UNIVERSITÄT HOHENHEIM

FAKULTÄT AGRARWISSENSCHAFTEN

Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410)

Fachgebiet: Produktionstheorie und Ressourcenökonomik im Agrarbereich (410a)

Prof. Dr. Christian Lippert

AGRARÖKONOMISCHE ANALYSE VON VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG LIGNOZELLULOSEHALTIGER BIOMASSE UND DEREN AKZEPTANZ IN DER LANDWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERGS

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors

der Agrarwissenschaften

vorgelegt

der Fakultät Agrarwissenschaften

von

Caroline Sophie-Theresia Gillich (geb. Janas)

Geboren in Mannheim

2018

Datum der mündlichen Prüfung:

18. Mai 2018

Dekan:	Prof. Dr. Ralf T. Vögele

Prüfungskommission:

Betreuer und erster Gutachter:	Prof. Dr. Christian Lippert
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. Harald Grethe
Dritter Prüfer:	Prof. Dr. Reiner Doluschitz

Vorwort

Die Dissertation „Agrarökonomische Analyse von Verfahren zur Erzeugung lignozellulosehaltiger Biomasse und deren Akzeptanz in der Landwirtschaft Baden-Württembergs“ entstand im Rahmen des gleichnamigen Teilprojekts, welches dem Forschungsprojekt „Bioökonomie Baden-Württemberg“ angehört. Von 2014 bis 2017 wurde dieses Teilprojekt an der Universität Hohenheim am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410a) bearbeitet. Gefördert wurde das Teilprojekt vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg. Innerhalb des Forschungsprogramms Bioökonomie Baden-Württemberg gehört das hier vorgestellte Teilprojekt zum Forschungsverbund Lignozellulose. Zwei weitere Forschungsverbünde arbeiten in den Bereichen Mikroalgen und Biogas. Der Bioökonomieforschung Baden-Württemberg zugehörig ist das interdisziplinäre Graduiertenprogramm „BBW FORWERTS“, an welchem alle Doktoranden des Forschungsprogramms Bioökonomie teilnehmen durften. Neben Workshops, in welchen ein Austausch über den aktuellen Stand der Teilprojekte erfolgte, gab es die Möglichkeit zur Teilnahme an Methodenkursen, Summer Schools und des Absolvierens eines Auslandsaufenthalts.

Ich möchte an dieser Stelle meinen herzlichen Dank an alle richten, die am Projekt und dem Erstellen dieser Arbeit beteiligt waren. Auch möchte ich mich für die Möglichkeit der Bearbeitung meines Teilprojektes sowie der Teilnahme am Graduiertenprogramm bedanken.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herr Prof. Dr. Christian Lippert. Während der gesamten Projektbearbeitung schenkte er mir Vertrauen in meine Arbeit, beantwortete mir alle Fragen (auch die weniger schlauen) und hat mir fortwährend hilfreiche und gute Ratschläge gegeben und den Weg gewiesen. Selbstverständlich ist das nicht, weshalb ich hierfür vielmals danken möchte. Des Weiteren möchte ich Frau Dr. Tatjana Krimly als zweiter Betreuerin für ihre Unterstützung und die vielen nützlichen Tipps, insbesondere beim Erstellen von Konferenzbeiträgen und Postern danken. Vielen Dank an meinen Kollegen Manuel Narjes, der mir methodisch weiter geholfen hat. Danke auch an meine Kollegin Evelyn Reinmuth. Die Gespräche mit ihr haben mich meine Arbeit reflektieren lassen, woraus neue Ideen entstanden sind. Ein Dank auch an alle übrigen Kollegen des Instituts 410a, die mich beim Erstellen meiner Arbeit begleitet haben.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Alexander Möndel vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, der uns beim Versenden der Befragungsanschreiben an die Landwirte unterstützt hat. Ohne diese Hilfe wäre die Befragung nicht möglich gewesen.

Zuletzt danke ich meiner Familie und meinem Mann für die Unterstützung und vor allem den Rückhalt, den ihr mir gegeben habt. Danke auch meinen Freunden, die für mich da waren und immer ein offenes Ohr für das Thema Doktorarbeit hatten.

Stuttgart, im November 2017 Caroline Gillich

Hinweis

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Folgenden verwendeten Formulierungen „Betriebsleiter“, „Teilnehmer“ bzw. „Landwirt“ beide Geschlechter beinhalten und somit keine Diskriminierung bedeuten.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis IV
Tabellenverzeichnis VI
Abkürzungsverzeichnis XI
1 Einleitung 1
1.1 Problemstellung 1
1.2 Zielsetzung 2
1.3 Vorgehensweise 4
2 Bioökonomie sowie die Bedeutung der Landwirtschaft und des Anbaus von KUP und Miscanthus für die Bioökonomie 7
3 Ermittlung geeigneter Anbauregionen für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg 11
3.1 Literaturüberblick Rentabilitäts- und Risikoanalysen für den KUP- und Miscanthusanbau 11
3.2 Verwendete Methoden 13
3.2.1 Deckungsbeitragsrechnung 13
3.2.2 Dynamische Investitionsrechnung 13
3.2.3 Risikoanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation 15
3.3 Unterteilung Baden-Württembergs in vergleichbare Anbaugebiete 16
3.4 Einflussfaktoren der Standorteignung 17
3.5 Opportunitätskosten des Faktors Boden 18
3.6 Rentabilität des Anbaus von KUP und Miscanthus 19
3.7 Ergebnisse 22
3.8 Stochastische Risikoanalyse zu den Annuitäten von KUP und Miscanthus 24
4 Analyse zur Ermittlung von Anbaupotenzialen für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg 27
4.1 Literaturüberblick 27
4.1.1 Choice-Experimente zum Anbau von Energiepflanzen 27
4.1.2 Weitere Untersuchungen zum Anbau erneuerbarer Energiepflanzen 29
4.1.3 Befragungen zum Anbau von KUP und Miscanthus 30
4.2 Methodische Vorgehensweise 31
4.2.1 Ökonomische Theorie zur Discrete Choice Methode 32
4.2.2 Auswertungsmethoden zu Discrete Choice Experimenten 32
4.2.3 Hypothesengenerierung 36
4.2.4 Datenerhebung und Stichprobenwahl 39
4.2.5 Ablauf der Workshops und Gliederung des Fragebogens 40
4.2.6 Experimentelles Design 41
4.2.7 Auswahl, Gütekriterien und Signifikanz der geschätzten Modelle 44
4.2.8 Ermittlung der Risikoeinstellung 45
4.2.8.1 „Holt and Laury“-Lotterie 46

4.2.8.2 Angabe einer alternativen Einkommenshöhe 47
4.2.8.3 Vergleich der Ergebnisse zur Risikoeinstellung 48
4.3 Ergebnisse 48
4.3.1 Repräsentativität der Stichprobe 49
4.3.2 Sozioökonomische Eigenschaften der Betriebe 50
4.3.3 Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus 54
4.3.3.1 Gegenwärtiger Anbau und potenzielle Bereitschaft, KUP oder Miscanthus anzubauen 54
4.3.3.2 Bewertung mehrjähriger Anbauverfahren durch die Landwirte 55
4.3.3.3 Bewertung von Eigenschaften der Anbauverfahren KUP und Miscanthus 56
4.3.3.4 Anbau von KUP zur Anrechnung als ökologische Vorrangfläche 58
4.3.3.5 Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünland 59
4.3.3.6 Bewertung des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus bei bevorstehender Hofübergabe 60
4.3.3.7 Kooperationen oder Partner bei Beschaffung, Absatz und Dienstleistungen 60
4.3.4 Risikoeinstellung 61
4.3.5 Auswertung des Discrete Choice Experiments 63
4.3.5.1 Random Parameter Logit-Modell ohne Interaktionsterme 64
4.3.5.2 Random Parameter Logit-Modell mit einer ASC ohne Interaktionsterme 66
4.3.5.3 Erstes Random Parameter Logit-Modell mit betriebsbezogenen Interaktionstermen 69
4.3.5.4 Zweites Random Parameter Logit-Modell mit betriebsleiterbezogenen Interaktionstermen 73
4.3.5.5 Drittes Random Parameter Logit-Modell mit Interaktionstermen 77
4.3.6 Zusammenfassung der Ergebnisse 81
5 Herleitung von Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP und Miscanthus - Potenzialanalyse 85
5.1 Literaturüberblick 85
5.2 Potenzialanalyse für den Anbau von KUP und Miscanthus 86
6 Diskussion und Fazit 94
6.1 Geeignete Anbauregionen für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg 94
6.2 Anmerkungen der Workshop-Teilnehmer 96
6.3 Verwendete Methode und Stichprobengewinnung 97
6.4 Befragung und Choice-Experiment 98
6.5 Potenzialanalyse 106
6.6 Fazit 107
7 Zusammenfassung 109

8 Summary 112
9 Literatur 114
Anhang 124
Anhang 1 124
Anhang 2 129
Anhang 3 144
Anhang 4 154
Anhang 5 164
Anhang 6 168

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Verteilung bereits etablierter Kurzumtriebsplantagen in Baden-Württemberg im Jahr 2013 9
Abbildung 2. Einteilung Baden-Württembergs in Vergleichsgebietsgruppen (VGG) 17
Abbildung 3. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 25
Abbildung 4. Allgemeine Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen durch die befragten Landwirte 55
Abbildung 5. Vergleichende Darstellung der Antworthäufigkeiten der Befragten nach Verfahren zur Erhebung der Risikoeinstellung 62
Abbildung 6. Anteil der Landwirte, die bei der entsprechenden Deckungsbeitragsdifferenz aus KUP und einer Status-quo-Fruchtfolge KUP anbauen würden 88
Abbildung 7. Anteil der Landwirte, die bei der entsprechenden Deckungsbeitragsdifferenz aus Miscanthus und einer Status-quo-Fruchtfolge Miscanthus anbauen würden 89
Abbildung 8. Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP: potenziell mit KUP bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei niedrigen angenommenen Erträgen 91
Abbildung 9. Angebotsfunktionen für den Anbau von Miscanthus: potenziell mit Miscanthus bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei niedrigen angenommenen Erträgen 92
Abbildung 10. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 2 154
Abbildung 11. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 8 155
Abbildung 12. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 156
Abbildung 13. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 2 157
Abbildung 14. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 8 158
Abbildung 15. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 mit vervierfachten Standardabweichungen der angenommenen Preise für Hackschnitzel 159
Abbildung 16. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 mit halbierten Mittelwerten der Preise für Hackschnitzel 161
Abbildung 17. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 mit halbierten Mittelwerten der Erträge der mehrjährigen Kulturen 162

Abbildung 18. Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP: potenziell mit KUP bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei hohen angenommenen Erträgen 209
Abbildung 19. Angebotsfunktionen für den Anbau von Miscanthus: potenziell mit Miscanthus bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei hohen angenommenen Erträgen 210

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Anbauanteile auf Ackerflächen und durchschnittliche Erträge der am häufigsten angebauten Kulturen in Baden-Württemberg 18
Tabelle 2. Zusammenfassende Übersicht zur Standortanalyse 23
Tabelle 3. Anzahl und Zuordnung der Betriebe der Stichprobe zu den VGG - von der Planung der Workshops bis zur Durchführung 40
Tabelle 4. Attribute der Choice-Alternativen und die dazugehörigen Level 42
Tabelle 5. Beispiel für eine Auswahlsituation des Choice-Experiments 44
Tabelle 6. Zehn Entscheidungssituationen der „Holt and Laury“-Lotterie sowie die erwarteten Auszahlungsdifferenzen 46
Tabelle 7. Vergleich der Befragungsteilnehmer (Stichprobe) mit den Nichtteilnehmern aus der Grundgesamtheit anhand ausgewählter Betriebsmerkmale 49
Tabelle 8. Ergebnis einer binären logistischen Regression über die Teilnahme an der Befragung anhand ausgewählter Betriebsmerkmale 50
Tabelle 9. Ausgewählte sozioökonomische Variablen in Abhängigkeit von der Bewertung des Anbaus von KUP durch die Betriebsleiter 52
Tabelle 10. Ausgewählte sozioökonomische Variablen in Abhängigkeit von der Bewertung des Anbaus von Miscanthus durch die Betriebsleiter 53
Tabelle 11. Durchschnittliche Anteile ausgewählter Kulturen an der Ackerfläche untergliedert nach der Bewertung des Anbaus von KUP durch die Betriebsleiter 53
Tabelle 12. Durchschnittliche Anteile ausgewählter Kulturen an der Ackerfläche untergliedert nach der Bewertung des Anbaus von Miscanthus durch die Betriebsleiter 54
Tabelle 13. Ergebnisse der drei Methoden zur Ermittlung der Risikoeinstellung 61
Tabelle 14. Ergebnisse des Random Parameter Logit-Modells ohne Interaktionsterme und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA) 65
Tabelle 15. Ergebnisse des Random Parameter Logit-Modells mit einer ASC ohne Interaktionsterme und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA) 68
Tabelle 16. Durchschnittlicher Arbeitskräftebesatz untergliedert nach Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben 70
Tabelle 17. Ergebnisse des ersten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA) 71
Tabelle 18. Ergebnisse des zweiten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA) 75
Tabelle 19. Ergebnisse des dritten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA) 79
Tabelle 20. Annahmen zu den untersuchten Szenarien 88
Tabelle 21. Anbaupotenziale für KUP und Miscanthus bei zuletzt beobachteten Auszahlungspreisen für Hackschnitzel (niedrige angenommene Erträge) 92

Tabelle 22. Auszahlungspreise und Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen in Baden-Württemberg untergliedert nach VGG 124
Tabelle 23. Variable Kostenpositionen der Anbauverfahren der gewöhnlichen Ackerkulturen, mittleres Leistungsniveau, ohne Mehrwertsteuer 125
Tabelle 24. Weitere variable Kostenpositionen der Anbauverfahren der gewöhnlichen Ackerkulturen, mittleres Leistungsniveau, ohne Mehrwertsteuer untergliedert nach VGG 125
Tabelle 25. Deckungsbeiträge in €/ha und Jahr basierend auf durchschnittlichen Erträgen der Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2012/13 und Anbauumfang auf Ackerflächen in Hektar (für 2010) der jeweiligen dargestellten Kulturen untergliedert nach VGG..... 126
Tabelle 26. Anbauanteile der einjährigen Kulturen auf den relevanten Ackerflächen und anteiliger Deckungsbeitrag der Kulturen in der jeweiligen VGG 127
Tabelle 27. Übersicht des Gesamtumfangs der Ackerfläche in ha, des Umfangs der bewirtschafteten Ackerfläche der als relevant angesehenen Ackerkulturen in ha, des Gesamtanteils der Ackerfläche der als relevant angesehenen Ackerkulturen in % alles für das Jahr 2010 und der gewichtete durchschnittliche Deckungsbeitrag in €/ha und Jahr je VGG basierend auf durchschnittlichen Erträgen der Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2012/13 128
Tabelle 28. Berechnete Preise für Waldhackschnitzel in €/kWh für die Jahre 2008 bis 2014 129
Tabelle 29. Feldversuchsstandorte der Kultur KUP (Pappel)..... 130
Tabelle 30. Feldversuchsstandorte der Kultur Miscanthus 131
Tabelle 31. Darstellung der berechneten Ertragsfaktoren der folgenden Ernten für die Erträge von KUP (Pappel) 132
Tabelle 32. Durchschnittliche Erträge der Feldversuchsstandorte je VGG für KUP (Pappel) bei 3-jähriger Rotation und 21 Jahren Standzeit 132
Tabelle 33. Darstellung der berechneten Ertragsfaktoren der folgenden Ernten für die Erträge von Miscanthus 134
Tabelle 34. Durchschnittliche Erträge der Feldversuchsstandorte je VGG für die Kultur Miscanthus bei 1-jähriger Rotation und 20 Jahren Standzeit 134
Tabelle 35. Annahmen zu Rahmenbedingungen, Kosten und Erlöse für die Investitionsrechnung des Produktionsverfahrens KUP (Pappel) 136
Tabelle 36. Annahmen zu den eingesetzten Maschinen bei der Bewirtschaftung einer KUP (Pappel)..... 137
Tabelle 37. Annahmen zu Rahmenbedingungen, Kosten und Erlöse für die Investitionsrechnung des Produktionsverfahrens Miscanthus 137
Tabelle 38. Annahmen zu den eingesetzten Maschinen bei der Bewirtschaftung einer Miscanthusfläche..... 138
Tabelle 39. Annahmen über die verwendeten Pflanzenschutz- und Düngemittel beim Anbau von KUP und Miscanthus..... 138
Tabelle 40. Annuitäten für KUP (Pappel) in den jeweiligen VGG in € je ha und Jahr..... 139
Tabelle 41. Annuitäten für Miscanthus in den jeweiligen VGG in € je ha und Jahr..... 140

Tabelle 42. Differenz zwischen Annuitäten von KUP (Pappel) und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in € je ha und Jahr 141
Tabelle 43. Differenz zwischen Annuitäten der Miscanthuspflanzung und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in € je ha und Jahr 141
Tabelle 44. Sensitivitätsanalyse der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten in der VGG 1 (Unterland / Gäue) 142
Tabelle 45. Sensitivitätsanalyse der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten in der VGG 2 (Rhein / Bodensee) 143
Tabelle 46. Sensitivitätsanalyse der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten in der VGG 8 (Bauland / Hohenlohe) 143
Tabelle 47. Hackschnitzelpreise für KUP (Pappel) und Miscanthus für die Risikoanalyse . 147
Tabelle 48. Erträge von KUP für die Risikoanalyse (je niedrige und hohe Ertragsniveaus, bei einer Ernte in dreijähriger Rotation) 148
Tabelle 49. Erträge von Miscanthus für die Risikoanalyse (je niedrige und hohe Ertragsniveaus, bei einer jährlichen Ernte) 149
Tabelle 50. Preise der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Risikoanalyse 150
Tabelle 51. Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Risikoanalyse 151
Tabelle 52. Korrelationskoeffizienten der Preise von Hackschnitzeln und der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Jahre 2003 bis 2012 für Hackschnitzel bzw. 1983 bis 2012 152
Tabelle 53. Korrelationskoeffizienten der Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Jahre 1983 bis 2012 bzw. 1999 bis 2012 für Silomais 152
Tabelle 54. Korrelationskoeffizienten der Erträge und Preise der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Jahre 1983 bis 2012 bzw. 1999 bis 2012 für Silomais 153
Tabelle 55. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 154
Tabelle 56. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 2 155
Tabelle 57. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 8 155
Tabelle 58. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 156
Tabelle 59. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 2 157
Tabelle 60. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 8 158
Tabelle 61. Verteilungen, Mittelwerte und vervierfachte Standardabweichungen der Hackschnitzelpreise für die Kulturen KUP (Pappel) und Miscanthus 159

Tabelle 62. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 mit vervierfachten Standardabweichungen der Hackschnitzelpreise 160
Tabelle 63. Verteilungen, halbierte Mittelwerte und Standardabweichungen der Hackschnitzelpreise für die Kulturen KUP (Pappeln) und Miscanthus 160
Tabelle 64. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 mit halbierten Hackschnitzelpreisen 161
Tabelle 65. Verteilungen, halbierte Mittelwerte und weitere Parameter der Erträge der mehrjährigen Kulturen bei einem niedrigen angenommenen Ertragsniveau für die VGG 1 162
Tabelle 66. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 mit halbierten Erträgen der mehrjährigen Kulturen 163
Tabelle 67. Ergebnisse aller Variablen zur Einstellung zum Anbau von KUP bzw. Miscanthus und zur Risikoeinstellung mit signifikanten Mittelwertunterschieden untergliedert nach der Bewertung des zukünftig vorstellbaren Anbaus von KUP 197
Tabelle 68. Ergebnisse aller Variablen zur Einstellung zum Anbau von KUP bzw. Miscanthus und zur Risikoeinstellung mit signifikanten Mittelwertunterschieden untergliedert nach der Bewertung des zukünftig vorstellbaren Anbaus von Miscanthus 198
Tabelle 69. Zusammenhänge zwischen den Methoden zur Erhebung der Risikoeinstellung 199
Tabelle 70. Zusammenhänge zwischen der Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury“-Lotterie und Skala durch Selbsteinschätzung und dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus 199
Tabelle 71. Zusammenhänge zwischen der Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury“-Lotterie und Skala durch Selbsteinschätzung und ausgewählten personen- bzw. betriebsbezogenen Variablen 200
Tabelle 72. Zusammenhänge zwischen der Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury“-Lotterie und Skala durch Selbsteinschätzung und ausgewählten Faktoren, die eine Auswirkung auf die Entscheidung zur Aufnahme der Anbauverfahren KUP bzw. Miscanthus haben können 201
Tabelle 73. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und dem Anbau auf Grünland (falls zukünftig erlaubt), der Bewirtschaftung von Brachflächen und der Anrechnung von KUP als ökologische Vorrangflächen 202
Tabelle 74. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und dem Anteil der Grünlandfläche zur gesamten LF sowie Betrieben mit Tierhaltung 202
Tabelle 75. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und dem Anbau pflanzlicher Substrate für Biogasanlagen sowie einer geregelten Abnahmegarantie für das Erntegut 203

Tabelle 76. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und der Bewirtschaftung von extensivem Grünland, Brachflächen und Anrechnung von KUP als ökologische Vorrangflächen 203
Tabelle 77. Zusammenhänge zwischen der Bewirtschaftung von Brachflächen und auf welchen Flächen KUP bzw. Miscanthus potenziell angebaut werden würde 204
Tabelle 78. Zusammenhänge zwischen der baldigen Hofübergabe / Rente bzw. dem vorstellbaren Anbau auf Grünlandflächen und der Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen 204
Tabelle 79. Anbaupotenziale für KUP und Miscanthus bei zuletzt beobachteten Auszahlungspreisen für Hackschnitzel (hohe angenommene Erträge) 210

Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
$	Dollar
%	Prozent
°C	Grad Celsius
AF	Ackerfläche
AIC	Akaike Information Criterion
AK	Arbeitskraft
AKh	Arbeitskraftstunde
ASC	alternativen-spezifische Konstante
atro	absolute Trockenmasse
Bsp.-nr.	Beispielnummer
bspw.	beispielsweise
BW	Baden-Württemberg
BWA	betriebswirtschaftliche Ausrichtung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
C.A.R.M.E.N.	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.
c. p.	ceteris paribus
CTV	Characteristics Theory of Value
daN	deka-Newton
DB	Deckungsbeitrag
Dipl.-Ing.	Diplom-Ingenieur
dt	Dezitonnen
etc.	et cetera
EWE	Europäische Währungseinheit
e.V.	eingetragener Verein
FAKT	Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FG	Freiheitsgrade
FH	Fachhochschule
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GbR	Gemeinschaft bürgerlichen Rechts
GEV	generalisierte Extremwertverteilung
GIS	Geographische Informationssysteme
ha	Hektar
i.d.R.	in der Regel
IIA	unabhängig von irrelevanten Alternativen
IID	unabhängig und identisch verteilt
inkl.	inklusive
K	Kalidünger
KAS	Kalkammonsalpeter
Kfz	Kraftfahrzeug
KUP	Kurzumtriebsplantage
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
l	Liter

L	Maß der Lage
LEL	Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der Ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd
LF	landwirtschaftliche genutzte Fläche
LL	Log-likelihood
LRT	Likelihood Ratio Test
m	Meter
m^3	Kubikmeter
M	Mittelwert
Max.	Maximum
MD	Median
Min.	Minimum
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
MJ	Megajoule
MLR	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
mm	Millimeter
m ü.d.M.	Meter über dem Meeresspiegel
MWh	Megawattstunde
n	Stichprobenumfang
öVf	ökologische Vorrangfläche
PJ	Petajoule
PK	Phosphor-Kali-Dünger
RUT	Random Utility Theory
SD	Standardabweichung
SK	Stadtkreis
staatl.	staatlich
t	Tonne
TM	Trockenmasse
u. a.	unter anderem
Uni	Universität
VG	Vergleichsgebiet
VGG	Vergleichsgebietsgruppe
WTA	Willigness to Accept
WTP	Willingess to Pay
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Durch die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wie Klimawandel, Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung mit ausreichend gesunden Lebensmitteln und Rückgang der Biodiversität und der Bodenfruchtbarkeit, erscheint ein zukunftsorientiertes Wirtschaften und der verantwortungsbewusste Umgang mit Ressourcen immer wichtiger. Die „wissensbasierte Bioökonomie“ (BMEL, 2014d) stellt sich diesen Herausforderungen und bietet dadurch die Möglichkeit, bei der Überwindung dieser Schwierigkeiten mitzuwirken. Dabei wird gleichzeitig der Wandel hin zu einer vermehrt auf nachwachsenden Rohstoffen begründeten und rohstoffeffizienten Wirtschaft vorangetrieben. Die Bioökonomie tangiert dabei die verschiedensten Politikbereiche, so auch die Agrar-, Forst- und Fischereipolitik. Damit im Sinne der Bioökonomie eine stimmige Gestaltung der Politik erfolgt, sind die Rahmenbedingungen hierfür so auszugestalten, dass die Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Ressourcen, der Klimaschutz, der Beitrag zur Welternährungssicherung und die nachhaltige Nutzung nachwachsender Ressourcen zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität, vorangetrieben werden (BMEL, 2014d).

Hierbei kommt der landwirtschaftlichen Erzeugung eine tragende Rolle zu. Neben der ursprünglichen Aufgabe der Landwirtschaft, pflanzliche und tierische Erzeugnisse zur Ernährungssicherung zu produzieren, wurde in letzter Zeit ihr Arbeitsfeld hin zur Erzeugung von pflanzlicher Biomasse und biobasierten Rohstoffen erweitert. Diese Erzeugnisse bilden die Basis für eine biobasierte Wirtschaftsweise und finden ihren Einsatz im Bereich der erneuerbaren Energien und der chemischen Industrie. Zum einen wird daraus Energie in Form von Kraftstoffen, Wärme und Strom erzeugt. Zum anderen nutzt die Industrie Rohstoffe, um daraus in Fermentern biobasierte Kunststoffe und weitere nachhaltige Chemikalien zu produzieren. Hierzu eingesetzt werden u. a. die Kulturen Mais und Raps und Nebenprodukte wie Stroh. Der nachwachsende Rohstoff Holz aus der Forst- und Landwirtschaft wird in diesem Feld ebenfalls vielfältig weiterverwertet, so z. B. in der Herstellung von Bioenergiebriketts und –pellets oder in der Papierindustrie (BMEL, 2014e). Das Konzept der baden-württembergischen Forschungsstrategie Bioökonomie „Bioökonomie im System aufstellen“ sieht für den Rohstoff Holz zukünftig aber auch eine vermehrte stoffliche Nutzung vor, insbesondere des Inhaltsstoffs Lignozellulose (MWK, 2013). Auch aus diesem Grund zeichnet sich hier ein vermehrter Bedarf dieses Rohstoffs ab (Bioökonomierat, 2016).

Da aufgrund des Zielkonflikts zwischen Teller und Tank keine Agrarflächen für eine Aufforstung zur vermehrten Produktion von Holz genutzt werden sollten, bietet es sich an, Ackerflächen, welche momentan der Bioenergieerzeugung dienen sowie Flächen, die aufgrund ihrer geringen Ertragspotenziale ungenutzt bleiben, für die Holzerzeugung zu nutzen (Backhaus et al., 2015; Bioökonomierat, 2016). Hierbei kommt zum einen der Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) (Bioökonomierat, 2016) und zum anderen der Miscanthusanbau auf Ackerflächen in Frage (Lewandowski et al., 2016). Denn in beiden Pflanzenkulturen erfolgt der Prozess der Verholzung (Lignifizierung), bei welchem Lignozellulose entsteht (pflanzenforschung.de, 2017).

