem: 20 ha 20 Jahre durchgängig Silomais	56,60	-40,98	-197,81	-611,61	2,9 km
Agroforstsystem: 20 ha Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste	85,03	53,44	14,18	-71,32	11,7 km

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2009A

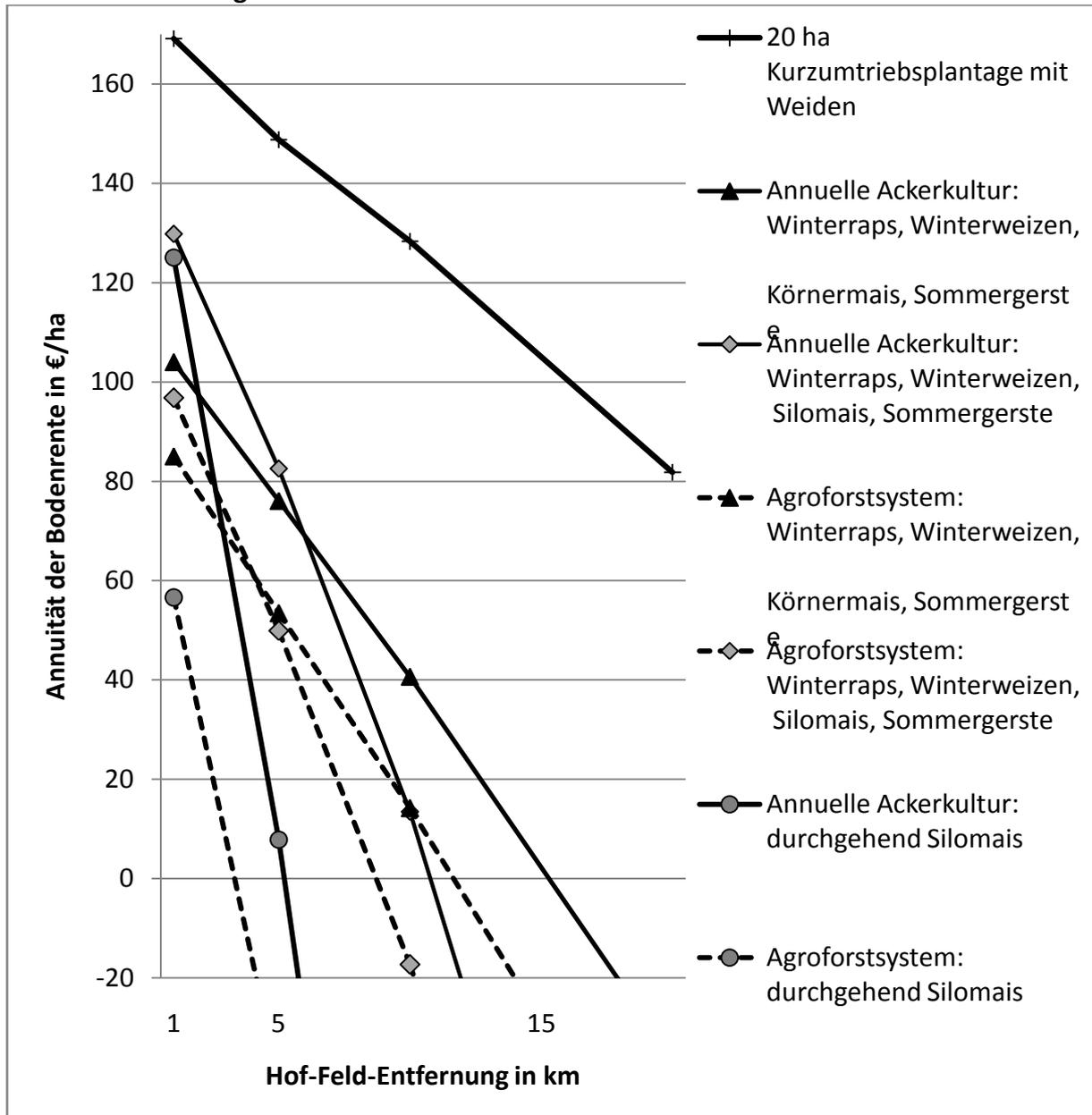
Die Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative „Kurzumtriebsplantage“, mit der Bewirtschaftung von Weiden zu den hier berechneten Preisen und Mengen auf einer Bewirtschaftungsfläche von 20 ha, ist bis zu einer Hof-Feld-Entfernung von ca. 37,6 km im positiven Bereich und weist daher im Gegensatz zu den darunter aufgeführten annuellen Ackerkulturen auch auf weit entfernten Schlägen eine positive Annuität der Bodenrente auf. Sie ist damit wettbewerbsfähig. Auf Schlägen mit einer Hof-Feld-Entfernung von 1 km weist die Kurzumtriebsplantage mit Weiden zu den angenommenen Preis- und Mengengerüsten bereits die höchste Annuität der Bodenrente auf. Unter den annuellen Ackerkulturen erreicht die ackerbauliche Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste die höchste Annuität der Bodenrente. Aufgrund des Fruchtfolglied Silomais sinkt die Annuität der Bodenrente der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste stärker als die Annuität der Bodenrente der ackerbaulichen

Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste. Die Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme sind jeweils niedriger, als die Annuitäten der Bodenrenten der entsprechenden annuellen Ackerkulturen. So kann in 15,30 km Entfernung noch die annuelle Ackerkultur mit der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste mit einer Annuität der Bodenrente von 0 €/ha angebaut werden. Die Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems mit derselben ackerbaulichen Fruchtfolge erreicht hingegen bereits bei einer Hof-Feld-Entfernung von 11,7 km die Annuität der Bodenrente in Höhe von 0 €/ha.

In Abbildung 68 werden die in Tabelle 26 dargestellten Annuitäten der Bodenrenten im positiven Bereich in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung dargestellt. Es wird gezeigt, dass mit Weidenplantagen auf entfernten Schlägen im Gegensatz zu den Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Agroforstsystem“ mit den dargestellten Fruchtfolgen eine positive Annuität der Bodenrente erzielt werden kann. Der Grund dafür ist der, dass in den Produktionsverfahren der Landnutzungsalternative annuelle Ackerkulturen jährlich alle Arbeitsverfahren durchzuführen sind, während eine Kurzumtriebsplantage lediglich alle vier Jahre bewirtschaftet wird und damit die Wegekosten (€/ha) nicht so hoch sind, wie bei der Bewirtschaftung annueller Ackerkulturen.

Die Annuitäten der Bodenrenten der Landnutzungsalternative „Agroforstsystem“ mit fünf Gehölzstreifen und einem Anteil der Weiden von 17 % ist bei jeder Hof-Feld-Entfernung und allen dargestellten annuellen Fruchtfolgen niedriger, als die Annuität der Bodenrente der jeweiligen Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“.

Abbildung 68: Annuitäten der Bodenrenten der drei Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, „Kurzumtriebsplantage“, „Agroforstsystem“ in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

In Tabelle 26 ist dargestellt, dass Kurzumtriebsplantagen auch auf kleinen Flächen (wie z. B. 1 ha) gegenüber der Bewirtschaftung von annuellen Ackerkulturen und Agroforstsystemen auf Standorten mit einer großen Hof-Feld-Entfernung von über 20 km wettbewerbsfähig sind und im Gegensatz zu den anderen beiden Landnutzungsalternativen eine positive Annuität der Bodenrente erreichen.

Im vorliegenden Abschnitt konnte gezeigt werden, dass Kurzumtriebsplantagen mit einer positiven erzielbaren Annuität der Bodenrente in einer größeren Hof-Feld-Entfernung etabliert werden können als annuelle Ackerkulturen mit den dargestellten ackerbaulichen Fruchtfolgen unter den berücksichtigten Preis-Mengengerüsten. Der Grund hierfür ist der, dass die Anzahl der Arbeitsverfahren beim Produktionsverfahren Kurzumtriebsgehölze niedriger ist, als bei den Produktionsverfahren der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und dass die Kurzumtriebsgehölze bei der hier berücksichtigten Umtriebszeit nur alle vier Jahre bewirtschaftet werden müssen. Somit fallen auch die Ernte- und Transportkosten nur alle vier Jahre an und nicht, wie bei den annualen Ackerkulturen, jährlich.

Die ackerbaulichen Fruchtfolgen in den Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annualen Kulturen“ und „Agroforstsystem“ unterscheiden sich hinsichtlich der Arbeitsverfahren und der zu transportierenden Erntemengen. So ist die Annuität der Bodenrente des durchgängigen Anbaus von Silomais auf einem 1 km entfernten Schlag höher als die Annuität der Bodenrente der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste, doch sinkt sie mit steigender Hof-Feld-Entfernung am steilsten ab.

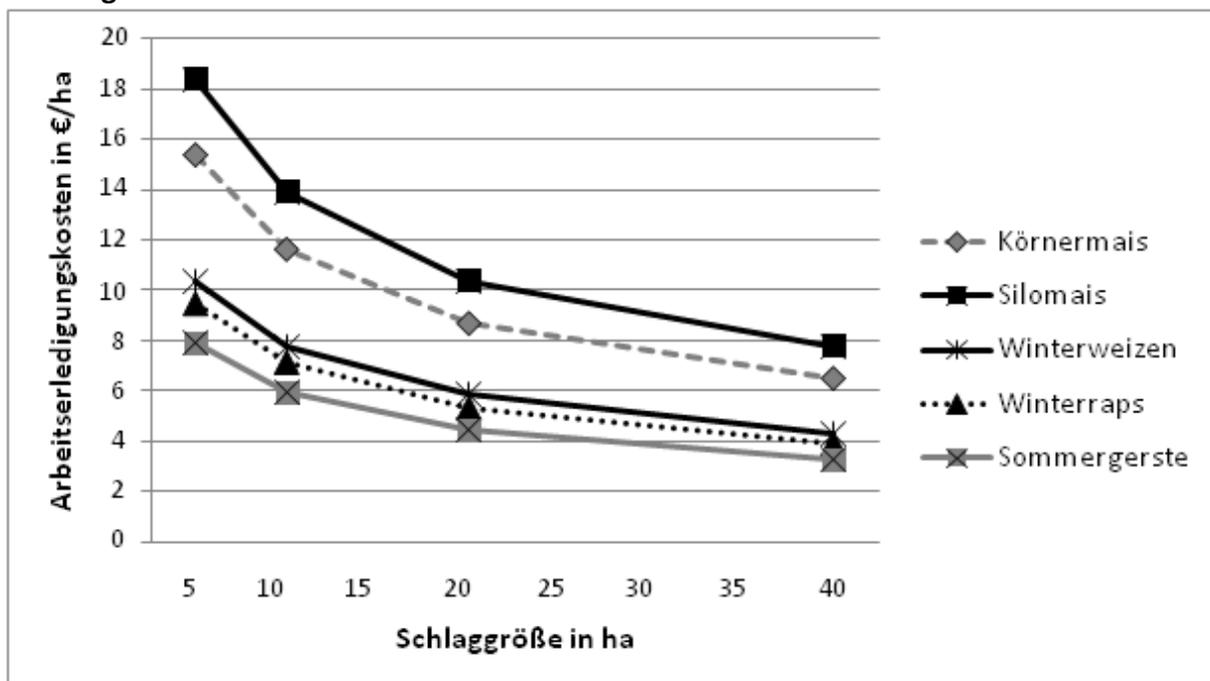
Auffällig ist, dass die Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme nicht zwischen den Annuitäten der Bodenrenten der Landnutzungsalternativen „Kurzumtriebsplantage“ und den jeweiligen annualen Ackerkulturen liegen, sondern darunter. Das kann damit erklärt werden, dass zwar die Kostenannuität des Agroforstsystems niedriger als die Kostenannuität der dargestellten annualen Ackerkultur ist, aber auch die Leistungsannuität für die Bewirtschaftung der Weiden auf der Fläche der Gehölzstreifen niedriger ist. Die Differenz zwischen Leistungs- und Kostenannuität im Agroforstsystem wird in der nachfolgenden Analyse näher analysiert.

5.3.4 Effekt der Restfahrten und zusätzlichen Wendungen

Wenn ein Agroforstsystem geplant wird, sollte versucht werden, die Anzahl an Restfahrten zu minimieren. Da je Gehölzstreifen in der Schlagmitte eine Restfahrt hinzukommt, sollten Gehölzstreifen auch am Feldrand etabliert werden.

Die Restfahrten bedingen unterschiedlich hohe Kosten in Abhängigkeit des ausgewählten Produktionsverfahrens, der Größe und Länge des Schlages. In Abbildung 69 werden die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten der Restfahrten in Abhängigkeit der Flächengröße dargestellt. Berücksichtigt werden hierbei die unterschiedlichen Feldlängen, abzüglich der Fläche zweier Vorgewenderunden entlang des Feldrands. Des Weiteren wird bei der Berechnung der annuellen Ackerkulturen die kleinere Bewirtschaftungsfläche der annuellen Ackerkulturen nach Abzug der Fläche des Gehölzstreifens auf dem Schlag berücksichtigt.

Abbildung 69: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten je Restfahrt in Abhängigkeit der Flächengröße und Ackerkultur



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: KTBL, 2009A

Die Kosten je Restfahrt auf KTBL-Musterschlägen sind in Tabelle 27 dargestellt. Die Arbeitserledigungskosten für eine Restfahrt werden auf größeren Schlägen auf eine größere Fläche verteilt, weshalb die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten der Restfahrten pro ha mit zunehmender Flächengröße sinken.

Wie in Tabelle 27 dargestellt wird, sind die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten (€/ha) einer Restfahrt abhängig von der Ackerfrucht und der Größe der Bewirtschaftungsfläche.

Tabelle 27: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten je Restfahrt in €/ha in Abhängigkeit des Produktionsverfahrens und der Flächengröße des Agroforstsystems

Schlaggröße des Agroforstsystems	5 ha	10 ha	20 ha	40 ha
Bearbeitungsfläche der Ackerkulturen	4,6 ha	9,5 ha	19,3 ha	39,0 ha
Körnermais	15,35	11,60	8,66	6,47
Silomais	18,40	13,90	10,37	7,77
Sommergerste	7,89	5,95	4,45	3,28
Winterraps	9,47	7,14	5,34	3,94
Winterweizen	10,36	7,81	5,86	4,33

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Die Abhängigkeit der Kosten aufgrund unterschiedlicher Flächenanteile in einem Agroforstsystem ergibt sich infolge der Abhängigkeit der spezifischen Arbeitserledigungskosten der annuellen Ackerkultur, bzw. der Kurzumtriebsflächen von der jeweiligen Flächengröße.

Bei der Bewirtschaftung der Fruchtfolgen fallen in einem Agroforstsystem zusätzliche Arbeitserledigungskosten infolge weiterer Wendungen um die Gehölzstreifen an. Die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten einer Wendung für alle Produktionsverfahren eines Arbeitsverfahrens sind in Tabelle 28 in €/Wendung, unabhängig der Schlaggröße sowie in €/ha dargestellt. Wie in Tabelle 28 dargestellt ist, steigen die Kosten um diese zusätzlichen Arbeitserledigungskosten je zusätzlicher Wendung bei der Bewirtschaftung und werden anschließend durch die Flächengröße (ha) des Anbaus der annuellen Ackerkultur dividiert.

Tabelle 28: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten in €/Wendung der berechneten Produktionsverfahren in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsfläche

Fläche des Agroforstsystems und der Bewirtschaftungsfläche der annuellen Ackerkultur	Arbeitserledigungskosten				
	-	5 ha	10 ha	20 ha	40 ha
Einheiten	€/Wendung	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Körnermais	8,41	1,83	0,89	0,44	0,22
Silomais	4,63	1,01	0,49	0,24	0,12
Sommergerste	3,21	0,70	0,34	0,17	0,08
Winterraps	5,72	1,24	0,60	0,30	0,15
Winterweizen	5,18	1,13	0,55	0,27	0,13

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Anhand Tabelle 28 ist erkennbar, dass die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten infolge weiterer Wendungen auf einem Agroforstsystem auf kleineren Bewirtschaftungsflächen stärker ansteigen als auf größeren Bewirtschaftungsflächen.

Durch diese Analyse kann bestimmt werden, bei welcher der obenstehenden Ackerkulturen aufgrund der Etablierung von Agroforstsystemen besonders steigende Arbeitserledigungskosten infolge von Restfahrten und Wendungen entstehen. Es wird angenommen, dass je Gehölzstreifen in der Schlagmitte eine Restfahrt und eine zusätzliche Wendung entstehen (Vgl. Abschnitte 4.11 und 4.15). In Tabelle 29 wird die Summe aus zusätzlichen Arbeitserledigungskosten infolge einer Restfahrt und der dazugehörenden Wendung dargestellt.

Tabelle 29: Zusätzliche Arbeitserledigungskosten in €/ha je Restfahrt und Wendung der berechneten Produktionsverfahren in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsfläche

Fläche des Agroforstsystems und der Bewirtschaftungsfläche der annualen Ackerkultur	Arbeitserledigungskosten			
	5 ha	10 ha	20 ha	40 ha
Einheiten	4,6 ha	9,5 ha	19,3 ha	39,0 ha
	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Körnermais	17,18	12,49	9,10	6,69
Silomais	19,41	14,39	10,61	7,89
Sommergerste	8,59	6,29	4,62	3,36
Winterraps	10,71	7,74	5,64	4,09
Winterweizen	11,49	8,36	6,13	4,46

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Die Sommergerste ist, wie in Tabelle 29 dargestellt, die Ackerkultur mit den niedrigsten zusätzlichen Kosten infolge zusätzlicher Wendungen und Restfahrten (€/ha). Die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten hieraus belaufen sich auf 3,36 €/ha auf einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit einer Bewirtschaftungsfläche der annualen Ackerkultur von 39,0 ha, bzw. auf 4,62 €/ha auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit einer Bewirtschaftungsfläche der Ackerkultur von ca. 39,3 ha. Beim Anbau von Körnermais belaufen sich die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten auf einem 40 ha großen Schlag mit einer 39,0 ha großen Bewirtschaftungsfläche der annualen Ackerkultur auf 6,69 €/ha. Die Ackerfrucht mit den höchsten zusätzlichen Arbeitserledigungskosten (€/ha) der in Tabelle 29 dargestellten Ackerfrüchte ist der Silomais. Die Arbeitserledigungskosten der Bewirtschaftung des Silomais steigen mit jeder Restfahrt und Wendung um 7,89 €/ha auf

einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit einer Bewirtschaftungsfläche von 39,0 ha und um 10,61 €/ha auf dem 20 ha großen Agroforstsystem mit 19,3 ha Bewirtschaftungsfläche der annuellen Ackerkultur.

5.4 Auswertung der Annuitäten der Bodenrenten von Agroforstsystemen

Im vorliegenden Abschnitt werden die Annuitäten der Bodenrenten verschiedener Agroforstsystems schläge mit unterschiedlichen Schlaggrößen-, Schlagausrichtungen und Preisszenarien sowie den beschriebenen Fruchtfolgen bzw. Produktionsverfahren miteinander verglichen. Der direkte Vergleich wird anschließend genutzt, um zu analysieren, bei welcher Kombination die vorzüglichen Anbauverfahren zustande kommen und wie hoch Ertragszuwächse infolge evtl. überwiegend synergetischer Effekte der Ackerfrüchte zwischen den Gehölzstreifen sein müssten, um min. die Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ zu erreichen.

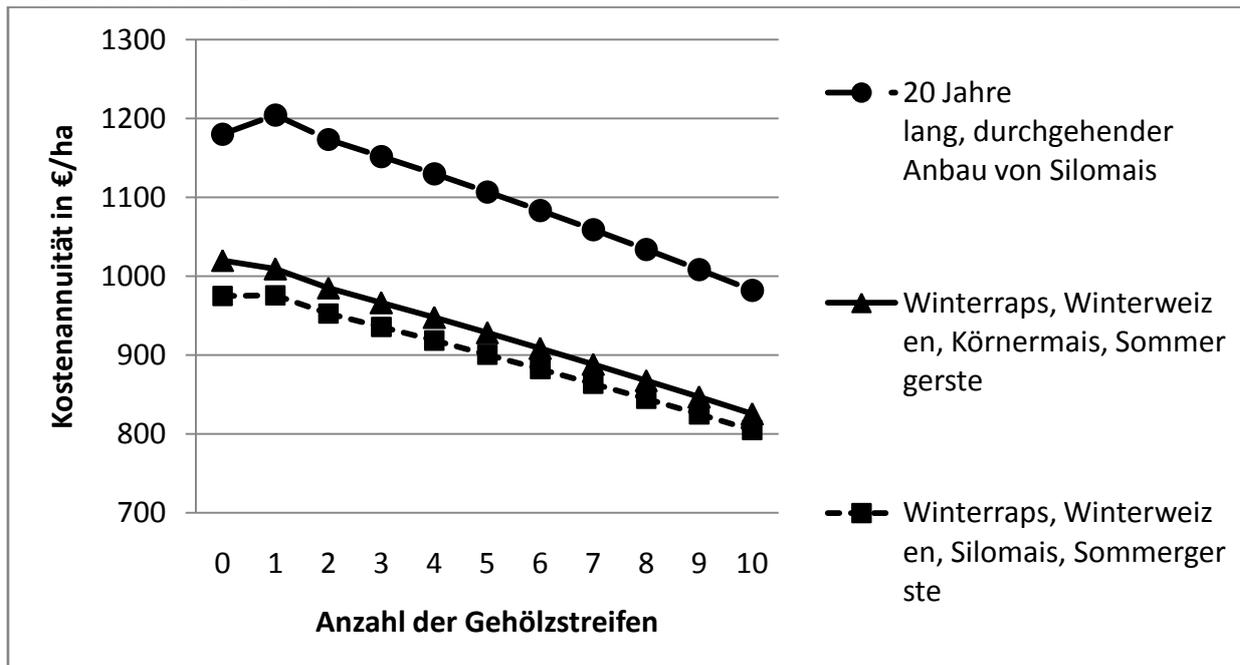
5.4.1 Analyse der Annuitäten der Bodenrenten von Agroforstsystemen in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen

Die Anzahl der Gehölzstreifen beeinflusst maßgeblich die Höhe der Annuität der Bodenrente, da durch die Anzahl der Gehölzstreifen die Fläche der annuellen Ackerkulturen auf dem Agroforstsystem beeinflusst wird und zusätzliche Restfahrten mit deren Wendungen entstehen, welche, wie in den Abbildungen 70 und 71 dargestellt wird, zusätzliche Arbeitserledigungskosten (€/ha) bedingen.

Die hier vorgestellten Agroforstsysteme werden auf Grundlage einer Schlagfläche von 20 ha mit einer Hof-Feld-Entfernung von 1 km berechnet. Bei der Berechnung werden auf den Gehölzstreifen 14.000 Weiden/ha berücksichtigt. Wie in Abbildung 65 (S. 166) dargestellt, erzielen Weiden eine höhere Annuität der Bodenrente als Pappeln. Es wird eine vierjährige Umtriebszeit der in den nachfolgenden Abbildungen und Tabellen dargestellten Agroforstsysteme berücksichtigt. Die Weiden werden mittels des Mähhackers mit drei Schleppern beerntet. Trotz der geringen Hof-Feld-Entfernung wird ein Transport der Frischmasse der Gehölzstreifen über die Hof-Feld-Entfernung berücksichtigt. Die

Holz hackschnitzel werden im Umkreis von 1 km im Freien ohne Bodenplatte gelagert und getrocknet. Der jährliche Zuwachs der Weiden beträgt 8 t TM/ha. Die Verkaufsmenge der Holz hackschnitzel beträgt nach der Lagerung und nach Abzug der Trockenmasseverluste 24,64 t TM/ha (Vgl. Tabelle 23, S. 161).

Abbildung 70: Kostenannuitäten der Agroforstsysteme mit den diskutierten Fruchtfolgen auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrate von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen

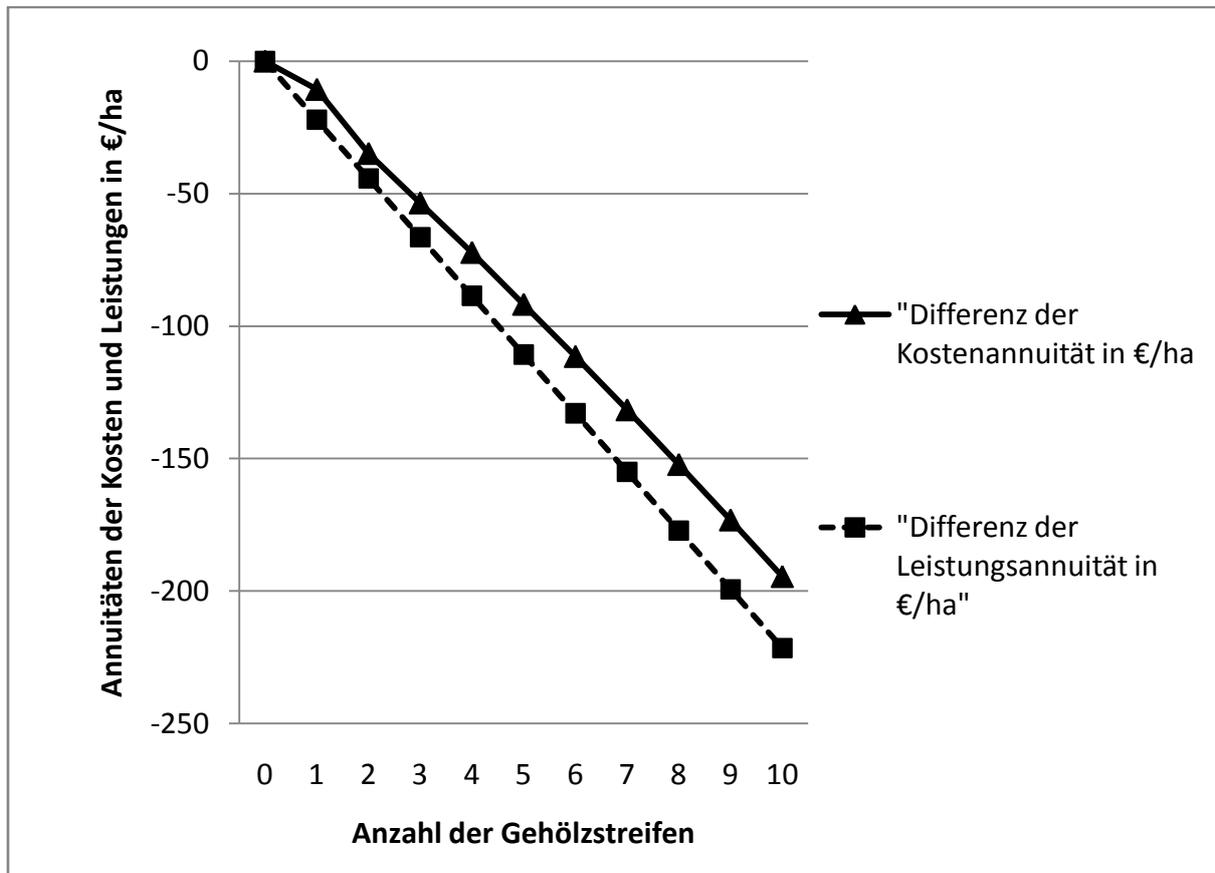


Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Abbildung 70 zeigt, dass die Kostenannuität beim Anbau von Silomais über den Bewirtschaftungszeitraum von 20 Jahren sowie in der ackerbaulichen Fruchtfolge mit Winterraps, Winterweizen, Silomais und Sommergerste im Agroforstsystem mit nur einem Gehölzstreifen höher liegt, als mit der Etablierung von zwei Gehölzstreifen. Der Grund hierfür ist, dass sich die Rüst- und Wegekosten der Gehölzstreifen auf einer Fläche von nur 0,68 ha Bewirtschaftungsfläche aufteilen und die relativ hohen Arbeiterledigungskosten der Bewirtschaftung des Silomais mit der etwas kleineren Bewirtschaftungsfläche zwischen den Schlaggrößen 20 ha und 10 ha interpoliert werden und hierdurch stärker ansteigen als dies bei der Fruchtfolge mit Körnermais der Fall ist.

Der Abbildung 70 ist zu entnehmen, dass die Kostenannuitäten spätestens ab dem zweiten Gehölzstreifen mit jedem weiteren Gehölzstreifen wegen der geringeren Kostenannuität der Weidenplantage, sinken. Die Leistungsannuität sinkt, wie in Abbildung 71 dargestellt, allerdings stärker als die Kostenannuität in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen. Abbildung 71 zeigt, wie sich die Differenzen der Leistungs- und Kostenannuität von Agroforstsystemen gegenüber der Landnutzungsalternative „annuelle Ackerkultur“ am Beispiel des 20 ha großen Agroforstsystemschlages mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen entwickeln. Es ist zu erkennen, dass sich mit jedem weiteren Gehölzstreifen die Differenz der Leistungsannuität gegenüber der Differenz der Kostenannuität vergrößert.

Abbildung 71: Entwicklung der Differenzen der Kosten- und Leistungsannuitäten des Agroforstsystems gegenüber der Kosten- und Leistungsannuitäten der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annualen Kulturen“ am Beispiel der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste auf einem 20 ha großen Agroforstsystemschlag mit dem Anbau von Weiden



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Aufgrund der in Abbildung 71 dargestellten, unterschiedlichen Entwicklungen der Leistungs- und Kostenannuitäten in Abhängigkeit der Gehölzstreifen ist zu erwarten, dass mit zunehmender Anzahl an Gehölzstreifen die Annuität der Bodenrente fällt. Dies wird nachfolgend anhand eines 20 ha und eines 40 ha großen Agroforstsystemschlages mit den bereits vorgestellten ackerbaulichen Fruchtfolgen dargestellt und analysiert.

In Abbildung 72 und Tabelle 30 wird zunächst auf die Annuität der Bodenrente auf dem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag eingegangen.

Tabelle 30: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden in Abhängigkeit der Anzahl an Gehölzstreifen auf einem KTBL-Musterschlag

Anzahl der Gehölzstreifen	Fläche der Gehölzstreifen (ha)	Ackerfläche (ha)	Fruchtfolge: Wintertraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste (€/ha)	Fruchtfolge: Wintertraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste (€/ha)	Durchgängiger Anbau von Silomais (€/ha)
0	0	20	104,01	129,79	125,05
1	0,68	19,32	92,51	107,60	72,38
2	1,36	18,64	94,54	109,07	75,01
3	2,05	17,95	91,07	104,64	68,26
4	2,73	17,27	87,61	100,26	61,84
5	3,41	16,59	85,03	96,80	56,60
6	4,09	15,91	82,57	93,47	51,77
7	4,78	15,22	80,56	90,63	47,71
8	5,46	14,54	79,02	88,30	44,41
9	6,14	13,86	77,80	86,32	41,74
10	6,82	13,18	77,01	84,79	39,80

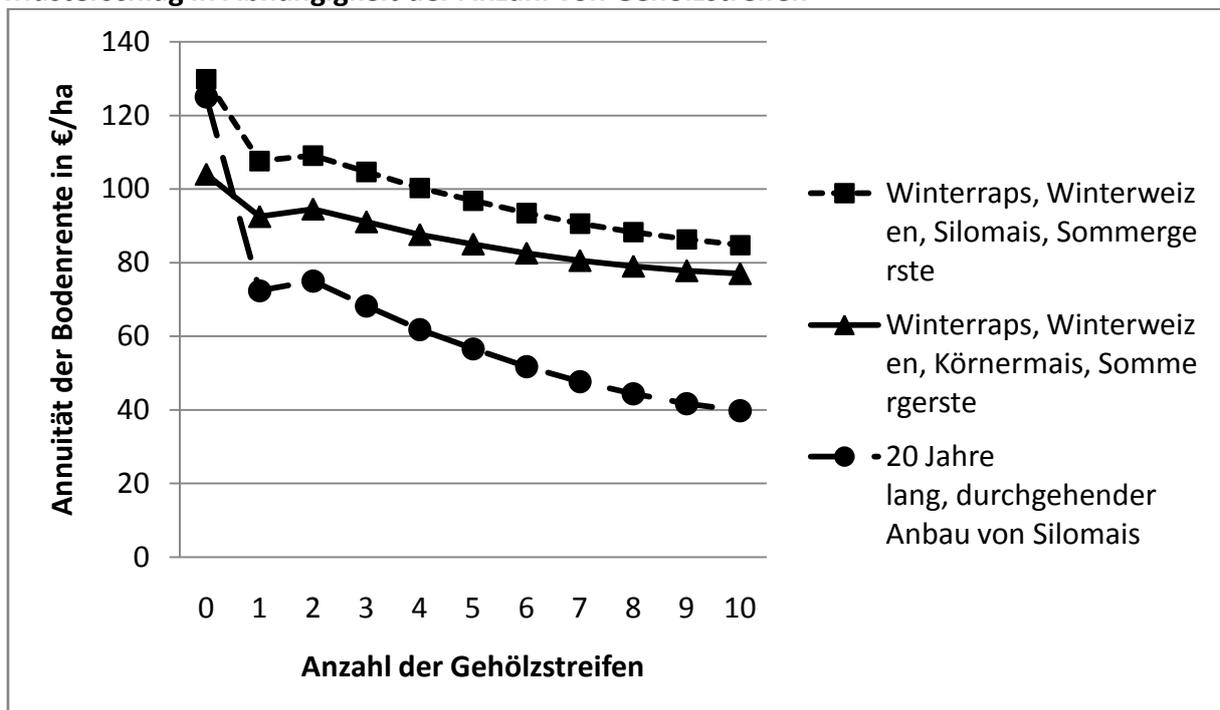
Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Beim Anbausystem ohne Gehölzstreifen (Vgl. Tabellen 30 und 31, Abbildungen 72 bis 73) handelt es sich um die Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“.

Mit dem Anbau eines jeden Gehölzstreifens verringert sich die Produktionsfläche für die Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen (Vgl. Tabellen 30 und 31). Mit jedem zusätzlichen Gehölzstreifen ab dem zweiten Gehölzstreifen steigen die Arbeitserledigungskosten in €/ha auf dem Flächenanteil der annuellen Ackerkultur infolge vermehrter Wendungen und Restfahrten an. Die ersten zwei Gehölzstreifen werden am Feldrand angebaut, wodurch, ausgenommen der Effekte der Flächengröße, keine weiteren negativen Effekte, die sich auf

die Arbeitserledigungskosten der annuellen Ackerkultur zwischen den Gehölzstreifen auswirken, entstehen. Dafür steigen die Arbeitserledigungskosten auf dem Flächenanteil der Gehölzstreifen infolge der Übersetzungsfahrten zwischen den beiden Gehölzstreifen an den gegenüberliegenden Feldrändern. Die Arbeitserledigungskosten (€/ha) der Übersetzungsfahrten sinken mit weiteren Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystem (Vgl. Abschnitt 4.19, S. 146).

Abbildung 72: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrates von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Mit dem Anbau eines jeden weiteren Gehölzstreifens erhöht sich die Anbaufläche der Kurzumtriebsgehölze, womit die Arbeitserledigungskosten der Gehölzstreifen, wie in Abschnitt 5.3.1 dargestellt, abnehmen. Wie in Tabelle 30 aufgeführt, beträgt die Fläche eines Gehölzstreifens 0,68 ha. Bei der Etablierung eines Gehölzstreifens fallen bei der Bewirtschaftung des Gehölzstreifens keine Arbeitserledigungskosten in Folge von Übersetzungsfahrten zwischen Gehölzstreifen an. Allerdings sind die Arbeitserledigungskosten in €/ha der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen weitaus höher, als die des

Gehölzsanbaus auf 1,36 ha mit 2 Gehölzstreifen, da die Rüst- und Wegekosten nicht auf eine größere Fläche aufgeteilt werden können.

Die Annuität der Bodenrente entwickelt sich in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen auf einem 40 ha großen Schlag genauso wie auf dem dargestellten 20 ha großen Schlag auf anderem Niveau. Dies wird nachfolgend anhand Tabelle 31 und Abbildung 73 dargestellt.

Tabelle 31: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden in Abhängigkeit der Anzahl an Gehölzstreifen auf einem KTBL-Musterschlag

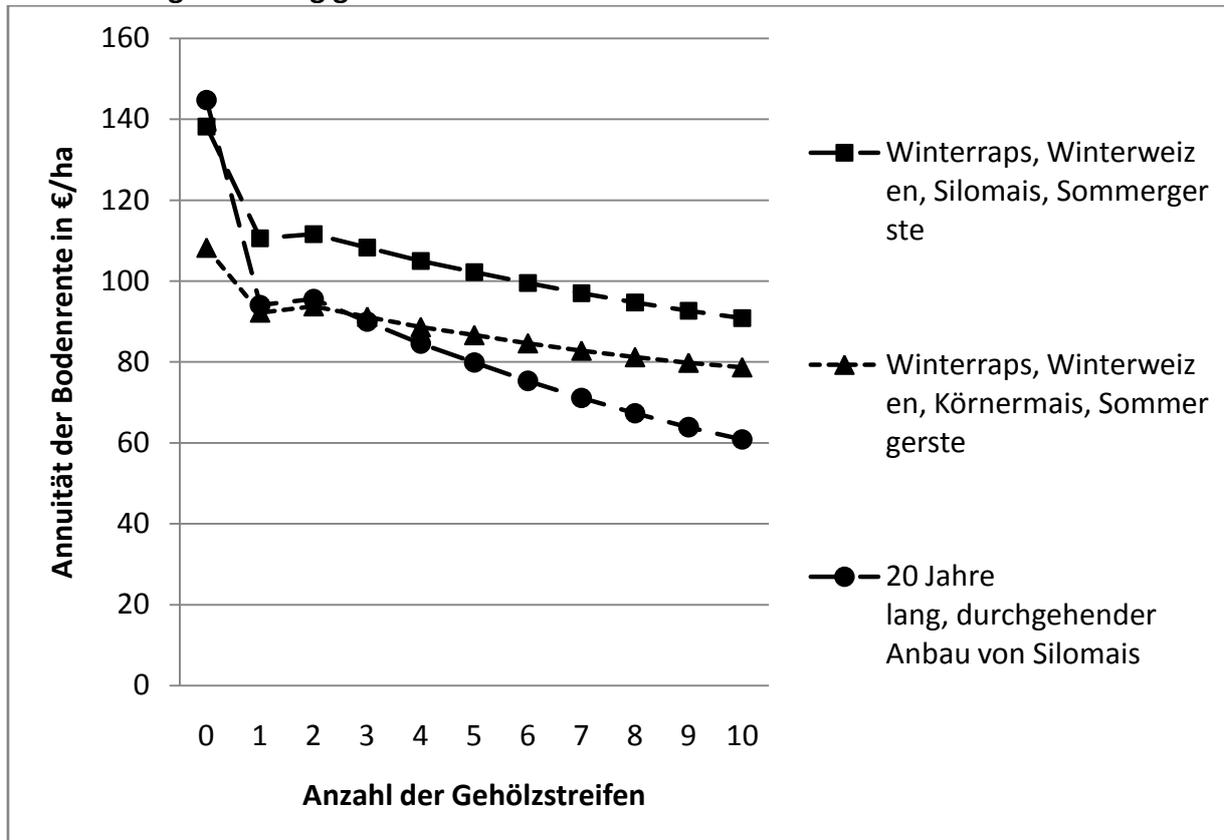
Anzahl der Gehölzstreifen	Fläche der Gehölzstreifen (ha)	Ackerfläche (ha)	Fruchtfolge: Winterfrucht, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste (€/ha)	Fruchtfolge: Winterfrucht, Winterweizen, Silomais, Sommergerste (€/ha)	Durchgängiger Anbau von Silomais (€/ha)
0	0,00	40,00	108,24	138,22	144,72
1	1,00	39,00	92,24	110,54	94,09
2	1,99	38,01	93,79	111,60	95,56
3	2,99	37,01	91,22	108,26	89,98
4	3,99	36,01	88,66	104,95	84,57
5	4,98	35,02	86,67	102,22	79,89
6	5,98	34,02	84,66	99,48	75,35
7	6,98	33,02	82,83	96,94	71,15
8	7,97	32,03	81,23	94,65	67,34
9	8,97	31,03	79,86	92,61	63,92
10	9,97	30,03	78,73	90,81	60,89

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Auf einem Agroforstsystem mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterfrucht, Winterweizen, Silomais, Sommergerste mit zwei Gehölzstreifen wird auf beiden betrachteten Schlaggrößen eine höhere Annuität der Bodenrente (€/ha) erzielt als auf einem Agroforstsystem mit einem Gehölzstreifen (Vgl. Tabellen 30 und 31). Der Grund dafür ist, dass die Arbeitserledigungskosten bei sehr kleinen Schlägen, die kleiner als 2 ha sind, mit sinkender Bewirtschaftungsfläche der Kurzumtriebsgehölze überproportional stark ansteigen (Vgl. Abbildung 62, Abschnitt 5.3.1).

Ab dem zweiten Gehölzstreifen kommt es zu den in Abschnitt 5.2.3 dargestellten Übersetzungsfahrten. Deren Länge und damit auch Kostenhöhe nimmt mit jedem weiteren Gehölzstreifen ab, was sich marginal auf die Annuitäten der Bodenrenten auswirkt.

Abbildung 73: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrates von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen



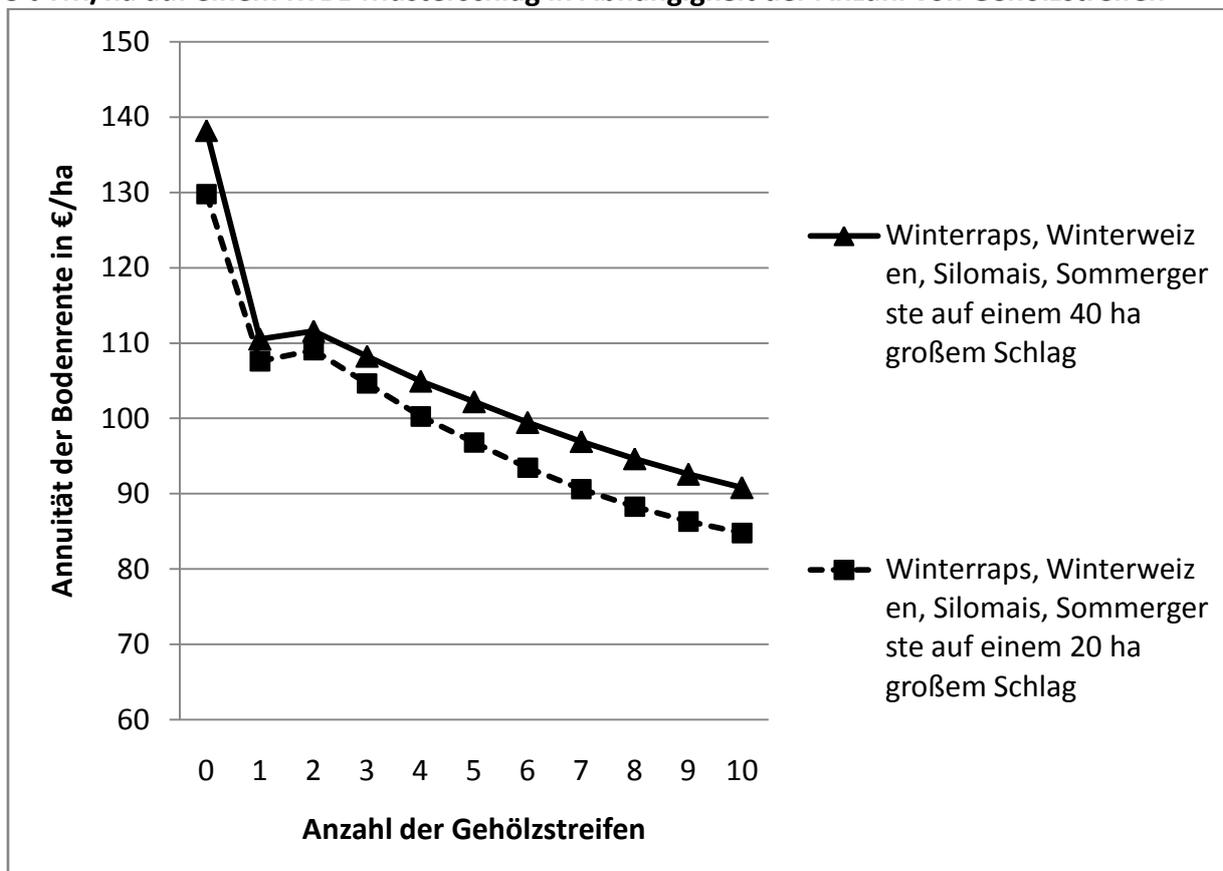
Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Wenn die Abbildungen 72 und 73, also die Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme auf 20 ha und 40 ha Schlagfläche des Agroforstsystems verglichen werden, dann ist zu erkennen, dass die Annuitäten der Bodenrenten in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen auf dem 20 ha großen Agroforstsystem mit allen drei betrachteten annuellen Fruchtfolgen stärker sinken als auf dem 40 ha großen Agroforstsystem. Dies wird anhand Abbildung 74 am Beispiel des Agroforstsystems mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Wintererbsen, Winterweizen, Silomais, Sommergerste analysiert.

Der Grund für die unterschiedlich starke Entwicklung der Annuität der Bodenrente in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen ist der, dass die zusätzlichen Arbeiterledigungskosten der Wendungen und Restfahrten sich auf dem 20 ha großen Agroforstsystem auf eine kleinere Bewirtschaftungsfläche der annuellen Ackerkultur aufteilen und somit je ha höher sind als auf dem 40 ha großen Agroforstsystem. Auch die

zusätzlichen Arbeiterledigungskosten der Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen werden auf einem 20 ha großen Agroforstsystem mit wenigen Gehölzstreifen auf eine größere Fläche aufgeteilt als mit vielen Gehölzstreifen. Entsprechend werden die zusätzlichen Arbeiterledigungskosten auf einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag auf eine größere Bewirtschaftungsfläche aufgeteilt als auf einem 20 ha großen Schlag.

Abbildung 74: Annuitäten der Bodenrenten auf einem 20 ha und einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit dem Anbau von Weiden, einer jährlichen Zuwachsrate von 8 t TM/ha auf einem KTBL-Musterschlag in Abhängigkeit der Anzahl von Gehölzstreifen



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Wenn der Verkaufspreis oder die Wachstumsrate für Holzhackschnitzel stark ansteigen würde, dann würden bei bestimmten Preis-Mengengerüsten die Annuität der Bodenrente mit einer zunehmenden Anzahl an Gehölzstreifen steigen statt sinken. Allerdings müsste die Annuität der Bodenrente in dem Fall mit einer Kurzumtriebsplantage verglichen werden, da wie in Abschnitt 5.2 dargestellt wurde, die Arbeiterledigungskosten der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsgehölzen auf Agroforstsystemen höher sind als auf zusammenhängenden

Kurzumtriebsplantagen und auf größeren zusammenhängenden Flächen tendenziell niedriger sind. Des Weiteren gibt es auf einer Kurzumtriebsplantage keine Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen, deren zusätzliche Arbeiterledigungskosten in Abschnitt 5.2.3 beschrieben wurden.

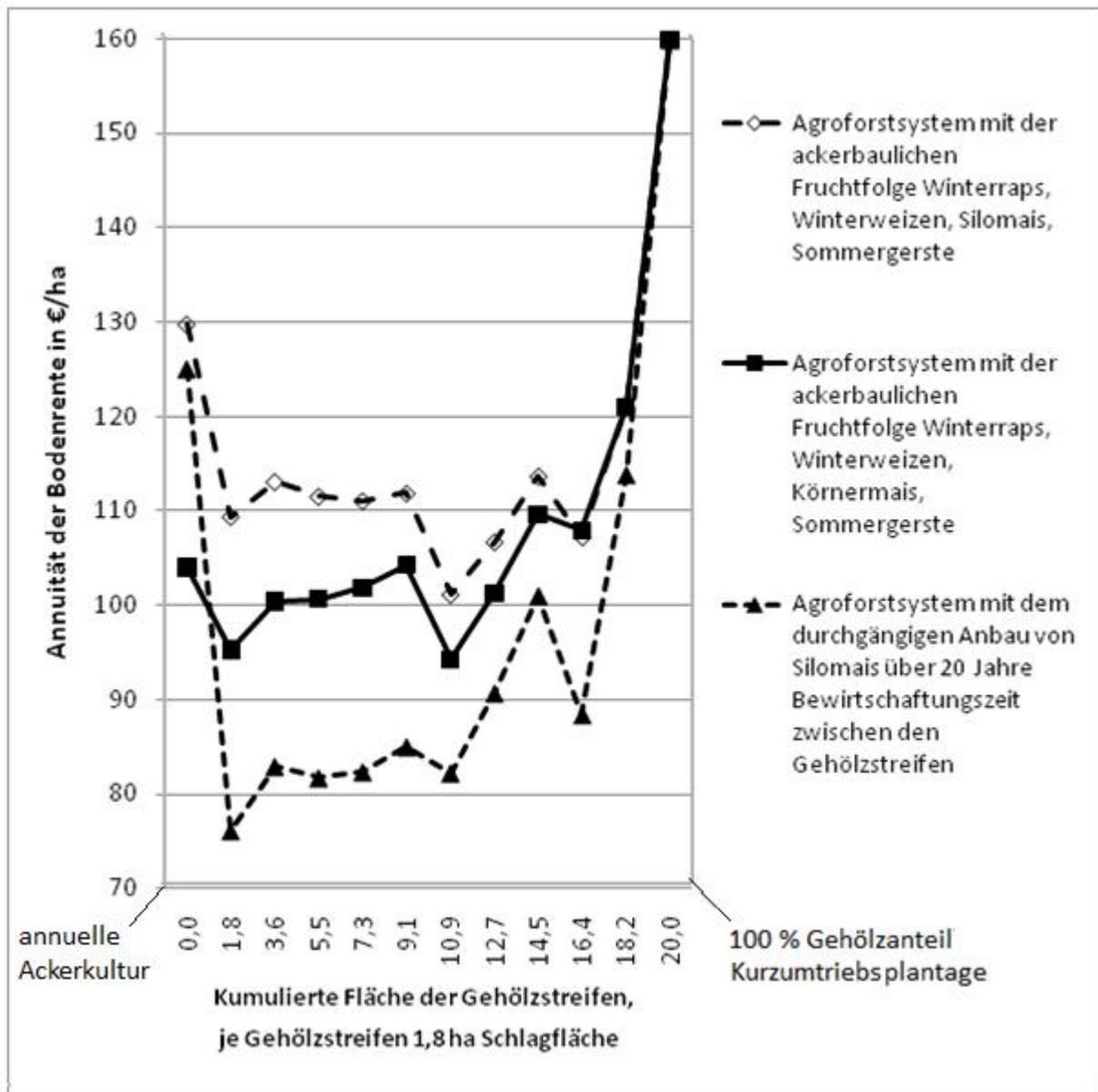
Es ist festzuhalten, dass beim hier berechneten Preis-Mengengerüst die Annuität der Bodenrente mit jedem zusätzlichen Gehölzstreifen ab 2 Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystems Schlag sinkt.

5.4.2 Analyse der Flächenanteile der Gehölze und der annuellen Ackerkultur auf dem Agroforstsystem

Im vorliegenden Abschnitt wird die Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems in Abhängigkeit der Flächenanteile des Agroforstsystems dargestellt. Es wird berücksichtigt, dass 14.000 Weiden je ha angebaut werden. Es wird eine Wachstumsrate in Höhe von 8 t TM/(ha x a) berücksichtigt. Es werden die bisher betrachteten ackerbaulichen Fruchtfolgen Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste und Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste sowie der durchgängige, über den gesamten Bewirtschaftungszeitraum von 20 Jahren durchgeführte Anbau von Silomais auf einem 20 ha großen Schlag betrachtet. Anders als in den anderen Analysen, sind die Gehölzstreifen nun breiter. In den bisherigen Analysen wurde eine Breite des Gehölzstreifens von 12 m berücksichtigt. In der vorliegenden Analyse wird eine Gehölzstreifenbreite von 28,75 m berücksichtigt. Der Anteil eines jeden Gehölzstreifens beträgt ca. 9,09 % der gesamten Agroforstsystemfläche, so dass der Gehölzanteil bei zehn Gehölzstreifen 90,9 % beträgt. Die Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems wird anhand Abbildung 75 mit der Annuität der Bodenrente der Kurzumtriebsplantage und der annuellen Ackerkultur verglichen.

Zwischen den 28,75 m breiten Gehölzstreifen werden bzgl. der Berechnung der Annuitäten der Bodenrenten die agroforstsystemspezifischen Bewirtschaftungseffekte wie Restfahrten, Wendungen und Übersetzungsfahrten berücksichtigt. Die Hof-Feld-Entfernung beträgt bei der vorliegenden Analyse 1 km.

Abbildung 75: Annuität der Bodenrente in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsfläche der Gehölze auf dem Agroforstsystem und derer Anteile



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN UND DARSTELLUNG

Wie in Abbildung 75 dargestellt ist, ist die Bodenrente des Agroforstsystems mit ein bis zehn Gehölzstreifen niedriger als die Bewirtschaftung des 20 ha großen Schlags mit den Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annualen Kulturen“, welche in Abbildung 75 ganz links mit 0,00 ha Gehölzfläche dargestellt ist, und der Landnutzungsalternative „Kurzumtriebs-plantage“, welche ganz rechts mit 20,0 ha Gehölzfläche dargestellt ist. Ausschließlich mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Wintererraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste ist es möglich, mit 5, 8, 9 und 10 Gehölzstreifen eine höhere Annuität der

Bodenrente zu erwirtschaften, als dies mit der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ möglich ist. Der Grund hierfür ist der, dass die Annuität der Bodenrente der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste gegenüber der Annuität der Bodenrente der Kurzumtriebsplantage relativ gering ist und die agroforstsystemspezifischen Arbeitserledigungskosten bei den Flächenanteilen mit 5, 8, 9 und 10 Gehölzstreifen relativ niedrig sind.

Die Annuität der Bodenrenten der Kurzumtriebsplantage mit Weiden und einem Holzwachstum von 8 t TM/(ha x a) ist höher, als die Annuität der Bodenrente der Agroforstsysteme.

Die, in Abbildung 75 dargestellten, teilweise sehr unterschiedlichen Annuitäten der Bodenrenten und der „zackige Verlauf“ zwischen den Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Kurzumtriebsplantage“ entstehen aufgrund der unterschiedlich hohen agroforstsystemspezifischen Bewirtschaftungseffekte und der Interpolation der Arbeitserledigungskosten, die im AgforS-Modell schlaggrößenspezifisch durchgeführt wird (Vgl. Abschnitt 4.12, S. 130 ff). Die Arbeitserledigungskosten werden also zwischen den in der Datensammlung des KTBL (2009A) dargestellten Schlaggrößen linear interpoliert, wodurch der Verlauf des Graphen beeinflusst wird.

So werden mit der Etablierung zusätzlicher Gehölzstreifen zusätzliche Restfahrten berechnet, womit die Arbeitserledigungskosten steigen. Mit einer höheren Anzahl an Gehölzstreifen hingegen sinken die Arbeitserledigungskosten der Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen. Mit einer kleineren Bewirtschaftungsfläche steigen zudem die Arbeitserledigungskosten der Bewirtschaftung der jeweiligen Elemente der Landnutzungsalternativen auf dem Agroforstsystem.

Es ist zu erkennen, dass sich die Annuität der Bodenrente überwiegend nicht zwischen den Annuitäten der Bodenrenten der beiden Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Kurzumtriebsplantage“ liegen, sondern aufgrund der höheren Arbeitserledigungskosten, darunter.

5.4.3 Analyse der Annuitäten der Bodenrenten von Agroforstsystemen in Abhängigkeit unterschiedlicher Preisniveaus

Nachfolgend wird die Annuität der Bodenrente in Abhängigkeit steigender bzw. sinkender Preisniveaus betrachtet. Die Durchschnittspreise und die Preise unterschiedlicher Preisniveaus bei den landwirtschaftlichen Produkten, welche im Nachfolgenden untersucht werden, sind in Tabelle 32 dargestellt.

Tabelle 32: Preisübersicht bei unterschiedlichen Preisniveaus für landwirtschaftliche Produkte

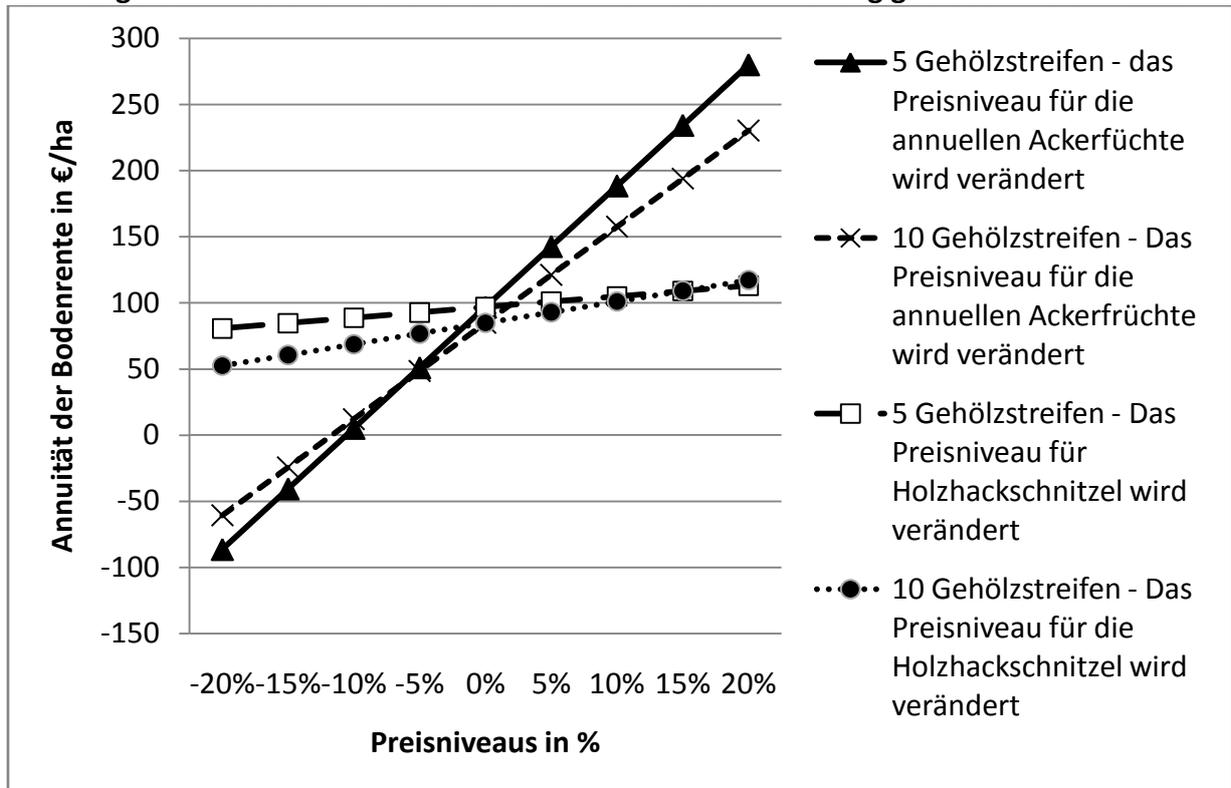
Preisniveau	-20%	-15%	-10%	-5%	+/-0	+5%	+10%	+15%	+20%
Legende	Preise in €/dt, Holzhackschnitzel in €/t TM								
Körnermais	11,33	12,04	12,74	13,45	14,16	14,87	15,58	16,28	16,99
Silomais	2,40	2,55	2,70	2,85	3,00	3,15	3,30	3,45	3,60
Sommergerste	13,01	13,82	14,63	15,45	16,26	17,07	18,89	18,70	19,51
Winterraps	25,08	26,65	28,22	29,78	31,35	32,92	34,49	36,05	37,62
Winterweizen	11,15	11,85	12,55	13,24	13,94	14,64	15,33	16,03	16,73
Holzhackschnitzel	65,40	66,49	73,58	77,66	81,75	85,84	89,93	94,01	98,10

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN, Datenquelle: STATISTISCHES BUNDESAMT (2010)

Zunächst wird die Entwicklung der Annuität der Bodenrente eines Agroforstsystems mit einer Schlaggröße von 20 ha und der annuellen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste zwischen den Gehölzstreifen, auf denen Weiden mit einem durchschnittlichen jährlichen TM-Zuwachs von 8 t/ha angebaut werden, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Preisniveaus von -20 % bis +20 %, betrachtet. In Abbildung 76 wird dargestellt, dass die Entwicklung der Annuität der Bodenrente in Abhängigkeit der unterschiedlichen Preisniveaus und der Anzahl der Gehölzstreifen unterschiedlich zu bewerten ist. So steigen die Bodenrenten mit einem steigenden Verkaufspreis unterschiedlich stark an.