Im Vergleich zu den in der Landwirtschaft angebauten einjährigen Kulturen Getreide oder Raps, erfolgt ein Anbau von KUP und Miscanthus mehrjährig. Nach einem Anpflanzjahr kann die nachwachsende Biomasse über einen Zeitraum von etwa 20 Jahren in bestimmten Erntezyklen mehrmals geerntet werden. Dabei zeichnen sich diese Verfahren durch ein schnelles Wachstum der Biomasse aus, welche einen vergleichsweise geringen Aufwand an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln benötigen. Durch die flexible Ernte in den Wintermonaten bieten diese Verfahren zudem eine gewisse Flexibilität im betrieblichen Management (KTBL, 2012). Trotz ihrer Vorzüge sind diese beiden Verfahren in der Landwirtschaft in Deutschland und insbesondere in Baden-Württemberg bisher nur wenig verbreitet (FNR, 2016; Seidl et al., 2015). Fehlendes Wissen, kaum vorhandene Pflanz- und Erntetechniken und ungewisse Verwertungsmöglichkeiten des Ernteguts sind nur einige Faktoren, die hemmend auf eine Ausweitung des Anbaus wirken (Skodawessely und Pretzsch, 2009; Uckert, 2009; Van den Kerchove et al., 2012). Einer der wichtigsten Faktoren bei einer Anbauentscheidung ist die Rentabilität der Verfahren und das damit einhergehende Risiko, insbesondere im Vergleich zu gängigen Ackerkulturen (Van den Kerchove et al., 2012). Aufgrund der wenigen Erfahrungen mit diesen Anbauverfahren, muss bei der Untersuchung der Rentabilität und des Risikos momentan oftmals auf Annahmen über Kosten und Erlöse zurückgegriffen werden (KTBL, 2012).

Die Entscheidung für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus ist jedoch nicht nur von ihrer Rentabilität, sondern auch von weiteren Faktoren wie bspw. betriebs- oder betriebsleiterbezogene Eigenschaften wie Betriebsgröße, Alter des Betriebsleiters oder Regelung der Hofnachfolge, abhängig. Aber auch die persönliche Einstellung zu diesen Anbauverfahren sowie die individuelle Risikoeinstellung können die Anbauentscheidung für diese Verfahren beeinflussen (Fernandez-Cornejo und McBride, 2002; Larcher und Vogel, 2007; Van den Kerchove et al., 2012; Voss et al., 2009).

Obwohl diese beiden Anbauverfahren den Status einer Dauerkultur auf Ackerflächen haben und damit, was die EU-Direktzahlungen anbelangt den gängigen Ackerkulturen gleichgestellt sind, scheint der finanzielle Anreiz nicht ausreichend, diese mehrjährigen Anbauverfahren zu etablieren (Agra-Europe, 2015b; LTZ, 2010; Verordnung (EG) Nr. 1120/2009). KUP können zudem als ökologische Vorrangflächen mit einem Faktor von 0,3 angerechnet werden (BMEL, 2014b). Die hierfür genutzten geringen Flächenanteile von 90 Hektar (ha) im Jahr 2015 in Baden-Württemberg (BWagrar, 2017) weisen darauf hin, dass auch diese Förderung für KUP nicht ausreichend attraktiv ist.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Analyse der Rentabilität und des Risikos der Anbauverfahren KUP und Miscanthus sowie die Untersuchung der Einstellung und Akzeptanz der Landwirte zu diesen Anbauverfahren in Baden-Württemberg. Darüber hinaus sollen für realistische Preis-Kosten-Verhältnisse und landwirtschaftliche Rahmenbedingungen Anbaupotenziale hergeleitet werden.

In einem ersten Schritt gilt es, durch Rentabilitäts- und Risikoanalysen die für eine Etablierung von KUP und Miscanthus am besten geeigneten Regionen in Baden-Württemberg ausfindig zu machen. Hierbei sind standortbezogene Faktoren sowie alternative Nutzungsverfahren und -kosten zu berücksichtigen.

In einem zweiten Schritt werden in den identifizierten am besten geeigneten Regionen Landwirte zu ihrer Einstellung und Akzeptanz zum Anbau von KUP und Miscanthus befragt. Hierbei sollen die wesentlichen Faktoren, die einen Einfluss auf die Entscheidung zum Anbau von KUP und Miscanthus haben, herausgearbeitet werden. Im Vordergrund steht dabei die Frage, ob sich Betriebe bzw. Betriebsleiter, die einen solchen Anbau präferieren, durch bestimmte Eigenschaften wie bspw. eine größere Betriebsstruktur, einen geringeren Pachtflächenanteil oder eine geklärte Hofnachfolgeregelung auszeichnen. Da es sich beim KUP- und Miscanthusanbau um Verfahren handelt, die mit einem vergleichsweise hohen Risiko behaftet sind, soll zudem die individuelle Risikoeinstellung der teilnehmenden Landwirte erfasst und mit den weiteren untersuchten Eigenschaften in Verbindung gebracht werden. Zudem wird durch die Befragung die Einstellung der Landwirte zum Anbau von mehrjährigen nachwachsenden Rohstoffen allgemein und im Speziellen zu KUP und Miscanthus untersucht.

In einem dritten Schritt wird eine Potenzialanalyse für den Anbau von KUP und Miscanthus in den untersuchten Regionen durchgeführt. Dabei werden aus den ermittelten heterogenen Präferenzen der befragten Landwirte für verschiedene Szenarien Angebotskurven hergeleitet, die für unterschiedliche Lignozellulosepreise die Abschätzung der zu erwartenden KUP- bzw. Miscanthusfläche ermöglichen.

Die folgenden Forschungsfragen dienen als Leitfaden zur Erreichung der gesetzten Ziele:

1. Welche Regionen in Baden-Württemberg eignen sich für den Anbau von KUP und Miscanthus?
2. Welche Merkmale haben Betriebe, die eher an einem Anbau von KUP bzw. Miscanthus interessiert sind?
3. Sehen die Landwirte einen Nutzen durch KUP bzw. Miscanthus für den eigenen Betrieb?
4. Wie bewerten die Landwirte die Wirtschaftlichkeit, das Risiko und die Investitionskosten des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus?
5. Wie beeinflusst eine von Beginn an geregelte Abnahmegarantie für das Erntegut die Entscheidung für einen KUP- bzw. Miscanthusanbau?
6. Welchen Einfluss hat der Anbau von KUP bzw. Miscanthus durch Berufskollegen in der näheren Umgebung auf die Entscheidung eines solchen Anbaus?
7. Hat die persönliche Risikoeinstellung einen Einfluss auf die Entscheidung für einen KUP- bzw. Miscanthusanbau?
8. Welche betriebs- und betriebsleiterbezogenen Eigenschaften spielen bei der Entscheidung für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus eine Rolle?
9. Wie ist die Einstellung der Landwirte zu verschiedenen Eigenschaften des KUP- bzw. Miscanthusanbaus?

10. Welche Anbaupotenziale für KUP und Miscanthus ergeben sich in den geeigneten Regionen?

Die Ergebnisse der Befragung sollen aufzeigen, wie sich die Akzeptanz und die Einstellung der Landwirte in der befragten Region in Baden-Württemberg für den KUP- bzw. Miscanthusanbau darstellen und welche Faktoren hierbei einen Einfluss haben. Das Ableiten möglicher Anbaupotenziale soll veranschaulichen, wie sich unter bestimmten Bedingungen zukünftig der Anbau von KUP und Miscanthus in der befragten Region verändern könnte. Aus den Ergebnissen lassen sich Erkenntnisse ableiten, die einen Beitrag zur Verringerung von Anbauhemmnissen für diese Verfahren sowie zur Ausarbeitung besser angepasster Förderstrategien leisten können.

1.3 Vorgehensweise

Für die Analyse der Rentabilität von KUP und Miscanthus wurden dynamische Investitionsrechnungen und Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Die ergänzende Risikoanalyse erfolgte mittels einer Monte-Carlo-Simulation. Hierzu wurden Daten aus der Literatur verwendet.

Um die Einstellung der Landwirte zu den Anbauverfahren KUP und Miscanthus zu ermitteln, wurden Workshops mit Befragungen inklusive eines Discrete Choice Experiments durchgeführt. Zudem wurde zur Ermittlung der individuellen Risikoeinstellung der teilnehmenden Landwirte eine „Holt and Laury“-Lotterie durchgeführt. Die Auswahl der zu befragenden landwirtschaftlichen Betriebe erfolgte anonymisiert durch das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) Baden-Württemberg.

Beim KUP- und Miscanthusanbau handelt es sich um Verfahren, die in der Praxis bisher nur in geringem Maße von Bedeutung sind. Die Discrete Choice Methode ermöglicht, die Einstellung der Landwirte zu diesen kaum etablierten Anbauverfahren in Form von hypothetischen Entscheidungssituationen zu erfahren. Dabei wird untersucht, welche Eigenschaften der mehrjährigen Anbauverfahren einen Nutzen stiften und welche weiteren Faktoren in diesem Zusammenhang einen Einfluss auf die Einstellung der Landwirte haben. Nach aktuellem Wissensstand ist dies die erste Studie, die die Einstellung der Landwirte in Baden-Württemberg zu den vorgestellten Anbauverfahren unter Anwendung der Discrete Choice Methode untersucht.

Für die Potenzialanalyse bzw. die Herleitung von Angebotsfunktionen werden die Ergebnisse des Choice-Experiments sowie der Befragung verwendet.

Die Arbeit ist wie folgt gegliedert:

Aufgrund der Einbettung dieser Arbeit in die Bioökonomieforschung Baden-Württembergs beschreibt Kapitel 2 das Konzept der Bioökonomie sowie ihr Fungieren in verschiedenen Wirtschaftsbereichen. Zudem werden die Bedeutung der Landwirtschaft für die Bioökonomie sowie der Beitrag, den diese dazu leistet, hervorgehoben. Hierbei wird erklärt, warum der Anbau von KUP und Miscanthus von besonderer Bedeutung für die Bioökonomie ist und wie sich dieser bisher gestaltet.

Damit die am besten geeigneten Anbauregionen für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg ausfindig gemacht werden können, sind in Kapitel 3 in erster Linie die natürlichen und standörtlichen Gegebenheiten als Einflussfaktoren zu untersuchen. Daran anschließend folgt die Analyse der Rentabilität des KUP- und Miscanthusanbaus, wobei eine Berücksichtigung der jeweiligen Opportunitätskosten der Fläche erfolgt. Die am besten geeigneten Anbauregionen werden ermittelt. Ergänzend zu den Investitionsrechnungen erfolgen Sensitivitätsanalysen zu den ermittelten Annuitäten. Risikoanalysen zu den Annuitäten sowie den Opportunitätskosten der untersuchten mehrjährigen Kulturen runden dieses Kapitel ab. Die Ergebnisse des Kapitels 3 dienen als Grundlage für die Gestaltung des Choice-Experiments sowie der Bestimmung der Befragungsregionen.

Kapitel 4 stellt den Hauptteil der Arbeit dar. Es beinhaltet die Analysen, die für eine fundierte Potenzialanalyse notwendig sind.

Der Literaturüberblick in Kapitel 4.1 zeigt auf, dass Choice-Experimente im Bereich der Landwirtschaft zur Erforschung von Präferenzen bereits für die unterschiedlichsten Entscheidungssituationen genutzt wurden. Als Beispiel kann hier die Untersuchung von Präferenzen für potenzielle Politikmaßnahmen genannt werden. Vorgestellte Veröffentlichungen von Choice-Experimenten im Bereich des Anbaus mehrjähriger Verfahren zur Erzeugung von erneuerbaren Energiepflanzen bzw. zellulosehaltiger Bioenergiepflanzen zeigen bereits einige Präferenzen der Landwirte im Zusammenhang mit diesen Verfahren auf. Diese werden durch Ergebnisse von Befragungen zum Anbau von KUP ergänzt.

Kapitel 4.2 beschreibt die verwendete Methode „Discrete Choice Experiment“. Hierzu gehören die ökonomische Theorie dieser Methode sowie Auswertungsmethoden von Choice-Experimenten. Das nachfolgend verwendete „Random Parameter Logit-Modell“, welches eine Erweiterung des konditionalen Logit-Modells darstellt, wird ausführlich erklärt sowie zum „Latent Class-Modell“, als weiterem möglichen statistischen Modell, abgegrenzt. Daraufhin folgen die Hypothesengenerierung, das Vorgehen bei der Datenerhebung und Stichprobenwahl sowie eine Beschreibung des Ablaufs der Workshops und die Gliederung des Fragebogens. Da die Nutzung des Random Parameter Logit-Modells zur Auswertung erfolgt, wird bei der Erklärung zur Generierung des experimentellen Designs für das Choice-Experiment auf die Eigenschaften von effizienten Designs eingegangen. Zudem wird erklärt, welche Alternativen, Eigenschaften (Attribute) und Level für das Choice-Experiment gewählt wurden. Daran schließt die Erklärung der Gütekriterien und Signifikanz der geschätzten Modelle an sowie dass die Wahl des jeweils präferierten Modells anhand des „Akaike Information Criterion“ erfolgt. Es werden die Methoden „Holt and Laury“-Lotterie und die „Angabe einer alternativen Einkommenshöhe“ zur Ermittlung der Risikoeinstelltung aufgezeigt sowie das Vorgehen zur vergleichenden Darstellung dieser Ergebnisse.

In Kapitel 4.3 werden die Ergebnisse der Befragung inklusive des Choice-Experiments und der „Holt and Laury“-Lotterie dargestellt. Vorab erfolgt die Überprüfung der Repräsentativität der untersuchten Stichprobe. Daran anschließend werden sozioökonomische Eigenschaften der teilnehmenden Betriebe präsentiert. Ein weiterer Abschnitt zeigt die Ergebnisse zu den Einstellungen der Landwirte zum Anbau von KUP und Miscanthus. Die Ergebnisse zur Risi-

koeinstellung und zur „Holt and Laury“-Lotterie folgen im nächsten Abschnitt. Der Hauptteil der Ergebnisdarstellung beinhaltet die Auswertung des Choice-Experiments und die Überprüfung der in Kapitel 4.2 aufgestellten Hypothesen anhand mehrerer verschiedener Random Parameter Logit-Modelle. Statistische Modelle mit Interaktionstermen werden zur Prüfung des Einflusses von betriebs- und betriebsleiterbezogenen Eigenschaften sowie der Risikoeinstellung auf den Nutzen des Anbaus von KUP und Miscanthus verwendet. Ein Modell beinhaltet zudem Variablen, die die Einstellung der Landwirte zu KUP und Miscanthus anhand von Likert skalierten Fragen erfassen.

In Kapitel 5 werden schließlich Angebotsfunktionen für KUP und Miscanthus in den für den Anbau geeigneten Regionen hergeleitet. In einem kurzen Literaturüberblick werden vorab bereits durchgeführte Potenzialanalysen aufgezeigt. Daran schließt die Vorgehensweise bei der Herleitung der Angebotsfunktionen an. Darauf aufbauend werden die Anbaupotenziale ermittelt.

Die Arbeit schließt mit einer Diskussion und einem Fazit in Kapitel 6 und einer Zusammenfassung in Kapitel 7 ab.

2 Bioökonomie sowie die Bedeutung der Landwirtschaft und des Anbaus von KUP und Miscanthus für die Bioökonomie

Dem Bioökonomierat (2017) folgend, wird die Bioökonomie als „…wissensbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen“ (Bioökonomierat, 2017) definiert. Zudem wird in der „Nationalen Politikstrategie Bioökonomie“ (BMEL, 2014d) erklärt, dass sich die Bioökonomie nach naturnahen Stoffkreisläufen richtet und auf einem strukturellen Wandel einer auf Erdöl begründeten Wirtschaft, mit der Nutzung endlicher fossiler Rohstoffquellen, hin zu einer vermehrt auf nachwachsenden Rohstoffen und Ressourcen begründeten Wirtschaft basiert. Durch neueste wissenschaftliche Erkenntnisse ist es möglich, ein tiefer gehendes Verständnis weltweiter biologischer Systeme zu erhalten, was darin resultieren kann, dass nachwachsende Rohstoffe im vorteilhaften Sinne für Umwelt und Mensch nachhaltig genutzt werden können. Bioökonomie verbindet die Bereiche Ökologie, Ökonomie und Technologie. Dies geschieht durch die Weiterentwicklung und den Einsatz biologischer Ressourcen und Prozesse, um diese leistungsfähiger und deren Verwendung nachhaltiger und wirksamer zu machen. Neben dem Ersatz fossiler Ressourcen ist die Bioökonomie somit in der Lage, ganz neue Verfahren und Produkte zu entwickeln (BMEL, 2014d).

Die Konzeption der Bioökonomie schließt alle Wirtschaftsbereiche sowie die dazugehörigen Dienstleistungssektoren, welche nachwachsende Rohstoffe produzieren, bearbeiten und verarbeiten, aber auch nutzen oder mit ihnen handeln, ein. Das übergeordnete Ziel der Konzeption der Bioökonomie ist die Ermöglichung des Übergangs in eine immer weniger auf Erdöl basierende Wirtschaftsweise. Aufgrund dessen sollte die Bioökonomie ein wesentlicher Bestandteil eines nachhaltigen und zukunftsorientierten Wirtschaftssystems sein. Die wesentlichen Grundlagen der vielseitig verbundenen Wertschöpfungsnetze und –ketten der Bioökonomie bilden in erster Linie die Land-, Fischerei- und Forstwirtschaft. Des Weiteren gehören hierzu die biotechnologische Umwandlung und Verwendung von Biomasse, aber auch biogene Abfall- und Reststoffe. Im nachgelagerten Bereich, insbesondere der chemischen Industrie, werden die nachwachsenden Rohstoffe u. a. mikro- oder biotechnologisch weiter ver- oder bearbeitet. Weitere Teilnehmer, die im Wirtschaftsfeld der Bioökonomie agieren sind u. a. die Holz-, Bau- und Papierindustrie sowie die Energiewirtschaft. Eine besondere Bedeutung im Konstrukt der Bioökonomie erhält hierbei die Abfall- und Kreislaufwirtschaft, die im Stande ist, Abfall- und Reststoffe einer sinnvollen Nutzung zuzuleiten oder diese gänzlich zu vermeiden (BMEL, 2014d).

Die Land- und Forstwirtschaft spielt eine tragende Rolle in der Bioökonomie. Die Erzeugung von pflanzlicher Biomasse auf Acker-, Grünlandflächen und Wäldern bildet zum einen die Grundlage einer biobasierten Wirtschaft. Zum anderen dienen Nutztiere der Versorgung mit Nahrungsmitteln. Dabei wird die zukünftige nachhaltige Weiterentwicklung der Land- und Forstwirtschaft mittels neuester technologischer Entwicklungen und Forschungsansätze fortwährend vorangetrieben. Allgemein stellt die Land- und Forstwirtschaft einen wichtigen wirtschaftlichen Sektor dar, denn in ihr sind in Deutschland über 300.000 Unternehmen tätig, die einen bedeutenden Beitrag zur Wertschöpfung in ländlichen Regionen leisten. Neben

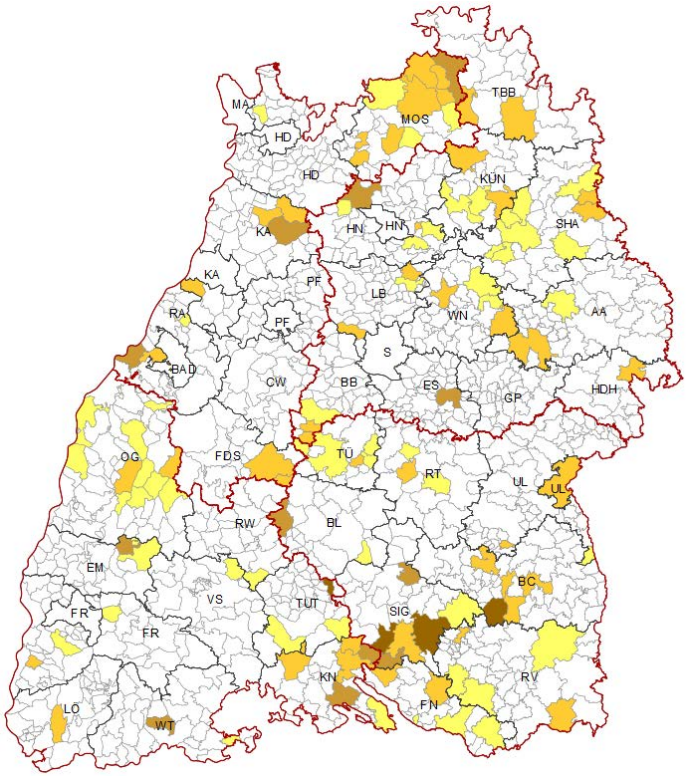
den ursprünglichen Tätigkeiten und Leistungen, erzeugen Landwirte Biomasse zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie biobasierte Rohstoffe zur industriellen Nutzung. Hierzu zählen u. a. die Kulturen Mais und Raps, aber auch Nebenerzeugnisse wie bspw. Stroh (BMEL, 2014e).

Diese Biomasse kann entweder energetisch oder stofflich genutzt werden (BMEL, 2014d). Eine energetische Nutzung erfolgt, wenn in Blockheizkraftwerken oder Biogasanlagen aus dieser Biomasse Kraftstoffe, Strom und Wärme erzeugt werden (BMEL, 2014d; 2014e). Diese Tatsache sowie die Speicherfähigkeit der Biomasse basierten Energien im Vergleich zu schwankenden Energiequellen wie Solar und Wind, ermöglichten bereits eine Lieferung von etwa 65,5 % des Gesamtenergieverbrauchs in Deutschland im Jahr 2012 und stellten damit den größten Teil der erneuerbaren Energien dar (BMEL, 2014d). Zudem wird Holz aus der Forstwirtschaft u. a. zu Sperrholz und Holzwerkstoffen, aber auch zu Holzbriketts oder –pellets zum Verheizen weiterverarbeitet. Bei einer stofflichen Nutzung werden aus der Biomasse in Bioreaktoren Ausgangsstoffe für die Produktion nachhaltiger Chemikalien oder biobasierter Kunststoffe produziert (BMEL, 2014e). Die Biomasse besteht aus einem komplexen Gemisch aus Proteinen, Fetten und Kohlenhydraten, aus welchem in biotechnologischen Verfahren die Herstellung von Chemikalien erfolgen kann. Für die Chemieindustrie ist diese Biomasse somit die momentan einzige erneuerbare Kohlenstoffquelle (BMEL, 2014d).

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Bioökonomie in Deutschland soll u. a. eine zunehmende Verwertung des Rohstoffes Holz erfolgen. Nicht zuletzt, weil die Forstwirtschaft seit vielen Jahrhunderten ein Vorbild einer nachhaltigen Bioökonomie darstellt. Dies soll jedoch nicht auf Kosten bereits etablierter Nutzungsbereiche erfolgen. Eine Möglichkeit hierzu stellt die Ausdehnung von Waldflächen dar. Eine Aufforstung von Agrarflächen, welche bisher zur Erzeugung von Nahrungsmitteln genutzt wurden, könnte jedoch den Zielkonflikt zwischen „Teller und Tank“ verschärfen. Ein geringeres Konfliktpotenzial würde sich durch die teilweise Nutzung der momentan mit Bioenergiepflanzen angebauten Agrarfläche für eine Aufforstung ergeben. Die vermehrte Nutzung dieser Flächen für einen Anbau von KUP stellt somit ein mögliches Potenzial zur Erhöhung der Holzerzeugung dar (Bioökonomierat, 2016). Dabei nehmen KUP bezüglich der Landnutzungsform nicht den Status einer Waldfläche ein, sondern eher eine mittlere Stellung zwischen agrarischer und forstlicher Landnutzung (Bolte et al., 2016). Der Ackerflächenstatus bleibt dabei in Deutschland, bei einer erstmaligen Ernte von KUP innerhalb der ersten 20 Standjahre, erhalten (BWaldG, 1975).

Im Jahr 2015 wurden in Deutschland auf 2,472 Mio. ha landwirtschaftlicher Nutzfläche nachwachsende Rohstoffe angebaut. Dabei lag der Anteil der Energiepflanzen bei etwa 89,2 %, die übrigen 10,8 % waren Industriepflanzen (eigene Berechnungen nach FNR, 2016). Energiepflanzen können sowohl einjährige als auch mehrjährige Kulturen sein (Schneider und Kaltschmitt, 2002). Zur Bewirtschaftung von Energiepflanzen zählt auch der mehrjährige Anbau von u. a. Agrarholz (KUP) und Miscanthus. Dieser erfolgte in Deutschland für das Jahr 2015 auf einer Fläche von insgesamt etwa 10.500 ha und macht somit einen Anteil zur Fläche, die mit Energiepflanzen bewirtschaftet wurden, von gerundet lediglich 0,5 % aus (eigene Berechnungen nach FNR, 2016).

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 322 ha mit KUP bepflanzt und 346 ha mit Miscanthus. Im Vergleich zu den Vorjahren war dabei in Baden-Württemberg ein Anstieg des Anbaus sowohl von Miscanthus als auch von KUP zu verzeichnen (Seidl et al., 2015). Abbildung 1 zeigt eine Übersichtskarte zum Anbau von KUP auf Gemeindeebene in Baden-Württemberg aus dem Jahr 2013:



Erklärung: Buchstaben: Abkürzungen der Kraftfahrzeug-Kennzeichen der Landkreise; farbliche Unterteilung: dunkelbraun → mehr als 10 ha in der betreffenden Gemeinde, hellbraun → 5 – 10 ha in der betreffenden Gemeinde, orange → 1 – 5 ha in der betreffenden Gemeinde, gelb → 0 – 1 ha in der betreffenden Gemeinde, weiß → keine Kurzumtriebsplantage in der betreffenden Gemeinde

Abbildung 1. Verteilung bereits etablierter Kurzumtriebsplantagen in Baden-Württemberg im Jahr 2013
Quelle: LEL, 2013

Der Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass der Anbau von KUP in Baden-Württemberg bisher nicht sehr verbreitet ist. Die Flächengrößen reichen dabei von 0,1 bis 18,0 ha (LEL, 2013).

Die mehrjährigen Anbauverfahren KUP und Miscanthus zeichnet aus, dass diese, nach einem Anpflanzjahr, über einen Zeitraum von etwa 20 Jahren immer wieder beerntet werden können. Die bei einer KUP verwendeten Baumarten, wie bspw. Pappeln und Weiden, sind schnellwüchsig und zeichnen sich durch hohe Holzerträge aus. Dabei bedeutet Kurzumtrieb, dass die Ernten in kurzen Intervallen (d.h. alle zwei bis zehn Jahre[1]) erfolgen. Miscanthus, auch Chinaschilf genannt, gehört zur Familie der Süßgräser, entstammt ursprünglich dem südostasiatischen Raum und ist ein riesenwüchsiges Gras. Die Ernte erfolgt jährlich. Beide Verfahren bieten damit die Möglichkeit, nachhaltig und energieeffizient Biomasse zu erzeugen. Beide Produktionsverfahren benötigen einen vergleichsweise geringen Einsatz an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und bieten durch die planmäßige Ernte in den Wintermonaten

[1] Dies ist abhängig vom Nutzungsziel, dem Standort, der Baumart und dem eingesetzten Ernteverfahren (KTBL, 2012).

eine Entlastung der Arbeitsspitzen und eine gewisse Flexibilität im betrieblichen Management (KTBL, 2012).

Auch diese Kulturen können, wie oben beschrieben, entweder stofflich oder energetisch genutzt werden (KTBL, 2012). Bei einer energetischen Nutzung als Festbrennstoff sind hierbei die von den Kulturen erreichbaren flächenbezogenen Trockenmasseerträge und Heizwerte ausschlaggebend. Das größere Potenzial als Energieträger geht dabei von der Kultur Miscanthus aus und das dementsprechend kleinere Potenzial von KUP[2] (Schneider und Kaltschmitt, 2002). Die Potenziale der stofflichen Verwertung von KUP und Miscanthus sind vielfältig. So kann Miscanthus bspw. für Faserverbundstoffe eingesetzt (Müller-Sämann et al., 2003) oder es kann, wie aus Getreidestroh, Zelluloseethanol produziert werden. Dieses Erzeugnis kann zum einen als Kraftstoff und zum anderen als Ausgangsrohstoff für die Chemieindustrie genutzt werden (Graf und Warsitzka, 2014). Weitere Anwendungsfelder sind die Nutzung als Einstreu in der Tierhaltung (Freudiger, 2002; Müller-Sämann et al., 2003), der Einsatz in der Bauindustrie (bspw. für Leichtbeton, Dämmplatten und Windschutzmatten) (Höhn, 2002; Freudiger, 2002; Kursawe, 2002; miscanthus.de, 2012), in der Automobilindustrie (bspw. für LKW-Leichtbau und natürliche Ölbinder), in der Zellstoffindustrie (bspw. als Verpackungsmaterial) (miscanthus.de, 2012) und im Gartenbau (bspw. als Torfersatz) (Freudiger, 2002; miscanthus.de, 2012; Stolzenburg, 2002). Auch das Holz von KUP wird bereits einerseits zu Polymeren und biobasierten Synthesebausteinen umgewandelt und andererseits aber auch, wie Miscanthus, zu Zelluloseethanol, welcher ein Ausgangsstoff für die Chemieindustrie darstellt oder aber als Kraftstoff genutzt werden kann, transformiert (Graf und Warsitzka, 2014). Des Weiteren wird das Holz aus KUP zur Herstellung von Formholz und Faserplatten, aber auch als Faserstoff für die Erzeugung von Papier, verwendet (Ziegler et al., 2010).