Der Vergleich der Graphen, die den Agroforstsystemanbau mit 5 Gehölzstreifen und den Agroforstsystemanbau mit 10 Gehölzstreifen mit der Veränderung der Preisniveaus für die annuellen Ackerfrüchte zeigen, verdeutlichen, dass sich die Annuität der Bodenrente eines Agroforstsystems mit weniger Gehölzstreifen am Stärksten in Abhängigkeit der Preisniveaus verändert.

Abbildung 76: Entwicklung der Annuität der Bodenrente auf einem 20 ha großen Agroforstsystem mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterrap, Winterweizen, Silomais, Sommergerste mit 5 und 10 Gehölzstreifen mit Weiden in Abhängigkeit der Preisniveaus



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

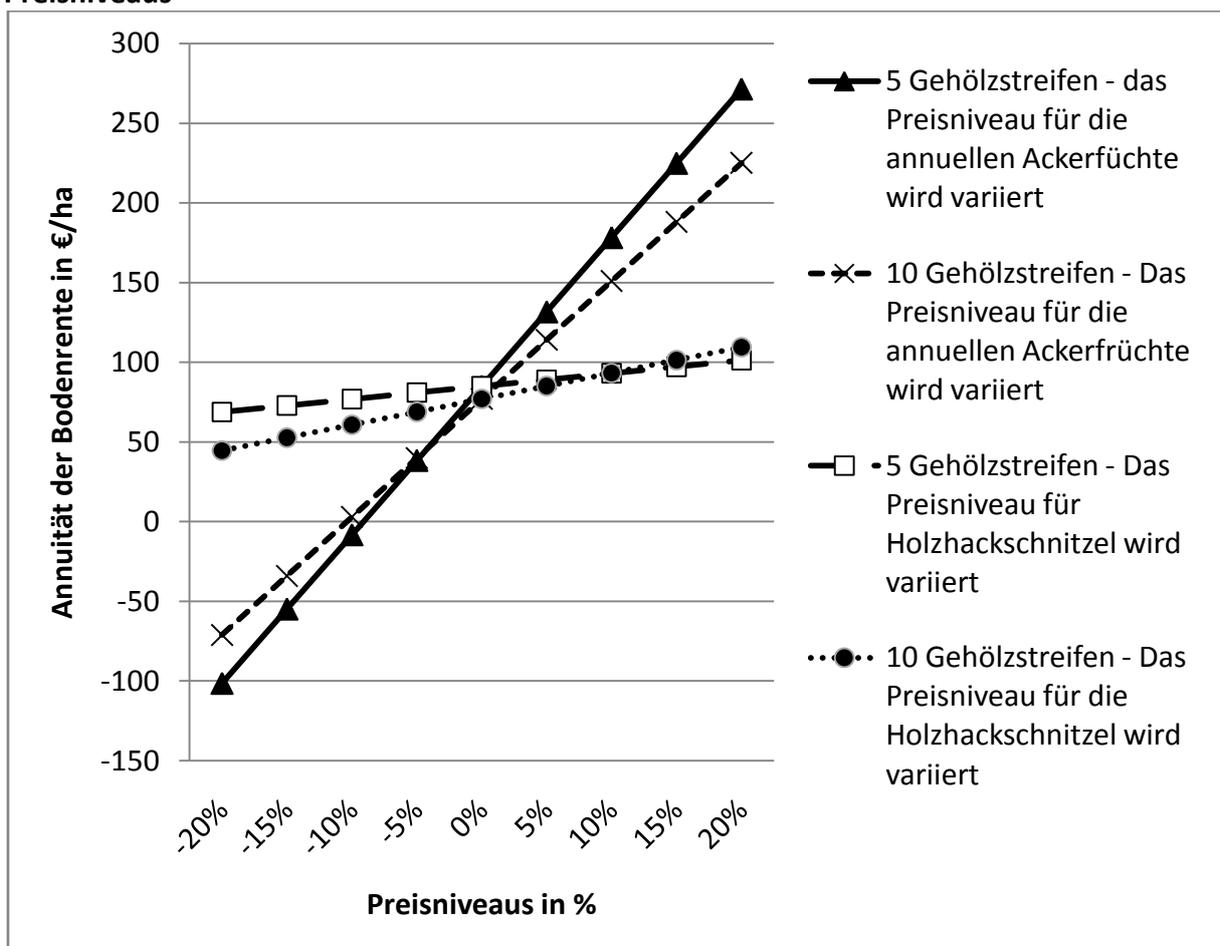
Abbildung 76 ist abzulesen, dass wenn auf dem Agroforstsystems Schlag eine größere Anzahl an Gehölzstreifen etabliert wird, sich eine Veränderung des Preisniveaus auf die Annuität der Bodenrente weniger stark auswirkt. Wenn sich das Preisniveau für die Holzhackschnittel verändert, verändert sich die Annuität der Bodenrente stärker auf Agroforstsystemen mit einem höheren Gehölzanteil, also mit mehr Gehölzstreifen.

Wenn das Preisniveau für Holzhackschnittel verändert wird, wird im Rahmen der dargestellten Preisniveaus eine negative Annuität der Bodenrente auch bei einem Preisniveau, welches bei 20 % unter dem angenommenen Preisniveau liegt, nicht erreicht. Wie in Abbildung 76 dargestellt ist, wird mit fünf Gehölzstreifen die Annuität der Bodenrente von 0 €/ha bei einem Preisniveau von -10,6 % erreicht, mit zehn Gehölzstreifen wird diese Annuität der Bodenrente erst bei einem Preisniveau von -11,6 % erreicht. Wenn der Preis unter die beschriebenen Preisniveaus fällt, wird ausschließlich eine negative Annuität der Bodenrente erzielbar.

Abbildung 77 zeigt die gleiche Analyse der Entwicklung der Annuität der Bodenrente in Abhängigkeit unterschiedlicher Preisniveaus wie Abbildung 76 anhand eines 20 ha großen Agroforstsystems mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste.

Wenn die Abbildungen 76 und 77 miteinander verglichen werden, ist festzustellen, dass die Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme mit der annuellen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste bei allen Preisszenarien etwas niedriger liegen, als die Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme mit der annuellen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste.

Abbildung 77: Entwicklung der Annuität der Bodenrente auf einem 20 ha großen Agroforstsystem mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste mit 5 und 10 Gehölzstreifen mit Weiden in Abhängigkeit der Preisniveaus



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Anhand Abbildung 77 ist, wie auch schon in Abbildung 76 zu erkennen, dass durch eine Etablierung einer höheren Anzahl an Gehölzstreifen, bzw. eines höheren Anteils an Gehölzen auf einem Agroforstsystem die Wirkung unterschiedlicher Preisveränderungen auf die Annuität der Bodenrente abgeschwächt werden kann.

Im Falle des sinkenden Preisniveaus der annuellen Ackerfrüchte wird auf einem Agroforstsystemschlag mit fünf Gehölzstreifen die Annuität der Bodenrente von nur 0 €/ha ab einem Preisniveau von -9,1 % erreicht, auf einem Agroforstsystem mit zehn Gehölzstreifen hingegen erst mit einem Preisniveau von -10,4 %. Unter diesen Preisniveaus, ist es unmöglich, eine positive Annuität der Bodenrente zu erwirtschaften.

Es ist festzuhalten, dass die Annuität der Bodenrente mit einem höheren Anteil an Gehölzen auf dem Schlag bei Preisschwankungen der annuellen Ackerfrüchte nicht so stark schwankt wie auf einem Agroforstsystemschlag mit weniger Gehölzstreifen.

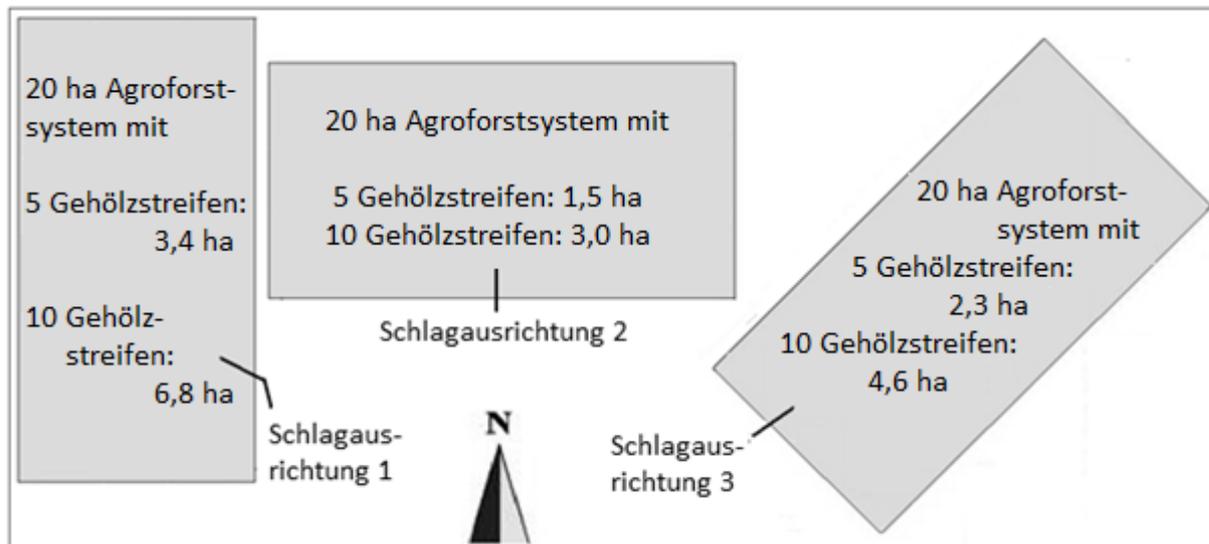
5.4.4 Analyse der Bodenrenten von Agroforstsystemen in Abhängigkeit unterschiedlicher Ausrichtung der Schläge und Anbauflächen

Die Bodenrente wird auch durch die Feldgeometrie und insbesondere durch die Lage des Agroforstsystems beeinflusst. Im Folgenden wird dazu das Agroforstsystem auf einer Fläche von 20 ha analysiert. Hierzu wird das Agroforstsystem auf einem simulierten KTBL Musterschlag dargestellt, der um 45° und 90° gedreht wird (Vgl. Abschnitt 4.13 und Abbildung 78).

Wie zuvor beschrieben, werden die Gehölzstreifen aufgrund der vorherrschenden Windrichtung aus West und dem minimalisierten Sonnenschatteneffekt ausschließlich in Nord-Süd-Richtung angepflanzt, was zur Folge hat, dass auf einem simulierten Schlag, der um 45° gedreht wird, die Gehölzstreifen schräg zu den Kanten der Rautenform stehen. Auf dem simulierten Schlag der um 90° gedreht wird, kann der Schlag nicht weiter entlang der Längsseite bearbeitet werden. Aufgrund der Gehölzstreifen, die in Nord-Süd-Richtung stehen, findet die Bearbeitung hierbei stets in Nord-Süd-Richtung statt. Da dieser Effekt nicht bei zwei Gehölzstreifen, welche am Feldrand gepflanzt werden, eintritt, sondern erst ab min. drei Gehölzstreifen, wird im Nachfolgenden ein Agroforstsystem mit fünf

Gehölzstreifen verglichen, bei dem in Abhängigkeit der Schlagausrichtung größere Distanzen zwischen den Gehölzstreifen entstehen.

Abbildung 78: Ausrichtung der Schläge und Anbauflächen



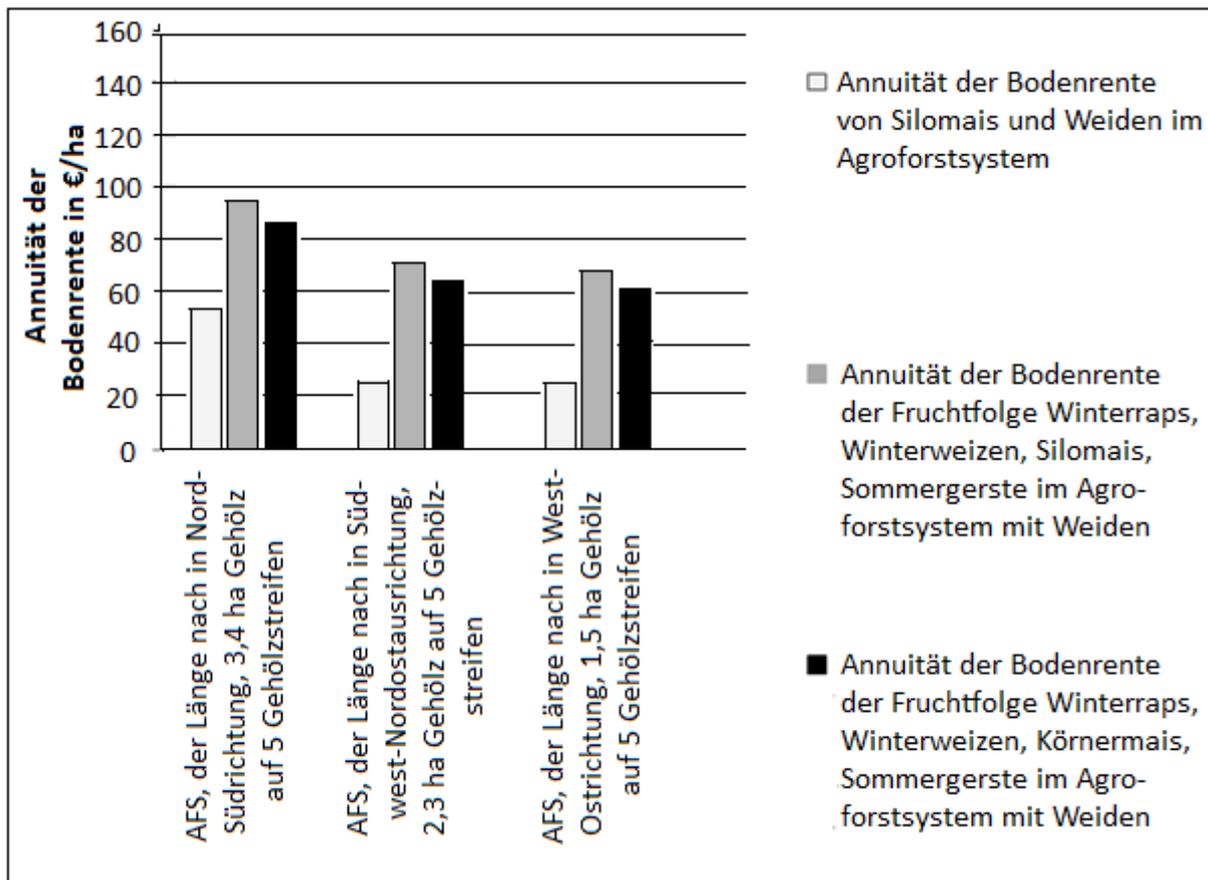
Quelle: EIGENE DARSTELLUNG, EIGENE BERECHNUNGEN

In Abbildung 79 wird die Annuität der Bodenrente eines 20 ha großen Agroforstsystems mit fünf Gehölzstreifen und dem ackerbaulichen Anbau ausschließlich von Silomais, der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste und der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste dargestellt. Auf einem Schlag, der doppelt so lang wie breit ist und der in Nord-Süd-Richtung längs ausgerichtet ist (Abbildung 78, Schlagausrichtung 1), beträgt die Fläche der Gehölzstreifen 3,4 ha. Die Fläche für den Anbau der annuellen Ackerkultur ist auf dem Schlag 16,6 ha groß. Auf dem simulierten Agroforstsystems Schlag, der um 90° gedreht wird, werden ebenso fünf Gehölzstreifen mit einer Fläche von 1,5 ha angebaut und auf dem um 45° gedrehten simulierten Agroforstsystems Schlag werden fünf Gehölzstreifen auf 2,3 ha etabliert.

Der Anteil der Gehölzstreifen an der Gesamtfläche ist zwischen den drei Beispielschlägen unterschiedlich. Es ist aus Abbildung 79 abzulesen, dass die Annuitäten der Bodenrenten aller drei annuellen Fruchtfolgen im Agroforstsystem (AFS) auf dem Schlag in Nord-Süd-Richtung höher sind, als auf dem um 45° und dem um 90° gedrehten Schlag.

Die Annuitäten der Bodenrenten der simulierten Schläge, welche um 45° und um 90° gedreht sind, sind bei Berücksichtigung von fünf Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystem vergleichbar hoch und in Tabelle 33 unterscheidbar.

Abbildung 79: Annuitäten der Bodenrenten des Agroforstsystems mit 5 Gehölzstreifen in Abhängigkeit der Ausrichtung des 20 ha großen KTBL-Musterschlages



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

In Tabelle 33 sind zudem die um 45° und 90° gedrehten simulierten Agroforstsystemschläge mit vergleichbarer Fläche der Gehölzstreifen aber unterschiedlicher Anzahl an Gehölzstreifen und damit unterschiedlicher Anzahl an Restfahrten und Wendungen, aufgrund des Agroforstsystems, dargestellt.

Wenn davon ausgegangen wird, dass ein optimaler Abstand zwischen den Gehölzstreifen eingehalten werden soll und dieser Abstand ca. 40 m bis 45 m beträgt, dann werden auf dem „normal“ ausgerichteten Schlag fünf Gehölzstreifen, auf dem um 90° gedrehten simulierten Agroforstsystems Schlag zehn Gehölzstreifen etabliert (Vgl. Tabelle 33). Wie in Tabelle 33 dargestellt, sind die Annuitäten der Bodenrenten bei den Agroforstsystemen mit

allen drei Fruchtfolgen deutlich niedriger, als beim „normal“ ausgerichteten Schlag, der der Länge nach in Nord-Südrichtung ausgerichtet ist. Auch die Annuität der Bodenrente des um 45° gedrehten simulierten Agroforstsystemschlages ist deutlich geringer, als die des „normal“ ausgerichteten Schlages.

Tabelle 33: Annuitäten der Bodenrenten der simulierten Agroforstsysteme mit 5-10 Gehölzstreifen in Abhängigkeit der Ausrichtung der Schläge in Nord-Südrichtung, um 90° und um 45° gedreht

Schlagausrichtung	Normal	90 °	90°	45°	45
Anzahl der Gehölzstreifen	5	5	10	5	7
Fläche der Gehölzstreifen	3,4 ha	1,5 ha	3,0 ha	2,3 ha	3,2 ha
Einheit der Werte	€/ha				
Fruchtfolge: ausschließlich Silomais	56,60	26,39	-8,30	24,44	13,07
Fruchtfolge: Winterraps, Winterweizen, Körner- mais, Sommergerste	85,03	60,90	41,63	63,19	57,02
Fruchtfolge: Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste	96,80	72,91	50,80	74,61	67,11

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Da die Flächen der Gehölzstreifen in den unterschiedlich ausgerichteten Schlägen unterschiedlich groß sind, ist ein direkter Vergleich der Annuitäten der Bodenrenten, welche Schlagausrichtung von Vorteil ist, unzulässig. Dennoch konnte gezeigt werden, dass die Annuität der Bodenrente von Agroforstsystemen, unabhängig von der Anzahl der Gehölzstreifen, der Flächenanteile der Kurzumtriebsgehölze und der annuellen Ackerkulturen, auf Schlägen, die nicht der Länge nach in Nord-Südrichtung ausgerichtet sind, deutlich geringer ist.

Beim nachfolgenden ökonomischem Vergleich wird von der optimalen Ausrichtung des Schlages, der Länge nach in Nord-Südrichtung ausgegangen.

5.5 Der ökonomische Vergleich des Agroforstsystems mit dem reinen Anbau von Kurzumtriebsholz und Ackerkultur

Im Nachfolgenden findet ein Vergleich der Wettbewerbsfähigkeit der Landnutzungsalternative „Agroforstsystem“ mit den Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Kurzumtriebsplantage“ statt. Der Vergleich findet unter „besten Bedingungen“ statt. „Beste Bedingungen“ bedeutet, dass die Arbeiterledigungskosten der Produktion der Gehölzstreifen minimiert werden, der Schlag der Länge nach in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet ist und so wie der KTBL-Musterschlag, doppelt so lang wie breit ist.

Die Landnutzungsalternative „Agroforstsystem“ wird mit der Landnutzungsalternative „Kurzumtriebsplantage“ mit einer max. Schlaggröße von 20 ha und der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ mit einer Schlaggröße von 20 ha bzw. 40 ha verglichen. Wie bereits in Kapitel 4.2.3.1 erwähnt, bietet das KTBL (2008A) hier Daten der Arbeiterledigungskosten der Kurzumtriebsgehölze bis zu einer Schlaggröße von nur 20 ha an, weshalb der 40 ha große Schlag nicht mit der Landnutzungsalternative „Kurzumtriebsplantage“ verglichen wird.

Bei den Kurzumtriebsgehölzen handelt es sich um Weiden, die im 4-jährigen Umtrieb unter Einsatz eines Mähhackers geerntet werden. Die Entfernung des Schlages zum Hof beträgt jeweils 1 km, damit werden Effekte die aufgrund langer Wege entstehen, nicht betrachtet. Trotz der kurzen Hof-Feld-Entfernung wird der erste Transport zum Lagerungs- und Trocknungsplatz betrachtet. Die Lagerung und Trocknung der Hackschnitzel wird auf dem Hof auf unbefestigtem Boden und unter freiem Himmel durchgeführt.

In Tabelle 34 werden Beispielwerte für die unterschiedlichen Anbauverfahren, Kurzumtriebsgehölze und Gehölzstreifen in Agroforstsystemen bestückt mit jeweils 14.000 Weiden je Hektar anhand der Annuitäten der Bodenrenten verglichen. Bei der Berechnung der Annuität der Bodenrente wird ein jährlicher Holzmassezuwachs von 8 t TM/ha berücksichtigt.

Tabelle 34: Annuitäten der Bodenrenten (in €/ha) der unterschiedlichen Anbauverfahren

Fläche	Anzahl der Gehölzstreifen und Gehölzfläche	Durchgehend Silomais	Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste	Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste
10 ha	0 (0 ha)	102,95	117,63	95,71
10 ha	5 (2,3 ha)	38,43	70,34	58,51
10 ha	10 (4,6 ha)	23,22	65,31	58,55
10 ha	10 ha KUP	168,04		
20 ha	0 (0 ha)	125,05	129,79	104,01
20 ha	5 (3,4 ha)	56,60	96,80	85,03
20 ha	10 (6,8 ha)	33,80	84,79	77,01
20 ha	20 ha KUP	169,14		
40 ha	0 (0 ha)	144,72	138,22	108,24
40 ha	5 (5,0 ha)	79,89	102,22	86,67
40 ha	10 (10,0 ha)	60,89	90,81	78,73

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

In den Tabellen 34 und 35 wird verdeutlicht, dass es in Abhängigkeit von der Annuität der Bodenrente der annuellen Ackerkultur zwischen den Gehölzstreifen und der Bodenrente der Gehölzstreifen sowie der Relation der jeweiligen Flächenanteile mit jedem weiteren Gehölzstreifen zu unterschiedlich sinkenden Bodenrenten kommt.

Anhand der Tabellen 34 und 35 ist abzulesen, dass die Bewirtschaftung von Agroforstsystemen ohne einer Steigerung der Erträge der Ackerkultur oder der Gehölze durch synergistische Effekte infolge der Etablierung von Agroforstsystemen betriebswirtschaftlich nicht vorzüglich sein kann. Die Höhe der Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme liegt in jedem Fall unter den Annuitäten der Bodenrenten des Anbaus von Ackerkulturen und Kurzumtriebsgehölzen in Plantagenform.

Tabelle 35: Differenz der Annuitäten der Bodenrenten (in €/ha und prozentual) zwischen den Agroforstsystemen und dem reinen Anbau annueller Ackerkulturen und der Kurzumtriebsplantage mit Weidenanbau, aufgeteilt in Fruchtfolgen

Fläche	Anzahl Gehölzstreifen	Durchgehend Silomais		Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste		Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste	
		Fruchtfolge	Weidenplantage	Fruchtfolge	Weidenplantage	Fruchtfolge	Weidenplantage
10 ha	0 (0 ha)	102,95	168,04	117,63	123,87	95,71	123,87
10 ha	5 (2,3 ha)	-64,52 (-62,7%)	-129,61 (-77,1%)	-47,29 (-40,2%)	-97,70 (-58,1%)	-37,20 (-38,9%)	-109,53 (-65,2%)
10 ha	10 (3,7 ha)	-79,73 (-77,5%)	-144,82 (-86,2%)	-52,32 (-44,5%)	-102,73 (-61,1%)	-37,16 (-38,8%)	-109,49 (-65,2%)
20 ha	0 (0 ha)	125,05	169,14	129,79	125,20	104,01	125,20
20 ha	5 (3,4 ha)	-68,45 (-54,7%)	-112,54 (-66,5%)	-32,99 (-25,4%)	-72,34 (-42,8%)	-18,98 (-18,3%)	-84,11 (-49,7%)
20 ha	10 (6,8 ha)	-91,25 (-73,0%)	-135,34 (-80,0%)	-45,00 (-34,7%)	-84,35 (-49,9%)	-27,00 (-26,0%)	-92,13 (-54,5%)
40 ha	0 (0 ha)	144,72	-	138,22	-	108,24	-
40 ha	5 (5,0 ha)	-64,83 (-44,8%)	-	-36,00 (-26,1%)	-	-21,57 (-19,9%)	-
40 ha	10 (10,0 ha)	-83,83 (-57,9%)	-	-47,41 (-34,3%)	-	-29,51 (-27,6%)	-

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Hindernisse, wie Gehölzstreifen in einem Schlag mit annuellen Ackerkulturen, eine erhebliche Erschwernis bei der Arbeitserledigung darstellen, die in höheren Arbeitserledigungskosten resultieren. Somit sind, trotz der Leistungen aus den Gehölzstreifen, die Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme niedriger als auf einem Schlag, auf dem ausschließlich die Bewirtschaftung von annuellen Ackerkulturen oder Kurzumtriebsgehölzen durchgeführt wird. In den hier dargestellten Vergleichen wurden die Kombinationen mit den geringsten Arbeitserledigungskosten dargestellt. Wenn bspw. der Agroforstsystems Schlag anders als rechteckig geformt wäre, nicht der Länge nach in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet wäre oder es eine höhere Hof-Feld-Entfernung zu überwinden gäbe, dann würde das Agroforstsystem betriebswirtschaftlich noch schlechter gestellt.

Daher kann das Agroforstsystem nur in dem Fall von Vorteil sein, wenn es zwischen den Gehölzstreifen bei den Ackerfrüchten zu positiven Wachstumseffekten infolge

synergistischer Effekte kommen würde, und diese synergistischen Effekte die konkurrierenden Effekte übersteigen.

Daher müssen für eine Gleichstellung der Annuität der Bodenrente eines Agroforstsystems gegenüber der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“, aufgrund von synergistischen Effekten, Mehrerträge bei der Produktion der Ackerfrüchte zwischen den Gehölzstreifen erreicht werden. Diese sind nachfolgend prozentual auf 20 ha und 40 ha großen Schlägen mit dem Anbau von Weide auf den Gehölzstreifen und den zwei bislang diskutierten Fruchtfolgen Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste und Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste sowie des durchgehenden Anbaus von Silomais dargestellt. Die Bearbeitung der Gehölzstreifen erfolgt stets kostenminimierend mit der Lagerung der Holzhackschnitzel in 1 km Entfernung im Freien ohne befestigten Boden. Die Ernte wurde in allen Fällen mit dem Mäh Hacker durchgeführt.

Nachfolgend wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Anhand der Sensitivitätsanalyse in Tabelle 36 kann abgelesen werden, ab welcher möglichen zusätzlichen Wachstumsrate infolge synergistischer Effekte eines Agroforstsystems, ein solches gegenüber der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ wettbewerbsfähig sein kann.

Der Tabelle 36 sind die notwendigen durchschnittlichen Mehrerträge der Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen abzulesen, die im arithmetischen Mittel über den Zeitraum der Bewirtschaftung eines Agroforstsystems notwendig sind, um die Annuität der Bodenrente des Schlags mit den entsprechenden annuellen Ackerkulturen zu erwirtschaften. Die ackerbaulichen Fruchtfolgen Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste und der alleinige Anbau von Silomais über den gesamten Bewirtschaftungszeitraum des Agroforstsystems weisen eine niedrigere Annuität der Bodenrente auf als die Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste.

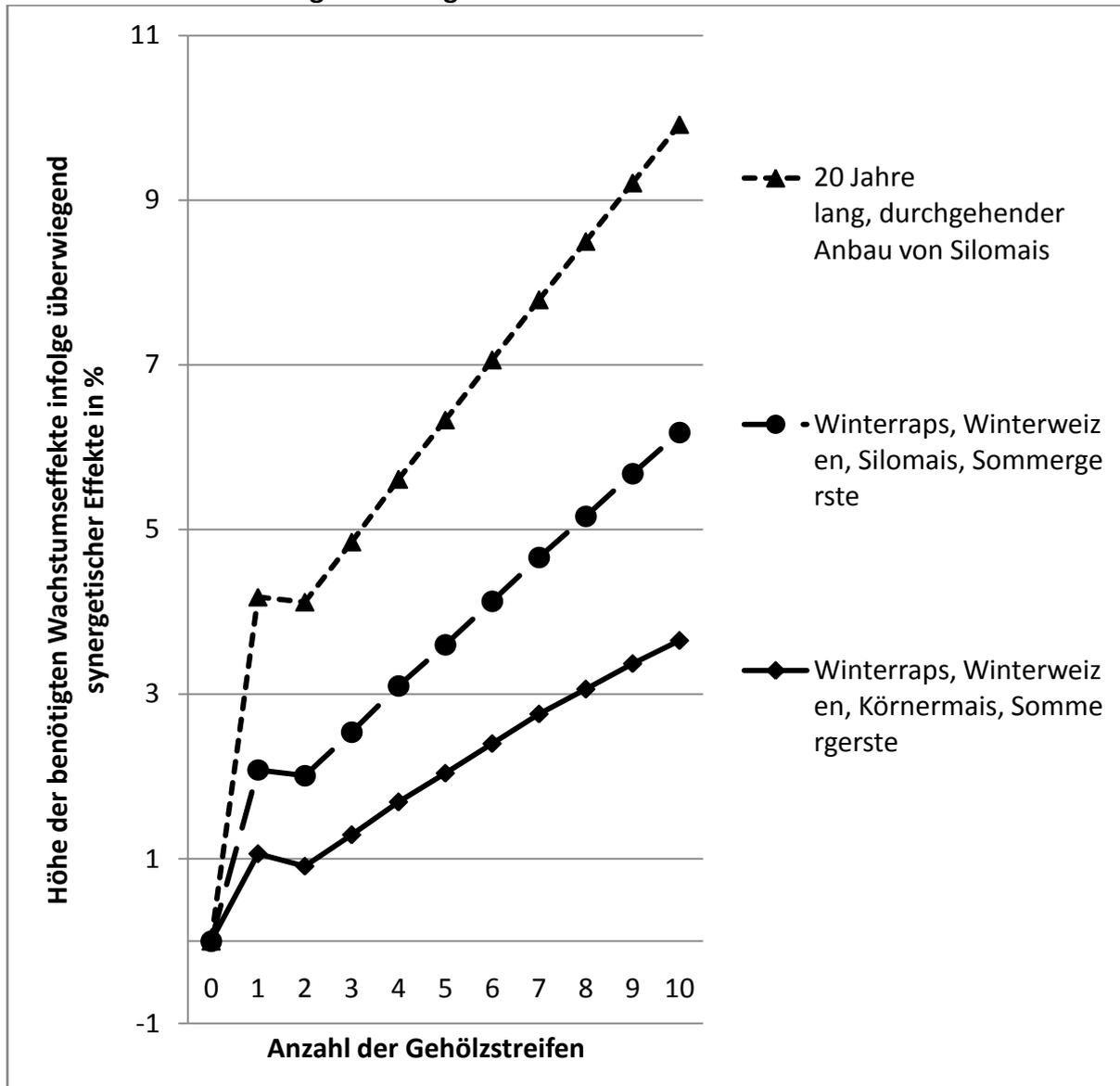
Tabelle 36: Sensitivitätsanalyse zur Darstellung der Höhe der synergistischen Ertragseffekte der Ackerkulturen, die notwendig sind, auf einem 20 ha großen Agroforstsystems Schlag die Höhe der Annuität der Bodenrente annueller Ackerkulturen zu erreichen, in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen

Fruchtfolge	durchweg Silomais		Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste		Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste	
	€/ha	%	€/ha	%	€/ha	%
0	125,05		129,79		104,01	
1	72,38	+4,18 %	107,60	+2,08 %	92,51	+1,06 %
2	75,01	+4,12 %	109,07	+2,01 %	94,54	+0,91 %
3	68,26	+4,85 %	104,64	+2,54 %	91,07	+1,29 %
4	61,84	+5,61 %	100,26	+3,10 %	87,61	+1,69 %
5	56,60	+6,33 %	96,80	+3,60 %	85,03	+2,04 %
6	51,77	+7,06 %	93,47	+4,13 %	82,57	+2,40 %
7	47,71	+7,79 %	90,63	+4,66 %	80,56	+2,76 %
8	44,41	+8,50 %	88,30	+5,16 %	79,02	+3,06 %
9	41,74	+9,21 %	86,32	+5,68 %	77,80	+3,37 %
10	39,80	+9,92 %	84,79	+6,18 %	77,01	+3,65 %

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Die benötigten synergistischen Effekte sind in Abhängigkeit der ackerbaulichen Fruchtfolge zwischen den Gehölzstreifen und der Anzahl der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystems Schlag unterschiedlich hoch. So werden beim Anbau von Silomais, durchgehend, über den Bewirtschaftungszeitraum des Agroforstsystems von 20 Jahren, weitaus höhere synergistische Ertragseffekte benötigt als mit der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste. Diese benötigten synergistischen Effekte werden nachfolgend in Abbildung 80 graphisch dargestellt.

Abbildung 80: Sensitivitätsanalyse am Beispiel eines Agroforstsystems auf einer Schlaggröße von 20 ha mit Weiden auf den Gehölzstreifen und den drei diskutierten ackerbaulichen Fruchtfolgen im Vergleich



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Anhand Abbildung 80 wird illustriert, dass die Erträge der Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen infolge von überwiegend synergistischen Effekten auf dem Agroforstsystem steigen müssen, um dieselbe Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ zu erzielen. Wie bereits erwähnt, hängt die Höhe der notwendigen Ertragssteigerung unter anderem von der Anzahl der Gehölzstreifen (Vgl. Abbildung 80) und von der angebauten ackerbaulichen Fruchtfolge, also von den gegebenen Preis-Mengenverhältnissen, ab.

Einen weiteren Faktor stellt die Bearbeitungsweise, also die Anzahl und Auswahl der Arbeitsverfahren der jeweiligen angebauten Produktionsverfahren, dar. Wenn andere Gehölze als Weiden mit einer niedrigeren Annuität der Bodenrente angebaut würden, würde die Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems ebenfalls niedriger sein und somit müsste der benötigte Wachstumseffekt zum Erreichen der gleichen Annuität der Bodenrente wie bei der Bewirtschaftung der entsprechenden Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ höher sein.

Die in Tabelle 36 aufgeführten Werte sind anhand eines Agroforstsystems auf einem 20 ha großen Schlag mit dem Anbau von Weiden errechnet worden. In Tabelle 37 werden die benötigten synergistischen Effekte ausschließlich der annuellen Ackerkultur auf einem 20 ha und einem 40 ha großen Schlag sowie mit benötigten synergistischen Effekten der Gehölze und der annuellen Ackerkulturen gleichermaßen auf einem Agroforstsystem mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Wintertraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste verglichen.

Tabelle 37: Sensitivitätsanalyse zur Darstellung der Höhe der synergistischen Ertragseffekte der ackerbaulichen Fruchtfolge Wintertraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste, die notwendig sind, auf einem 20 ha und 40 ha großen Agroforstsystems Schlag die Annuität der Bodenrente annueller Ackerkulturen zu erreichen, in Abhängigkeit der Anzahl der Gehölzstreifen

Fruchtfolge	Wachstumseffekte aufgrund synergistischer Effekte					
	ausschließlich der Ackerfrüchte				der Gehölze und Ackerfrüchte	
Legende	Bodenrenten (€/ha)		Wachstumseffekte			
Fläche	20 ha	40 ha	20 ha	40 ha	20 ha	40 ha
Anzahl der Gehölzstreifen						
0	129,79	138,22				
1	107,60	110,54	+2,08 %	+2,57 %	+2,05 %	+2,54 %
2	109,07	111,60	+2,01 %	+2,54 %	+1,95 %	+2,48 %
3	104,64	108,26	+2,54 %	+2,93 %	+2,42 %	+2,83 %
4	100,26	104,95	+3,10 %	+3,35 %	+2,90 %	+3,19 %
5	96,80	102,22	+3,60 %	+3,72 %	+3,31 %	+3,51 %
6	93,47	99,48	+4,13 %	+4,12 %	+3,72 %	+3,83 %
7	90,63	96,94	+4,66 %	+4,53 %	+4,10 %	+4,15 %
8	88,30	94,65	+5,16 %	+4,93 %	+4,45 %	+4,45 %
9	86,32	92,61	+5,68 %	+5,32 %	+4,77 %	+4,84 %
10	84,79	90,81	+6,18 %	+5,72 %	+5,06 %	+5,01 %

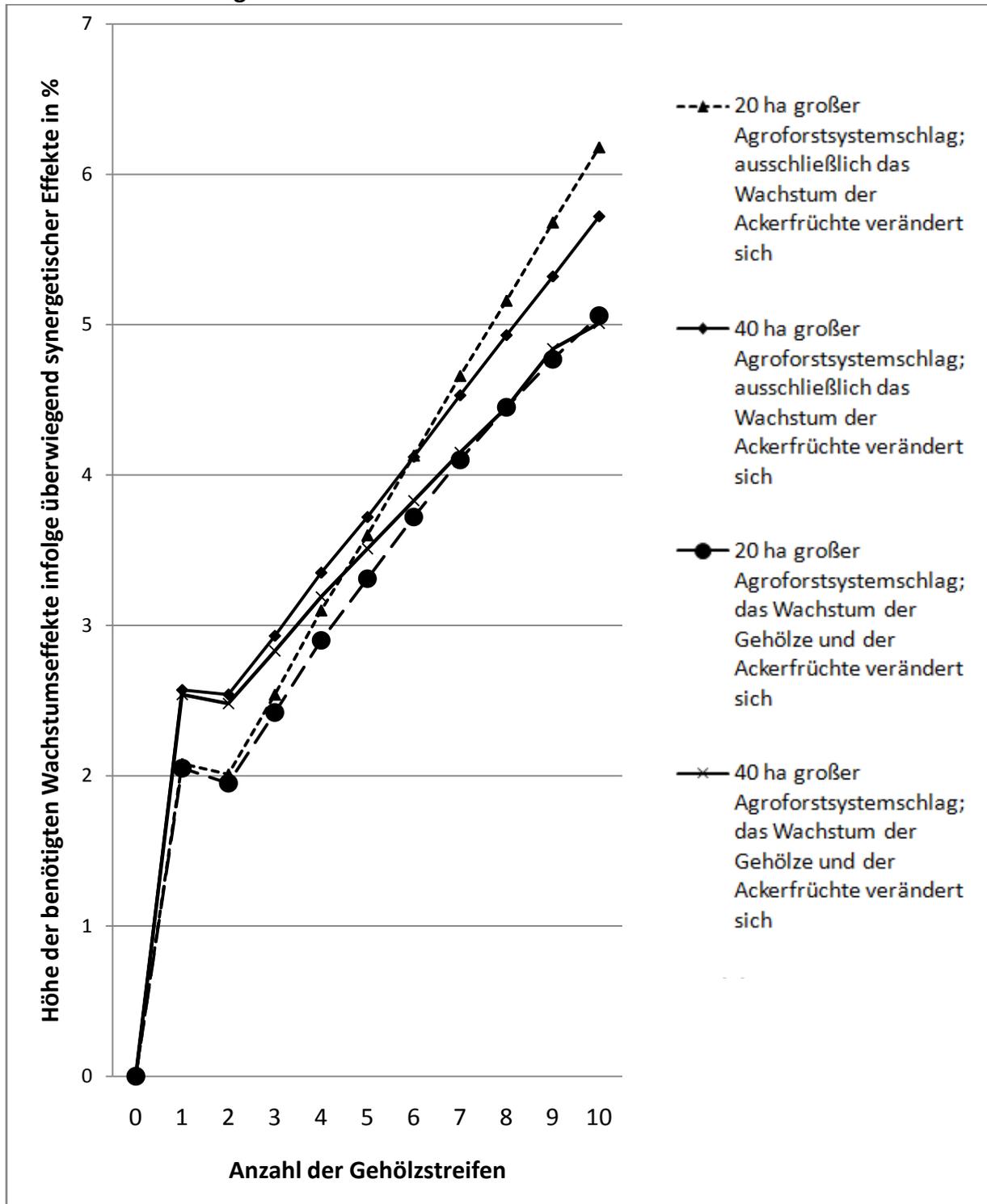
Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Anhand Tabelle 37 ist zu erkennen, dass die benötigten Wachstumseffekte der Ackerfrüchte auf einem Agroforstsystem mit 20 ha ab dem sechsten Gehölzstreifen größer sein müssen, um die Annuität der Bodenrente des Schlags mit der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annualen Kulturen“ zu erreichen, als auf einem 40 ha großen Agroforstsystems Schlag mit der dargestellten Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste. Dies mag in Abhängigkeit der Preis- und Mengengerüste unterschiedlich sein, da nicht ausschließlich die Anzahl der Gehölzstreifen, sondern auch der Anteil der Gehölze die Höhe der notwendigen Wachstumseffekte beeinflusst.

Wenn die Wachstumsraten der Gehölze auf den Gehölzstreifen infolge der Pflanzung in 12 m breiten Streifen in dem Agroforstsystem gleichermaßen ansteigen wie die Wachstumsraten der Ackerfrüchte infolge synergistischer Effekte des Agroforstsystems ansteigen, dann sind die benötigten Wachstumseffekte niedriger, als wenn ausschließlich die Wachstumsraten der annualen Ackerkulturen auf dem Agroforstsystem ansteigen.

Dieser Zusammenhang wird in der nachfolgend aufgeführten Abbildung 81 graphisch dargestellt. Es wird die Entwicklung der benötigten positiven Wachstumseffekte infolge synergistischer Effekte auf dem Agroforstsystem zwischen den Schlaggrößen 20 ha und 40 ha verglichen. Der benötigte Wachstumseffekt der Ackerkulturen und der gemeinsam benötigte Wachstumseffekt der annualen Ackerkultur und der Kurzumtriebsgehölze auf einem 20 ha und 40 ha großen Agroforstsystems Schlag bei gleichbleibender Wachstumsrate der Gehölzstreifen steigt mit jedem weiteren Gehölzstreifen unterschiedlich stark an (Vgl. Abbildung 81).

Abbildung 81: Sensitivitätsanalyse am Beispiel eines Agroforstsystems auf einer Schlaggröße von 20 ha und 40 ha mit Weiden auf den Gehölzstreifen und der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterrap, Winterweizen, Silomais, Sommergerste mit Wachstumseffekten ausschließlich der annuellen Ackerfrüchte und Gehölzstreifen mit Ackerfrüchten im Vergleich



Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Um die Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ mit der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste mit einem 20 ha großen Agroforstsystem mit fünf Gehölzstreifen, auf denen Weiden etabliert werden, zu erreichen, wird ein durchschnittliches Wachstum der Erträge der Ackerfrüchte von 3,60 % benötigt. Wenn die Erträge der Gehölze auf den Gehölzstreifen infolge synergistischer Effekte ebenso hoch wären wie die der Ackerfrüchte, dann würden insgesamt durchschnittliche Ertragszuwächse in Höhe von 3,31 % der Gehölze und der Ackerfrüchte benötigt werden.

Es ist zu beachten, dass die errechneten Ertragszuwächse infolge der synergistischen Effekte der Kurzumtriebsgehölze und der annuellen Ackerkulturen beide mit gleichen Ertragssteigerungsraten berechnet werden. Dies ist in der Realität unwahrscheinlich und zeigt in der vorliegenden Arbeit deshalb nur die Tendenz der benötigten Höhe der möglichen positiven Ertragseffekte.

Die benötigten Wachstumssteigerungen infolge überwiegend synergistischer Effekte auf dem Agroforstsystems Schlag hängen unter anderem vom Preis-Mengengerüst ab. Bei sich verändernden Erntemengen, Verkaufspreisen oder Kosten verändern sich auch die dargestellten benötigten Wachstumseffekte. Diese stellen im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Tendenz dar.

Die Ertragssteigerungen infolge überwiegend synergistischer Effekte auf dem Agroforstsystem sind Durchschnittseffekte über den gesamten Bewirtschaftungszeitraum des Agroforstsystems von 20 Jahren. Dieser Zeitraum umfasst auch die Umtriebsjahre, in denen die Gehölzstreifen beerntet werden und damit der Windschutz, aufgrund dessen die überwiegend synergistischen Effekte des Agroforstsystems zustande kommen (Vgl. Abschnitt 2.4.5, S. 44), wegfällt. Das heißt, dass die dargestellten Ertragseffekte noch weitaus höher liegen müssten. Des Weiteren wurden bei der Sensitivitätsanalyse zusätzliche Kosten, die aufgrund der höheren Erträge zustande kommen, wie z. B. zusätzliche Dünge-, Ernte- und Transportkosten nicht berücksichtigt. Auch hierdurch steigen die benötigten Ertragssteigerungen, um die Annuität der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ zu erreichen.

5.6 Beispielberechnung anhand des Agroforstsystemversuchsschlages in Dornburg/Saale

Im Gegensatz zu den bisherigen Auswertungen, in denen die Wettbewerbsfähigkeit von KTBL-Musterschlägen mit dem AgforS-Modell ausgewertet wurden, wird in diesem Abschnitt die Schlagform des Agroforstsystemversuchsschlages der TLL Dornburg ökonomisch mit dem AgforS-Modell bewertet und untersucht, ob ein Agroforstsystem auf dem Schlag wettbewerbsfähig sein kann.

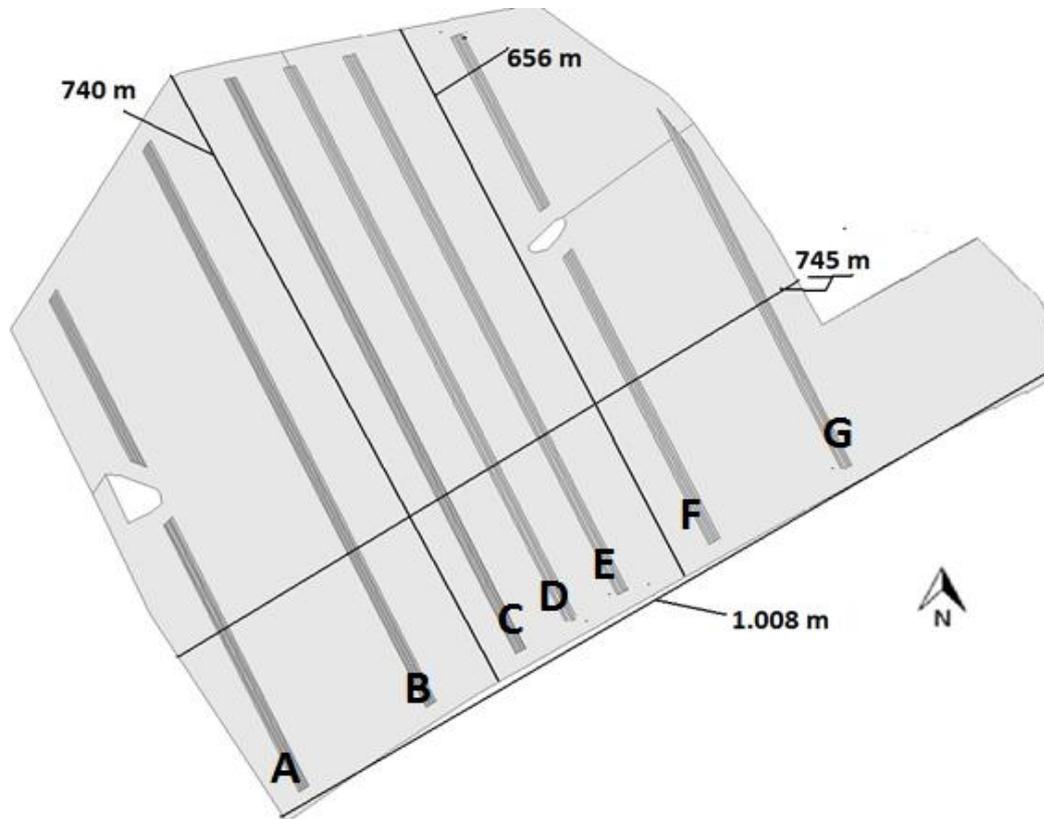
Wie bereits in Abschnitt 3.2.1 dargestellt, ist der Schlag in Dornburg/Saale nicht rechteckig oder doppelt so lang wie breit und damit kein KTBL-Musterschlag. Es handelt sich um einen ca. 51,35 ha großen Schlag mit acht, rechnerisch zu berücksichtigenden Ecken. Die mittleren Ausmaße des Schlages betragen in Nord-Südrichtung ca. 700 m und in West-Ost-Richtung ca. 745 m. Wie in Abbildung 82 dargestellt, ist der Schlag in seiner maximalen Ausdehnung in West-Ost-Richtung 1.008 m lang und in Nord-Süd-Richtung 740 m breit.

Die sieben Gehölzstreifen sind allesamt in der Mitte des Schlages etabliert worden, so dass es mit jedem etablierten Gehölzstreifen zu einer Restfahrt kommt. Aufgrund der Form des Schlages sind die etablierten Gehölzstreifen auf dem Schlag unterschiedlich lang. Außerdem sind, wie dies aus Abbildung 82 ersichtlich ist, die Gehölzstreifen A und F unterbrochen von Landschaftselementen, bzw. Biotopen. Bei den im AgforS-Modell eingegebenen Gehölzstreifenlängen handelt es sich um kumulierte Längen. Die Landschaftselemente wurden sowohl von der Kurzumtriebsfläche sowie von der Fläche des annualen Ackerbaus abgezogen.

Alle Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystems Schlag sind 12 m breit. Der Gehölzstreifen A ist (Nord- und Südteil kumuliert,) 518 m lang und 144 m vom 660 m langen Gehölzstreifen B entfernt, welcher 96 m vom, mit 680 m Länge, längsten Gehölzstreifen C des Agroforstsystemschlages entfernt ist. Der Gehölzstreifen D liegt 48 m östlich vom Gehölzstreifen C und ist 660 m lang. Der Gehölzstreifen E, welcher 48 m östlich vom Gehölzstreifen D entfernt liegt, ist 642 m lang. Der 96 m entfernte Gehölzstreifen F ist (Nord- und Südteil kumuliert,) 552 m lang. 144 m östlich von diesem Gehölzstreifen liegt mit 440 m Länge der kürzeste Gehölzstreifen des Agroforstsystemschlages, der Gehölzstreifen G (Vgl. Abbildung 82). Damit beträgt die Fläche der annualen ackerbaulichen Kulturen ca.

46,37 ha und die Fläche der Gehölzstreifen ca. 4,98 ha. Der Anteil der Gehölzstreifen beträgt damit ca. 9,7 % der Gesamtfläche des Agroforstsystemschlages.

Abbildung 82: Ausmaße des Agroforstsystemversuchsschlages in Dornburg/Saale



Quelle: EIGENE DARSTELLUNG

Die Entfernung von der TLL Dornburg zum Schlag beträgt ca. 1 km. Normalerweise wird der Schlag vom Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut (TLPVG) Buttstedt bewirtschaftet. Die Hof-Feld-Entfernung beträgt fast 32 km. Da der Bewirtschafter nicht privat ist und es sich daher nicht um eine Wettbewerbssituation handelt, wird angenommen, dass die Hof-Feld-Entfernung identisch ist mit der Entfernung der TLL Dornburg zum Schlag. Daher wird eine Hof-Feld-Entfernung von 1 km angenommen. Mit dieser Hof-Feld-Entfernung können zudem die anschließend dargestellten Bodenrenten mit den zuvor berechneten Bodenrenten der KTBL-Musterschläge verglichen werden.

Auf den Gehölzstreifen werden 10.000 Pappeln angebaut, welche als Steckhölzer gepflanzt werden. Die Umtriebszeit beträgt in dem hier aufgeführten Beispiel wie auch in den zuvor dargestellten Beispielen vier Jahre.

Die Annuitäten der Bodenrenten der Landnutzungsalternativen „Agroforstsystem“ und „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ auf dem zuvor dargestellten Schlag, in Abhängigkeit der annuellen ackerbaulichen Fruchtfolge und der Zuwachsrate der Pappeln auf den Gehölzstreifen, werden in Tabelle 38 dargestellt.

Tabelle 38 zeigt auf, dass die Annuitäten der Bodenrenten der Agroforstsysteme ohne Berücksichtigung von Ertragseffekten der Gehölzstreifen auf die Ackerkulturen, also bei gleichbleibenden Erträgen, niedriger sind als auf dem gleichen Schlag ohne Etablierung von Gehölzstreifen.

Tabelle 38: Annuitäten der Bodenrenten auf dem 51,35 ha großen Agroforstsystem-Praxisschlag der TLL Dornburg mit dem Anbau von Pappeln in Abhängigkeit der ackerbaulichen Fruchtfolge und des Ertrags der Pappeln auf den Gehölzstreifen

	Fruchtfolge: Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste	Fruchtfolge: Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste	Fruchtfolge: Durchgehend Silomais
Bodenrente je ha: ohne Gehölzstreifen	108,37	137,51	140,75
Bodenrente je ha mit Gehölzstreifen (10 t TM/ha x a)	89,23	98,58	86,92
Benötigte Ertragszuwächse um die Annuität der annuellen Ackerkultur zu erreichen	+1,89 %	+3,90 %	+4,57 %
Bodenrente je ha mit Gehölzstreifen (12 t TM/ha x a)	96,85	106,21	94,54
Benötigte Ertragszuwächse um die Annuität der annuellen Ackerkultur zu erreichen	+1,14 %	+3,14 %	+3,92 %

Quelle: EIGENE BERECHNUNGEN

Bei einem Ertragszuwachs der Pappeln auf den Gehölzstreifen des Agroforstsystems von 10 t TM/(ha x a) beträgt die erzielbare Annuität der Bodenrente mit der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais und Sommergerste 89,23 €/ha gegenüber 108,37 €/ha ohne Etablierung eines Agroforstsystems. Um auf dem hier aufgeführten Agroforstsystem eine Annuität der Bodenrente in Höhe der Annuität der Bodenrente eines Schlages ohne Agroforstsystem (108,37 €/ha) zu erhalten, müssten die Erträge der Früchte

des annualen Ackerbaus um 1,89 % steigen. Wenn die Erträge der Gehölzstreifen steigen und z.B. 12 t TM/(ha x a) betragen, wird eine Annuität der Bodenrente in Höhe von 96,85 €/ha erreicht. Damit müssten die Erträge der Früchte der annualen Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen nur um durchschnittlich 1,14 % steigen.

In Tabelle 38 sind zudem die Annuitäten der Bodenrenten der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Silomais und Sommergerste sowie die Bewirtschaftung des Schrages mit ausschließlich angebautem Silomais abzulesen. Wie auch in den Beispielen mit den KTBL-Musterschlägen (Abbildung 80), liegen bei der Bewirtschaftung von Agroforstsystemen die benötigten Ertragszuwächse, damit die Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annualen Kulturen“ erreicht wird, höher, als bei der Bewirtschaftung der ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais und Sommergerste.

Wenn die Annuitäten der Bodenrenten des Agroforstsystems des Praxischrages nun mit den Annuitäten der Bodenrenten eines 40 ha großen Schrages verglichen werden, stellt sich zuerst die Frage, mit welcher Anzahl an Gehölzstreifen verglichen werden sollte. Bezüglich der Flächenrelationen zwischen Gehölzstreifen und annualer Ackerkultur, sollte der Praxis-Agroforstsystemschlag mit dem Agroforstsystem-KTBL-Musterschlag mit vier Gehölzstreifen verglichen werden. Der Flächenanteil der vier Gehölzstreifen auf dem 40 ha großen KTBL-Musterschlag beträgt 9,96 % und ist damit vergleichbar mit dem dargestellten Agroforstsystem auf dem Praxischlag, auf dem der Flächenanteil der Gehölzstreifen 9,7 % beträgt. Die Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems mit vier etablierten Gehölzstreifen, wovon zwei Gehölzstreifen am Feldrand stehen, mit der annualen ackerbaulichen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Körnermais und Sommergerste, beträgt auf dem KTBL-Musterschlag 87,37 €/ha. Wenn die Annuität der Bodenrente des Praxischrages mit der Annuität der Bodenrente des KTBL-Musterschlages mit sieben Gehölzstreifen (Flächenanteil der Gehölzstreifen 17,5 %) verglichen wird, ist festzustellen, dass bei einer Zuwachsrate der Gehölze von 10 t TM/(ha x a) die Annuität der Bodenrente nur 80,65 €/ha beträgt. Diese Bodenrenten stehen der Bodenrente des Agroforstsystems auf dem Praxischlag in Höhe von 89,23 €/ha (Tabelle 38) gegenüber.

Die Annuität der Bodenrente auf dem vergleichbaren 40 ha großen Agroforstsystem-KTBL-Musterschlag mit vier Gehölzstreifen ist damit 2,1 % niedriger als die Annuität der Bodenrente des entsprechenden, in Tabelle 38 dargestellten Praxisschlages. Die höhere Annuität der Bodenrente auf dem Praxis-Agroforstsystemschlag in Dornburg wird aufgrund des Preis-Mengengerüsts erreicht und aufgrund der unterschiedlich großen Bewirtschaftungsflächen. Da der Praxisschlag 11,35 ha größer ist als der 40 ha große KTBL-Musterschlag kommt es aufgrund dessen zu niedrigeren Arbeitserledigungskosten infolge der größeren Bewirtschaftungsflächen bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen und der ackerbaulichen Fruchtfolge.

Die Annuität der Bodenrente ist außerdem abhängig vom Flächenanteil der Gehölzstreifen gegenüber den annuellen Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen. So ist die Annuität der Bodenrente des 51,35 ha großen Praxisschlages mit sieben Gehölzstreifen höher, als die Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems auf dem 40 ha großen KTBL-Musterschlag mit sieben Gehölzstreifen. Der Flächenanteil der Gehölze auf dem KTBL-Musterschlag beträgt 17,45 %, der Flächenanteil der Gehölze auf dem Praxisschlag lediglich 9,7 %. Des Weiteren teilen sich die zusätzlichen Arbeitserledigungskosten für die Bewirtschaftung des Agroforstsystems auf dem Agroforstsystempraxisschlag auf eine größere Fläche, als bei der Bewirtschaftung des Agroforstsystems mit sieben Gehölzstreifen auf dem 40 ha großen KTBL-Musterschlag auf.

Allgemein kann keine gültige Aussage bzgl. der Höhe der benötigten positiven Ertragseffekte getroffen werden, da, wie bereits im vorliegenden Abschnitt beschrieben, die Höhe der Wachstumseffekte infolge synergistischer Ertragseffekte von zu vielen Faktoren abhängt. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass mit jedem weiteren Gehölzstreifen im Agroforstsystem, die Höhe der benötigten zusätzlichen Wachstumseffekte zur Angleichung der Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems an die Annuität der Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ steigt.

6 Diskussion: Einordnung der Ergebnisse aus den Kapiteln 3 bis 5

6.1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, eine Methodik der Bewertung von Agroforstsystemen zu entwickeln und die Wirtschaftlichkeit dieser Agroforstsysteme zu untersuchen. Dies hat in den zwei Blöcken, dem geostatistischen Teil (Kapitel 3) und dem betriebswirtschaftlichen Teil (Kapitel 4 und 5) stattgefunden. Im Nachfolgenden werden deren Methoden und Ergebnisse diskutiert und ausgewertet.

6.2 Diskussion über den geostatistischen und statistischen Teil

In der vorliegenden Arbeit wurden die mittels Kriging interpolierten Ertragsdaten der Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen ausgewertet. Trotz sorgfältigster Berechnung und Auswahl des optimalen Semivariogramms mit einer Minimierung von Fehlern, ist jede Interpolation gering fehlerbehaftet (ISAACS, 1990).

Die Ergebnisse aus Kapitel 3 zeigen eine Beeinflussung des Ertrages der Ackerkulturen in Abhängigkeit der Entfernung der Gehölzstreifen in der Art, dass die Erträge im direkten Bereich der Gehölzstreifen unter den Durchschnitt der Erträge auf dem Schlag fallen. Mit steigendem Abstand des Gehölzstreifens im Lee der überwiegenden Windrichtung steigen diese Erträge an und erreichen gegenüber den Durchschnittserträgen auf dem Agroforstsystems Schlag überdurchschnittliche Niveaus.

Mit Hilfe statistischer Tests (, u. a. des Kruskal-Wallis-H-Tests,) konnte ermittelt werden, dass die Verteilung der Erträge im Untersuchungsplot 21 der Ackerkultur seitlich der Gehölzstreifen maßgeblich durch die Entfernung zum Gehölzstreifen mitbestimmt wird (Vgl. Abschnitt 3.3.2). Trotz dieser statistischen Analyse wird die Ertragsverteilung auch durch Bodenart und –qualität mitbestimmt. Zukünftige Aufgabe wird es sein, diese Korrelation zwischen Bodenqualität und Erträge zu errechnen und statistisch zu testen, um, soweit dies möglich ist, den reinen Einfluss der Entfernung der Gehölzstreifen auf die Ertragsverteilung der Ackerkulturen zu bestimmen. Dies war im Umfang der vorliegenden Doktorarbeit nicht möglich, da zum aktuellen Zeitpunkt kein auswertbares Raster an

Bodenproben des Agroforstsystemschlages in Dornburg vorlag. Der Agroforstsystems Schlag in Dornburg liegt in einer hügeligen Landschaft mit Kuppen und Abhängen. Daher weist er infolge von Erosion unterschiedliche Bodenarten und -qualitäten auf, die das Wachstum der Ackerkulturen und Gehölze mit beeinflussen.

Die Abhängigkeit der Erträge von der Entfernung der Gehölzstreifen konnte an wenigen Teilen des Versuchsschlages nachgewiesen werden. Dies ist bzgl. der statistischen Grundgesamtheit nicht ausreichend, allgemeine Aussagen zu treffen. Zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Arbeit gab es keine weiteren Ertragsmessungen von Agroforstsystemen die ausreichend auswertbar gewesen sind.

Da die Erträge der Ackerkulturen und der Gehölze im Agroforstsystem nicht mit Erträgen auf einem Vergleichsschlag verglichen werden konnten, stellt sich nach wie vor die Frage, ob die Erträge aufgrund der in Kapitel 2 dargestellten synergistischen und konkurrierenden Effekte ansteigen, sinken oder gleich bleiben. Es gilt, diesen Sachverhalt herauszufinden und mit diesen Daten erneut eine betriebswirtschaftliche Bewertung von Agroforstsystemen durchzuführen.

Um unanfechtbare statistische Aussagen zur Beeinflussung der Erträge der Ackerkulturen von Gehölzstreifen zu erhalten, ist es notwendig, die statistische Grundgesamtheit der Agroforstsystemversuchsschläge zu erhöhen. So sollten mehrere Agroforstsystems schläge in verschiedenen Regionen Deutschlands in unterschiedlichen Klimaregionen mit verschiedenen Bodenqualitäten (z. B. anhand der Ackerkennzahlen) analysiert werden, um statistisch belegen zu können, welchen quantitativen Einfluss Gehölzstreifen auf die Erträge in Deutschland haben.

Eine andere Fragestellung ist die, ob es in Agroforstsystemen zu erhöhten Wachstumsraten der Kurzumtriebsgehölze kommt, da die Zuwachsraten von Pappeln in Kurzumtriebsplantagen infolge der Beschattung herabgesetzt sind (Vgl. Abschnitt 2.4.2) und infolge tieferer Wurzelung der Kurzumtriebsbäume im Agroforstsystem die Wachstumsrate zunimmt (Vgl. Abschnitt 2.4.3). Um diese Fragestellung zu beantworten, ist es notwendig, die Erträge standortspezifisch innerhalb der Gehölzstreifen mit den Erträgen von

Kurzumtriebsgehölzen in Kurzumtriebsplantagen mit denselben Boden- und Klimateigenschaften zu vergleichen.

6.3 Diskussion der betriebswirtschaftlichen Ergebnisse

Da keine Ertragsveränderungen auf Agroforstsystemen festgestellt werden konnten und bislang auch nicht hinreichend erforscht sind, wurde in der betriebswirtschaftlichen Vergleichsanalyse von einem sich nicht durch die Gehölzstreifen verändernden Ertrag der Ackerkulturen ausgegangen (Vgl. Abschnitt 3.4). Daher wurde auch keine Risikobewertung der Agroforstsysteme durchgeführt, da diese basierend auf den Ertragsveränderungen der anzubauenden Fruchtfolgeglieder und Kurzumtriebsgehölze infolge synergistischer und konkurrierender Effekte im Agroforstsystem berechnet werden müssen (KUHLMANN, 2007).

In den vorliegenden Berechnungen wurde von relativ hohen Massezuwächsen beim Anbau von Kurzumtriebsgehölzen ausgegangen. Besonders beim Anbau von Pappeln lässt sich ein schnelles Wachstum mit den neuen Pappelklonen Max 1-4 in der landwirtschaftlichen Praxis realisieren. Beim Anbau ertragsschwächerer Kurzumtriebsgehölze würden die Annuitäten der Bodenrenten des Anteils der Gehölzstreifen auf Agroforstsystemen entsprechend niedriger sein.

Da im Zuge der Etablierung von Agroforstsystemen eine landwirtschaftliche Fläche von Gehölzstreifen durchzogen wird und somit zerteilt wird, steigen die Arbeitserledigungskosten der Bewirtschaftung der annuellen Ackerkulturen infolge zusätzlicher Restfahrten, Wendungen, kleinerer Bewirtschaftungsflächen und der oftmals ineffizienteren Bewirtschaftungsrichtung an. Aber auch die Bewirtschaftungskosten der Kurzumtriebsgehölze auf Agroforstsystemen liegen infolge der in Kapitel 5 diskutierten Faktoren höher als auf Kurzumtriebsplantagen. Aufgrund der insgesamt höheren Arbeitserledigungskosten lassen sich niedrigere Annuitäten der Bodenrenten (bei gleichen Erträgen wie auf den entsprechenden Plantagen) erwirtschaften. Hierdurch sinkt auch die Rentabilität der Errichtung von Agroforstsystemen in Abhängigkeit von der Hof-Feld-Entfernung deutlich (Vgl. Abschnitt 5.2.3).

Die Höhe der Arbeitserledigungskosten eines Agroforstsystems steigt mit der Anzahl der Gehölzstreifen. Eine Ausnahme stellen Agroforstsysteme mit sehr kleinen Kurzumtriebsflächen dar, da die Arbeitserledigungskosten (€/ha) sehr kleiner Kurzumtriebsflächen überproportional hoch sind.

Mit jedem weiteren Gehölzstreifen sinken die Arbeitserledigungskosten für die Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen. Diese niedrigeren Arbeitserledigungskosten sind im Vergleich zu den höheren Arbeitserledigungskosten infolge zusätzlicher Wendungen und Restfahrten relativ gering. Ob die Annuität der Bodenrente eines Agroforstsystems mit zusätzlichen Gehölzstreifen steigt oder sinkt, kommt auf die Annuitäten der Bodenrenten der annuellen Ackerkultur und der Kurzumtriebsflächen an.

Mit den 20 ha und 40 ha großen simulierten Agroforstsystemen wurde gezeigt, dass unterschiedliche prozentuale Ertragssteigerungen der Ackerfrüchte zwischen den Gehölzstreifen, bzw. der Gehölze und Ackerkulturen gleichermaßen auf einem Agroforstsystem benötigt werden, damit ein Agroforstsystem ebenso wirtschaftlich ist wie die Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ auf demselben Schlag.

Um die gleiche Annuität der Bodenrente wie beim alleinigen Anbau von Kurzumtriebsgehölz, bzw. Ackerkulturen zu erreichen, müssen die Erträge der angebauten Ackerkulturen und Gehölze steigen. Die dafür notwendige Steigerung hängt von den Flächenanteilen der Gehölzstreifen und von den Annuitäten der Bodenrenten der Kurzumtriebsgehölze und der Ackerkulturen, sowie von der Bewirtschaftungsfläche und den Preis-Mengengerüsten ab. Mit steigenden Arbeitserledigungskosten infolge einer kostenintensiveren Bearbeitung, sinken die Annuitäten der Bodenrenten.

Die in Abschnitt 5.5 errechneten minimal notwendigen höheren Erträge als Folge synergistischer Effekte der Agroforstsysteme müssen im Durchschnitt über die gesamte Bewirtschaftungszeit des Agroforstsystems erzielt werden, also auch in dem Zeitraum, wenn die Gehölzstreifen gehäckselt werden. Das heißt, dass die Ertragssteigerungen auch in der Zeit erzielt werden müssen, wenn der Windschatten, welcher die positiven Ertragseffekte maßgeblich unterstützt, fehlt. Damit ist mit noch höheren, tatsächlichen notwendigen Wachstumsraten während der Zeiten, wenn die Gehölzstreifen etabliert sind, zu rechnen.

Hierbei ist zu erwähnen, dass infolge einer Ertragssteigerung die Kosten zur Bewirtschaftung der Ackerkulturen besonders für die Düngung, Ernte und dem Transport steigen müssten. Diese höheren Kosten wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt und würden in der Realität erneut zu einer notwendigen Ertragssteigerung führen.

Um den Windschutz bei der Ernte nicht komplett wegzuhäckseln, wird in Fachkreisen immer wieder eine teilflächenspezifische Beerntung der Gehölzstreifen diskutiert. Diese ist unter gegebenen Bedingungen nicht von Vorteil. Es ist zwar möglich, dass bspw. nur jeder zweite Gehölzstreifen oder eine Hälfte eines jeden Gehölzstreifens in einem Jahr beerntet werden könnte und in einem anderen Jahr der andere Teil, so dass immer ein Teil des Windschutzes stehen bleibt. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass dadurch die Arbeitserledigungskosten des Erntevorganges der Gehölzstreifen über den Bewirtschaftungszeitraum des Agroforstsystems steigen, weil die zu häckselnden Flächen noch kleiner sind als die Summe der Fläche der Gehölzstreifen, welche bereits als unvorteilhaft klein zu bezeichnen ist. Die Höhe der Rüst- und Wegekosten fällt unabhängig der Bearbeitungsfläche an, so dass sich diese bei einer teilflächenspezifischen Beerntung auf eine kleine Fläche aufteilen und damit zu höheren Arbeitserledigungskosten führen. Des Weiteren ist zu bezweifeln, dass die Intensität des Windschutzes bei einer Beerntung von Teilflächen der Gehölzstreifen in voller Stärke bestehen bleibt.

Mit einem Agroforstsystem legt sich der Bewirtschafter über einen langen Zeitraum fest. Hierzu muss der Betreiber für die Anlage eines Agroforstsystems im Voraus planen, z. B. langfristige Pachtverträge abschließen und wissen, wie er seinen Schlag in den kommenden 15 bis 25 Jahre bewirtschaften möchte.

Wenn die Preise für Holzhackschnitzel, bzw. die Erträge der Gehölze nicht im gleichen Maße schwanken wie die der Ackerkulturen, kann im Falle sich sprunghaft verändernder Preise oder Ertragseinbußen mit Agroforstsystemen versucht werden, Einbußen aus solchen Ereignissen zu dämpfen (Vgl. Abbildung 76). Es wird für die Abpufferung extremer Preisschwankungen oder Ertragseinbußen jedoch kein Agroforstsystem benötigt. Es könnte eine Kurzumtriebsplantage auf einem Teil der Flächen des Landwirts etabliert werden und auf einem anderen Teil Ackerkulturflächen. Damit werden die höheren Arbeitserledigungs-

kosten umgangen und damit höhere Annuitäten der Bodenrenten als im Agroforstsystem erzielt.

Wenn ein Agroforstsystem geplant wird, dann muss darauf geachtet werden, dass der dafür vorgesehene Schlag der Länge nach in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet ist, damit die Arbeitserledigungskosten infolge von Wendungen und längeren Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen nicht noch weiter zunehmen. Wie in Abschnitt 5.4.3 gezeigt wurde, gibt es signifikante Unterschiede in der Höhe der erzielbaren Annuitäten der Bodenrenten zwischen den verschiedenen Ausrichtungen des KTBL-Musterschlages. Die höchsten Annuitäten der Bodenrenten konnten mit der Etablierung des Agrofortsystemschlages in Nord-Südrichtung erreicht werden (Vgl. Abschnitt 5.4.3).

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Methodik zur Analyse der Wettbewerbsfähigkeit von „Agroforstsystemen“ im Vergleich zur Wettbewerbsfähigkeit der Landnutzungsalternativen „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ und „Kurzumtriebsplantage“ vorgestellt.

In der vorliegenden Zusammenfassung wird auf die wichtigsten Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit in der behandelten Reihenfolge eingegangen und zusammenfassend auf Diskussionsschwerpunkte eingegangen.

Im geostatistischen Teil (Kapitel 3) wurde eine Vorgehensweise entwickelt, mit der ermittelt wird, ob es durch die Etablierung von Gehölzstreifen auf Schlägen mit annueller Ackerkultur zu Wachstumseffekten kommt oder nicht. Des Weiteren kann mit dieser Vorgehensweise auf geeigneten Schlägen mit einer Vergleichsfläche geklärt werden, wie hoch diese Wachstumseffekte sind und mit welchem Abstand der Gehölzstreifen die höchsten Ertragszuwächse erreicht werden. Die Fragestellung, ob Agroforstsysteme zu Ertragszuwächsen bei der Ackerkultur oder beim Kurzumtriebsgehölz führen, konnte in der vorliegenden Arbeit nicht geklärt werden, hier herrscht noch Forschungsbedarf. Es muss eine Betrachtung der synergistischen und konkurrierenden Effekte über den Zeitraum von mindestens zwei Umtriebszeiten erfolgen, um die Ertragseffekte quantitativ analysieren und simulieren zu können und somit die gesamte betriebswirtschaftliche Rechnung mit der Risikobewertung abschließen zu können.

Die Anleitung zu einer geostatistischen Untersuchung, um die Quantität der synergistischen und konkurrierenden Ertragseffekte eines Agroforstsystems zu analysieren, konnte im Rahmen der vorliegenden Dissertation erarbeitet werden. Es wurde bei der dazugehörigen geostatistischen und statistischen Analyse herausgefunden, dass sich das Profil der erzielbaren Erträge auf dem Schlag in Abhängigkeit der Entfernung der Gehölzstreifen verändert. So wurden auf einigen ausgewerteten Versuchsschlägen direkt an den Gehölzstreifen tendenziell niedrigere Erträge erzielt als zwischen den Gehölzstreifen in der Mitte einer solchen Parzelle mit annuellen Ackerkulturen. Da eine quantitative Veränderung der Erträge der annuellen Ackerkulturen statistisch nicht herausgefunden werden konnte, wurde im weiteren Verlauf beim Vergleich der Wettbewerbsfähigkeit der drei analysierten

Landnutzungsalternativen davon ausgegangen, dass sich die Erträge im Agroforstsystem durch die Etablierung von Gehölzstreifen nicht verändern.

Wenn es zu Ertragszuwächsen der annualen Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen kommen würde, müsste berücksichtigt werden, dass in den Umtriebsjahren die Gehölzstreifen geerntet werden und somit die positiven Effekte, wie Windschutz für min. ein Jahr ausfallen. Die Umtriebsdauer darf nicht zu lange sein, da nach einer langen Umtriebsdauer die Stammesdicken der Bäume einen Durchmesser annehmen, die nicht mehr mittels eines Mähhackers oder Feldhäckslers zu ernten gehen. Mit dem Einsatz von Forsttechnik steigen die Erntekosten stark an.

Bei der Analyse der Wettbewerbsfähigkeit wurde zunächst auf die ökonomischen Effekte der Bearbeitung der annualen Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen und der Bearbeitung der Gehölzstreifen der Agroforstsysteme eingegangen. Mit jedem zusätzlich in der Mitte des Agroforstsystemschlages angebauten Gehölzstreifen entsteht eine zusätzliche Restfahrt bei der Durchführung eines jeden ackerbaulichen Arbeitsverfahrens. Die zusätzlichen Restfahrten resultieren in längerer Bearbeitungszeit jedes einzelnen Arbeitsverfahrens, durch welche die Arbeitserledigungskosten steigen. Des Weiteren kommt es bei jedem Arbeitsverfahren der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen zu Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen, welche ebenso in längeren Bearbeitungszeiten der Arbeitsverfahren der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen und somit in höheren Arbeitserledigungskosten resultieren. Durch die Etablierung der Gehölzstreifen auf dem Schlag verkleinert sich zudem die Bewirtschaftungsfläche der annualen Ackerkultur. Des Weiteren ist die gesamte Bewirtschaftungsfläche der Gehölzstreifen als relativ klein zu betrachten. Auf kleineren Schlägen verteilen sich die flächengebundenen Kosten wie Rüst- und Wegekosten auf eine kleinere Fläche, so dass die Arbeitserledigungskosten (€/ha) auf kleineren Schlägen höher sind als auf größeren Schlägen.

Wenn der Schlag der Länge nach nicht in Nord-Südrichtung ausgelegt ist, sondern bspw. in West-Ostrichtung, dann müssen die Gehölzstreifen trotzdem in Nord-Südrichtung etabliert werden, damit der Lichtschatten auf die annualen Ackerkultur minimiert wird. Dadurch werden mehr Gehölzstreifen angebaut, damit der ertragspezifisch optimale Abstand

zwischen den Gehölzstreifen gewahrt wird oder der prozentuale Anteil der Gehölzstreifen auf dem Schlag gleich bleibt. Dadurch kommt es zu weiteren Wendungen und Restfahrten sowie zu längeren Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen, welche in zusätzlichen Arbeiterledigungskosten resultieren.

Das Ergebnis dieser Arbeit ist, dass die Arbeiterledigungskosten eines Agroforstsystems in Abhängigkeit von der Schlagform, der Schlagausrichtung und der Schlaggröße sowie der angebauten Gehölzarten und den Transport- und Lagerkosten stark variieren. Hierbei stellen die Schlaggröße, die Anzahl der Gehölzstreifen und die Schlagausrichtung besonders wichtige Aspekte dar, da Gehölzstreifen in einem Agroforstsystem ausschließlich in Nord-Südrichtung angebaut werden können ohne das Ertragswachstum der Ackerfrüchte in Folge Lichtschattenwurfs zusätzlich negativ zu beeinflussen.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Analyse der Wettbewerbsfähigkeit von Agroforstsystemen an optimal ausgerichteten Schlägen, welche doppelt so lang wie breit sind und der Länge nach in Nord-Südrichtung ausgerichtet sind, durchgeführt.

Die Annuitäten der Bodenrenten in bereits diesen, bzgl. der Schlagausrichtung optimierten Agroforstsystemen, sind wegen der beschriebenen erhöhten Arbeiterledigungskosten tendenziell niedriger als bei den alternativen Landnutzungsalternativen „Kurzumtriebsplantagen“ und „Ackerbau mit annuellen Kulturen“. Aufgrund dieses Sachverhaltes müssen die synergistischen Effekte der Gehölzstreifen auf die Ackerfrucht im Durchschnitt des gesamten Bewirtschaftungszeitraums größer sein als die konkurrierenden Effekte. Die Höhe der zusätzlichen Erträge infolge überwiegend synergistischer Wachstumseffekte im Agroforstsystem, welche benötigt werden um die Bodenrente der vorzüglichen Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ zu erreichen, ist abhängig von der Anzahl und Art der Gehölzstreifen, der Wahl der ackerbaulichen Fruchtfolge zwischen den Gehölzstreifen, der Feldausrichtung und der Preis-Mengengerüste.

Des Weiteren wird gezeigt, dass kleine Schläge für die Etablierung eines Agroforstsystems nicht geeignet sind. Der Schlag sollte in Abhängigkeit von seiner Größe und dem Preis-Mengengerüst nicht zu weit vom Hof entfernt liegen. Die maximal noch wirtschaftliche Hof-Feld-Entfernung eines Agroforstsystemschlages ist niedriger als die Hof-Feld-Entfernung von

Schlägen mit dem alleinigen Anbau von Ackerkulturen oder Kurzumtriebsgehölzen. Desto weiter der Agroforstsystems Schlag vom Hof entfernt ist, desto höher sollte der Anteil der Kurzumtriebsgehölze sein, da diese nur in umtriebsspezifischen Zeitabständen geerntet werden und sich daher eine größere Hof-Feld-Entfernung nicht so stark auf die Arbeitserledigungskosten auswirkt.

In Kapitel 5 werden durchschnittliche Mehrerträge für die dargestellten beispielhaften Agroforstsysteme errechnet, mit denen auf einem Agroforstsystem die Bodenrente der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ erreicht wird. Diese Mehrerträge müssten aufgrund überwiegend synergistischer Wachstumseffekte auf dem Agroforstsystem erreicht werden. Bei der Bewirtschaftung der ackerbaulichen Fruchtfolge Wintertraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste und der Anlage von 14.000 Weiden/ha auf fünf Gehölzstreifen mit einem jährlichen Zuwachs von 8 t TM/ha auf einem 20 ha großen Schlag, doppelt so lang wie breit und der Länge nach in Nord-Südrichtung ausgerichtet, beträgt der durchschnittliche Mehrertrag, der auf der Fläche der annuellen Ackerkultur erzielt werden muss, 3,60 %. Damit wird auf dem beschriebenen Agroforstsystem die gleiche Annuität der Bodenrente erzielt wie auf einem Schlag mit der Landnutzungsalternative „Ackerbau mit annuellen Kulturen“ mit der gleichen ackerbaulichen Fruchtfolge.

Dieser Mehrertrag muss in allen Jahren, auch in den Jahren der Etablierung der Gehölzstreifen sowie in den Jahren der Ernte der Kurzumtriebsgehölze in Streifenform erfolgen. Da in diesen Jahren die positiven Effekte auf die Ertragsbildung nachlassen, bzw. wegfallen und noch negative Effekte auf die Ertragsbildung (Wurzelkonkurrenz) vorherrschen, müssen in den anderen Jahren mit funktionierendem Windschutz die Ertragszuwächse deutlich höher sein. Zudem entstehen durch den Mehrertrag zusätzliche Arbeitserledigungskosten der Ernte der ackerbaulichen Kulturen und der Transporte sowie der Lagerung, die in der erfolgten Berechnung nicht berücksichtigt wurden.

Eine teilflächenspezifische Beerntung der Gehölzstreifen, in der bspw. die Hälfte der Gehölzstreifen oder jeder zweite Gehölzstreifen beerntet werden, ist nicht zu empfehlen, da die Rüst- und Wegekosten des Häckselvorgangs unabhängig der Größe der Bewirtschaftungsfläche anfallen und somit die umtriebsspezifischen Arbeitserledigungs-

kosten (€/ha) der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen steigen, wodurch die Annuität der Bodenrente des Agroforstsystems fällt.

8 Literaturverzeichnis

- ACKERMANN, I. et al. (1993): KTBL (1993): Betriebsplanung in der Landwirtschaft. Hrsgb.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt-Kranichstein.
- AKIN, H.; SIEMES, H. (1988): Praktische Geostatistik – Eine Einführung für den Bergbau und die Geowissenschaften. Hrsgb: Springer-Verlag, Berlin. ISBN: 3-540-19085-6.
- BACKHAUS, K., et al. (2008): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. Hrsgb.: Springer Verlag Berlin. ISBN: 978-3540850441.
- BÄRWOLFF, M., VETTER, A. (2009): 2 Zwischenbericht des Projektes Die ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis.
- BAYERISCHE LANDESANTSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (LWF), (2009): Deckungsbeiträge Energiepflanzen-Hackgut, Deckungsbeitragsrechner im Excelformat. Online im Internet: URL: <http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/holz-logistik/downloads/deckungsbeitraege-energiepflanzen-hackgut.xls>, (Stand: 18.08.2010).
- BECKER, S. (2007): Die Portfolio-Theorie von Markowitz im Überblick. Hrsgb.: Fachhochschule Ostfriesland, Wilhelmshaven. ISBN: 978-3-638-90687-6.
- BEETZ, A. (2002): Agroforestry Overview – Horticulture Systems Guide. Hrsgb.: ATTRA – Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. Online im Internet: URL: . Stand: 05.06.2008.
- BEMMANN, A., et al. (2009): Kurzumtriebsplantagen – rechtliche Rahmenbedingungen. Erschienen in: Reeg, T. et. al. (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Hrsgb.: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN: 978-3-527-32417-0.
- BILLETER-FREY, E., VLACH, V. (1982): Grundlagen der statistischen Methodenlehre. Hrsgb.: Gustav Fischer Verlag Stuttgart. ISBN: 3-437-40116-5.
- BIRCHER, J., et al. (2005): Gehölzportrait Robinie. Hrsgb.: Fachabteilung Umwelt und natürliche Ressourcen im Rahmen der Veranstaltung „Portraits heimischer Waldgehölzarten“, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften. Online im Internet: URL: <http://www.gehoelze.ch/Robinie.pdf>. Stand: 24.05.2010.
- BLANDON, P. (1985): Agroforestry and portfolio theory. Agroforestry Systems Vol. 3 1985, S.239-249. ISSN: 0167-4366.
- BLUMAUER, E., HANDLER, F. (2010): Logistik bei der Ernte von Kurzumtriebsflächen mit dem Feldhäcksler. Präsentation auf dem Seminar: Technik und Logistik für die Produktion ausgewählter nachwachsender Rohstoffe am 22.02.2010 in Wieselburg. Online im Internet: URL: <http://www.agrapaeadak.at/cm2/index.php/dokumente-studentag/seminare/unterlagen-zu-seminaren/131-02logistik-bei-der-ernte-von-kurzumtriebsflchen-mit-dem-feldhckslerdipl-hflf-ing-emil-blumauer/download>. Stand: 02.06.2010.
- BÖHMER, J. B. et al. (2009): Leistungsfähigkeit & Kosteneffizienz extensiver Anbausysteme – Fondsmodell für die Finanzierung von A.&E.-Maßnahmen – Untersuchungen zum Agrarholzanbau. Hrsgb.: ELKE-Begleitforschung Landbau und Ökonomie, IfaS – Institut für angewandtes Stoffstrommanagement. Online im Internet: URL: http://www.landnutzungsstrategie.de/fileadmin/userdaten/dokumente/ELKE/09-05-25_Landbau-OEkonomie-Agrarholz_Boehmer_Koehler.pdf. Stand: 24.05.2010.

- BOELCKE, B. (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen – Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsgb.: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Schwerin.
- BORTZ, J.; Boehnke, K.; Lienert, G. A. (2008): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Hrsgb.: Springer Verlag Heidelberg. ISBN: 978-3-540-74706-2.
- BRAUN, S. (2006): Nährstoffkreisläufe und Bodenfruchtbarkeit – Erfahrungen aus der Praxis. Vortrag auf der Fachveranstaltung des Instituts für Landwirtschaft und Umwelt (ilu), der Bundesgütegemeinschaft für Kompost (BGK) und des Verbands der Humus- und Erdenwirtschaft (VHE) am 05.10.2006, Bonn. Online im Internet: URL: http://www.nachhaltige-landnutzung.de/dateien/hof_braun.pdf. Stand: 23.05.2010.
- BRINKMANN, T. (1950): Das Fruchtfolgebild des deutschen Ackerbaus. Hrsgb.: Bonner Universitäts-Buchdruckerei Gebrüder Scheur.
- BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ KOBLENZ, INSTITUT FÜR ERDMESSUNG UNIVERSITÄT HANNOVER, 1998: Schlußbericht zum BMBF-Vorhaben „Optimierung der hydrographischen Positions- und Lagebestimmung“. Förderkennzeichen des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie: MTK 590 A, MTK 590 B.
- BÜNING, H.; TRENKLER, G. (1978): Nichtparametrische statistische Methoden. Hrsgb.: De Gruyter, Berlin. ISBN: 978-31-10138603.
- BWALDG, (1975): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) vom 02.05.2975.
- C.A.R.M.E.N (2010): Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln - der Energieholz-Index. Online im Internet: URL: <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnipreise.html>. Stand: 01.07.2010
- CASADO, M. R., et al. (2006): Analysing the sensitivity of two variogram models for the characterisation of the spatial pattern of depth in rivers. In: 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences. Hsgb.: M. Caetano and M. Painho. Online im Internet: URL: <http://www.spatial-accuracy.org/system/files/CasadoWhite2006accuracy.pdf>. Stand: 01.10.2009
- COMBE, J. (2004): AF – eine Landnutzungsalternative mit Zukunft für die Schweiz? Agroforesterie – Concepts nouveaux pour techniques anciennes. Hrsg.: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Online im Internet: URL: <http://www.wsl.ch/land/agroforestry/referate/ar-combe.pdf>. Stand: 02.09.2008.
- GÖTZE, U. (2008): Investitionsrechnung, Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. 6. Auflage. Hrsgb.: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-540-78872-0.
- ECKSTEIN, P. (2008): Angewandte Statistik mit SPSS: Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler. Hrsgb.: GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-8349-0823-0.
- ENGLISCH, M., et. al (2009): Energiewälder im Kurzumtrieb – Möglichkeiten und Grenzen, In: BFW-Praxisinformation Ausgabe 18/2009. Hsgb.: Bundesamt für Wald, Wien. ISSN: 1815-3895.
- ELSAßER, P. (1991): Umweltwirkungen der Aufforstung ackerbaulich genutzter Flächen. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie 91/2. Hrsgb.: Institut für Ökonomie der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg. Online im Internet: URL: http://www.bfafh.de/bibl/pdf/iii_91_02.pdf. Stand: 12.05.2010.

- FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (F.N.R.), 2005: Leitfaden Bioenergie, Kapitel 3.5. ISBN: 3-00-015389-6.
- FRANK, C. (2005): Wirksamkeit von dünnen Windschutzstreifen auf Sockelwällen in luv- und leeseitiger Anordnung. Dissertationsreihe am Institut für Hydromechanik der Universität Karlsruhe. Heft 2005/1. ISBN: 3-937300-55-4.
- FREESE, D.; HÜTTL, R.; BÖHM, C. (2008): 2. Zwischenbericht des Verbundprojektes Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis, Teilprojekt 2: Rekultivierungsfläche Brandenburg
- GERDES, G. (2011): Fachinterview am 08.02.2011 beim Häckseln der Gehölzstreifen des Agroforstsystems der TLL Dornburg, Mitarbeiter im technischen Service des Unternehmens New Holland.
- GOODALL, J., MAIDMENT, D. R. (2002): The Geostatistical Analyst. Online im Internet: URL: <http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/giswr2005/geostat/GeostatisticExercise.htm>. Stand: 15.10.2009.
- GOOGLE EARTH (2009): Google Earth - Version 5.0. Programm des Unternehmens Google Inc. Silicon Valley. Online im Internet: URL: <http://earth.google.com/>. Stand: 21.05.2010.
- GRÜNEWALD, H., et al. (2008): Zwischenbericht des Julius-Kühn-Instituts, Bundesforschungsanstalt für ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Forstgenetik, im Projektvorhaben Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis, Teilvorhaben 3: Grünland- und Ackerflächen in Niedersachsen; Bericht zum 31.12.2008.
- GRÜNEWALD, H., REEG, T. (2009): Überblick über den Stand der Forschung zu Agroforstsystemen in Deutschland. Erschienen in: Reeg, T. (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Hrsgb.: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim. ISBN: 978-3-527-32417-0.
- HAU, E. (2003): Windkraftanlagen – Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 3. Auflage. Hrsgb.: Springer-Verlag. ISBN: 3-540-42827-5.
- HAPPACH-KASAN, C., et al. (2008): Effiziente und ökologische Energie- und Wertholzproduktion in Agroforstsystemen ermöglichen – Ökologische Vorteilswirkungen von Agroforstsystemen erforschen. In: Deutscher Bundestag, Drucksache 16/8409 vom 05.03.2008.
- HECK, P. et al. (2008): Endbericht des ELKE-Projektes: Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung. Online im Internet: URL: http://www.landnutzungsstrategie.de/fileadmin/userdaten/dokumente/ELKE/08-03-11_EB-fnr_I_End.pdf. Stand: 10.05.2010.
- HEMME-SEIFFERT, K. (2003): Regional differenzierte Modellanalyse der Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung in Deutschland. In: Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 261.
- HESSISCHES FORSTGESETZ, (2002): Hessisches Forstgesetz in der Fassung vom 10. September 2002, Gesamtausgabe in der Gültigkeit vom 21.09.2007 bis 31.12.2010.
- HINTERDING, A., et al. (2003): Geostatistische und statistische Methoden und Auswerteverfahren für Geodaten mit Punkt- bzw. Flächenbezug. Abschlussbericht Teil 1: Grundlagen. Auftraggeber: Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO). Online im Internet: URL: http://www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Abschluss_Teil1_b54.pdf. Stand: 27.10.2009.

- HOFMANN, M. (1998): Bewirtschaftung schnellwachsender Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen im Kurzumtrieb. Merkblatt 11 des Forschungsinstituts für schnellwachsende Baumarten. Hannoversch Münden. Online im Internet: URL: http://www.herzo-agenda21.de/_PDF/pflanzen.pdf. Stand: 15.05.2009. ISSN: 0177-9702.
- HOFMANN, M. (2007): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Hrsgb.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow.
- ISAAKS, E.; MOHAN-SRIVASTAVA, R., (1990): An Introduction to Applied Geostatistics. Hrsgb.: Oxford University Press. ISBN: 978-0195050134.
- JAUSCHNEGG, H., METSCHINA, C., LOIBNEGGER, T. (2009): Kurzumtrieb – Energie vom Acker. Hrsgb.: Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark, Graz. Drucksache 04/2009.
- JOHNSTON, K., et al. (2006): Arc GIS 9, ArcGIS Geostatistical Analyst Tutorial. Hrsgb.: ESRI, New York.
- KNAPP, R. (1967): Experimentelle Soziologie und gegenseitige Beeinflussung der Pflanzen: Verhalten höherer Pflanzen in Beständen auf Äckern und in Gärten, in Wäldern, Rasen und weiteren Gesellschaften – Wettbewerb, Allelopathie, Parasitismus und andere Wirkungen. Hrsgb.: Ulmer Verlag. ISBN: 978-3-5340-2151-2.
- KTBL (2006): Energiepflanzen – Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus – KTBL Datensammlung. Hrsgb.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt.
- KTBL (2008a): Kostenrechner Energiepflanzen. Online im Internet: URL: <http://daten.ktbl.de/energy/postHv.html#anwendung> Stand: 25.11.2008
- KTBL (2008b): Berechnung der Schlaggröße und Grundzeit für Feldarbeiten. Online im Internet: <http://www.ktbl.de/index.php?id=796>. Stand: 12.06.2010.
- KTBL (2009a): Datensammlung 2009/2010. Online im Internet: URL: <http://daten.ktbl.de/dslkrpflanze/postHv.html#0>. Stand: 15.01.2009.
- KTBL (2009b): Berechnung der Schlaggröße und Grundzeit für Feldarbeiten. Online im Internet: URL: <http://www.ktbl.de/index.php?id=796>. Stand: 07.06.2010.
- KTBL (2010): Leistungs-Kostenrechnung für Produktionsverfahren. Online im Internet: URL: <http://daten.ktbl.de/dslkrpdf/Methode%20der%20Leistungs-Kostenrechnung.pdf>. Stand: 06.06.2010.
- KREUßLER, S. (o. J.): Winddaten – Statistik Wind. Internetseite des Instituts für Physikalische Technik der Fachhochschule Lübeck. Online im Internet: URL: <http://wetter.fh-luebeck.de/wstats/widat.htm>. Stand: 30.05.2010.
- KUHLMANN, F. (2007): Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Hrsgb.: DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, ISBN: 978-3-7690-0676-6.
- LEHN, J., WEGMANN, H. (2006): Einführung in die Statistik. Hrsgb.: Teubner B.G. GmbH. ISBN: 3-8351-0004-1.
- LEWIS, T. (2007): Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen. Hrsgb.: FHP Kooperationsplattform Forst Holz Papier, Wien.
- LFL (2006): Betriebswirtschaftliche Einschätzung, Online im Internet: URL: http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/7169_7171.htm#3.Direktkosten. Stand: 09.05.2010.
- LIEBHARD, P. (2007): Energieholz im Kurzumtrieb – Rohstoff der Zukunft. Hrsgb.: Leopold Stocker Verlag Graz. ISBN: 978-3-7020-1150-5.

- MANKIW, N. G. (2001): Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. Hrsgb.: Schäffer-Poeschel-Verlag Stuttgart. ISBN:3-7910-1853-1.
- MANN, H. B., WHITNEY, D. R. (1947): On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other; In: Annals of Mathematical Statistics, No. 18 (1947), S. 50–60, Ohio State University.
- MARKOWITZ, H. (1959): Portfolio Selection – Efficient Diversification of Investments. Hrsgb.: John Wiley & Sons, Inc. New York. ISBN (Reprint 2nd ed. Blackwell Publ. 1991): 978-1557861085
- MATHERON, G. (1963): Principles of Geostatistics. In: Economic Geology, No. 58, 1963, S. 1246-1262.
- MOSQUERA-LOSADA, M. R., et al. (2009) : Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe. Chapter 1 in: Riguiero-Rigriguez, A. et. al (2009): Agroforestry in Europe-Current Staus and Future Prospects, S. 21-42. Hsgb.: Springer Science. ISBN: 978-1-4020-8271-9.
- MEYER, S. (2004): Schutz vor Abtrag und Überflutung. Kiel, Online im Internet: URL: http://www.hydrology.uni-kiel.de/lehre/seminar/ws03-04/meyer_erosion.pdf. Stand: 20.11.2008
- MÖNDEL, A. (2006): Ertragsmessungen in Winterroggen - der Ertrags Einfluss einer Windschutzanlage in der oberrheinischen Tiefebene. (Hrsg.: LAP Forchheim), Online im Internet: URL: http://www.agroforst.uni-freiburg.de/download/ertrag_winterroggen.pdf. Stand: 04.11.2008
- MÖNDEL, A. (2007): Auswirkungen von schlagbegleitenden Baumreihen auf den Ertrag von Druschfrüchten. Präsentation auf dem 2. Stakeholderworkshop in Schwäbisch Gmünd am 16.01.2007. Online im Internet: URL: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1200494/alr_1601007_M%F6ndel.pdf. Stand: 12.04.2010.
- NAIR, P.K.R. (1993): An Introduction into Agroforestry. Hsgb.: Kluwer, Dordrecht. ISBN: 978-0-7923-2135-4
- NASA (1995): Note on conversion from decimal degrees to meters. In: Global Rain Forest Mapping (GRFM) Project. Hrsgb.: Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology, Pasadena, California. Online im Internet: URL: <http://southport.jpl.nasa.gov/GRFM/cdrom/2a/DOCS/HTML/GEOLOC/METERS.HTM>. Stand: 20.08.2010.
- NASA WORLDWIND (2009): Nasa Worldwind – Version 1.4. Programm der Organisation Nasa, Washington D. C. Online im Internet: URL: <http://sourceforge.net/projects/nasa-exp/>. Stand: 20.05.2010.
- NORMENDATENBANK, 2005: Normendatenbank – ÖNORM CEN/TS 15103. Hrsgb.: Das europäische Bauinformations System „Eurobau“. Online im Internet: URL: <http://www.ebisbau.com/normen.asp?r=ONN0000CE00CEN/2600>. Stand: 02.06.2010.
- ONVISTA, 2010: Eurorechner. Online im Internet: URL: <http://waehrungen.onvista.de/devisenkurse.html>. Stand: 19.06.2010.
- PELLMEYER, J. (2007): Maisanbau. Präsentation des Fachverband Biogas e. V. auf dem Landesjägartag 2007 in Amberg. Online im Internet: URL: http://www.jagd-bayern.eu/fileadmin/_BJV/Veranstaltungen_und_News/Vortrag_Pellmeyer_Landesjaegertag_Teil2.pdf. Stand: 20.04.2010.
- PERRIDON, L.; STEINER, M. (2007): Finanzwirtschaft der Unternehmung, Hrsgb.: Verlag Vahlen, München, ISBN: 978-3-8006-3359-3

- REISCH, E.; ZEDDIES, J. (1983): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre – Band 2: Spezieller Teil – Grundlagen und Methoden der Entscheidung, Ökonomik der pflanzlichen und tierischen Produktion, Hrsgb.: Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN: 3-8001-2525-0
- RICARDO, D. (1817): On the Principles of Political Economy and Taxation. Hrsgb.: John Murray, London.
- RÖHRICHT, C.; RUSCHER, K. (2003): Erfahrungen und Ergebnisse im Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb im Freistaat Sachsen. Hrsgb.: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- RUSCHER, K. (2009): Anbauempfehlungen Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb. Hrsgb.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden.
- SCHERELIS, G., BLÜMEL, W. D. (1988): Geostatistik und ihre Anwendungsperspektiven in der Geoökologie am Beispiel des Kriging-Verfahrens. Reihe: Karlsruher Manuskripte zur Mathematischen und Theoretischen Wirtschafts- und Sozialgeographie, Heft 92. Hrsgb.: Geographisches Institut II, Prof. Dr. A. Klichenmann, Universität Karlsruhe. ISBN: 0344-7073.
- SCHNEIDER, U. (2007): Innovative Anbausysteme für klimafreundliche und Energie effiziente Biomasseerzeugung. Online im Internet: URL: http://www.boelw.de/uploads/media/pdf/Veranstaltungen/Herbsttagung_2007/BOELW-Herbsttagung_07_Praesentation_Schneider.pdf. Stand: 04.09.2008.
- SCHNEIDER, U., et al. (2009): Agroforstsysteme – Eine neue Landnutzungsalternative zur Biomasseproduktion in der gemäßigten Klimazone. Präsentation zur internationalen Konferenz Biomass in future landscapes – Nachhaltige Biomassenutzung und Raumentwicklung in Berlin, 31.03.2010. Online im Internet: URL: http://www.biomass-in-future-landscapes.de/info/download/SESSION%20II_2%20Schneider.pdf. Stand: 24.05.2010.
- SCHOLZ, V., et al. (2008): Produktion von Pappeln und Weiden auf landwirtschaftlichen Flächen. Hrsgb.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Darmstadt, KTBL-Heft 79.
- SCHROERS, J. O. (2010): Telefonisches Interview über Methoden zur Näherung mittels linearer Interpolierung. Mitglied des Teams Betriebswirtschaft mit Arbeitsprogramm Kalkulationsunterlagen des KTBL.
- SOMMARIBA, E. (1992): Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. Agroforestry Systems Vol. 19, 1992, S.233-240. ISSN: 0167-4366.
- SPIECKER, H., et al. (2009): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung – Schlussbericht des Projektes agroforst (gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) – Förderkennzeichen: 0330621).
- STAHEL, W. (2008): Statistische Datenanalyse, eine Einführung für Naturwissenschaftler. 5. Auflage. Hrsgb.: Vieweg Verlag Wiesbaden. ISBN: 978-3-8348-0410-5.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2010): GENESIS-Online Datenbank, Index der Einkaufspreise landwirtschaftl. Betriebsmittel. Online im Internet: <https://www-genesis.destatis.de>. Stand: 19.06.2010.
- STEGER, J. (2010): Kosten- und Leistungsrechnung – Einführung in das betriebliche Rechnungswesen, Grundlagen der Vollkosten-, Teilkosten-, Plankosten- und Prozesskostenrechnung; 5. Auflage. Hrsgb.: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München. ISBN: 978-3-486-59672-4.
- STEINMAYR, T. (2002): Fehleranalyse und Fehlerkorrektur bei der lokalen Ertragsermittlung im Mähdescher zur Ableitung eines standardisierten Algorithmus für die Ertragskartierung.

- Dissertation am Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung – Fachgebiet Technik im Pflanzenbau der TU München.
- STEINMETZ, T. (2007): Integration, Analyse und interaktive Visualisierung von Daten für das Risikomanagement großräumig kontaminierter Standorte.- Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, ULB Sachsen-Anhalt.
- STOLZENBURG, K. (2006): Versuchsergebnisse Weiden, Pappeln und Miscanthus der LAP Forchheim. Online im Internet: URL: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1199667_l1/lap_Produktionsaspekte%20Weiden%20und%20Miscanthus.pdf. Stand: 22.01.2009.
- STRAUß, C.; NEHRING, A.; VETTER, A. (2009): Energiepflanzenanbau für Biogasanlagen – Aspekte des Verbundprojektes EVA. Präsentation der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Online im Internet: URL: <http://www.tll.de/ainfo/bbio0206/pdf/tbi11109.pdf>. Stand: 24.05.2010.
- THOMMEN, J.-P., ACHLEITNER, A.-K. (2009): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre – Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht, Hrsgb.: Gabler – GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, ISBN: 978-3-8349-1325-8
- TOEWS, T. (2008): Wald – Flächennutzungsansprüche durch die Landwirtschaft. Präsentation am 11.12.2008 auf dem Fachsymposium in Berlin „Gesamtstrategie Wald 2020“. Online im Internet: URL: http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/waldstrategie/11_12_2008/Beitrage/8_Toews-Wald_Landwirtschaft.pdf. Stand: 25.05.2010.
- TRAUPMANN, P. (2004): Anleitung zur Anlage von Kurzumtriebsflächen. Hrsgb.: Bioenergie Burgenland. Online im Internet: URL: <http://www.dendrom.de/daten/downloads/anleitung%20KUP%20burgenland.pdf>. Stand: 12.12.2008
- VETTER, A. (2009a): Fachgespräch mit Herrn Vetter beim Bearbeitertreffen in Dornburg/Saale am 06.08.2009.
- VETTER, A., et al. (2009b): Energieholz aus Plantagen oder Agroforstsystemen – eine vergleichende Betrachtung –. Präsentation der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Dornburg. Online im Internet: URL: http://www.tll.de/ainfo/pdf/afs/afs18_09.pdf. Stand: 20.04.2010.
- VETTER, A. et. al (2009c): 15 Jahre Energieholzversuche in Thüringen, Hrsgb.: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Jena.
- VON LEHMEN, G., BEVERBORG, R. (2009): Verkaufspreis für Silomais ab Feld. Hrsgb.: Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Online im Internet: URL: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/360/article/12857.html>. (Stand: 24.05.2010)
- VON WÜHLISCH, G. (2004): Pappeln, Aspen und Weiden in Deutschland: Nutzung, Erhaltung, Forschung – Zeitraum: 2000-2003. Hrsgb.: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg und Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn, August 2004.
- WERNER, A.; VETTER, A.; REINHOLD, G. (2006): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz. Hrsgb.: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Dezember 2006 und Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt.

9 Anhang

A1: Tafel kritischer Schwellenwerte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests

Tafel kritischer Schwellenwerte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests

Einseitig Zweiseitig	für $\alpha =$	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
	für $\alpha =$	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
	n = 3	2/3	2/3			
	4	3/4	3/4	3/4		
	5	3/5	3/5	4/5	4/5	4/5
	6	3/6	4/6	4/6	5/6	5/6
	7	4/7	4/7	5/7	5/7	5/7
	8	4/8	4/8	5/8	5/8	6/8
	9	4/9	5/9	5/9	6/9	6/9
	10	4/10	5/10	6/10	6/10	7/10
	11	5/11	5/11	6/11	7/11	7/11
	12	5/12	5/12	6/12	7/12	7/12
	13	5/13	6/13	6/13	7/13	8/13
	14	5/14	6/14	7/14	7/14	8/14
	15	5/15	6/15	7/15	8/15	8/15
	16	6/16	6/16	7/16	8/16	9/16
	17	6/17	7/17	7/17	8/17	9/17
	18	6/18	7/18	8/18	9/18	9/18
	19	6/19	7/19	8/19	9/19	9/19
	20	6/20	7/20	8/20	9/20	10/20
	21	6/21	7/21	8/21	9/21	10/21
	22	7/22	8/22	8/22	10/22	10/22
	23	7/23	8/23	9/23	10/23	10/23
	24	7/24	8/24	9/24	10/24	11/24
	25	7/25	8/25	9/25	10/25	11/25
	26	7/26	8/26	9/26	10/26	11/26
	27	7/27	8/27	9/27	11/27	11/27
	28	8/28	9/28	10/28	11/28	12/28
	29	8/29	9/29	10/29	11/29	12/29
	30	8/30	9/30	10/30	11/30	12/30
	31	8/31	9/31	10/31	11/31	12/31
	32	8/32	9/32	10/32	12/32	12/32
	34	8/34	10/34	11/34	12/34	13/34
	36	9/36	10/36	11/36	12/36	13/36
	38	9/38	10/38	11/38	13/38	14/38
	40	9/40	10/40	12/40	13/40	14/40
Approximation		1.52	1.73	1.92	2.15	2.30
für $n > 40$:		$\frac{1.52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.73}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.92}{\sqrt{n}}$	$\frac{2.15}{\sqrt{n}}$	$\frac{2.30}{\sqrt{n}}$

Quelle: nach Bortz, 2008

A.2. Anhang: Ökonomisches Modell zur Berechnung von Agroforstsystemen

Inhaltsübersicht des ökonomischen Modells zur Berechnung von Agroforstsystemen

A.2. Modelleinstellungen

A.2.1. Einstellungen zur Feldgeometrie und zum Anbaudesign des Agroforstsystems:

A.2.1.1. Einstellungen zur Schlaggröße und -geometrie

A.2.1.2. Hof-Feld-Entfernung

A.2.1.3. Anzahl und Länge der Gehölzstreifen

A.2.1.4. Anordnung der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystems Schlag

A.2.1.5. Anbaudesign der Gehölzstreifen und der zu vergleichenden Kurzumtriebsflächen

A.2.2. Fruchtfolgeberechnung

A.2.3. Einstellungen zum Anbauverfahren der Gehölzstreifen und Kurzumtriebsflächen

A.2.3.1. Maschinisierung bei der Gehölzsernte

A.2.3.2. Arbeitsverfahren bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen

A.2.3.3. Transporteinstellungen

A.2.3.4. Dichte der Hackschnitzel

A.2.3.5. Kosten der Wiedereingliederung der Gehölzstreifen

A.2.3.6. Einstellungen der Trocknung

A.2.3.7. Einstellungen der Wendungen

A.2.3.8. Anzahl der Vorgewenderunden bei der Bebearbeitung der Ackerkulturen

A.2.4. Direktkosten, weitere Faktorkosten

A.2.4.1. Fruchtfolge-, und Gehölzstreifen-Direktkosten

A.2.4.2. Weitere Faktorkosten:

A.2.4.3. Verkaufspreise

A.2.5. Zwischenrechnung zur Flächengrößenberechnung

A.3. Abkürzungsverzeichnis der Ackerkulturen

A.4. Berechnung der Ackerkulturen

A.4.1. Auflistung der Arbeitserledigungskosten, Produktionsverfahren

A.4.1.1. Daten zum Produktionsverfahren Körnermais

A.4.1.2. Daten zum Produktionsverfahren Silomais

A.4.1.3. Daten zum Produktionsverfahren Sommergerste

A.4.1.4. Daten zum Produktionsverfahren Winterraps

A.4.1.5. Daten zum Produktionsverfahren Winterweizen

A.4.1.6. Direktkosten der Ackerkulturen

A.4.1.7. Modellierung zusätzlicher Fahrten auf einem Agroforstsystem (Restfahrten und Schlagausrichtung)

A.4.1.7.1. Körnermais

A.4.1.7.2. Silomais

A.4.1.7.3. Sommergerste

A.4.1.7.4. Winterraps

A.4.1.7.5. Winterweizen

A.4.1.8. Zusätzliche Wendekosten infolge unförmiger Schlag bzw. Gehölzstreifen

A.4.1.8.1. Zusätzliche Wendungen der Restfahrten

A.4.1.8.2. Wendungen infolge alternativer Feldausrichtungen

A.4.1.8.4. Aufstellung der zusätzlichen Kosten je ha

A.4.1.8.3. Summen der Wendungen infolge Restfahrten und Feldausrichtung in h/ha

A.4.2.1. Interpolierung der Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit

A.4.2.2. Interpolierung der Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit

A.4.2.3. Interpolierung der Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit

A.4.2.4. Interpolierung der Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit

A.4.2.5. Interpolierung der Arbeitserledigungskosten in Abhängigkeit

A.4.3.1. Darstellung der ackerbaulichen Fruchtfolge

A.4.4.1. Hof-Feld-Entfernungen: Körnermais

A.4.4.2. Hof-Feld-Entfernungen: Silomais

A.4.4.3. Hof-Feld-Entfernungen: Sommergerste

A.4.4.4. Hof-Feld-Entfernungen: Winterraps

A.4.4.5. Hof-Feld-Entfernungen: Winterweizen

A.4.4.6. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeitserledigungskosten: Körnermais

A.4.4.7. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeitserledigungskosten: Silomais

A.4.4.8. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeitserledigungskosten: Sommergerste

A.4.4.9. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeitserledigungskosten: Winterraps

- A.4.4.10. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeitserledigungskosten: Winterweizen
- A.4.4.11. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeitserledigungskosten: Körnermais
- A.4.4.12. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeitserledigungskosten: Silomais
- A.4.4.13. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeitserledigungskosten: Sommergerste
- A.4.4.14. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeitserledigungskosten: Winterraps
- A.4.4.15. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeitserledigungskosten: Winterweizen
- A.4.5.1. Übersicht der Auszahlungen für den Ackerbau auf einem KTBL-Musterschlag (entspr. der Fruchtfolge)
- A.4.5.2. Übersicht der Einzahlung-Auszahlung-Salden für den Ackerbau auf einem KTBL-Musterschlag (entspr. d. FF)
- A.4.5.3. Übersicht der zusätzlichen Arbeitserledigungskosten infolge der Hof-Feld-Entfernung auf den KTBL-
- A.4.5.4. Übersicht der Arbeitserledigungskosten und Direktkosten in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung
- A.4.5.5. Die Differenz der Arbeitserledigungskosten zwischen KTBL-Musterschlag und dem Agroforstsystems Schlag
- A.5. Gehölzstreifen und Kurzumtriebsplantagen
- A.5.1.1. KUP-Spezifische Abkürzungen der Arbeitsverfahren:
- A.5.2.1. Modellierung der Pflanzung (in € je Steckholz)
- A.5.2.2. Modellierung der Überfahrten zwischen den Gehölzstreifen
- A.5.2.3. Modellierung für die Interpolation: Fläche der Gehölzstreifen
- A.5.2.4. Daten und Interpolierung der nicht umtriebsspezifischen Arbeitsverfahren des Gehölzanbaus
- A.5.2.5. Übersicht der Kosten im Anbaujahr auf den Gehölzstreifen
- A.5.2.6. Zusätzliche Kosten für Übersetzungsfahrten der Kosten im Anbaujahr und der Düngung in €/ha
- A.5.3. Modellierung der umtriebsspezifischen Kosten
- A.5.3.1. Modellierung Kosten für Dünger und Wasser im Anbaujahr
- A.5.3.2. Modellierung der Ernte
- A.5.3.2.1. Datenaufstellung der Ernte von Feldhäcksler und Mäh Hacker
- A.5.3.2.2. Modellierung des Transports vom Feld: Dreiseitenkipper je Stunde Ernteeinsatz:
- A.5.3.2.3. Stündliche Auszahlungen beim Häckseln, basierend auf einen 20 ha-Schlag, Hof-Feld-Entf. 5km
- A.5.3.2.4. Daten zur Flächen- und Hof-Feld-Entfernungsberechnung: Feldhäcksler
- A.5.3.2.5. Feldhäcksler modellieren
- A.5.3.2.6. Daten zur Flächen- und Hof-Feld-Entfernungsberechnung: Mäh Hacker
- A.5.3.2.7. Mäh Hacker modellieren
- A.5.3.2.8. Berechnung der Ernte: Feldhäcksler
- A.5.3.2.9. Berechnung der Ernte: Mäh Hacker
- A.5.3.2.10. Flächeninterpolation zur Interpolation von umtriebsspezifischen Arbeitsverfahren
- A.5.2.11. Interpolierung Feldhäcksler und Mäh Hacker pro Stunde
- A.5.3.3. Modellierung der Transporte
- A.5.3.3.1. Transportdaten
- A.5.3.3.2. Modellierung der Transportdichte des Erntegutes
- A.5.3.4. Modellierung der Trocknung und Lagerung
- A.5.3.5. Übersicht der umtriebsspezifischen und sonstigen Kosten eines Agroforstsystems
- A.5.3.6. Übersicht der Kosten einer Kurzumtriebsplantage
- A.6. Berechnung der Agroforstsystemparameter und Berechnung der Annuitäten
- A.6.1. Auflistung der Agroforstparameter
- A.6.2. Berechnung der Kapitalwerte
- A.6.3. Annuitätenberechnung und Übersicht

A.2. Modelleinstellungen

A.2.1. Einstellungen zur Feldgeometrie und zum Anbaudesign des Agroforstsystems

A.2.1.1. Einstellungen zur Schlaggröße und -geometrie

0 Größe (ha): ha Feldlänge: m KTBL-Musterschlag:
 0 Ecken auf dem Feld: Stk. Feldbreite: m ja, wenn doppelt so lang wie breit

Prämisse, dass die Arbeiterledigungskosten durch weniger Wendungen infolge der Gehölzstreifen nicht sinken, da dies bereits in der Interpolation der Flächengröße aufgrund der Anpflanzung der Gehölzstreifen enthalten ist: ja, eingestellt: (1=ja, 0=nein) (siehe Tabelle A.4.1.8.2.)