Durch die fortwährend steigende Nachfrage nach Biomasse, welche in den Bereichen Ernährung, Energie und Industrie auf vielfältige Weise genutzt wird, entsteht eine Konkurrenzsituation um forst- und landwirtschaftliche Flächen. Damit die Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung gering gehalten wird (BMEL, 2014d), wird ein Anbau von KUP und Miscanthus insbesondere auf marginalen Standorten, Konversionsflächen und Industriebrachen empfohlen (Backhaus et al., 2015; Bolte et al., 2016; Lewandowski et al., 2016). Es zeigt sich jedoch, dass auf solchen Flächen eine geringere Rentabilität der Anbauverfahren KUP und Miscanthus zu erwarten ist (Nahm et al., 2011; Lewandowski et al., 2016; Schätzl et al., 2016; Schweier und Becker, 2013).

Aufgrund der zunehmenden Konkurrenz um forst- und landwirtschaftliche Flächen und der geringen zu erwartenden Rentabilität von KUP und Miscanthus auf marginalen Standorten, folgt nun in Kapitel 3 die Ermittlung geeigneter Anbauregionen in Baden-Württemberg anhand standortbezogener Rentabilitäts- und Risikoanalysen.

[2] Miscanthus: 422 PJ/Jahr; KUP: 333 PJ/Jahr (Schneider und Kaltschmitt, 2002)

3 Ermittlung geeigneter Anbauregionen für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg

In diesem Abschnitt werden die für den Anbau von KUP und Miscanthus am besten geeigneten Regionen in Baden-Württemberg bestimmt. Dies erfolgt zum einen anhand der natürlichen und standörtlichen Gegebenheiten als Einflussfaktoren auf den Anbau. Zum anderen werden die Rentabilität und das Risiko von KUP und Miscanthus, unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten der Fläche, untersucht. Eine zusammenfassende Übersichtstabelle (Tabelle 2) zeigt die Ergebnisse.

3.1 Literaturüberblick Rentabilitäts- und Risikoanalysen für den KUP- und Miscanthusanbau

Die Rentabilität der Anbauverfahren KUP und Miscanthus wurde bereits in zahlreichen Arbeiten untersucht. Hauk et al. (2014) bzw. Witzel und Finger (2016) geben einen Überblick über eine Vielzahl von Studien, die sich allgemein mit der Wirtschaftlichkeit von KUP bzw. Miscanthus beschäftigen. Die Arbeiten zeigen jeweils auf, worin die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Ansätzen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Anbauverfahren liegen (Hauk et al., 2014; Witzel und Finger, 2016).

Für Deutschland im Speziellen wurden Rentabilitätsuntersuchungen von KUP bspw. durch Grundmann und Eberts (2009) mit Hilfe der dynamischen Investitionsrechnung durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte für das Bundesland Brandenburg für Standorte mit unterschiedlicher Wasserverfügbarkeit und für verschiedene Zukunftsszenarien. Mit Annuitäten von minus 206 € bis plus 498 € je ha wird erklärt, dass KUP in bestimmten Fällen durchaus eine Anbaualternative darstellen können (Grundmann und Eberts, 2009). Auch Faasch und Patenaude (2012) erhalten Annuitäten für KUP von minus 80 € bis plus 690 € je ha für verschiedene Standortgüten und unter der Annahme verschiedener Szenarien wie bspw. variierenden Hackschnitzelpreisen. Unter Annahme verschiedener Szenarien, wie bspw. eine Verlängerung der Rotationszyklen oder der Anbau mit Bewässerung, kalkulierten Schweier und Becker (2013) Annuitäten für KUP auf marginalen Standorten in Deutschland von minus 272 € bis plus 1.645 € je ha. Strohm et al. (2012) haben, unter der Annahme unterschiedlich hoher Hackschnitzelpreise und Produktionskosten berechnet, dass die Annuitäten für KUP auf guten Standorten von minus 406 € bis plus 279 € je ha, auf mittleren Standorten von minus 392 € bis plus 128 € je ha und auf schlechten Standorte von minus 389 € bis plus 48 € je ha reichen. Gängige Fruchtfolgen zeigten in den überwiegenden Fällen höhere jährliche Gewinnbeiträge als KUP (Strohm et al., 2012).

Kröber et al. (2010; 2013) und Wagner et al. (2009) haben, ebenfalls unter Zuhilfenahme der dynamischen Investitionsrechnung, Rentabilitätsuntersuchungen zum KUP-Anbau durchgeführt. Hierbei wurden Standorte mittlerer und besserer Bodenqualität im Bundesland Sachsen untersucht. Die Annuitäten reichen von minus 200 € bis plus 350 € je ha (Kröber et al., 2013; Wagner et al., 2009). Für die genannten Standorte haben Kröber et al. (2009) und Wagner et al. (2009) zudem Risikoanalysen mittels Monte-Carlo-Simulationen für KUP im dreijährigen Umtrieb bei 21 Jahren Standzeit durchgeführt. Für die unsicheren Variablen

wurden Dreiecksverteilungen angenommen. Es wurden verschiedene Szenarien bspw. mit unterschiedlichen Hackschnitzelpreisen oder einem Zuschuss von 30 % auf die Anlagenkosten simuliert sowie hierzu Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Lediglich das Szenario „Anstieg des Hackschnitzelpreises um 25 %“ bewirkte, dass KUP auf besseren Standorten ähnlich rentabel wurden, wie der Anbau der vergleichsweise untersuchten Ackerfrüchte. Diese zeigten immer eine höhere Rentabilität als KUP (Kröber et al., 2009; Wagner et al., 2009). Kröber et al. (2015) haben die zuvor genannten Untersuchungen durch Rentabilitätrechnungen für alle Gemeinden des Bundeslandes Sachsen erweitert. Die Spannweite der KUP-Annuitäten pro ha orientiert sich an den Ergebnissen von Kröber et al. (2010) (Kröber et al., 2015).

Lothner et al. (1986), aus den Vereinigten Staaten von Amerika, haben bereits in den 80er Jahren eine stochastische Risikoanalysen mittels Monte-Carlo-Simulation für KUP mit Pappeln durchgeführt. Unter der Annahme einer 30-jährigen Standzeit und einer Rotationszeit von 15 Jahren, wurden dabei die Faktoren Ertrag, Preis für das Erntegut und Ernte- und Transportkosten als dreiecksverteilte Variablen für die Simulationen variiert und die Ergebnisse durch Sensitivitätsanalysen ergänzt. Die Zielwerte waren erwartete Kapitalwerte und interne Zinsfüße. Dabei reichen die simulierten Kapitalwerte von minus 310 $ bis plus 1010 $ pro Morgen[3]. Die Unsicherheit des Preises für das Erntegut hatte den größten Einfluss auf die Verteilungsfunktionen der möglichen Kapitalwerte einer KUP (Lothner et al., 1986).

Für Miscanthus zur Energieerzeugung wurde durch Breuer (2006) eine vergleichende Rentabilitätsanalyse für die Region Rheinland (Bundesland Nordrhein-Westfalen) durchgeführt. Es ergeben sich jährliche Deckungsbeiträge zwischen 360 € und 405 € je ha. Im Vergleich zur Rentabilität anderer nachwachsender Rohstoffpflanzen wurde eine Ausdehnung der Miscanthusanbauflächen als schwierig gesehen (Breuer, 2006). Durch Sieverdingbeck (2010) wurde für Miscanthus in Deutschland eine allgemeine Rentabilitätsanalyse mit Hilfe der dynamischen Investitionsrechnung durchgeführt. Die berechneten Annuitäten weisen bereits bei einer zehnjährigen Nutzungsdauer eine Höhe von 640 € je ha auf (Sieverdingbeck, 2010). Bullard (2001) hat u. a. für Deutschland mit der Break-Even-Analyse die Produktionskosten der Miscanthusbereitstellung untersucht. Darin wurde u. a. aufgezeigt, wie sich die Produktionskosten von Miscanthus zusammensetzen und wie unterschiedlich diese Kosten in verschiedenen untersuchten Ländern ausfallen können. Für Deutschland reichen die Kosten, je nach Ertragsannahme, von 70 bis 134 Europäische Währungseinheiten je t (EWE[4]) und scheinen damit vergleichsweise hoch zu sein (Bullard, 2001).

In einer weiteren Arbeit von Wolbert-Haverkamp (2012) wurden u. a. Monte-Carlo-Simulationen zur Rentabilität und zum Risiko des KUP- und Miscanthusanbaus für das Bundesland Sachsen-Anhalt, für zwei verschiedene Standorte und einmal mit verringerten Pflanzkosten für Miscanthus, durchgeführt. Das Ernteintervall für KUP wurde dabei auf drei Jahre festgelegt und für Miscanthus jährlich. Die Verteilungen der unsicheren Variablen wurden mit Hilfe der Microsoft Excel Zusatzfunktion @Risk identifiziert. Es erfolgte ein Vergleich der Leistungs-Kosten-Differenzen der mehrjährigen Kulturen mit dem Deckungsbeitrag der

[3] 1 Morgen = 0,405 ha

[4] Vorgänger des Euro, Umrechnungskurs 1:1 (bundesbank.de, 2017)

Fruchtfolge der einjährigen Kulturen. Die Leistungs-Kosten-Differenzen von KUP bzw. Miscanthus liegen dabei bei 422 € bzw. zwischen 285 € und 923 € je ha und Jahr. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass KUP im Vergleich zur Fruchtfolge nicht konkurrenzfähig ist, Miscanthus hingegen zeigt sich unterschiedlich konkurrenzfähig (Wolbert-Haverkamp, 2012).

Dolginow et al. (2014) haben ebenfalls für die Vereinigten Staaten von Amerika eine stochastische Risikoanalyse für die Rentabilität der Kulturen Mais, Sojabohne (beide je mit und ohne Ernteversicherung), Miscanthus, Rutenhirse und Rohrschwingel auf verschiedenen Standorten durchgeführt. Miscanthus zeigte das drittbeste simulierte Ergebnis. Die mehrjährigen Kulturen Rutenhirse und Rohrschwingel waren im Vergleich zur mehrjährigen Kultur Miscanthus immer die schlechtere Alternative. Sogar im Vergleich zu einjährigen Sojabohnen (unversichert) ist Miscanthus auf einem Standort in etwa 30 % der Beobachtungen die zu präferierende Alternative (Dolginow et al., 2014).

Zusammenfassend ist hervorzuheben, dass die Rentabilität und das Risiko von KUP und Miscanthus in den genannten Untersuchungen bezüglich ihrer Konkurrenzfähigkeit zu gängigen Ackerkulturen unterschiedlich eingestuft werden.

3.2 Verwendete Methoden

3.2.1 Deckungsbeitragsrechnung

Zur Ermittlung des Erfolgs einer Investition gibt es generell verschiedene statische und dynamische Verfahren der Investitionsrechnung. Der Begriff Deckungsbeitrag stammt aus dem Bereich der Plankostenrechnung (Wagner et al., 2012). Er wird aus der Differenz des geplanten Produkterlöses und der geplanten variablen Kosten gebildet und eignet sich ausschließlich für die Untersuchung der Rentabilität bei kurzen Nutzungszeiträumen, da Erlöse und Kosten, die zu verschiedenen Jahren auftreten, nicht adäquat kalkuliert werden können (Kröber et al., 2010; Wagner et al., 2012). Diese Methode wird in dieser Arbeit bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen verwendet.

3.2.2 Dynamische Investitionsrechnung

Bei einer KUP oder bei Miscanthus handelt es sich jedoch weder um eine einjährige oder kurzfristige Produktionsprogrammplanung, noch sind die fixen Kosten einer KUP oder von Miscanthus mit den fixen Kosten eines einjährigen gewöhnlichen Produktionsverfahrens vergleichbar. Das Verfahren der Deckungsbeitragsrechnung eignet sich daher nicht für eine direkte Vergleichsrechnung (Wagner et al., 2012). Für mehrjährige Anbauverfahren müssen daher dynamische Verfahren der Investitionsrechnung angewendet werden (Kröber et al., 2010). Diese ermöglichen es, deren Ergebnisse mit den Ergebnissen einjähriger Produktionsverfahren vergleichen zu können (Wagner et al., 2012). Innerhalb der Laufzeit der Investition berücksichtigt dieses Verfahren alle auftretenden Zahlungsströme sowie die einzelnen Zeitpunkte, zu welchen die jeweiligen Zahlungen anfallen (Kröber et al., 2010; Wagner et al, 2012). Alle Ein- und Auszahlungen werden in der Regel auf den Anfangszeitpunkt der Investition abgezinst. Unter die zu verschiedenen Zeitpunkten auftretenden Auszahlungen (Kos-

ten) einer KUP oder einer Miscanthuspflanzung fallen Anlage- und Pflegekosten, aber auch Ernte- und Rodungskosten. Die Einzahlungen (Erlöse) ergeben sich aus dem Verkauf der verholzten Biomasse. Durch Summierung der abgezinsten Ein- und Auszahlungen wird der Kapitalwert erhalten. Ist ein Kapitalwert gleich null oder positiv, lassen sich mit der Investition Gewinne erwirtschaften, welche über der alternativ möglichen Verzinsung des Kapitals liegen (Kröber et al., 2010). Ein negativer Kapitalwert kennzeichnet eine unwirtschaftliche Investition (Wagner et al., 2012). Die Methode der Kapitalwertberechnung ist für einen Vergleich von verschiedenen Investitionsalternativen mit identischem Zeitraum der Investition geeignet (Kröber et al., 2010; Wagner et al., 2012). Der Kapitalwert berechnet sich mit der folgenden Formel:

$$KW = \sum_{t=0}^{n} \left(\frac{E_{(t)} - A_{(t)}}{(1+i)^t} \right) \quad (1)$$

Erklärung:

KW	=	*Kapitalwert*
$E_{(t)}$	=	*Einzahlungen zum Zeitpunkt t*
$A_{(t)}$	=	*Auszahlungen zum Zeitpunkt t*
i	=	*Zinssatz*
t	=	*Jahr*
n	=	*Nutzungsdauer in Jahren*

Um die Annuität (rechnerische jährliche Rente) einer Investition zu erhalten, muss der Kapitalwert mit dem Kapitalwiedergewinnungsfaktor multipliziert werden. Dadurch können die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Ein- und Auszahlungen einer Investition auf einen rechnerischen Wert, nämlich die Annuität transformiert werden, die in jedem Jahr der Investitionsdauer gleich hoch ist. Die Annuität kann als verzinster durchschnittlicher jährlicher Gewinnbeitrag einer KUP oder einer Miscanthuspflanzung verstanden werden. Diese Tatsache erlaubt es, Deckungsbeiträge einjähriger Kulturen direkt mit Annuitäten mehrjähriger Kulturen zu vergleichen (Kröber et al., 2010; Wagner et al., 2012). Die Annuität errechnet sich anhand folgender Formel:

$$r = KW * \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} \quad (2)$$

Erklärung:

r	=	*Annuität*
KW	=	*Kapitalwert*
i	=	*Zinssatz*
n	=	*Nutzungsdauer in Jahren*

Die Annuitätenmethode erlaubt es, Investitionen unterschiedlicher Laufzeiten einander gegenüberzustellen, denn mit dieser Methode wird die Rentabilität von Investitionsalternativen auf jährlicher Basis dargestellt. Die Alternative mit der höheren Annuität ist aus betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten gegenüber der Investitionsalternative mit geringerer Annuität zu bevorzugen (Kröber et al., 2010).

Ergänzend kann im Rahmen einer Investitionsrechnung eine Sensitivitätsanalyse erfolgen. Die Grundannahme für diese Analysemethode ist ein deterministisches Planungsmodell. Herrscht Unsicherheit über die Höhe von Zufallsvariablen, z. B. bei Preisen oder Erträgen, so kann mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse untersucht werden, wie sehr sich die gesuchte Ziel-

größe verändert, wenn die Zufallsvariable ceteris paribus (c. p.) variiert wird. Dazu gehört die Berechnung von kritischen Werten. Hierbei wird der Wert einer bestimmten Zufallsvariable gesucht, bei welchem das Über- oder Unterschreiten der Schwelle der Rentabilität erfolgen würde (Mußhoff und Hirschauer, 2010).

3.2.3 Risikoanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation

Das Ziel der stochastischen Simulation, auch Monte-Carlo-Simulation genannt, ist die Darstellung von kumulierten relativen Häufigkeitsverteilungen und somit die Erstellung eines Risikoprofils der zu untersuchenden Handlungsalternativen (Hirschauer und Mußhoff, 2012; Mußhoff und Hirschauer, 2010).

Um ein Risikoprofil zu bestimmen, werden die im Folgenden beschriebenen Ablaufschritte bei einer stochastischen Simulation durchlaufen: Im ersten Schritt werden die Handlungsalternativen, welche untersucht werden sollen, definiert. Es folgt die Lokalisierung der risikobehafteten Variablen. Für letztere werden dann geeignete empirische Daten gesucht. Danach werden parametrische Verteilungen geschätzt, die am besten die Verteilung der Daten der Zufallsvariablen widerspiegeln (Hirschauer und Mußhoff, 2012; Mußhoff und Hirschauer, 2010). Hierbei können parametrische Verteilungen verschiedener Arten gleichzeitig verarbeitet werden. Die Ermittlung der Verteilung einer Zielgröße erfolgt dabei numerisch-experimentell (Mußhoff und Hirschauer, 2010). Ebenso erfolgt die Berechnung von Korrelationen. Es schließt sich eine computergestützte Ziehung von jeweils einer Zufallszahl für jede betrachtete unsichere Variable, mit ihrer vordefinierten Verteilung und unter Berücksichtigung von möglichen Korrelationen, an (Hirschauer und Mußhoff, 2012; Mußhoff und Hirschauer, 2010). Dieser Vorgang wird auch Simulationslauf genannt (Hardaker et al., 2015; Hirschauer und Mußhoff, 2012; Mußhoff und Hirschauer, 2010). Daraufhin wird die Zielgröße mittels der simulierten Zufallszahlenwerte der einzelnen Variablen berechnet (Hirschauer und Mußhoff, 2012; Mußhoff und Hirschauer, 2010). Um eine möglichst gute Abbildung der Verteilung zu erlangen, erfolgt eine häufige Wiederholung der Simulationsläufe, anlehnend an das „…Gesetz der großen Zahl…“ (Mußhoff und Hirschauer, 2010, S.365) (z. B. 10.000 Simulationsdurchläufe). Das Ergebnis beinhaltet so viele Zahlenwerte der Zielgröße, wie es Simulationsläufe gibt. Ein aufsteigendes Anordnen der berechneten Zahlenwerte der Zielgröße aus den einzelnen Durchläufen ermöglicht die Darstellung der kumulierten relativen Häufigkeitsverteilung und somit die Erstellung eines Risikoprofils. Nach Durchlaufen aller Schritte für jede einzelne Handlungsalternative, können anschließend die unterschiedlichen Risikoprofile der einzelnen Alternativen miteinander verglichen werden (Hirschauer und Mußhoff, 2012; Mußhoff und Hirschauer, 2010). Für die in dieser Arbeit durchgeführten stochastischen Simulationen wurde die Microsoft Excel Zusatzfunktion Crystal Ball genutzt (Oracle, 2013).

Das Konzept der stochastischen Dominanz bezieht unterschiedliche Umweltzustände und deren Eintrittswahrscheinlichkeit ein. Dabei wird die persönliche Risikoeinstellung eines Entscheiders als nicht bekannt angenommen. Zwei Schritte kennzeichnen das Konzept: Zuerst werden die zuvor angesprochenen Verteilungsfunktionen für die Zielgröße jeder risikobehaf-

teten Handlungsalternative erzeugt, auch Risikoprofil genannt. Danach erfolgt eine Prüfung dahingehend, ob präzise Handlungsempfehlungen auf Grundlage eines Risikoprofils und ohne Wissen über die Risikoeinstellung ausgesprochen werden können (Mußhoff und Hirschauer, 2010).

Die präziseste Handlungsempfehlung erlaubt die *absolute stochastische Dominanz*. Ist das ungünstigste Ergebnis einer Alternative zumindest so gut, wie das günstigste Ergebnis einer anderen Alternative, dann ist die erste Alternative gegenüber der zweiten Alternative absolut dominant (Mußhoff und Hirschauer, 2010). Eine *stochastische Dominanz 1. Grades* ergibt sich für eine Alternative gegenüber einer anderen Alternative, wenn deren Verteilungsfunktion räumlich gesehen ganzheitlich rechts neben der Verteilungsfunktion der zweiten Alternative liegt und sich die Funktionen nicht überschneiden. Damit von Zuhilfenahme der *stochastischen Dominanz 2. Grades* eine Handlungsempfehlung ausgesprochen werden kann, erfolgt die Unterstellung einer generellen Risikoaversion. Eine stochastische Dominanz 2. Grades entsteht, wenn sich die Verteilungsfunktionen zweier Alternativen überschneiden. Eine Alternative ist dann gegenüber einer anderen Alternative stochastisch dominant 2. Grades, wenn die Fläche unter dem Punkt, an dem sich die Funktionen überschneiden, größer oder genauso groß der Fläche über dem Schnittpunkt ist (Hardaker et al., 2015; Mußhoff und Hirschauer, 2010). Nachteile, die sich aus dem unteren Abschnitt der Funktion ergeben, werden durch einen risikoscheuen Entscheider in der subjektiven Einschätzung stärker gewichtet als Vorteile, die sich aus dem oberen Abschnitt der Funktion ergeben (Mußhoff und Hirschauer, 2010). Allgemein stellt die stochastische Dominanz 2. Grades das stärker diskriminierende Argument bei der Wahl zwischen Alternativen dar, als die stochastische Dominanz 1. Grades (Hardaker et al., 2015). Bei *praxisrelevanten Entscheidungssituationen* erfolgt keine Unterstützung durch die stochastische Dominanz 2. Grades. Hier geht es darum, gesonderte Managementmaßnahmen gegen das Risiko auszuwählen. Hierbei ist die Fähigkeit der Ausgrenzung durch das Konzept der stochastischen Dominanz oftmals gering (Mußhoff und Hirschauer, 2010).

3.3 Unterteilung Baden-Württembergs in vergleichbare Anbaugebiete

Für die Untersuchung einer Standorteignung bietet es sich an, dies auf Ebene räumlich vergleichbarer Gebiete durchzuführen. Erste Ansätze galten einer Untergliederung auf Landkreisebene. Einen solchen Vergleich in Baden-Württemberg durchzuführen ist jedoch problematisch, da es Landkreise gibt, die bezüglich ihrer landwirtschaftlichen Anbaueignung sehr heterogen sind (wie bspw. der Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, der sich über die Rheinebene bis in den Schwarzwald erstreckt). Eine Darstellung durchschnittlicher Ertragsdaten der gängigen Ackerkulturen, aber auch der Kurzumtriebskulturen auf dieser Ebene, würde zu Fehleinschätzungen der Anbaueignungen auf bestimmten Standorten eines Landkreises führen. Aufgrund dessen erfolgt die Analyse der Standorteignung räumlich auf der Ebene der von der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd (LEL) eingeteilten Vergleichsgebietsgruppen (VGG) Baden-Württembergs. Diese Klassifizierung wurde gewählt, da in den jeweiligen VGG Vergleichsgebiete (VG) zusammengefasst sind, in denen ähnliche natürliche Bedingungen bezüglich

des Klimas, der Vegetation, des Bodens, der Höhenlage und der Oberflächenform vorherrschen (LEL, 2015a). Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der VGG in Baden-Württemberg:

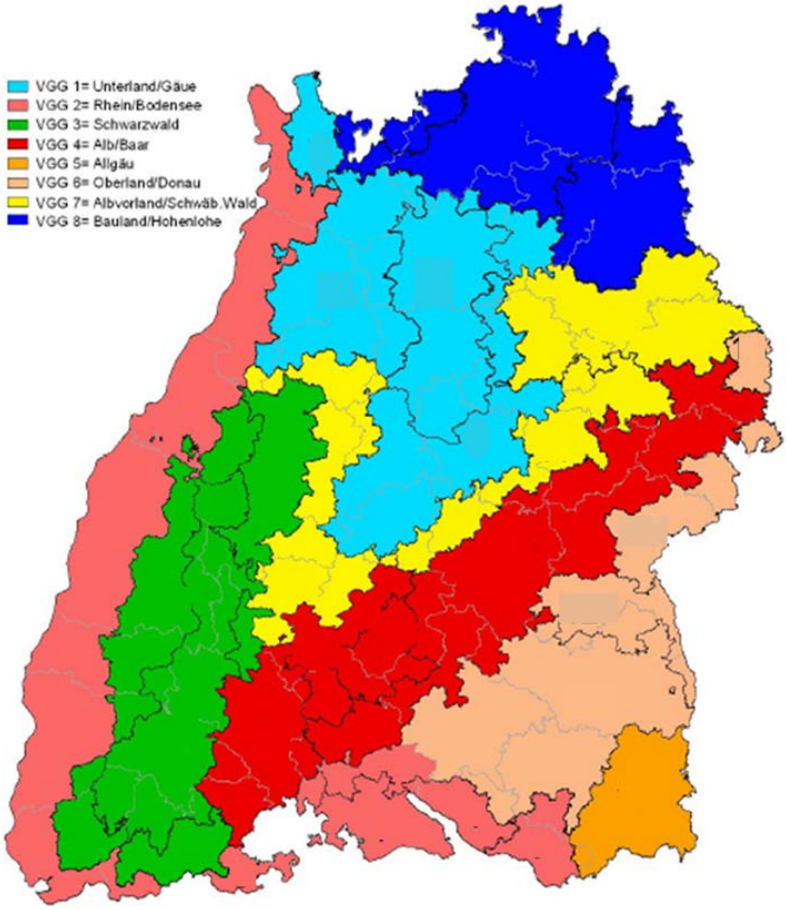


Abbildung 2. Einteilung Baden-Württembergs in Vergleichsgebietsgruppen (VGG)
Quelle: verändert nach LEL, 2015a

Wie in Abbildung 2 zu ersehen, ist Baden-Württemberg in acht VGG eingeteilt.

3.4 Einflussfaktoren der Standorteignung

Damit VGG mit besserer und schlechterer Eignung für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus bezüglich den vorherrschenden natürlichen und standortbezogenen Gegebenheiten ermittelt werden können, werden im Folgenden die Anforderungen der mehrjährigen Kulturen an diese aufgezeigt. Des Weiteren werden mögliche agrarstrukturelle Einflussfaktoren genannt.

Die Kulturen KUP (1) und Miscanthus (2) stellen an die nachstehenden natürlichen und standortbezogenen Gegebenheiten folgende Ansprüche:

Der *Jahresniederschlag* sollte für (1) mindestens 500 mm pro Jahr und mindestens 300 mm zwischen April und September betragen (KTBL, 2012; Unseld et al., 2010; Petzold et al., 2006). Für (2) sollte dieser mindestens bei 500 bis 600 mm zwischen April und September liegen (LTZ, 2008). Die notwendige *Jahresdurchschnittstemperatur* für (1) beträgt mindestens 6,5 bis 7,0°C (Aust, 2012; Unseld et al., 2010; Petzold et al., 2010) und für (2) mindes-

tens 7°C (KTBL, 2012). Für (1) sind anlehmig sandige bis tonig-lehmige *Böden* geeignet (Unseld et al., 2010). Für (2) eignen sich humose Lehm- oder Lössböden, die tiefgründig und leicht zu durchwurzeln sind (Biertümpfel et al., 2011). Bezüglich der *Höhenlage* können (1) unterhalb von 600 - 700 m ü.d.M. angebaut werden (KTBL, 2012) und für (2) eignen sich Lagen unterhalb von 700 m ü.d.M. (LTZ, 2010).