A.2.1.2. Hof-Feld-Entfernung

1=ja, 0=nein Status 1, wenn Entfernung richtig ausgewählt: OK
 1 km: 5 km: 10 km: 20 km:

A.2.1.3. Anzahl und Länge der Gehölzstreifen

Gehölzstreifen 1: m
 Gehölzstreifen 2: m
 Gehölzstreifen 3: m
 Gehölzstreifen 4: m
 Gehölzstreifen 5: m
 Gehölzstreifen 6: m
 Gehölzstreifen 7: m
 Gehölzstreifen 8: m
 Gehölzstreifen 9: m
 Gehölzstreifen 10: m

A.2.1.4. Anordnung der Gehölzstreifen auf dem Agroforstsystems Schlag

Breite der Gehölzstreifen: zwischen den Gehölzstreifen: 96,8
 Saumstreifen: ja=1, nein=0:
 kumulierte Breite je Geh.str.:
 Anzahl der Gehölzstreifen a. d. Schlag:
 Anzahl der GH-str. am Feldrand: (max. 2)
 Fläche der Gehölzstreifen (summiert): ha
 Nettofläche der Ackerkulturen: ha
 (Schlagfläche minus Fläche der Gehölzstreifen und Saumstreifen)

A.2.1.5. Anbaudesign der Gehölzstreifen und der zu vergleichenden Kurzumtriebsflächen

Gehölzart: Pappeln: (ja=1, nein=0) Jährlicher Zuwachs (TM/ha):
 Weiden: (ja=1, nein=0)
 gesamte Bewirtschaftungsdauer: Jahre

oder Umtriebsjahre (ACHTUNG! dann Umtriebszeit=0!):

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ja/nein	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Zeitabstanc	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4

Faktor des zusätzlichen zeitlichen Aufwands pro Jahr längerer Umtriebszeit (nur bei manueller Einst.):

Anzahl der Steckhölzer: Stück in **Hundert** je Hektar Kosten je Steckholz: €/Stk.

Richtpreise Steckhölzer	Pappel	Weide
eigene Verfielfältigung:	0,15 €	0,04 €
Kauf bei Baumschule:	0,23 €	0,08 €

A.2.2. Fruchtfolgeberechnung

Fruchtfolge:

Acker-

frucht	Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Körnermais		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silomais		0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Sommergerste		0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Wintertraps		1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Winterweizen		0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Fehlerwarnung		OK																			

A.2.3. Einstellungen zum Anbauverfahren der Gehölzstreifen und Kurzumtriebsflächen

A.2.3.1. Maschinisierung bei der Gehölzernte

Feldhäcksler: 1 (ja=1, nein=0)
 Mähacker: 0 (ja=1, nein=0)
 Durchsatz pro Stunde: 20 t TM/h
 Anzahl der Schlepper bei der Ernte: 3 Stk.

Der Durchsatz t TM/h beim Mähacker ist im Allgemeinen geringer als der des Feldhäckslers (vgl. Tabelle 4).

A.2.3.2. Arbeitsverfahren bei der Bewirtschaftung der Gehölzstreifen

1	Bodenprobe
1	Herbizidmaßnahme ab Hof
1	Pflügen m. Anbaudrehpflug, 4 Schare, 1,40m, angebaut, 83kW
1	Pflanzenrutentransport, Paletten nur Gabelstapler, 3,0 m, 2 t
1	Pflanzenrutentransport, Dreiseitenkippanhänger, 4 t, 45kW
1	Pflanzung (je Steckholz, daher Kosten in Abhängigkeit der Anzahl)
0	Wassertransport Liter: 300
1	Pappeln hacken mit Hackmaschine
1	Pappel- Weidenernte mit Mähacker/Feldhäcksler
1	Transport des Erntegutes zum Hof (Einzustellen: "Transporteinstellungen")
1	Pappel, Holzhackschnitzel lagern/trocknen (Einzustellen: "Lagerung und Trocknung")
0	Hackschnitzeltransport vom Hof zum Kunden (Einzustellen: "Transporteinstellungen")
1	PK-Dünger ab Hof streuen, loser Dünger

Feuchte des Hackgutes:
 50% erntet
 20% nach Trock

A.2.3.3. Transporteinstellungen

1. Tra 2. Tra 1=ja, 0=nein

0	0	=> 8 t, 67 kW, Dreiseitenkippanhänger
0	0	=> Doppelzug je 14 t, 83 kW, Dreiseitenkippanhänger
1	0	=> Doppelzug je 18 t, 102 kW, Dreiseitenkippanhänger
OK	OK	Die Summe aus den Spalten darf 0 oder 1 betragen.

A.2.3.4. Dichte der Hackschnitzel

	Wassergehalt:	Berechnet mit:	Schüttdichte	berechnet: kg/Srm ³	Feuchte nach		
			kg/Srm ³		Ernte	Lagerung	
Pappel	erntefrisch	51-58 %	0,55	338-347	342	50%	20%
	absolut trocken			136-139	138	50%	20%
Weide	erntefrisch	47-54%	0,5	315-335	325	50%	20%
	absolut trocken			148-167	155	50%	20%

A.2.3.5. Kosten der Wiedereingliederung der Gehölzstreifen

1300 €/ha

A.2.3.6. Einstellungen der Trocknung

Auswahl der Lagerung und Trocknung:

Transport zum Lager berechnen: 0

Lagerbeschickung + Lagerkosten: 1

Auswahl: 0=nein, 1=ja:

Freilagerung	Rundholzhalle		Altgebäude	Freilagerung
	ohne Bodenplatte	mit Bodenplatte		
1	0	0	0	0

A.2.3.7. Einstellungen der Wendungen

Arbeitsverfahren	km/h	Wendungen (Min.)
Pflügen	5,8	0,6
Eggen, Scheibeneggen	7,9	0,3
Schwergrubber	7,4	0,4
Kompost streuen	4	0,8
Gülleausbringung	7,3	0,4
Mineraldünger streuen, Ammonium-Harnstofflösung - breit/viel	7,8	0,4
Einzelkornsaat	5	0,4
Pflanzenschutzspritung	7	0,6
Mähdrusch, 35 dt/ha, Raps oder Sonnenblumen	3,8	0,8
Mähdrusch, Getreide	4	0,3
Körnermais und CCM-Ernte, Pflückvorsatz	5,7	0,3
Silomais häckseln, mittlerer Ertrag mittlere Häckslerleistung	5,4	0,5
Mähen, Kreiselmähwerk (mit Aufberiter)	9,5	0,3

A.2.3.8. Anzahl der Vorgewenderunden bei der Bebearbeitung der Ackerkulturen

2

Durch die Vorgewenderunden verkürzte Restfahrten (m):

64

(Die Länge der Restfahrten werden in dieser Einstellung um die Summe der Breite der Vorgewendefahrten verkürzt.)

Dadurch berechneter Multiplikations-

faktor für Restfahrten zur Berücksichtigung

von Vorgewenden (Ausschluß):

0,9

A.2.4. Direktkosten, weitere Faktorkosten

A.2.4.1. Fruchtfolge-, und Gehölzstreifen-Direktkosten

Kalkammonsalpeter (27 % N), lose	0,32 €/kg	
Gülle, Rind	0,00 €/m ³	
Diammonphosphat	0,62 €/kg	
Wasser	2,50 €/m ³	
Mais Herbizid Intensitätsstufe 2	65,00 €/ha	
Sommergerste Herbizid Intensitätsstufe 2	35,00 €/ha	
Sommergerste Fungizid Intensitätsstufe 2	34,00 €/ha	
Winterweizen Fungizid Intensitätsstufe 2	56,00 €/ha	
Winterweizen Herbizid Intensitätsstufe 2	43,00 €/ha	
Winterweizen Insektizid Intensitätsstufe 2	12,00 €/ha	
Winterraps-Fungizid Intensitätsstufe 2	19,00 €/ha	
Winterraps-Herbizid Intensitätsstufe 2	63,00 €/ha	
Winterraps-Insektizid Intensitätsstufe 2	15,00 €/ha	
Hagelversicherung	8,23 €/1.000€ Versicherungswert	
Versicherungswert Winterweizen:	1099,87 €/ha	
Versicherungswert Silomais:	1305,00 €/ha	
Versicherungswert Körnermais:	1383,43 €/ha	
Kohlensaurer Kalk	22,50 €/t	
Mais Hybrid-Saatgut	80,20 €/t	
Sommergerste Z-Saatgut lose	0,51 €/kg	
Sommergerste Nachbau-Saatgut	0,25 €/kg	
Winterweizen Z-Saatgut	0,41 €/kg	
Winterweizen Nachbau-Saatgut	0,22 €/kg	
Winterraps-Z.-Saatgut	12,30 €/kg	
PK-Dünger (12 % P2O5, 24 % K2O); lose	0,34 €/kg	
PK-Dünger (18 % P2O5, 10 % K2O); lose	0,33 €/kg	
Winterweizen Wachstumsregler Intensitätsstufe 2	2,00 €/kg	
P ₂ O ₅ (Pappelanbau)	0,51 €/kg	
K ₂ O (Pappelanbau)	0,40 €/kg	
Preis Pappelstecklinge:	0,15 Stück	
Preis Weidenstecklinge:	0,10 Stück	
Herbizide KUP Intensität niedrig	40,00 €/ha	Auswahl (ja=1): <input type="checkbox"/>
Herbizide KUP Intensität mittel	80,00 €/ha	Auswahl (ja=1): <input type="checkbox"/>

A.2.4.2. Weitere Faktorkosten

Diesel:	<input type="text" value="1,1"/> €/l	
Schmieröl:	<input type="text" value="2"/> €/l	Faktor Verbrauch Schmieröl: <input type="text" value="0,01"/> (abhängig ist d. Dieselverbrauch)
Lohn / Arbeitskraft:	<input type="text" value="15"/> €/h	
Zinssatz (Prozent):	<input type="text" value="4"/> %	

A.2.4.3. Verkaufspreise

Verkaufspreise:	Durchschnittspreis	Preisfaktor	revidierter Preis	Verkaufsmengen
Körnermais:	14,16 €/dt		14,16 €/dt	Erträge ME 97,7 dt/ha
Silomais:	3 €/dt	1	3 €/dt	435 dt/ha
Sommergerste:	16,26 €/dt		16,26 €/dt	59,2 dt/ha
Winterraps:	31,35 €/dt		31,35 €/dt	33,5 dt/ha
Winterweizen:	13,94 €/dt		13,94 €/dt	78,9 dt/ha
Gehölz:	81,75 €/t TM		81,75 €/t TM	Eingabe Seite vor

Die Preise nach Multiplizierung mit dem Preisfaktor stellen in der Ergebnisübersicht die Preise 100 % dar. Die Preisniveaus für die Sensitivitätsanalyse auf der Ergebnisseite werden nachfolgend festgelegt:

Hier werden die zehn Preisniveaus (prozentual) angegeben:

A.2.5. Zwischenrechnung zur Flächengrößenberechnung:

Flächengröße der Netto-Ackerbaufläche und Netto-Gehölzfläche auf dem Agroforstsystem: Berechnung des nächst-kleineren KTBL-Musterschlages zur Flächeninterpolation Methode: Excel-Wenn-Abfrage

1 ha:	0	2 ha:	0	5 ha:	0	10 ha:	0	20 ha:	1	40 ha:	0	
Differenz KTBL-Flächen (ha):	1	0	3	0	5	0	10	0	20	20	40	0

A.3. Abkürzungsverzeichnis der Ackerkulturen

Spalten (in der Reihenfolge wie aufgelistet):		Zeilen (in verfahrensabhängiger Reihenfolge):	
Hfgk.	Häufigkeit	Bpr.	Bodenprobe
ArV	Arbeitsverfahren		
ArZ	Arbeitszeit (h/ha)	PfID	Pflügen mit Drehpflug
TS	Treibstoff, Diesel (l/ha)		
AbF	Nutzungsbedingte Abschreibungen (€/ha)	GÜH	Gülle ausbringen ab Hof, dazu: Pumptankwagen 7 m ³ ; Schleppschlauchverteiler, 9 m; 67 kW
REP	Reparaturen (€/ha)		
BST	Betriebsstoffe exklusive Diesel (Berechnet aus dem Dieserverbrauch (l/ha) + 1% davon Schmieröle)	EggS	Eggen mit Saatbettkombination: 5,0 m, 83 kW
SUM	Summe (€/ha)	DÜ_	Ausbringen von Düngern: Düngerförderschnecke, Anbauschleuderstreuer, 0,8 m ³ ; 54 kW
HFE	Hof-Feld-Entfernung	DÜD	Diammonphosphat (16% N; 46 % P2O5), lose
		DÜK	Kalkammonsalpeter (27 % N), lose
		DÜP	PK-Dünger (18 % P2O5, 10 % K2O); lose
		ST__	Saatguttransport:
		STFR	Frontlader, 1500 daN; Leichtgutschaufel, 1,2 m ³ ; 54 kW
		STDR	Dreiseitenkippanhänger, 6 t; 54 kW
		STÜS	Überladen mit Schnecke
		SÄM	Einzelkornsaat von Mais, 6 Reihen, 4,5 m, 54 kW: Hybridmais
		SÄS	Sommergerste säen: Sämaschine, 4,5 m, 67 kW: 140 kg (Sommergerste (Z-Saatgut): 100 kg, Nachbausaatgut: 40 kg)
		SÄR	Raps säen mit Sämaschine. 4,5 m, 67 kW, z-Saatgut 3,3 kg/ha
		SÄW	Säen von Winterweizen mit Sämaschine Gesamt: 180 kg, Z-Saatgut: 120 kg, Nachbausaatgut: 60 kg
		PSM	Pflanzenschutzmaßnahme, Anbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 1500 l, 67 kW + Wasser, je 300 l
		BBO	Bestandsbonitur, Visuelle Bonituren; Fahrten mit Pick-up
		EKM	Körnermaisernte, 5-reihiger Pflückvorsatz, 150 kW, TM: 70%
		ESM	Silomais häckseln: Häcksler, Dienstleistung Erntegut bei Transport (Gehalte korrigiert): 50 t/ha
		ESG	Mähdrusch von Sommergerste, 5 m, 150 kW, Sommergerste
		EW R	Mähdrusch von Raps, Ackerbohnen, Öllein - hier: Winterraps 5 m, 150 kW; Winterraps, Erntegut
		EW W	Mähdrusch von Weizen: Winterweizen Erntegut Backwaren 4,5 m, 125 kW
		T__	Transport
		TKO	Korn, Doppelzug je 8 t, Dreiseitenkippanhänger; 67 kW
		TWW	Korntransport-Winterweizen: Dreiseitenkippanhänger, 14 t; 45 kW
		LT_	Lagern und Trocknen
		LTD	von Druschfrüchten
		LSM	Maissilage, Silo reinigen und mit Folie verschließen, Silo reinigen und mit Folie verschließen
		KAS	Kalk ab Feld streuen: Radlader, 67 kW; Mineraldüngerschau- fel, 1,4 m ³ , Anhängeschleuderstreuer, 6,0 m ³ ; 67 kW Kohlensaurer Kalk: 3,00 t
		STF	Stoppelbearbeitung, flach, schräg (30°): Schwergrubber, 3,0 m; 83 kW
		STT	Stoppelbearbeitung, tief, schräg (30°): Schwergrubber, 3,0 m; 83 kW

A.4. Berechnung der Ackerkulturen

A.4.1. Auflistung der Arbeiterledigungskosten, Produktionsverfahren

A.4.1.1. Daten zum Produktionsverfahren Körnermais

Feldgröße Hfgk. ArV	1 ha						2 ha						5 ha					
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,19	0,10	0,00	1,04	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,80	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,60
1 PflD	1,96	24,8	18,9	25,6	27,8	101,7	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	91,16	1,39	22,7	15,27	21,71	25,4	83,3
1 GüH	1,13	6,10	12,41	17,65	6,83	53,8	1,12	5,90	12,4	17,6	6,61	53,4	1,11	5,60	12,4	17,70	6,27	53,1
1 EggS	0,70	6,90	7,90	8,88	7,73	35,0	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	28,7	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	24,3
1 DÜD	0,18	0,80	0,80	1,21	0,90	5,61	0,15	0,80	0,67	1,01	0,90	4,83	0,12	0,60	0,56	0,83	0,67	3,86
1 SÄM	0,69	3,30	15,79	12,11	3,70	41,9	0,58	3,00	15,4	11,46	3,36	38,9	0,50	2,80	15,1	11,0	3,14	36,7
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56
1 BBO	0,22	0,50	1,44	0,27	0,56	5,57	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	3,7	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	2,34
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88
1 DÜK	0,22	0,90	0,15	1,66	1,01	6,12	0,19	0,80	1,03	1,47	0,90	6,25	0,16	0,70	0,90	1,27	0,78	5,35
1 EKM	1,39	23,5	97,3	33,3	26,3	177,7	1,11	21,5	84,2	30,2	24,1	155,1	0,91	20,0	74,8	27,9	22,4	139
1 TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	13,9	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	13,9	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	13,9
1 LTD	1,90	0,00	101,6	46,9	358	535	1,90	0,00	101,6	46,9	358	535	1,90	0,00	101,6	46,9	358	535
0,3 KAS	0,07	0,80	2,21	1,88	0,90	6,04	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	5,51	0,05	0,60	1,96	1,80	0,67	5,18
1 STF	0,91	9,80	7,90	11,38	11,0	43,9	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	37,1	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	31,8
SUMME						1056						998						955

Feldgröße Hfgk. ArV	10 ha						20 ha						40 ha					
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43
1 PflD	1,31	22,3	14,8	21,16	25,0	80,6	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	79,3	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	77,9
1 GüH	1,13	5,40	12,6	17,9	6,05	53,4	1,18	5,30	12,8	18,16	5,94	54,6	1,25	5,30	13,10	18,61	5,94	56,4
1 EggS	0,33	5,30	5,52	6,27	5,94	22,7	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	21,6	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	21,4
1 DÜD	0,10	0,70	0,50	0,73	0,78	3,51	0,10	0,50	0,49	0,73	0,56	3,28	0,10	0,50	0,50	0,73	0,56	3,29
1 SÄM	0,46	2,70	14,9	10,8	3,02	35,6	0,45	2,60	14,9	10,7	2,91	35,2	0,44	2,60	14,9	10,6	2,91	35,0
1 PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35
1 BBO	0,10	0,10	0,20	0,04	0,11	1,85	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	1,48	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35
1 BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	1,67	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 DÜK	0,16	0,70	0,90	1,28	0,78	5,36	0,16	0,70	0,92	1,30	0,78	5,40	0,16	0,60	0,95	1,35	0,67	5,37
1 EKM	0,82	19,3	71,0	27,0	21,6	131,9	0,79	19,0	69,3	26,6	21,3	129,1	0,77	18,8	68,4	26,4	21,1	127,5
1 TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	13,9	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	13,9	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	13,9
1 LTD	1,90	0,00	101,6	46,9	358	535	1,90	0,00	101,6	46,9	358	535	1,90	0,00	101,6	46,9	358	535
0,3 KAS	0,04	0,60	1,94	1,78	0,67	4,99	0,04	0,60	2,01	1,76	0,67	5,04	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02
1 STF	0,50	7,20	5,25	8,48	8,06	29,3	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	27,9	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	26,9
SUMME						938						932						929

Feldgröße Hfgk. ArV	80 ha					
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,80
1 PflD	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	91,16
1 GüH	1,12	5,90	12,4	17,6	6,61	53,4
1 EggS	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	28,7
1 DÜD	0,15	0,70	0,67	1,01	0,78	4,71
1 SÄM	0,58	3,00	15,4	11,46	3,36	38,9
1 PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9
1 BBO	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	3,69
1 PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9
1 BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44
1 DÜK	0,19	0,80	1,03	1,47	0,90	6,25
1 EKM	1,11	21,5	84,2	30,2	24,1	155,1
1 TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	13,9
1 LTD	1,90	0,00	101,6	46,9	358	535
0,3 KAS	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	5,51
1 STF	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	37,1
SUMME	8,98	74,4	262	161	441	998

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

A.4.1.2. Daten zum Produktionsverfahren Silomais

Feldgröße Hfgk. ArV	1 ha						2 ha						5 ha					
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,19	0,10	0,00	1,04	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,80	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,60
1 DÜP	0,27	1,10	1,70	2,38	1,23	9,36	0,25	1,00	1,53	2,12	1,12	8,52	0,24	0,90	1,53	2,10	1,01	8,24
1 PflID	1,96	24,8	19	25,6	27,8	101,7	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	91,16	1,39	22,7	15,27	21,71	25,4	83,3
1 GÜH	1,40	7,10	16,14	23,0	7,95	68,1	1,40	6,90	16,16	23,0	7,73	67,9	1,41	6,60	16,3	23	7,39	68
1 EggS	0,70	6,90	7,90	8,88	7,73	35,0	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	28,7	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	24,3
1 SÄM	0,69	3,30	15,79	12,11	3,70	42	0,58	3,00	15,4	11,46	3,36	38,9	0,50	2,80	15,1	11,0	3,14	36,7
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	13	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56
1 BBO	0,22	0,50	1,44	0,27	0,56	5,57	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	3,69	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	2,34
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88
1 DÜK	0,25	1,00	1,49	2,11	1,12	8,47	0,22	0,30	1,30	1,81	0,34	6,75	0,14	0,80	1,28	1,78	0,90	6,06
1 ESM	0,00	0,00	0,00	320	0,00	320	0,00	0,00	0,00	290	0,00	290	0,00	0,00	0,00	230	0,00	230
1 LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	96,5	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	96,5	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	96,5
0 KAS	0,07	0,80	2,21	1,97	0,90	6,13	0,05	0,70	1,45	1,87	0,78	4,85	0,05	0,60	2,05	1,80	0,67	5,27
1 STF	0,91	9,80	7,90	11,38	11,0	44	0,72	8,60	6,64	10	9,63	37,1	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	31,8
SUMME	766						699						614					

Feldgröße Hfgk. ArV	10 ha						20 ha						40 ha					
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43
1 DÜP	0,24	0,90	1,55	2,14	1,01	8,30	0,25	0,90	1,59	2,21	1,01	8,56	0,26	0,80	1,67	2,33	0,90	8,80
1 PflID	1,31	22,3	14,8	21,16	25,0	80,6	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	79,3	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	77,9
1 GÜH	1,44	6,40	16,4	23,4	7,17	68,6	1,51	6,30	16,7	23,8	7,06	70,2	1,60	6,30	17,16	24,4	7,06	72,6
1 EggS	0,33	5,30	5,52	6,27	5,94	22,7	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	22	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	21,4
1 SÄM	0,46	2,70	14,9	10,8	3,02	36	0,45	2,60	14,9	10,7	2,91	35,2	0,44	2,60	14,9	10,6	2,91	35,0
1 PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35
1 BBO	0,10	0,10	0,20	0,04	0,11	1,85	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	1,48	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35
1 BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	1,67	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 DÜK	0,14	0,80	1,30	1,81	0,90	6,11	0,21	0,80	1,27	1,86	0,90	7,18	0,22	0,80	1,39	1,95	0,90	7,54
1 ESM	0,00	0,00	0,00	220	0,00	220	0,00	0,00	0,00	200	0,00	200	0,00	0,00	0,00	180	0,00	180
1 LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	96,5	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	96,5	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	96,5
0 KAS	0,04	0,60	2,03	1,78	0,67	5,08	0,04	0,60	1,95	1,76	0,67	4,98	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02
1 STF	0,50	7,20	5,25	8,48	8,06	29,3	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	27,9	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	26,9
SUMME	595						573						554					

Feldgröße Hfgk. ArV	80 ha					
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43
1 DÜP	0,29	0,80	1,78	2,50	0,90	9,53
1 PflID	1,21	22	14,10	20,4	24,5	77,21
1 GÜH	1,74	6,20	17,79	25,3	6,94	76,11
1 EggS	0,29	5,00	5,26	6,00	5,60	21,21
1 SÄM	0,44	2,60	14,8	10,61	2,91	35,0
1 PSM	0,19	0,90	3,6	2,17	1,01	9,58
1 BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	1,41
1 DÜK	0,24	0,80	1,47	2,09	0,90	8,06
1 ESM	0,00	0,00	0,00	190	0,00	190
1 LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	96,5
0 KAS	0,04	0,60	2,00	1,69	0,67	4,96
1 STF	0,42	6,60	4,72	7,90	7,39	26
SUMME	8,15	46,3	122	271	52	567

Hinweis:
Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

A.4.1.3. Daten zum Produktionsverfahren Sommergerste

Feldgröße Hfgk. ArV	1 ha						2 ha						5 ha						10 ha		
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,19	0,10	0,00	1,04	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,80	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,60	0,02	0,00	0,09
1,0 DÜP	0,23	1,00	1,31	1,88	1,12	7,76	0,20	0,90	1,19	1,69	1,01	6,89	0,18	0,80	1,09	1,53	0,90	6,22	0,18	0,70	1,10
1 PflD	1,96	24,8	18,9	25,6	27,8	101,7	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	91,16	1,39	22,7	15,27	21,71	25,4	83,3	1,31	22,3	14,8
1 EggS	0,70	6,90	7,90	8,88	7,73	35,0	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	28,7	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	24,3	0,33	5,30	5,52
1 STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02
1 STDR	0,34	0,00	1,32	2,05	0,00	8,47	0,18	0,00	0,72	1,09	0,00	4,51	0,08	0,00	0,35	0,52	0,00	2,07	0,05	0,00	0,23
1 STÜS	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,22	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,22	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,22	0,01	0,00	0,03
1 SÄS	0,73	5,80	8,52	7,72	6,50	33,7	0,60	5,40	7,95	6,92	6,05	29,9	0,51	5,00	7,51	6,31	5,60	27,1	0,47	4,80	7,32
1 DÜK	0,23	1,00	1,31	1,88	1,12	7,76	0,20	0,90	1,19	1,69	1,01	6,89	0,18	0,80	1,09	1,53	0,90	6,22	0,18	0,70	1,10
1 BBO	0,22	0,50	1,44	0,27	0,56	5,57	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	3,69	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	2,34	0,10	0,10	0,20
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88	0,10	0,00	0,14
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 ESG	1,23	18,6	64,3	18,5	20,8	122,1	1,01	17,2	53,8	16,0	19,3	104	0,85	16,2	46,4	14,3	18,14	91,57	0,78	15,8	43,4
1 TKO	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	6,95	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	6,95	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	6,95	0,12	0,40	2,71
1 LTD	1,44	0,00	77,31	0,00	0,00	98,9	1,44	0,00	77,31	0,00	0,00	98,9	1,44	0,00	77,31	0,00	0,00	98,9	1,44	0,00	77,31
0,3 KAS	0,07	0,80	2,21	1,88	0,90	6,04	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	5,51	0,05	0,60	1,96	1,80	0,67	5,18	0,04	0,60	1,94
1 STF	0,91	9,80	7,90	11,38	11,0	43,9	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	37,1	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	31,8	0,50	7,20	5,25
1 STT	0,97	10,9	8,28	11,79	12,21	46,8	0,78	9,8	7,01	10,4	11,0	40,1	0,63	9,00	6,06	9,37	10,1	35,0	0,56	8,5	5,62
SUMME						555						490						443			

Feldgröße Hfgk. ArV	10 ha			20 ha						40 ha						80 ha					
	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43
1,0 DÜP	1,54	0,78	6,12	0,18	0,70	1,12	1,58	0,78	6,18	0,19	0,70	1,16	1,65	0,78	6,44	0,21	0,70	1,23	1,76	0,78	6,92
1 PflD	21,16	25,0	80,6	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	79,3	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	77,9	1,21	21,9	14,10	20,4	24,5	77,21
1 EggS	6,27	5,94	22,7	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	21,6	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	21,4	0,29	5,00	5,26	6,00	5,60	21,21
1 STFR	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04
1 STDR	0,32	0,00	1,30	0,03	0,00	0,17	0,23	0,00	0,85	0,03	0,00	0,14	0,18	0,00	0,77	0,02	0,00	0,12	0,16	0,00	0,58
1 STÜS	0,04	0,00	0,22	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,22	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,22	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,22
1 SÄS	6,04	5,38	25,8	0,45	4,70	7,24	5,93	5,26	25,2	0,44	4,70	7,20	5,87	5,26	24,9	0,44	4,70	7,17	5,82	5,26	24,9
1 DÜK	1,54	0,78	6,12	0,18	0,70	1,12	1,58	0,78	6,18	0,19	0,70	1,16	1,65	0,78	6,44	0,21	0,70	1,23	1,76	0,78	6,92
1 BBO	0,04	0,11	1,85	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	1,48	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 PSM	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 BBO	0,03	0,00	1,67	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	1,41
1 PSM	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 ESG	13,5	17,70	86,3	0,75	15,6	42,1	13,2	17,47	84,0	0,74	15,50	41,4	13,1	17,4	83,0	0,73	15,50	41,0	13,0	17,4	82,2
1 TKO	1,99	0,45	6,95	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	6,95	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	6,95	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	6,95
1 LTD	1,44	0,00	98,9	1,44	0,00	77,31	0,00	0,00	98,9	1,44	0,00	77,31	0,00	0,00	98,9	1,44	0,00	77,31	0,00	0,00	98,9
0,3 KAS	1,78	0,67	4,99	0,04	0,60	2,01	1,76	0,67	5,04	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02
1 STF	8,48	8,06	29,3	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	27,9	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	26,9	0,42	6,60	4,72	7,90	7,39	26,3
1 STT	8,88	9,52	32,4	0,52	8,30	5,37	8,62	9,30	31,1	0,49	8,10	5,21	8,44	9,07	30,1	0,48	8,00	5,09	8,31	8,96	29,6
SUMME			424						415						411	6	66	169	73	74	409

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

A.4.1.4. Daten zum Produktionsverfahren Winterraps

Feldgröße Hfgk. ArV	1 ha						2 ha						5 ha						10 ha		
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,19	0,10	0,00	1,04	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,80	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,60	0,02	0,00	0,09
1 DÜP	0,24	1,00	1,41	1,34	1,12	7,47	0,21	0,90	1,29	1,81	1,01	7,26	0,19	0,80	1,19	1,66	0,90	6,60	0,19	0,80	1,20
1 PflID	1,96	24,8	18,9	25,6	27,8	101,7	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	91,16	1,39	22,7	15,27	21,71	25,4	83,3	1,31	22,3	14,8
1 EggS	0,70	6,90	7,90	8,88	7,73	35,0	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	28,7	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	24,3	0,33	5,30	5,52
1 SÄR	0,71	5,80	8,44	7,61	6,50	33,2	0,59	5,30	7,87	6,81	5,94	29,5	0,49	5,00	7,43	6,19	5,60	26,6	0,45	4,80	7,24
1 BBO	0,22	0,50	1,44	0,27	0,56	5,57	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	3,69	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	2,34	0,10	0,10	0,20
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88	0,10	0,00	0,14
1 DÜK	0,22	0,90	1,15	1,66	1,01	7,12	0,19	0,80	1,03	1,47	0,90	6,25	0,16	0,70	0,90	1,27	0,78	5,35	0,16	0,70	0,90
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88	0,10	0,00	0,14
1 DÜK	0,21	0,90	1,06	1,54	1,01	6,76	0,18	0,80	0,93	1,35	0,90	5,88	0,15	0,70	0,80	1,13	0,78	4,96	0,15	0,70	0,80
1 PSM	0,29	1,30	4,04	2,84	1,46	12,7	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 EWR	1,39	22,6	75,61	21,18	25,3	143	1,14	20,9	64,11	18,5	23,4	123,1	0,96	19,6	56,0	16,51	22,0	109	0,89	19,0	52,6
1 TKO	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	4,01	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	4,01	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	4,01	0,07	0,20	1,58
1 LTD	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	43,3	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	43,3	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	43,3	0,63	0,00	33,8
0,3 KAS	0,07	0,80	2,21	1,97	0,90	6,13	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	5,51	0,05	0,60	1,45	1,80	0,67	4,67	0,04	0,60	2,03
1 STF	0,91	9,80	7,90	11,38	11,0	43,9	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	37,1	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	31,8	0,50	7,20	5,25
1 STT	0,97	10,9	8,28	11,79	12,21	46,8	0,78	9,80	7,01	10,41	11,0	28,4	0,63	9,00	6,06	9,37	10,1	35,0	0,56	8,50	5,62
SUMME						530						452						414			

Feldgröße Hfgk. ArV	10 ha			20 ha						40 ha						80 ha					
	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43
1 DÜP	1,68	0,90	6,63	0,19	0,70	1,17	1,82	0,78	6,62	0,21	0,70	1,28	1,74	0,78	6,95	0,23	0,70	1,36	1,32	0,78	6,91
1 PflID	21,16	25,0	80,6	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	79,3	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	77,9	1,21	21,9	14,10	20,4	24,5	77,21
1 EggS	6,27	5,94	22,7	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	21,6	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	21,4	0,29	5,00	5,26	6,00	5,60	21,21
1 SÄR	5,93	5,38	25,3	0,43	4,70	7,16	5,81	5,26	24,7	0,42	4,70	7,11	5,75	5,26	24,4	0,42	4,60	7,08	5,71	5,15	24,2
1 BBO	0,04	0,11	1,85	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	1,48	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 PSM	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 PSM	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 BBO	0,03	0,00	1,67	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	1,41
1 DÜK	1,28	0,78	5,36	0,16	0,70	0,92	1,24	0,78	5,34	0,16	0,60	0,95	1,35	0,67	5,37	0,18	0,60	1,00	1,42	0,67	5,79
1 BBO	0,03	0,00	1,67	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	1,41
1 DÜK	1,13	0,78	4,96	0,15	0,60	0,81	1,15	0,67	4,88	0,15	0,60	0,83	1,13	0,67	4,88	0,16	0,60	0,87	1,25	0,67	5,19
1 PSM	2,08	1,01	9,28	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 EWR	15,70	21,3	103	0,86	19	51,17	15,4	21,1	101	0,84	18,6	50,4	15,19	20,8	99,0	0,83	18,5	49,8	15,05	20,7	98,0
1 TKO	1,16	0,22	4,01	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	4,01	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	4,01	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	4,01
1 LTD	0,00	0,00	43,3	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	43,3	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	43,3	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	43,3
0,3 KAS	1,78	0,67	5,08	0,04	0,60	1,41	1,76	0,67	4,44	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02
1 STF	8,48	8,06	29,3	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	27,9	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	26,9	0,42	6,60	4,72	7,90	7,39	26,3
1 STT	8,88	9,52	32,4	0,52	8,30	5,37	8,62	9,30	31,1	0,49	8,10	5,21	8,44	9,07	30,1	0,48	8,00	5,09	8,31	8,96	29,6
SUMME			396						386						382	6	70	138	77	78	380

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

A.4.1.5. Daten zum Produktionsverfahren Winterweizen

Feldgröße Hfgk. ArV	1 ha						2 ha						5 ha						10 ha		
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,17	0,06	0,00	0,98	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,80	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,60	0,02	0,00	0,09
1 DÜP	0,27	1,00	1,40	2,11	1,12	8,68	0,22	0,90	1,30	1,81	1,01	7,42	0,20	0,80	1,28	1,78	0,90	6,96	0,20	0,80	1,30
1 PflD	2,17	23,8	16,3	26,0	26,7	101,5	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	91,16	1,39	22,7	15,27	21,71	25,4	83,3	1,31	22,3	14,8
1 EggS	0,76	6,60	6,61	8,91	7,39	34,3	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	28,7	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	24,3	0,33	5,30	5,52
1 STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02
1 STDR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,75	1,13	0,00	4,58	0,09	0,00	0,38	0,55	0,00	2,28	0,05	0,00	0,26
1 STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,36	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,36	0,01	0,10	0,04
1 SÄW	0,92	5,10	6,14	7,55	5,71	33,2	0,61	5,40	7,95	6,92	6,05	30,1	0,51	5,00	7,51	6,31	5,60	27,1	0,47	4,80	7,32
1 BBO	0,22	0,50	1,44	0,27	0,56	5,57	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	3,69	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	2,34	0,10	0,10	0,20
1 PSM	0,34	1,10	3,29	2,82	1,23	12,4	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88	0,10	0,00	0,14
1 DÜK	0,26	1,00	1,23	1,89	1,12	8,14	0,20	0,90	1,19	1,69	1,01	6,89	0,18	0,80	1,09	1,53	0,90	6,22	0,18	0,70	1,10
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88	0,10	0,00	0,14
1 DÜK	0,23	0,90	0,32	1,46	1,01	6,24	0,17	0,80	0,85	1,23	0,90	5,53	0,10	0,70	0,71	1,01	0,78	4,00	0,14	0,60	0,70
1 PSM	0,34	1,10	3,29	2,82	1,23	12,4	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 PSM	0,34	1,10	3,29	2,82	1,23	12,4	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 BBO	0,15	0,20	0,72	0,13	0,22	3,32	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	2,44	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	1,88	0,10	0,00	0,14
1 DÜK	0,23	0,90	0,32	1,46	1,01	6,24	0,17	0,80	0,85	1,23	0,90	5,53	0,10	0,70	0,71	1,01	0,78	4,00	0,14	0,60	0,70
1 PSM	0,34	1,10	3,29	2,82	1,23	12,4	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	10,9	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	9,56	0,18	0,90	3,49
1 EMW	1,41	21,5	60,0	19,1	24,1	124	1,04	20,1	55,4	16,4	22,5	110	0,87	18,8	47,5	14,51	21,1	96,1	0,80	18,2	44,2
1 TKO	0,16	0,40	3,16	2,47	0,45	8,48	0,16	0,50	3,6	2,65	0,56	9,23	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	9,23	0,16	0,50	3,62
1 LTD	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	87,8	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	87,8	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	87,8	1,28	0,00	68,6
0,3 KAS	0,16	1,10	3,03	2,62	1,23	9,28	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	5,51	0,05	0,60	2,05	1,80	0,67	5,27	0,04	0,60	2,03
1 STF	1,04	9,50	6,86	11,74	10,6	44,8	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	37,1	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	31,8	0,50	7,20	5,25
1 STT	1,11	10,7	7,19	12,21	11,98	48,0	0,78	9,80	7,01	10,41	11,0	40,1	0,63	9,00	6,06	9,37	10,1	35,0	0,56	8,50	5,62
SUMME						587						525						470			

Feldgröße Hfgk. ArV	10 ha			20 ha						40 ha						80 ha					
	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
0,2 Bpr.	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,44	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,43
1 DÜP	1,33	0,90	6,53	1,33	0,80	0,21	1,86	0,90	22,9	0,23	0,80	1,39	1,95	0,90	7,69	0,24	0,80	1,47	2,09	0,90	8,06
1 PflD	20,9	25,0	80,3	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	79,3	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	77,9	1,21	21,9	14,10	20,4	24,5	77,21
1 EggS	6,08	5,94	22,5	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	21,6	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	21,4	0,29	5,00	5,26	6,00	5,60	21,21
1 STFR	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04
1 STDR	0,27	0,00	1,28	0,04	0,00	0,20	0,27	0,00	1,07	0,03	0,00	0,17	0,22	0,00	0,84	0,03	0,00	0,15	0,19	0,00	0,79
1 STÜS	0,06	0,11	0,36	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,36	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,36	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,36
1 SÄW	5,93	5,38	25,7	0,45	4,80	7,24	5,93	5,38	25,3	0,44	4,70	7,20	5,87	5,26	24,9	0,44	4,70	7,17	5,83	5,26	24,9
1 BBO	0,02	0,11	1,83	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	1,48	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42
1 PSM	2,09	1,01	9,29	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 BBO	0,02	0,00	1,66	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	1,41
1 DÜK	1,58	0,78	6,16	0,18	0,70	1,12	1,58	0,78	6,18	0,19	0,70	1,16	1,65	0,78	6,44	0,21	0,70	1,23	1,76	0,78	6,92
1 BBO	0,02	0,00	1,66	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	1,41
1 DÜK	1,01	0,67	4,48	0,14	0,60	0,71	1,01	0,67	4,49	0,14	0,60	0,72	1,03	0,67	4,52	0,15	0,60	0,75	1,08	0,67	4,75
1 PSM	2,09	1,01	9,29	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 PSM	2,09	1,01	9,29	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 BBO	0,02	0,00	1,66	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	1,46	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	1,42	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	1,41
1 DÜK	1,01	0,67	4,48	0,14	0,60	0,71	1,01	0,67	4,49	0,14	0,60	0,72	1,03	0,67	4,52	0,15	0,60	0,75	1,08	0,67	4,75
1 PSM	2,09	1,01	9,29	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	9,30	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	9,35	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	9,58
1 EMW	13,4	20,4	89,9	0,77	17,9	42,7	13,4	20,0	87,6	0,75	17,8	41,9	13,18	19,9	86,3	0,74	17,6	41,3	13,1	19,7	85,2
1 TKO	2,65	0,56	9,23	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	9,23	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	9,23	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	9,23
1 LTD	0,00	0,00	87,8	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	87,8	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	87,8	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	87,8
0,3 KAS	1,76	0,67	5,06	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	5,02
1 STF	8,20	8,06	29,0	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	27,9	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	26,9	0,42	6,60	4,72	7,90	7,39	26,3
1 STT	8,62	9,52	32,2	0,52	8,30	5,37	8,62	9,30	31,1	0,49	8,10	5,21	8,44	9,07	30,1	0,48	8,00	5,09	8,31	8,96	29,6
SUMME			449						458						437	7	71	171	81	80	436

A.4.1.6. Direktkosten der Ackerkulturen

Posten	Körnermais			Silomais			Sommergerste		
	Menge	Preis	Kosten	Menge	Preis	Kosten	Menge	Preis	Kosten
Wasser (l/ha)	600	2,50	1,50	600	2,50	1,50	600	2,50	1,50
Mais Hybrid-Saatgut (t/ha)	2	80,2	160,40	2,2	80,2	176,44			0,00
Sommergerste (Braug.), Z-Saatg.(kg/ha)			0,00			0,00	100	0,51	51,00
Sommergerste Nachbau-Saatgut (kg/ha)			0,00			0,00	40	0,25	10,00
Diammonphosphat (kg/ha)	80	0,62	49,60			0,00			0,00
Kalkammonsalpeter (27 % N) (kg/ha)	240	0,32	76,80	400	0,32	128,00	310	0,32	99,20
PK-Dünger(12 % P2O5, 24 % K2O) (kg/ha)			0,00	500	0,34	170,00			0,00
PK-Dünger(18 % P2O5, 10 % K2O) (kg/ha)			0,00			0,00	320	0,33	105,60
Gülle (Rind) (m³/ha)	15	0,00	0,00	15	0,00	0,00			0,00
Mais Herbizid Intensitätsstufe 2 (je ha)	1	65,0	65,00	1	65,0	65,00			0,00
S-gerste Herbizid Intensitätsst. 2 (je ha)			0,00			0,00	1	35,0	35,00
S-gerste Fungizid Intensitätsst. 2 (je ha)			0,00			0,00	1	34,0	34,00
Kohlensaurer Kalk (t/ha)	3	22,5	67,50	3	22,5	67,50	3	22,5	67,50
Hagelversicherung (je 1.000 € Vers.-wert)	1383	8,23	11,39	1305	8,23	10,74	963	8,23	7,92
Summe			432,19			619,18			411,72

Posten	Winterraps			Winterweizen		
	Menge	Preis	Kosten	Menge	Preis	Kosten
Wasser (l/ha)	900	2,50	2,25	1200	2,50	3,00
Winterraps-Z.-Saatgut (kg/ha)	3	12,3	40,59			0,00
Winterweizen, Z-Saatgut (kg/ha)				120	0,41	49,20
Winterweizen Nachbau-Saatgut (kg/ha)				60	0,22	13,20
Kalkammonsalpeter (27 % N) (kg/ha)	440	0,32	140,80	640	0,32	204,80
PK-Dünger(12 % P2O5, 24 % K2O) (kg/ha)						0,00
PK-Dünger(18 % P2O5, 10 % K2O) (kg/ha)	360	0,33	118,80	400	0,33	132,00
WR-Fungizid-Intensitätsstufe 2 (je ha)	1		19,00			0,00
WR-Herbizid-Intensitätsstufe 2 (je ha)	1		63,00			0,00
WR-Insektizid-Intensitätsstufe 2 (je ha)	1		15,00			0,00
WW-Fungizid-Intensitätsstufe 2 (je ha)				1	56,0	56,00
WW-Herbizid-Intensitätsstufe 2 (je ha)				1	43,0	43,00
WW-Insektizid-Intensitätsstufe 2 (je ha)				1	12,00	12,00
WW-Wachstumsregler Intensit.2 (je ha)				1	2,00	2,00
Kohlensaurer Kalk (t/ha)	3	22,5	67,50	3	22,5	67,50
Hagelversicherung (je 1.000 € Vers.-wert)	1050	8,23	8,64	1100	8,23	9,05
Summe			475,58			591,75

A.4.1.7. Modellierung zusätzlicher Fahrten auf einem Agroforstsystem (Restfahrten und Schlagausrichtung)

Um die Anzahl der Fahrten und Restfahrten zu ermitteln und damit die zusätzlichen Wendekosten auszurechnen, werden nachfolgend die Breiten der jeweiligen Arbeitsverfahren mit unterstellten Maschinen aufgeführt. Bei anderen Schlagausrichtungen als in Nord-Süd-Ausrichtung, gibt es mehrere Fahrten und dadurch kommt es zu einer höheren Anzahl von Bearbeitungsfahrten in jedem Arbeitsverfahren und dadurch zu mehr Wendungen.

Feldbreite KTBL-Musterschlag: 447,21 m
 Feldbreite Agroforstsystems Schlag: 447,22 m
 Abzüglich Breite Gehölzstreifen + Saumstreifen 387,22 m

Zur Berechnung	2	0	0,00
der Feldbreiten	5	0	0,00
die nicht KTBL-	10	0	0,00
Musterschlagform	20	0	0,00
entsprechenden	40	40	447,21
Praxis schläge	80	0	0,00

A.4.1.7.1. Körnermais

Hfgk. ArV	Gerätebreite	Anzahl d. Fahrten			zusätz- liche Re- stfahrten	Arbeiterledigungskost.				SUM	A-E-Kosten je Fahrt				Differenz A-E-Kosten
		KTBL	AFS	Differenz		ArZ	ABF	REP	BST		ArZ	Ab,RE	BST	SUM	
0,2 Bpr.	0,00	0	0	0	0	0,04	0	0,07	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 PflD	1,40	320	277	-40	3	1,63	17	23,4	26,5	91	0,01	0,13	0,08	0,28	0,85
1 GÜH	24,00	19	17	1	3	1,12	12	17,6	6,61	53,4	0,06	1,58	0,35	2,81	8,44
1 EggS	5,00	90	78	-9	3	0,51	7	7,54	6,83	28,7	0,01	0,16	0,08	0,32	0,96
1 DÜD	18,00	25	22	0	3	0,15	1	1,01	0,78	4,71	0,01	0,07	0,03	0,19	0,57
1 SÄM	4,50	100	87	-10	3	0,58	15	11,5	3,36	38,9	0,01	0,27	0,03	0,39	1,17
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,23	4	2,45	1,23	10,9	0,01	0,25	0,05	0,44	1,31
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,16	1	0,15	0,34	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,23	4	2,45	1,23	10,9	0,01	0,25	0,05	0,44	1,31
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,12	0	0,08	0,11	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,19	1	1,47	0,90	6,25	0,01	0,10	0,04	0,25	0,75
1 EKM	4,00	112	97	-12	3	1,11	84	30,2	24,1	155	0,01	1,02	0,22	1,38	4,15
1 TKO	0,00	0	0	0	0	0,24	5	3,97	0,90	13,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 LTD	0,00	0	0	0	0	1,90	102	46,9	358	535	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 KAS	18,00	25	22	0	3	0,05	2	1,87	0,78	5,51	0,00	0,16	0,03	0,22	0,66
1 STF	3,00	150	130	-17	3	0,72	7	10,0	9,63	37,1	0,00	0,11	0,06	0,25	0,74

SUMME der Arbeiterledigungskosten für die Restfahrten:

18,81 €/ha*

A.4.1.7.2. Silomais

Hfgk. ArV	Gerätebreite	Anzahl d. Fahrten			zusätz- liche Re- stfahrten	Arbeiterledigungskost.				SUM	A-E-Kosten je Fahrt				Differenz A-E-Kosten
		KTBL	AFS	Differenz		ArZ	ABF	REP	BST		ArZ	Ab,RE	BST	SUM	
0,2 Bpr.	0,00	0	0	0	0	0,02	0	0,05	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜP	18,00	25	22	0	3	0,29	2	2,50	0,90	9,53	0,01	0,17	0,04	0,38	1,14
1 PflD	1,40	320	277	-40	3	1,21	14	20,4	24,5	77,2	0,00	0,11	0,08	0,24	0,72
1 GÜH	24,00	19	17	1	3	1,74	18	25,3	6,94	76,1	0,09	2,27	0,37	4,01	12,02
1 EggS	5,00	90	78	-9	3	0,29	5	6,00	5,60	21,2	0,00	0,13	0,06	0,24	0,71
1 SÄM	4,50	100	87	-10	3	0,44	15	10,6	2,91	35,0	0,00	0,25	0,03	0,35	1,05
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	4	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0	0,01	0,00	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	4	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0	0,01	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,24	1	2,09	0,90	8,06	0,01	0,14	0,04	0,32	0,97
1 ESM	4,00	112	97	-12	3	0,00	0	1,90	0,00	1,90	0,00	1,70	0,00	1,70	5,09
1 LSM	0,00	0	0	0	0	2,90	53	0,00	0,00	96,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0 KAS	18,00	25	22	0	3	0,04	2	1,69	0,67	4,96	0,00	0,15	0,03	0,20	0,60
1 STF	3,00	150	130	-17	3	0,42	5	7,90	7,39	26,3	0,00	0,08	0,05	0,18	0,53

SUMME der Arbeiterledigungskosten für die Restfahrten:

22,61 €/ha*

A.4.1.7.3. Sommergerste

Hfgk. ArV	Gerätebreite	Anzahl d. Fahrten			zusätz- liche Re- stfahrten	Arbeiterledigungskost.				SUM	A-E-Kosten je Fahrt				Differenz A-E-Kosten
		KTBL	AFS	Differenz		ArZ	ABF	REP	BST		ArZ	Ab,RE	BST	SUM	
0,2 Bpr.	0,00	0	0	0	0	0,02	0,08	0,05	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0 DÜP	18,00	25	22	0	3	0,21	1,23	1,76	0,78	6,92	0,01	0,12	0,03	0,28	0,83
1 PflD	1,40	320	277	-40	3	1,21	14,1	20,4	24,5	77,2	0,00	0,11	0,08	0,24	0,72
1 EggS	5,00	90	78	-9	3	0,29	5,26	6,00	5,60	21,2	0,00	0,13	0,06	0,24	0,71
1 STFR	0,00	0	0	0	0	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 STDR	0,00	0	0	0	0	0,02	0,12	0,16	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 STÜS	0,00	0	0	0	0	0,01	0,03	0,04	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 SÄS	4,50	100	87	-10	3	0,44	7,17	5,82	5,26	24,9	0,00	0,13	0,05	0,25	0,75
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,21	1,23	1,76	0,78	6,92	0,01	0,12	0,03	0,28	0,83
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,06	0,01	0,00	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,05	0,01	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 ESG	5,00	90	78	-9	3	0,73	4,10	13,0	17,4	82,2	0,01	0,60	0,19	0,91	2,74
1 TKO	0,00	0	0	0	0	0,12	2,71	1,99	0,45	6,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 LTD	0,00	0	0	0	0	1,44	77,3	0,00	0,00	98,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 KAS	18,00	25	22	0	3	0,04	2,00	1,75	0,67	5,02	0,00	0,15	0,03	0,20	0,60
1 STF	3,00	150	130	-17	3	0,42	4,72	7,90	7,39	26,3	0,00	0,08	0,05	0,18	0,53
1 STT	3,00	150	130	-17	3	0,48	5,09	8,31	8,96	29,6	0,00	0,09	0,06	0,20	0,59

SUMME der Arbeiterledigungskosten für die Restfahrten:

9,54 €/ha*

A.4.1.7.4. Winterraps

Hfgk. ArV	Gerätebreite	Anzahl d. Fahrten			zusätz- liche Re- stfahrten	Arbeiterledigungskost.				SUM	A-E-Kosten je Fahrt				Differenz A-E-Kosten
		KTBL	AFS	Differenz		ArZ	ABF	REP	BST		ArZ	Ab,RE	BST	SUM	
0,2 Bpr.	0,00	0	0	0	0	0,02	0,08	0,05	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜP	18,00	25	22	0	3	0,23	1,36	1,32	0,78	6,91	0,01	0,11	0,03	0,28	0,83
1 PflD	1,40	320	277	-40	3	1,21	14,1	20,4	24,5	77,2	0,00	0,11	0,08	0,24	0,72
1 EggS	5,00	90	78	-9	3	0,29	5,26	6,00	5,60	21,2	0,00	0,13	0,06	0,24	0,71
1 SÄR	4,50	100	87	-10	3	0,42	7,08	5,71	5,15	24,2	0,00	0,13	0,05	0,24	0,73
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,06	0,01	0,00	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,05	0,01	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,18	1,00	1,42	0,67	5,79	0,01	0,10	0,03	0,23	0,70
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,05	0,01	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,16	0,87	1,25	0,67	5,19	0,01	0,08	0,03	0,21	0,62
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 EWR	5,00	90	78	-9	3	0,83	49,8	15,1	20,7	98,0	0,01	0,72	0,23	1,09	3,27
1 TKO	0,00	0	0	0	0	0,07	1,58	1,16	0,22	4,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 LTD	0,00	0	0	0	0	0,63	33,8	0,00	0,00	43,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 KAS	18,00	25	22	0	3	0,04	2,00	1,75	0,67	5,02	0,00	0,15	0,03	0,20	0,60
1 STF	3,00	150	130	-17	3	0,42	4,72	7,90	7,39	26,3	0,00	0,08	0,05	0,18	0,53
1 STT	3,00	150	130	-17	3	0,48	5,09	8,31	8,96	29,6	0,00	0,09	0,06	0,20	0,59

SUMME der Arbeiterledigungskosten für die Restfahrten:

11,47 €/ha*

A.4.1.7.5. Winterweizen

Hfgk. ArV	Gerätebreite	Anzahl d. Fahrten			zusätz- liche Re- stfahrten	Arbeiterledigungskost.				SUM	A-E-Kosten je Fahrt				Differenz A-E-Kosten
		KTBL	AFS	Differenz		ArZ	ABF	REP	BST		ArZ	Ab,RE	BST	SUM	
0,2 Bpr.	0,00	0	0	0	0	0,02	0,08	0,05	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜP	18,00	25	22	0	3	0,24	1,47	2,09	0,90	8,06	0,01	0,14	0,04	0,32	0,97
1 PflD	1,40	320	277	-40	3	1,21	14,1	20,4	24,5	77,2	0,00	0,11	0,08	0,24	0,72
1 EggS	5,00	90	78	-9	3	0,29	5,26	6,00	5,60	21,2	0,00	0,13	0,06	0,24	0,71
1 STFR	0,00	0	0	0	0	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 STDR	0,00	0	0	0	0	0,03	0,15	0,19	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 STÜS	0,00	0	0	0	0	0,01	0,04	0,06	0,11	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 SÄW	4,50	100	87	-10	3	0,44	7,17	5,83	5,26	24,9	0,00	0,13	0,05	0,25	0,75
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,06	0,01	0,00	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,05	0,01	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,21	1,23	1,76	0,78	6,92	0,01	0,12	0,03	0,28	0,83
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,05	0,01	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,15	0,75	1,08	0,67	4,75	0,01	0,07	0,03	0,19	0,57
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 BBO	0,00	0	0	0	0	0,09	0,05	0,01	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 DÜK	18,00	25	22	0	3	0,15	0,75	1,08	0,67	4,75	0,01	0,07	0,03	0,19	0,57
1 PSM	18,00	25	22	0	3	0,19	3,55	2,17	1,01	9,58	0,01	0,23	0,04	0,38	1,15
1 EMW	4,50	100	87	-10	3	0,74	41,3	13,1	19,7	85,2	0,01	0,54	0,20	0,85	2,56
1 TKO	0,00	0	0	0	0	0,16	3,62	2,65	0,56	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 LTD	0,00	0	0	0	0	1,28	68,6	0,00	0,00	87,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 KAS	18,00	25	22	0	3	0,04	2,00	1,75	0,67	5,02	0,00	0,15	0,03	0,20	0,60
1 STF	3,00	150	130	-17	3	0,42	4,72	7,90	7,39	26,3	0,00	0,08	0,05	0,18	0,53
1 STT	3,00	150	130	-17	3	0,48	5,09	8,31	8,96	29,6	0,00	0,09	0,06	0,20	0,59

SUMME der Arbeiterledigungskosten für die Restfahrten:

12,59 €/ha*

* Summe der Arbeiterledigungskosten für die Restfahrten sind bereits multipliziert mit dem Faktor für die Berücksichtigung von Vorgewenden, in dem die Fläche für die Vorgewendefahrten ausgeschlossen werden.

A.4.1.8. Zusätzliche Wendekosten infolge unförmiger Schlag bzw. Gehölzstreifen

A.4.1.8.1. Zusätzliche Wendungen der Restfahrten

Arbeitsschritte	Häufigkeit	Summe Zei
Körnermais - konventionell mittlerer Boden, mittlerer		
Pflügen mit Drehpflug	1,00	0,60
Gülle ausbringen	1,00	0,40
Eggen mit Saatbettkombination	1,00	0,30
Düngen 5m, 83kW (Anbauschleuderstreuer)	2,00	0,80
Einzelkornsaat Mais, 6Reihen, 4,5m, 54kW	1,00	0,40
Pflanzenschutz 18m, 1500l, 67kW	2,00	1,20
Körnermaisernte 5reihig, 150kW, Pflückvorsatz	1,00	0,30
Kalk streuen Anhängerschleuderstreuer	1,00	0,80
Stoppelbearbeitung, Schwergrubber, 83kW	1,00	0,40
Silomais - konventionell mittlerer Boden, mittlerer B		
Pflügen mit Drehpflug	1,00	0,60
Gülle ausbringen	1,00	0,40
Eggen mit Saatbettkombination	1,00	0,30
Düngen 5m, 83kW (Anbauschleuderstreuer)	2,00	0,80
Einzelkornsaat Mais, 6Reihen, 4,5m, 54kW	1,00	0,40
Pflanzenschutz 18m, 1500l, 67kW	2,00	1,20
Silomaisernte	1,00	0,50
Kalk streuen Anhängerschleuderstreuer	1,00	0,80
Stoppelbearbeitung, Schwergrubber, 83kW	1,00	0,40
Sommergerste - konventionell mittlerer Boden, mit		
Mineraldünger streuen Anbauschleuderstreuer 54kW	2,00	0,80
Pflügen mit Drehpflug	1,00	0,60
Eggen mit Saatbettkombination	1,00	0,30
Säen von Sommergerste mit Sämaschine 4,5 m - 67	1,00	0,40
Pflanzenschutz-Anbaupflanzenschutzspritze 18m	2,00	1,20
Mähdrusch von Sommergerste 5m/150kW	1,00	0,80
Kalk streuen Anhängerschleuderstreuer	1,00	0,80
Stoppelbearbeitung, Schwergrubber, 83kW	2,00	0,80
Winterraps - konventionell mittlerer Boden, mittlerer		
Pflügen mit Drehpflug	1,00	0,60
Gülle ausbringen	0,00	0,00
Eggen mit Saatbettkombination	1,00	0,30
Düngen 5m, 83kW (Anbauschleuderstreuer)	3,00	1,20
Säen Raps	1,00	0,40
Pflanzenschutz 18m, 1500l, 67kW	3,00	1,80
Winterrapserte	1,00	0,80
Kalk streuen Anhängerschleuderstreuer	1,00	0,80
Stoppelbearbeitung, Schwergrubber, 83kW	2,00	0,80
Winterweizenernte - konventionell mittlerer Boden		
Pflügen mit Drehpflug	1,00	0,60
Gülle ausbringen	0,00	0,00
Eggen mit Saatbettkombination	1,00	0,30
Düngen 5m, 83kW (Anbauschleuderstreuer)	3,00	1,20
Säen von Winterweizen	1,00	0,40
Pflanzenschutz 18m, 1500l, 67kW	4,00	2,40
Winterweizenernte	1,00	0,30
Kalk streuen Anhängerschleuderstreuer	1,00	0,80
Stoppelbearbeitung, Schwergrubber, 83kW	2,00	0,80

A.4.1.8.2. Wendungen infolge alternativer Feldausrichtungen

Darstellung: zusätzliche ArZ, die in die Berechnung in Tabelle A.4.1.8.4. in die Zeilen der gesamten Zusammenrechnungen aufsummiert werden und anteilig der ArZ berechnet werden

zusätzliche ArZ		Positivregel
Körnermais:	-1,24	0
Silomais:	-1,71	0
Sommergerste:	-1,29	0
Winterraps:	-1,45	0
Winterweizen:	-1,45	0

A.4.1.8.3. Summen der Wendungen infolge Restfahrten und Feldausrichtung in h/ha

Zeitsummen der Produktionsverfahren:	
Körnermais:	0,16 €/ha je Wendung
Silomais:	0,20 €/ha je Wendung
Sommergerste:	0,20 €/ha je Wendung
Winterraps:	0,22 €/ha je Wendung
Winterweizen:	0,20 €/ha je Wendung

Berechnungsparameter:

Anzahl Vorgewende:	2
Anzahl Ecken a. d. Feld:	4
Anzahl d. Ghehölzstreifen in der Mitte des Feldes:	3
Anzahl der Wendungen: (Summe von Anzahl der Gh-streifen und Ecken a. d. Feld)	7
Anzahl der bereits durch KTBL-Musterschlagberechnung berücksichtigte Ecken	4
Zusätzlich zu berechnende Ecken	3

A.4.1.8.4. Aufstellung der zusätzlichen Kosten je ha

Berechnung der Ecken:	
Anteilige Berechnung der zusätzlichen Arbeiterledigungskosten der Ecken an den Reparaturkosten, Kosten für Betriebsstoffe und Lohn.	
Körnermais (1 zus. Wendung)	0,16
Körnermais (gesamt+Fahrten A.4.1.7.1.)	19,28
Silomais (1 zus. Wendung)	0,20
Silomais (gesamt+Fahrten A.4.1.7.2.)	23,20
Sommergerste (1 zus. Wendung)	0,20
Sommergerste (ges.+Fahrten A.4.1.7.3.)	10,12
Winterraps (1 zus. Wendung)	0,22
Winterraps (ges.+Fahrten A.4.1.7.4.)	12,12
Winterweizen (1 zus. Wendung)	0,20
Winterweizen (ges.+Fahrten A.4.1.7.5.)	13,20

Bei den oben aufgeführten Wendungszeiten wurde angenommen, dass die Wendung des Arbeitsverfahrens Kalk streuen äquivalent zum Arbeitsverfahren Kompost streuen ist, somit wurde die Wendezeit für das Arbeitsverfahren Kompost streuen des KTBL angewendet.

A.4.2.1. Interpolierung der Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit der Schlaggröße: Körnermais

Flächendifferenzen (KTBL-Schläge)						
1	1	3	5	10	20	40

Interpolation-Arbeitskraftstunden

	=(Akh(groß)-Akh(klein))/Differenz(ha) *Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PfID	-0,3	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,01
GüH	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
EggS	-0,19	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,01
DÜD	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄM	-0,11	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
EKM	-0,3	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,01
TKO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF	-0,19	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,01

Interp.-Abschreibungen+Reparaturen

	=(Kosten(groß)-Kosten(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
	-4,3	-1,06	-0,21	-0,1	0,0	0,13
	0,0	0,03	0,06	0,05	0,04	0,0
	-2,6	-0,6	-0,14	0,0	0,00	0,07
	-0,3	-0,10	0,0	0,00	0,00	0,01
	-1,06	-0,3	-0,1	-0,01	0,00	0,03
	-0,7	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,01
	-0,8	-0,17	0,0	-0,01	0,00	0,02
	-0,7	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,01
	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,01
	0,69	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,01
	-16,2	-3,9	-1,0	-0,21	-0,1	0,49
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-0,11	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,01
	-2,6	-0,7	-0,18	-0,1	0,0	0,09

Interpolation Betriebsstoffe

	=(Betriebsstoffe(groß)-Betriebsstoffe(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-1,23	-0,4	-0,1	-0,01	-0,01	0,05
	-0,2	-0,11	0,0	-0,01	0,00	0,02
	-0,9	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,03
	0,00	-0,1	0,02	0,0	0,00	0,01
	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,01
	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00	0,01
	-0,2	-0,1	0,00	0,00	0,00	0,01
	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00	0,01
	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-0,11	0,0	0,00	0,00	-0,01	0,01
	-2,2	-0,6	-0,16	0,0	-0,01	0,08
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-0,11	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
	-1,34	-0,3	-0,11	0,0	-0,01	0,05

Interpolation Betriebsstoffe

	=Summendifferenz: Lohn*Differenz(Akh) +Kostendifferenz+Betriebsstoffe					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,2	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,01
PfID	-10,5	-2,6	-0,5	-0,13	-0,1	0,33
GüH	-0,4	-0,13	0,07	0,12	0,09	-0,1
EggS	-6,31	-1,46	-0,3	-0,10	-0,01	0,18
DÜD	-0,8	-0,3	-0,1	0,0	0,00	0,04
SÄM	-3,0	-0,7	-0,21	0,0	-0,01	0,10
PSM	-1,80	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,04
BBO	-1,88	-0,4	-0,10	0,0	0,00	0,06
PSM	-1,80	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,04
BBO	-0,9	-0,19	0,0	0,0	0,00	0,03
DÜK	0,13	-0,3	0,00	0,00	0,00	0,02
EKM	-23	-5,4	-1,38	-0,3	-0,1	0,7
TKO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	-0,5	-0,11	0,0	0,00	0,00	0,01
STF	-6,8	-1,75	-0,51	-0,14	-0,1	0,25

Der zu berechnende Agroforstsystems Schlag ist 40 ha groß.
 Die Netto-Ackerkulturfläche ist 35,01742 groß.
 Das heißt, dass die Netto-Ackerbaufläche 15,0 größer ist als
 der nächst kleinere KTBL-Schlag der Größe 20 ha ist.

Differenz	€/ ha
Bpr.	-0,00038
PfID	-0,04933
GüH	0,068329
EggS	-0,00901
DÜD	0,000375
SÄM	-0,00826
PSM	0,001877
BBO	-0,00225
PSM	0,001877
BBO	-0,0015
DÜK	-0,0012
EKM	-0,06022
TKO	0
LTD	0
KAS	-0,00075
STF	-0,03807

Summe: -0,09851 €/ha
 Einsparung gegenüber dem nächst
 kleineren KTBL-Musterschlag.
 Berechnung der zusätzlichen Arbeits-
 erledigungskosten infolge der ver-
 kleinerten Bearbeitungsfläche:
 Formel: A_Kosten(klein)+A_Kosten_
 Differen-A_Kosten(groß)
 Ergebnis: 2,525486 €/ha zusätzliche
 Arbeiterledigungskosten

A.4.2.2. Interpolierung der Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit der Schlaggröße: Silomais

Flächendifferenzen (KTBL-Schläge)						
1	1	3	5	10	20	40

Interpolation-Arbeitskraftstunden

	=(Akh(groß)-Akh(klein))/Differenz(ha) *Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP	-0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PfID	-0,3	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00
GÜH	0	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
EggS	-0,2	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00
SÄM	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO	-0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK	-0	0,0	0,00	0,01	0,00	0,00
ESM	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LSM	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	-0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF	-0,2	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00

Interp.-Abschreibungen+Reparaturen

	=(Kosten(groß)-Kosten(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,1	0,0	0,71	0,00	0,01	0,76
DÜP	-0,4	-0,01	6,46	0,01	0,0	0,2
PfID	-4,3	-1,06	0,56	-0,1	0,05	-0,8
GÜH	0,05	0,07	-5,52	0,07	0,00	0,35
EggS	-2,6	-0,6	2,64	0,0	0,00	-0,5
SÄM	-1,06	-0,3	-4,1	-0,01	0,00	-0,14
PSM	-0,7	-0,2	-1,07	0,00	0,00	0,14
BBO	-0,8	-0,17	1,03	-0,01	0,00	-0,14
PSM	-0,7	-0,2	-1,08	0,00	0,00	0,09
BBO	-0,3	-0,1	0,57	-0,01	0,01	4,67
DÜK	-0,5	0,0	43,4	0,00	-1,00	-3,17
ESM	-30	-20	-35	-2,0	0,00	-1,23
LSM	0,00	0,00	-9,8	0,00	0,00	0,22
KAS	-0,9	0,18	1,98	-0,01	0,0	9,51
STF	-2,6	-0,7	0,00	-0,1	0,00	0,00

Interpolation Betriebsstoffe

	=(Betriebsstoffe(groß)-Betriebsstoffe(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,01	0,59
DÜP	-0,11	0,0	4,79	-0,01	-0,01	-0,4
PfID	-1,23	-0,4	-3,7	-0,01	0,00	0,0
GÜH	-0,2	-0,11	-0,3	0,0	0,00	-0,1
EggS	-0,9	-0,2	-0,6	-0,01	0,00	0,0
SÄM	-0,3	-0,1	-0,4	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,2	0,0	-0,2	0,00	0,00	0,03
BBO	-0,2	-0,1	0,18	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,02
BBO	-0,11	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
DÜK	-0,8	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
ESM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
LSM	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,17
KAS	-0,11	0,0	1,48	0,0	-0,01	1,11
STF	-1,34	-0,3	0,00	0,00	0,00	0,00

Interpolation Betriebsstoffe

	=Summendifferenz: Lohn*Differenz(Akh) +Kostendifferenz+Betriebsstoffe					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,2	-0,1	0,88	0,00	0,00	1,35
DÜP	-0,8	-0,1	11,26	0,01	0,0	-0,2
PfID	-10,5	-2,6	-3,3	-0,13	0,02	-0,8
GÜH	-0,17	0,01	-5,72	0,15	0,06	0,34
EggS	-6,31	-1,46	1,87	-0,1	-0,01	-0,5
SÄM	-3,0	-0,7	-4,6	0,0	0,00	-0,14
PSM	-1,80	-0,4	-1,30	0,00	0,00	0,17
BBO	-1,88	-0,4	1,15	0,0	0,00	-0,14
PSM	-1,80	-0,4	-1,11	0,00	0,00	0,11
BBO	-0,9	-0,19	0,72	0,0	0,01	4,67
DÜK	-1,72	-0,2	43,4	0,11	-1,0	-3,17
ESM	-30	-20	-35	-2,0	0,00	-1,22
LSM	0,00	0,00	-9,71	0,00	0,00	0,39
KAS	-1,27	0,14	3,42	0,0	0,0	10,61
STF	-6,8	-1,75	-0,21	-0,11	0,0	0,00

Der zu berechnende Agroforstsystems Schlag ist 40 ha groß.
 Die Netto-Ackerkulturfläche ist 35,01742 groß.
 Das heißt, dass die Netto-Ackerbaufläche 15,0 größer ist als
 der nächst kleinere KTBL-Schlag der Größe 20 ha ist.

Differenz	€/ ha
Bpr.	0,003304
DÜP	-0,02117
PfID	0,016519
GÜH	0,047305
EggS	-0,00826
SÄM	-0,00375
PSM	-0,00225
BBO	0,001877
PSM	-0,0015
BBO	0,007884
DÜK	-0,74524
ESM	0
LSM	0,001502
KAS	-0,02117
STF	-0,01689

Summe: -0,74186 €/ha
 Einsparung gegenüber dem nächst
 kleineren KTBL-Musterschlag.
 Berechnung der zusätzlichen Arbeits-
 erledigungskosten infolge der ver-
 kleinerten Bearbeitungsfläche:
 Formel: A_Kosten(klein)+A_Kosten_
 Differen-A_Kosten(groß)
 Ergebnis: 19,02814 €/ha zusätzliche
 Arbeiterledigungskosten

A.4.2.3. Interpolierung der Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit der Schlaggröße: Sommergerste

Flächendifferenzen (KTBL-Schläge)						
1	1	3	5	10	20	40

	Interpolation-Arbeitskraftstunden						Interp.-Abschreibungen+Reparaturen						Interpolation Betriebsstoffe					
	=(Akh(groß)-Akh(klein))/Differenz(ha) *Nettofläche(Ackerkultur)						=(Kosten(groß)-Kosten(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)						=(Betriebsstoffe(groß)-Betriebsstoffe(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,31	-0,1	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,11	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
PfID	-0,3	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	-4,3	-1,06	-0,21	-0,1	0,0	-0,01	-1,23	-0,4	-0,1	-0,01	-0,01	0,00
EggS	-0,19	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	-2,6	-0,6	-0,14	0,0	0,00	0,00	-0,9	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	-0,16	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	-1,56	-0,31	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS	-0,13	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	-1,37	-0,4	-0,1	0,0	0,00	0,00	-0,4	-0,15	0,0	-0,01	0,00	0,00
DÜK	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,31	-0,1	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,11	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
BBO	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,8	-0,17	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,2	-0,1	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,7	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
BBO	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,7	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
ESG	-0,2	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-13,0	-3,0	-0,75	-0,17	0,0	-0,01	-1,57	-0,4	-0,1	0,0	-0,01	0,00
TKO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,11	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
STF	-0,19	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-2,6	-0,7	-0,18	-0,1	0,0	-0,01	-1,34	-0,3	-0,11	0,0	-0,01	-0,01
STT	-0,19	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-2,7	-0,7	-0,19	-0,1	0,0	-0,01	-1,23	-0,3	-0,11	0,0	-0,01	0,00

	Interpolation Betriebsstoffe					
	=Summendifferenz: Lohn*Differenz(Akh) +Kostendifferenz+Betriebsstoffe					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,2	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00
DÜP	-0,9	-0,2	0,0	0,01	0,01	0,01
PfID	-10,5	-2,6	-0,5	-0,13	-0,1	0,0
EggS	-6,31	-1,46	-0,3	-0,10	-0,01	0,00
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	-4,0	-0,81	-0,15	0,0	0,00	0,00
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS	-3,77	-0,9	-0,3	-0,1	-0,01	0,00
DÜK	-0,9	-0,2	0,0	0,01	0,01	0,01
BBO	-1,88	-0,4	-0,10	0,0	0,00	0,00
PSM	-1,80	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
BBO	-0,9	-0,19	0,0	0,0	0,00	0,00
PSM	-1,80	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
ESG	-17,9	-4,2	-1,05	-0,2	-0,1	0,0
TKO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	-0,5	-0,11	0,0	0,00	0,00	0,00
STF	-6,8	-1,75	-0,51	-0,14	-0,1	0,0
STT	-6,7	-1,71	-0,51	-0,13	-0,1	-0,01

Der zu berechnende Agroforstsystems Schlag ist 40 ha groß.
 Die Netto-Ackerkulturfläche ist 35,01742 groß.
 Das heißt, dass die Netto-Ackerbaufläche 15,0 größer ist als
 der nächst kleinere KTBL-Schlag der Größe 20 ha ist.

Differenz
€/ ha

Bpr.	-0,0004
DÜP	0,0098
PfID	-0,0493
EggS	-0,0090
STFR	0,0000
STDR	-0,0030
STÜS	0,0000
SÄS	-0,0094
DÜK	0,0098
BBO	-0,0023
PSM	0,0019
BBO	-0,0015
PSM	0,0019
ESG	-0,0391
TKO	0,0000
LTD	0,0000
KAS	-0,0008
STF	-0,0381
STT	-0,0381

Summe: -0,1676 €/ha
 Einsparung gegenüber dem nächst
 kleineren KTBL-Musterschlag.
 Berechnung der zusätzlichen Arbeits-
 erledigungskosten infolge der ver-
 kleinerten Bearbeitungsfläche:
 Formel: A_Kosten(klein)+A_Kosten_
 Differen-A_Kosten(groß)
 Ergebnis: 4,296406 €/ha zusätzliche
 Arbeiterledigungskosten

A.4.2.4. Interpolierung der Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit der Schlaggröße: Winterraps

Flächendifferenzen (KTBL-Schläge)						
1	1	3	5	10	20	40

	Interpolation-Arbeitskraftstunden =(Akh(groß)-Akh(klein))/Differenz(ha) *Nettofläche(Ackerkultur)						Interp.-Abschreibungen+Reparaturen =(Kosten(groß)-Kosten(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)						Interpolation Betriebsstoffe =(Betriebsstoffe(groß)-Betriebsstoffe(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	-0,1	0,01	0,01	0,00	-0,01	-0,11	0,0	0,00	-0,01	0,00	0,00
PfID	-0,3	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	-4,3	-1,06	-0,21	-0,1	0,0	-0,01	-1,23	-0,4	-0,1	-0,01	-0,01	0,00
EggS	-0,19	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	-2,6	-0,6	-0,14	0,0	0,00	0,00	-0,9	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00
SÄR	-0,12	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	-1,37	-0,4	-0,1	0,0	-0,01	0,00	-0,6	-0,11	0,0	-0,01	0,00	0,00
BBO	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,8	-0,17	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,2	-0,1	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,7	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,7	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
BBO	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,11	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,11	0,0	0,00	0,00	-0,01	0,00
BBO	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,11	0,0	0,00	-0,01	0,00	0,00
PSM	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,7	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
EWR	-0,3	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-14,2	-3,4	-0,8	-0,17	0,0	0,0	-1,90	-0,5	-0,13	0,0	-0,01	0,00
TKO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,2	-0,2	0,11	-0,1	0,03	0,00	-0,11	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
STF	-0,19	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-2,6	-0,7	-0,18	-0,1	0,0	-0,01	-1,34	-0,3	-0,11	0,0	-0,01	-0,01
STT	-0,19	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-2,7	-0,7	-0,19	-0,1	0,0	-0,01	-1,23	-0,3	-0,11	0,0	-0,01	0,00

	Interpolation Betriebsstoffe =Summendifferenz: Lohn*Differenz(Akh) +Kostendifferenz+Betriebsstoffe					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,2	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00
DÜP	-0,21	-0,2	0,01	0,00	0,02	0,00
PfID	-10,5	-2,6	-0,5	-0,13	-0,1	0,0
EggS	-6,31	-1,46	-0,3	-0,10	-0,01	0,00
SÄR	-3,7	-1,0	-0,3	-0,1	-0,01	0,00
BBO	-1,88	-0,4	-0,10	0,0	0,00	0,00
PSM	-1,80	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
PSM	-1,80	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
BBO	-0,9	-0,19	0,0	0,0	0,00	0,00
DÜK	-0,9	-0,3	0,00	0,00	0,00	0,01
BBO	-0,9	-0,19	0,0	0,0	0,00	0,00
DÜK	-0,9	-0,3	0,00	-0,01	0,00	0,01
PSM	-1,80	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
EWR	-19,9	-4,75	-1,19	-0,2	-0,1	0,0
TKO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	-0,61	-0,3	0,08	-0,1	0,03	0,00
STF	-6,8	-1,75	-0,51	-0,14	-0,1	0,0
STT	-6,7	-1,71	-0,51	-0,13	-0,1	-0,01

Der zu berechnende Agroforstsystems Schlag ist 40 ha groß.
 Die Netto-Ackerkulturfläche ist 35,01742 groß.
 Das heißt, dass die Netto-Ackerbaufläche 15,0 größer ist als
 der nächst kleinere KTBL-Schlag der Größe 20 ha ist.

Differenz
€/ ha

Bpr.	-0,0004
DÜP	0,0124
PfID	-0,0493
EggS	-0,0090
SÄR	-0,0098
BBO	-0,0023
PSM	0,0019
PSM	0,0019
BBO	-0,0015
DÜK	0,0011
BBO	-0,0015
DÜK	0,0000
PSM	0,0019
EWR	-0,0568
TKO	0,0000
LTD	0,0000
KAS	0,0218
STF	-0,0381
STT	-0,0381

Summe: -0,1659 €/ha
 Einsparung gegenüber dem nächst
 kleineren KTBL-Musterschlag.
 Berechnung der zusätzlichen Arbeits-
 erledigungskosten infolge der ver-
 kleinerten Bearbeitungsfläche:
 Formel: A_Kosten(klein)+A_Kosten_
 Differenz-A_Kosten(groß)
 Ergebnis: 4,252133 €/ha zusätzliche
 Arbeiterledigungskosten

A.4.2.5. Interpolierung der Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit der Schlaggröße: Winterweizen

Flächendifferenzen (KTBL-Schläge)						
1	1	3	5	10	20	40

	Interpolation-Arbeitskraftstunden						Interp.-Abschreibungen+Reparaturen						Interpolation Betriebsstoffe					
	=(Akh(groß)-Akh(klein))/Differenz(ha) *Nettofläche(Ackerkultur)						=(Kosten(groß)-Kosten(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)						=(Betriebsstoffe(groß)-Betriebsstoffe(klein)) /Differenz(ha)*Nettofläche(Ackerkultur)					
	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40
Bpr.	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP	-0,1	-0,01	0,00	0,11	-0,1	0,00	-0,4	0,0	-0,1	-0,1	0,06	0,01	-0,11	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
PfID	-0,5	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00	-2,16	-1,06	-0,3	0,0	0,0	-0,01	-0,11	-0,4	-0,1	-0,01	-0,01	0,00
EggS	-0,3	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	-1,30	-0,6	-0,17	0,0	0,00	0,00	-0,6	-0,2	0,0	0,0	0,00	0,00
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,18	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	1,88	-0,3	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STÜS	0,01	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW	-0,31	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	1,18	-0,4	-0,11	-0,01	0,00	0,00	0,34	-0,15	0,0	0,00	-0,01	0,00
BBO	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,8	-0,17	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,2	-0,1	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,11	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
BBO	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,2	-0,1	0,01	0,00	0,01	0,00	-0,11	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
BBO	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK	-0,1	0,0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,30	-0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,11	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,11	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,11	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
BBO	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,3	-0,1	0,0	-0,01	0,00	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK	-0,1	0,0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,30	-0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,11	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
PSM	-0,11	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	-0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
EMW	-0,4	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-7,27	-3,3	-0,9	-0,15	0,0	0,0	-1,57	-0,5	-0,13	0,0	-0,01	-0,01
TKO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,67	0,0	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,4	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
STF	-0,3	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-1,96	-0,7	-0,2	0,0	0,0	-0,01	-1,01	-0,3	-0,11	0,0	-0,01	-0,01
STT	-0,3	-0,1	-0,01	0,00	0,00	0,00	-1,98	-0,7	-0,2	0,0	0,0	-0,01	-1,01	-0,3	-0,11	0,0	-0,01	0,00

Interpolation Betriebsstoffe						
=Summendifferenz: Lohn*Differenz(Akh) +Kostendifferenz+Betriebsstoffe						
2-1	5-2	10-5	20-10	40-20	80-40	
Bpr.	-0,18	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00
DÜP	-1,26	-0,15	-0,1	1,64	-0,8	0,01
PfID	-10,4	-2,6	-0,6	-0,10	-0,1	0,0
EggS	-5,61	-1,46	-0,4	-0,1	-0,01	0,00
STFR	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	4,58	-0,77	-0,2	0,0	-0,01	0,00
STÜS	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW	-3,13	-1,00	-0,3	0,0	0,0	0,00
BBO	-1,88	-0,4	-0,10	0,0	0,00	0,00
PSM	-1,56	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
BBO	-0,9	-0,19	0,0	0,0	0,00	0,00
DÜK	-1,25	-0,2	-0,01	0,00	0,01	0,01
BBO	-0,9	-0,19	0,0	0,0	0,00	0,00
DÜK	-0,71	-0,51	0,10	0,00	0,00	0,01
PSM	-1,56	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
PSM	-1,56	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
BBO	-0,9	-0,19	0,0	0,0	0,00	0,00
DÜK	-0,71	-0,51	0,10	0,00	0,00	0,01
PSM	-1,56	-0,4	-0,1	0,00	0,00	0,01
EMW	-14,4	-4,6	-1,23	-0,2	-0,1	0,0
TKO	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	-3,77	-0,1	0,0	0,00	0,00	0,00
STF	-7,77	-1,75	-0,6	-0,11	-0,1	0,0
STT	-7,9	-1,71	-0,6	-0,11	-0,1	-0,01

Der zu berechnende Agroforstsystems Schlag ist 40 ha groß.
 Die Netto-Ackerkulturfläche ist 35,01742 groß.
 Das heißt, dass die Netto-Ackerbaufläche 15,0 größer ist als
 der nächst kleinere KTBL-Schlag der Größe 20 ha ist.

Differenz	€/ ha	Summe:
Bpr.	-0,0004	-0,7676 €/ha
DÜP	-0,5718	Einsparung gegenüber dem nächst kleineren KTBL-Musterschlag.
PfID	-0,0493	
EggS	-0,0090	Berechnung der zusätzlichen Arbeiterledigungskosten infolge der verkleinerten Bearbeitungsfläche:
STFR	0,0000	Formel: A_Kosten(klein)+A_Kosten_Differenz-A_Kosten(groß)
STDR	-0,0086	Ergebnis: 19,67838 €/ha zusätzliche Arbeiterledigungskosten
STÜS	0,0000	
SÄW	-0,0136	
BBO	-0,0023	
PSM	0,0019	
BBO	-0,0015	
DÜK	0,0098	
BBO	-0,0015	
DÜK	0,0011	
PSM	0,0019	
BBO	-0,0015	
DÜK	0,0011	
PSM	0,0019	
EMW	-0,0515	
TKO	0,0000	
LTD	0,0000	
KAS	0,0000	
STF	-0,0381	
STT	-0,0381	

A.4.3.1. Darstellung der ackerbaulichen Fruchtfolge

Jahr	Fruchtfolgeglied	Arbeits- erledigungskosten d. nächst kleineren KTBL-Musterschlags	zusätzliche Arbeits- erledigungskosten infolge geringerer Fläche + Wendungen	Direktkosten	Gesamtkosten: (Arbeits-erledigungs- kosten und Direkt- kosten summiert)
1	Winterraps	386,40	16,37	475,58	878,35
2	Winterweizen	457,91	32,88	591,75	1082,54
3	Silomais	573,49	42,23	619,18	1234,89
4	Sommergerste	415,44	14,42	411,72	841,58
5	Winterraps	386,40	16,37	475,58	878,35
6	Winterweizen	457,91	32,88	591,75	1082,54
7	Silomais	573,49	42,23	619,18	1234,89
8	Sommergerste	415,44	14,42	411,72	841,58
9	Winterraps	386,40	16,37	475,58	878,35
10	Winterweizen	457,91	32,88	591,75	1082,54
11	Silomais	573,49	42,23	619,18	1234,89
12	Sommergerste	415,44	14,42	411,72	841,58
13	Winterraps	386,40	16,37	475,58	878,35
14	Winterweizen	457,91	32,88	591,75	1082,54
15	Silomais	573,49	42,23	619,18	1234,89
16	Sommergerste	415,44	14,42	411,72	841,58
17	Winterraps	386,40	16,37	475,58	878,35
18	Winterweizen	457,91	32,88	591,75	1082,54
19	Silomais	573,49	42,23	619,18	1234,89
20	Sommergerste	415,44	14,42	411,72	841,58
SUMME					20186,85

A.4.4.1. Hof-Feld-Entfernungen: Körnermais

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Körnermais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,04	0,00	0,14	0,08	0,00	0,04	0,00	0,15	0,08	0,00	0,04	0,00	0,16	0,08	0,00
PfID	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	1,73	24,0	17,4	24,1	26,9	1,88	24,5	18,4	25,1	27,4	2,25	25,8	20,8	27,7	28,9
GüH	1,12	5,90	12,4	17,6	6,61	1,62	9,70	14,7	20,9	10,9	2,20	14,2	17,5	24,7	15,9	3,38	23,2	23,0	32,4	26,0
EggS	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	0,53	6,20	6,81	7,69	6,94	0,55	6,40	6,98	7,87	7,17	0,62	6,70	7,37	8,30	7,50
DÜD	0,15	0,70	0,67	1,01	0,51	0,17	0,80	0,76	1,15	0,51	0,20	0,90	0,86	1,31	0,51	0,25	1,10	1,07	1,63	0,51
SÄM	0,58	3,00	15,4	11,5	3,36	0,60	3,10	15,5	11,6	3,47	0,63	3,20	15,6	11,8	3,58	0,70	3,40	15,8	12,2	3,81
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
BBO	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	0,17	0,30	0,90	0,17	0,34	0,18	0,30	1,03	0,19	0,34	0,21	0,40	1,36	0,25	0,45
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,14	0,20	0,63	0,12	0,22	0,17	0,20	0,90	0,17	0,22
DÜK	0,19	0,80	1,03	1,47	0,60	0,25	1,10	1,29	1,88	0,60	0,34	1,40	1,59	2,37	0,60	0,50	2,00	2,21	3,34	0,60
EKM	1,11	21,5	84,2	30,2	24,1	1,17	21,8	86,8	30,8	24,4	1,25	22,2	90,5	31,7	24,9	1,45	23,2	99,7	33,8	26,0
TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	0,47	3,00	6,48	5,44	3,36	0,73	5,60	7,71	7,16	6,27	1,26	10,8	10,2	10,6	12,1
LTD	1,90	0,00	102	47	358	1,90	0,00	102	47	358	1,90	0,00	102	47	358	1,90	0,00	102	47	358
KAS	0,05	0,70	2,11	1,87	0,50	0,06	0,70	2,14	1,90	0,50	0,06	0,70	2,17	1,93	0,50	0,06	0,90	2,25	2,01	0,50
STF	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	0,74	8,80	6,82	10,2	9,86	0,78	8,90	7,04	10,4	9,97	0,86	9,30	7,57	11,0	10,4
SUM					997					1039					1090					1199

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Körnermais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00	0,03	0,00	0,12	0,06	0,00
PfID	1,39	22,7	15,3	21,7	25,4	1,48	23,0	15,9	22,4	25,8	1,62	23,5	16,7	23,3	26,3	1,96	24,7	18,9	25,7	27,7
GüH	1,11	5,60	12,4	17,7	6,27	1,61	9,30	14,8	21,0	10,4	2,20	13,8	17,5	24,8	15,5	3,38	22,8	23,0	32,4	25,5
EggS	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	0,39	5,60	5,94	6,73	6,27	0,41	5,70	6,06	6,87	6,38	0,46	5,90	6,35	7,18	6,61
DÜD	0,12	0,60	0,56	0,83	0,51	0,14	0,70	0,65	0,97	0,51	0,17	0,80	0,75	1,13	0,51	0,22	1,00	0,95	1,45	0,51
SÄM	0,50	2,80	15,1	11,0	3,14	0,52	2,90	15,1	11,1	3,25	0,54	2,90	15,2	11,2	3,25	0,60	3,10	15,5	11,6	3,47
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
BBO	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	0,12	0,10	0,43	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,16	0,20	0,78	0,14	0,22
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	0,11	0,10	0,29	0,05	0,11	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	0,14	0,10	0,60	0,11	0,11
DÜK	0,16	0,70	0,90	1,27	0,60	0,23	1,00	1,17	1,69	0,60	0,31	1,30	1,47	2,18	0,60	0,47	1,90	2,09	3,15	0,60
EKM	0,91	20,0	74,8	27,9	22,4	0,96	20,2	77,0	28,4	22,6	1,02	20,6	80,0	29,2	23,1	1,18	21,4	87,5	30,9	24,0
TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	0,47	3,00	6,48	5,44	3,36	0,73	5,60	7,71	7,16	6,27	1,26	10,8	10,2	10,6	12,1
LTD	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358
KAS	0,05	0,60	2,05	1,8	0,50	0,05	0,70	2,06	1,8	0,50	0,05	0,70	2,09	1,9	0,50	0,06	0,80	2,16	1,9	0,50
STF	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	0,59	7,80	5,83	9,12	8,74	0,62	7,90	6,01	9,31	8,85	0,68	8,20	6,42	9,76	9,18
SUM					954					994					1043					1146

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Körnermais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00
PfID	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,52	23,0	16,1	22,6	25,8	1,85	24,1	18,2	25,0	27,0
GüH	1,13	5,40	12,6	17,9	6,05	1,64	9,20	14,9	21,1	10,3	2,23	13,7	17,6	25,0	15,3	3,41	22,7	23,1	32,6	25,4
EggS	0,33	5,30	5,52	6,27	5,94	0,34	5,30	5,60	6,36	5,94	0,36	5,40	5,71	6,48	6,05	0,39	5,60	5,96	6,75	6,27
DÜD	0,10	0,60	0,50	0,73	0,51	0,13	0,60	0,59	0,87	0,51	0,15	0,70	0,69	1,03	0,51	0,21	0,90	0,90	1,36	0,51
SÄM	0,46	2,70	14,9	10,8	3,02	0,48	2,70	15,0	10,9	3,02	0,50	2,80	15,1	11,0	3,14	0,55	3,00	15,3	11,3	3,36
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
BBO	0,10	0,10	0,20	0,04	0,11	0,11	0,10	0,26	0,05	0,11	0,12	0,10	0,35	0,06	0,11	0,14	0,10	0,56	0,10	0,11
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,11	0,10	0,28	0,05	0,11	0,13	0,10	0,48	0,09	0,11
DÜK	0,16	0,70	0,90	1,28	0,60	0,23	0,90	1,17	1,69	0,60	0,31	1,20	1,48	2,18	0,60	0,47	1,80	2,09	3,16	0,60
EKM	0,82	19,3	71,0	27,0	21,6	0,87	19,5	72,9	27,5	21,8	0,93	19,9	75,7	28,1	22,3	1,08	20,6	82,6	29,8	23,1
TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	0,47	3,00	6,48	5,44	3,36	0,73	5,60	7,71	7,16	6,27	1,26	10,8	10,2	10,6	12,1
LTD	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358
KAS	0,04	0,60	2,03	1,78	0,50	0,04	0,60	2,04	1,80	0,50	0,04	0,60	2,06	1,82	0,50	0,05	0,70	2,13	1,87	0,50
STF	0,50	7,20	5,25	8,48	8,06	0,52	7,30	5,37	8,62	8,18	0,54	7,40	5,53	8,79	8,29	0,60	7,70	5,89	9,18	8,62
SUM					938					977					1025					1126

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Körnermais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00
PfID	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	1,35	22,5	15,0	21,4	25,2	1,47	22,9	15,8	22,3	25,6	1,79	23,9	17,8	24,5	26,8
GüH	1,18	5,30	12,8	18,2	5,94	1,68	9,00	15,1	21,4	10,1	2,27	13,5	17,9	25,3	15,1	3,45	22,5	23,3	32,9	25,2
EggS	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	0,31	5,20	5,42	6,17	5,82	0,33	5,30	5,53	6,28	5,94	0,37	5,40	5,78	6,55	6,05
DÜD	0,10	0,50	0,49	0,73	0,51	0,12	0,60	0,58	0,87	0,51	0,15	0,70	0,69	1,03	0,51	0,20	0,90	0,89	1,35	0,51
SÄM	0,45	2,60	14,9	10,7	2,91	0,47	2,70	15,0	10,8	3,02	0,49	2,80	15,0	10,9	3,14	0,54	2,90	15,2	11,3	3,25
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
BBO	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,17	0,03	0,00	0,11	0,10	0,25	0,05	0,11	0,13	0,10	0,45	0,08	0,11
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	0,10	0,00	0,15	0,03	0,00	0,10	0,00	0,22	0,04	0,00	0,12	0,10	0,42	0,08	0,11
DÜK	0,16	0,70	0,92	1,30	0,60	0,23	0,90	1,18	1,72	0,60	0,31	1,20	1,49	2,20	0,60	0,47	1,80	2,11	3,18	0,60
EKM	0,79	19,0	69,3	26,6	21,3	0,83	19,2	71,3	27,1	21,5	0,89	19,5	74,1	27,8	21,8	1,04	20,3	81,0	29,4	22,7
TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	0,47	3,00	6,48	5,44	3,36	0,73	5,60	7,71	7,16	6,27	1,26	10,8	10,2	10,6	12,1
LTD	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358
KAS	0,04	0,60	2,01	1,76	0,50	0,04	0,60	2,03	1,77	0,50	0,04	0,60	2,05	1,80	0,50	0,05	0,60	2,11	1,84	0,50
STF	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	0,48	7,00	5,11	8,33	7,84	0,50	7,10	5,26	8,50	7,95	0,56	7,40	5,61	8,88	8,29
SUM					931					970					1018					1119

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Körnermais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00
PfID	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,43	22,7	15,5	22,0	25,4	1,74	23,7	17,5	24,1	26,5
GüH	1,25	5,30	13,1	18,6	5,94	1,75	9,00	15,4	21,9	10,1	2,34	13,5	18,2	25,7	15,1	3,52	22,4	23,7	33,4	25,1
EggS	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	0,30	5,10	5,38	6,12	5,71	0,32	5,20	5,48	6,23	5,82	0,36	5,40	5,72	6,49	6,05
DÜD	0,10	0,50	0,50	0,73	0,51	0,12	0,60	0,59	0,87	0,51	0,15	0,70	0,69	1,03	0,51	0,20	0,90	0,90	1,36	0,51
SÄM	0,44	2,60	14,9	10,6	2,91	0,46	2,70	14,9	10,8	3,02	0,48	2,70	15,0	10,9	3,02	0,53	2,90	15,2	11,2	3,25
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,16	0,60	0,95	1,35	0,60	0,23	0,90	1,21	1,76	0,60	0,32	1,20	1,52	2,25	0,60	0,48	1,80	2,14	3,23	0,60
EKM	0,77	18,8	68,4	26,4	21,1	0,81	19,0	70,4	26,9	21,3	0,87	19,3	73,1	27,5	21,6	1,02	20,1	79,9	29,1	22,5
TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	0,47	3,00	6,48	5,44	3,36	0,73	5,60	7,71	7,16	6,27	1,26	10,8	10,2	10,6	12,1
LTD	1,90	0	102	47	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	46,9	358	1,90	0,00	102	47	358
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,50	0,04	0,60	2,02	1,76	0,50	0,04	0,60	2,04	1,78	0,50	0,05	0,60	2,09	1,83	0,50
STF	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	0,45	6,80	4,94	8,15	7,62	0,47	6,90	5,08	8,30	7,73	0,52	7,20	5,41	8,66	8,06
SUM					929					967					1014					1115

Hof-Feld-Entfernung: 80 ha Körnermais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00
PfID	1,21	21,9	14,1	20,4	24,5	1,29	22,2	14,6	21,0	24,9	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,70	23,6	17,3	23,9	26,4
GüH	1,35	5,20	13,6	19,3	5,82	1,85	8,90	15,9	22,5	9,97	2,44	13,4	18,6	26,4	15,0	3,62	22,3	24,1	34,0	25,0
EggS	0,29	5,00	5,26	6,00	5,60	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	0,31	5,20	5,44	6,19	5,82	0,35	5,30	5,68	6,45	5,94
DÜD	0,10	0,50	0,51	0,75	0,51	0,13	0,60	0,60	0,89	0,51	0,15	0,70	0,70	1,06	0,51	0,21	0,90	0,91	1,38	0,51
SÄM	0,44	2,60	14,8	10,6	2,91	0,45	2,60	14,9	10,7	2,91	0,48	2,70	15,0	10,9	3,02	0,53	2,90	15,2	11,2	3,25
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,18	0,60	1,00	1,42	0,60	0,25	0,90	1,26	1,84	0,60	0,33	1,20	1,57	2,33	0,60	0,49	1,80	2,19	3,31	0,60
EKM	0,77	18,8	68,4	26,4	21,1	0,81	19,0	70,4	26,9	21,3	0,87	19,3	73,1	27,5	21,6	1,02	20,1	79,9	29,1	22,5
TKO	0,24	0,80	5,42	3,97	0,90	0,47	3,00	6,48	5,44	3,36	0,73	5,60	7,71	7,16	6,27	1,26	10,8	10,2	10,6	12,1
LTD	1,90	0,00	102	47	358	1,90	0,00	102	47	358	1,90	0,00	102	47	358	1,90	0,00	102	47	358
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,50	0,04	0,60	2,02	1,76	0,50	0,04	0,60	2,04	1,78	0,50	0,05	0,60	2,09	1,83	0,50
STF	0,42	6,60	4,72	7,90	7,39	0,43	6,70	4,82	8,02	7,50	0,45	6,80	4,96	8,16	7,62	0,50	7,00	5,27	8,51	7,84
SUM					931					969					1016					1116

A.4.4.2. Hof-Feld-Entfernungen: Silomais

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Silomais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km					
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	
Bpr.	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,04	0,00	0,14	0,08	0,00	0,04	0,00	0,15	0,08	0,00	0,04	0,00	0,16	0,08	0,00	
DÜP	0,25	1,00	1,53	2,12	1,12	0,39	1,50	2,08	2,98	1,68	0,56	2,20	2,73	4,00	2,46	0,90	3,40	4,01	6,03	3,81	
PfID	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	1,73	24,0	17,4	24,1	26,9	1,88	24,5	18,4	25,1	27,4	2,25	25,8	20,8	27,7	28,9	
GÜH	1,40	6,90	16,2	23,0	7,73	2,07	11,9	19,3	27,4	13,3	2,85	17,9	22,9	32,5	20,0	4,42	29,9	30,2	42,7	33,5	
EggS	0,51	6,10	6,68	7,54	0,51	0,53	6,20	6,81	7,69	0,51	0,55	6,40	6,98	7,87	0,51	0,62	6,70	7,37	8,30	0,51	
SÄM	0,58	3,00	15,4	11,5	3,36	0,60	3,10	15,5	11,6	3,47	0,63	3,20	15,6	11,8	3,58	0,70	3,40	15,8	12,2	3,81	
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46	
BBO	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	0,17	0,30	0,90	0,17	0,34	0,18	0,30	1,03	0,19	0,34	0,21	0,40	1,36	0,25	0,45	
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46	
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,14	0,20	0,63	0,12	0,22	0,17	0,20	0,90	0,17	0,22	
DÜK	0,22	0,90	1,30	1,81	0,60	0,33	1,40	1,74	2,50	0,60	0,46	1,90	2,25	3,31	0,60	0,73	2,90	3,28	4,94	0,60	
ESM	0,00	0,00	0,00	290	0,00	0,00	0,00	0,00	390	0,00	0,00	0,00	0,00	520	0,00	0,00	0,00	0,00	990	0,00	
LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	
KAS	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	0,06	0,70	2,14	1,90	0,78	0,06	0,70	2,17	1,93	0,78	0,06	0,90	2,25	2,01	1,01	
STF	0,72	8,60	6,64	10,0	0,50	0,74	8,80	6,82	10,2	0,50	0,78	8,90	7,04	10,4	0,50	0,86	9,30	7,57	11,0	0,50	
SUM					685					824					1000						1568

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Silomais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km					
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	
Bpr.	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00	0,03	0,00	0,12	0,06	0,00	
DÜP	0,24	0,90	1,53	2,10	1,01	0,38	1,40	2,08	2,97	1,57	0,55	2,10	2,72	3,99	2,35	0,88	3,30	4,01	6,02	3,70	
PfID	1,39	22,7	15,3	21,7	25,4	1,48	23,0	15,9	22,4	25,8	1,62	23,5	16,7	23,3	26,3	1,96	24,7	18,9	25,7	27,7	
GÜH	1,41	6,60	16,3	23,1	7,39	2,08	11,5	19,4	27,5	12,9	2,86	17,5	23,0	32,6	19,6	4,44	29,6	30,3	42,8	33,2	
EggS	0,38	5,50	5,84	6,63	0,51	0,39	5,60	5,94	6,73	0,51	0,41	5,70	6,06	6,87	0,51	0,46	5,90	6,35	7,18	0,51	
SÄM	0,50	2,80	15,1	11,0	3,14	0,52	2,90	15,1	11,1	3,25	0,54	2,90	15,2	11,2	3,25	0,60	3,10	15,5	11,6	3,47	
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24	
BBO	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	0,12	0,10	0,43	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,16	0,20	0,78	0,14	0,22	
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24	
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	0,11	0,10	0,29	0,05	0,11	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	0,14	0,10	0,60	0,11	0,11	
DÜK	0,20	0,80	1,28	1,78	0,60	0,32	1,30	1,72	2,48	0,60	0,45	1,80	2,24	3,29	0,60	0,72	2,80	3,27	4,92	0,60	
ESM	0,00	0,00	0,00	230	0,00	0,00	0,00	0,00	330	0,00	0,00	0,00	0,00	470	0,00	0,00	0,00	0,00	860	0,00	
LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	
KAS	0,05	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,70	2,06	1,82	0,78	0,05	0,70	2,09	1,85	0,78	0,06	0,80	2,16	1,90	0,90	
STF	0,57	7,70	5,69	8,96	0,50	0,59	7,80	5,83	9,12	0,50	0,62	7,90	6,01	9,31	0,50	0,68	8,20	6,42	9,76	0,50	
SUM					601					739					925						1410

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Silomais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km					
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00	
DÜP	0,24	0,90	1,55	2,14	1,01	0,38	1,40	2,10	3,01	1,57	0,55	2,00	2,74	4,03	2,24	0,89	3,30	4,03	6,06	3,70	
PfID	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,52	23,0	16,1	22,6	25,8	1,85	24,1	18,2	25,0	27,0	
GÜH	1,44	6,40	16,4	23,4	7,17	2,12	11,4	19,6	27,7	12,8	2,90	17,4	23,2	32,8	19,5	4,48	29,4	30,5	43,0	32,9	
EggS	0,33	5,30	5,52	6,27	0,51	0,34	5,30	5,60	6,36	0,51	0,36	5,40	5,71	6,48	0,51	0,39	5,60	5,96	6,75	0,51	
SÄM	0,46	2,70	14,9	10,8	3,02	0,48	2,70	15,0	10,9	3,02	0,50	2,80	15,1	11,0	3,14	0,55	3,00	15,3	11,3	3,36	
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13	
BBO	0,10	0,10	0,20	0,04	0,11	0,11	0,10	0,26	0,05	0,11	0,12	0,10	0,35	0,06	0,11	0,14	0,10	0,56	0,10	0,11	
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13	
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,11	0,10	0,28	0,05	0,11	0,13	0,10	0,48	0,09	0,11	
DÜK	0,20	0,80	1,30	1,81	0,60	0,32	1,20	1,74	2,50	0,60	0,45	1,70	2,25	3,32	0,60	0,72	2,70	3,28	4,94	0,60	
ESM	0,00	0,00	0,00	220	0,00	0,00	0,00	0,00	290	0,00	0,00	0,00	0,00	430	0,00	0,00	0,00	0,00	820	0,00	
LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	
KAS	0,04	0,60	2,03	1,78	0,67	0,04	0,60	2,04	1,80	0,67	0,04	0,60	2,06	1,82	0,67	0,05	0,70	2,13	1,87	0,78	
STF	0,50	7,20	5,25	8,48	0,50	0,52	7,30	5,37	8,62	0,50	0,54	7,40	5,53	8,79	0,50	0,60	7,70	5,89	9,18	0,50	
SUM					583					691					876						1360

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Silomais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km					
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00	
DÜP	0,25	0,90	1,59	2,21	1,01	0,39	1,40	2,14	3,08	1,57	0,56	2,00	2,79	4,10	2,24	0,90	3,20	4,08	6,13	3,58	
PfID	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	1,35	22,5	15,0	21,4	25,2	1,47	22,9	15,8	22,3	25,6	1,79	23,9	17,8	24,5	26,8	
GÜH	1,51	6,30	16,7	23,8	7,06	2,18	11,3	19,8	28,1	12,7	2,97	17,2	23,5	33,2	19,3	4,54	29,2	30,8	43,5	32,7	
EggS	0,30	5,10	5,34	6,08	0,51	0,31	5,20	5,42	6,17	0,51	0,33	5,30	5,53	6,28	0,51	0,37	5,40	5,78	6,55	0,51	
SÄM	0,45	2,60	14,9	10,7	2,91	0,47	2,70	15,0	10,8	3,02	0,49	2,80	15,0	10,9	3,14	0,54	2,90	15,2	11,3	3,25	
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13	
BBO	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,17	0,03	0,00	0,11	0,10	0,25	0,05	0,11	0,13	0,10	0,45	0,08	0,11	
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13	
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	0,10	0,00	0,15	0,03	0,00	0,10	0,00	0,22	0,04	0,00	0,12	0,10	0,42	0,08	0,11	
DÜK	0,21	0,80	1,33	1,86	0,60	0,32	1,20	1,77	2,55	0,60	0,46	1,70	2,29	3,37	0,60	0,73	2,70	3,32	5,00	0,60	
ESM	0,00	0,00	0,00	200	0,00	0,00	0,00	0,00	280	0,00	0,00	0,00	0,00	420	0,00	0,00	0,00	0,00	820	0,00	
LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	
KAS	0,04	0,60	2,01	1,76	0,67	0,04	0,60	2,03	1,77	0,67	0,04	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,60	2,11	1,84	0,67	
STF	0,46	7,00	5,00	8,20	0,50	0,48	7,00	5,11	8,33	0,50	0,50	7,10	5,26	8,50	0,50	0,56	7,40	5,61	8,88	0,50	
SUM					561					678					863						1357

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Silomais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km					
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	
DÜP	0,26	0,80	1,67	2,33	0,90	0,41	1,30	2,22	3,19	1,46	0,58	2,00	2,86	4,21	2,24	0,92	3,20	4,15	6,24	3,58	
PfID	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,43	22,7	15,5	22,0	25,4	1,74	23,7	17,5	24,1	26,5	
GÜH	1,60	6,30	17,2	24,4	7,06	2,27	11,2	20,3	28,8	12,5	3,06	17,2	23,9	33,9	19,3	4,63	29,1	31,2	44,1	32,6	
EggS	0,29	5,10	5,30	6,03	0,51	0,30	5,10	5,38	6,12	0,51	0,32	5,20	5,48	6,23	0,51	0,36	5,40	5,72	6,49	0,51	
SÄM	0,44	2,60	14,9	10,6	2,91	0,46	2,70	14,9	10,8	3,02	0,48	2,70	15,0	10,9	3,02	0,53	2,90	15,2	11,2	3,25	
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13	
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11	
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13	
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	
DÜK	0,22	0,80	1,39	1,95	0,60	0,34	1,20	1,83	2,64	0,60	0,47	1,70	2,34	3,46	0,60	0,74	2,70	3,37	5,08	0,60	
ESM	0,00	0,00	0,00	180	0,00	0,00	0,00	0,00	280	0,00	0,00	0,00	0,00	410	0,00	0,00	0,00	0,00	800	0,00	
LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	0,04	0,60	2,02	1,76	0,67	0,04	0,60	2,04	1,78	0,67	0,05	0,60	2,09	1,83	0,67	
STF	0,43	6,80	4,83	8,03	0,50	0,45	6,80	4,94	8,15	0,50	0,47	6,90	5,08	8,30	0,50	0,52	7,20	5,41	8,66	0,50	
SUM					541					679					853						1337

Hof-Feld-Entfernung: 80 ha Silomais (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km					
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	
DÜP	0,29	0,80	1,78	2,50	0,90	0,44	1,30	2,33	3,37	1,46	0,61	2,00	2,97	4,38	2,24	0,95	3,20	4,26	6,42	3,58	
PfID	1,21	21,9	14,1	20,4	24,5	1,29	22,2	14,6	21,0	24,9	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,70	23,6	17,3	23,9	26,4	
GÜH	1,74	6,20	17,8	25,3	6,94	2,41	11,1	20,9	29,6	12,4	3,19	17,1	24,6	34,7	19,2	4,77	29,0	31,9	44,9	32,5	
EggS	0,29	5,00	5,26	6,00	0,51	0,30	5,10	5,34	6,08	0,51	0,31	5,20	5,44	6,19	0,51	0,35	5,30	5,68	6,45	0,51	
SÄM	0,44	2,60	14,8	10,6	2,91	0,45	2,60	14,9	10,7	2,91	0,48	2,70	15,0	10,9	3,02	0,53	2,90	15,2	11,2	3,25	
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13	
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11	
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13	
BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	
DÜK	0,24	0,80	1,47	2,09	0,60	0,36	1,20	1,91	2,78	0,60	0,49	1,70	2,43	3,59	0,60	0,77	2,60	3,46	5,22	0,60	
ESM	0,00	0,00	0,00	190	0,00	0,00	0,00	0,00	290	0,00	0,00	0,00	0,00	420	0,00	0,00	0,00	0,00	790	0,00	
LSM	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	2,90	0,00	53,0	0,00	0,00	
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	0,04	0,60	2,02	1,76	0,67	0,04	0,60	2,04	1,78	0,67	0,05	0,60	2,09	1,83	0,67	
STF	0,42	6,60	4,72	7,90	0,50	0,43	6,70	4,82	8,02	0,50	0,45	6,80	4,96	8,16	0,50	0,50	7,00	5,27	8,51	0,50	
SUM					555					692					867						1330

A.4.4.3. Hof-Feld-Entfernungen: Sommergerste

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Sommergerste (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,04	0,00	0,14	0,08	0,00	0,04	0,00	0,15	0,08	0,00	0,04	0,00	0,16	0,08	0,00
DÜP	0,20	0,90	1,19	1,69	1,01	0,29	1,20	1,54	2,25	1,34	0,40	1,60	1,95	2,89	1,79	0,62	2,40	2,77	4,18	2,69
PfID	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	1,73	24,0	17,4	24,1	26,9	1,88	24,5	18,4	25,1	27,4	2,25	25,8	20,8	27,7	28,9
EggS	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	0,53	6,20	6,81	7,69	6,94	0,55	6,40	6,98	7,87	7,17	0,62	6,70	7,37	8,30	7,50
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,18	0,00	0,72	1,09	0,00	0,51	0,10	1,99	3,11	0,11	0,90	0,20	3,48	5,45	0,22	1,68	0,30	6,44	10,1	0,34
STÜS	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00
SÄS	0,60	5,40	7,95	6,92	6,05	0,63	5,50	8,06	7,08	6,16	0,66	5,60	8,21	7,28	6,27	0,73	5,80	8,53	7,74	6,50
DÜK	0,20	0,90	1,19	1,69	1,01	0,29	1,20	1,54	2,25	1,34	0,40	1,60	1,95	2,89	1,79	0,62	2,40	2,77	4,18	2,69
BBO	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	0,17	0,30	0,90	0,17	0,34	0,18	0,30	1,03	0,19	0,34	0,21	0,40	1,36	0,25	0,45
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	0,60	0,28	1,40	3,97	2,75	0,60	0,33	1,60	4,22	3,10	0,60	0,44	2,20	4,73	3,81	0,60
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,14	0,20	0,63	0,12	0,22	0,17	0,20	0,90	0,17	0,22
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
ESG	1,01	17,2	53,8	16,0	19,3	1,06	17,5	56,2	16,6	19,6	1,13	17,9	59,5	17,4	20,0	1,31	18,8	67,9	19,4	21,1
TKO	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	0,23	1,50	3,24	2,72	1,68	0,37	2,80	3,85	3,58	3,14	0,63	5,40	5,09	5,31	6,05
LTD	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00
KAS	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	0,06	0,70	2,14	1,90	0,78	0,06	0,70	2,17	1,93	0,78	0,06	0,90	2,25	2,01	1,01
STF	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	0,74	8,80	6,82	10,2	9,86	0,78	8,90	7,04	10,4	10,0	0,86	9,30	7,57	11,0	10,4
STT	0,78	9,80	7,01	10,4	11,0	0,81	10,0	7,21	10,6	11,2	0,84	10,2	7,45	10,9	11,4	0,93	10,6	8,01	11,5	11,9
SUM					490					522					561					647

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Sommergerste (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00	0,03	0,00	0,12	0,06	0,00
DÜP	0,18	0,80	1,09	1,53	0,90	0,27	1,10	1,44	2,08	1,23	0,38	1,50	1,85	2,73	1,68	0,60	2,30	2,68	4,04	2,58
PfID	1,39	22,7	15,3	21,7	25,4	1,48	23,0	15,9	22,4	25,8	1,62	23,5	16,7	23,3	26,3	1,96	24,7	18,9	25,7	27,7
EggS	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	0,39	5,60	5,94	6,73	6,27	0,41	5,70	6,06	6,87	6,38	0,46	5,90	6,35	7,18	6,61
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,08	0,00	0,35	0,52	0,00	0,22	0,10	0,89	1,37	0,11	0,39	0,20	1,52	2,36	0,22	0,72	0,30	2,78	4,4	0,34
STÜS	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00
SÄS	0,51	5,00	7,51	6,31	5,60	0,53	5,10	7,61	6,44	5,71	0,56	5,20	7,73	6,60	5,82	0,62	5,40	8,00	6,99	6,05
DÜK	0,18	0,80	1,09	1,53	0,90	0,27	1,10	1,44	2,08	1,23	0,38	1,50	1,85	2,73	1,68	0,60	2,30	2,68	4,04	2,58
BBO	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	0,12	0,10	0,43	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,16	0,20	0,78	0,14	0,22
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	0,60	0,23	1,20	3,72	2,40	0,60	0,29	1,50	3,97	2,75	0,60	0,39	2,00	4,48	3,47	0,60
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	0,11	0,10	0,29	0,05	0,11	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	0,14	0,10	0,60	0,11	0,11
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
ESG	0,85	16,2	46,4	14,3	18,1	0,89	16,5	48,4	14,7	18,5	0,95	16,8	51,3	15,4	18,8	1,10	17,6	58,2	17,1	19,7
TKO	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	0,23	1,50	3,24	2,72	1,68	0,37	2,80	3,85	3,58	3,14	0,63	5,40	5,09	5,31	6,05
LTD	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00
KAS	0,05	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,70	2,06	1,82	0,78	0,05	0,70	2,09	1,85	0,78	0,06	0,80	2,16	1,90	0,90
STF	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	0,59	7,80	5,83	9,12	8,74	0,62	7,90	6,01	9,31	8,85	0,68	8,20	6,42	9,76	9,18
STT	0,63	9,00	6,06	9,37	10,1	0,65	9,10	6,22	9,54	10,2	0,68	9,2	6,41	9,8	10,3	0,75	9,50	6,87	10,3	10,6
SUM					443					468					500					569