Folgende agrarstrukturelle Faktoren können den Anbau von KUP und Miscanthus beeinflussen:

Grünlandflächen sind für den Anbau von KUP und Miscanthus nicht geeignet, da aktuell ein Grünlandumbruchverbot herrscht (BMEL, 2014a). Durch *Biogasanlagen und Viehhaltung* kann es zu einer räumlichen Konkurrenz zum Anbau von pflanzlichen Substraten auf Ackerflächen kommen, welche für die Biogasanlagen benötigt werden. Gülle und Festmist werden als Substrat für Biogasanlagen verwendet, weshalb das Betreiben einer Biogasanlage oftmals in Verbindung mit der Viehhaltung vorzufinden ist und zusätzliche räumliche Konkurrenz bedeutet (Butz et al., 2013). *Opportunitätskosten des Faktors Boden* meint die wirtschaftliche Konkurrenz zum Anbau alternativer einjähriger Anbauverfahren mit einer hohen Rentabilität.

3.5 Opportunitätskosten des Faktors Boden

In Tabelle 1 wird gezeigt, wie sich die derzeitige Nutzung der Ackerflächen in Baden-Württemberg bezüglich den hauptsächlich angebauten Kulturen gestaltet. Hervorzuheben gilt dies, da KUP und Miscanthus auf bereits vorhandenen Ackerflächen zu etablieren wären.

Tabelle 1. Anbauanteile auf Ackerflächen und durchschnittliche Erträge der am häufigsten angebauten Kulturen in Baden-Württemberg

Kultur	Anbauanteil auf Ackerflächen in BW im Jahr 2010 in %[1]	Durchschnittserträge in BW der Jahre 2006 – 2012 in dt/ha
Winterweizen	28,8	71,5[2]
Wintergerste	19,1	61,9[2]
Sommergerste		52,9[2]
Silomais / Grünmais	13,0	465,9[2]
Körnermais / Corn-Cob-Mix	8,6	104,4[3]
Winterraps	8,2	37,1[2]

Abkürzungen: BW = Baden-Württemberg, dt = Dezitonnen, ha = Hektar
Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, [1]2010a; [2]2010b; [3]statistik-bw.de, 2017a; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Zur Ermittlung der Opportunitätskosten für den Faktor Boden wird der Deckungsbeitrag der in der jeweiligen VGG jeweils am häufigsten vorkommenden Fruchtfolge auf den Ackerflächen berechnet. Hierzu sind im Anhang 1 in Tabelle 22 bis Tabelle 24 die für die Berechnungen der Opportunitätskosten unterstellten variablen Produktionskosten und Leistungen (Erträge und Verkaufspreise) der einjährigen Kulturen zu finden. Berücksichtigt werden hierbei:

- Leistungen aus dem Verkauf des Hauptprodukts
- Variable Kosten: Saatgut, Düngung, Pflanzenschutz, variable Maschinenkosten, Lohnmaschinen, Trocknung / Konservierung, Hagelversicherung (LEL 2014a; 2014b; 2015b; 2016; Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b).

Die Ergebnisse der berechneten Deckungsbeiträge sind ebenfalls dem Anhang 1, Tabelle 25 bis Tabelle 27 zu entnehmen.

3.6 Rentabilität des Anbaus von KUP und Miscanthus

Damit in Zukunft vermehrt KUP und Miscanthus angebaut werden, müssen diese Produktionsverfahren in der Regel eine gewisse Rentabilität mit sich bringen. Bei einer KUP bzw. bei Miscanthus auf Ackerflächen handelt es sich um mehrjährige Anbauverfahren, welche aufgrund einer höheren zu tätigenden Anfangsinvestition erst nach einer gewissen Standdauer rentabel werden. In diesem Kontext ist es wichtig, dass die mehrjährigen Kulturen eine ähnlich hohe Rentabilität erreichen, wie die einjährigen Kulturen. Um die Rentabilität der mehrjährigen Anbauverfahren zu untersuchen, werden mit Hilfe der dynamischen Investitionsrechnung Annuitäten für die jeweiligen VGG kalkuliert.

Hierzu wird folgendes Vorgehen gewählt: Die Datengrundlage für die verwendeten *Preise für Hackschnitzel* liefert das „Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V." (C.A.R.M.E.N. e.V.). Dieses Netzwerk notiert als einziges für Deutschland die Ergebnisse eines transparenten und neutralen Index für Energieholzhackschnitzelpreise von Waldholz (CARMEN, 2015). Genutzt werden Preise für Waldhackschnitzel (jährliche Mittelwerte) von 2003 bis 2014, bei welchen es sich um Angebotspreise handelt, die von Lieferanten, die dem Netzwerk bekannt sind, angegeben werden. Die Angaben der Preise beinhalten die momentan gesetzmäßige Mehrwertsteuer von 19 % und alle Pauschalen für Wiegen, Lieferung (bei einem Belieferungsumkreis von 20 km) oder Ähnliches. Die Preise sind u. a. für das gesamte Deutschland seit 2003 (bei einem Wassergehalt von 35 %) und seit 2008 unterteilt für Süd- und Norddeutschland (für Wassergehalte von 35 % und 20 % bei Anlieferung) verfügbar. Aufgelistet werden diese Preise einerseits in € je Tonne (t) und andererseits in € je Megawattstunde (MWh) (CARMEN, 2015). Damit die Preise in €/MWh verwendet werden können, erfolgt die Umrechnung auf 0 % Wassergehalt des Ernteguts sowie die Herausrechnung der 19 % Mehrwertsteuer. Diese Berechnungen sind dem Anhang 2 (sowie Tabelle 28) zu entnehmen.

Bezüglich den verwendeten *Erträgen* wurden in der Literatur Ertragsdaten zu KUP und Miscanthus von Versuchsflächen in genau benannten Orten in Baden-Württemberg, aber auch von anderen Versuchsstandorten in Deutschland gesichtet (siehe Tabelle 29 und Tabelle 30 im Anhang 2). Diese lassen sich anhand der Informationen über entweder die Ortsangabe oder die Jahresdurchschnittstemperatur, den Jahresniederschlag und die Höhenlage einer VGG in Baden-Württemberg zuordnen. In der Regel werden bei der Erhebung von Erträgen in Feldversuchen der Name des Standortes bzw. topografische Eigenschaften des Versuchsstandortes ausgewiesen. Da für die VGG u. a. die durchschnittliche Jahrestemperatur, der Jahresniederschlag, die Höhenmeter und die am häufigsten vorzufindende Landnutzung

angegeben ist, ist es möglich, auch Erträge, die auf vergleichbaren Standorten außerhalb Baden-Württembergs oder einer VGG gemessen wurden, einer VGG zuzuordnen. Auf Basis dieser Feldversuchs- bzw. Praxisdaten werden Annuitäten für die mehrjährigen Kulturen KUP und Miscanthus für die jeweiligen VGG kalkuliert. Da die möglichen Ertragshöhen innerhalb einer VGG entsprechend der in den verschiedenen Praxis- und Feldversuchen erhobenen Ertragsdaten variieren können, ergeben sich unterschiedliche Annuitäten für eine Kultur. Die nach den vorliegenden Versuchsergebnissen im besten Fall erreichbare Annuität sollte dabei über den Opportunitätskosten des Anbaus der herkömmlichen Fruchtfolge liegen oder zumindest auf ähnlichem Niveau, damit KUP bzw. Miscanthus für einen rentablen Anbau in Frage kommen. Insgesamt liegen nur wenige Ertragsdaten zu den untersuchten Verfahren vor. Dies gilt vor allem hinsichtlich der Dauer der Erhebungen. Aufgrund dessen wurde bei den jeweiligen Ertragsreihen je Kultur und VGG ausschließlich zwischen unterschiedlichen Ertragshöhen der ersten, zweiten und dritten bis letzten Ernte differenziert. Eine generelle Zusammenfassung der Erträge ab der dritten Ernte für alle mehrjährigen Kulturen wurde gewählt, da anhand beobachteter Daten für diese Kulturen im Durchschnitt kein weiterer Anstieg der Erträge ab dem Zeitpunkt der dritten Ernte anzunehmen ist, sondern nur eine Schwankung um den errechneten Mittelwert. Diese späteren Schwankungen ergeben sich eher durch andere Faktoren wie bspw. das Wetter. Zudem ist aus pflanzenbaulicher Sicht zu erwarten, dass die Erträge zum Zeitpunkt der ersten Ernte am niedrigsten sind und dann über die zweite Ernte bis zu den nachfolgenden Ernten ansteigen (zu sehen in Biertümpfel et al., 2011; Gauder et al., 2012). Im Falle, dass die durchschnittlichen Erträge der zweiten Ernte höher waren, als der Durchschnittsertrag der darauf folgenden Ernten, wurde ein durchschnittlicher Ertrag bereits ab der zweiten Ernte gebildet und für die Berechnungen angenommen. Die Annahmen und Berechnungen hierzu sind dem Anhang 2 (Tabelle 31 bis Tabelle 34) zu entnehmen. Diese Tatsachen sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Die Annuitäten werden jeweils mit festen Annahmen zu den *Kosten der Produktionsverfahren* und den jeweiligen Produktionsverfahrensschritten berechnet (siehe Tabelle 35 bis Tabelle 39 im Anhang 2). Die Produktionskosten wurden über die VGG hinweg konstant gehalten.

Folgende produktionsbedingte Faktoren können die Rentabilität beeinflussen, je nachdem, wie diese für den Anbau von KUP (1) bzw. Miscanthus (2) gewählt werden:

Die *Pflanzdichte* und der *Pflanzverband* von (1) sind von der eingesetzten Erntetechnik, dem Produktionsziel, der Umtriebszeit und der Baumart abhängig. Zwischen 1.667 bis 17.778 Stecklinge pro ha sind denkbar. Für (2) werden durchschnittlich 10.000 Rhizome pro ha genutzt, bei schlechteren Standorten auch mehr. Bei *Umtriebszeiten* von fünf bis 15 Jahren sind bei (1) (Pappel) maximale Erträge zu erwarten. Bei (2) erfolgt die Ernte jährlich, außer im Anpflanzjahr (KTBL, 2012). Die *Standzeit* beträgt für (1) etwa 20 Jahre (Grundmann und Eberts, 2009; Unseld et al., 2010) bis zu 30 Jahre (Faasch und Patenaude, 2012; Wagner et al., 2012; Kröber et al., 2013; 2015) und bei (2) mindestens 20 Jahre. Als *Pflanzmaterial* für (1) wird vegetatives Pflanzgut in Form von Steckruten oder –hölzer, Legeruten oder Setzstangen verwendet (KTBL, 2012). Bei (2) kommen Rhizome oder Jungpflanzen zum Einsatz

(Becker et al., 2014; KTBL, 2012). Die *Pflanzbettbereitung* für (1) und (2) beinhaltet Pflügen, dann Eggen sowie der Einsatz eines Totalherbizides zur Unkrautregulierung. Zur *Unkrautbekämpfung im stehenden Bestand* steht für (1) das Hacken, Striegeln, Eggen, Mähen oder Mulchen zur Option. In (2) können Striegel, Mulcher oder eine Hackmaschine (im Anpflanzjahr) eingesetzt werden. Die *Pflanzung* erfolgt bei (1) zum einen entweder manuell mit Steckeisen und Pflanzschnur oder durch das Furche ziehen mit einem Spurenreißer und dann Stecken der Steckhölzer in die Furche. Zum anderen kann maschinell mit Technik aus dem Bereich Baumschule oder Spezialpflanztechnik aus der konventionellen Landwirtschaft gepflanzt werden. (2) wird bei der Pflanzung von Rhizomen mit einer Kartoffellegemaschine und bei Jungpflanzen mit Tabak- und Gemüsepflanzmaschinen gepflanzt. Auch möglich ist das manuelle Einlegen der Rhizome in Pflugfurchen und Einebnen mit einer Kreiselegge (KTBL, 2012).

Der *Erntezeitpunkt* von (1) liegt zwischen November und März, wobei die Ernte idealerweise bei gefrorenem Boden stattfindet. (2) wird zwischen Februar und Mai, bei einem Wassergehalt von maximal 20 % des Erntematerials, geerntet. Für (1) können drei verschiedene *Ernteverfahren* eingesetzt werden. Zum einen kann in Form einer Stammholzlinie geerntet werden. Hierfür liegen die Ernteintervalle zwischen fünf und 20 Jahre. Dabei wird konventionelle Forsttechnik eingesetzt oder die Ernte erfolgt maschinell oder motormanuell. Bei der Bündellinie, bei welcher die Ernteintervalle zwischen einem bis zehn Jahre liegen, wird zweistufig mit einem Mähbündler und Hacker geerntet. Die Hackgutlinie, welche bei Ernteintervallen von einem bis fünf Jahre ihre Anwendung findet, wird zum einen einstufig mit einem Feldhäcksler mit speziellem Erntevorsatz oder zum anderen mit einem an den Schlepper angebauten Mähhackeraggregat geerntet. Für (2) kommt zur Ernte zum einen die Häckselgutlinie in Frage. Hierbei wird ein Maishäcksler mit einem reihenunabhängigen Schneidwerk eingesetzt. Zum anderen kann als Ballenlinie geerntet werden, wobei ein Mähaufbereiter mit einer Ballenpresse genutzt wird. Der *Düngebedarf* von (1) ist gering. Es erfolgt eine Eigendüngung durch Laubfall. Eine Düngung im Erntejahr kann möglicherweise notwendig sein, wobei Stickstoffgaben von bis zu 50 kg Stickstoff pro ha ausreichen. (2) lagert die produzierten Stoffe über Winter in die Rhizome ein, damit diese im Frühjahr genutzt werden können. Zudem erfolgt eine Eigendüngung durch Abwerfen der Blätter. Eine Kalkung und Düngung im Erntejahr kann möglicherweise notwendig sein (KTBL, 2012). Die Kosten des *Transport des Ernteguts* von (1) und (2) sind von der geernteten Menge und der Entfernung zur Anlieferungsstelle abhängig (Nahm et al., 2011).

Die *Rekultivierung* von (1) erfolgt durch Zerschlagen der Wurzelstöcke mit einem Mulchgerät und die weitere Zerkleinerung der Wurzelstöcke und Einarbeitung in die oberen 40 Zentimeter des Bodens mit einer Fräse. Bei (2) kann zum einen der Einsatz eines Totalherbizides mit dem Wirkstoff Glyphosat eingesetzt werden oder der Bestand wird abgemäht und die Rhizome herausgegrubbert. (1) kann als Bündel- oder Stammholzlinie in Stapeln oder Poltern in der Nähe des Feldes gelagert werden oder als Hackgutlinie in Mieten oder Haufen. Dabei kann eine Abdeckung der Miete mit einem Vlies bei einer *Lagerung* im Freien oder in Altgebäuden oder Hallen notwendig sein oder aber auch eine *Trocknung* durch Warm- oder Kaltluft. Die Lagerung von (2) erfolgt in einer Halle oder in einem Fahrsilo. Empfohlen wird eine

Lagerung mit Überdachung oder eine kurzzeitige Abdeckung mit einem Vlies oder einer Folie. Auch denkbar ist die Lagerung als Pellets (KTBL, 2012).

Neben den produktionsbedingten Faktoren spielt die Wahl des *Kalkulationszinssatzes* eine wichtige Rolle. Je nachdem wie hoch dieser Zins angesetzt wird, beeinflusst dies die Rentabilität beachtlich. Je höher der gewählte Zinssatz, desto niedriger ist die berechnete Annuität einer Investition (Mußhoff und Hirschauer, 2010). Zur Berechnung des Zinssatzes für die mehrjährigen Investitionen werden für diese Arbeit die Monatsmittelwerte nominaler Renditen von börsennotierten Bundeswertpapieren mit einer mittleren Restlaufzeit von 15 bis 30 Jahren für die Zeit von 1995 bis 2014 zu einem Gesamtmittelwert bestimmt. Dieser liegt im Durchschnitt bei etwa 4,6 % pro Jahr (eigene Berechnung nach Deutsche Bundesbank, 2016). Die Inflationsrate liegt für diesen Zeitraum bei etwa 1,51 % pro Jahr (eigene Berechnung nach Destatis, 2016). Daraus ergibt sich eine reale Verzinsung von jährlich etwa 3,0 % (alle Werte gerundet) (siehe verwendete Formel 41 im Anhang 2).

3.7 Ergebnisse

Im Folgenden werden die mit Hilfe der dynamischen Investitionsrechnung erhaltenen Annuitäten der Kulturen KUP und Miscanthus mit den berechneten Deckungsbeiträgen einer jeweils am häufigsten vorkommenden Fruchtfolge auf den Ackerflächen für jede VGG verglichen. Dies erfolgt unter Einbeziehung der jeweiligen standörtlichen und natürlichen Gegebenheiten, sodass die am besten für den Anbau von KUP und Miscanthus geeigneten VGG ermittelt werden können.

Das Ergebnis der Analyse zeigt wie in Tabelle 2 zu sehen, dass sich VGG 1, 2 und 8 am ehesten für die Anpflanzung von KUP und Miscanthus eignen, da hier vergleichsweise günstige natürliche und agrarstrukturelle Bedingungen herrschen und die höchsten ermittelten Annuitäten der betrachteten Anbauverfahren deren Opportunitätskosten übertreffen. Es ist wichtig anzumerken, dass aufgrund dieser Ergebnisse die übrigen VGG nicht komplett vom Anbau auszuschließen sind, da es in jeder VGG dennoch Standorte geben kann, die sich für die Anlage von KUP und Miscanthus eignen könnten. Die genauen Berechnungen zur Tabelle 2 sind dem Anhang 2 (Tabelle 40 bis Tabelle 43) zu entnehmen.

Für die ersten fünf Faktoren in Tabelle 2 zeigen dabei Felder, die grün markiert sind, eine hohe Eignung der VGG als Standort für KUP bzw. Miscanthus an, da die jeweilige Anforderung erfüllt wird. Bei orangefarbenen Feldern, die eine mittlere Eignung angeben, wird die jeweilige optimale Ausprägung eines Faktors leicht über- oder unterschritten. Rote Felder zeigen eine geringe Eignung, da die entsprechende Anforderung gar nicht erfüllt wird. Bei den Faktoren „relevante Opportunitätskosten“ und „höchste berechnete Annuität“ ergibt sich eine geringe Eignung dann, wenn die Differenz zwischen der Annuität und den Opportunitätskosten negativ wird, bzw. so lange keine Deckung der Opportunitätskosten durch die Annuität erreicht wird. Eine mittlere Eignung wird erhalten, wenn die Annuität 1 € bis 100 € über den Opportunitätskosten liegt. Diese 100 € spiegeln eine angenommene Risikoprämie wider. Da der Anbau von KUP und Miscanthus mit Risiken behaftet ist, die sich aus Unsicherheiten bei den Input- und Outputfaktoren des Anbauverfahrens sowie durch geringes

Wissen und wenig Praxiserfahrung ergeben, wird hier eine pauschale Risikoprämie von 100 € angesetzt, die diese Unsicherheiten entlohnen soll. Eine hohe Eignung einer VGG ergibt sich, wenn die höchste berechnete Annuität über dieser Risikoprämie liegt.

Tabelle 2. Zusammenfassende Übersicht zur Standortanalyse

		Eignung der VGG für KUP und Miscanthus basierend auf den verschiedenen untersuchten Standortfaktoren (hoch / mittel / gering)						
VGG	Kultur	Jahresniederschlag (in der Vegetationszeit)	Jahresdurchschnittstemperatur (mind.)	Höhenmeter (maximal)	Biogasanlagen (Vorkommen)	Viehhaltung (Vorkommen)	Relevante Opportunitätskosten in €/ha[1)]	Höchste berechnete Annuität in €/ha[1)]
1	KUP						345	690
	Miscanthus						345	987
2	KUP						341	414
	Miscanthus						341	1207
3	KUP						251	428
	Miscanthus						251	-829
4	KUP						283	198
	Miscanthus						283	-153
5	KUP						310	534
	Miscanthus						310	-387
6	KUP						322	768
	Miscanthus						322	-387
7	KUP						274	-40
	Miscanthus						274	1591
8	KUP						262	705
	Miscanthus						262	1307

Annahmen: rot = geringe Eignung, orange = mittlere Eignung, grün = hohe Eignung; [1)]Negative Differenz zwischen Annuität und Opportunitätskosten bis Deckung der Opportunitätskosten = geringe Eignung, 1 € bis 100 € über den Opportunitätskosten (repräsentiert eine Risikoprämie) = mittlere Eignung, > 100 € über den Opportunitätskosten = hohe Eignung
Abkürzungen: °C = Grad Celsius, ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, m = Meter, mm = Millimeter, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quelle: eigene Darstellung und Berechnungen

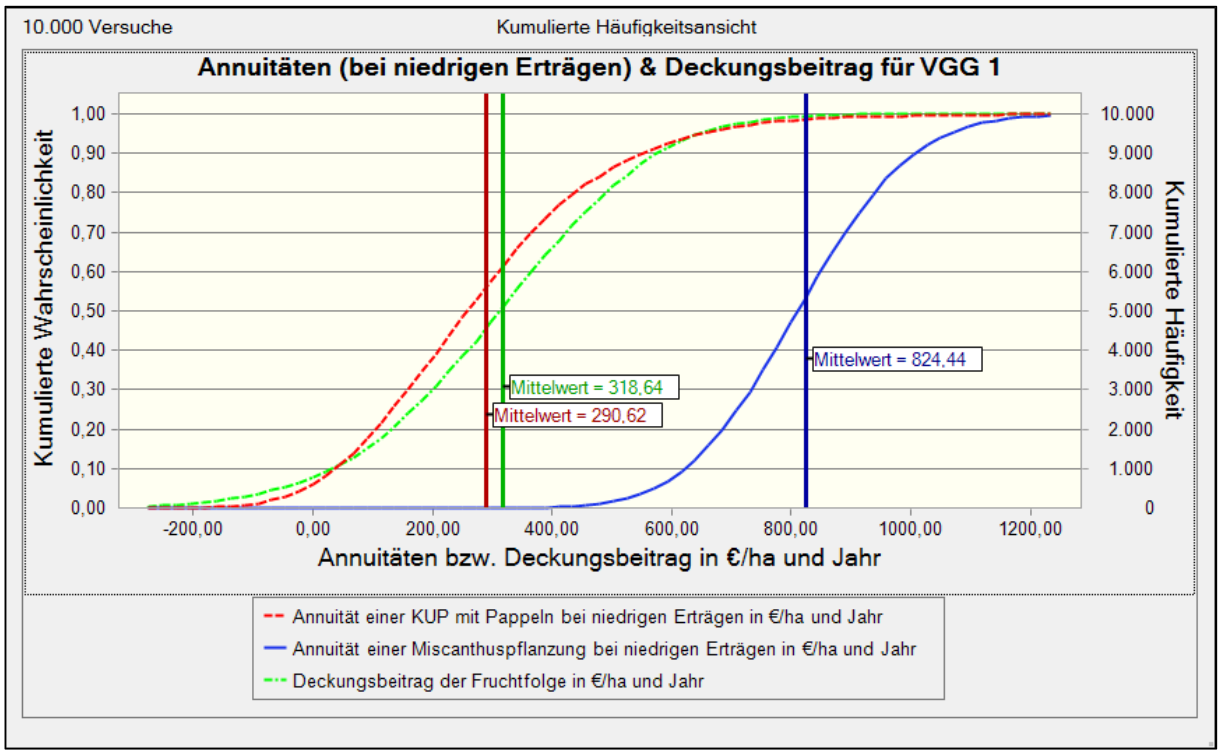
Vervollständigend wurde im Anschluss an die Investitionsrechnungen mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse für die Annuitäten der mehrjährigen Kulturen KUP und Miscanthus untersucht, welche Kosten-Leistungs-Faktoren *c. p.* den stärksten Einfluss auf die Rentabilität der mehrjährigen Anbauverfahren haben. Dabei ist festzustellen, dass die Auszahlungspreise für Holzhackschnitzel und die Erträge der mehrjährigen Kulturen die stärkste Wirkung auf die Annuität haben. Aufgrund dessen wurde eine weitere Sensitivitätsanalyse mit den Faktoren Preis und Ertrag für die drei am besten geeigneten VGG (1, 2 und 8) durchgeführt. Hier wurde jeweils die höchste und die niedrigste berechnete Annuität der mehrjährigen Kulturen für die drei ausgewählten VGG herangezogen. Für diese Annuitäten wurden *c. p.* die Hackschnitzelpreise und Erträge variiert und es wurde ermittelt, wie stark die Preise bzw. Erträge steigen müssten bzw. absinken dürften, damit die Opportunitätskosten gerade noch gedeckt würden.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass in allen drei VGG die prozentualen Anteile der benötigten Preiserhöhung oder der zulässigen Preisabsenkung für Hackschnitzel immer unter der benötigten Erhöhung bzw. der zulässigen Absenkung der Erträge liegen. Dies bedeutet, dass eine Veränderung des Preises für Hackschnitzel *c. p.* einen stärkeren Einfluss auf die Veränderung der Annuität hat, als eine *c. p.* Veränderung der Ertragshöhe. Eine Veränderung des Preisniveaus von Holzhackschnitzeln ist dementsprechend die Größe, die die Annuität einer KUP- bzw. einer Miscanthusanbaufläche am stärksten beeinflusst. Tabellen mit den genauen Ergebnissen hierzu sind dem Anhang 2 (Tabelle 44 bis Tabelle 46) zu entnehmen.

3.8 Stochastische Risikoanalyse zu den Annuitäten von KUP und Miscanthus

Zur Untersuchung des Risikos der mehrjährigen Anbauverfahren werden stochastische Risikoanalysen mit Hilfe der Monte-Carlo-Methode (vgl. Abschnitt 3.2.3) für die Annuitäten (Zielgrößen) der mehrjährigen Anbauverfahren und die Deckungsbeiträge (Zielgrößen) der alternativen Fruchtfolge, welche die Opportunitätskosten des Faktors Boden darstellen, in den drei am besten geeigneten VGG in Baden-Württemberg durchgeführt. Die zuvor in der Sensitivitätsanalyse als am stärksten die Annuität beeinflussenden Faktoren (Preise und Erträge) werden dabei für alle untersuchten Anbaualternativen variiert. Die hierzu getätigten Annahmen sowie deren ausführliche Begründung sind dem Anhang 3 zu entnehmen. Dabei gilt es zu überprüfen, wie stabil die Ergebnisse der zuvor berechneten Annuitäten und Deckungsbeiträge sind bzw. wie stark die untersuchten Zielgrößen schwanken. Es werden jeweils 10.000 Simulationsläufe je Szenario durchgeführt, sodass kumulierte Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen und Häufigkeiten der simulierten Annuitäten und Deckungsbeiträge miteinander verglichen werden können.

Im Durchschnitt können bei einem niedrigen angenommenen Ertrag der mehrjährigen Kulturen nur die Annuitäten von Miscanthus in VGG 1 und 2 mit dem Deckungsbeitrag einer gängigen landwirtschaftlichen Fruchtfolge konkurrieren. Die Annuität von KUP ist in keiner VGG zum Deckungsbeitrag einer gängigen Fruchtfolge konkurrenzfähig, ebenso wie die Annuität von Miscanthus in VGG 8. Bei hohen Ertragsannahmen für die mehrjährigen Kulturen können deren Annuitäten immer mit dem Deckungsbeitrag der alternativen Fruchtfolge konkurrieren. Abbildung 3 stellt beispielhaft das Simulationsergebnis für die VGG 1 bei niedrigen angenommenen Erträgen für die mehrjährigen Kulturen dar. Die Ergebnisse aller weiteren Simulationen sind der Tabelle 55 bis Tabelle 60 und der Abbildung 10 bis Abbildung 14 im Anhang 4 zu entnehmen. Zur Entscheidungsfindung wird das Konzept der stochastischen Dominanz eingesetzt (Mußhoff und Hirschauer, 2010) (vgl. Abschnitt 3.2.3).



Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Abbildung 3. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1
Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 47 bis 51 in den Anhängen 1 bis 3

Die Verteilungsfunktion der Annuität von Miscanthus ist gegenüber den Verteilungsfunktionen des Deckungsbeitrags der alternativen Fruchtfolge und der Annuität der KUP stochastisch dominant 1. Grades. Ein Vergleich der beiden übrigen Verteilungsfunktionen zeigt, dass unter Zuhilfenahme des Konzeptes der stochastischen Dominanz keine klare Aussage getroffen werden kann. Insgesamt würde sowohl ein risikoneutraler als auch ein risikoscheuer Entscheider in VGG 1 in dieser Situation die Alternative Miscanthus wählen. Gemessen am durchschnittlichen Deckungsbeitrag der Fruchtfolge ist ausschließlich Miscanthus konkurrenzfähig. Der simulierte Mittelwert der Annuität der KUP liegt darunter. Die größte Streuung des Ergebnisses zeigt der Deckungsbeitrag der alternativen Fruchtfolge. Die Streuung der Annuität von Miscanthus fällt am geringsten aus. Bei Miscanthus liegen alle simulierten Ergebnisse im positiven Bereich. Die Wahrscheinlichkeit bei diesem Simulationsergebnis ein negatives Ergebnis zu erzielen liegt bei der Annuität der KUP bei etwa 5 %. Beim Deckungsbeitrag der alternativen Fruchtfolge liegt diese Wahrscheinlichkeit bei etwas unter 10 %. Den stärksten Einfluss auf die Annuitäten der KUP haben die angenommenen Erträge und auf die Annuität von Miscanthus die angenommenen Preise. Die genauen Simulationsergebnisse zu Mittelwerten, Standardabweichungen und den 10 % und 90 % Perzentilen sind der Tabelle 55 im Anhang 4 zu entnehmen.

Zum einen steigt die Varianz der untersuchten Rentabilitätszielgrößen allgemein infolge höherer Standardabweichungen der variierten Variablen (Ernteerträge und Hackschnitzelpreise). Zum anderen reduziert ein häufigeres Auftreten dieser Variablen (wie bei Miscanthus, der anders als die KUP jedes Jahr geerntet wird) die Varianz der Annuität und damit das

Risiko. Die Annuität der KUP weist vermutlich deshalb, mit Ausnahme von VGG 2 bei hohen angenommenen Erträgen, verglichen mit Miscanthus immer die größere Schwankungsbreite auf.

Des Weiteren wurden Sensitivitätsanalysen zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen (beispielhaft für die VGG 1 bei niedrigen Erträgen) sowie zu den Opportunitätskosten durchgeführt. Dabei wurden jeweils *c. p*. die Auswirkungen einer Vervierfachung der Standardabweichung des Hackschnitzelpreises, einer Halbierung des Mittelwertes des Hackschnitzelpreises sowie einer Halbierung der Mittelwerte der Erträge der mehrjährigen Kulturen simuliert. Einerseits ist eine Veränderung der Hackschnitzelpreise in naher Zukunft durchaus denkbar. Auf der anderen Seite gibt es noch keinen etablierten Markt für Hackschnitzel, weshalb die bisher zugrunde gelegten Preise nicht ohne weiteres verallgemeinert werden können. Eine Simulation des Szenarios mit reduzierten Erträgen der mehrjährigen Kulturen soll veranschaulichen, welche Rentabilität und welches Risiko zu erwarten sind, wenn die mehrjährigen Kulturen auf schlechteren Standorten angebaut würden, auf welchen geringere Erträge zu erwarten sind. Mit den hier durchgeführten Sensitivitätsanalysen soll gezeigt werden, welche Auswirkungen eine Veränderung einer Inputvariable auf die durchschnittlich zu erwartenden Annuitäten haben kann und in wieweit sich mit Hilfe des Konzepts der stochastischen Dominanz die Wahlempfehlung über die Alternative mit dem jeweils geringsten Risiko verändert.

Im Fall der Vervierfachung der Standardabweichung des Hackschnitzelpreises erhöhen sich die Standardabweichungen der simulierten Annuitäten sowie auch der Einfluss der Preisvariablen auf die simulierten Ergebnisse insgesamt. Im Fall der Halbierung des Mittelwertes des Hackschnitzelpreises verringern sich die Mittelwerte der simulierten Annuitäten sehr stark und liegen sehr nah beieinander und im negativen Bereich. Zudem verringert sich die Standardabweichung der simulierten Annuitäten. Des Weiteren verdoppelt sich durch die Halbierung des Hackschnitzelpreises dessen Variationskoeffizient, wodurch auch hier der Einfluss der Preisvariablen auf die simulierten Ergebnisse ansteigt. Auch im Fall der Halbierung der Ertragsmittelwerte der mehrjährigen Kulturen liegen die Mittelwerte der simulierten Annuitäten in einem negativen Bereich und sehr nah beieinander. Zwar verdoppeln sich auch hier durch die Halbierung der Erträge der mehrjährigen Kulturen deren Variationskoeffizienten, wodurch diese einen größeren Anteil an der Varianz der Ergebnisse erhalten. Die Streuung der Ergebnisse verändert sich dennoch nur geringfügig, denn der Einfluss der Erträge auf die simulierten Ergebnisse erhöht sich in dieser Untersuchung zwar, ist aber teilweise in der ursprünglichen Simulation bereits relativ hoch. Alle hier erklärten Ergebnisse und die zugrunde liegenden Annahmen sind der Tabelle 61 bis Tabelle 66 sowie der Abbildung 15 bis Abbildung 17 im Anhang 4 zu entnehmen.

4 Analyse zur Ermittlung von Anbaupotenzialen für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg

Das folgende Kapitel 4 stellt den Hauptteil dieser Arbeit dar. Nach einem Literaturüberblick zu Choice-Experimenten und Befragungen zum Anbau von Energiepflanzen (vgl. Abschnitt 4.1) und der Erklärung der methodischen Vorgehensweise zum Choice-Experiment und zur Befragung (vgl. Abschnitt 4.2), erfolgt die Darstellung der Ergebnisse des Fragebogens und des Choice-Experiments. Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse (vgl. Abschnitt 4.3).

4.1 Literaturüberblick

Da das Choice-Experiment mit Landwirten zu deren Akzeptanz und Einstellung zum KUP- und Miscanthusanbau und die damit verbundene Befragung im Fokus dieser Untersuchung stehen, gibt das folgende Kapitel einen Überblick über bereits veröffentlichte Arbeiten, die Choice-Experimente zum Anbau von Pflanzen zu Erzeugung erneuerbaren Energien durchgeführt haben. Auch Befragungen zum KUP-Anbau werden vorgestellt.

4.1.1 Choice-Experimente zum Anbau von Energiepflanzen

Im Bereich der Landwirtschaft wurden Choice-Experimente zur Erforschung von Präferenzen bereits für die unterschiedlichsten Entscheidungssituationen genutzt. Eine häufige Anwendung findet sich bei der Bewertung von geplanten sowie bereits umgesetzten Agrarumweltmaßnahmen (Breustedt et al., 2013; Espinosa-Goded et al., 2010; Ruto und Garrod, 2009; Schulz et al., 2014). Hierzu gehören auch Untersuchungen von Präferenzen für potenzielle Politikmaßnahmen in den unterschiedlichsten Bereichen des Agrarsektors, wie bspw. zu Erhaltungsmaßnahmen für bestäubende Wildbienen (Narjes und Lippert, 2016) oder Maßnahmen zur Verringerung nicht-landwirtschaftlicher Effekte der Bodenerosion (Colombo et al., 2005). Ein weiteres Anwendungsfeld ist die Untersuchung der Präferenzen von Landwirten für neue, noch nicht angebaute bzw. gentechnisch veränderte Sorten von Ackerkulturen, um hier u. a. potenzielle Marktanteile für diese Sorten herauszufinden (Breustedt et al., 2007; Schulz et al., 2015). Zudem wurden Choice-Experimente bereits eingesetzt, um zu untersuchen, wie die Präferenzen der Landwirte bezüglich der Ausgestaltung von Lieferverträgen für verschiedene Ackerkulturen sind (Breustedt et al., 2016; Reise et al., 2012; Sauthoff et al., 2015).

Anwendungen von Choice-Experimenten zur Bewertung des Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Kulturen durch Landwirte sind für Deutschland zum aktuellen Zeitpunkt nicht bekannt. Für andere Länder gibt es bereits einige Veröffentlichungen, die die Präferenzen von Landwirten für mehrjährige Anbauverfahren zur Erzeugung von Energiepflanzen bzw. zellulosehaltigen Bioenergiepflanzen mit Hilfe von Choice-Experimenten untersuchen. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über diese Veröffentlichungen. Im Zusammenhang mit der Untersuchung der Präferenzen der Landwirte werden dabei u. a. auch untersuchte betriebs- und betriebsleiterbezogene Einflussvariablen aufgezeigt.

Paulrud und Laitila (2010) haben ein zweistufiges Choice-Experiment zum Anbau von Energiepflanzen mit schwedischen Landwirten durchgeführt. Hierbei mussten sich die Landwirte in der ersten Stufe des Choice-Experiments zwischen zwei Alternativen mit je sechs Eigenschaften des Energiepflanzenanbaus entscheiden. In der zweiten Stufe des Experiments wurden die Landwirte mit vier verschiedenen Energiepflanzen mit je zwei Eigenschaften konfrontiert und gefragt, auf wie viel Hektar sie die jeweilige Kultur unter den gegebenen Eigenschaften auf Ackerland mit einer Subvention und auf Stilllegungsflächen ohne Subvention anbauen würden. Für die Analyse wurde die „Generalized Method of Moments"-Schätzfunktion genutzt. Es zeigt sich, dass die Rotationsdauer der Energiepflanzen und die visuelle Wirkung auf die Landschaft einen signifikanten Einfluss auf den Nutzen der Landwirte durch den Anbau von Energiepflanzen haben. Weitere signifikante Einflussfaktoren sind das Alter des Betriebsleiters, die geographische Lage und die Betriebsgröße (Paulrud und Laitila, 2010).

Windle und Rolfe (2005) haben ein Choice-Experiment mit Zuckerrohranbauern in drei Regionen in Central Queensland in Australien realisiert. Da die Zuckerrohrerzeuger seit Jahren finanzielle Probleme haben, wurde gefragt, ob die Erzeuger weiterhin Zuckerrohr anbauen oder lieber eine andere der sechs vorgeschlagenen Alternativen zur betrieblichen Diversifizierung durchführen würden. Mit Hilfe eines Nested Choice-Modells wurden die Daten der drei untersuchten Regionen getrennt voneinander ausgewertet. In allen drei untersuchten Regionen zeigte die Eigenschaft „Nettojahreseinkommen" einen signifikanten Effekt auf den Nutzen der Landwirte. Die weiteren untersuchten Eigenschaften wie bspw. Alter, Anzahl der Kinder oder Ausbildung zeigten vereinzelt signifikante Effekte (Windle und Rolfe, 2005).

Neben den genannten Untersuchungen gibt es Veröffentlichungen zu Choice-Experimenten zur Bewertung des Energiepflanzenanbaus in direktem Zusammenhang mit der Vertragsgestaltung zur Abnahme bzw. Belieferung mit dem jeweiligen Erzeugnis. Bspw. haben Fewell et al. (2016) ein Choice-Experiment mit Landwirten in Kansas (Vereinigte Staaten von Amerika) zum vertraglichen mehrjährigen Anbau von Rutenhirse durchgeführt. Da es aktuell in den Vereinigten Staaten von Amerika noch keinen großflächigen Markt für Bioenergierohstoffe gibt, wird zuvor angenommen, dass ein Vertragsanbau Risiken und Unsicherheiten in diesem Zusammenhang reduzieren kann. Zur Auswertung wurde ein Latent Class-Modell mit zwei Klassen genutzt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine kürzere Vertragslaufzeit, eine Ernteversicherung, die Teilung der Kosten für die Etablierung der Rutenhirsenfläche mit dem Verarbeiter sowie eine größere Ernteflexibilität einen signifikanten positiven Effekt auf die Anbauwahrscheinlichkeit von Rutenhirse haben. Zudem sind Viehhalter weniger geneigt, Rutenhirse anzubauen (Fewell et al., 2016).

Khanna et al. (2017) haben ein Choice-Experiment mit Landwirten aus fünf verschiedenen Staaten im südlich zentralen Teil und im mittleren Westen der Vereinigten Staaten von Amerika durchgeführt. Darin wurden die Effekte von Vertrags- und Kultureigenschaften für den Anbau von Energiepflanzen sowie die Umwandlung von Ackerfläche für diesen Anbau auf diskrete und stetige Auswahlentscheidungen gleichzeitig untersucht. Dabei wurden die Effekte von unterschiedlichen Risiko- und Zeitpräferenzen der Landwirte, die Verfügbarkeit von Ernteversicherungen für konventionelle Kulturen sowie soziodemographische Eigenschaften

erforscht. Für die Auswertung wurde ein Heteroskedastic Probit-Modell genutzt. Es wurde herausgefunden, dass u. a. hohe Investitionskosten für die Etablierung und der Bedarf einer kulturspezifischen Investition hemmend auf die Aufnahme und die Flächenverteilung von Energiepflanzen in das Anbauportfolio wirken. Der Effekt der Risikoeinstellung ist weniger stabil. Landwirte, die eine Ertragsversicherung besitzen, zeigen eine geringere Wahrscheinlichkeit, Energiepflanzen anzubauen (Khanna et al., 2017).

Ebenfalls in den Vereinigten Staaten von Amerika (in Mississippi und North Carolina) wurden durch Krah et al. (2015) die Präferenzen der Landwirte zur Vertragsgestaltung am Beispiel des Miscanthus, als riskante Kultur für die Bioenergieerzeugung, erfragt. Als Besonderheiten wurden Informationen über die Risikowahrnehmung und die Risikopräferenzen der Befragten mit aufgenommen sowie heterogene Statusquo-Alternativen bei den Auswahlentscheidungen angeboten. Mit Hilfe eines Random Parameter Logit-Modells wurde ermittelt, dass die Länge der Vertragslaufzeit einen negativen Effekt auf die Wahrscheinlichkeit der Vertragsannahme durch die Landwirte hat. Die Teilung der Kosten für die Etablierung, ein zunehmender Preis und die Ernte durch die Bioraffinerie zeigen einen positiven Effekt. Die untersuchte Risikowahrnehmung und die Risikopräferenzen allerdings zeigen keine signifikanten Effekte (Krah et al., 2015).

4.1.2 Weitere Untersuchungen zum Anbau erneuerbarer Energiepflanzen

Neben den aufgezeigten Choice-Experimenten gibt es einige weitere Arbeiten, die sich mit den Einflussfaktoren und deren Effekten auf die Anbauentscheidung zu Energiepflanzen beschäftigt haben.

Sherrington et al. (2008) haben im Vereinigten Königreich mit Landwirten, die bereits KUP mit Weiden oder Miscanthus anbauen oder potenziell anbauen würden, Fokusgruppeninterviews durchgeführt, um herauszufinden, welche Einflussfaktoren auf die Entscheidung für einen solchen Anbau wirken. Beweggründe, die für den Anbau der Energiepflanzen genannt wurden sind die Wahrnehmung der potenziellen finanziellen Rentabilität, die durch einen Vertragsanbau als relativ attraktiv dargestellt wurde, persönliche Überzeugungen zum Klimawandel und zur Abhängigkeit von fossilen Energieträgern sowie die Möglichkeit, die persönliche Einbindung in die tägliche Arbeit in der Landwirtschaft zu reduzieren. Gegen den Anbau sprechen in erster Linie Bedenken über die Sicherheit der Verträge sowie der zum Zeitpunkt der Befragung hohe Weizenpreis, die einen alternativen Anbau mehrjähriger Kulturen finanziell weniger attraktiv erscheinen lässt (Sherrington et al., 2008).

Unter der Verwendung von Querschnittsdaten von schwedischen Landwirten haben Roos et al. (2000) betriebsbezogene Bestimmungsfaktoren für den Anbau von KUP mit Weiden identifiziert. Mit Hilfe eines Tobit-Modells wurde herausgefunden, dass die Forstfläche, die Ackerfläche, andere Flächentypen sowie die Verpachtung von Ackerfläche und der Besitz von Traktoren positiv auf die Entscheidung wirken, KUP anzubauen. Negativ wirkende Faktoren sind das Vorhandensein von zugepachteten Ackerflächen und von Weideflächen sowie die Tierproduktion. Des Weiteren zeigen auch die geographische Region und das Alter der Be-

triebsleiter unterschiedliche signifikante Effekte sowie auch die Eigentumsformen (Roos et al., 2000).

Jensen et al. (2007) haben ebenfalls mit Hilfe eines Tobit-Modells den Einfluss von verschiedenen betriebs- und betriebsleiterbezogenen Eigenschaften von Landwirten auf die Bereitschaft zur Lieferung von Rutenhirse an einen neu entstehenden Energiemarkt in Tennessee (Vereinigte Staaten von Amerika) untersucht. Ein höheres Einkommen pro Hektar hat einen negativen Einfluss auf den Anteil der Ackerfläche, auf dem die Landwirte bereit wären Rutenhirse anzubauen. Jüngere Landwirte hingegen, mit einem höheren Einkommen außerhalb der Landwirtschaft und einem höheren Bildungsstand sind bereit, einen größeren Anteil der Ackerfläche mit Rutenhirse zu bewirtschaften. Zudem haben die Nutzung der zugepachteten Fläche für den Rutenhirsenanbau und die Betriebsgröße einen negativen Einfluss auf die Bereitschaft, Flächen mit Rutenhirse zu bewirtschaften. Aspekte wie die Nutzung von Verträgen, potenzielle Ernteeinschränkungen und die Marktentwicklung beeinflussen ebenfalls den Anteil der Fläche, der für den Rutenhirsenanbau genutzt werden könnte (Jensen et al., 2007).

4.1.3 Befragungen zum Anbau von KUP und Miscanthus

In Deutschland wurden bisher nur wenige Befragungen mit Landwirten zur Einstellung zum KUP-Anbau durchgeführt. Zum Miscanthusanbau liegt bisher noch keine veröffentlichte Befragung vor.

Im Bundesland Brandenburg wurde durch Uckert (2009) eine Befragung von Landwirten zum Thema „Bioenergie“ durchgeführt, in der u. a. gefragt wurde, welche Faktoren aus deren Sicht für oder gegen die Etablierung einer KUP sprechen. Skodawessely und Pretzsch (2009) haben im Rahmen des Projektes „Agrowood“ Interviews zur Einstellung zum Anbau von KUP mit Landwirten aus Sachsen und Brandenburg durchgeführt. Im Rahmen des Projektes „CREFF“ haben Van den Kerchove et al. (2012) in einer Befragung mit Landwirten aus Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und dem Departement Bas-Rhin in Frankreich neben Fragen zur Einstellung, u. a. Fragen zur Motivation, zu Problemen bei der Implementierung und zum Informationsstand zum Anbau von KUP gestellt. Hierbei wurden gezielt KUP-Anbauer, aber auch andere Landwirte befragt.

Nach Uckert (2009) wirkt auf die Neigung zum KUP-Anbau in erster Linie die Tatsache positiv, dass Flächen genutzt werden können, auf welchen der Anbau anderer Kulturen in geringerem Maße gewinnbringend erfolgen kann. Skodawessely und Pretzsch (2009) nennen ebenfalls die Möglichkeit der Nutzung von für die übliche Bewirtschaftung weniger geeigneter Flächen sowie u. a. auch die Erweiterung des Produktionsportfolios im Betrieb und die Ernte in den Wintermonaten als positive Aspekte. Auch Van den Kerchove et al. (2012) bezeichnen als einen der wichtigsten Faktoren, die für den Anbau von KUP sprechen, die Möglichkeit, Grenzertragsstandorte sowie brachliegende Flächen zu nutzen. Die Erbringung einer landschaftspflegerischen Leistung durch den Anbau von KUP sowie die interessanten Biomasseerträge pro Hektar werden u. a. ebenfalls als positiv angesehen (Uckert, 2009).

Als eher hemmend auf den Anbau von KUP wirken die hohe Anfangsinvestition und die lange Amortisationszeit. Die unsichere Gesetzeslage sowie eine fehlende Erntetechnik wird ebenfalls als kritisch angesehen (Uckert, 2009). Auch in der Befragung von Skodawessely und Pretzsch (2009) werden die langfristige Kapital- und Flächenbindung, aber u. a. auch die hohen Standortansprüche der mehrjährigen Kulturen, die Rückumwandlung der mit KUP bepflanzten Fläche, die fehlende Technik (vor allem für die Ernte) sowie ein nicht vorhandenes Wissen und die geringen Erfahrungen mit diesen Anbauverfahren negativ gesehen. Van den Kerchove et al. (2012) nennen ebenfalls die hohe notwendige Anfangsinvestition sowie eine lange Kapital- und Flächenbindung, schlechte Preise für das Energieholz, die ungeklärten Vermarktungsmöglichkeiten und mangelndes Wissen als Nachteile.

Laut Uckert (2009) kann sich die Mehrheit der Befragten einen KUP-Anbau im eigenen Betrieb nicht vorstellen. In der Befragung von Skodawessely und Pretzsch (2009) wird der KUP-Anbau insgesamt überwiegend negativ bewertet. Nur in der Befragung von Van den Kerchove et al. (2012) erklärt die Mehrheit der Befragten, die noch keine KUP anbauen, dass sie sich einen Anbau vorstellen können.

Drittler und Theuvsen (2017) haben eine Befragung mit Landwirten durchgeführt, in welcher untersucht wurde, warum Agrarholz bisher kaum als ökologische Vorrangfläche (öVf) in Deutschland angebaut wird. Die Landwirte befürchten, dass sich Betriebsabläufe zunehmend kompliziert gestalten würden, dass durch den Anbau kein wirtschaftlicher Nutzen entsteht und dass eine versprochene Verbesserung der Bodenqualität durch den Anbau von Agrarholz nicht erfolgt. Zudem glaubt die Mehrheit der Landwirte nicht, dass der Anbau von Agrarholz einen positiven Effekt auf das Ansehen der Landwirtschaft haben wird. Als positiv wird von den Landwirten hervorgehoben, dass der Anbau von Agrarholz auf schlechteren Böden eine zusätzliche Einkommensmöglichkeit darstellt. Grundsätzlich haben nur etwa 4 % der befragten Landwirte konkretere Absichten, Agrarholz zukünftig als öVf anzubauen (Drittler und Theuvsen, 2017).

4.2 Methodische Vorgehensweise

In diesem Kapitel werden die ökonomische Theorie zur Discrete Choice Methode (vgl. Abschnitt 4.2.1) sowie der Auswertungsmethoden zu Choice-Experimenten (vgl. Abschnitt 4.2.2) erläutert. Danach werden die generierten Hypothesen vorgestellt (vgl. Abschnitt 4.2.3). Nach der Beschreibung des Vorgehens zur Datenerhebung und Stichprobengewinnung (vgl. Abschnitt 4.2.4) folgt die Darstellung des Ablaufs der Workshops sowie des Vorgehens bei der Erstellung des experimentellen Designs für das Choice-Experiment (vgl. Abschnitte 4.2.5 und 4.2.6). Das Kapitel schließt mit der Beschreibung des Vorgehens zur Auswahl der vorgestellten Modelle und der Erklärung der Methoden zur Ermittlung der Risikoeinstellung ab (vgl. Abschnitte 4.2.7 und 4.2.8).

4.2.1 Ökonomische Theorie zur Discrete Choice Methode

Ein Discrete Choice Experiment ist eine etablierte Methode zur Ermittlung von hypothetischen Auswahlentscheidungen. Dabei werden den Befragten verschiedene Alternativen in Form von Choice-Sets präsentiert, unter welchen sie die bevorzugte Alternative wählen sollen. Dabei sind die Alternativen durch verschiedene Merkmale, auch Attribute genannt, charakterisiert. Bei diesen werden die Level oder auch Ausprägungen variiert (Auspurg und Liebe, 2011).

Die theoretische Grundlage der Discrete Choice Methode lässt sich aus der *Random Utility Theory* (RUT) von McFadden (1974) sowie der *Characteristics Theory of Value* (CTV) von Lancaster (1966) ableiten. Nach der RUT stellt der Nutzen von verschiedenen Alternativen ein verborgenes Konstrukt dar, welches vom Forschenden nicht direkt beobachtbar ist (Auspurg und Liebe, 2011). Einem jedem Individuum *i* und jeder zur Auswahl stehenden Alternative *j* kann eine Nutzenfunktion U_{ij} unterstellt werden. Dabei wird diese in zwei Komponenten zerlegt: eine systematische beobachtbare Komponente V_{ij} und eine zufällige unerklärte Komponente ε_{ij}. V_{ij} beschreibt den repräsentativen Nutzen und ε_{ij} die unbeobachteten individuellen Besonderheiten von Präferenzen, die bspw. durch unbeobachtete Attribute oder aber auch durch Messfehler zustande kommen (Hensher et al., 2015; Train, 2009). Daraus ergibt sich folgende Nutzenfunktion (3):

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} = \beta' x_j + \varepsilon_{ij}, \tag{3}$$

wobei der Vektor β die gewichtenden Teilnutzenparameter und x_j die beobachtbaren Merkmale (Attribute) darstellen, welche sich auf die Auswahlalternativen beziehen (Hensher et al., 2015; Train, 2009). Der CTV von Lancaster (1966) ist zu entnehmen, dass nicht ein Gut per se einen Nutzen für den Konsumenten stiftet, sondern dass Güter Charakteristika besitzen welche einen Nutzen hervorrufen. V_{ij} lässt sich somit durch mehrere nutzenstiftende Charakteristika, sprich Attribute, x_j und deren jeweiligen Teilnutzen beschreiben.

Weitere Annahmen sind die Linearität der Nutzenfunktion, die durch die Nutzenparameter β zum Ausdruck kommt sowie (in den ursprünglichen einfachen statistischen Modellen) homogene Nutzenparameter in der Population der Befragten. Es ist davon auszugehen, dass das Individuum *i* die Alternative *h* aus dem gegebenen Choice-Set *c* wählt, die den höchsten Nutzen stiftet (Lancaster, 1966). Dies erfolgt, wenn gilt (4):

$$V_{ih} + \varepsilon_{ih} > V_{ij} + \varepsilon_{ij} \qquad \forall\ j \in c, j \neq h\ . \tag{4}$$

Abhängig davon, welche Verteilung für ε_i gewählt wird, können Schätzungen von Probit- oder Logit-Modellen zur Bestimmung der einzelnen Gewichtungen der Einflüsse der Attribute bei einer Wahlentscheidung erfolgen (Hensher et al., 2015).

4.2.2 Auswertungsmethoden zu Discrete Choice Experimenten

Die ökonometrischen Methoden zur Auswertung von Discrete Choice Experimenten gehen auf Louviere und Woodworth (1983) und McFadden (1974) zurück. Wie zuvor erwähnt, wählt ein Individuum *i* die Alternative *j* aus dem ihm vorgestellten Choice-Set *c*, dass ihm den größten Nutzen U_{ij} liefert (Lancaster, 1966). Aus ökonometrischer Sicht erfolgt nun eine Schät-

zung der Wahrscheinlichkeiten und der dazugehörigen Determinanten der gewählten Alternative *j*, die den höchsten Nutzen stiftet.

Erfolgt die Annahme einer unabhängig und identisch verteilten (IID) mehrdimensionalen generalisierten Extremwertverteilung (GEV) Typ 1 für die zufällige unerklärte Komponente (ε_{ij}), so kann die Schätzung der Choice-Wahrscheinlichkeiten mit Hilfe des üblichen Logit-Modells erfolgen. Probit-Modelle hingegen basieren auf der Annahme einer unabhängig und identisch verteilten (IID) mehrdimensionalen Normalverteilung der zufälligen unerklärten Komponente (ε_{ij}) (Hensher et al., 2015). Unter den Annahmen der Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen (IIA) sowie homogener Parameter β kann zur Schätzung der Auswahlwahrscheinlichkeit das konditionale Logit-Modell verwendet werden. IIA bedeutet dabei, dass die relative Wahrscheinlichkeit einer ersten Alternative gegenüber einer zweiten Alternative gewählt zu werden unabhängig vom Vorhandensein einer dritten nicht gewählten Alternative innerhalb eines Choice-Sets ist (McFadden, 1974; Auspurg und Liebe, 2011). Sobald sich innerhalb eines Choice-Sets bspw. zwei Alternativen mehr ähneln, als eine Dritte, erscheint die IIA-Annahme unrealistisch (Auspurg und Liebe, 2011). Die Schätzung der Auswahlwahrscheinlichkeit für Alternative *h* erfolgt beim konditionalen Logit-Modell mittels der Maximum Likelihood Methode (Hensher et al., 2015) und wird durch folgende Formel (5) dargestellt:

$$P_{ih} = Prob\,(V_{ih} + \varepsilon_{ih} > V_{ij} + \varepsilon_{ij}) = \frac{exp(\beta' x_h)}{\sum_{j \in k} exp(\beta' x_j)} \quad . \tag{5}$$

Das Random Parameter Logit-Modell (auch Mixed Logit-Modell genannt) ist eine Erweiterung des üblichen Logit-Modells. Dieses Modell umgeht die Einschränkungen des gewöhnlichen Logit-Modells (Train, 2009) und ermöglicht die Berücksichtigung der Präferenzheterogenität in den Nutzenfunktionen innerhalb der untersuchten Stichprobe (Hensher et al., 2015; Train, 2009). Eine wichtige Annahme dieses Logit-Modells ist demnach, dass zumindest einige der Parameter β innerhalb der Population der Befragten variieren. Über die untersuchte Stichprobe hinweg, werden stetige Verteilungen der Zufallsgrößen β angenommen (Hensher et al., 2015). In dieser Arbeit wurden für alle Teilnutzenparameter β Normalverteilungen angenommen. Weitere mögliche Verteilungen sind u. a. die Log-Normalverteilung, die Dreiecksverteilung oder die Gleichverteilung (Hensher und Greene, 2003).