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Sommergerste (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00
DÜP	0,18	0,70	1,10	1,54	0,8	0,27	1,10	1,45	2,10	1,23	0,38	1,50	1,86	2,75	1,68	0,59	2,30	2,68	4,05	2,58
PfID	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,52	23,0	16,1	22,6	25,8	1,85	24,1	18,2	25,0	27,0
EggS	0,33	5,30	5,52	6,27	5,94	0,34	5,30	5,60	6,36	5,94	0,36	5,40	5,71	6,48	6,05	0,39	5,60	5,96	6,75	6,27
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,05	0,00	0,23	0,32	0,00	0,13	0,10	0,53	0,79	0,11	0,22	0,20	0,87	1,33	0,22	0,40	0,30	1,56	2,42	0,34
STÜS	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,0	0,00
SÄS	0,47	4,80	7,32	6,04	5,38	0,49	4,90	7,41	6,16	5,49	0,51	5,00	7,52	6,31	5,60	0,57	5,20	7,77	6,67	5,82
DÜK	0,18	0,70	1,10	1,54	0,78	0,27	1,10	1,45	2,10	1,23	0,38	1,50	1,86	2,75	1,68	0,59	2,30	2,68	4,05	2,58
BBO	0,10	0,10	0,20	0,04	0,11	0,11	0,10	0,26	0,05	0,11	0,12	0,10	0,35	0,06	0,11	0,14	0,10	0,56	0,10	0,11
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	0,60	0,23	1,10	3,71	2,39	0,60	0,28	1,40	3,96	2,74	0,60	0,39	1,90	4,47	3,46	0,60
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,11	0,10	0,28	0,05	0,11	0,13	0,10	0,48	0,09	0,11
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
ESG	0,78	15,8	43,4	13,5	17,7	0,82	16,0	45,3	14,0	17,9	0,88	16,3	47,8	14,6	18,3	1,02	17,1	54,3	16,1	19,2
TKO	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	0,23	1,50	3,24	2,72	1,68	0,37	2,80	3,85	3,58	3,14	0,63	5,40	5,09	5,31	6,05
LTD	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,03	1,78	0,67	0,04	0,60	2,04	1,80	0,67	0,04	0,60	2,06	1,82	0,67	0,05	0,70	2,13	1,87	0,78
STF	0,50	7,20	5,25	8,48	8,06	0,52	7,30	5,37	8,62	8,18	0,54	7,40	5,53	8,79	8,29	0,60	7,70	5,89	9,18	8,62
STT	0,56	8,50	5,62	8,88	9,52	0,58	8,60	5,75	9,03	9,63	0,61	8,80	5,93	9,22	9,86	0,67	9,10	6,35	9,68	10,2
SUM					424					447					476					540

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Sommergerste (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00
DÜP	0,18	0,70	1,12	1,58	0,78	0,27	1,00	1,47	2,13	1,12	0,38	1,40	1,88	2,78	1,57	0,60	2,20	2,71	4,09	2,46
PfID	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	1,35	22,5	15,0	21,4	25,2	1,47	22,9	15,8	22,3	25,6	1,79	23,9	17,8	24,5	26,8
EggS	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	0,31	5,20	5,42	6,17	5,82	0,33	5,30	5,53	6,28	5,94	0,37	5,40	5,78	6,55	6,05
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,03	0,00	0,17	0,23	0,00	0,08	0,10	0,34	0,50	0,11	0,13	0,20	0,54	0,82	0,22	0,24	0,30	0,95	1,46	0,34
STÜS	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,0	0,00
SÄS	0,45	4,70	7,24	5,93	5,26	0,47	4,80	7,33	6,05	5,38	0,49	4,90	7,44	6,20	5,49	0,55	5,10	7,69	6,56	5,71
DÜK	0,18	0,70	1,12	1,58	0,78	0,27	1,00	1,47	2,13	1,12	0,38	1,40	1,88	2,78	1,57	0,60	2,20	2,71	4,09	2,46
BBO	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,17	0,03	0,00	0,11	0,10	0,25	0,05	0,11	0,13	0,10	0,45	0,08	0,11
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	0,60	0,22	1,10	3,71	2,39	0,60	0,28	1,40	3,97	2,75	0,60	0,39	1,90	4,48	3,46	0,60
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	0,10	0,00	0,15	0,03	0,00	0,10	0,00	0,22	0,04	0,00	0,12	0,10	0,42	0,08	0,11
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
ESG	0,75	15,6	42,1	13,2	17,5	0,79	15,9	43,9	13,7	17,8	0,85	16,2	46,5	14,3	18,1	0,99	16,9	53,1	15,8	18,9
TKO	0,12	0,40	2,71	1,99	0,45	0,23	1,50	3,24	2,72	1,68	0,37	2,80	3,85	3,58	3,14	0,63	5,40	5,09	5,31	6,05
LTD	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00	1,44	0,00	77,3	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,01	1,76	0,67	0,04	0,60	2,03	1,77	0,67	0,04	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,60	2,11	1,84	0,67
STF	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	0,48	7,00	5,11	8,33	7,84	0,50	7,10	5,26	8,50	7,95	0,56	7,40	5,61	8,88	8,29
STT	0,52	8,30	5,37	8,62	9,30	0,54	8,40	5,51	8,76	9,41	0,57	8,50	5,68	8,95	9,52	0,63	8,80	6,07	9,38	9,86
SUM					416					437					465					526

A.4.4.4. Hof-Feld-Entfernungen: Winterraps

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Winterraps (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,04	0,00	0,14	0,08	0,00	0,04	0,00	0,15	0,08	0,00	0,04	0,00	0,16	0,08	0,00
DÜP	0,21	0,90	1,29	1,81	1,01	0,31	1,30	1,68	2,43	1,46	0,43	1,70	2,14	3,15	1,90	0,68	2,60	3,06	4,61	2,91
PfID	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	1,73	24,0	17,4	24,1	26,9	1,88	24,5	18,4	25,1	27,4	2,25	25,8	20,8	27,7	28,9
EggS	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	0,53	6,20	6,81	7,69	6,94	0,55	6,40	6,98	7,87	7,17	0,62	6,70	7,37	8,30	7,50
SÄR	0,59	5,30	7,87	6,81	0,51	0,61	5,40	7,98	6,96	0,51	0,64	5,50	8,12	7,15	0,51	0,71	5,80	8,44	7,60	0,51
BBO	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	0,17	0,30	0,90	0,17	0,34	0,18	0,30	1,03	0,19	0,34	0,21	0,40	1,36	0,25	0,45
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,14	0,20	0,63	0,12	0,22	0,17	0,20	0,90	0,17	0,22
DÜK	0,19	0,80	1,03	1,47	0,90	0,25	1,10	1,29	1,88	1,23	0,34	1,40	1,59	2,37	1,57	0,50	2,00	2,21	3,34	2,24
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,60	0,13	0,10	0,53	0,10	0,60	0,14	0,20	0,63	0,12	0,60	0,17	0,20	0,90	0,17	0,60
DÜK	0,18	0,80	0,93	1,35	0,90	0,24	1,00	1,15	1,69	1,12	0,30	1,30	1,41	2,09	1,46	0,44	1,80	1,92	2,90	2,02
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
EWR	1,14	20,9	64,1	18,5	23,4	1,20	21,2	66,8	19,1	23,7	1,28	21,7	70,6	20,0	24,3	1,48	22,7	80,0	22,2	25,4
TKO	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	0,14	0,90	1,89	1,59	1,01	0,21	1,60	2,25	2,09	1,79	0,37	3,10	2,97	3,10	3,47
LTD	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00
KAS	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	0,06	0,70	2,14	1,90	0,78	0,06	0,70	2,17	1,93	0,78	0,06	0,90	2,25	2,01	1,01
STF	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	0,74	8,80	6,82	10,2	9,86	0,78	8,90	7,04	10,4	10,0	0,86	9,30	7,57	11,0	10,4
STT	0,78	9,80	7,01	10,4	11,0	0,81	10,0	7,21	10,6	11,2	0,84	10,2	7,45	10,9	11,4	0,93	10,6	8,01	11,5	11,9
SUM					459					485					516					589

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Winterraps (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00	0,03	0,00	0,12	0,06	0,00
DÜP	0,19	0,80	1,19	1,66	0,90	0,30	1,20	1,59	2,28	1,34	0,42	1,60	2,05	3,01	1,79	0,66	2,50	2,98	4,48	2,80
PfID	1,39	22,7	15,3	21,7	25,4	1,48	23,0	15,9	22,4	25,8	1,62	23,5	16,7	23,3	26,3	1,96	24,7	18,9	25,7	27,7
EggS	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	0,39	5,60	5,94	6,73	6,27	0,41	5,70	6,06	6,87	6,38	0,46	5,90	6,35	7,18	6,61
SÄR	0,49	5,00	7,43	6,19	0,51	0,51	5,00	7,52	6,32	0,51	0,54	5,10	7,64	6,48	0,51	0,59	5,30	7,91	6,86	0,51
BBO	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	0,12	0,10	0,43	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,16	0,20	0,78	0,14	0,22
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	0,11	0,10	0,29	0,05	0,11	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	0,14	0,10	0,60	0,11	0,11
DÜK	0,16	0,70	0,90	1,27	0,78	0,23	1,00	1,17	1,69	1,12	0,31	1,30	1,47	2,18	1,46	0,47	1,90	2,09	3,15	2,13
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,60	0,11	0,10	0,29	0,05	0,60	0,12	0,10	0,38	0,07	0,60	0,14	0,10	0,60	0,11	0,60
DÜK	0,15	0,70	0,80	1,13	0,78	0,21	0,90	1,02	1,48	1,01	0,28	1,20	1,28	1,89	1,34	0,41	1,60	1,79	2,70	1,79
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
EWR	0,96	19,6	56,0	16,5	22,0	1,01	19,9	58,3	17,1	22,3	1,08	20,2	61,5	17,8	22,6	1,25	21,1	69,4	19,7	23,6
TKO	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	0,14	0,90	1,89	1,59	1,01	0,21	1,60	2,25	2,09	1,79	0,37	3,10	2,97	3,10	3,47
LTD	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00
KAS	0,05	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,70	2,06	1,82	0,78	0,05	0,70	2,09	1,85	0,78	0,06	0,80	2,16	1,90	0,90
STF	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	0,59	7,80	5,83	9,12	8,74	0,62	7,90	6,01	9,31	8,85	0,68	8,20	6,42	9,76	9,18
STT	0,63	9,00	6,06	9,37	10,1	0,65	9,10	6,22	9,54	10,2	0,68	9,20	6,41	9,75	10,3	0,75	9,50	6,87	10,3	10,6
SUM					410					433					463					529

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Winterraps (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00
DÜP	0,19	0,80	1,20	1,68	0,90	0,29	1,10	1,60	2,30	1,23	0,41	1,60	2,06	3,03	1,79	0,66	2,50	2,99	4,50	2,80
PfID	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,52	23,0	16,1	22,6	25,8	1,85	24,1	18,2	25,0	27,0
EggS	0,33	5,30	5,52	6,27	5,94	0,34	5,30	5,60	6,36	5,94	0,36	5,40	5,71	6,48	6,05	0,39	5,60	5,96	6,75	6,27
SÄR	0,45	4,80	7,24	5,93	0,51	0,47	4,80	7,33	6,05	0,51	0,49	4,90	7,43	6,19	0,51	0,55	5,10	7,67	6,53	0,51
BBO	0,10	0,10	0,20	0,04	0,11	0,11	0,10	0,26	0,05	0,11	0,12	0,10	0,35	0,06	0,11	0,14	0,10	0,56	0,10	0,11
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,11	0,10	0,28	0,05	0,11	0,13	0,10	0,48	0,09	0,11
DÜK	0,16	0,70	0,90	1,28	0,78	0,23	0,90	1,17	1,69	1,01	0,31	1,20	1,48	2,18	1,34	0,47	1,80	2,09	3,16	2,02
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,60	0,10	0,00	0,20	0,04	0,60	0,11	0,10	0,28	0,05	0,60	0,13	0,10	0,48	0,09	0,60
DÜK	0,15	0,70	0,80	1,13	0,8	0,20	0,90	1,02	1,48	1,01	0,27	1,10	1,27	1,89	1,23	0,41	1,60	1,79	2,70	1,79
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,0	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
EWR	0,89	19,0	52,6	15,7	21,3	0,93	19,3	54,7	16,2	21,6	1,00	19,6	57,6	16,9	22,0	1,16	20,5	65,3	18,7	23,0
TKO	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	0,14	0,90	1,89	1,59	1,01	0,21	1,60	2,25	2,09	1,79	0,37	3,10	2,97	3,10	3,47
LTD	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,03	1,78	0,67	0,04	0,60	2,04	1,80	0,67	0,04	0,60	2,06	1,82	0,67	0,05	0,70	2,13	1,87	0,78
STF	0,50	7,20	5,25	8,48	8,06	0,52	7,30	5,37	8,62	8,18	0,54	7,40	5,53	8,79	8,29	0,60	7,70	5,89	9,18	8,62
STT	0,56	8,50	5,62	8,88	9,52	0,58	8,60	5,75	9,03	9,63	0,61	8,80	5,93	9,22	9,86	0,67	9,10	6,35	9,68	10,2
SUM					392					414					443					507

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Winterraps (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00
DÜP	0,19	0,70	1,23	1,72	0,78	0,30	1,10	1,63	2,34	1,23	0,42	1,60	2,09	3,08	1,79	0,66	2,50	3,02	4,54	2,80
PfID	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	1,35	22,5	15,0	21,4	25,2	1,47	22,9	15,8	22,3	25,6	1,79	23,9	17,8	24,5	26,8
EggS	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	0,31	5,20	5,42	6,17	5,82	0,33	5,30	5,53	6,28	5,94	0,37	5,40	5,78	6,55	6,05
SÄR	0,43	4,70	7,16	5,81	0,51	0,45	4,80	7,24	5,93	0,51	0,47	4,80	7,35	6,07	0,51	0,53	5,00	7,59	6,42	0,51
BBO	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,17	0,03	0,00	0,11	0,10	0,25	0,05	0,11	0,13	0,10	0,45	0,08	0,11
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	0,10	0,00	0,15	0,03	0,00	0,10	0,00	0,22	0,04	0,00	0,12	0,10	0,42	0,08	0,11
DÜK	0,16	0,70	0,92	1,30	0,78	0,23	0,90	1,18	1,72	1,01	0,31	1,20	1,49	2,20	1,34	0,47	1,80	2,11	3,18	2,02
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,60	0,10	0,00	0,15	0,03	0,60	0,10	0,00	0,22	0,04	0,60	0,12	0,10	0,42	0,08	0,60
DÜK	0,15	0,60	0,81	1,15	0,67	0,20	0,80	1,03	1,50	0,90	0,27	1,10	1,28	1,90	1,23	0,41	1,60	1,80	2,72	1,79
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
EWR	0,86	18,8	51,2	15,4	21,1	0,90	19,0	53,3	15,9	21,3	0,97	19,3	56,3	16,6	21,6	1,13	20,2	63,8	18,4	22,6
TKO	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	0,14	0,90	1,89	1,59	1,01	0,21	1,60	2,25	2,09	1,79	0,37	3,10	2,97	3,10	3,47
LTD	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,01	1,76	0,67	0,04	0,60	2,03	1,77	0,67	0,04	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,60	2,11	1,84	0,67
STF	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	0,48	7,00	5,11	8,33	7,84	0,50	7,10	5,26	8,50	7,95	0,56	7,40	5,61	8,88	8,29
STT	0,52	8,30	5,37	8,62	9,30	0,54	8,40	5,51	8,76	9,41	0,57	8,50	5,68	8,95	9,52	0,63	8,80	6,07	9,38	9,86
SUM					383					405					434					497

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Winterraps (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00
DÜP	0,21	0,70	1,28	1,80	0,78	0,31	1,10	1,68	2,42	1,23	0,43	1,50	2,14	3,15	1,68	0,68	2,40	3,07	4,62	2,69
PfID	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,43	22,7	15,5	22,0	25,4	1,74	23,7	17,5	24,1	26,5
EggS	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	0,30	5,10	5,38	6,12	5,71	0,32	5,20	5,48	6,23	5,82	0,36	5,40	5,72	6,49	6,05
SÄR	0,42	4,70	7,11	5,75	0,51	0,44	4,70	7,20	5,86	0,51	0,46	4,80	7,30	6,01	0,51	0,52	5,00	7,54	6,34	0,51
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,16	0,60	0,95	1,35	0,67	0,23	0,90	1,21	1,76	1,01	0,32	1,20	1,52	2,25	1,34	0,48	1,80	2,14	3,23	2,02
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,60	0,09	0,00	0,11	0,02	0,60	0,10	0,00	0,19	0,03	0,60	0,12	0,10	0,38	0,07	0,60
DÜK	0,15	0,60	0,83	1,19	0,67	0,21	0,80	1,05	1,53	0,90	0,28	1,10	1,31	1,94	1,23	0,41	1,60	1,82	2,75	1,79
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
EWR	0,84	18,6	50,4	15,2	20,8	0,88	18,8	52,5	15,7	21,1	0,95	19,2	55,4	16,4	21,5	1,11	20,0	62,7	18,1	22,4
TKO	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	0,14	0,90	1,89	1,59	1,01	0,21	1,60	2,25	2,09	1,79	0,37	3,10	2,97	3,10	3,47
LTD	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	0,04	0,60	2,02	1,76	0,67	0,04	0,60	2,04	1,78	0,67	0,05	0,60	2,09	1,83	0,67
STF	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	0,45	6,80	4,94	8,15	7,62	0,47	6,90	5,08	8,30	7,73	0,52	7,20	5,41	8,66	8,06
STT	0,49	8,10	5,21	8,44	9,07	0,51	8,20	5,34	8,58	9,18	0,54	8,30	5,50	8,75	9,30	0,60	8,60	5,87	9,16	9,63
SUM					378					400					428					491

Hof-Feld-Entfernung: 80 ha Winterraps (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00
DÜP	0,23	0,70	1,36	1,92	0,78	0,33	1,10	1,75	2,55	1,23	0,45	1,50	2,22	3,28	1,68	0,70	2,40	3,15	4,74	2,69
PfID	1,21	21,9	14,1	20,4	24,5	1,29	22,2	14,6	21,0	24,9	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,70	23,6	17,3	23,9	26,4
EggS	0,29	5,00	5,26	6,00	5,60	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	0,31	5,20	5,44	6,19	5,82	0,35	5,30	5,68	6,45	5,94
SÄR	0,42	4,60	7,08	5,71	0,51	0,43	4,70	7,16	5,82	0,51	0,46	4,70	7,26	5,96	0,51	0,51	4,90	7,50	6,29	0,51
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,18	0,60	1,00	1,42	0,67	0,25	0,90	1,26	1,84	1,01	0,33	1,20	1,57	2,33	1,34	0,49	1,80	2,19	3,31	2,02
BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,60	0,09	0,00	0,11	0,02	0,60	0,10	0,00	0,19	0,03	0,60	0,12	0,10	0,38	0,07	0,60
DÜK	0,16	0,60	0,87	1,25	0,67	0,22	0,80	1,09	1,60	0,90	0,29	1,00	1,35	2,00	1,12	0,42	1,50	1,86	2,82	1,68
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
EWR	0,83	18,5	49,8	15,1	20,7	0,87	18,7	51,9	15,5	20,9	0,93	19,0	54,7	16,2	21,3	1,09	19,9	62,0	17,9	22,3
TKO	0,07	0,20	1,58	1,16	0,22	0,14	0,90	1,89	1,59	1,01	0,21	1,60	2,25	2,09	1,79	0,37	3,10	2,97	3,10	3,47
LTD	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00	0,63	0,00	33,8	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	0,04	0,60	2,02	1,76	0,67	0,04	0,60	2,04	1,78	0,67	0,05	0,60	2,09	1,83	0,67
STF	0,42	6,60	4,72	7,90	7,39	0,43	6,70	4,82	8,02	7,50	0,45	6,80	4,96	8,16	7,62	0,50	7,00	5,27	8,51	7,84
STT	0,48	8,00	5,09	8,31	8,96	0,49	8,10	5,22	8,44	9,07	0,52	8,20	5,37	8,61	9,18	0,57	8,40	5,73	9,01	9,41
SUM					377					399					426					488

A.4.4.5. Hof-Feld-Entfernungen: Winterweizen

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Winterweizen (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,04	0,00	0,13	0,07	0,00	0,04	0,00	0,14	0,08	0,00	0,04	0,00	0,15	0,08	0,00	0,04	0,00	0,16	0,08	0,00
DÜP	0,22	0,90	1,30	1,81	1,01	0,33	1,40	1,74	2,50	1,57	0,46	1,90	2,25	3,31	2,13	0,73	2,90	3,28	4,94	3,25
PfID	1,63	23,7	16,8	23,4	26,5	1,73	24,0	17,4	24,1	26,9	1,88	24,5	18,4	25,1	27,4	2,25	25,8	20,8	27,7	28,9
EggS	0,51	6,10	6,68	7,54	6,83	0,53	6,20	6,81	7,69	6,94	0,55	6,40	6,98	7,87	7,17	0,62	6,70	7,37	8,30	7,50
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,18	0,00	0,75	1,13	0,00	0,52	0,10	2,04	3,17	0,11	0,92	0,20	3,54	5,54	0,22	1,71	0,40	6,54	10,3	0,45
STÜS	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11
SÄW	0,61	5,40	7,95	6,92	6,05	0,63	5,50	8,07	7,08	6,16	0,66	5,60	8,21	7,28	6,27	0,73	5,90	8,54	7,74	6,61
BBO	0,16	0,30	0,80	0,15	0,34	0,17	0,30	0,90	0,17	0,34	0,18	0,30	1,03	0,19	0,34	0,21	0,40	1,36	0,25	0,45
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,60	0,13	0,10	0,53	0,10	0,60	0,14	0,20	0,63	0,12	0,60	0,17	0,20	0,90	0,17	0,60
DÜK	0,20	0,90	1,19	1,69	1,01	0,29	1,20	1,54	2,25	1,34	0,40	1,60	1,95	2,89	1,79	0,62	2,40	2,77	4,18	2,69
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,14	0,20	0,63	0,12	0,22	0,17	0,20	0,90	0,17	0,22
DÜK	0,17	0,80	0,85	1,23	0,90	0,22	0,90	1,02	1,51	1,01	0,27	1,10	1,23	1,83	1,23	0,38	1,50	1,64	2,48	1,68
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
BBO	0,12	0,10	0,45	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,14	0,20	0,63	0,12	0,22	0,17	0,20	0,90	0,17	0,22
DÜK	0,17	0,80	0,85	1,23	0,90	0,22	0,90	1,02	1,51	1,01	0,27	1,10	1,23	1,83	1,23	0,38	1,50	1,64	2,48	1,68
PSM	0,23	1,10	3,75	2,45	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,33	1,60	4,22	3,10	1,79	0,44	2,20	4,73	3,81	2,46
EMW	1,04	20,1	55,4	16,4	22,5	1,09	20,4	57,8	17,0	22,8	1,17	20,8	61,3	17,8	23,3	1,35	21,7	69,9	19,8	24,3
TKO	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	0,31	2,00	4,32	3,63	2,24	0,49	3,70	5,14	4,78	4,14	0,84	7,20	6,78	7,08	8,06
LTD	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00
KAS	0,05	0,70	2,11	1,87	0,78	0,06	0,70	2,14	1,90	0,78	0,06	0,70	2,17	1,93	0,78	0,06	0,90	2,25	2,01	1,01
STF	0,72	8,60	6,64	10,0	9,63	0,74	8,80	6,82	10,2	9,86	0,78	8,90	7,04	10,4	10,0	0,86	9,30	7,57	11,0	10,4
STT	0,78	9,80	7,01	10,4	11,0	0,81	10,0	7,21	10,6	11,2	0,84	10,2	7,45	10,9	11,4	0,93	10,6	8,01	11,5	11,9
SUM					526					567					616					724

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Winterweizen (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00	0,03	0,00	0,12	0,06	0,00
DÜP	0,20	0,80	1,28	1,78	0,90	0,32	1,30	1,72	2,48	1,46	0,45	1,80	2,24	3,29	2,02	0,72	2,80	3,27	4,92	3,14
PfID	1,39	22,7	15,3	21,7	25,4	1,48	23,0	15,9	22,4	25,8	1,62	23,5	16,7	23,3	26,3	1,96	24,7	18,9	25,7	27,7
EggS	0,38	5,50	5,84	6,63	6,16	0,39	5,60	5,94	6,73	6,27	0,41	5,70	6,06	6,87	6,38	0,46	5,90	6,35	7,18	6,61
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,09	0,00	0,38	0,55	0,00	0,23	0,10	0,94	1,43	0,11	0,40	0,20	1,58	2,45	0,22	0,74	0,40	2,88	4,49	0,45
STÜS	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11
SÄW	0,51	5,00	7,51	6,31	5,60	0,53	5,10	7,61	6,44	5,71	0,56	5,20	7,73	6,61	5,82	0,62	5,40	8,00	6,99	6,05
BBO	0,12	0,10	0,36	0,07	0,11	0,12	0,10	0,43	0,08	0,11	0,13	0,10	0,53	0,10	0,11	0,16	0,20	0,78	0,14	0,22
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,60	0,11	0,10	0,29	0,05	0,60	0,12	0,10	0,38	0,07	0,60	0,14	0,10	0,60	0,11	0,60
DÜK	0,18	0,80	1,09	1,53	0,90	0,27	1,10	1,44	2,08	1,23	0,38	1,50	1,85	2,73	1,68	0,60	2,30	2,68	4,04	2,58
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	0,11	0,10	0,29	0,05	0,11	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	0,14	0,10	0,60	0,11	0,11
DÜK	0,14	0,70	0,71	1,01	0,78	0,19	0,80	0,88	1,28	0,90	0,24	1,00	1,09	1,61	1,12	0,35	1,40	1,50	2,26	1,57
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
BBO	0,10	0,10	0,23	0,04	0,11	0,11	0,10	0,29	0,05	0,11	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11	0,14	0,10	0,60	0,11	0,11
DÜK	0,14	0,70	0,71	1,01	0,78	0,19	0,80	0,88	1,28	0,90	0,24	1,00	1,09	1,61	1,12	0,35	1,40	1,50	2,26	1,57
PSM	0,19	1,00	3,50	2,09	1,12	0,23	1,20	3,72	2,40	1,34	0,29	1,50	3,97	2,75	1,68	0,39	2,00	4,48	3,47	2,24
EMW	0,87	18,8	47,5	14,5	21,1	0,91	19,0	49,5	15,0	21,3	0,98	19,4	52,4	15,7	21,7	1,13	20,2	59,6	17,4	22,6
TKO	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	0,31	2,00	4,32	3,63	2,24	0,49	3,70	5,14	4,78	4,14	0,84	7,20	6,78	7,08	8,06
LTD	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00
KAS	0,05	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,70	2,06	1,82	0,78	0,05	0,70	2,09	1,85	0,78	0,06	0,80	2,16	1,90	0,90
STF	0,57	7,70	5,69	8,96	8,62	0,59	7,80	5,83	9,12	8,74	0,62	7,90	6,01	9,31	8,85	0,68	8,20	6,42	9,76	9,18
STT	0,63	9,00	6,06	9,37	10,1	0,65	9,10	6,22	9,54	10,2	0,68	9,20	6,41	9,75	10,3	0,75	9,50	6,87	10,3	10,6
SUM					473					506					548					637

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Winterweizen (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06	0,00
DÜP	0,20	0,80	1,30	1,81	0,90	0,32	1,20	1,74	2,50	1,34	0,45	1,70	2,25	3,32	1,90	0,72	2,70	3,28	4,94	3,02
PfID	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,52	23,0	16,1	22,6	25,8	1,85	24,1	18,2	25,0	27,0
EggS	0,33	5,30	5,52	6,27	5,94	0,34	5,30	5,60	6,36	5,94	0,36	5,40	5,71	6,48	6,05	0,39	5,60	5,96	6,75	6,27
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,05	0,00	0,26	0,36	0,00	0,14	0,10	0,57	0,85	0,11	0,23	0,20	0,93	1,42	0,22	0,42	0,40	1,65	2,56	0,45
STÜS	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11
SÄW	0,47	4,80	7,32	6,04	5,38	0,49	4,90	7,41	6,16	5,49	0,51	5,00	7,52	6,32	5,60	0,57	5,20	7,77	6,67	5,82
BBO	0,10	0,10	0,20	0,04	0,11	0,11	0,10	0,26	0,05	0,11	0,12	0,10	0,35	0,06	0,11	0,14	0,10	0,56	0,10	0,11
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,60	0,10	0,00	0,20	0,04	0,60	0,11	0,10	0,28	0,05	0,60	0,13	0,10	0,48	0,09	0,60
DÜK	0,18	0,70	1,10	1,54	0,78	0,27	1,10	1,45	2,10	1,23	0,38	1,50	1,86	2,75	1,68	0,59	2,30	2,68	4,05	2,58
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,11	0,10	0,28	0,05	0,11	0,13	0,10	0,48	0,09	0,11
DÜK	0,14	0,60	0,70	1,00	0,67	0,18	0,80	0,88	1,28	0,90	0,24	1,00	1,08	1,60	1,12	0,34	1,40	1,49	2,25	1,57
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
BBO	0,10	0,00	0,14	0,03	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,11	0,10	0,28	0,05	0,11	0,13	0,10	0,48	0,09	0,11
DÜK	0,14	0,60	0,70	1,00	0,67	0,18	0,80	0,88	1,28	0,90	0,24	1,00	1,08	1,60	1,12	0,34	1,40	1,49	2,25	1,57
PSM	0,18	0,90	3,49	2,08	1,01	0,23	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,96	2,74	1,57	0,39	1,90	4,47	3,46	2,13
EMW	0,80	18,2	44,2	13,7	20,4	0,84	18,4	46,1	14,2	20,6	0,90	18,7	48,7	14,8	20,9	1,04	19,5	55,4	16,4	21,8
TKO	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	0,31	2,00	4,32	3,63	2,24	0,49	3,70	5,14	4,78	4,14	0,84	7,20	6,78	7,08	8,06
LTD	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,03	1,78	0,67	0,04	0,60	2,04	1,80	0,67	0,04	0,60	2,06	1,82	0,67	0,05	0,70	2,13	1,87	0,78
STF	0,50	7,20	5,25	8,48	8,06	0,52	7,30	5,37	8,62	8,18	0,54	7,40	5,53	8,79	8,29	0,60	7,70	5,89	9,18	8,62
STT	0,56	8,50	5,62	8,88	9,52	0,58	8,60	5,75	9,03	9,63	0,61	8,80	5,93	9,22	9,86	0,67	9,10	6,35	9,68	10,2
SUM					452					484					523					606

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Winterweizen (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,00
DÜP	0,21	0,80	1,33	1,86	0,90	0,32	1,20	1,77	2,55	1,34	0,46	1,70	2,29	3,37	1,90	0,73	2,70	3,32	5,00	3,02
PfID	1,27	22,2	14,5	20,9	24,9	1,35	22,5	15,0	21,4	25,2	1,47	22,9	15,8	22,3	25,6	1,79	23,9	17,8	24,5	26,8
EggS	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	0,31	5,20	5,42	6,17	5,82	0,33	5,30	5,53	6,28	5,94	0,37	5,40	5,78	6,55	6,05
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,04	0,00	0,20	0,27	0,00	0,09	0,10	0,39	0,56	0,11	0,15	0,20	0,61	0,91	0,22	0,26	0,40	1,04	1,60	0,45
STÜS	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11
SÄW	0,45	4,80	7,24	5,93	5,38	0,47	4,80	7,33	6,05	5,38	0,49	4,90	7,44	6,20	5,49	0,55	5,10	7,69	6,56	5,71
BBO	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,17	0,03	0,00	0,11	0,10	0,25	0,05	0,11	0,13	0,10	0,45	0,08	0,11
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,60	0,10	0,00	0,15	0,03	0,60	0,10	0,00	0,22	0,04	0,60	0,12	0,10	0,42	0,08	0,60
DÜK	0,18	0,70	1,12	1,58	0,78	0,27	1,00	1,47	2,13	1,12	0,38	1,40	1,88	2,78	1,57	0,60	2,20	2,71	4,09	2,46
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	0,10	0,00	0,15	0,03	0,00	0,10	0,00	0,22	0,04	0,00	0,12	0,10	0,42	0,08	0,11
DÜK	0,14	0,60	0,71	1,01	0,67	0,18	0,80	0,88	1,29	0,90	0,23	1,00	1,09	1,61	1,12	0,34	1,40	1,50	2,26	1,57
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
BBO	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	0,10	0,00	0,15	0,03	0,00	0,10	0,00	0,22	0,04	0,00	0,12	0,10	0,42	0,08	0,11
DÜK	0,14	0,60	0,71	1,01	0,67	0,18	0,80	0,88	1,29	0,90	0,23	1,00	1,09	1,61	1,12	0,34	1,40	1,50	2,26	1,57
PSM	0,18	0,90	3,50	2,09	1,01	0,22	1,10	3,71	2,39	1,23	0,28	1,40	3,97	2,75	1,57	0,39	1,90	4,48	3,46	2,13
EMW	0,77	17,9	42,7	13,4	20,0	0,81	18,1	44,6	13,8	20,3	0,86	18,5	47,2	14,5	20,7	1,01	19,2	53,9	16,0	21,5
TKO	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	0,31	2,00	4,32	3,63	2,24	0,49	3,70	5,14	4,78	4,14	0,84	7,20	6,78	7,08	8,06
LTD	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,01	1,76	0,67	0,04	0,60	2,03	1,77	0,67	0,04	0,60	2,05	1,80	0,67	0,05	0,60	2,11	1,84	0,67
STF	0,46	7,00	5,00	8,20	7,84	0,48	7,00	5,11	8,3	7,84	0,50	7,10	5,26	8,50	7,95	0,56	7,40	5,61	8,88	8,29
STT	0,52	8,30	5,37	8,62	9,30	0,54	8,4	5,51	8,8	9,41	0,57	8,50	5,68	8,95	9,52	0,63	8,80	6,07	9,38	9,86
SUM					443					473					511					592

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Winterweizen (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00
DÜP	0,22	0,80	1,39	1,95	0,90	0,34	1,20	1,83	2,64	1,34	0,47	1,70	2,34	3,46	1,90	0,74	2,70	3,37	5,08	3,02
PfID	1,23	22,0	14,3	20,6	24,6	1,31	22,3	14,8	21,2	25,0	1,43	22,7	15,5	22,0	25,4	1,74	23,7	17,5	24,1	26,5
EggS	0,29	5,10	5,30	6,03	5,71	0,30	5,10	5,38	6,12	5,71	0,32	5,20	5,48	6,23	5,82	0,36	5,40	5,72	6,49	6,05
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,03	0,00	0,17	0,22	0,00	0,06	0,10	0,30	0,42	0,11	0,10	0,20	0,44	0,65	0,22	0,18	0,40	0,74	1,11	0,45
STÜS	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11
SÄW	0,44	4,70	7,20	5,87	5,26	0,46	4,80	7,28	5,99	5,38	0,48	4,90	7,39	6,14	5,49	0,54	5,00	7,64	6,49	5,60
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,60	0,09	0,00	0,11	0,02	0,60	0,10	0,00	0,19	0,03	0,60	0,12	0,10	0,38	0,07	0,60
DÜK	0,19	0,70	1,16	1,65	0,78	0,29	1,00	1,52	2,20	1,12	0,39	1,40	1,93	2,85	1,57	0,61	2,20	2,75	4,16	2,46
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,14	0,60	0,72	1,03	0,67	0,18	0,70	0,90	1,31	0,78	0,24	0,90	1,11	1,64	1,01	0,35	1,30	1,52	2,29	1,46
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,14	0,60	0,72	1,03	0,67	0,18	0,70	0,90	1,31	0,78	0,24	0,90	1,11	1,64	1,01	0,35	1,30	1,52	2,29	1,46
PSM	0,18	0,90	3,52	2,12	1,01	0,23	1,10	3,73	2,42	1,23	0,28	1,30	3,99	2,78	1,46	0,39	1,90	4,50	3,49	2,13
EMW	0,75	17,8	41,9	13,2	19,9	0,79	18,0	43,7	13,6	20,2	0,84	18,3	46,4	14,2	20,5	0,99	19,0	52,9	15,8	21,3
TKO	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	0,31	2,00	4,32	3,63	2,24	0,49	3,70	5,14	4,78	4,14	0,84	7,20	6,78	7,08	8,06
LTD	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	0,04	0,60	2,02	1,76	0,67	0,04	0,60	2,04	1,78	0,67	0,05	0,60	2,09	1,83	0,67
STF	0,43	6,80	4,83	8,03	7,62	0,45	6,80	4,94	8,15	7,62	0,47	6,90	5,08	8,30	7,73	0,52	7,20	5,41	8,66	8,06
STT	0,49	8,10	5,21	8,44	9,07	0,51	8,20	5,34	8,58	9,18	0,54	8,30	5,50	8,75	9,30	0,60	8,60	5,87	9,16	9,63
SUM					438					468					504					584

Hof-Feld-Entfernung: 80 ha Winterweizen (Datengrundlage)

HFE	1 km					5 km					10 km					20 km				
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST
Bpr.	0,02	0,00	0,08	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,02	0,00	0,09	0,05	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	0,00
DÜP	0,24	0,80	1,47	2,09	0,90	0,36	1,20	1,91	2,78	1,34	0,49	1,70	2,43	3,59	1,90	0,77	2,60	3,46	5,22	2,91
PfID	1,21	21,9	14,1	20,4	24,5	1,29	22,2	14,6	21,0	24,9	1,40	22,6	15,3	21,8	25,3	1,70	23,6	17,3	23,9	26,4
EggS	0,29	5,00	5,26	6,00	5,60	0,30	5,10	5,34	6,08	5,71	0,31	5,20	5,44	6,19	5,82	0,35	5,30	5,68	6,45	5,94
STFR	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51	0,00	0,00	0,02	0,02	0,51
STDR	0,03	0,00	0,15	0,19	0,00	0,05	0,10	0,25	0,34	0,11	0,08	0,20	0,36	0,52	0,22	0,14	0,40	0,58	0,87	0,45
STÜS	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11	0,01	0,10	0,04	0,06	0,11
SÄW	0,44	4,70	7,17	5,83	5,26	0,45	4,70	7,25	5,94	5,26	0,48	4,80	7,36	6,09	5,38	0,53	5,00	7,60	6,43	5,60
BBO	0,09	0,00	0,06	0,01	0,00	0,10	0,00	0,12	0,02	0,00	0,10	0,00	0,20	0,04	0,00	0,12	0,10	0,39	0,07	0,11
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,60	0,09	0,00	0,11	0,02	0,60	0,10	0,00	0,19	0,03	0,60	0,12	0,10	0,38	0,07	0,60
DÜK	0,21	0,70	1,23	1,76	0,78	0,30	1,00	1,58	2,31	1,12	0,41	1,40	2,00	2,96	1,57	0,63	2,20	2,82	4,26	2,46
BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,15	0,60	0,75	1,08	0,67	0,19	0,70	0,93	1,36	0,78	0,25	0,90	1,14	1,69	1,01	0,35	1,30	1,55	2,34	1,46
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
BBO	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00	0,09	0,00	0,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,19	0,03	0,00	0,12	0,10	0,38	0,07	0,11
DÜK	0,15	0,60	0,75	1,08	0,67	0,19	0,70	0,93	1,36	0,78	0,25	0,90	1,14	1,69	1,01	0,35	1,30	1,55	2,34	1,46
PSM	0,19	0,90	3,55	2,17	1,01	0,24	1,10	3,77	2,48	1,23	0,29	1,30	4,03	2,83	1,46	0,40	1,90	4,54	3,55	2,13
EMW	0,74	17,6	41,3	13,1	19,7	0,78	17,8	43,2	13,5	19,9	0,83	18,1	45,7	14,1	20,3	0,97	18,9	52,1	15,6	21,2
TKO	0,16	0,50	3,62	2,65	0,56	0,31	2,00	4,32	3,63	2,24	0,49	3,70	5,14	4,78	4,14	0,84	7,20	6,78	7,08	8,06
LTD	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00	1,28	0,00	68,6	0,00	0,00
KAS	0,04	0,60	2,00	1,75	0,67	0,04	0,60	2,02	1,76	0,67	0,04	0,60	2,04	1,78	0,67	0,05	0,60	2,09	1,83	0,67
STF	0,42	6,60	4,72	7,90	7,39	0,43	6,70	4,82	8,02	7,50	0,45	6,80	4,96	8,16	7,62	0,50	7,00	5,27	8,51	7,84
STT	0,48	8,00	5,09	8,31	8,96	0,49	8,1	5,22	8,44	9,07	0,52	8,20	5,37	8,61	9,18	0,57	8,40	5,73	9,01	9,41
SUM					438					466					502					581

A.4.4.6. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeitserledigungskosten: Körnermais

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Körnermais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,03	0,04
PfID	0,10	0,30	0,64	0,71	0,34	0,25	0,80	1,57	1,72	0,90	0,62	2,10	3,97	4,35	2,35	3,19	7,94	19,97
GüH	0,50	3,80	2,34	3,27	4,26	1,08	8,30	5,07	7,09	9,30	2,26	17,3	10,6	14,8	19,4	17,37	37,66	78,58
EggS	0,02	0,10	0,13	0,15	0,11	0,04	0,30	0,30	0,33	0,34	0,11	0,60	0,69	0,76	0,67	0,69	1,57	3,77
DÜD	0,02	0,10	0,09	0,14	0,00	0,05	0,20	0,19	0,30	0,00	0,10	0,40	0,40	0,62	0,00	0,53	1,24	2,52
SÄM	0,02	0,10	0,08	0,14	0,11	0,05	0,20	0,19	0,31	0,22	0,12	0,40	0,44	0,71	0,45	0,63	1,47	3,40
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72
BBO	0,01	0,00	0,10	0,02	0,00	0,02	0,00	0,23	0,04	0,00	0,05	0,10	0,56	0,10	0,11	0,27	0,57	1,52
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,11	0,05	0,10	0,45	0,09	0,11	0,25	0,63	1,40
DÜK	0,06	0,30	0,26	0,41	0,00	0,15	0,60	0,56	0,90	0,00	0,31	1,20	1,18	1,87	0,00	1,57	3,71	7,70
EKM	0,06	0,30	2,65	0,63	0,34	0,14	0,70	6,36	1,51	0,78	0,34	1,70	15,6	3,69	1,90	4,52	10,75	26,24
TKO	0,23	2,20	1,06	1,47	2,46	0,49	4,80	2,29	3,19	5,38	1,02	10,0	4,76	6,64	11,2	8,44	18,21	37,90
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,06	0,06	0,00	0,01	0,20	0,14	0,14	0,00	0,21	0,27	0,43
STF	0,02	0,20	0,18	0,20	0,22	0,06	0,30	0,40	0,44	0,34	0,14	0,70	0,93	1,01	0,78	0,90	2,08	4,82
SUM																41,80	92,48	201,74

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Körnermais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
PfID	0,09	0,30	0,59	0,64	0,34	0,23	0,80	1,43	1,56	0,90	0,57	2,00	3,67	4,01	2,24	2,92	7,34	18,47
GüH	0,50	3,70	2,34	3,26	4,14	1,09	8,20	5,07	7,09	9,18	2,27	17,2	10,6	14,7	19,3	17,24	37,69	78,60
EggS	0,01	0,10	0,10	0,10	0,11	0,03	0,20	0,22	0,24	0,22	0,08	0,40	0,51	0,55	0,45	0,46	1,13	2,71
DÜD	0,02	0,10	0,09	0,14	0,00	0,05	0,20	0,19	0,30	0,00	0,10	0,40	0,39	0,62	0,00	0,53	1,24	2,51
SÄM	0,02	0,10	0,08	0,12	0,11	0,04	0,10	0,17	0,27	0,11	0,10	0,30	0,39	0,61	0,34	0,61	1,15	2,84
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48
BBO	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,01	0,00	0,17	0,03	0,00	0,04	0,10	0,42	0,07	0,11	0,08	0,35	1,20
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04
DÜK	0,07	0,30	0,27	0,42	0,00	0,15	0,60	0,57	0,91	0,00	0,31	1,20	1,19	1,88	0,00	1,74	3,73	7,72
EKM	0,05	0,20	2,16	0,51	0,22	0,11	0,60	5,18	1,23	0,67	0,27	1,40	12,7	3,01	1,57	3,64	8,73	21,30
TKO	0,23	2,20	1,06	1,47	2,46	0,49	4,80	2,29	3,19	5,38	1,02	10,0	4,76	6,64	11,2	8,44	18,21	37,90
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,10	0,01	0,02	0,00	0,00	0,10	0,04	0,05	0,00	0,01	0,20	0,11	0,10	0,00	0,03	0,09	0,36
STF	0,02	0,10	0,14	0,16	0,11	0,05	0,20	0,32	0,35	0,22	0,11	0,50	0,73	0,80	0,56	0,71	1,64	3,74
SUM																39,35	88,19	191,38

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Körnermais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,16	0,18
PfID	0,09	0,30	0,55	0,61	0,34	0,21	0,70	1,35	1,48	0,78	0,54	1,80	3,46	3,79	2,02	2,85	6,76	17,37
GüH	0,51	3,80	2,34	3,27	4,26	1,10	8,30	5,07	7,10	9,30	2,28	17,3	10,6	14,8	19,4	17,52	37,97	78,88
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,03	0,10	0,19	0,21	0,11	0,06	0,30	0,44	0,48	0,34	0,32	0,96	2,16
DÜD	0,03	0,00	0,09	0,14	0,00	0,05	0,10	0,19	0,30	0,00	0,11	0,30	0,40	0,63	0,00	0,68	1,24	2,68
SÄM	0,02	0,00	0,07	0,11	0,00	0,04	0,10	0,16	0,25	0,11	0,09	0,30	0,36	0,56	0,34	0,48	1,12	2,61
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,02	0,00	0,04	0,00	0,36	0,06	0,00	0,22	0,47	1,02
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,11	0,03	0,10	0,34	0,06	0,11	0,07	0,42	0,96
DÜK	0,07	0,20	0,27	0,41	0,00	0,15	0,50	0,58	0,90	0,00	0,31	1,10	1,19	1,88	0,00	1,73	3,73	7,72
EKM	0,05	0,20	1,95	0,47	0,22	0,11	0,60	4,69	1,12	0,67	0,26	1,30	11,7	2,78	1,46	3,39	8,13	19,81
TKO	0,23	2,20	1,06	1,47	2,46	0,49	4,80	2,29	3,19	5,38	1,02	10,0	4,76	6,64	11,2	8,44	18,21	37,90
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,10	0,10	0,09	0,00	0,03	0,07	0,34
STF	0,02	0,10	0,12	0,14	0,11	0,04	0,20	0,28	0,31	0,22	0,10	0,50	0,64	0,70	0,56	0,67	1,41	3,40
SUM																39,41	87,04	188,27

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Körnermais (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,17
PfID	0,08	0,30	0,53	0,58	0,34	0,20	0,70	1,30	1,42	0,78	0,52	1,70	3,33	3,65	1,90	2,65	6,50	16,68
GüH	0,50	3,70	2,33	3,27	4,14	1,09	8,20	5,07	7,10	9,18	2,27	17,2	10,6	14,8	19,3	17,24	37,70	78,61
EggS	0,01	0,10	0,08	0,09	0,11	0,03	0,20	0,19	0,20	0,22	0,07	0,30	0,44	0,47	0,34	0,43	1,06	2,30
DÜD	0,02	0,10	0,09	0,14	0,00	0,05	0,20	0,20	0,30	0,00	0,10	0,40	0,40	0,62	0,00	0,53	1,25	2,52
SÄM	0,02	0,10	0,07	0,11	0,11	0,04	0,20	0,15	0,25	0,22	0,09	0,30	0,36	0,57	0,34	0,59	1,22	2,62
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,10	0,14	0,03	0,11	0,04	0,10	0,34	0,06	0,11	0,22	0,58	1,11
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,30	0,95
DÜK	0,07	0,20	0,26	0,42	0,00	0,15	0,50	0,57	0,90	0,00	0,31	1,10	1,19	1,88	0,00	1,73	3,72	7,72
EKM	0,04	0,20	1,97	0,47	0,22	0,10	0,50	4,75	1,13	0,56	0,25	1,30	11,7	2,78	1,46	3,26	7,94	19,69
TKO	0,23	2,20	1,06	1,47	2,46	0,49	4,80	2,29	3,19	5,38	1,02	10,0	4,76	6,64	11,2	8,44	18,21	37,90
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,01	0,00	0,10	0,08	0,00	0,03	0,08	0,33
STF	0,02	0,00	0,11	0,13	0,00	0,04	0,10	0,26	0,30	0,11	0,10	0,40	0,61	0,68	0,45	0,54	1,27	3,24
SUM																38,56	86,23	187,08

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Körnermais (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
PfID	0,08	0,30	0,51	0,57	0,34	0,20	0,70	1,26	1,38	0,78	0,51	1,70	3,24	3,55	1,90	2,62	6,42	16,34
GüH	0,50	3,70	2,33	3,27	4,14	1,09	8,20	5,07	7,09	9,18	2,27	17,1	10,6	14,8	19,2	17,24	37,69	78,50
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,03	0,10	0,18	0,20	0,11	0,07	0,30	0,42	0,46	0,34	0,32	0,94	2,27
DÜD	0,02	0,10	0,09	0,14	0,00	0,05	0,20	0,19	0,30	0,00	0,10	0,40	0,40	0,63	0,00	0,53	1,24	2,53
SÄM	0,02	0,10	0,07	0,11	0,11	0,04	0,10	0,16	0,24	0,11	0,09	0,30	0,36	0,56	0,34	0,59	1,11	2,61
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,11	0,06	0,30	0,94
DÜK	0,07	0,30	0,26	0,41	0,00	0,16	0,60	0,57	0,90	0,00	0,32	1,20	1,19	1,88	0,00	1,72	3,87	7,87
EKM	0,04	0,20	1,92	0,46	0,22	0,10	0,50	4,62	1,10	0,56	0,25	1,30	11,4	2,71	1,46	3,20	7,78	19,33
TKO	0,23	2,20	1,06	1,47	2,46	0,49	4,80	2,29	3,19	5,38	1,02	10,0	4,76	6,64	11,2	8,44	18,21	37,90
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,02	0,00	0,11	0,12	0,00	0,04	0,10	0,25	0,27	0,11	0,09	0,40	0,58	0,63	0,45	0,53	1,23	3,01
SUM																38,49	85,36	185,98

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Körnermais (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
PfID	0,08	0,30	0,51	0,55	0,34	0,19	0,70	1,24	1,35	0,78	0,49	1,70	3,18	3,47	1,90	2,60	6,22	15,90
GüH	0,50	3,70	2,34	3,27	4,14	1,09	8,20	5,07	7,09	9,18	2,27	17,1	10,6	14,8	19,2	17,25	37,69	78,50
EggS	0,01	0,10	0,08	0,08	0,11	0,02	0,20	0,18	0,19	0,22	0,06	0,30	0,42	0,45	0,34	0,42	0,89	2,11
DÜD	0,03	0,10	0,09	0,14	0,00	0,05	0,20	0,19	0,31	0,00	0,11	0,40	0,40	0,63	0,00	0,68	1,25	2,68
SÄM	0,01	0,00	0,06	0,11	0,00	0,04	0,10	0,15	0,24	0,11	0,09	0,30	0,34	0,55	0,34	0,32	1,10	2,58
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,07	0,31	0,95
DÜK	0,07	0,30	0,26	0,42	0,00	0,15	0,60	0,57	0,91	0,00	0,31	1,20	1,19	1,89	0,00	1,73	3,73	7,73
EKM	0,04	0,20	1,92	0,46	0,22	0,10	0,50	4,62	1,10	0,56	0,25	1,30	11,4	2,71	1,46	3,20	7,78	19,33
TKO	0,23	2,20	1,06	1,47	2,46	0,49	4,80	2,29	3,19	5,38	1,02	10,0	4,76	6,64	11,2	8,44	18,21	37,90
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,01	0,10	0,10	0,12	0,11	0,03	0,20	0,24	0,26	0,22	0,08	0,40	0,55	0,61	0,45	0,48	1,17	2,81
SUM																38,47	84,94	185,21

A.4.4.7. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeitserledigungskosten: Silomais

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Silomais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,03	0,04
DÜP	0,14	0,50	0,55	0,86	0,56	0,31	1,20	1,20	1,88	1,34	0,65	2,40	2,48	3,91	2,69	4,07	9,07	18,83
PfID	0,10	0,30	0,64	0,71	0,34	0,25	0,80	1,57	1,72	0,90	0,62	2,10	3,97	4,35	2,35	3,19	7,94	19,97
GÜH	0,67	5,00	3,12	4,36	5,60	1,45	11,0	6,76	9,45	12,3	3,02	23,0	14,1	19,7	25,8	23,13	50,28	104,79
EggS	0,02	0,10	0,13	0,15	0,00	0,04	0,30	0,30	0,33	0,00	0,11	0,60	0,69	0,76	0,00	0,58	1,23	3,10
SÄM	0,02	0,10	0,08	0,14	0,11	0,05	0,20	0,19	0,31	0,22	0,12	0,40	0,44	0,71	0,45	0,63	1,47	3,40
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72
BBO	0,01	0,00	0,10	0,02	0,00	0,02	0,00	0,23	0,04	0,00	0,05	0,10	0,56	0,10	0,11	0,27	0,57	1,52
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,11	0,05	0,10	0,45	0,09	0,11	0,25	0,63	1,40
DÜK	0,11	0,50	0,44	0,69	0,00	0,24	1,00	0,95	1,50	0,00	0,51	2,00	1,98	3,13	0,00	2,78	6,05	12,76
ESM	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	230	0,00	0,00	0,00	0,00	700	0,00	100,00	230,00	700,00
LSM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,06	0,06	0,00	0,01	0,20	0,14	0,14	0,22	0,21	0,27	0,65
STF	0,02	0,20	0,18	0,20	0,00	0,06	0,30	0,40	0,44	0,00	0,14	0,70	0,93	1,01	0,00	0,68	1,74	4,04
SUM																139,02	315,65	883,95

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Silomais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
DÜP	0,14	0,50	0,55	0,87	0,56	0,31	1,20	1,19	1,89	1,34	0,64	2,40	2,48	3,92	2,69	4,08	9,07	18,69
PfID	0,09	0,30	0,59	0,64	0,34	0,23	0,80	1,43	1,56	0,90	0,57	2,00	3,67	4,01	2,24	2,92	7,34	18,47
GÜH	0,67	4,90	3,12	4,36	5,49	1,45	10,9	6,76	9,46	12,2	3,03	23,0	14,1	19,7	25,8	23,02	50,18	104,95
EggS	0,01	0,10	0,10	0,10	0,00	0,03	0,20	0,22	0,24	0,00	0,08	0,40	0,51	0,55	0,00	0,35	0,91	2,26
SÄM	0,02	0,10	0,08	0,12	0,11	0,04	0,10	0,17	0,27	0,11	0,10	0,30	0,39	0,61	0,34	0,61	1,15	2,84
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48
BBO	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,01	0,00	0,17	0,03	0,00	0,04	0,10	0,42	0,07	0,11	0,08	0,35	1,20
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04
DÜK	0,12	0,50	0,44	0,70	0,00	0,25	1,00	0,96	1,51	0,00	0,52	2,00	1,99	3,14	0,00	2,94	6,22	12,93
ESM	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	240	0,00	0,00	0,00	0,00	630	0,00	100,00	240,00	630,00
LSM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,10	0,01	0,02	0,11	0,00	0,10	0,04	0,05	0,11	0,01	0,20	0,11	0,10	0,22	0,14	0,20	0,58
STF	0,02	0,10	0,14	0,16	0,00	0,05	0,20	0,32	0,35	0,00	0,11	0,50	0,73	0,80	0,00	0,60	1,42	3,18
SUM																137,68	323,72	809,13

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Silomais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,16	0,18
DÜP	0,14	0,50	0,55	0,87	0,56	0,31	1,10	1,19	1,89	1,23	0,65	2,40	2,48	3,92	2,69	4,08	8,96	18,84
PfID	0,09	0,30	0,55	0,61	0,34	0,21	0,70	1,35	1,48	0,78	0,54	1,80	3,46	3,79	2,02	2,85	6,76	17,37
GÜH	0,68	5,00	3,12	4,36	5,60	1,46	11,0	6,76	9,46	12,3	3,04	23,0	14,1	19,7	25,8	23,28	50,44	105,10
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,03	0,10	0,19	0,21	0,00	0,06	0,30	0,44	0,48	0,00	0,32	0,85	1,82
SÄM	0,02	0,00	0,07	0,11	0,00	0,04	0,10	0,16	0,25	0,11	0,09	0,30	0,36	0,56	0,34	0,48	1,12	2,61
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,02	0,00	0,04	0,00	0,36	0,06	0,00	0,22	0,47	1,02
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,11	0,03	0,10	0,34	0,06	0,11	0,07	0,42	0,96
DÜK	0,12	0,40	0,44	0,69	0,00	0,25	0,90	0,95	1,51	0,00	0,52	1,90	1,98	3,13	0,00	2,93	6,21	12,91
ESM	0,00	0,00	0,00	70,0	0,00	0,00	0,00	0,00	210	0,00	0,00	0,00	0,00	600	0,00	70,00	210,00	600,00
LSM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,10	0,10	0,09	0,11	0,03	0,07	0,45
STF	0,02	0,10	0,12	0,14	0,00	0,04	0,20	0,28	0,31	0,00	0,10	0,50	0,64	0,70	0,00	0,56	1,19	2,84
SUM																107,82	293,04	777,35

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Silomais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
DÜP	0,14	0,50	0,55	0,87	0,56	0,31	1,10	1,20	1,89	1,23	0,65	2,30	2,49	3,92	2,58	4,08	8,97	18,74	
PfID	0,08	0,30	0,53	0,58	0,34	0,20	0,70	1,30	1,42	0,78	0,52	1,70	3,33	3,65	1,90	2,65	6,50	16,68	
GÜH	0,67	5,00	3,12	4,35	5,60	1,46	10,9	6,77	9,45	12,2	3,03	22,9	14,1	19,7	25,6	23,12	50,33	104,83	
EggS	0,01	0,10	0,08	0,09	0,00	0,03	0,20	0,19	0,20	0,00	0,07	0,30	0,44	0,47	0,00	0,32	0,84	1,96	
SÄM	0,02	0,10	0,07	0,11	0,11	0,04	0,20	0,15	0,25	0,22	0,09	0,30	0,36	0,57	0,34	0,59	1,22	2,62	
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62	
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,10	0,14	0,03	0,11	0,04	0,10	0,34	0,06	0,11	0,22	0,58	1,11	
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62	
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,30	0,95	
DÜK	0,11	0,40	0,44	0,69	0,00	0,25	0,90	0,96	1,51	0,00	0,52	1,90	1,99	3,14	0,00	2,78	6,22	12,93	
ESM	0,00	0,00	0,00	80,0	0,00	0,00	0,00	0,00	220	0,00	0,00	0,00	0,00	620	0,00	80,00	220,00	620,00	
LSM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,01	0,00	0,10	0,08	0,00	0,03	0,08	0,33	
STF	0,02	0,00	0,11	0,13	0,00	0,04	0,10	0,26	0,30	0,00	0,10	0,40	0,61	0,68	0,00	0,54	1,16	2,79	
SUM																117,22	302,59	796,35	

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Silomais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,15	0,50	0,55	0,86	0,56	0,32	1,20	1,19	1,88	1,34	0,66	2,40	2,48	3,91	2,69	4,22	9,21	18,98
PfID	0,08	0,30	0,51	0,57	0,34	0,20	0,70	1,26	1,38	0,78	0,51	1,70	3,24	3,55	1,90	2,62	6,42	16,34
GÜH	0,67	4,90	3,12	4,36	5,49	1,46	10,9	6,76	9,46	12,2	3,03	22,8	14,1	19,7	25,5	23,02	50,33	104,73
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,03	0,10	0,18	0,20	0,00	0,07	0,30	0,42	0,46	0,00	0,32	0,83	1,93
SÄM	0,02	0,10	0,07	0,11	0,11	0,04	0,10	0,16	0,24	0,11	0,09	0,30	0,36	0,56	0,34	0,59	1,11	2,61
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,11	0,06	0,30	0,94
DÜK	0,12	0,40	0,44	0,69	0,00	0,25	0,90	0,95	1,51	0,00	0,52	1,90	1,98	3,13	0,00	2,93	6,21	12,91
ESM	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	230	0,00	0,00	0,00	0,00	620	0,00	100,00	230,00	620,00
LSM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,02	0,00	0,11	0,12	0,00	0,04	0,10	0,25	0,27	0,00	0,09	0,40	0,58	0,63	0,00	0,53	1,12	2,56
SUM																137,51	312,09	795,68