Die für die Random Parameter Logit-Modelle unterstellte Nutzenfunktion lautet somit (6):

$$U_{ij} = \beta'_i\, x_{ij} + \varepsilon_{ij}, \tag{6}$$

wobei x_{ij} beobachtbare Variablen sind, die sich auf die Alternative *j* und den Entscheider *i* beziehen. β_i ist der Vektor der Teilnutzenparameter dieser Variablen für Entscheider *i* und ε_{ij} ist ein Zufallsterm, mit der Verteilungsannahme GEV Typ 1. Die Parameter variieren innerhalb einer Grundgesamtheit mit der Dichte $f\,(\beta)$. Diese Dichte ist eine Funktion der Verteilungsparameter θ, welche bspw. die Mittelwerte und Kovarianzen der β's enthalten, die wie bereits erwähnt, als normalverteilt angenommen werden (Hole, 2007; Train, 2009).

Da individuelle Nutzenparameter β_i nicht beobachtbar sind, ist die unbedingte Auswahlwahrscheinlichkeit P_{ih} (die für die Schätzung der Parameter θ benötigt wird) der erwartete Wert, welcher als Integral über alle möglichen Werte von β_i berechnet wird (Train, 2009). Daher

errechnet sich die Auswahlwahrscheinlichkeit einer Alternative *h* bei einem Random Parameter Logit-Modell wie folgt (7):

$$P_{ih} = \int \frac{exp(\beta' x_{ih})}{\sum_{j=1}^{J} \exp(\beta' x_{ij})} \, f\,(\beta|\theta)\, d\beta\,. \tag{7}$$

Da das Integral zur Berechnung der unbedingten Auswahlwahrscheinlichkeit P_{ih} keine geschlossene Form besitzt, müssen diese Wahrscheinlichkeiten mit Hilfe von Simulationen angenähert werden. Für gegebene Werte der Parameter θ werden Werte für β_i aus dessen Verteilung $f(\beta)$ gezogen. Diese werden dann in die Formel für die unbedingte Auswahlwahrscheinlichkeit eingesetzt und berechnet. Dieser Vorgang wird für viele Ziehungen wiederholt. Daraus resultiert die simulierte Auswahlwahrscheinlichkeit $\overline{P_{ih}}$, welche der gewichtete Mittelwert der Wahrscheinlichkeiten (errechnet aus den verschiedenen Ziehungen von β) ist (Hensher und Greene, 2003; Hensher et al., 2015). Aus den so simulierten erwarteten Wahrscheinlichkeiten wird durch Aufsummieren der logarithmierten Wahrscheinlichkeiten aller beobachteten Wahlentscheidungen jeweils die simulierte Log-Likelihood Funktion berechnet. Die Simulation der $\overline{P_{ih}}$ und die Berechnung der Log-Likelihood Funktion wird für unterschiedliche Parameter θ im Rahmen eines Optimierungsalgorithmus solange wiederholt, bis Parameter θ gefunden wurden, die die Log-Likelihood maximieren (Hensher et al., 2015).

Das Random Parameter Logit-Modell kann sowohl beobachtbare als auch nicht beobachtbare Heterogenitäten in den Präferenzparametern der Individuen *i* berücksichtigen. Unter der Annahme der Normalverteilung der Zufallsgrößen fließen diese wie folgt in das Modell ein (8):

$$\beta_{ij} = \beta_j + \delta' w_i + \sigma v_i, \quad v_i \sim N\,(0,1)\,. \tag{8}$$

Der Vektor w_i beinhaltet dabei individuenspezifische Charakteristika, welche den Mittelwert des Teilnutzenparameters β_{ij} beeinflussen. δ' beschreibt den dazugehörigen Koeffizientenvektor. Der Term $\delta' w_i$ spiegelt demnach die beobachtbare Heterogenität wider. v_i verkörpert die nicht beobachtbare individuenspezifische Heterogenität. σ ist die Standardabweichung von β_{ij}. β_j ist der konstante Mittelwert der Grundgesamtheit für den Teilnutzen von Attribut *j* (Greene, 2012; Hensher und Greene, 2003; Hensher et al., 2015).

Alternativen-spezifische Konstanten (ASC) spiegeln den Nutzen einer Alternative wider, der nicht einem in der Nutzenfunktion spezifizierten Attribut zugerechnet werden kann. Die ASC‘s eines Modells spiegeln den Mittelwert von Variablen wider, die nicht ins Modell mit aufgenommen und gemessen wurden sowie andere Effekte wie bspw. einen „Befragungsbias“. Dabei geben die ASC’s den Mittelwert der unbeobachteten Effekte an (Hensher et al., 2015).

Um bei Random Parameter Logit-Modellen einen Teil der Präferenzheterogenität der Zufallsparameter β_i zu erklären, werden Kovariaten w_i über Interaktionsterme mit Attributausprägungen x_j multiplikativ in die Modellschätzung integriert. Ist eine Interaktion nicht statistisch signifikant, kann davon ausgegangen werden, dass die Heterogenität des ausgewählten Parametermittelwertes nicht mit Hilfe der untersuchten Kovariate erklärt werden kann (Hensher und Greene, 2003). Eine signifikante Interaktion mit einem Attribut *j* zeigt hin-

gegen, dass abhängig von der untersuchten Kovariate w_i das Attribut *j* einen unterschiedlich hohen Nutzen bewirkt. Bei einer signifikanten Interaktion mit einer ASC messen die Befragten (in Abhängigkeit von ihrer Eigenschaft w_i) der gesamten Alternative einen verschieden hohen Nutzen zu (Auspurg und Liebe, 2011). Zur Erklärung der Präferenzheterogenität werden i.d.R. soziodemographische Eigenschaften der Individuen herangezogen, aber auch andere Charakteristika wie die Einstellung oder Wahrnehmung zu einem bestimmten Sachverhalt (Boxall und Adamowicz, 2002). Da die individuenspezifischen Eigenschaften über alle Auswahlsituationen hinweg konstant sind, können diese nur in Form der bereits angesprochenen Interaktionsterme in das Modell mit aufgenommen werden (Hanley et al., 2001).

Aus den geschätzten Parametern β_j (bzw. β_{ij} für den Fall signifikanter Interaktionsterme) der Choice-Modelle können marginale Substitutionsraten zwischen Attributen, die von Interesse sind, bestimmt werden. Typischerweise wird dabei eine monetäre Variable in eine Austauschbeziehung gesetzt, woraus marginale Zahlungsbereitschaften (Willingness to Pay (WTP)) bzw. marginale Kompensationsforderungen (Willingness to Accept (WTA)) u. a. in Euro berechnet werden können. Die Ableitung dieser monetären Kennzahlen dient dazu, den Geldbetrag zu bestimmen, welchen die untersuchten Individuen bereit wären zu verlieren bzw. welchen diese benötigen würden, um bei Variation des betrachteten Attributs um eine Einheit ihren Nutzen konstant zu halten (Hensher et al., 2015).

In einfachen Modellen, die linear in ihren Nutzenfunktionen sind, lässt sich *c. p.* die marginale Zahlungsbereitschaft (WTP) für ein Attribut *j* aus dem Verhältnis zweier geschätzter Parameter bestimmen, wie in der folgenden Formel (9) dargestellt:

$$MWTP_j = -\frac{\beta_j}{\beta_c} \,, \tag{9}$$

wobei β_j der geschätzte Parameter des zu untersuchenden Attributes ist und β_c der Kostenparameter (Hensher et al., 2015). Die Berechnung der WTP ist ein komplexer Sachverhalt, wenn das Verhältnis zweier Zufallsvariablen untersucht werden soll. Zur Lösung dieses Problems wird der Kostenparameter β_c in der Modellschätzung deshalb oft als konstant angenommen. Daraus können punktweise Schätzungen für eine normalverteile WTP erhalten werden, wobei sich der Mittelwert aus $-\frac{\beta_j}{\beta_c}$ und die Standardabweichung aus $\frac{\sigma_j}{\beta_c}$ ergeben (Hensher und Greene, 2003).

Neben dem Random Parameter Logit-Modell mit seinen Erweiterungen, gibt es noch das Latent Class-Modell. Bei diesem Modell wird angenommen, dass die Parameter β_j unter den Individuen einer diskreten Verteilung unterliegen und nicht wie beim Random Parameter Logit-Modell einer stetigen Verteilung. Es wird daher angenommen, dass es innerhalb der Grundgesamtheit eine begrenzte Anzahl *Q* an Gruppen von Individuen gibt. Die Gruppen sind heterogen, jedoch mit gemeinsamen Parametern β_q für die jeweiligen Gruppenmitglieder (Hensher et al., 2015).

Die Annahme einer diskreten Verteilung der Parameter β_j unter den Individuen *i* macht des Latent Class-Modell weniger flexibel, als das Random Parameter Logit-Modell. Ein Nachteil

im Vergleich zum Latent Class-Modell ist jedoch, dass Annahmen über die Verteilungen der Parameter β_j getätigt werden müssen (Greene und Hensher, 2003).

Zur Auswertung der Choice-Experimente wurde die ökonometrische Software NLOGIT 5 / LIMDEP 10 benutzt (Greene, 2012).

4.2.3 Hypothesengenerierung

Die nachfolgend aufgestellten Hypothesen orientieren sich an der Literatur sowie an den Ergebnissen bereits durchgeführter Erhebungen und Befragungen. Der Literaturbezug wird im Zusammenhang mit der jeweiligen Hypothese hergestellt:

Hypothesen 1 „Bewertung der Anbauverfahren KUP und Miscanthus anhand der Eigenschaften Rentabilität, Risiko, Investitionssumme sowie Abnahmegarantie und Verhalten der Berufskollegen“:

a) Eine hohe Rentabilität von KUP bzw. Miscanthus wirkt sich *c. p*. positiv auf die Neigung der Landwirte für diese Anbauverfahren aus (Pretzsch und Skodawessely, 2010; Skodawessely und Pretzsch, 2009).
b) Ein hohes Risiko (infolge hoher Deckungsbeitragsschwankungen) des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus wirkt sich *c. p.* negativ auf die Anbauwahrscheinlichkeit aus (Voss et al., 2009).
c) Eine höhere Investitionssumme wird *c. p.* negativ bewertet und senkt die Wahrscheinlichkeit, in KUP bzw. Miscanthus zu investieren (Skodawessely und Pretzsch, 2009; Pretzsch und Skodawessely, 2010; Van den Kerchove et al., 2012).
d) Eine für die gesamte Laufzeit geregelte Abnahmegarantie für das Erntegut wirkt sich *c. p.* positiv auf die Anbauwahrscheinlichkeit von KUP bzw. Miscanthus aus (Fernandez-Cornejo und McBride, 2002; Pretzsch und Skodawessely, 2010).
e) Sofern Berufskollegen in der Umgebung KUP oder Miscanthus anbauen, steigt *c. p.* die Neigung der Landwirte, diesem Beispiel zu folgen (Van den Kerchove et al., 2012).

Hypothese 2 „Keine Unterscheidung zwischen den Anbauverfahren KUP und Miscanthus“:
Landwirte differenzieren nicht zwischen den Anbauverfahren KUP und Miscanthus (diese Annahme ergibt sich aufgrund der ähnlichen Eigenschaften der beiden mehrjährigen Anbauverfahren, wie bspw. Produktion von Biomasse, lange Standzeiten usw.).

Hypothesen 3 „Risikoeinstellung der Landwirte“:

a) Je risikoscheuer die Landwirte sind, desto mehr wird *c. p.* ein hohes Risiko (infolge hoher Deckungsbeitragsschwankungen) des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus negativ bewertet.
b) Eine höhere Investitionssumme wird *c. p.* negativ bewertet und dieser Effekt ist umso stärker, je risikoscheuer die Landwirte sind (Voss et al., 2009), da mit steigender Risikoaversion die (implizit verwendete) Diskontierungsrate steigt.

Hypothese 4 „Betriebsgröße“:
Je größer ein Betrieb, desto größer ist *c. p.* die Wahrscheinlichkeit für den Anbau einer KUP bzw. von Miscanthus, da die hierfür erforderlichen Ressourcen (Kapitalausstattung, Qualität

der Ressourcen des Managements, Zugang zu Fremdkapital) eher vorhanden sind (Fernandez-Cornejo et al., 1994; Fernandez-Cornejo und McBride, 2002; Voss et al., 2009).

Hypothesen 5 „Betriebsform der landwirtschaftlichen Betriebe“:

a) Einerseits haben Haupterwerbsbetriebe *c. p.* einen höheren Nutzen durch den Anbau der mehrjährigen Kulturen KUP bzw. Miscanthus, als Nebenerwerbsbetriebe. Die evtl. geringeren finanziellen Ressourcen von Nebenerwerbsbetrieben für eine solche Investition stellen einen möglichen Grund dar. Haupterwerbsbetriebe erbringen die notwendigen Ressourcen i.d.R. eher, was dazu führt, dass eine neue mehrjährige Investition in Haupterwerbsbetrieben vermehrt in Frage kommt, als in Nebenerwerbsbetrieben. Haupterwerbsbetriebe können neue Investitionen wirtschaftlich besser umsetzen und innerbetrieblich besser nutzen (Voss et al., 2009).
b) Andererseits haben Nebenerwerbsbetriebe mit geringeren Arbeitskapazitäten *c. p.* einen höheren Nutzen durch den Anbau der mehrjährigen Verfahren KUP bzw. Miscanthus, da diese Anbauverfahren arbeitsextensiv sind. So kann der knappe Faktor Arbeit innerbetrieblich besser genutzt werden (Fernandez-Cornejo und McBride, 2002).

Hypothese 6 „Pachtflächenanteil der landwirtschaftlichen Betriebe“:

Bei Landwirten mit einem höheren Anteil an Pachtflächen ist die Wahrscheinlichkeit, KUP bzw. Miscanthus anzubauen, *c. p.* geringer (Agra-Europe, 2015a; Fernandez-Cornejo et al., 1994; Fernandez-Cornejo und McBride, 2002; Pretzsch und Skodawessely, 2010). Hauptgrund ist die lange Flächenbindung, die mit diesen Verfahren einhergeht. Zudem wird in Pachtverträgen die Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche geregelt, wobei nicht immer alle beliebigen Kulturen angebaut werden dürfen. Deshalb ist davon auszugehen, dass KUP bzw. Miscanthus eher auf eigenen Flächen angebaut werden.

Hypothese 7 „Alter der Landwirte“:

Je älter ein Landwirt ist, desto geringer ist *c. p.* die Wahrscheinlichkeit, dass er ein neues mehrjähriges Anbauverfahren etabliert (Fernandez-Cornejo und McBride, 2002; Voss et al., 2009). Da eine Investition in KUP bzw. Miscanthus für mindestens 20 Jahre getätigt wird, ist es möglich, dass der Investitionszeitraum die noch zu leistenden Arbeitsjahre eines Landwirtes überschreitet.

Hypothese 8 „Geklärte / ungeklärte Hofnachfolge“:

Landwirte, deren Hofnachfolge noch nicht geklärt ist, bewerten die Etablierung einer KUP bzw. von Miscanthus für ihren Betrieb *c. p.* schlechter, als Landwirte, deren Hofnachfolge geklärt ist bzw. mittelfristig noch nicht bevorsteht (Larcher und Vogel, 2007). Ein Betriebsleiter, der nicht weiß, ob es einen Nachfolger gibt, der den Betrieb bzw. eine Investition fortführen oder überhaupt durchführen will, wird eine solche Investition eher nicht tätigen. Steht die Hofnachfolge fest, muss vor einer Investition in KUP bzw. Miscanthus geklärt sein, ob eine solche Investitionsfortführung vom Nachfolger gewünscht und akzeptiert wird.

Hypothese 9 „Ausbildungsstand in der Landwirtschaft“:

Je besser ein Landwirt ausgebildet ist, desto größer ist *c. p.* die Wahrscheinlichkeit, dass er ein neues mehrjähriges Anbauverfahren auf seinem Betrieb etabliert (Fernandez-Cornejo

und McBride, 2002; Voss et al., 2009). Durch eine bessere Ausbildung besitzt ein Landwirt mehr Wissen, welches bei Anbauentscheidungen genutzt werden kann.

Hypothese 10 „Berufserfahrung“:
Je mehr Berufserfahrung ein Landwirt hat, desto größer ist *c. p.* die Wahrscheinlichkeit für den Anbau neuer mehrjähriger Kulturen auf dem eigenen Betrieb (Fernandez-Cornejo und McBride, 2002; Voss et al., 2009). Durch eine längere Berufserfahrung und dem damit einhergehenden Wissen, kann die Bereitschaft für die Umsetzung neuartiger Anbauverfahren ansteigen.

Hypothese 11 „Generelle Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen“:
Landwirte, die generell den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen als positiv bewerten, zeigen *c. p.* eine höhere Wahrscheinlichkeit KUP bzw. Miscanthus anzubauen, als Landwirte, die dies negativ bewerten (Van den Kerchove et al., 2012).

Hypothese 12 „Bewertung des Anbaus mehrjähriger Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb“:
Landwirte, die den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll erachten, haben *c. p.* einen höheren Nutzen durch den Anbau von KUP bzw. Miscanthus, als Landwirte, die dies nicht als sinnvoll erachten (Van den Kerchove et al., 2012).

Hypothese 13 „Bereits durchgeführter Anbau von erneuerbaren Energiepflanzen“:
Landwirte, die bereits andere erneuerbare Energiepflanzen anbauen, bewerten den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb *c. p.* schlechter, als Landwirte, die noch nicht in diesem Bereich tätig sind (Skodawessely und Pretzsch, 2009).

Hypothese 14 „Kapital- und Flächenbindung, die mit den Anbauverfahren KUP bzw. Miscanthus einhergeht“:
Die mit der Etablierung von KUP bzw. Miscanthus einhergehende Kapital- und Flächenbindung von etwa 20 Jahren wird von den Landwirten negativ bewertet, was *c. p.* den Nutzen dieser mehrjährigen Anbauverfahren reduziert (Skodawessely und Pretzsch, 2009; Van den Kerchove et al., 2012).

Hypothese 15 „Akzeptanz der Berufskollegen“:
Landwirte, die die Akzeptanz seitens der Kollegen als wichtig und somit positiv empfinden, weisen *c. p.* eine höhere Wahrscheinlichkeit auf, eine KUP bzw. Miscanthus zu etablieren, als Landwirte, die die Akzeptanz seitens der Kollegen zu diesen Anbauverfahren als weniger wichtig ansehen (Van den Kerchove et al., 2012).

Hypothese 16 „Vermarktungsmöglichkeiten für das Erntegut“:
Landwirte bewerten die Tatsache, dass es kaum Vermarktungsmöglichkeiten für das Erntegut aus KUP bzw. Miscanthus gibt, negativ, was *c. p.* den Nutzen des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus reduziert (Pretzsch und Skodawessely, 2010; Skodawessely und Pretzsch, 2009; Van den Kerchove et al., 2012).

Hypothese 17 „Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut“:
Eine von Beginn an geregelte Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut wirkt sich *c. p.* positiv auf die Wahrscheinlichkeit aus, KUP bzw. Miscanthus anzubauen (Fernandez-Cornejo und McBride, 2002; Pretzsch und Skodawessely, 2010).

Hypothese 18 „Entlastung der Arbeitsspitzen durch Ernte in den Wintermonaten“:
KUP bzw. Miscanthus auf Ackerflächen benötigen weniger Arbeitskraftstunden (Akh) je ha und Jahr als gewöhnlich angebaute Ackerkulturen und zudem werden davon die meisten Stunden in den Wintermonaten benötigt (KTBL, 2012). Diese Tatsache wirkt sich *c. p.* positiv auf die entsprechende Anbauwahrscheinlichkeit aus (Skodawessely und Pretzsch, 2009; Van den Kerchove et al., 2012).

Die Hypothesenüberprüfung erfolgt anhand der Daten des Choice-Experiments. Hierzu werden fünf Random Parameter Logit-Modelle geschätzt. Das erste Modell ohne Interaktionsterme in Abschnitt 4.3.5.1 überprüft Hypothese 1. In Abschnitt 4.3.5.2 wird mit einem weiteren Modell Hypothese 2 geprüft. Die Hypothesen 3 bis 6 werden in einem ersten Modell mit Interaktionstermen in Abschnitt 4.3.5.3 überprüft. Das zweite Modell mit Interaktionstermen in Abschnitt 4.3.5.4 prüft die Hypothesen 3 und 7 bis 10. Eine Überprüfung der verbleibenden Hypothesen 11 bis 18 erfolgt in einem dritten Modell mit Interaktionstermen in Abschnitt 4.3.5.5.

4.2.4 Datenerhebung und Stichprobenwahl

Basierend auf den Erkenntnissen aus Kapitel 3 zu den am besten geeigneten VGG für die Etablierung von KUP und Miscanthus, stellen grundsätzlich alle landwirtschaftlichen Betriebe aus den VGG 1 (Unterland / Gäue), 2 (Rhein / Bodensee) und 8 (Bauland / Hohenlohe) potenzielle zu befragende Betriebe dar, weshalb diese Betriebe als potenzielle Grundgesamtheit für die Befragung ausgewählt wurden. Diese Grundgesamtheit wurde weiter eingeschränkt, sodass zu befragende Betriebe eine Ackerfläche von mindestens 5 ha aufweisen sollten, auf welchen aber keine Sonder- oder Dauerkulturen stehen.

Zur Ermittlung der Adressen der zu befragenden Betriebe wurde mit dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) Baden-Württemberg zusammengearbeitet. Unter den vorgenommenen Einschränkungen ergibt sich für die drei ausgewählten VGG eine Grundgesamtheit von 10.467 Betrieben, welche eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von etwa 0,592 Millionen ha bewirtschaften. Der Anteil der Ackerfläche beläuft sich dabei auf 77,3 % (Möndel, 2017). Aus diesen 10.467 landwirtschaftlichen Betrieben wurde eine Stichprobe von 2.500 Betrieben gezogen. Die Stichprobenelemente wurden durch einen Zufallsprozess mit Hilfe des Programms Microsoft Excel ausgewählt. Nur durch das Mitwirken des MLR waren das Ziehen dieser Stichprobe sowie das Anschreiben der ausgewählten Betriebe möglich. Aus diesen 2.500 Betrieben ließen sich 991 Betriebe der VGG 1, 728 Betriebe der VGG 2 und 781 Betriebe der VGG 8 zuordnen, welche insgesamt eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von etwa 0,138 Millionen ha bewirtschaften. Der Anteil der Ackerfläche beläuft sich hierbei auf 76,6 % (Möndel, 2017).

Den ausgewählten landwirtschaftlichen Betriebsleitern wurde im April 2016 ein Schreiben geschickt (siehe Anhang 5), mit welchem Sie über eine mögliche Befragung zum Thema KUP- und Miscanthusanbau und deren Rahmenbedingungen informiert wurden. Erstes Ziel war es, dass die angefragten Betriebsleiter sich durch eine mitgeschickte Postkarte für die geplante Befragung unverbindlich anmelden und für einen weiteren Kontakt ihre Adresse nach Hohenheim senden. Dadurch konnte eine Liste der potenziellen Befragungsteilnehmer generiert werden.

Der vorläufige Rücklauf über eine mögliche Teilnahme, belief sich auf 213 landwirtschaftliche Betriebe, was einer Quote von 8,52 % entspricht. Davon konnten 103 Betriebe der VGG 1 zugeordnet werden, 53 Betriebe der VGG 2 und 57 Betriebe der VGG 8. Auf Basis dieser ersten Rückmeldungen wurden insgesamt neun Workshops geplant. Dabei wurde zuerst geprüft, wo innerhalb der drei ausgewählten VGG die potenziell teilnehmenden Betriebe liegen. Anschließend wurden Gruppen von Betrieben gebildet und für diese dann Veranstaltungsorte ausfindig gemacht. Dabei wurde darauf geachtet, dass sich der Anfahrtsweg für die Teilnehmer so kurz wie möglich gestaltete. Es kristallisierten sich die neun Veranstaltungsorte *Bad Krozingen, Bad Mergentheim, Herrenberg, Hohenheim, Kehl, Lauffen am Neckar, Schöntal, Überlingen* und *Walldorf* heraus.

Darauf folgend wurde im August 2016 ein zweites Schreiben mit der offiziellen Einladung zum Workshop an die potenziellen Teilnehmer verschickt (Beispiel für die Einladung zum Workshop siehe Anhang 5). Die Workshops fanden im September 2016 statt. Von den 213 eingeladenen Betriebsleitern fanden sich schließlich insgesamt 118 Personen zu den Workshops ein, was einer endgültigen Rücklaufquote von 4,72 % entspricht. Dabei konnten 64 Betriebe der VGG 1 zugeordnet werden und 23 Betriebe der VGG 2. Zur VGG 8 zählen 31 Betriebe[5]. Der Tabelle 3 sind die zuvor dargestellten Tatsachen nochmals zu entnehmen.

Tabelle 3. Anzahl und Zuordnung der Betriebe der Stichprobe zu den VGG - von der Planung der Workshops bis zur Durchführung

	Anzahl der ursprünglich angeschriebenen Betriebe	Anzahl der Betriebe, die sich für eine unverbindliche Teilnahme bereit erklärt hatten	Anzahl der Betriebe, die tatsächlich teilgenommen haben
VGG 1	991	103	64
VGG 2	728	53	23
VGG 8	781	57	31
Gesamt	2.500	213	118

Abkürzungen: VGG = Vergleichsgebietsgruppen
Quelle: eigene Darstellung

4.2.5 Ablauf der Workshops und Gliederung des Fragebogens

Zu Beginn der Workshops wurden die Teilnehmer begrüßt und erhielten einen Überblick über den Hintergrund der bevorstehenden Befragung. Daraufhin wurde ein Kurzvortrag zu den Anbauverfahren KUP und Miscanthus gehalten sowie auftretende Fragen diskutiert. Im

[5] Ein Fragebogen konnte für die Auswertung jedoch nicht verwendet werden, da dieser Teilnehmer den Fragebogen nicht ausgefüllt hat.

Anschluss daran wurden die einzelnen Teile des Fragebogens jeweils erklärt und dann von den Teilnehmern ausgefüllt. Am Ende der Veranstaltungen gab es noch einmal die Möglichkeit, weitere offene Fragen zu klären bzw. Kommentare abzugeben.

Der in dieser Untersuchung verwendete Fragebogen ist dem Anhang 6 zu entnehmen und ist in die folgenden vier Abschnitte unterteilt:

1. Fragen zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus
2. Choice-Experiment zum Anbau von KUP und Miscanthus
3. Fragen zur Risikoeinstellung und „Holt and Laury“-Lotterie
4. Sozioökonomische Fragen.

4.2.6 Experimentelles Design

Wie in den theoretischen Grundlagen in Abschnitt 4.2.1 bereits ausgeführt, werden bei Discrete Choice Experimenten den Befragten verschiedene Alternativen in Form von Choice-Sets präsentiert, unter welchen sie jeweils die bevorzugte Alternative wählen sollen. Dabei setzen sich die Alternativen aus verschiedenen Merkmalen, auch Attribute genannt, zusammen. Bei diesen werden die Level oder auch Ausprägungen variiert (Auspurg und Liebe, 2011).

Zunächst muss festgelegt werden, wie viele und welche Alternativen in das Choice-Experiment aufgenommen werden und ob diese „labeled“ (benannt) oder „unlabeled" (unbenannt) werden sollen (Hensher et al., 2015). Basierend auf der zuvor durchgeführten Rentabilitäts- und Risikoanalyse wurden die zwei Alternativen „KUP“ und „Miscanthus“ sowie eine dritte Status-quo-Alternative „gewöhnliche Fruchtfolge“ für das Choice-Experiment gewählt. Dabei haben die Label der drei Alternativen eine ähnliche Funktion wie Attribute (Hensher et al., 2015). Die Aufnahme einer Status-quo-Alternative in die Choice-Sets wird empfohlen, damit keine unbeabsichtigte Entscheidung erzwungen wird (Auspurg und Liebe, 2011).

Anschließend wurden basierend auf der zuvor durchgeführten Analyse zur Rentabilität und zum Risiko von KUP und Miscanthus und der in diesem Zusammenhang gesichteten Literatur die Attribute und deren Level für das Choice-Experiment anhand praxisbezogener Werte festgelegt. Dabei ist es möglich, sowohl quantitative als auch qualitative Attributlevel zu definieren (Hensher et al., 2015). Der nachstehenden Tabelle 4 sind die gewählten Attribute und deren Level (mögliche Ausprägungen) zu entnehmen.

Tabelle 4. Attribute der Choice-Alternativen und die dazugehörigen Level

Attribute (Eigenschaften)	Attributlevel (Ausprägungen)
Durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag (€/ha und Jahr)	300 [b)], 600, 900
Schwankungen (maximale Spannweite) des durchschnittlichen Deckungsbeitrags (€/ha und Jahr)	+/- 250 [b)], +/- 500, +/- 750
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0 [b), c)], 2500, 5000, 7500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit [a)]	Ja, Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an [a)]	Ja, Nein

Erklärung: [a)] Attribute, die nur für die Alternativen „KUP“ und „Miscanthus“ gelten; [b)] konstante Attributlevel, die für die Alternative „gewöhnliche Fruchtfolge“ gelten; [c)] Attributlevel, das nur für die Alternative „gewöhnliche Fruchtfolge“ gilt
Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantagen
Quelle: eigene Darstellung

Dabei gelten für alle Auswahlsituationen die folgenden Annahmen: Für KUP wird eine Standzeit von 20 Jahren und eine Ernte alle drei Jahre angenommen. Auch für Miscanthus erfolgt die Annahme einer Standzeit von 20 Jahren. Die Ernte findet jedoch jährlich statt. Die im Folgenden angegebenen Geldbeträge (jährliche Deckungsbeiträge und Investitionssummen) beziehen sich jeweils auf eine Fläche von 1 Hektar, wobei die EU-Direktzahlungen nicht in den Deckungsbeiträgen enthalten sind.

Den befragten Landwirten wurden in den Workshops folgende ergänzende Erklärungen zu den Attributen präsentiert:

- Eigenschaft „Durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag (€ / ha und Jahr)“: Beim Deckungsbeitrag der gewöhnlichen Fruchtfolge und bei Miscanthus handelt es sich um die jährlichen Erlöse abzüglich den jährlich anfallenden variablen Kosten; beim Deckungsbeitrag von KUP handelt es sich um die Differenz aus dem Erlös nach jeweils drei Jahren und sämtlichen in diesem Zeitraum anfallenden variablen Kosten, die durch drei dividiert wurden, um einen jährlichen Wert zu erhalten; die anfänglichen Investitionssummen (siehe Eigenschaft 3) sind in den Deckungsbeiträgen nicht enthalten
- Eigenschaft „Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags (€ / ha und Jahr)“: Hierbei handelt es sich um die maximal mögliche jährliche Schwankung der bei Eigenschaft 1 angegebenen, durchschnittlich erwarteten Deckungsbeiträge
- Eigenschaft „Investitionssumme zu Beginn (€ / ha)“: Hierbei sind die benötigten Investitionskosten für die Flächenvorbereitung, das Pflanzmaterial (Stecklinge bzw. Rhizome) und die Pflanztechnik (inkl. Kosten der Arbeit für das Anpflanzen) gemeint
- Eigenschaft „Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit“: Hierbei geht es um die Tatsache, ob es von Beginn an eine gesicherte Abnahme des Ernteguts für die gesamte Standzeit der Plantage gibt oder nicht
- Eigenschaft „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an“: Hierbei wird die Frage beantwortet, ob Berufskollegen in der näheren Nachbarschaft bereits Erfahrungen und Wissen mit KUP bzw. Miscanthus haben und diese Erfahrungen weitergeben können.

Stehen die Alternativen, deren Attribute, die Anzahl der Attributlevel sowie deren Höhe fest, ist eine Entscheidung über das zu nutzende Design zu treffen. Die allgemeinste Klasse von Designs ist das volle faktorielle (full factorial) Design, bei welchem alle möglichen Kombinati-

onen von Attributsausprägungen in den Choice-Sets vorkommen (Hensher et al., 2015). In dem in dieser Arbeit durchgeführten Choice-Experiment würden sich daraus 11.664 mögliche Choice-Sets[6] ergeben. Ein Choice-Experiment mit einer so hohen Anzahl an möglichen Sets ist nicht umzusetzen, weshalb im fraktionierten faktoriellen (fractional factorial) Design nur ein Bruchteil der möglichen Kombinationen genutzt wird. Dabei könnten die zu nutzenden Kombinationen vom Forschenden zufällig ausgewählt werden, was jedoch zu statistisch ineffizienten Designs führt. Um die optimale Kombination für ein statistisch effizientes fraktioniertes faktorielles Design zu erhalten, bedarf es eines wissenschaftlichen Vorgehens (Hensher et al., 2015). Hierzu besonders geeignet sind effiziente Designs, die die Eigenschaften „level balance", „orthogonality", „minimal overlap" und „utility balance" besitzen (Huber und Zwerina, 1996). *Level balance* bedeutet, dass die Level eines Attributes mit der gleichen Häufigkeit im Design auftauchen (Huber und Zwerina, 1996). *Orthogonality* (Orthogonalität) ist erreicht, wenn die Korrelation zwischen den Attributen so gering wie möglich ist. Jede mögliche Paarung von Attributleveln sollte dabei mit der gleichen Anzahl im Design auftreten (Hensher et al., 2015). Dabei können orthogonality und level balance nicht erfüllt werden, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen. *Minimal overlap* (minimale Überlappung) bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit des wiederholten Auftretens eines Attributlevels in einem Choice-Set möglichst klein sein sollte. Mit *utility balance* (Nutzengleichgewicht) ist gemeint, dass der Nutzen der Alternativen, die in einem Choice-Set angeboten werden, gleich hoch ausfällt, sprich alle Alternativen die gleiche Auswahlwahrscheinlichkeit besitzen. Dadurch kann die Effizienz von Designs gesteigert werden. Durch dieses Vorgehen bleibt die Genauigkeit der zu schätzenden Parameter erhalten, bei gleichzeitiger Verringerung der benötigten Stichprobengröße (Huber und Zwerina, 1996).

Für die Gestaltung eines effizienten Designs sind a priori Informationen über die Parameterschätzungen sowie über das zu schätzende ökonometrische Modell notwendig. Die vorausgehenden Schätzungen der Teilnutzenparameter (Prior-Werte) $\tilde{\beta}$ dienen der Berechnung des erwarteten Nutzens der Alternativen, woraus wiederum die voraussichtlichen Auswahlwahrscheinlichkeiten berechnet werden können (Hensher et al., 2015).

Die statistische Effizienz von experimentellen Designs ist mit den Standardfehlern der erwarteten geschätzten Modellparameter in Verbindung zu bringen. Effiziente Designs zielen darauf ab, Parameterschätzungen mit einem möglichst geringen Standardfehler zu erhalten. Hierzu wurden Effizienzmaßzahlen entwickelt. Die am häufigsten genutzte Maßzahl ist der D-error (D-Fehler) und das resultierende Design ein D-effizientes Design. Abhängig von der Verfügbarkeit der Informationen über die Prior-Werte $\tilde{\beta}$ werden in der Literatur verschiedene D-error-Typen vorgeschlagen:

- D_z-error („z" von „zero" (Null)): keine Informationen vorhanden, nicht einmal das Vorzeichen der Parameter ist bekannt; $\tilde{\beta} = 0$
- D_p-error („p" von „priors"): es bestehen relativ genaue Informationen mit einer guten Schätzung der $\tilde{\beta}$; $\tilde{\beta}$ sind festgelegt

[6] Eine Alternative wird durch drei Attribute mit je einem Level gekennzeichnet. Die zwei weiteren Alternativen werden durch drei Attribute mit je drei Levels und zwei Attribute mit je zwei Levels charakterisiert. Daraus ergeben sich (1*1*1)*(3*3*3*2*2)*(3*3*3*2*2)=(1)*(3^{2*3})*(2^{2*2})=1*729*16=11.664 mögliche Kombinationen.

- D_b-error („b“ von „Bayesian“): es bestehen Informationen zu den β, welche Unsicherheiten bezüglich der Schätzungen beherbergen; es wird angenommen, dass die Priors $\tilde{\beta}$ zufällig sind und einer angenommenen Wahrscheinlichkeitsverteilung folgen, welche die Unsicherheit über die tatsächlichen Werte der β zum Ausdruck bringt (Hensher et al., 2015).

Das in dieser Untersuchung durchgeführte Choice-Experiment wurde auf ein Random-Parameter D-effizientes Teilset (D-Fehler 0,002248) eines vollen faktoriellen Designs mit Hilfe der Software Ngene 1.1.2 optimiert (ChoiceMetrics, 2014). Das D-effiziente Design wurde mit Hilfe von Prior-Werten $\tilde{\beta}$, welche im Zuge eines im Januar 2016 durchgeführten Pretests mit sieben Landwirten erhoben wurden, generiert. Neben der Erhebung der Prior-Werte wurde der Pretest-Fragebogen auf Inhalt, Vollständigkeit und Verständnis geprüft. Letztendlich wurden 12 Auswahlsituationen in das Choice-Experiment aufgenommen. Der folgenden Tabelle 5 ist beispielhaft eine dieser Auswahlsituationen zu entnehmen:

Tabelle 5. Beispiel für eine Auswahlsituation des Choice-Experiments

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungsbeitrag (€/ha und Jahr)	300	300	300
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbeitrags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 750	+/- 500
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	7.500	2.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Ja	Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscanthus an	-	Nein	Nein
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Quelle: eigene Darstellung

4.2.7 Auswahl, Gütekriterien und Signifikanz der geschätzten Modelle

Zur Überprüfung der Hypothesen mit Hilfe der Daten aus den Choice-Experimenten wurde zunächst versucht ein großes Modell, in das neben den Attributen alle als relevant erachteten individuenspezifischen Charakteristika (vgl. Abschnitt 4.2.3) als Interaktionsterme mit aufgenommen wurden, zu schätzen. Dieser Schätzvorgang blieb ergebnislos. Aufgrund dessen wurden, neben einem Modell ohne Interaktionsterme, welches nur die Attribute des Choice-Experiments selbst beinhaltet, weitere Modelle geschätzt. Die Auswahl innerhalb der weiteren Modelle erfolgte nach dem geringsten Wert des „Akaike Information Criterion“ (AIC), welches eine Maßeinheit für die Anpassungsgüte eines Modells darstellt. Gibt es mehrere konkurrierende Modelle, die nach der Maximum Likelihood-Methode geschätzt werden, wird demnach das beste Modell durch den geringsten AIC-Wert anzeigt (Bozdogan, 1987). Dieser berechnet sich als:

$$AIC = -2 * (LL_e - P)\,, \tag{10}$$

wobei LL_e den Log-Likelihood-Wert des jeweils geschätzten Modells angibt und P die Anzahl der zu schätzenden Parameter (Boxall und Adamowicz, 2002). Auch Fiebig et al. (2010)

empfehlen das AIC zur Auswahl des besten Modells, wenn die Annahme korrelierter Fehlerwerte besteht, wie es in dieser Untersuchung durch Verwendung von Random Parameter Logit-Modellen der Fall ist. Dementsprechend werden drei weitere Modelle geschätzt. Im ersten weiteren Modell werden betriebsbezogene Variablen berücksichtigt. Im zweiten weiteren Modell werden betriebsleiterbezogene Variablen integriert. Ein drittes weiteres Modell beinhaltet Variablen zur Einstellung der Landwirte bezüglich verschiedener Tatsachen, die mit dem Anbau von KUP bzw. Miscanthus zusammenhängen und in Form von Likert skalierten Aussagen abgefragt wurden.

Anders als in linearen Regressionsmodellen, bei welchen u. a. das Bestimmtheitsmaß R^2 als Gütekriterium zur Modelldiagnostik verwendet wird, findet bei diskreten Choice-Modellen sowie im hier vorliegenden Fall das Pseudo-R^2 von McFadden zur Bewertung der Modellgüte Verwendung:

$$McFadden\ Pseudo - R^2 = 1 - \frac{LL_e}{LL_0}, \tag{11}$$

dabei stellen LL_e den Log-Likelihood-Wert des geschätzten (endgültigen) Modells und LL_0 den Log-Likelihood-Wert des Nullmodells, das nur unter Einbezug der Konstante geschätzt wurde, dar (Hensher et al., 2015; Spieß und Wagner, 2000). Modelle mit Werten des McFadden Pseudo-R^2 ab 0,3 gelten bereits als Modelle mit einer guten Anpassung (Hensher et al., 2015).

Zur Bestimmung, ob das jeweils geschätzte gesamte Modell statistisch signifikant ist, wird die Log-Likelihood-Funktion des geschätzten Modells mit der Log-Likelihood-Funktion des Basis-Modells verglichen. Um diesen Vergleich durchzuführen, wird die Likelihood Ratio Testgröße (LRT) verwendet:

$$LRT = -2 * (LL_0 - LL_e), \tag{12}$$

dabei stellt LL_e die Log-Likelihood-Funktion des geschätzten endgültigen Modells und LL_0 die Log-Likelihood-Funktion des Nullmodells dar. Um zu bestimmen, ob das geschätzte Modell dem jeweiligen Basis-Modell überlegen ist, wird der aus der Formel (12) erhaltene Wert mit einem Chi^2-Wert verglichen. Es wird der Chi^2-Wert genutzt, der sich bei einer bestimmten Anzahl an Freiheitsgraden ergibt, die der Differenz der zu schätzenden Parameter der zwei verglichenen Modelle entspricht (Hensher et al., 2015).

4.2.8 Ermittlung der Risikoeinstellung

Im Rahmen der Befragung wird die Risikoeinstellung der Teilnehmer ermittelt. Dies erfolgt, neben einer Selbsteinschätzungsfrage anhand einer Skala, mit Hilfe der „Holt and Laury"-Lotterie sowie der Angabe einer alternativen Einkommenshöhe. Zudem wird im Ergebnisteil ein Vergleich der Antworten der drei verschiedenen Methoden durchgeführt, um die hier auftretenden Unterschiede darzustellen. Die beiden zuletzt genannten Methoden sowie das Vorgehen zum Ergebnisvergleich werden im Folgenden erklärt.

4.2.8.1 „Holt and Laury“-Lotterie

Bei einer „Holt and Laury“-Lotterie werden den Befragungsteilnehmern zehn Entscheidungssituationen präsentiert, wie sie in Tabelle 6 dargestellt sind.

Tabelle 6. Zehn Entscheidungssituationen der „Holt and Laury“-Lotterie sowie die erwarteten Auszahlungsdifferenzen

Entscheidungssituation	Lotterie A Sie gewinnen mit…	Lotterie B Sie gewinnen mit…	Erwartete Auszahlungsdifferenz
1	10 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 90 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	10 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 90 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	116,50 €
2	20 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 80 % Wahrscheinlichkeit -160 €	20 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 80 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	83,00 €
3	30 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 70 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	30 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 70 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	49,50 €
4	40 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 60 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	40 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 60 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	16,00 €
5	50 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 50 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	50 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 50 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	-17,50 €
6	60 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 40 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	60 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 40 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	-51,00 €
7	70 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 30 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	70 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 30 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	-84,50 €
8	80 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 20 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	80 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 20 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	-118,00 €
9	90 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 10 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	90 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 10 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	-151,50 €
10	100 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 0 % Wahrscheinlichkeit -160 €	100 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 0 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	-185,00 €

Quelle: eigene Darstellung nach Holt and Laury (2002)

Der Teilnehmer muss nun bei jeder einzelnen dieser zehn Entscheidungssituationen eine der beiden Lotterien (A oder B) wählen. Die erwarteten Auszahlungsdifferenzen werden ihm dabei nicht vorgelegt. Beide Lotterien beinhalten jeweils zwei Auszahlungsbeträge (Lotterie A 160 € und 200 €; Lotterie B 10 € und 385 €). Die Differenz des Auszahlungsbetrags ist bei Lotterie A geringer, als bei Lotterie B. Bei Lotterie A ist der im ungünstigen Fall ausgezahlte Betrag deutlich höher, als bei Lotterie B. Des Weiteren bestehen für diese Auszahlungsbeträge Wahrscheinlichkeiten für deren tatsächliche Auszahlung. In der ersten Entscheidungssituation liegt die Wahrscheinlichkeit für den jeweils höheren Auszahlungsbetrag bei 10 % und dementsprechend für den niedrigeren Auszahlungsbetrag bei 90 %. Über die zehn Entscheidungssituationen hinweg nimmt die Wahrscheinlichkeit für den höheren Auszahlungsbetrag in 10 Prozentpunkt-Schritten zu und die Wahrscheinlichkeit für den geringeren Auszahlungsbetrag dementsprechend ab. Dadurch verändert sich der Erwartungswert des Auszahlungsbetrags über die Entscheidungssituationen hinweg (Holt and Laury, 2002).

Zweck dieser Lotterie ist es, die Entscheidungssituation zu ermitteln, bei welcher der Teilnehmer das erste Mal von Lotterie A zu Lotterie B wechselt. Handelt es sich um einen risikoneutralen Entscheider, wird in der Entscheidungssituation 5 zum ersten Mal Lotterie B gewählt, d.h. dieser Teilnehmer würde in den ersten vier Entscheidungssituationen Lotterie A wählen, bevor er zu Lotterie B wechselt. Dieser Teilnehmer würde einen „Holt and Laury“-Wert von 4 erhalten, was der Anzahl seiner „sicheren“ Entscheidungen entspricht. Dement-

sprechend sind Teilnehmer, die bereits zuvor (≤4) zur risikoreicheren Lotterie B wechseln risikofreudig und diejenigen, die danach (>5) erst zu Lotterie B wechseln, risikoscheu (Holt and Laury, 2002). Teilnehmer, die bei ihrer Auswahl zwischen den Lotterien hin und her gesprungen sind (und sich damit irrational verhalten haben), wurden in der hier vorliegenden Untersuchung zu Auswertungszwecken aus der Stichprobe entfernt.[7]

Anders als bei Holt and Laury (2002) wurden für die hier durchgeführte Lotterie Auszahlungsbeträge angeboten, die dem 100-fachen der von Holt and Laury (2002) verwendeten Auszahlungsbeträge entsprechen (wie in Tabelle 6 bereits dargestellt). Dieser finanzielle Anreiz wurde gesetzt, da in jedem der neun durchgeführten Workshops ein Teilnehmer zufällig ausgewählt und mit diesem dann eine der von ihm in einer der zehn Entscheidungssituationen gewählten Lotterien gespielt wurde. Die entsprechende Entscheidungssituation wurde gleichfalls zufällig ausgewählt. Der gewonnene Betrag wurde an den Teilnehmer ausgezahlt. In den Workshops hätte es somit jeden Teilnehmer und jeweils jede Entscheidungssituation treffen können, sodass die Teilnehmer dazu angehalten wurden, die „Holt and Laury"-Lotterie mit Bedacht durchzuführen. Die ermittelte Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury"-Lotterie wird bei den Auswertungen des Choice-Experiments als Variable für die Risikoeinstellung der Landwirte verwendet, um damit einen Teil der Präferenzheterogenität der Zufallsparameter zu erklären. Bei der „Holt and Laury"-Lotterie werden die Konsequenzen der Entscheidungen für die Befragten durch eine mögliche Auszahlung direkt sichtbar, weshalb davon ausgegangen wird, dass diese Methode die tatsächliche Risikoeinstellung der befragten Landwirte am ehesten widerspiegelt.

4.2.8.2 Angabe einer alternativen Einkommenshöhe

Neben der „Holt and Laury"-Lotterie erfolgt die Ermittlung der Risikoeinstellung der Teilnehmer mit Hilfe folgender Frage:

Stellen Sie sich vor, Sie haben die Wahl zwischen zwei Alternativen **1** und **2**:

- ➔ Bei Alternative **1** bekommen Sie einmalig ein sicheres **Einkommen von 15.000 €**
- ➔ Bei Alternative **2** bekommen Sie mit **50 %** Wahrscheinlichkeit einmalig ein **Einkommen von 10.000 €** oder mit **50 %** Wahrscheinlichkeit einmalig ein **höheres Einkommen, das über 15.000 €** liegt

Frage: Bitte nennen Sie den Geldbetrag, den das höhere Einkommen mindestens annehmen müsste, damit Sie Alternative **2** wählen!

- ➔ _____ €

[7] Hirschauer et al. (2014) zeigen jedoch Möglichkeiten, wie die Entscheidungen dieser Teilnehmer trotzdem in die Auswertung integriert werden können.

4.2.8.3 Vergleich der Ergebnisse zur Risikoeinstellung

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse der verschiedenen Methoden zur Ermittlung der Risikoeinstellung zu ermöglichen, werden die Befragungsteilnehmer anhand ihren Antworten jeweils in die drei Risikokategorien „risikofreudig“, „risikoneutral“ und „risikoscheu“ aufgeteilt.

Hierzu werden bei der Frage zur Selbsteinschätzung mittels Skala und bei der „Holt and Laury“-Lotterie gemäß der Aufteilung nach Holt and Laury (2002) bei der Selbsteinschätzungsfrage alle Antworten von 1 (äußerst risikofreudig) bis 3 (risikofreudig) zur Gruppe „risikofreudig“ zusammengefasst, ebenso wie bei der „Holt and Laury“-Lotterie hierfür alle Antwortenden zusammengefasst werden, die bei der ersten bis dritten Entscheidungssituation das letzte Mal Lotterie A wählen. Alle Befragungsteilnehmer, die bei der Selbsteinschätzungsfrage die Nummer 4 (risikoneutral) ankreuzen und alle, die bei der „Holt and Laury“-Lotterie bei der vierten Entscheidungssituation das letzte Mal Lotterie A wählen, werden jeweils der Gruppe „risikoneutral“ zugeordnet. Die Antwortenden, die bei der Selbsteinschätzungsfrage die Nummer 5 (geringfügig risikoscheu) bis 9 (es wird gar kein Risiko eingegangen) nennen, werden der Gruppe „risikoscheu“ zugeordnet, genauso wie alle, die bei der „Holt and Laury“-Lotterie bei der Entscheidungssituation 5 bis 10 das letzte Mal Lotterie A wählen.

Bei der Frage, bei welcher zwei alternative Einkommensmöglichkeiten zur Wahl stehen, zählen alle Antwortenden, die einen Betrag unter 20.000 € angeben zur Gruppe der „risikofreudigen“ Teilnehmer. Alle Befragungsteilnehmer, die genau 20.000 € nennen, werden der Gruppe der „risikoneutralen“ Teilnehmer zugerechnet und alle Antwortenden, die einen Betrag über 20.000 € angeben, zählen zur Gruppe der „risikoscheuen“ Teilnehmer. Die Einteilung der Risikogruppen bei der Frage zur Entscheidung zwischen zwei alternativen Einkommensmöglichkeiten wird wie folgt begründet: Bei Alternative 1 kann zu 100 % ein sicheres Einkommen von 15.000 € erhalten werden und bei Alternative 2 zu 50 % 10.000 € und zu 50 % ein Einkommen, dessen Betrag von den Landwirten genannt werden sollte. Da bei Alternative 2 zu 50 % 10.000 € erhalten werden, muss, damit zumindest der Erwartungswert des sicheren Einkommens von 15.000 € erhalten wird, mindestens ein Betrag von 20.000 € genannt werden. Dementsprechend nennen nur risikofreudige Befragungsteilnehmer bei Alternative 2 für das höhere Einkommen Beträge, die unter 20.000 € liegen und risikoscheue Teilnehmer Beträge, die über 20.000 € liegen.

4.3 Ergebnisse

Im nachstehenden Abschnitt erfolgt die Ergebnisdarstellung entlang der Forschungsfragen und Hypothesen. Zuerst wird die Repräsentativität mit Hilfe eines binären Logit-Modells untersucht. Danach werden wesentliche Befragungsergebnisse mit Hilfe von deskriptiven Statistiken veranschaulicht. Vervollständigend werden Untersuchungen möglicher signifikanter Zusammenhänge sowie einfache statistische Tests zur Überprüfung signifikanter Mittelwertunterschiede durchgeführt. Alle deskriptiven Ergebnisse des Fragebogens sind dem Anhang 6 zu entnehmen. In diesem Kapitel erfolgt lediglich eine komprimierte Ergebnisdarstellung.

Im Hauptteil der Ergebnisdarstellung (vgl. Abschnitt 4.3.5) werden die in Abschnitt 4.2.3 aufgestellten Hypothesen anhand der Daten aus dem Discrete Choice-Experiment überprüft. In Abschnitt 4.3.6 werden die diesbezüglichen Ergebnisse zusammengefasst.

4.3.1 Repräsentativität der Stichprobe

Wegen der Zusendung der Daten zur untersuchten Grundgesamtheit durch das MLR (Möndel, 2017), konnte die Repräsentativität der Stichprobe anhand ausgewählter Merkmale der Betriebe überprüft werden. Der folgenden Tabelle 7 ist zu entnehmen, dass die Befragten aus der Stichprobe bezüglich den Merkmalen „Haupt- oder Nebenerwerb“, „konventionelle oder ökologische Wirtschaftsweise“, „Betriebsgröße gemessen in landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) in Hektar“ und „Anteil der Ackerfläche (AF) zur LF“ keine signifikanten Mittelwertunterschiede zu den Nichtbefragten aus der für diese Untersuchung angeschriebenen Grundgesamtheit aufweisen. Für diese Merkmale ist somit die Stichprobe repräsentativ. Bezüglich des „Anteils der Grünlandfläche zur LF“ und des „Anteils der KUP-Fläche zur LF“ zeigen sich in den Mittelwerten der Stichprobe und den Mittelwerten der Nichtbefragten aus der Grundgesamtheit signifikante Unterschiede. Die hier befragten Landwirte haben im Durchschnitt einen geringeren Anteil an Grünlandflächen und einen höheren Anteil an KUP-Flächen. Da die Daten keine Normalverteilung zeigen, wird als Signifikanztest der Kruskal-Wallis-Test verwendet, der auf die Annahme der Normalverteilung verzichtet. Dieser prüft, ob mehrere Stichproben einer gleichen Verteilung entstammen (Schäfer und Wegner, 2000).

Tabelle 7. Vergleich der Befragungsteilnehmer (Stichprobe) mit den Nichtteilnehmern aus der Grundgesamtheit anhand ausgewählter Betriebsmerkmale

Variablen	n	Teilnahme an der Befragung							
		„Ja“				„Nein“			
		M	MD	SD	n	M	MD	SD	n
Haupt- oder Nebenerwerb [a)]	2504	0,44	0,00	0,50	115	0,43	0,00	0,49	2389
Konventionelle oder ökologische Wirtschaftsweise [b)]	2349	0,03	0,00	0,17	108	0,06	0,00	0,24	2241
Durchschnittliche LF in ha	2504	55,93	39,80	52,15	115	55,17	40,55	53,79	2389
Durchschnittlicher Anteil der Ackerfläche zur LF in %	2504	81,87	86,12	16,55	115	77,72	83,64	21,08	2389
Durchschnittlicher Anteil der Grünlandfläche zur LF in %	2504	12,84*	6,86	14,35	115	18,48*	10,93	20,46	2389
Durchschnittlicher Anteil der KUP-Fläche zur LF in %	2504	0,42***	0,00	2,60	115	0,01***	0,00	0,13	2389

Erklärungen: Signifikanzniveaus: *p<0,05, ***p<0,001 eines Kruskal-Wallis-Tests auf unabhängige Stichproben; Kodierung: [a)] Nebenerwerb = 0, Haupterwerb = 1; [b)] konventionell = 0, ökologisch = 1
Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, M = Mittelwert, MD = Median, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zur Ergänzung sind in Tabelle 8 zudem die Ergebnisse einer binären logistischen Regression abgebildet. Die abhängige Variable ist die Teilnahme an der Befragung (ja=1) und die unabhängigen, erklärenden Variablen sind die zuvor angesprochenen Betriebsmerkmale.