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Silomais (Differenz d. Arbeitserledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,15	0,50	0,55	0,87	0,56	0,32	1,20	1,19	1,88	1,34	0,66	2,40	2,48	3,92	2,69	4,23	9,21	18,99
PfID	0,08	0,30	0,51	0,55	0,34	0,19	0,70	1,24	1,35	0,78	0,49	1,70	3,18	3,47	1,90	2,60	6,22	15,90
GÜH	0,67	4,90	3,12	4,36	5,49	1,45	10,9	6,77	9,45	12,2	3,03	22,8	14,1	19,7	25,5	23,02	50,18	104,72
EggS	0,01	0,10	0,08	0,08	0,00	0,02	0,20	0,18	0,19	0,00	0,06	0,30	0,42	0,45	0,00	0,31	0,67	1,77
SÄM	0,01	0,00	0,06	0,11	0,00	0,04	0,10	0,15	0,24	0,11	0,09	0,30	0,34	0,55	0,34	0,32	1,10	2,58
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,07	0,31	0,95
DÜK	0,12	0,40	0,44	0,69	0,00	0,25	0,90	0,96	1,50	0,00	0,53	1,80	1,99	3,13	0,00	2,93	6,21	13,07
ESM	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	230	0,00	0,00	0,00	0,00	600	0,00	100,00	230,00	600,00
LSM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,01	0,10	0,10	0,12	0,00	0,03	0,20	0,24	0,26	0,00	0,08	0,40	0,55	0,61	0,00	0,37	0,95	2,36
SUM																137,11	311,43	775,06

A.4.4.8. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeiterledigungskosten: Sommergerste

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Sommergerste (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04
DÜP	0,09	0,30	0,35	0,56	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,58	2,49	1,68	2,60	5,74	12,05	
PfID	0,10	0,30	0,64	0,71	0,34	0,25	0,80	1,57	1,72	0,90	0,62	2,10	3,97	4,35	2,35	3,19	7,94	19,97	
EggS	0,02	0,10	0,13	0,15	0,11	0,04	0,30	0,30	0,33	0,34	0,11	0,60	0,69	0,76	0,67	0,69	1,57	3,77	
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
STDR	0,33	0,10	1,27	2,02	0,11	0,72	0,20	2,76	4,36	0,22	1,50	0,30	5,72	9,04	0,34	8,35	18,14	37,60	
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SÄS	0,03	0,10	0,11	0,16	0,11	0,06	0,20	0,26	0,36	0,22	0,13	0,40	0,58	0,82	0,45	0,83	1,74	3,80	
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,56	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,58	2,49	1,68	2,60	5,74	12,05	
BBO	0,01	0,00	0,10	0,02	0,00	0,02	0,00	0,23	0,04	0,00	0,05	0,10	0,56	0,10	0,11	0,27	0,57	1,52	
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,00	0,10	0,50	0,47	0,65	0,00	0,21	1,10	0,98	1,36	0,00	1,27	2,62	5,49	
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,11	0,05	0,10	0,45	0,09	0,11	0,25	0,63	1,40	
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72	
ESG	0,05	0,30	2,40	0,57	0,34	0,12	0,70	5,75	1,37	0,78	0,30	1,60	14,1	3,35	1,79	4,06	9,70	23,72	
TKO	0,11	1,10	0,53	0,73	1,23	0,25	2,40	1,14	1,59	2,69	0,51	5,00	2,38	3,32	5,60	4,14	9,17	18,95	
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
KAS	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,06	0,06	0,00	0,01	0,20	0,14	0,14	0,22	0,21	0,27	0,65	
STF	0,02	0,20	0,18	0,20	0,22	0,06	0,30	0,40	0,44	0,34	0,14	0,70	0,93	1,01	0,78	0,90	2,08	4,82	
STT	0,03	0,20	0,20	0,21	0,22	0,06	0,40	0,44	0,48	0,45	0,15	0,80	1,00	1,10	0,90	1,08	2,27	5,25	
SUM																32,07	71,40	157,81	

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Sommergerste (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03
DÜP	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,59	5,74	12,08	
PfID	0,09	0,30	0,59	0,64	0,34	0,23	0,80	1,43	1,56	0,90	0,57	2,00	3,67	4,01	2,24	2,92	7,34	18,47	
EggS	0,01	0,10	0,10	0,10	0,11	0,03	0,20	0,22	0,24	0,22	0,08	0,40	0,51	0,55	0,45	0,46	1,13	2,71	
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
STDR	0,14	0,10	0,54	0,85	0,11	0,31	0,20	1,17	1,84	0,22	0,64	0,30	2,43	3,83	0,34	3,60	7,88	16,20	
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SÄS	0,02	0,10	0,10	0,13	0,11	0,05	0,20	0,22	0,29	0,22	0,11	0,40	0,49	0,68	0,45	0,64	1,48	3,27	
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,59	5,74	12,08	
BBO	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,01	0,00	0,17	0,03	0,00	0,04	0,10	0,42	0,07	0,11	0,08	0,35	1,20	
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,00	0,10	0,50	0,47	0,66	0,00	0,20	1,00	0,98	1,38	0,00	1,13	2,63	5,36	
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04	
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48	
ESG	0,04	0,30	2,01	0,48	0,34	0,10	0,60	4,83	1,15	0,67	0,25	1,40	11,8	2,80	1,57	3,43	8,15	19,93	
TKO	0,11	1,10	0,53	0,73	1,23	0,25	2,40	1,14	1,59	2,69	0,51	5,00	2,38	3,32	5,60	4,14	9,17	18,95	
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
KAS	0,00	0,10	0,01	0,02	0,11	0,00	0,10	0,04	0,05	0,11	0,01	0,20	0,11	0,10	0,22	0,14	0,20	0,58	
STF	0,02	0,10	0,14	0,16	0,11	0,05	0,20	0,32	0,35	0,22	0,11	0,50	0,73	0,80	0,56	0,71	1,64	3,74	
STT	0,02	0,10	0,16	0,17	0,11	0,05	0,20	0,35	0,38	0,22	0,12	0,50	0,81	0,88	0,56	0,74	1,70	4,05	
SUM																24,75	56,87	126,17	

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Sommergerste (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,16	0,18
DÜP	0,09	0,40	0,35	0,56	0,45	0,45	0,20	0,80	0,76	1,21	0,90	0,41	1,60	1,58	2,51	1,79	2,71	5,87	12,03
PfID	0,09	0,30	0,55	0,61	0,34	0,34	0,21	0,70	1,35	1,48	0,78	0,54	1,80	3,46	3,79	2,02	2,85	6,76	17,37
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,00	0,03	0,10	0,19	0,21	0,11	0,06	0,30	0,44	0,48	0,34	0,32	0,96	2,16
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,08	0,10	0,30	0,47	0,11	0,11	0,17	0,20	0,64	1,01	0,22	0,35	0,30	1,33	2,10	0,34	2,08	4,42	9,02
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS	0,02	0,10	0,09	0,12	0,11	0,11	0,04	0,20	0,20	0,27	0,22	0,10	0,40	0,45	0,63	0,45	0,62	1,29	3,03
DÜK	0,09	0,40	0,35	0,56	0,45	0,45	0,20	0,80	0,76	1,21	0,90	0,41	1,60	1,58	2,51	1,79	2,71	5,87	12,03
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,15	0,02	0,00	0,04	0,00	0,36	0,06	0,00	0,22	0,47	1,02
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,00	0,00	0,10	0,50	0,47	0,66	0,00	0,21	1,00	0,98	1,38	0,00	1,28	2,63	5,51
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,11	0,03	0,10	0,34	0,06	0,11	0,07	0,42	0,96
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
ESG	0,04	0,20	1,85	0,44	0,22	0,22	0,10	0,50	4,44	1,06	0,56	0,24	1,30	10,9	2,59	1,46	3,11	7,56	18,53
TKO	0,11	1,10	0,53	0,73	1,23	1,23	0,25	2,40	1,14	1,59	2,69	0,51	5,00	2,38	3,32	5,60	4,14	9,17	18,95
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,10	0,10	0,09	0,11	0,03	0,07	0,45
STF	0,02	0,10	0,12	0,14	0,11	0,11	0,04	0,20	0,28	0,31	0,22	0,10	0,50	0,64	0,70	0,56	0,67	1,41	3,40
STT	0,02	0,10	0,13	0,15	0,11	0,11	0,05	0,30	0,31	0,34	0,34	0,11	0,60	0,73	0,80	0,67	0,69	1,74	3,85
SUM																	23,01	52,00	115,11

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Sommergerste (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,17
DÜP	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,59	5,74	12,08
PfID	0,08	0,30	0,53	0,58	0,34	0,34	0,20	0,70	1,30	1,42	0,78	0,52	1,70	3,33	3,65	1,90	2,65	6,50	16,68
EggS	0,01	0,10	0,08	0,09	0,11	0,11	0,03	0,20	0,19	0,20	0,22	0,07	0,30	0,44	0,47	0,34	0,43	1,06	2,30
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,05	0,10	0,17	0,27	0,11	0,11	0,10	0,20	0,37	0,59	0,22	0,21	0,30	0,78	1,23	0,34	1,30	2,68	5,50
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS	0,02	0,10	0,09	0,12	0,11	0,11	0,04	0,20	0,20	0,27	0,22	0,10	0,40	0,45	0,63	0,45	0,62	1,29	3,03
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,59	5,74	12,08
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,10	0,14	0,03	0,11	0,04	0,10	0,34	0,06	0,11	0,22	0,58	1,11
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,00	0,00	0,10	0,50	0,47	0,66	0,00	0,21	1,00	0,98	1,37	0,00	1,11	2,63	5,50
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,30	0,95
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
ESG	0,04	0,30	1,86	0,44	0,34	0,34	0,10	0,60	4,48	1,06	0,67	0,24	1,30	11,0	2,62	1,46	3,24	7,71	18,71
TKO	0,11	1,10	0,53	0,73	1,23	1,23	0,25	2,40	1,14	1,59	2,69	0,51	5,00	2,38	3,32	5,60	4,14	9,17	18,95
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,01	0,00	0,10	0,08	0,00	0,03	0,08	0,33
STF	0,02	0,00	0,11	0,13	0,00	0,00	0,04	0,10	0,26	0,30	0,11	0,10	0,40	0,61	0,68	0,45	0,54	1,27	3,24
STT	0,02	0,10	0,14	0,14	0,11	0,11	0,05	0,20	0,31	0,33	0,22	0,11	0,50	0,70	0,76	0,56	0,69	1,61	3,67
SUM																	21,70	49,58	110,91

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Sommergerste (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,10	0,30	0,36	0,55	0,34	0,20	0,70	0,77	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,75	5,75	12,08
PfID	0,08	0,30	0,51	0,57	0,34	0,20	0,70	1,26	1,38	0,78	0,51	1,70	3,24	3,55	1,90	2,62	6,42	16,34
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,03	0,10	0,18	0,20	0,11	0,07	0,30	0,42	0,46	0,34	0,32	0,94	2,27
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,02	0,10	0,11	0,18	0,11	0,06	0,20	0,24	0,38	0,22	0,13	0,30	0,50	0,79	0,34	0,70	1,74	3,58
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS	0,02	0,10	0,08	0,11	0,11	0,04	0,10	0,19	0,26	0,11	0,10	0,30	0,44	0,61	0,34	0,60	1,16	2,89
DÜK	0,10	0,30	0,36	0,55	0,34	0,20	0,70	0,77	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,75	5,75	12,08
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,00	0,10	0,40	0,47	0,66	0,00	0,21	1,00	0,98	1,37	0,00	1,26	2,63	5,50
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,11	0,06	0,30	0,94
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
ESG	0,04	0,30	1,82	0,43	0,34	0,09	0,60	4,39	1,05	0,67	0,23	1,30	10,8	2,57	1,46	3,19	7,46	18,31
TKO	0,11	1,10	0,53	0,73	1,23	0,25	2,40	1,14	1,59	2,69	0,51	5,00	2,38	3,32	5,60	4,14	9,17	18,95
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,02	0,00	0,11	0,12	0,00	0,04	0,10	0,25	0,27	0,11	0,09	0,40	0,58	0,63	0,45	0,53	1,23	3,01
STT	0,02	0,10	0,13	0,14	0,11	0,05	0,20	0,29	0,31	0,22	0,11	0,50	0,66	0,72	0,56	0,68	1,57	3,59
																21,34	47,62	107,59

Hof-Feld-Entfernung: 80 ha Sommergerste (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,20	0,70	0,77	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,50	1,68	2,59	5,75	12,07
PfID	0,08	0,30	0,51	0,55	0,34	0,19	0,70	1,24	1,35	0,78	0,49	1,70	3,18	3,47	1,90	2,60	6,22	15,90
EggS	0,01	0,10	0,08	0,08	0,11	0,02	0,20	0,18	0,19	0,22	0,06	0,30	0,42	0,45	0,34	0,42	0,89	2,11
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,02	0,10	0,09	0,12	0,11	0,05	0,20	0,18	0,27	0,22	0,10	0,30	0,37	0,57	0,34	0,62	1,42	2,78
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS	0,01	0,00	0,08	0,12	0,00	0,04	0,10	0,19	0,27	0,11	0,09	0,30	0,43	0,61	0,34	0,35	1,17	2,73
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,20	0,70	0,77	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,50	1,68	2,59	5,75	12,07
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,00	0,10	0,40	0,48	0,66	0,00	0,21	1,00	0,99	1,38	0,00	1,28	2,64	5,52
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,07	0,31	0,95
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
ESG	0,04	0,20	1,80	0,43	0,22	0,09	0,50	4,34	1,03	0,56	0,23	1,20	10,7	2,54	1,34	3,05	7,28	18,01
TKO	0,11	1,10	0,53	0,73	1,23	0,25	2,40	1,14	1,59	2,69	0,51	5,00	2,38	3,32	5,60	4,14	9,17	18,95
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,01	0,10	0,10	0,12	0,11	0,03	0,20	0,24	0,26	0,22	0,08	0,40	0,55	0,61	0,45	0,48	1,17	2,81
STT	0,01	0,10	0,13	0,13	0,11	0,04	0,20	0,28	0,30	0,22	0,09	0,40	0,64	0,70	0,45	0,52	1,40	3,14
SUM																20,48	46,69	105,12

A.4.4.9. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeiterledigungskosten: Winterraps

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Winterraps (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,03	0,04
DÜP	0,10	0,40	0,39	0,62	0,45	0,22	0,80	0,85	1,34	0,90	0,47	1,70	1,77	2,80	1,90	2,96	6,39	13,52
PfID	0,10	0,30	0,64	0,71	0,34	0,25	0,80	1,57	1,72	0,90	0,62	2,10	3,97	4,35	2,35	3,19	7,94	19,97
EggS	0,02	0,10	0,13	0,15	0,11	0,04	0,30	0,30	0,33	0,34	0,11	0,60	0,69	0,76	0,67	0,69	1,57	3,77
SÄR	0,02	0,10	0,11	0,15	0,00	0,05	0,20	0,25	0,34	0,00	0,12	0,50	0,57	0,79	0,00	0,56	1,34	3,16
BBO	0,01	0,00	0,10	0,02	0,00	0,02	0,00	0,23	0,04	0,00	0,05	0,10	0,56	0,10	0,11	0,27	0,57	1,52
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,11	0,05	0,10	0,45	0,09	0,11	0,25	0,63	1,40
DÜK	0,06	0,30	0,26	0,41	0,34	0,15	0,60	0,56	0,90	0,67	0,31	1,20	1,18	1,87	1,34	1,91	4,38	9,04
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,00	0,05	0,10	0,45	0,09	0,00	0,25	0,52	1,29
DÜK	0,06	0,20	0,22	0,34	0,22	0,12	0,50	0,48	0,74	0,56	0,26	1,00	0,99	1,55	1,12	1,68	3,58	7,56
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72
EWR	0,06	0,30	2,71	0,64	0,34	0,14	0,80	6,51	1,54	0,90	0,34	1,80	15,9	3,78	2,02	4,59	11,05	26,83
TKO	0,07	0,70	0,31	0,43	0,78	0,14	1,40	0,67	0,93	1,57	0,30	2,90	1,39	1,94	3,25	2,57	5,27	11,08
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,06	0,06	0,00	0,01	0,20	0,14	0,14	0,22	0,21	0,27	0,65
STF	0,02	0,20	0,18	0,20	0,22	0,06	0,30	0,40	0,44	0,34	0,14	0,70	0,93	1,01	0,78	0,90	2,08	4,82
STT	0,03	0,20	0,20	0,21	0,22	0,06	0,40	0,44	0,48	0,45	0,15	0,80	1,00	1,10	0,90	1,08	2,27	5,25
SUM																25,95	57,41	130,08

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Winterraps (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
DÜP	0,11	0,40	0,40	0,62	0,45	0,23	0,80	0,86	1,35	0,90	0,47	1,70	1,79	2,82	1,90	3,12	6,56	13,56
PfID	0,09	0,30	0,59	0,64	0,34	0,23	0,80	1,43	1,56	0,90	0,57	2,00	3,67	4,01	2,24	2,92	7,34	18,47
EggS	0,01	0,10	0,10	0,10	0,11	0,03	0,20	0,22	0,24	0,22	0,08	0,40	0,51	0,55	0,45	0,46	1,13	2,71
SÄR	0,02	0,00	0,09	0,13	0,00	0,05	0,10	0,21	0,29	0,00	0,10	0,30	0,48	0,67	0,00	0,52	1,25	2,65
BBO	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,01	0,00	0,17	0,03	0,00	0,04	0,10	0,42	0,07	0,11	0,08	0,35	1,20
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04
DÜK	0,07	0,30	0,27	0,42	0,34	0,15	0,60	0,57	0,91	0,67	0,31	1,20	1,19	1,88	1,34	2,08	4,40	9,06
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04
DÜK	0,06	0,20	0,22	0,35	0,22	0,13	0,50	0,48	0,76	0,56	0,26	0,90	0,99	1,57	1,01	1,69	3,75	7,47
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48
EWR	0,05	0,30	2,29	0,55	0,34	0,12	0,60	5,49	1,30	0,67	0,29	1,50	13,4	3,19	1,68	3,93	9,26	22,63
TKO	0,07	0,70	0,31	0,43	0,78	0,14	1,40	0,67	0,93	1,57	0,30	2,90	1,39	1,94	3,25	2,57	5,27	11,08
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,10	0,01	0,02	0,11	0,00	0,10	0,04	0,05	0,11	0,01	0,20	0,11	0,10	0,22	0,14	0,20	0,58
STF	0,02	0,10	0,14	0,16	0,11	0,05	0,20	0,32	0,35	0,22	0,11	0,50	0,73	0,80	0,56	0,71	1,64	3,74
STT	0,02	0,10	0,16	0,17	0,11	0,05	0,20	0,35	0,38	0,22	0,12	0,50	0,81	0,88	0,56	0,74	1,70	4,05
SUM																23,47	53,41	118,76

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Winterraps (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,16	0,18
DÜP	0,10	0,30	0,40	0,62	0,34	0,34	0,22	0,80	0,86	1,35	0,90	0,47	1,70	1,79	2,82	1,90	2,86	6,41	13,56
PfID	0,09	0,30	0,55	0,61	0,34	0,34	0,21	0,70	1,35	1,48	0,78	0,54	1,80	3,46	3,79	2,02	2,85	6,76	17,37
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,00	0,03	0,10	0,19	0,21	0,11	0,06	0,30	0,44	0,48	0,34	0,32	0,96	2,16
SÄR	0,02	0,00	0,09	0,12	0,00	0,00	0,04	0,10	0,19	0,26	0,00	0,10	0,30	0,43	0,60	0,00	0,51	1,05	2,53
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,15	0,02	0,00	0,04	0,00	0,36	0,06	0,00	0,22	0,47	1,02
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,11	0,03	0,10	0,34	0,06	0,11	0,07	0,42	0,96
DÜK	0,07	0,20	0,27	0,41	0,22	0,22	0,15	0,50	0,58	0,90	0,56	0,31	1,10	1,19	1,88	1,23	1,95	4,29	8,95
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,34	0,06	0,00	0,07	0,31	0,85
DÜK	0,05	0,20	0,22	0,35	0,22	0,22	0,12	0,40	0,47	0,76	0,45	0,26	0,90	0,99	1,57	1,01	1,54	3,48	7,47
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
EWR	0,04	0,30	2,10	0,50	0,34	0,34	0,11	0,60	5,05	1,20	0,67	0,27	1,50	12,7	3,03	1,68	3,54	8,57	21,50
TKO	0,07	0,70	0,31	0,43	0,78	0,78	0,14	1,40	0,67	0,93	1,57	0,30	2,90	1,39	1,94	3,25	2,57	5,27	11,08
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,10	0,10	0,09	0,11	0,03	0,07	0,45
STF	0,02	0,10	0,12	0,14	0,11	0,11	0,04	0,20	0,28	0,31	0,22	0,10	0,50	0,64	0,70	0,56	0,67	1,41	3,40
STT	0,02	0,10	0,13	0,15	0,11	0,11	0,05	0,30	0,31	0,34	0,34	0,11	0,60	0,73	0,80	0,67	0,69	1,74	3,85
SUM																	22,41	50,94	115,22

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Winterraps (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,17
DÜP	0,11	0,40	0,40	0,62	0,45	0,45	0,23	0,90	0,86	1,36	1,01	0,47	1,80	1,79	2,82	2,02	3,12	6,68	13,68
PfID	0,08	0,30	0,53	0,58	0,34	0,34	0,20	0,70	1,30	1,42	0,78	0,52	1,70	3,33	3,65	1,90	2,65	6,50	16,68
EggS	0,01	0,10	0,08	0,09	0,11	0,11	0,03	0,20	0,19	0,20	0,22	0,07	0,30	0,44	0,47	0,34	0,43	1,06	2,30
SÄR	0,02	0,10	0,08	0,12	0,00	0,00	0,04	0,10	0,19	0,26	0,00	0,10	0,30	0,43	0,61	0,00	0,50	1,05	2,54
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,10	0,14	0,03	0,11	0,04	0,10	0,34	0,06	0,11	0,22	0,58	1,11
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,30	0,95
DÜK	0,07	0,20	0,26	0,42	0,22	0,22	0,15	0,50	0,57	0,90	0,56	0,31	1,10	1,19	1,88	1,23	1,95	4,28	8,95
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,00	0,22	0,30	0,84
DÜK	0,05	0,20	0,22	0,35	0,22	0,22	0,12	0,50	0,47	0,75	0,56	0,26	1,00	0,99	1,57	1,12	1,54	3,58	7,58
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
EWR	0,04	0,20	2,13	0,50	0,22	0,22	0,11	0,50	5,12	1,21	0,56	0,27	1,40	12,6	2,99	1,57	3,45	8,54	21,22
TKO	0,07	0,70	0,31	0,43	0,78	0,78	0,14	1,40	0,67	0,93	1,57	0,30	2,90	1,39	1,94	3,25	2,57	5,27	11,08
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,01	0,00	0,10	0,08	0,00	0,03	0,08	0,33
STF	0,02	0,00	0,11	0,13	0,00	0,00	0,04	0,10	0,26	0,30	0,11	0,10	0,40	0,61	0,68	0,45	0,54	1,27	3,24
STT	0,02	0,10	0,14	0,14	0,11	0,11	0,05	0,20	0,31	0,33	0,22	0,11	0,50	0,70	0,76	0,56	0,69	1,61	3,67
SUM																	22,15	50,68	114,20

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Winterraps (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,10	0,40	0,40	0,62	0,45	0,22	0,80	0,86	1,35	0,90	0,47	1,70	1,79	2,82	1,90	2,97	6,41	13,56
PfID	0,08	0,30	0,51	0,57	0,34	0,20	0,70	1,26	1,38	0,78	0,51	1,70	3,24	3,55	1,90	2,62	6,42	16,34
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,03	0,10	0,18	0,20	0,11	0,07	0,30	0,42	0,46	0,34	0,32	0,94	2,27
SÄR	0,02	0,00	0,09	0,11	0,00	0,04	0,10	0,19	0,26	0,00	0,10	0,30	0,43	0,59	0,00	0,50	1,05	2,52
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,11	0,06	0,30	0,94
DÜK	0,07	0,30	0,26	0,41	0,34	0,16	0,60	0,57	0,90	0,67	0,32	1,20	1,19	1,88	1,34	2,06	4,54	9,21
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,00	0,06	0,30	0,83
DÜK	0,06	0,20	0,22	0,34	0,22	0,13	0,50	0,48	0,75	0,56	0,26	1,00	0,99	1,56	1,12	1,68	3,74	7,57
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
EWR	0,04	0,20	2,08	0,49	0,22	0,11	0,60	5,01	1,19	0,67	0,27	1,40	12,4	2,93	1,57	3,39	8,52	20,90
TKO	0,07	0,70	0,31	0,43	0,78	0,14	1,40	0,67	0,93	1,57	0,30	2,90	1,39	1,94	3,25	2,57	5,27	11,08
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,02	0,00	0,11	0,12	0,00	0,04	0,10	0,25	0,27	0,11	0,09	0,40	0,58	0,63	0,45	0,53	1,23	3,01
STT	0,02	0,10	0,13	0,14	0,11	0,05	0,20	0,29	0,31	0,22	0,11	0,50	0,66	0,72	0,56	0,68	1,57	3,59
SUM																22,16	49,93	113,13

Hof-Feld-Entfernung: 80 ha Winterraps (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,10	0,40	0,39	0,63	0,45	0,22	0,80	0,86	1,36	0,90	0,47	1,70	1,79	2,82	1,90	2,97	6,42	13,56
PfID	0,08	0,30	0,51	0,55	0,34	0,19	0,70	1,24	1,35	0,78	0,49	1,70	3,18	3,47	1,90	2,60	6,22	15,90
EggS	0,01	0,10	0,08	0,08	0,11	0,02	0,20	0,18	0,19	0,22	0,06	0,30	0,42	0,45	0,34	0,42	0,89	2,11
SÄR	0,01	0,10	0,08	0,11	0,00	0,04	0,10	0,18	0,25	0,00	0,09	0,30	0,42	0,58	0,00	0,34	1,03	2,35
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,07	0,31	0,95
DÜK	0,07	0,30	0,26	0,42	0,34	0,15	0,60	0,57	0,91	0,67	0,31	1,20	1,19	1,89	1,34	2,07	4,40	9,07
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,00	0,07	0,31	0,84
DÜK	0,06	0,20	0,22	0,35	0,22	0,13	0,40	0,48	0,75	0,45	0,26	0,90	0,99	1,57	1,01	1,69	3,63	7,47
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
EWR	0,04	0,20	2,05	0,49	0,22	0,10	0,50	4,93	1,17	0,56	0,26	1,40	12,2	2,89	1,57	3,36	8,16	20,51
TKO	0,07	0,70	0,31	0,43	0,78	0,14	1,40	0,67	0,93	1,57	0,30	2,90	1,39	1,94	3,25	2,57	5,27	11,08
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,01	0,10	0,10	0,12	0,11	0,03	0,20	0,24	0,26	0,22	0,08	0,40	0,55	0,61	0,45	0,48	1,17	2,81
STT	0,01	0,10	0,13	0,13	0,11	0,04	0,20	0,28	0,30	0,22	0,09	0,40	0,64	0,70	0,45	0,52	1,40	3,14
SUM																21,94	48,88	111,15

A.4.4.10. Hof-Feld-Entfernung - Differenz der Arbeiterledigungskosten: Winterweizen

Hof-Feld-Entfernung: 2 ha Winterweizen (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04
DÜP	0,11	0,50	0,44	0,69	0,56	0,24	1,00	0,95	1,50	1,12	0,51	2,00	1,98	3,13	2,24	3,34	7,17	15,00	
PfID	0,10	0,30	0,64	0,71	0,34	0,25	0,80	1,57	1,72	0,90	0,62	2,10	3,97	4,35	2,35	3,19	7,94	19,97	
EggS	0,02	0,10	0,13	0,15	0,11	0,04	0,30	0,30	0,33	0,34	0,11	0,60	0,69	0,76	0,67	0,69	1,57	3,77	
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
STDR	0,34	0,10	1,29	2,04	0,11	0,74	0,20	2,79	4,41	0,22	1,53	0,40	5,79	9,15	0,45	8,54	18,52	38,34	
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SÄW	0,02	0,10	0,12	0,16	0,11	0,05	0,20	0,26	0,36	0,22	0,12	0,50	0,59	0,82	0,56	0,69	1,59	3,77	
BBO	0,01	0,00	0,10	0,02	0,00	0,02	0,00	0,23	0,04	0,00	0,05	0,10	0,56	0,10	0,11	0,27	0,57	1,52	
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72	
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,00	0,05	0,10	0,45	0,09	0,00	0,25	0,52	1,29	
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,56	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,58	2,49	1,68	2,60	5,74	12,05	
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,11	0,05	0,10	0,45	0,09	0,11	0,25	0,63	1,40	
DÜK	0,05	0,10	0,17	0,28	0,11	0,10	0,30	0,38	0,60	0,34	0,21	0,70	0,79	1,25	0,78	1,31	2,82	5,97	
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72	
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72	
BBO	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,10	0,18	0,04	0,11	0,05	0,10	0,45	0,09	0,11	0,25	0,63	1,40	
DÜK	0,05	0,10	0,17	0,28	0,11	0,10	0,30	0,38	0,60	0,34	0,21	0,70	0,79	1,25	0,78	1,31	2,82	5,97	
PSM	0,05	0,30	0,22	0,30	0,34	0,10	0,50	0,47	0,65	0,56	0,21	1,10	0,98	1,36	1,23	1,61	3,18	6,72	
EMW	0,05	0,30	2,48	0,59	0,34	0,13	0,70	5,95	1,41	0,78	0,31	1,60	14,6	3,46	1,79	4,16	10,09	24,46	
TKO	0,15	1,50	0,70	0,98	1,68	0,33	3,20	1,52	2,13	3,58	0,68	6,70	3,16	4,43	7,50	5,61	12,18	25,29	
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
KAS	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,06	0,06	0,00	0,01	0,20	0,14	0,14	0,22	0,21	0,27	0,65	
STF	0,02	0,20	0,18	0,20	0,22	0,06	0,30	0,40	0,44	0,34	0,14	0,70	0,93	1,01	0,78	0,90	2,08	4,82	
STT	0,03	0,20	0,20	0,21	0,22	0,06	0,40	0,44	0,48	0,45	0,15	0,80	1,00	1,10	0,90	1,08	2,27	5,25	
SUM																41,10	90,16	197,87	

Hof-Feld-Entfernung: 5 ha Winterweizen (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03
DÜP	0,12	0,50	0,44	0,70	0,56	0,25	1,00	0,96	1,51	1,12	0,52	2,00	1,99	3,14	2,24	3,50	7,34	15,17	
PfID	0,09	0,30	0,59	0,64	0,34	0,23	0,80	1,43	1,56	0,90	0,57	2,00	3,67	4,01	2,24	2,92	7,34	18,47	
EggS	0,01	0,10	0,10	0,10	0,11	0,03	0,20	0,22	0,24	0,22	0,08	0,40	0,51	0,55	0,45	0,46	1,13	2,71	
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
STDR	0,14	0,10	0,56	0,88	0,11	0,31	0,20	1,20	1,90	0,22	0,65	0,40	2,50	3,94	0,45	3,65	7,97	16,64	
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SÄW	0,02	0,10	0,10	0,13	0,11	0,05	0,20	0,22	0,30	0,22	0,11	0,40	0,49	0,68	0,45	0,64	1,49	3,27	
BBO	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,01	0,00	0,17	0,03	0,00	0,04	0,10	0,42	0,07	0,11	0,08	0,35	1,20	
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48	
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04	
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,59	5,74	12,08	
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04	
DÜK	0,05	0,10	0,17	0,27	0,11	0,10	0,30	0,38	0,60	0,34	0,21	0,70	0,79	1,25	0,78	1,30	2,82	5,97	
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48	
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48	
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,15	0,03	0,00	0,04	0,00	0,37	0,07	0,00	0,22	0,48	1,04	
DÜK	0,05	0,10	0,17	0,27	0,11	0,10	0,30	0,38	0,60	0,34	0,21	0,70	0,79	1,25	0,78	1,30	2,82	5,97	
PSM	0,04	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,20	1,00	0,98	1,38	1,12	1,35	3,19	6,48	
EMW	0,04	0,20	2,06	0,49	0,22	0,11	0,60	4,95	1,17	0,67	0,26	1,40	12,1	2,88	1,57	3,37	8,44	20,47	
TKO	0,15	1,50	0,70	0,98	1,68	0,33	3,20	1,52	2,13	3,58	0,68	6,70	3,16	4,43	7,50	5,61	12,18	25,29	
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
KAS	0,00	0,10	0,01	0,02	0,11	0,00	0,10	0,04	0,05	0,11	0,01	0,20	0,11	0,10	0,22	0,14	0,20	0,58	
STF	0,02	0,10	0,14	0,16	0,11	0,05	0,20	0,32	0,35	0,22	0,11	0,50	0,73	0,80	0,56	0,71	1,64	3,74	
STT	0,02	0,10	0,16	0,17	0,11	0,05	0,20	0,35	0,38	0,22	0,12	0,50	0,81	0,88	0,56	0,74	1,70	4,05	
SUM																33,11	75,40	164,69	

Hof-Feld-Entfernung: 10 ha Winterweizen (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0	0,16	0,18
DÜP	0,12	0,40	0,44	0,69	0,45	0,45	0,25	0,90	0,95	1,51	1,01	0,52	1,90	1,98	3,13	2,13	3,38	7,22	15,04
PfID	0,09	0,30	0,55	0,61	0,34	0,34	0,21	0,70	1,35	1,48	0,78	0,54	1,80	3,46	3,79	2,02	2,85	6,76	17,37
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,00	0,03	0,10	0,19	0,21	0,11	0,06	0,30	0,44	0,48	0,34	0,32	0,96	2,16
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,09	0,10	0,31	0,49	0,11	0,11	0,18	0,20	0,67	1,06	0,22	0,37	0,40	1,39	2,20	0,45	2,26	4,65	9,59
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW	0,02	0,10	0,09	0,12	0,11	0,11	0,04	0,20	0,20	0,28	0,22	0,10	0,40	0,45	0,63	0,45	0,62	1,30	3,03
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,15	0,02	0,00	0,04	0,00	0,36	0,06	0,00	0,22	0,47	1,02
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,34	0,06	0,00	0,07	0,31	0,85
DÜK	0,09	0,40	0,35	0,56	0,45	0,45	0,20	0,80	0,76	1,21	0,90	0,41	1,60	1,58	2,51	1,79	2,71	5,87	12,03
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,11	0,03	0,10	0,34	0,06	0,11	0,07	0,42	0,96
DÜK	0,04	0,20	0,18	0,28	0,22	0,22	0,10	0,40	0,38	0,60	0,45	0,20	0,80	0,79	1,25	0,90	1,28	2,93	5,94
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14	0,02	0,11	0,03	0,10	0,34	0,06	0,11	0,07	0,42	0,96
DÜK	0,04	0,20	0,18	0,28	0,22	0,22	0,10	0,40	0,38	0,60	0,45	0,20	0,80	0,79	1,25	0,90	1,28	2,93	5,94
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,38	1,12	1,50	3,19	6,63
EMW	0,04	0,20	1,89	0,45	0,22	0,22	0,10	0,50	4,53	1,07	0,56	0,24	1,30	11,2	2,65	1,46	3,16	7,66	18,89
TKO	0,15	1,50	0,70	0,98	1,68	1,68	0,33	3,20	1,52	2,13	3,58	0,68	6,70	3,16	4,43	7,50	5,61	12,18	25,29
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,10	0,10	0,09	0,11	0,03	0,07	0,45
STF	0,02	0,10	0,12	0,14	0,11	0,11	0,04	0,20	0,28	0,31	0,22	0,10	0,50	0,64	0,70	0,56	0,67	1,41	3,40
STT	0,02	0,10	0,13	0,15	0,11	0,11	0,05	0,30	0,31	0,34	0,34	0,11	0,60	0,73	0,80	0,67	0,69	1,74	3,85
SUM																	31,32	70,23	153,46

Hof-Feld-Entfernung: 20 ha Winterweizen (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.			
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1	SUM 20-1
Bpr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,17
DÜP	0,11	0,40	0,44	0,69	0,45	0,45	0,25	0,90	0,96	1,51	1,01	0,52	1,90	1,99	3,14	2,13	3,23	7,23	15,06
PfID	0,08	0,30	0,53	0,58	0,34	0,34	0,20	0,70	1,30	1,42	0,78	0,52	1,70	3,33	3,65	1,90	2,65	6,50	16,68
EggS	0,01	0,10	0,08	0,09	0,11	0,11	0,03	0,20	0,19	0,20	0,22	0,07	0,30	0,44	0,47	0,34	0,43	1,06	2,30
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,05	0,10	0,19	0,29	0,11	0,11	0,11	0,20	0,41	0,64	0,22	0,22	0,40	0,84	1,33	0,45	1,34	2,92	5,92
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW	0,02	0,00	0,09	0,12	0,00	0,00	0,04	0,10	0,20	0,27	0,11	0,10	0,30	0,45	0,63	0,34	0,51	1,18	2,92
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,10	0,14	0,03	0,11	0,04	0,10	0,34	0,06	0,11	0,22	0,58	1,11
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,00	0,22	0,30	0,84
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,34	0,20	0,70	0,76	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,59	5,74	12,08
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,30	0,95
DÜK	0,04	0,20	0,17	0,28	0,22	0,22	0,09	0,40	0,38	0,60	0,45	0,20	0,80	0,79	1,25	0,90	1,27	2,78	5,94
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,30	0,95
DÜK	0,04	0,20	0,17	0,28	0,22	0,22	0,09	0,40	0,38	0,60	0,45	0,20	0,80	0,79	1,25	0,90	1,27	2,78	5,94
PSM	0,04	0,20	0,21	0,30	0,22	0,22	0,10	0,50	0,47	0,66	0,56	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,33	3,19	6,62
EMW	0,04	0,20	1,90	0,45	0,22	0,22	0,09	0,60	4,56	1,08	0,67	0,24	1,30	11,2	2,66	1,46	3,17	7,66	18,96
TKO	0,15	1,50	0,70	0,98	1,68	1,68	0,33	3,20	1,52	2,13	3,58	0,68	6,70	3,16	4,43	7,50	5,61	12,18	25,29
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,01	0,00	0,10	0,08	0,00	0,03	0,08	0,33
STF	0,02	0,00	0,11	0,13	0,00	0,00	0,04	0,10	0,26	0,30	0,11	0,10	0,40	0,61	0,68	0,45	0,54	1,27	3,24
STT	0,02	0,10	0,14	0,14	0,11	0,11	0,05	0,20	0,31	0,33	0,22	0,11	0,50	0,70	0,76	0,56	0,69	1,61	3,67
SUM																	29,55	67,26	148,82

Hof-Feld-Entfernung: 40 ha Winterweizen (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,12	0,40	0,44	0,69	0,45	0,25	0,90	0,95	1,51	1,01	0,52	1,90	1,98	3,13	2,13	3,38	7,22	15,04
PfID	0,08	0,30	0,51	0,57	0,34	0,20	0,70	1,26	1,38	0,78	0,51	1,70	3,24	3,55	1,90	2,62	6,42	16,34
EggS	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,03	0,10	0,18	0,20	0,11	0,07	0,30	0,42	0,46	0,34	0,32	0,94	2,27
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,03	0,10	0,13	0,20	0,11	0,07	0,20	0,27	0,43	0,22	0,15	0,40	0,57	0,89	0,45	0,89	1,97	4,16
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW	0,02	0,10	0,08	0,12	0,11	0,04	0,20	0,19	0,27	0,22	0,10	0,30	0,44	0,62	0,34	0,61	1,28	2,90
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,00	0,06	0,30	0,83
DÜK	0,10	0,30	0,36	0,55	0,34	0,20	0,70	0,77	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,51	1,68	2,75	5,75	12,08
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,11	0,06	0,30	0,94
DÜK	0,04	0,10	0,18	0,28	0,11	0,10	0,30	0,39	0,61	0,34	0,21	0,70	0,80	1,26	0,78	1,17	2,84	5,99
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
BBO	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	0,02	0,00	0,03	0,10	0,32	0,06	0,11	0,06	0,30	0,94
DÜK	0,04	0,10	0,18	0,28	0,11	0,10	0,30	0,39	0,61	0,34	0,21	0,70	0,80	1,26	0,78	1,17	2,84	5,99
PSM	0,05	0,20	0,21	0,30	0,22	0,10	0,40	0,47	0,66	0,45	0,21	1,00	0,98	1,37	1,12	1,48	3,08	6,62
EMW	0,04	0,20	1,85	0,44	0,22	0,09	0,50	4,46	1,06	0,56	0,24	1,20	11,0	2,61	1,34	3,11	7,43	18,54
TKO	0,15	1,50	0,70	0,98	1,68	0,33	3,20	1,52	2,13	3,58	0,68	6,70	3,16	4,43	7,50	5,61	12,18	25,29
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,02	0,00	0,11	0,12	0,00	0,04	0,10	0,25	0,27	0,11	0,09	0,40	0,58	0,63	0,45	0,53	1,23	3,01
STT	0,02	0,10	0,13	0,14	0,11	0,05	0,20	0,29	0,31	0,22	0,11	0,50	0,66	0,72	0,56	0,68	1,57	3,59
SUM																29,22	65,30	145,84

Hof-Feld-Entfernung: 80 ha Winterweizen (Differenz d. Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entfernung)

HFE	Differenzen 5km - 1km					Differenzen 10km - 1km					Differenzen 20km - 1km					Summe der Differenzen jew.		
	ArV	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM 5-1	SUM 10-1
Bpr.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,17
DÜP	0,12	0,40	0,44	0,69	0,45	0,25	0,90	0,96	1,50	1,01	0,53	1,80	1,99	3,13	2,02	3,38	7,22	15,09
PfID	0,08	0,30	0,51	0,55	0,34	0,19	0,70	1,24	1,35	0,78	0,49	1,70	3,18	3,47	1,90	2,60	6,22	15,90
EggS	0,01	0,10	0,08	0,08	0,11	0,02	0,20	0,18	0,19	0,22	0,06	0,30	0,42	0,45	0,34	0,42	0,89	2,11
STFR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR	0,02	0,10	0,10	0,15	0,11	0,05	0,20	0,21	0,33	0,22	0,11	0,40	0,43	0,68	0,45	0,66	1,51	3,21
STÜS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW	0,01	0,00	0,08	0,11	0,00	0,04	0,10	0,19	0,26	0,11	0,09	0,30	0,43	0,60	0,34	0,34	1,16	2,72
BBO	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,03	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,22	0,32	0,95
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,00	0,07	0,31	0,84
DÜK	0,09	0,30	0,35	0,55	0,34	0,20	0,70	0,77	1,20	0,78	0,42	1,50	1,59	2,50	1,68	2,59	5,75	12,07
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,07	0,31	0,95
DÜK	0,04	0,10	0,18	0,28	0,11	0,10	0,30	0,39	0,61	0,34	0,20	0,70	0,80	1,26	0,78	1,17	2,84	5,84
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
BBO	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02	0,00	0,03	0,10	0,33	0,06	0,11	0,07	0,31	0,95
DÜK	0,04	0,10	0,18	0,28	0,11	0,10	0,30	0,39	0,61	0,34	0,20	0,70	0,80	1,26	0,78	1,17	2,84	5,84
PSM	0,05	0,20	0,22	0,31	0,22	0,10	0,40	0,48	0,66	0,45	0,21	1,00	0,99	1,38	1,12	1,50	3,09	6,64
EMW	0,04	0,20	1,82	0,43	0,22	0,09	0,50	4,38	1,04	0,56	0,23	1,30	10,8	2,57	1,46	3,07	7,33	18,28
TKO	0,15	1,50	0,70	0,98	1,68	0,33	3,20	1,52	2,13	3,58	0,68	6,70	3,16	4,43	7,50	5,61	12,18	25,29
LTD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,03	0,07	0,32
STF	0,01	0,10	0,10	0,12	0,11	0,03	0,20	0,24	0,26	0,22	0,08	0,40	0,55	0,61	0,45	0,48	1,17	2,81
STT	0,01	0,10	0,13	0,13	0,11	0,04	0,20	0,28	0,30	0,22	0,09	0,40	0,64	0,70	0,45	0,52	1,40	3,14
SUM																28,50	64,21	143,04

A.4.4.11. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeiterledigungskosten: Körnermais

Hof-Feld-Entfernung: Körnermais (Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entf.: je ha Schlaggröße)

HFE	Interpolation 2ha-5ha			Interpolation 5ha-10ha			Interpolation 10ha-20ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,03	0,00	0,02	0,00
PfID		0,09	0,20	0,50	0,01	0,11	0,22	0,02	0,03	0,07
GüH		0,04	-0,01	-0,01	-0,05	-0,05	-0,05	0,03	0,03	0,03
EggS		0,08	0,14	0,35	0,03	0,03	0,11	-0,01	-0,01	-0,01
DÜD		0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,03	0,02	0,00	0,02
SÄM		0,01	0,11	0,19	0,03	0,01	0,05	-0,01	-0,01	0,00
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,02	0,00	0,00
BBO		0,06	0,07	0,11	-0,03	-0,02	0,04	0,00	-0,01	-0,01
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,02	0,00	0,00
BBO		0,01	0,05	0,12	0,03	0,01	0,02	-0,02	0,01	0,00
DÜK		-0,06	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EKM		0,29	0,67	1,65	0,05	0,12	0,30	0,01	0,02	0,01
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,06	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF		0,06	0,14	0,36	0,01	0,05	0,07	0,01	0,01	0,02
SUM		0,82	1,43	3,46	-0,01	0,23	0,62	0,09	0,08	0,12

HFE	Interpolation 20ha-40ha			Interpolation 40ha-80ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PfID		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
GüH		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
EggS		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄM		0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK		0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00
EKM		0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
SUM		0,00	0,04	0,06	0,00	0,01	0,02

A.4.4.12. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeiterledigungskosten: Silomais

Hof-Feld-Entfernung: Silomais (Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entf.: je ha Schlaggröße)

HFE	Interpolation 2ha-5ha			Interpolation 5ha-10ha			Interpolation 10ha-20ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,03	0,00	0,02	0,00
DÜP		0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	-0,03	0,00	0,00	0,01
PfID		0,09	0,20	0,50	0,01	0,11	0,22	0,02	0,03	0,07
GÜH		0,04	0,03	-0,05	-0,05	-0,05	-0,03	0,02	0,01	0,03
EggS		0,08	0,11	0,28	0,01	0,01	0,09	0,00	0,00	-0,01
SÄM		0,01	0,11	0,19	0,03	0,01	0,05	-0,01	-0,01	0,00
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,02	0,00	0,00
BBO		0,06	0,07	0,11	-0,03	-0,02	0,04	0,00	-0,01	-0,01
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,02	0,00	0,00
BBO		0,01	0,05	0,12	0,03	0,01	0,02	-0,02	0,01	0,00
DÜK		-0,05	-0,06	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
ESM		0,00	-3,33	23,33	6,00	6,00	6,00	-1,00	-1,00	-2,00
LSM		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01
STF		0,03	0,11	0,29	0,01	0,05	0,07	0,00	0,00	0,00
SUM		0,45	-2,69	24,94	5,97	6,14	6,36	-0,94	-0,96	-1,90

HFE	Interpolation 20ha-40ha			Interpolation 40ha-80ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP		-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00
PfID		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
GÜH		0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
EggS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄM		0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK		-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ESM		-1,00	-0,50	0,00	0,00	0,00	0,50
LSM		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
SUM		-1,01	-0,48	0,03	0,01	0,02	0,52

A.4.4.13. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeiterledigungskosten: Sommergerste

Hof-Feld-Entfernung: Sommergerste (Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entf.: je ha Schlaggröße)

HFE	Interpolation 2ha-5ha			Interpolation 5ha-10ha			Interpolation 10ha-20ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,03	0,00	0,02	0,02
DÜP		0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,02	0,01	0,27	0,59	1,20
PfID		0,09	0,20	0,50	0,01	0,11	0,22	0,28	0,68	1,74
EggS		0,08	0,14	0,35	0,03	0,03	0,11	0,03	0,10	0,22
STFR		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR		1,58	3,42	7,13	0,30	0,69	1,44	0,21	0,44	0,90
STÜS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS		0,06	0,09	0,18	0,00	0,04	0,05	0,06	0,13	0,30
DÜK		0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,02	0,01	0,27	0,59	1,20
BBO		0,06	0,07	0,11	-0,03	-0,02	0,04	0,02	0,05	0,10
PSM		0,05	0,00	0,04	-0,03	0,00	-0,03	0,13	0,26	0,55
BBO		0,01	0,05	0,12	0,03	0,01	0,02	0,01	0,04	0,10
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,15	0,32	0,66
ESG		0,21	0,52	1,26	0,06	0,12	0,28	0,31	0,76	1,85
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,92	1,90
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,05
STF		0,06	0,14	0,36	0,01	0,05	0,07	0,07	0,14	0,34
STT		0,11	0,19	0,40	0,01	-0,01	0,04	0,07	0,17	0,39
SUM		2,44	4,84	10,55	0,35	0,97	2,21	2,30	5,20	11,51

HFE	Interpolation 20ha-40ha			Interpolation 40ha-80ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP		-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PfID		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
EggS		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
STFR		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR		0,03	0,05	0,10	0,00	0,01	0,02
STÜS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄS		0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
DÜK		-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
ESG		0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
STT		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
SUM		0,02	0,10	0,17	0,02	0,02	0,06

A.4.4.14. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeiterledigungskosten: Winterraps

Hof-Feld-Entfernung: Winterraps (Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entf.: je ha Schlaggröße)

HFE	Interpolation 2ha-5ha			Interpolation 5ha-10ha			Interpolation 10ha-20ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,03	0,00	0,02	0,02
DÜP		-0,05	-0,06	-0,01	0,05	0,03	0,00	0,29	0,64	1,36
PfID		0,09	0,20	0,50	0,01	0,11	0,22	0,28	0,68	1,74
EggS		0,08	0,14	0,35	0,03	0,03	0,11	0,03	0,10	0,22
SÄR		0,01	0,03	0,17	0,00	0,04	0,02	0,05	0,11	0,25
BBO		0,06	0,07	0,11	-0,03	-0,02	0,04	0,02	0,05	0,10
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,15	0,32	0,66
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,15	0,32	0,66
BBO		0,01	0,05	0,12	0,03	0,01	0,02	0,01	0,04	0,10
DÜK		-0,06	-0,01	-0,01	0,02	0,02	0,02	0,20	0,43	0,90
BBO		0,01	0,01	0,08	0,03	0,03	0,04	0,01	0,03	0,09
DÜK		0,00	-0,06	0,03	0,03	0,05	0,00	0,15	0,35	0,75
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,15	0,32	0,66
EWR		0,22	0,59	1,40	0,08	0,14	0,23	0,35	0,86	2,15
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,53	1,11
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,05
STF		0,06	0,14	0,36	0,01	0,05	0,07	0,07	0,14	0,34
STT		0,11	0,19	0,40	0,01	-0,01	0,04	0,07	0,17	0,39
SUM		0,83	1,33	3,77	0,21	0,49	0,71	2,24	5,09	11,52

HFE	Interpolation 20ha-40ha			Interpolation 40ha-80ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP		0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
PfID		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
EggS		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄR		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK		-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK		-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
EWR		0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
STT		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
SUM		0,00	0,04	0,05	0,01	0,03	0,05

A.4.4.15. Hof-Feld-Entfernung - Interpolation der Arbeiterledigungskosten: Winterweizen

Hof-Feld-Entfernung: Winterweizen (Arbeiterledigungskosten in Abh. d. Hof-Feld-Entf.: je ha Schlaggröße)

HFE	Interpolation 2ha-5ha			Interpolation 5ha-10ha			Interpolation 10ha-20ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,03	0,00	0,00	0,02
DÜP		-0,05	-0,06	-0,06	0,02	0,02	0,03	0,32	0,72	1,51
PfID		0,09	0,20	0,50	0,01	0,11	0,22	0,26	0,65	1,67
EggS		0,08	0,14	0,35	0,03	0,03	0,11	0,04	0,11	0,23
STFR		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR		1,63	3,52	7,23	0,28	0,66	1,41	0,13	0,29	0,59
STÜS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW		0,02	0,03	0,17	0,00	0,04	0,05	0,05	0,12	0,29
BBO		0,06	0,07	0,11	-0,03	-0,02	0,04	0,02	0,06	0,11
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,13	0,32	0,66
BBO		0,01	0,01	0,08	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,08
DÜK		0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,02	0,01	0,26	0,57	1,21
BBO		0,01	0,05	0,12	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,10
DÜK		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,01	0,13	0,28	0,59
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,13	0,32	0,66
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,13	0,32	0,66
BBO		0,01	0,05	0,12	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,10
DÜK		0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,01	0,13	0,28	0,59
PSM		0,08	0,00	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,13	0,32	0,66
EMW		0,26	0,55	1,33	0,04	0,16	0,32	0,32	0,77	1,90
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	1,22	2,53
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,03
STF		0,06	0,14	0,36	0,01	0,05	0,07	0,05	0,13	0,32
STT		0,11	0,19	0,40	0,01	-0,01	0,04	0,07	0,16	0,37
SUM		2,66	4,92	11,06	0,36	1,03	2,25	2,96	6,73	14,88

HFE	Interpolation 20ha-40ha			Interpolation 40ha-80ha			
	ArV	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km	5 - 1 km	10 - 1 km	20 - 1 km
Bpr.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜP		-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PfID		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
EggS		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
STFR		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STDR		0,02	0,05	0,09	0,01	0,01	0,02
STÜS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÄW		-0,01	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
BBO		0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK		-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BBO		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DÜK		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PSM		-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
EMW		0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
TKO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTD		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KAS		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STF		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
STT		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
SUM		0,02	0,10	0,15	0,02	0,03	0,07

A.4.5.1. Übersicht der Auszahlungen für den Ackerbau auf einem KTBL-Musterschlag (entspr. der Fruchtfolge)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2 ha 1 km	934	1118	1304	901	934	1118	1304	901	934	1118	1304	901	934	1118	1304	901	934	1118	1304	901
2 ha 5 km	960	1159	1443	933	960	1159	1443	933	960	1159	1443	933	960	1159	1443	933	960	1159	1443	933
2 ha 10km	992	1208	1619	973	992	1208	1619	973	992	1208	1619	973	992	1208	1619	973	992	1208	1619	973
2 ha 20km	1064	1316	2188	1059	1064	1316	2188	1059	1064	1316	2188	1059	1064	1316	2188	1059	1064	1316	2188	1059
5 ha 1 km	886	1064	1220	855	886	1064	1220	855	886	1064	1220	855	886	1064	1220	855	886	1064	1220	855
5 ha 5 km	909	1098	1358	879	909	1098	1358	879	909	1098	1358	879	909	1098	1358	879	909	1098	1358	879
5 ha 10km	939	1140	1544	911	939	1140	1544	911	939	1140	1544	911	939	1140	1544	911	939	1140	1544	911
5 ha 20km	1004	1229	2029	981	1004	1229	2029	981	1004	1229	2029	981	1004	1229	2029	981	1004	1229	2029	981
10ha 1 km	867	1044	1202	836	867	1044	1202	836	867	1044	1202	836	867	1044	1202	836	867	1044	1202	836
10ha 5 km	890	1076	1310	859	890	1076	1310	859	890	1076	1310	859	890	1076	1310	859	890	1076	1310	859
10ha 10km	918	1114	1495	888	918	1114	1495	888	918	1114	1495	888	918	1114	1495	888	918	1114	1495	888
10ha 20km	982	1198	1979	951	982	1198	1979	951	982	1198	1979	951	982	1198	1979	951	982	1198	1979	951
20ha 1 km	858	1035	1180	827	858	1035	1180	827	858	1035	1180	827	858	1035	1180	827	858	1035	1180	827
20ha 5 km	881	1065	1297	849	881	1065	1297	849	881	1065	1297	849	881	1065	1297	849	881	1065	1297	849
20ha 10km	909	1102	1483	877	909	1102	1483	877	909	1102	1483	877	909	1102	1483	877	909	1102	1483	877
20ha 20km	973	1184	1976	938	973	1184	1976	938	973	1184	1976	938	973	1184	1976	938	973	1184	1976	938
40ha 1 km	854	1030	1160	823	854	1030	1160	823	854	1030	1160	823	854	1030	1160	823	854	1030	1160	823
40ha 5 km	876	1059	1298	844	876	1059	1298	844	876	1059	1298	844	876	1059	1298	844	876	1059	1298	844
40ha 10km	903	1095	1472	870	903	1095	1472	870	903	1095	1472	870	903	1095	1472	870	903	1095	1472	870
40ha 20km	967	1176	1956	930	967	1176	1956	930	967	1176	1956	930	967	1176	1956	930	967	1176	1956	930
80ha 1 km	852	1029	1174	821	852	1029	1174	821	852	1029	1174	821	852	1029	1174	821	852	1029	1174	821
80ha 5 km	874	1058	1311	842	874	1058	1311	842	874	1058	1311	842	874	1058	1311	842	874	1058	1311	842
80ha 10km	901	1094	1486	868	901	1094	1486	868	901	1094	1486	868	901	1094	1486	868	901	1094	1486	868
80ha 20km	963	1172	1949	926	963	1172	1949	926	963	1172	1949	926	963	1172	1949	926	963	1172	1949	926

A.4.5.2. Übersicht der Einzahlung-Auszahlung-Salden für den Ackerbau auf einem KTBL-Musterschlag (entspr. d. FF)

2 ha 1 km	116	-18	1,28	61,2	116	-18	1,28	61,2	116	-18	1,28	61,2	116	-18	1,28	61,2	116	-18	1,28	61,2
2 ha 5 km	89,9	-59	-138	29,2	89,9	-59	-138	29,2	89,9	-59	-138	29,2	89,9	-59	-138	29,2	89,9	-59	-138	29,2
2 ha 10km	58,4	-108	-314	-10	58,4	-108	-314	-10	58,4	-108	-314	-10	58,4	-108	-314	-10	58,4	-108	-314	-10,2
2 ha 20km	-14,3	-216	-883	-97	-14	-216	-883	-97	-14	-216	-883	-97	-14,3	-216	-883	-97	-14	-216	-883	-96,6
5 ha 1 km	165	35,4	85	108	165	35,4	85	108	165	35,4	85	108	165	35,4	85	108	165	35,4	85	108
5 ha 5 km	141	2,32	-53	83,3	141	2,32	-53	83,3	141	2,32	-53	83,3	141	2,32	-53	83,3	141	2,32	-53	83,3
5 ha 10km	111	-40	-239	51,2	111	-40	-239	51,2	111	-40	-239	51,2	111	-40	-239	51,2	111	-40	-239	51,2
5 ha 20km	45,9	-129	-724	-18	45,9	-129	-724	-18	45,9	-129	-724	-18	45,9	-129	-724	-18	45,9	-129	-724	-18,1
10ha 1 km	183	55,6	103	126	183	55,6	103	126	183	55,6	103	126	183	55,6	103	126	183	55,6	103	126
10ha 5 km	161	24,3	-4,9	103	161	24,3	-4,9	103	161	24,3	-4,9	103	161	24,3	-4,9	103	161	24,3	-4,9	103
10ha 10km	132	-15	-190	74,4	132	-15	-190	74,4	132	-15	-190	74,4	132	-15	-190	74,4	132	-15	-190	74,4
10ha 20km	67,8	-98	-674	11,3	67,8	-98	-674	11,3	67,8	-98	-674	11,3	67,8	-98	-674	11,3	67,8	-98	-674	11,3
20ha 1 km	192	64,8	125	135	192	64,8	125	135	192	64,8	125	135	192	64,8	125	135	192	64,8	125	135
20ha 5 km	170	35,2	7,84	114	170	35,2	7,84	114	170	35,2	7,84	114	170	35,2	7,84	114	170	35,2	7,84	114
20ha 10km	141	-2,5	-178	85,7	141	-2,5	-178	85,7	141	-2,5	-178	85,7	141	-2,5	-178	85,7	141	-2,5	-178	85,7
20ha 20km	77,6	-84	-671	24,4	77,6	-84	-671	24,4	77,6	-84	-671	24,4	77,6	-84	-671	24,4	77,6	-84	-671	24,4
40ha 1 km	197	69,7	145	140	197	69,7	145	140	197	69,7	145	140	197	69,7	145	140	197	69,7	145	140
40ha 5 km	175	40,5	7,2	118	175	40,5	7,2	118	175	40,5	7,2	118	175	40,5	7,2	118	175	40,5	7,2	118
40ha 10km	147	4,39	-167	92,2	147	4,39	-167	92,2	147	4,39	-167	92,2	147	4,39	-167	92,2	147	4,39	-167	92,2
40ha 20km	83,6	-76	-651	32,2	83,6	-76	-651	32,2	83,6	-76	-651	32,2	83,6	-76	-651	32,2	83,6	-76	-651	32,2
80ha 1 km	198	70,6	131	141	198	70,6	131	141	198	70,6	131	141	198	70,6	131	141	198	70,6	131	141
80ha 5 km	176	42,1	-6,4	121	176	42,1	-6,4	121	176	42,1	-6,4	121	176	42,1	-6,4	121	176	42,1	-6,4	121
80ha 10km	149	6,35	-181	94,7	149	6,35	-181	94,7	149	6,35	-181	94,7	149	6,35	-181	94,7	149	6,35	-181	94,7
80ha 20km	86,8	-72	-644	36,3	86,8	-72	-644	36,3	86,8	-72	-644	36,3	86,8	-72	-644	36,3	86,8	-72	-644	36,3

Diese beiden Tabellen stellen die Grundlage für die Berechnung der Kapitalwerte und Annuitäten dar, welche dazu dienen, die unterschiedlichen Anbaumethoden zu vergleichen.

A.4.5.3. Übersicht der zusätzlichen Arbeiterledigungskosten infolge der Hof-Feld-Entfernung auf den KTBL-Musterschlägen und dem Agroforstsystem

Agroforstsystems Schlag befindet sich zwischen den KTBL-Schlaggrößen: 20 ha und 40 ha
 WENN-Abfrage um nachfolgend die Schlaggrößenparameter zu bestimmen (1=ja, 0=nein):
 2-5 ha: 0 5-10 ha: 0 10-20 ha: 0 20-40 ha: 1 40-80 ha: 0
 Nächst-größerer KTBL-Musterschlag minus Differenzfläche zum Agroforstsystem: 4,9826 ha
 Je Hektar Flächenunterschied zusätzliche Arbeiterledigungskosten infolge der Hof-Feld-Entfernung:
 Bestimmung der nachfolgenden zusätzlichen Kosten infolge der Flächengröße die oben bestimmt wurde.

Zusätzliche Kosten des nächst größeren KTBL-Musterschlages infolge der Feldgröße und Hof-Feld-Entfernung
 Feldgröße/Entfernung

Fruchtfolgeglied	Entfernung	2 ha	5 ha	10 ha	20 ha	40 ha	80 ha	AFS-Fläche
Körnermais	5 km	41,80	39,35	39,41	38,56	38,49	38,47	38,488
Körnermais	10 km	92,48	88,19	87,04	86,23	85,36	84,94	85,356
Körnermais	20 km	201,74	191,38	188,27	187,08	185,98	185,21	185,976
Silomais	5 km	139,02	137,68	107,82	117,22	137,51	137,11	137,514
Silomais	10 km	315,65	323,72	293,04	302,59	312,09	311,43	312,094
Silomais	20 km	883,95	809,13	777,35	796,35	795,68	775,06	795,678
Sommergerste	5 km	32,07	24,75	23,01	21,70	21,34	20,48	21,336
Sommergerste	10 km	71,40	56,87	52,00	49,58	47,62	46,69	47,624
Sommergerste	20 km	157,81	126,17	115,11	110,91	107,59	105,12	107,59
Winterraps	5 km	25,95	23,47	22,41	22,15	22,16	21,94	22,156
Winterraps	10 km	57,41	53,41	50,94	50,68	49,93	48,88	49,934
Winterraps	20 km	130,08	118,76	115,22	114,20	113,13	111,15	113,126
Winterweizen	5 km	41,10	33,11	31,32	29,55	29,22	28,50	29,22
Winterweizen	10 km	90,16	75,40	70,23	67,26	65,30	64,21	65,3
Winterweizen	20 km	197,87	164,69	153,46	148,82	145,84	143,04	145,842

Fruchtfolgeglied	5-1 km	10-1 km	20-1 km	1 km	Rang
Körnermais	0,0036	0,0435	0,0551	0	1
Silomais	-1,0149	-0,4752	0,0335	0	2
Sommergerste	0,0181	0,0979	0,1661	0	3
Winterraps	-0,0005	0,0374	0,0535	0	4
Winterweizen	0,0167	0,0978	0,1488	0	5

Auswahl der Hof-Feld-Entfernung:
 1 km: 1 (1=ja, 0=nein)
 5 km: 0 (1=ja, 0=nein)
 10 km: 0 (1=ja, 0=nein)
 20 km: 0 (1=ja, 0=nein)

Resultate der Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entf. auf dem Agroforstsystem

Jahr	Fruchtfolgeglied	Arbeiterledigungskosten und Direktkosten (1 km Hof-Feld-Entf)	Zur Einbringung der Fruchtfolgeglieder: Rangparameter					zusätzliche A-E-Kosten d. nächst größeren KTBL-M-Schlages	zusätzliche A-E-Kosten infolge d. kleineren Fläche bei Agroforst, Entf. 1 km:	Gesamt-AE-Kosten + Direktkosten bei entspr. Entfernung
			1	2	3	4	5			
1	Winterraps	878,35	0	0	0	1	0	0,00	0,00	878,35
2	Winterweizen	1082,54	0	0	0	0	1	0,00	0,00	1082,54
3	Silomais	1234,89	0	1	0	0	0	0,00	0,00	1234,89
4	Sommergerste	841,58	0	0	1	0	0	0,00	0,00	841,58
5	Winterraps	878,35	0	0	0	1	0	0,00	0,00	878,35
6	Winterweizen	1082,54	0	0	0	0	1	0,00	0,00	1082,54
7	Silomais	1234,89	0	1	0	0	0	0,00	0,00	1234,89
8	Sommergerste	841,58	0	0	1	0	0	0,00	0,00	841,58
9	Winterraps	878,35	0	0	0	1	0	0,00	0,00	878,35
10	Winterweizen	1082,54	0	0	0	0	1	0,00	0,00	1082,54
11	Silomais	1234,89	0	1	0	0	0	0,00	0,00	1234,89
12	Sommergerste	841,58	0	0	1	0	0	0,00	0,00	841,58
13	Winterraps	878,35	0	0	0	1	0	0,00	0,00	878,35
14	Winterweizen	1082,54	0	0	0	0	1	0,00	0,00	1082,54
15	Silomais	1234,89	0	1	0	0	0	0,00	0,00	1234,89
16	Sommergerste	841,58	0	0	1	0	0	0,00	0,00	841,58
17	Winterraps	878,35	0	0	0	1	0	0,00	0,00	878,35
18	Winterweizen	1082,54	0	0	0	0	1	0,00	0,00	1082,54
19	Silomais	1234,89	0	1	0	0	0	0,00	0,00	1234,89
20	Sommergerste	841,58	0	0	1	0	0	0,00	0,00	841,58

A.4.5.4. Übersicht der Arbeiterledigungskosten und Direktkosten in Abhängigkeit der Hof-Feld-Entfernung

Jahr	Fruchtfolgeglied	Arbeiterledigungskosten und Direktkosten (1 km Hof-Feld-Entf)	Zur Einbringung der Fruchtfolgeglieder: Rangparameter					Zusätzliche A-E-Kosten infolge der Hof-Feld-Entf.	Gesamte Arbeiterledigungskosten und Direktkosten des KTBL-Musterschl.
			1	2	3	4	5		
1	Winterraps	861,99	0	0	0	1	0	0,00	861,99
2	Winterweizen	1049,66	0	0	0	0	1	0,00	1049,66
3	Silomais	1192,67	0	1	0	0	0	0,00	1192,67
4	Sommergerste	827,16	0	0	1	0	0	0,00	827,16
5	Winterraps	861,99	0	0	0	1	0	0,00	861,99
6	Winterweizen	1049,66	0	0	0	0	1	0,00	1049,66
7	Silomais	1192,67	0	1	0	0	0	0,00	1192,67
8	Sommergerste	827,16	0	0	1	0	0	0,00	827,16
9	Winterraps	861,99	0	0	0	1	0	0,00	861,99
10	Winterweizen	1049,66	0	0	0	0	1	0,00	1049,66
11	Silomais	1192,67	0	1	0	0	0	0,00	1192,67
12	Sommergerste	827,16	0	0	1	0	0	0,00	827,16
13	Winterraps	861,99	0	0	0	1	0	0,00	861,99
14	Winterweizen	1049,66	0	0	0	0	1	0,00	1049,66
15	Silomais	1192,67	0	1	0	0	0	0,00	1192,67
16	Sommergerste	827,16	0	0	1	0	0	0,00	827,16
17	Winterraps	861,99	0	0	0	1	0	0,00	861,99
18	Winterweizen	1049,66	0	0	0	0	1	0,00	1049,66
19	Silomais	1192,67	0	1	0	0	0	0,00	1192,67
20	Sommergerste	827,16	0	0	1	0	0	0,00	827,16

A.4.5.5. Die Differenz der Arbeiterledigungskosten zwischen KTBL-Musterschlag und dem Agroforstsystems Schlag

Jahr	Fruchtfolgeglied	Arbeiterledigungskosten KTBL-Musterschlag mit der Entfernung: 1 km:	Arbeiterledigungskosten Agroforstsystems Schlag mit der Entfernung: 1 km:	zusätzliche Arbeiterledigungskosten des Agroforstsystems
1	Winterraps	386,40	402,77	16,37
2	Winterweizen	457,91	490,79	32,88
3	Silomais	573,49	615,71	42,23
4	Sommergerste	415,44	429,86	14,42
5	Winterraps	386,40	402,77	16,37
6	Winterweizen	457,91	490,79	32,88
7	Silomais	573,49	615,71	42,23
8	Sommergerste	415,44	429,86	14,42
9	Winterraps	386,40	402,77	16,37
10	Winterweizen	457,91	490,79	32,88
11	Silomais	573,49	615,71	42,23
12	Sommergerste	415,44	429,86	14,42
13	Winterraps	386,40	402,77	16,37
14	Winterweizen	457,91	490,79	32,88
15	Silomais	573,49	615,71	42,23
16	Sommergerste	415,44	429,86	14,42
17	Winterraps	386,40	402,77	16,37
18	Winterweizen	457,91	490,79	32,88
19	Silomais	573,49	615,71	42,23
20	Sommergerste	415,44	429,86	14,42

A.5. Gehölzstreifen und Kurzumtriebsplantagen

Parameter:	Jährl. TM-Zuwachs:	10	Erntemaschine:	Feldhäcksler	
Umtriebszeit:	0	Anzahl der Bäume:	10000 Stk/ha	Durchsatz t atro/h:	20
Steckholzpreis:	0,23 €/Stk.				

A.5.1.1. KUP-Spezifische Abkürzungen der Arbeitsverfahren:

PSH	Herbizidmaßnahme ab Hof (KUP: Anbaupflanzenschutzspritze ab Hof - 12m, 600 l, 45 kW)
PfIA	Pflügen m. Anbaudrehpflug, 4 Schare, 1,40m, angebaut, 83kW
TPfG	Pflanzenrutentransport, Paletten nur Gabelstapler, 3,0 m, 2 t
TPfD	Pflanzenrutentransport, Dreiseitenkippanhänger, 4 t, 45kW
SKU	Setzen von KUP-Steckhölzer €/Stück, Basis: 20ha,5km Hof-Fel -Entfernung, 4 reihig, Doppelreihe, 3,0 m, 3 AK, 102 kW
WTr	Wassertransport: 300 l, Tankanhänger, 7 m ³ , 83 kW
Pha	Pappeln hacken: Hackmaschine: 4,5 m, 45kW, 6-reihig (Bewertung aus Maisanbau entnommen, Boden mittel)
EFh	Pappel- Weidenernte mit Feldhäcksler
EMh	Pappel- Weidenernte mit Mäh Hacker
TH1	Transport des Erntegutes (Holzhackschnitzel), Transport 1
TH2	Transport des Erntegutes (Holzhackschnitzel), Transport 2
Egt	Erntegut in t
DKP	PK-Dünger ab Hof streuen, loser Dünger; Frontlader, 1300daN; Mineraldüngerschaukel, 0,55 m ³ ; 45 kW; Anhängeschleuderstreuer, 4,0 m ³ ; 67 kW; Breite: 15 m, Menge: 200 kg
LHh	Lagerung der Hackschnitzel

A.5.2.1. Modellierung der Pflanzung (in € je Steckholz)

Datenaufstellung - und Modellierung der Pflanzkosten je Baum

Menge:	10800	Stückkosten
Zeit (AKH):	1,43	0,000132407
Diesel l/ha:	9,8	0,000907407
MaKost fix (Maschinenkosten fix €/ha):	84,37	0,007812037
MaKost var(Maschinenkosten variabel, €/ha):	20,03	0,00185463

Anzahl der Bäume je ha gepflanzt: 10000

Zeit AkH: 1,32 Diesel l/ha: 9,1 MaKost fix €/ha: 78 MaKost var €/ha: 19

A.5.2.2. Modellierung der Überfahrten zwischen den Gehölzstreifen

Modellierung anhand Zeitmessungen des Transportes über einen Schlag mit Schleppern

Schlepper	Anfang	Ende	Dauer Sek	Meter	Bemerkung
1	0,6	0,6	70	159	Beladen
1	0,6	0,6	93	320	Beladen
2	0,6	0,6	16	98	leer
2	0,6	0,6	128	341	leer
1	0,7	0,7	50	141	Beladen
2	0,8	0,8	56	142	¾-VOLL!
4	0,9	0,9	114	192	Beladen
4	0,9	0,9	112	197	Beladen
Durchschnitt pro Meter:			0,401887	Platz zw. GH-Streifen: 96,8	
Summe aller Übersetzungsfahrten:			156 Sek.	Gehölzstreifen in Feldmitte: 3	

A.5.2.3. Modellierung für die Interpolation: Fläche der Gehölzstreifen

Auf dem Schlag befinden sich: 5 ha Gehölzstreifen.
Dies sind 0,02 ha weniger 5 ha (KTBL Musterschlag).

Differenz zum KTBL-Musterschlag-Berechn.:
0 ha: 0 2-5 ha: 1
0,x-1 ha: 0 5-10 ha: 0
1-2 ha: 0 10-20 ha: 0
(WENN-Abfrage)

A.5.2.4. Daten und Interpolierung der nicht umtriebsspezifischen Arbeitsverfahren des Gehölzanbaus

Arbeitsverfahren:

Schlaggröße (ha):		1 ha							2 ha						5 ha					
ja/nei	ArV	HFE	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM
1	BPR	1	0,05	0,00	0,17	0,06	0,00	0,98	0,03	0,00	0,06	0,03	0,00	0,54	0,03	0,00	0,06	0,03	0,00	0,54
1		5	0,06	0,00	0,19	0,06	0,00	1,15	0,03	0,00	0,07	0,03	0,00	0,55	0,03	0,00	0,07	0,03	0,00	0,55
1		10	0,06	0,00	0,22	0,07	0,00	1,19	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,47	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,47
1		20	0,07	0,00	0,29	0,08	0,00	1,42	0,03	0,00	0,12	0,04	0,00	0,61	0,03	0,00	0,12	0,04	0,00	0,61
1	PSH	1	0,40	1,30	3,03	3,18	1,46	13,7	0,30	1,10	2,77	2,74	1,23	11,2	0,30	1,10	2,77	2,74	1,23	11,2
1		5	0,50	1,60	3,39	3,82	1,79	16,5	0,40	1,40	3,14	3,38	1,57	14,1	0,40	1,40	3,14	3,38	1,57	14,1
1		10	0,70	2,10	3,82	4,57	2,35	21,2	0,60	1,80	3,58	4,14	2,02	18,7	0,60	1,80	3,58	4,14	2,02	18,7
1		20	0,90	2,90	4,68	6,07	3,25	27,5	0,90	2,70	4,44	5,65	3,02	26,6	0,90	2,70	4,44	5,65	3,02	26,6
1	PfIA	1	2,20	25,2	20,1	27,1	28,2	108	1,60	23,2	16,8	23,5	26,0	90,2	1,60	23,2	16,8	23,5	26,0	90,2
1		5	2,30	25,6	20,6	27,7	28,7	112	1,70	23,5	17,2	24,0	26,3	93,0	1,70	23,5	17,2	24,0	26,3	93,0
1		10	2,40	26,1	21,3	28,5	29,2	145	1,80	23,9	17,8	24,6	26,8	96,2	1,80	23,9	17,8	24,6	26,8	96,2
1		20	2,60	27,2	23,0	30,3	30,5	123	2,00	24,9	19,1	26,1	27,9	103	2,00	24,9	19,1	26,1	27,9	103
1	TPFG	1	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86
1		5	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86
1		10	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86
1		20	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86
1	TPFD	1	0,30	0,60	2,11	2,06	0,67	9,34	0,30	0,60	2,11	2,06	0,67	9,34	0,30	0,60	2,11	2,06	0,67	9,34
1		5	0,60	1,90	3,26	4,06	2,13	18,4	0,60	1,90	3,26	4,06	2,13	18,4	0,60	1,90	3,26	4,06	2,13	18,4
1		10	1,10	3,60	4,60	6,40	4,03	31,5	1,10	3,60	4,60	6,40	4,03	31,5	1,10	3,60	4,60	6,40	4,03	31,5
1		20	1,90	6,90	7,28	11,1	7,73	54,6	1,90	6,90	7,28	11,1	7,73	54,6	1,90	6,90	7,28	11,1	7,73	54,6
1	SKU	1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
1		5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
1		10	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
1		20	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
0	WTr	1	0,00	0,10	0,23	0,27	0,11	0,61	0,00	0,10	0,23	0,27	0,11	0,61	0,00	0,10	0,23	0,27	0,11	0,61
0		5	0,00	0,20	0,36	0,40	0,22	0,98	0,00	0,20	0,36	0,40	0,22	0,98	0,00	0,20	0,36	0,40	0,22	0,98
0		10	0,10	0,40	0,50	0,56	0,45	3,01	0,10	0,40	0,50	0,56	0,45	3,01	0,10	0,40	0,50	0,56	0,45	3,01
0		20	0,10	0,70	0,79	0,87	0,78	3,94	0,10	0,70	0,79	0,87	0,78	3,94	0,10	0,70	0,79	0,87	0,78	3,94
1	Pha	1	0,90	4,20	5,74	8,10	4,70	32,0	0,80	3,90	5,29	7,31	4,37	29,0	0,70	3,70	4,94	6,71	4,14	26,3
1		5	1,00	4,30	5,85	8,30	4,82	34,0	0,80	4,00	5,38	7,48	4,48	29,3	0,70	3,80	5,03	6,85	4,26	26,6
1		10	1,00	4,40	6,00	8,55	4,93	34,5	0,90	4,10	5,51	7,70	4,59	31,3	0,70	3,90	5,13	7,04	4,37	27,0
1		20	1,10	4,70	6,34	9,14	5,26	37,2	0,90	4,40	5,79	8,19	4,93	32,4	0,80	2,94	5,37	7,46	3,29	28,1

Arbeitsverfahren Dünger ausbringen in jedem Umtrieb, unabhängig der Umtriebszeit und dem Ertrag:

1	DKP	1	0,20	1,50	1,31	1,51	1,68	7,50	0,10	1,30	1,14	1,28	1,46	5,38	0,10	1,10	1,01	1,10	1,23	4,84
1		5	0,20	1,60	1,36	1,59	1,79	7,74	0,20	1,40	1,20	1,36	1,57	7,13	0,10	1,20	1,07	1,17	1,34	5,08
1		10	0,20	1,70	1,42	1,67	1,90	7,99	0,20	1,50	1,26	1,44	1,68	7,38	0,10	1,30	1,13	1,26	1,46	5,35
1		20	0,20	1,90	1,55	1,85	2,13	8,53	0,20	1,60	1,38	1,62	1,79	7,79	0,20	1,40	1,25	1,43	1,57	7,25

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

Schlaggröße (ha):		10 ha						20 ha						Interpolation ArZ, ha-Differenzen					
ja/nei	ArV	HFE	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	ArZ	TS	AbF	REP	BST	SUM	0-1	1-2	2-5	5-10	10-20
1	BPR	1	0,03	0,00	0,04	0,02	0,00	0,51	0,02	0,00	0,03	0,02	0,00	0,35	0,30	0,30	0,00	0,00	0,02
1		5	0,03	0,00	0,05	0,02	0,00	0,52	0,02	0,00	0,04	0,02	0,00	0,36	0,45	0,45	0,00	0,00	0,02
1		10	0,03	0,00	0,06	0,03	0,00	0,54	0,03	0,00	0,05	0,02	0,00	0,52	0,45	0,45	0,00	0,00	0,00
1		20	0,03	0,00	0,09	0,03	0,00	0,57	0,03	0,00	0,08	0,03	0,00	0,56	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00
1	PSH	1	0,30	1,00	2,78	2,74	1,12	11,1	0,30	1,00	2,80	2,78	1,12	11,2	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
1		5	0,40	1,30	3,14	3,38	1,46	14,0	0,50	1,30	3,17	3,43	1,46	15,6	1,50	1,50	0,00	0,00	-0,2
1		10	0,60	1,80	3,58	4,14	2,02	18,7	0,60	1,80	3,60	4,18	2,02	18,8	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
1		20	0,90	2,60	4,44	5,65	2,91	26,5	0,90	2,60	4,46	5,69	2,91	26,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	PfIA	1	1,60	22,8	16,3	23,0	25,5	88,8	1,50	22,8	16,0	22,7	25,5	86,7	9,00	9,00	0,00	0,00	0,15
1		5	1,60	23,1	16,7	23,5	25,9	90,1	1,60	23,1	16,4	23,1	25,9	89,4	9,00	9,00	0,00	0,30	0,00
1		10	1,70	23,5	17,3	24,1	26,3	93,1	1,70	23,5	16,9	23,7	26,3	92,5	9,00	9,00	0,00	0,30	0,00
1		20	1,90	24,3	18,5	25,4	27,2	99,7	1,90	24,3	18,2	25,0	27,2	98,9	9,00	9,00	0,00	0,30	0,00
1	TPFG	1	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1		5	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1		10	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1		20	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,03	0,10	0,14	0,16	0,11	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	TPFD	1	0,30	0,60	2,11	2,06	0,67	9,34	0,30	0,60	2,11	2,06	0,67	9,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1		5	0,60	1,90	3,26	4,06	2,13	18,4	0,60	1,90	3,26	4,06	2,13	18,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1		10	1,10	3,60	4,60	6,40	4,03	31,5	1,10	3,60	4,60	6,40	4,03	31,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1		20	1,90	6,90	7,28	11,1	7,73	54,6	1,90	6,90	7,28	11,1	7,73	54,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SKU	1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01					
1		5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01					
1		10	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01					
1		20	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01					
0	WTr	1	0,10	0,10	0,23	0,27	0,11	2,11	0,10	0,10	0,23	0,27	0,11	2,11	0,00	0,00	0,00	-0,3	0,00
0		5	0,10	0,20	0,36	0,40	0,22	2,48	0,10	0,20	0,36	0,40	0,22	2,48	0,00	0,00	0,00	-0,3	0,00
0		10	0,10	0,40	0,50	0,56	0,45	3,01	0,10	0,40	0,50	0,56	0,45	3,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0		20	0,10	0,70	0,79	0,87	0,78	3,94	0,10	0,70	0,79	0,87	0,78	3,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	Pha	1	0,60	3,60	4,79	6,45	4,03	24,3	0,60	3,60	4,75	6,37	4,03	24,2	1,50	1,50	0,50	0,30	0,00
1		5	0,70	3,70	4,88	6,59	4,14	26,1	0,60	3,70	4,83	6,51	4,14	24,5	3,00	3,00	0,50	0,00	0,15
1		10	0,70	3,80	4,98	6,77	4,26	26,5	0,70	3,80	4,93	6,68	4,26	26,4	1,50	1,50	1,00	0,00	0,00
1		20	0,80	4,00	5,22	7,19	4,48	28,9	0,70	3,90	5,16	7,09	4,37	27,1	3,00	3,00	0,50	0,00	0,15

Arbeitsverfahren Dünger ausbringen in jedem Umtrieb, unabhängig der Umtriebszeit und dem Ertrag:

1	DKP	1	0,10	1,00	0,96	1,02	1,12	4,60	0,10	1,00	0,92	0,97	1,12	4,51	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
1		5	0,10	1,10	1,01	1,10	1,23	4,84	0,10	1,00	0,97	1,04	1,12	4,63	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
1		10	0,10	1,20	1,07	1,18	1,34	5,09	0,10	1,10	1,03	1,13	1,23	4,89	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
1		20	0,20	1,40	1,19	1,35	1,57	7,11	0,10	1,30	1,16	1,30	1,46	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

Interpolation der Gehölze für die Gehölzstreifen

	Interpolation AbF, ha-Diff.					Interpolation REP, ha-Diff.					Interpolation BST, ha-Diff.				
	0-1	1-2	2-5	5-10	10-20	0-1	1-2	2-5	5-10	10-20	0-1	1-2	2-5	5-10	10-20
BPR	0,11	0,11	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,21	0,21	0,00	0,0	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,17	0,17	0,00	0,01	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PSH	0,26	0,26	0,00	0,00	0,00	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	1,46	0,22	0,00	0,02	0,00
	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,44	0,44	0,00	0,00	-0,01	1,79	0,22	0,00	0,02	0,00
	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,43	0,43	0,00	0,00	0,00	2,35	0,34	0,00	0,00	0,00
	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,42	0,42	0,00	0,00	0,00	3,25	0,22	0,00	0,02	0,00
PflA	3,31	3,31	0,00	0,09	0,03	3,62	3,62	0,00	0,10	0,03	28,2	2,24	0,00	0,09	0,03
	3,42	3,42	0,00	0,10	0,03	3,74	3,74	0,00	0,11	0,03	28,7	2,35	0,00	0,09	0,03
	3,56	3,56	0,00	0,10	0,03	33,9	33,9	0,00	0,11	0,04	29,2	2,46	0,00	0,09	0,03
	3,87	3,87	0,00	0,11	0,04	4,24	4,24	0,00	0,12	0,04	30,5	2,58	0,00	0,13	0,04
TPfG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
TPfD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,03	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,73	0,00	0,00	0,00	0,00
SKU															
WTr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00
Pha	0,45	0,45	0,12	0,03	0,00	0,79	0,79	0,20	0,05	0,01	4,70	0,34	0,07	0,02	0,00
	0,47	0,47	0,12	0,03	0,00	0,82	0,82	0,21	0,05	0,01	4,82	0,34	0,07	0,02	0,00
	0,49	0,49	0,13	0,03	0,01	0,85	0,85	0,22	0,05	0,01	4,93	0,34	0,07	0,02	0,01
	0,55	0,55	0,14	0,03	0,01	0,95	0,95	0,24	0,05	0,01	5,26	0,34	0,55	-0,2	0,01

Arbeitsverfahren Dünger ausbringen in jedem Umtrieb, unabhängig der Umtriebszeit und dem Ertrag:

DKP	0,17	0,17	0,04	0,01	0,00	0,23	0,23	0,06	0,02	0,01	1,68	0,22	0,07	0,02	0,00
	0,16	0,16	0,04	0,01	0,00	0,23	0,23	0,06	0,01	0,01	1,79	0,22	0,07	0,02	0,00
	0,16	0,16	0,04	0,01	0,00	0,23	0,23	0,06	0,02	0,01	1,90	0,22	0,07	0,02	0,00
	0,17	0,17	0,04	0,01	0,00	0,23	0,23	0,06	0,02	0,01	2,13	0,34	0,07	0,00	0,00

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

Interpolation der Gehölze für die Gehölzstreifen

	Summen zu: ha-Diff.					Veränderung der A-E-K vom größeren KTBL-Schlag	Hof-Feld-Entfernung:				Agroforstsystem gesamt	
	0-1	1-2	2-5	5-10	10-20		1 km	5 km	10 km	20 km	zusätzlich	gesar km-Ausw.
BPR	0,4	0,4	0	0	0,02	0,00	0,00				0,15	0,69
	0,6	0,6	0	0	0,02	0,00		0,00			0,15	0,70
	0,7	0,7	0	-0	0,00	0,00			0,00		0,15	0,62
	0,8	0,8	0	0	0,00	0,00				0,00	0,15	0,76 0,69
PSH	3,7	2,4	0	0	-0,01	0,00	0,00				0,32	11,6
	4	2,4	0	0	-0,16	0,00		0,00			0,32	14,4
	4,5	2,5	0	0	-0,01	0,00			0,00		0,32	19,1
	3,9	0,9	0	0	-0,01	0,00				0,00	0,32	26,9 11,57
PflA	44	18	0	0,3	0,24	0,00	0,00				0,50	91
	45	19	0	0,6	0,10	0,00		0,00			0,50	94
	76	49	0	0,6	0,10	0,00			0,00		0,50	97
	48	20	0	0,7	0,11	0,00				0,00	0,50	104 90,74
TPfG	0,1	0	0	0	0,00	0,00	0,00				0,00	0,86
	0,1	0	0	0	0,00	0,00		0,00			0,00	0,86
	0,1	0	0	0	0,00	0,00			0,00		0,00	0,86
	0,1	0	0	0	0,00	0,00				0,00	0,00	0,86 0,86
TPfD	0,7	0	0	0	0,00	0,00	0,00				0,00	9,3
	2,1	0	0	0	0,00	0,00		0,00			0,00	18,4
	4	0	0	0	0,00	0,00			0,00		0,00	31,5
	7,7	0	0	0	0,00	0,00				0,00	0,00	54,6 9,34
SKU												0,00
WTr	0,1	0	0	-0,3	0,00	0,00	0,00				0,00	0,61
	0,2	0	0	-0,3	0,00	0,00		0,00			0,00	0,98
	0,4	0	0	0	0,00	0,00			0,00		0,00	3,01
	0,8	0	0	0	0,00	0,00				0,00	0,00	3,94 0,61
Pha	7,4	3,1	0,89	0,4	0,02	0,02	0,89				0,35	27,5
	9,1	4,6	0,9	0,1	0,17	0,02		0,90			0,35	27,9
	7,8	3,2	1,42	0,1	0,02	0,02			1,42		0,35	28,8
	9,8	4,8	1,43	-0,2	0,17	0,02				1,43	0,35	29,9 27,53

Arbeitsverfahren Dünger ausbringen in jedem Umtrieb, unabhängig der Umtriebszeit und dem Ertrag:

DKP	3,6	2,1	0,18	0	0,013	0,00310076	0,178				0,39	5,4
	2,2	0,6	0,68	0	0,014	0,011868827		0,681333			0,39	6,2
	2,3	0,6	0,68	0,1	0,013	0,01181076			0,678		0,39	6,4
	2,5	0,7	0,18	0	0,161	0,003158827				0,181333	0,39	7,8 5,41

Multiplikation v. Summen und
Differenz d. Gehölzfläche u. Falktoren

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

A.5.2.5. Übersicht der Kosten im Anbaujahr auf den Gehölzstreifen

Auszahlungen im Anbaujahr: 141,35 €/ha

BPR 0,7 PSH 12 PflA 91 TPfG 0,9 TPfD 9,3 SKU 0 WTr 0,6 Pha 27,5

Die Übersetzungsfahrten zwischen den Gehölzstreifen sind hier bislang nicht enthalten.

A.5.2.6. Zusätzliche Kosten für Übersetzungsfahrten der Kosten im Anbaujahr und der Düngung in €/ha

BPR: 0,76 PSH: 1,61 PflA: 2,50 TPfG 1,242051 TPfD: 1,346084

SKU: 4,14 WTr: 0,00 Pha: 1,74 DKP: 1,95 s. A 5.2.4.

Auszahlungen im Anbaujahr inkl. der Übersetzungsfahrten: 154,07 €/ha

BPR 1,4 PSH 13 PflA 93 TPfG 2,1 TPfD 11 SKU 4,1 WTr 0 Pha 29,3

A.5.3. Modellierung der umtriebsspezifischen Kosten

A.5.3.1. Modellierung der Kosten für Dünger und Wasser im Anbaujahr

	Preis e Einheit	Menge je t TM	Kosten für den Jahreszuwachs
Wasser	0,0025 €/l	0	0
P ₂ O ₅	0,51 €/kg	1,9	9,69
K ₂ O	0,40 €/kg	3,8	15,2
Gesamtkosten je regelm. Umtrieb:			

Auszahlungen für Dünger und Wasser je Umtrieb in €/ha

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Wasser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P ₂ O ₅	0	0	0	39	0	0	0	39	0	0	0	39	0	0	0	39	0	0	0	38,8
K ₂ O	0	0	0	61	0	0	0	61	0	0	0	61	0	0	0	61	0	0	0	60,8
Summe	0	0	0	100	0	0	0	99,6												

Hinweis:

Datenwerte, die aufgrund der Größe der Spalten nicht dargestellt werden können, werden kaufmännisch soweit gerundet, bis sie darstellbar sind.

A.5.3.2. Modellierung der Ernte

A.5.3.2.1. Datenaufstellung der Ernte von Feldhäcksler und Mähacker

	Größe ha	Hof-Feld-Entfernung	Menge t	Zeit ArZ	Diesel l/ha	Maschinenkosten fix €/ha	var. €/ha*	Durchschn. Feldstrecke	Gesamt km	Treibstoffkost. €/ha
Feldhäcksler 250 kW, 2-reihig	20	4	62	1,06	42,9	126,31	46,42	0,707	4,707	48,05
Mähacker 1-reihig, 83 kW	20	4	124	7,04	86,1	75,51	66,02	0,707	4,707	96,43

* variable Maschinenkosten abzüglich der Treibstoffkosten, welche seitlich zum aktuellen Preis extra berechnet wurden

A.5.3.2.2. Modellierung des Transports vom Feld: Dreiseitenkipper je Stunde Ernteeinsatz

	Zeit (ArZ)	Diesel l/ha	Maschinenkosten	Kosten je Stunde*
Dreiseitenkipper (Ernte: 89 t TM/ha):	10,19	37,40	179,83	110,05

*Arbeits erledigungskosten des Dreiseitenkippers je h, multipliziert mit der Anzahl verwendeter Schlepper (in €/h)

A.5.3.2.3. Stündliche Auszahlungen beim Häckseln, basierend auf einen 20 ha-Schlag, Hof-Feld-Entf. 5km

	Erntemenge	kumuliert (A.5.3.2.1)	gesamt je Std. kumuliert/h+Schlepper
Feldhäcksler	62 t	236,67	333,33
Mähacker	124 t	343,56	158,86

Hier werden die Auszahlungen für Ernte und den Transport vom Feld (bei sehr kurzen Hof-Feld-Entfernungen inkl. dieser, sonst) an den Feldrand mit Dreiseitenkippern (s. Tabelle A.5.3.2.2). Basierend auf die Feldgröße 20 ha mit der Hof-Feld-Entfernung 5 km.

A.5.3.2.4. Daten zur Flächen- und Hof-Feld-Entfernungsberechnung: Feldhäcksler

Arbeits erledigungskosten des Feldhäcklereinsatzes bei der CCM-Ernte: Feldhäcksler 4-reihig, 3 m breit, 125 kW, Menge: 16 t/ha

HFE (km)	1 ha			2 ha			5 ha			10 ha			20 ha		
	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS
1	1,70	168,74	26,1	1,40	150,75	24,3	1,20	137,52	22,9	1,10	132,37	22,3	1,10	130,35	22,0
5	1,80	173,89	26,6	1,50	154,97	24,6	1,30	141,07	23,1	1,20	135,83	22,5	1,10	133,70	22,2
10	1,90	181,06	27,1	1,60	160,86	25,1	1,30	146,02	23,5	1,30	140,70	22,9	1,20	138,41	22,6
20	2,20	198,82	28,5	1,80	175,43	26,2	1,60	158,27	24,5	1,50	152,86	23,9	1,40	150,21	23,5

A.5.3.2.5. Feldhäcksler modellieren

HFE (km)	ha					Prozentuale Abweichung der A-E-Kosten v. 20ha/5km				
	1	2	5	10	20	1	2	5	10	20
1	198,16	175,40	158,96	152,22	150,15	0,2907	0,1424	0,0353	-0,0086	-0,0220
5	204,88	181,16	164,04	157,21	153,53	0,3345	0,1800	0,0684	0,0239	0,0000
10	213,63	188,63	169,05	163,64	159,80	0,3914	0,2286	0,1011	0,0658	0,0408
20	236,10	206,36	185,95	178,95	174,74	0,5378	0,3441	0,2111	0,1655	0,1381
Legende	Gesamt-Arbeits erledigungskosten Häcksler CCM-Ernte					Rel. Abweichung vom 20 ha großen Schlag bei HFE. 5km				

A.5.3.2.6. Daten zur Flächen- und Hof-Feld-Entfernungsberechnung: Mähacker

Arbeits erledigungskosten des Mähackereinsatzes bei CCM-Ernte: Anbauhäcksler 1-reihig

HFE (km)	1 ha			2 ha			5 ha			10 ha			20 ha		
	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS	ArZ	AbF + REP	TS
1	4,30	161,91	28,1	3,90	156,62	26,1	3,60	152,40	24,4	3,50	150,28	23,6	3,40	148,78	23,0
5	4,50	164,24	28,6	4,10	158,80	26,6	3,80	154,41	24,8	3,70	152,24	24,0	3,60	150,68	23,4
10	4,70	167,22	29,3	4,30	161,62	27,2	4,00	157,03	25,4	3,80	154,74	24,5	3,70	153,12	23,9
20	5,20	174,21	30,8	4,80	168,21	28,7	4,50	163,18	26,8	4,30	160,66	25,9	4,20	158,85	25,2

A.5.3.2.7. Mähacker modellieren

HFE (km)	ha					Prozentuale Abweichung der A-E-Kosten v. 20ha/5km				
	1	2	5	10	20	1	2	5	10	20
1	230,63	219,04	210,06	206,32	203,23	0,1348	0,0778	0,0336	0,0152	0,0000
5	236,03	224,29	215,13	211,34	208,19	0,1614	0,1036	0,0586	0,0399	0,0244
10	242,12	230,20	220,84	215,42	212,21	0,1913	0,1327	0,0867	0,0600	0,0442
20	256,83	244,52	234,70	229,05	225,63	0,2637	0,2031	0,1548	0,1270	0,1102
Legende	Gesamt-Arbeits erledigungskosten Häcksler CCM-Ernte					Rel. Abweichung vom 20 ha großen Schlag bei HFE. 5km				

A.5.3.2.8. Berechnung der Ernte: Feldhäcksler

HFE	ArZ	1 ha	2 ha	5 ha	10 ha	20 ha
1	1,00	430,22	380,80	345,11	330,48	325,99
5	1,00	444,82	393,32	356,14	341,31	333,33
10	1,00	463,80	409,53	367,02	355,27	346,94
20	1,00	512,59	448,03	403,71	388,51	379,37

Berechnung des Feldhäckslers auf Basis von 1 h ArZ:

Fläche der Gehölzstreifen: 5 ha
das bedeutet, die Gehölzstreifen sind 0 ha kleiner als die nächst größere KTBL-Flächeneinheit von 5 ha.

A.5.3.2.9. Berechnung der Ernte: Mähacker

HFE	ArZ	1 ha	2 ha	5 ha	10 ha	20 ha
1	1,00	180,27	171,21	164,19	161,27	158,86
5	1,00	184,49	175,32	168,16	165,19	162,73
10	1,00	189,25	179,94	172,62	168,38	165,87
20	1,00	200,75	191,13	183,45	179,03	176,36

Berechnung des Mähackers auf Basis von 1 h ArZ:

A.5.3.2.10. Flächeninterpolation zur Interpolation von umtriebsspezifischen Arbeitsverfahren

Auf dem Schlag befinden sich: 5 ha Gehölzstreifen. Differenz zum KTBL-Musterschlag-Berechn.:
Dies sind 0,02 ha weniger 5 ha (KTBL Musterschlag).
0 ha: 0 2-5 ha: 1
0,x-1 ha: 0 5-10 ha: 0
1-2 ha: 0 10-20 ha: 0

A.5.2.11. Interpolierung Feldhäcksler und Mähacker pro Stunde

Maschine	Feldhäcksler Differenz je Hektar					Mähacker Differenz je Hektar					Interpolation		zusätzliche Kosten da Überfahrten	Arbeits- ledigungs- kost. Ernte
	HFE	0-1	1-2	2-5	5-10	10-20	0-1	1-2	2-5	5-10	10-20	Feld- häcksler		
1	49,4	49,4	11,9	2,93	0,45	9,06	9,06	2,34	0,58	0,24	345,32	164,24	2,01	345,32
5	51,5	51,5	12,4	2,97	0,8	9,18	9,18	2,39	0,59	0,25	356,35	168,20	2,01	356,35
10	54,3	54,3	14,2	2,35	0,83	9,31	9,31	2,44	0,85	0,25	367,26	172,66	2,01	367,26
20	64,6	64,6	14,8	3,04	0,91	9,63	9,63	2,56	0,88	0,27	403,97	183,50	2,01	403,97

Ergebnis je Stunde entsprechend der Hof-Feld-Entfernung: 345,32

Die AE-Kosten der Übersetzungsfahrten werden in A.5.3.5 hinzuaddiert.

Die Zusatzkosten werden berechnet, indem die Zeit aller Übersetzungsfahrten in Sekunden durch 60 durch 60 dividiert wird, um als Resultat die Zeit in Stunden zu erhalten. Diese wird multipliziert mit den A-E-Kosten für die Beerntung mit dem Feldhäcksler auf einem 20 ha großen Schlag in 1 km Hof-Feld-Entfernung je Stunde. Gesamtkosten ermittelt durch die zugehörige Feldgröße!!!

Gesamt mit km durch km-Auswahlsermittlung errechnet!

A.5.3.3. Modellierung der Transporte

A.5.3.3.1. Transportdaten

Fahr- zeug	Schlaggröße Egt	HFE	alle Flächengrößen					SUM
			ArZ	TS	AbF+REP	BST	SUM	
1	2	1	0,20	0,80	3,20	0,90	7,10	
1	2	5	0,40	3,30	6,40	3,70	16,1	
1	2	10	0,70	6,20	10,00	6,94	27,4	
1	2	20	1,20	12,0	17,00	13,4	48,4	
2	4	1	0,20	0,98	3,74	1,10	7,84	
2	4	5	0,50	4,08	6,99	4,57	19,1	
2	4	10	0,70	7,83	10,78	8,77	30,0	
2	4	20	1,30	15,3	18,40	17,2	55,1	
3	6	1	0,20	1,19	4,26	1,33	8,59	
3	6	5	0,50	4,96	8,05	5,56	21,1	
3	6	10	0,70	9,52	12,46	10,7	33,6	
3	6	20	1,30	18,6	21,31	20,9	61,7	

Legende der Fahrzeuge

Fahr- zeug	Be- schreibung
1	8 t, 67 kW, Dreiseitenkippanhänger
2	Doppelzug je 14 t, 83 kW, Dreiseitenkippanhänger
3	Doppelzug je 18 t, 102 kW, Dreiseitenkippanhänger

A.5.3.3.2. Modellierung der Transportdichte des Erntegutes

	Wasser- gehalt	Mit- tel	Schüttdichte		Transport 1: Feuchteeintrag:	Dichte in kg/Srm ³			Aus- wahl
			kg/Srm ³	Mittel		Feuchte i.Mod			
Pappel	erntefrisch	51-58 %	0,55	338-347	Transport 2: Feuchteeintrag:	Pappel:	0,5	323	1
	absolut trocken			136-139		Weide:	0,5	325	0
Weide	erntefrisch	47-54%	0,50	315-335	Transport 2: Feuchteeintrag:	Pappel:	0,2	212	1
	absolut trocken			148-167		Weide:	0,2	223	0

	max. Zuladung ATRO in t TM:		Max. Zuladevolumen			
	1.Transport	2.Transport	Länge	Breite	Höhe	m ³
=> 8 t, 54 kW, Dreiseitenkippanhänger	1,39656	1,39656	4,6	2,2	1	10,1
=> Doppelzug je 14 t, 83 kW, Dreiseitenkippanhänger	3,351744	3,351744	4,6	2,2	1,2	12,1
=> Doppelzug je 18 t, 102 kW, Dreiseitenkippanhänger	4,749242	4,749242	5,1	2,41	1,4	17,2

A.5.3.4. Modellierung der Trocknung und Lagerung

Lagerungskosten:		Einheit	Freilagerung, ohne Boden	Freilagerung Betonplatte	Altge- bäude	R u n d h o l z h a l l e	
Auswahl						ohne Boden- platte	mit Boden- platte
0	Transport zum Lager	€/t FM	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
1	Lagerbeschickung	€/t FM	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
1	Lagerkosten	€/t FM	0	11,8	4,9	12,1	23,1
	Trockenmasseverluste	%	23	18	15	17	15
	Lagerungskosten	€/t FM	2,5	14,3	7,4	14,6	25,6
	Lagerungskosten	€/t TM	6,195652174	35,43913043	18,33913	36,1826087	63,44348
	JA/NEIN		1	0	0	0	0

A.5.3.5. Übersicht der umtriebsspezifischen und sonstigen Kosten eines Agroforstsystems

Jahr ab Pflanzung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Anbaukosten	154																			
Ernte ja/nein	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
ArZ h/ha	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2
Ernte TM/ha	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0	40
Erntevorgang	0	0	0	693	0	0	0	693	0	0	0	693	0	0	0	693	0	0	0	693
Transporte auf dem Schlag	0	0	0	220	0	0	0	220	0	0	0	220	0	0	0	220	0	0	0	220
Kosten für einen Transp.	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59
Anzahl der Transporte 1	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	9
Produkt Tr. 1:	0,0	0,0	0,0	77,3	0,0	0,0	0,0	77,3	0,0	0,0	0,0	77,3	0,0	0,0	0,0	77,3	0,0	0,0	0,0	77,3
Verkaufte Gehölmzmenge	0	0	0	30,8	0	0	0	30,8	0	0	0	30,8	0	0	0	30,8	0	0	0	30,8
Transporte von der Trocknung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kosten für 2 Transport	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lagerungskosten €/ha	0	0	0	248	0	0	0	248	0	0	0	248	0	0	0	248	0	0	0	248
Kosten für die Düngerausbr. siehe A.5.2.6.	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7
Wiedereingliederungskosten																				1300
Direktkosten	2300	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
Summe	2454	0	0	1345	0	0	0	1345	0	0	0	1345	0	0	0	1345	0	0	0	2487

A.5.3.6. Übersicht der Kosten einer Kurzumtriebsplantage

Jahr ab Pflanzung:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ArZ h/ha	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Bewirt.1ha,1km	2593	0	0	1513	0	0	0	1513	0	0	0	1513	0	0	0	1513	0	0	0	2813
Bewirt.1ha,5km	2610	0	0	1542	0	0	0	1542	0	0	0	1542	0	0	0	1542	0	0	0	2842
Bewirt.1ha,10km	2664	0	0	1580	0	0	0	1580	0	0	0	1580	0	0	0	1580	0	0	0	2880
Bewirt.1ha,20km	2675	0	0	1679	0	0	0	1679	0	0	0	1679	0	0	0	1679	0	0	0	2979
Bewirt.2ha,1km	2442	0	0	1412	0	0	0	1412	0	0	0	1412	0	0	0	1412	0	0	0	2712
Bewirt.2ha,5km	2457	0	0	1439	0	0	0	1439	0	0	0	1439	0	0	0	1439	0	0	0	2739
Bewirt.2ha,10km	2482	0	0	1471	0	0	0	1471	0	0	0	1471	0	0	0	1471	0	0	0	2771
Bewirt.2ha,20km	2522	0	0	1549	0	0	0	1549	0	0	0	1549	0	0	0	1549	0	0	0	2849
Bewirt.5ha,1km	2439	0	0	1340	0	0	0	1340	0	0	0	1340	0	0	0	1340	0	0	0	2640
Bewirt.5ha,5km	2455	0	0	1362	0	0	0	1362	0	0	0	1362	0	0	0	1362	0	0	0	2662
Bewirt.5ha,10km	2478	0	0	1384	0	0	0	1384	0	0	0	1384	0	0	0	1384	0	0	0	2684
Bewirt.5ha,20km	2518	0	0	1459	0	0	0	1459	0	0	0	1459	0	0	0	1459	0	0	0	2759
Bewirt.10ha,1km	2437	0	0	1310	0	0	0	1310	0	0	0	1310	0	0	0	1310	0	0	0	2610
Bewirt.10ha,5km	2452	0	0	1332	0	0	0	1332	0	0	0	1332	0	0	0	1332	0	0	0	2632
Bewirt.10ha,10km	2474	0	0	1360	0	0	0	1360	0	0	0	1360	0	0	0	1360	0	0	0	2660
Bewirt.10ha,20km	2515	0	0	1429	0	0	0	1429	0	0	0	1429	0	0	0	1429	0	0	0	2729
Bewirt.20ha,1km	2435	0	0	1301	0	0	0	1301	0	0	0	1301	0	0	0	1301	0	0	0	2601
Bewirt.20ha,5km	2452	0	0	1316	0	0	0	1316	0	0	0	1316	0	0	0	1316	0	0	0	2616
Bewirt.20ha,10km	2474	0	0	1344	0	0	0	1344	0	0	0	1344	0	0	0	1344	0	0	0	2644
Bewirt.20ha,20km	2513	0	0	1409	0	0	0	1409	0	0	0	1409	0	0	0	1409	0	0	0	2709

A.6. Berechnung der Agroforstsystemparameter und Berechnung der Annuitäten

A.6.1. Auflistung der Agroforstparameter

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Fruchtfolge	WR	WW	SM	SG	WR	WW	SM	SG	WR	WW	SM	SG	WR	WW	SM	SG	WR	WW	SM	SG
FF-Auszahlung	878	1083	1235	842	878	1083	1235	842	878	1083	1235	842	878	1083	1235	842	878	1083	1235	842
FF-Einzahlung	1050	1100	1305	963	1050	1100	1305	963	1050	1100	1305	963	1050	1100	1305	963	1050	1100	1305	963
FF-Saldo	172	17	70	121	172	17	70	121	172	17	70	121	172	17	70	121	172	17	70	121
Gehölzstreifen:																				
GHS-Einzahlung	0	0	0	2518	0	0	0	2518	0	0	0	2518	0	0	0	2518	0	0	0	2518
GHS-Saldo	-2454	0	0	1173	0	0	0	1173	0	0	0	1173	0	0	0	1173	0	0	0	31

A.6.2. Berechnung der Kapitalwerte

Wiedergewinnungsfaktor: 0,07358

Berechnung der Kapitalwerte:

Laufzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FF-Auszahlungen																				
2 ha	898	1034	1159	770	768	883	991	659	656	755	847	563	561	646	724	481	480	552	619	411
5 ha	852	984	1085	730	728	841	927	624	622	719	793	534	532	615	677	456	455	525	579	390
10 ha	834	965	1069	715	713	825	913	611	609	705	781	522	521	603	667	446	445	515	571	382
20 ha	825	957	1049	707	706	818	897	604	603	699	766	517	516	598	655	442	441	511	560	378
40 ha	821	952	1031	703	702	814	882	601	600	696	754	514	513	595	644	439	438	509	551	376
80 ha	820	952	1044	702	701	813	892	600	599	695	763	513	512	594	652	438	438	508	557	375
Agroforst	845	1001	1098	719	722	856	938	615	617	731	802	526	528	625	686	449	451	534	586	384
FF-Einzahlungen																				
FF-Einzahlung-N	1010	1017	1160	823	863	869	992	703	738	743	848	601	631	635	725	514	539	543	619	439
FF-Einzahl. -20	808	814	928	658	691	695	793	563	590	594	678	481	505	508	580	411	431	434	496	351
FF-Einzahl. -15	858	864	986	699	734	739	843	598	627	632	721	511	536	540	616	437	458	461	526	373
FF-Einzahl. -10	909	915	1044	741	777	782	893	633	664	669	763	541	568	572	652	463	485	489	557	395
FF-Einzahl. -5,0	959	966	1102	782	820	826	942	668	701	706	805	571	599	603	688	488	512	516	588	417
FF-Einzahl. 0,0	1010	1017	1160	823	863	869	992	703	738	743	848	601	631	635	725	514	539	543	619	439
FF-Einzahl. 5,0	1060	1068	1218	864	906	913	1041	739	775	780	890	631	662	667	761	540	566	570	650	461
FF-Einzahl. 10,0	1111	1119	1276	905	950	956	1091	774	812	817	932	661	694	699	797	565	593	597	681	483
FF-Einzahl. 15,0	1161	1169	1334	946	993	1000	1140	809	849	854	975	691	725	730	833	591	620	624	712	505
FF-Einzahl. 20,0	1212	1220	1392	987	1036	1043	1190	844	885	892	1017	721	757	762	870	617	647	652	743	527
FF-Einzahl. 25,0	1262	1271	1450	1029	1079	1087	1240	879	922	929	1060	752	788	794	906	642	674	679	774	549
Gehölze																				
1 ha	2493	0	0	1293	0	0	0	1105	0	0	0	945	0	0	0	808	0	0	0	1284
2 ha	2348	0	0	1207	0	0	0	1032	0	0	0	882	0	0	0	754	0	0	0	1238
5 ha	2345	0	0	1145	0	0	0	979	0	0	0	837	0	0	0	715	0	0	0	1205
10 ha	2343	0	0	1120	0	0	0	957	0	0	0	818	0	0	0	700	0	0	0	1191
20 ha	2341	0	0	1112	0	0	0	951	0	0	0	813	0	0	0	695	0	0	0	1187
Gehölzstreifen																				
GHS-Auszahlung	2360	0	0	1150	0	0	0	983	0	0	0	840	0	0	0	718	0	0	0	1135
GHS-Einzahlung	0	0	0	2152	0	0	0	1840	0	0	0	1573	0	0	0	1344	0	0	0	1149

AFS: -149 14 54,6 215 124 12 46,6 184 106 10,2 39,9 157 90,4 8,76 34,1 135 77,2 7,49 29,1 50,1
 KUM -149 -135 -81 135 258 270 317 501 607 617 657 815 905 914 948 1082 1160 1167 1196 1246

A.6.3. Annuitätenberechnung und Übersicht

Fruchtfolge	Auszahlungen (€/ha)		Einzahlungen (€/ha)		Gesamt	
	Kapitalwert	Annuität	Kapitalwert	Annuität	Kapitalwert	Annuität
2 ha	14457,40	1063,80	15012,27	1104,63	554,87	40,83
5 ha	13668,39	1005,74	15012,27	1104,63	1343,88	98,88
10 ha	13413,68	987,00	15012,27	1104,63	1598,59	117,63
20 ha	13248,40	974,84	15012,27	1104,63	1763,87	129,79
40 ha	13133,87	966,41	15012,27	1104,63	1878,40	138,22
80 ha	13167,74	968,91	15012,27	1104,63	1844,53	135,72
Kurzumtriebsplantagen						
1 ha	7927,63	583,33	8058,25	592,9404	130,62	9,611202
2 ha	7459,56	548,89	8058,25	592,9404	598,70	44,05318
5 ha	7226,81	531,76	8058,25	592,9404	831,44	61,17888
10 ha	7130,38	524,67	8058,25	592,9404	927,87	68,27447
20 ha	7099,15	522,37	8058,25	592,9404	959,11	70,57279
Agroforstsystem						
FF 0	13712,94	1009,02	15012,27	1104,629	1299,33	95,61
FF -20	13712,94	1009,02	12009,82	883,7032	-1703,13	-125,32
FF -15	13712,94	1009,02	12760,43	938,9347	-952,51	-70,09
FF -10	13712,94	1009,02	13511,04	994,1661	-201,90	-14,86
FF -5,0	13712,94	1009,02	14261,66	1049,398	548,71	40,38
FF 0,0	13712,94	1009,02	15012,27	1104,629	1299,33	95,61
FF 5,0	13712,94	1009,02	15762,88	1159,86	2049,94	150,84
FF 10,0	13712,94	1009,02	16513,50	1215,092	2800,55	206,07
FF 15,0	13712,94	1009,02	17264,11	1270,323	3551,17	261,30
FF 20,0	13712,94	1009,02	18014,72	1325,555	4301,78	316,53
FF 25,0	13712,94	1009,02	18765,34	1380,786	5052,39	371,76
Gehölzstreifen auf dem						
Agroforstsystem	7184,94	528,68	8058,25	592,9404	873,32	64,26

Ergebnisse

Fläche ges.: 40 ha Fläche Ackerbau: 35,01742 ha Fläche Gehölzstreifen: 4,98258 ha
 Hof-Feld-Entfernung: 1 km

Ackerbau auf einer Fläche von:		jährliche Auszahlungen	jährliche Einzahlungen	jährliche Differenz aus Ein- u. Auszahl.
	2 ha	1063,80	1104,63	40,83
	5 ha	1005,74	1104,63	98,88
	10 ha	987,00	1104,63	117,63
	20 ha	974,84	1104,63	129,79
	40 ha	966,41	1104,63	138,22
	80 ha	968,91	1104,63	135,72
Kurzumtriebsplantage:		jährliche Auszahlungen	jährliche Einzahlungen	jährliche Differenz aus Ein- u. Auszahl.
	1 ha	583,33	592,94	9,61
	2 ha	548,89	592,94	44,05
	5 ha	531,76	592,94	61,18
	10 ha	524,67	592,94	68,27
	20 ha	522,37	592,94	70,57
Agroforstsystem mit untersch.		jährliche Auszahlungen	jährliche Einzahlungen	jährliche Differenz aus Ein- u. Auszahl.
Preisniveaus	0	949,19	1040,89	91,70
	0,80	949,19	847,48	-101,70
	0,85	949,19	895,84	-53,35
	0,90	949,19	944,19	-5,00
	0,95	949,19	992,54	43,35
	1,00	949,19	1040,89	91,70
	1,05	949,19	1089,24	140,05
	1,10	949,19	1137,59	188,41
	1,15	949,19	1185,95	236,76
	1,20	949,19	1234,30	285,11
	1,25	949,19	1282,65	333,46