Tabelle 8. Ergebnis einer binären logistischen Regression über die Teilnahme an der Befragung anhand ausgewählter Betriebsmerkmale

Erklärende Variablen	Koeffizienten [a)]	Kodierung der Variablen
Haupterwerb / Nebenerwerb	0,091	Dummy, Haupterwerb = 1
ökologische / konventionelle Wirtschaftsweise	-0,566	Dummy, ökologisch = 1
LF in ha	-0,0001	metrisch
Anteil der Ackerfläche zur LF in %	-0,003	metrisch
Anteil der Grünlandfläche zur LF in %	-0,020*	metrisch
Anteil der KUP-Fläche zur LF in %	0,656**	metrisch
Log-likelihood (LL) Funktion	-422,67068	
McFadden Pseudo-R^2	0,0352	
LRT χ^2 (FG) [b)]	30,81*** (6)	

Erklärungen: [a)] Signifikanzniveaus: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001, [b)] LRT = Likelihood Ratio Test, FG = Freiheitsgrade, N=Stichprobe = 2349
Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Das geschätzte Modell ist statistisch signifikant, jedoch ist die Modellanpassungsgüte gering[8]. Übereinstimmend mit den Ergebnissen in Tabelle 7, zeigen die Ergebnisse der logistischen Regression, dass die Wahrscheinlichkeit an der Befragung teilzunehmen mit einem geringeren Anteil an Grünlandfläche und einem höheren Anteil an KUP-Fläche zunimmt.

4.3.2 Sozioökonomische Eigenschaften der Betriebe

Im Folgenden werden die sozioökonomischen Eigenschaften der teilnehmenden Betriebe aufgezeigt. Zudem erfolgt eine Darstellung dieser Eigenschaften untergliedert in Betriebsleiter, die sich den Anbau von KUP bzw. Miscanthus zukünftig vorstellen bzw. solche, die sich ihn nicht vorstellen können. Zur statistischen Überprüfung möglicher Zusammenhänge werden in diesem Abschnitt jeweils einfache Mittelwertvergleiche vorgenommen.

Von 116 antwortenden Betrieben werden 51,7 % im Haupterwerb und 48,3 % im Nebenerwerb geführt. Diese Betriebe werden überwiegend konventionell bewirtschaftet (93,4 % von n=76). 6,6 % der 76 auf die entsprechende Frage antwortenden Betriebe wirtschaften ökologisch. Der am häufigsten vorkommende Betriebstyp ist der Verbundbetrieb (59 Nennungen), gefolgt vom Ackerbaubetrieb (47 Nennungen). Veredlungs- (8 Nennungen) und Futterbaubetriebe (2 Nennungen) sind nur gering vertreten.

Die durchschnittliche Größe der befragten Betriebe (n=116) liegt bei 65,3 ha LF. Auf diesen Betrieben werden durchschnittlich 54,5 ha Ackerflächen, 7,7 ha Grünlandflächen und 2,6 ha Sonder- bzw. Dauerkulturflächen bewirtschaftet. Im Verhältnis zur gesamten, von diesen Betrieben bewirtschafteten LF entspricht dies Anteilen von 83,5 %, 11,8 % und 4,0 %. Zudem erfolgt eine Bewirtschaftung von durchschnittlich 1,8 ha Wald. Aus den Antworten von 114 Teilnehmern ergibt sich eine zugepachtete Fläche von durchschnittlich 39,1 ha, was einem Anteil von 58,9 % an der gesamten bewirtschafteten LF entspricht. Dabei hat über die Hälfte der Pachtverträge der Ackerflächen eine Laufzeit von weniger als 10 Jahren, mit einem durchschnittlichen Pachtpreis für das Ackerland von 285 €/ha und Jahr. Der durch-

[8] siehe McFadden Pseudo-R^2 von 0,0352

schnittliche Gesamtarbeitskräftebesatz je Betrieb liegt bei 3,6 Arbeitskräften (AK) (n=103), mit Angaben von 0,0 AK bis 62,0 AK. Je 100 ha werden durchschnittlich 7,1 AK eingesetzt. Auf den Ackerflächen wird am häufigsten Winterweizen angebaut (26,5 % der AF von n=113), gefolgt von Körnermais (15,7 % der AF von n=114), Wintergerste (10,2 % der AF von n=113) und Raps (8,0 % der AF von n=113).

Von 116 antwortenden Betrieben müssen 79,3 % öVf erbringen. Die dabei auf den meisten Betrieben durchgeführten Maßnahmen sind der Anbau von Zwischenfrüchten, gefolgt von Brachflächen mit Begrünung und dem Anbau von Eiweißpflanzen. Die neun Betriebsleiter in dieser Befragung, die bereits eine KUP bewirtschaften, lassen diese auch als öVf anrechnen.

Auf 114 antwortenden Betrieben werden durchschnittlich 2,2 ha der Grünlandflächen intensiv genutzt und durchschnittlich 5,3 ha extensiv. Von 114 antwortenden Landwirten betreiben 39,5 % Tierhaltung. Am häufigsten werden Mastschweine gehalten, gefolgt von Legehennen und Pferden. Vier von 100 antwortenden Betriebsleitern geben an, einen Nährstoffüberschuss (Gülle / Jauche) aus der Tierhaltung auf dem eigenen Betrieb zu haben. Zur Frage, ob es in der näheren Umgebung der Betriebe einen Nährstoffüberschuss aus der Tierhaltung gibt, geben 18,3 % der insgesamt 93 Antwortenden „ja“ an.

Für 113 bzw. 112 antwortende Betriebsleiter beträgt die durchschnittliche Hof-Feld-Entfernung im ungewogenen Durchschnitt 1,8 km bzw. die weiteste Hof-Feld-Entfernung 5,1 km.

Von 115 antwortenden Betriebsleitern bauen 28,7 % pflanzliche Substrate für Biogasanlagen an. Von 31 Betriebsleitern, die Substrate für Biogasanlagen anbauen, antworten nur elf (35,5 %), dass eine Lieferung an betriebsfremde Biogasanlagen fest über Verträge geregelt ist. Bei vier Betrieben (12,9 %) ist dies nur teilweise der Fall. Bei den übrigen 16 Betrieben (51,6 %) gibt es keine vertraglichen Regelungen bei einer Anlieferung an eine betriebsfremde Biogasanlage. Die durchschnittliche Laufzeit der bestehenden Lieferverträge beträgt 5 Jahre (n=15).

Die am häufigsten genannte Kooperation ist die Maschinengemeinschaft (62,2 %), gefolgt von Kooperationen im Bereich Ackerbau (40,9 %), in der Beschaffung von Betriebsmitteln (28,7 %) und in der Vermarktung von Erzeugnissen (21,7 %). In der Außenwirtschaft (13,0 %), im Bereich der Tierhaltung und / oder im Futterbau (10,4 %) und in der Erzeugung / Vermarktung von nachwachsenden Rohstoffen (1,7 %) gibt es die wenigsten Kooperationen (je n=115).

Von 115 Teilnehmern sind 109 (94,8 %) männlich. Das durchschnittliche Alter beträgt 51 Jahre (n=114) und die durchschnittliche Berufserfahrung liegt bei 20 Jahren (n=111). 37,7 % bzw. 43 Befragungsteilnehmer sind 55 Jahre alt und älter. Davon antworten 58,1 % der Teilnehmer, dass ein Familienmitglied die Hofnachfolge antreten wird bzw. dass der Hof in Zukunft verkauft oder verpachtet wird, das Fortbestehen des Betriebes also gesichert ist. Von jeweils 113 Antwortenden geben 36,3 % an, eine Ausbildung als landwirtschaftlicher Gehilfe abgeschlossen zu haben und 26,6 % eine Ausbildung als landwirtschaftlicher Meister. 8,0 % bzw. 6,2 % haben einen agrarbezogenen Studiengang an einer Fachhochschule

bzw. Universität absolviert. 47,8 % der Teilnehmer erklären, dass eine andere als die im Fragebogen genannten Ausbildungen abgeschlossen wurde. Die meisten hierbei genannten Ausbildungen lassen sich dem Berufssegment fertigungstechnische Berufe zuordnen, gefolgt von Ausbildungen, die dem Berufssegment Land-, Forst- und Gartenbauberufe zugehören.

Im Folgenden soll aufgezeigt werden, in welchen betriebs- und betriebsleiterbezogenen Eigenschaften sich die Teilnehmer, die sich einen Anbau von KUP bzw. Miscanthus vorstellen können von den übrigen Betrieben unterscheiden. Dabei werden ausschließlich die Eigenschaften dargestellt, bei welchen es signifikante Unterschiede in den Mittelwerten der verglichenen Gruppen gibt. In Tabelle 9 ist zu sehen, dass der Ackerflächenanteil derjenigen Betriebe, die sich den zukünftigen Anbau von KUP vorstellen können, signifikant geringer ist. Der Grünlandflächenanteil ist bei den KUP befürwortenden Betrieben im Vergleich zu den übrigen Betrieben signifikant größer. Des Weiteren haben Landwirte, die sich einen Anbau von KUP vorstellen können, signifikant mehr Arbeitskräfte pro Betrieb. Alle weiteren untersuchten Merkmale zeigen keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten.

Tabelle 9. Ausgewählte sozioökonomische Variablen in Abhängigkeit von der Bewertung des Anbaus von KUP durch die Betriebsleiter

Variablen	n	Zukünftiger Anbau von KUP vorstellbar							
		„Ja“				„Nein“			
		M	MD	SD	n	M	MD	SD	n
Ø Anteil Ackerfläche zur LF in %	106	75,19**	77,42	19,10	63	85,86**	90,46	14,90	43
Ø Anteil Grünlandfläche zur LF in %	106	16,46*	10,00	18,25	63	9,76*	4,29	12,87	43
Ø Anzahl Arbeitskräfte	95	4,01*	2,00	8,31	56	1,98*	1,30	1,67	39

Erklärungen: Signifikanzniveaus: *p<0,05, **p<0,01 bei einem Kruskal-Wallis-Test auf unabhängige Stichproben nach der Variable KUP vorstellbar „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“
Abkürzungen: ha = Hektar, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, M = Mittelwert, MD = Median, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Eine gleiche Untersuchung hinsichtlich des Anbaus von Miscanthus zeigt, dass lediglich der Anteil der Ackerfläche für Betriebe, die sich den Anbau von Miscanthus vorstellen können, signifikant geringer ist, als bei den übrigen Betrieben. Zwischen den Mittelwerten der weiteren Merkmale gibt es keine signifikanten Unterschiede (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10. Ausgewählte sozioökonomische Variablen in Abhängigkeit von der Bewertung des Anbaus von Miscanthus durch die Betriebsleiter

Variablen	n	Zukünftiger Anbau von Miscanthus vorstellbar							
		„Ja“				„Nein“			
		M	MD	SD	n	M	MD	SD	n
Ø Anteil Ackerfläche zur LF in %	110	77,28*	80,00	18,94	64	85,11*	88,65	13,78	46
Ø Anteil Grünlandfläche zur LF in %	110	14,42	7,20	16,95	64	10,63	5,56	11,55	46
Ø Anzahl Arbeitskräfte	97	3,71	2,00	8,22	57	3,43	1,50	7,78	40

Erklärungen: Signifikanzniveau: *p<0,05 bei einem Kruskal-Wallis-Test auf unabhängige Stichproben nach der Variable Miscanthus vorstellbar „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“
Abkürzungen: ha = Hektar, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, M = Mittelwert, MD = Median, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Neben den bereits aufgezeigten Unterschieden in den betriebs- bzw. betriebsleiterbezogenen Merkmalen werden in Tabelle 11 und Tabelle 12 Unterschiede in den Mittelwerten der Ackerflächenanteile verschiedener Ackerkulturen untersucht. Bei Betriebsleitern, die sich vorstellen können in Zukunft KUP anzubauen, ist der Rapsflächenanteil an der Ackerfläche signifikant kleiner, als bei den übrigen Betrieben. Der Anteil der Silomaisfläche ist demgegenüber signifikant höher. Bei Miscanthus gibt es lediglich einen entsprechenden Unterschied hinsichtlich des Anteils der Sonnenblumenfläche an der Ackerfläche. Dieser Anteil ist bei den Betrieben, die sich einen Miscanthusanbau vorstellen können etwas geringer. Ansonsten gibt es hier keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten.

Tabelle 11. Durchschnittliche Anteile ausgewählter Kulturen an der Ackerfläche untergliedert nach der Bewertung des Anbaus von KUP durch die Betriebsleiter

Variablen	n	Zukünftiger Anbau von KUP vorstellbar							
		„Ja“				„Nein“			
		M	MD	SD	n	M	MD	SD	n
Ø Anteil Raps zur AF in %	104	5,32*	0,00	9,27	61	8,81*	6,67	10,06	43
Ø Anteil Silomais zur AF in %	104	10,39*	0,00	19,60	61	3,77*	0,00	11,51	43
Ø Anteil Sonnenblumen zur AF in %	104	0,21	0,00	1,63	61	0,08	0,00	0,51	43

Erklärungen: Signifikanzniveau: *p<0,05 bei einem Kruskal-Wallis-Test auf unabhängige Stichproben nach der Variable KUP vorstellbar „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“
Abkürzungen: AF = Ackerfläche, ha = Hektar, M = Mittelwert, MD = Median, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 12. Durchschnittliche Anteile ausgewählter Kulturen an der Ackerfläche untergliedert nach der Bewertung des Anbaus von Miscanthus durch die Betriebsleiter

Variablen	n	Zukünftiger Anbau von Miscanthus vorstellbar							
		„Ja“				„Nein“			
		M	MD	SD	n	M	MD	SD	n
Ø Anteil Raps zur AF in %	107	6,27	0,00	10,34	62	8,52	4,58	10,78	45
Ø Anteil Silomais zur AF in %	108	9,17	0,00	19,00	62	5,34	0,00	13,71	46
Ø Anteil Sonnen-blumen zur AF in %	108	0,00*	0,00	0,00	62	0,36*	0,00	1,58	46

Erklärungen: Signifikanzniveau: *p<0,05 bei einem Kruskal-Wallis-Test auf unabhängige Stichproben nach der Variable Miscanthus vorstellbar „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“
Abkürzungen: AF = Ackerfläche, ha = Hektar, M = Mittelwert, MD = Median, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Schließlich gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem zukünftig erwogenen Anbau von KUP und dem gegenwärtigen Anbau von pflanzlichen Substraten für Biogasanlagen (Cramer's V = 0,2320^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=105). Betriebsleiter, die sich den Anbau von Miscanthus nicht vorstellen können, sind zudem signifikant älter (Spearman's Roh: -0,1752^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=108).

4.3.3 Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus

In diesem Abschnitt werden die Befragungsergebnisse zur Einstellung der Betriebsleiter zum KUP- bzw. Miscanthusanbau dargestellt. Dabei werden die Antworten im Zusammenhang mit einer baldigen Hofübergabe, der Anbau von KUP und Miscanthus auf Grünland und die Anrechnung des KUP-Anbaus als öVf hervorgehoben. Bezüglich der Antworten erfolgt dabei jeweils die Untersuchung signifikanter Unterschiede in den Mittelwerten zwischen Landwirten, die sich den Anbau von KUP bzw. Miscanthus vorstellen können und den übrigen Landwirten. Dabei werden im Folgenden lediglich die Tatsachen bzw. Punkte aufgezeigt, bei welchen sich die Antworten signifikant voneinander unterscheiden. Alle Ergebnisse zu den Fragen zur Einstellung zum KUP- bzw. Miscanthusanbau sind zudem dem Anhang 6 zu entnehmen.

4.3.3.1 Gegenwärtiger Anbau und potenzielle Bereitschaft, KUP oder Miscanthus anzubauen

7,7 % von 117 Befragungsteilnehmern betreiben bereits eine KUP. Die durchschnittlich angegebene Flächengröße beträgt dabei 4,7 ha, wobei die Angaben von 0,2 – 20,0 ha reichen.

Von 107 der 108 Befragungsteilnehmer, die keine KUP betreiben, geben 59,8 % an, dass sie sich in naher Zukunft den Anbau einer KUP im eigenen Betrieb vorstellen können. 15,0 % lehnen dies mit der Antwort „nein“ klar ab und 25,2 % antworten mit „weiß nicht“. 81 der 91 Befragungsteilnehmer, die mit „ja“ oder „weiß nicht“ antworten geben an, dass die Flächengröße der potenziell angebauten KUP durchschnittlich maximal 5,2 ha betragen könnte, wobei die Angaben von 0,5 – 35,0 ha reichen. Der gewichtete Anteil der potenziell mit KUP be-

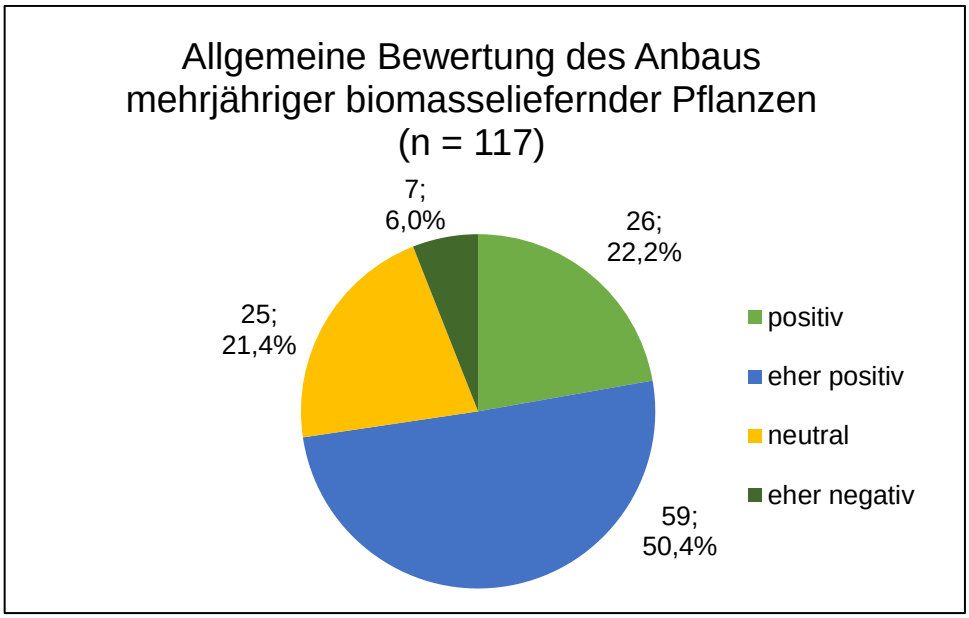
pflanzbaren Fläche zur gesamten LF dieser Betriebe beträgt hierbei durchschnittlich 15,0 % und reicht von 0,7 – 88,5 %. Am ehesten würde dafür auf Ackerflächen allgemein das Getreide (26 Nennungen) eingeschränkt werden bzw. Winterweizen (21 Nennungen) und Mais (18 Nennungen).

4,3 % von 117 Befragungsteilnehmern bewirtschaften bereits eine Miscanthusfläche. Hierbei beträgt die durchschnittliche genannte Flächengröße 1,2 ha, wobei die Angaben von 1,0 – 3,2 ha reichen.

Von 111 der 112 Befragungsteilnehmer, die keine Miscanthusfläche bewirtschaften, antworten 58,6 % auf die Frage, ob sie sich einen Anbau künftig vorstellen können, mit „ja“. 20,7 % können sich den Anbau von Miscanthus in naher Zukunft nicht vorstellen und weitere 20,7 % antworten mit „weiß nicht“. 81 der 88 Befragungsteilnehmer, die hier mit „ja“ oder „weiß nicht“ antworten, nennen eine potenzielle Miscanthusanbaufläche von durchschnittlich maximal 5,0 ha, wobei die Angaben hier ebenfalls von 0,5 – 35,0 ha reichen. 15,8 % beträgt hierbei der gewichtete durchschnittliche Anteil der potenziell mit Miscanthus bepflanzbaren Fläche zur gesamten LF dieser Betriebe. Die Angaben reichen ebenfalls von 0,7 – 88,5 %. Für den Miscanthusanbau würden auf Ackerflächen am ehesten die Kulturen Mais (26 Nennungen), allgemein Getreide (23 Nennungen) und Winterweizen (20 Nennungen) eingeschränkt werden.

4.3.3.2 Bewertung mehrjähriger Anbauverfahren durch die Landwirte

Die Mehrheit (insgesamt 72,6 %) sieht den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen als „positiv“ oder „eher positiv“ an (vgl. Abbildung 4).



Abkürzungen: n = Stichprobenumfang

Abbildung 4. Allgemeine Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen durch die befragten Landwirte
Quelle: eigene Ergebnisse

Signifikante Unterschiede in den Mittelwerten zeigen, dass Betriebsleiter, die sich den Anbau von KUP vorstellen können, bei dieser Frage am häufigsten mit „eher positiv“ und die übrigen Betriebsleiter mit „neutral“ antworten. Signifikante positive Zusammenhänge zeigen zudem, dass Betriebsleiter, die sich den zukünftigen Anbau von KUP (Spearman’s Rho = 0,4239***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=107) bzw. Miscanthus (Spearman’s Rho = 0,2779**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=111) vorstellen können, den Anbau mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen eher positiv bewerten, als die übrigen Betriebsleiter.

Des Weiteren bewerten 55,6 % von 117 Antwortenden den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als generell sinnvoll. 9,4 % verneinen diese Frage und 35,0 % antworten mit „weiß nicht“. Auch hier zeigen signifikante positive Zusammenhänge, dass Betriebsleiter, die sich den Anbau von KUP (Spearman’s Rho = 0,5558***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=107) bzw. Miscanthus (Spearman’s Rho = 0,3468***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=111) vorstellen können, den Anbau mehrjähriger Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb eher als sinnvoll bewerten, als die verbleibenden Betriebsleiter.

Mit 69,8 % ist die Mehrheit der antwortenden Betriebsleiter (n=116) bereits vor den Veranstaltungen über den Anbau von KUP und Miscanthus informiert gewesen.

4.3.3.3 Bewertung von Eigenschaften der Anbauverfahren KUP und Miscanthus

Die folgenden Punkte bewerten die Befragten bei einer Anbauentscheidung zu KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb als „eher wichtig“ oder „sehr wichtig“:

KUP-/Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit…

- …schlechtere Flächen besser zu nutzen (79,8 % von n=114)
- …Brachflächen besser zu verwerten (66,9 % von n=115)
- …zur zeitlich flexibleren Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen (52,1 % von n=115)
- …zur Verringerung des Risikos durch den Anbau weiterer Kulturen (46,5 % von n=116)
- …zur Herstellung von Biomasse für die innerbetriebliche Nutzung (41,0 % von n=117)
- …zur besseren Auslastung betrieblicher Kapazitäten (35,9 % von n=117).

Im Punkt „…zur zeitlich flexibleren Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen“ zeigen signifikante Unterschiede in den Mittelwerten, dass Betriebsleiter, die sich einen zukünftigen Anbau sowohl von KUP als auch von Miscanthus vorstellen können, am häufigsten mit jeweils „eher wichtig“ antworten. Die übrigen Betriebsleiter geben bei diesem Punkt am häufigsten „weder wichtig noch unwichtig“ an. Beim Punkt „…zur besseren Auslastung betrieblicher Kapazitäten“ antworten Betriebsleiter, die sich den KUP-Anbau zukünftig vorstellen können am häufigsten mit „weder wichtig noch unwichtig“ und die übrigen Betriebsleiter signifikant verschieden mit „eher unwichtig“. Zudem zeigen signifikante positive Zusammenhänge, dass Betriebsleiter, die sich den zukünftigen Anbau von KUP (Spearman’s

Rho = 0,2142*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=105) bzw. Miscanthus (Spearman's Rho = 0,3115***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=108) vorstellen können, den Punkt „…zur zeitlich flexibleren Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen" eher als wichtig empfinden, als die übrigen Betriebsleiter.

Als wichtige Tatsachen, die bei einer Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb eine Rolle spielen, nennen die befragten Landwirte zudem, dass

- es bisher kaum Vermarktungsmöglichkeiten gibt (84,5 % von n=116)
- die Kapital- und Flächenbindung ca. 20 Jahre und länger ist (74,2 % von n=116)
- eine Erschwernis durch bisher fehlende oder kaum vorhandene Technik zur Pflanzung und Ernte besteht (56,0 % von n=116)
- eine Anfangsinvestition notwendig ist (53,8 % von n=117)
- Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion vorherrscht (24,3 % von n=115).

Die nachstehenden Punkte sehen die Befragten bei einer Anbauentscheidung zu KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb als relevant an:

- Eine vertragliche Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut (88,0 % von n=117)
- Das Risiko aufgrund unsicherer Preise (77,6 % von n=116)
- Die Möglichkeit zur betrieblichen Einkommenssteigerung (70,9 % von n=117)
- Das Risiko aufgrund ungewisser Erträge (50,8 % von n=116).

Signifikante Unterscheide in den Mittelwerten zeigen, dass Betriebsleiter, die sich den Anbau von Miscanthus vorstellen können bezüglich der Punkte „vertragliche Abnahmegarantie" und „Risiko aufgrund ungewisser Erträge" am häufigsten mit „stimme voll und ganz zu" zur vertraglichen Abnahmegarantie und „stimme weder zu noch nicht zu" beim Ertragsrisiko antworten. Die den Anbau ausschließenden Betriebsleiter geben bei beiden genannten Punkten am häufigsten „stimme eher zu" an. Das Ertragsrisiko wird von den potenziellen Miscanthusanbauern somit geringer gewichtet, wobei die übrigen Betriebsleiter hier eher ein Risiko sehen. Des Weiteren zeigt ein signifikanter positiver Zusammenhang, dass Betriebsleiter, die sich den Anbau von Miscanthus vorstellen können, „eine vertragliche Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut" eher als relevant ansehen (Spearman's Rho = 0,2334*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=111), als die übrigen Betriebsleiter.

Bei den folgenden Gründen, die bei der Entscheidung, KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb anzubauen, eine Rolle spielen, ergeben sich unterschiedliche Zustimmungsraten (jeweils Anteile derer, die „eher" bzw. „voll und ganz" zustimmen):

- KUP / Miscanthus empfinde ich als ein besonders umweltfreundliches Anbauverfahren (71,8 % von n=117)
- Die Akzeptanz der Kollegen für das Anbauverfahren ist mir wichtig (19,6 % von n=117)

- Durch das Anbauverfahren entsteht eine nicht gewünschte Veränderung des Landschaftsbildes (17,9 % von n=117).

Auf den folgenden Flächen würden KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb angepflanzt werden (jeweils Anteil derer, die „eher“ oder „voll und ganz“ zustimmen):

- …eher auf vergleichsweise schlechteren Standorten (76,9 % von n=117)
- …(sofern erlaubt) eher auf Grünlandflächen (73,6 % von n=110)
- …eher auf ungünstig geformten Schlägen (68,8 % von n=117)
- …eher auf Waldrandflächen (68,5 % von n=111)
- …eher auf kleinen Schlägen (64,1 % von n=114)
- …eher auf entfernt gelegenen Flächen (54,8 % von n=115).

Die folgenden Aussagen, die bei einer Anbauentscheidung für KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb eine Rolle spielen, erfahren unterschiedlich hohe Zustimmungsquoten (jeweils Anteil derer, die „eher“ bzw. „voll und ganz“ zustimmen):

- Eine notwendige Zustimmung des Verpächters erschwert den Anbau von Miscanthus auf meinen Pachtflächen (57,9 % von n=114)
- Eine notwendige Zustimmung des Verpächters erschwert den Anbau von KUP auf meinen Pachtflächen (51,6 % von n=114)
- Aufgrund der kurzen Laufzeiten der Pachtverträge ist der Anbau von KUP / Miscanthus nicht möglich (46,1 % von n=115)
- Der hohe Anteil an drainierten Flächen auf meinem Betrieb erschwert den KUP-Anbau (21,6 % von n=111).

Hinsichtlich der Unmöglichkeit des Anbaus aufgrund kurzer Laufzeiten der Pachtverträge zeigen signifikante Unterschiede in den Mittelwerten, dass Betriebsleiter, die sich einen Anbau von sowohl KUP als auch Miscanthus vorstellen können am häufigsten mit „sehe ich neutral“ antworten und die übrigen Betriebsleiter mit „stimme eher zu“. Bei anbauwilligen Betrieben spielen kurze Laufzeiten von Pachtverträgen somit eine wichtige Rolle.

4.3.3.4 Anbau von KUP zur Anrechnung als ökologische Vorrangfläche

Von 114 Befragungsteilnehmern können sich 32,4 % vorstellen, KUP als öVf anzubauen und zum gegenwärtig geltenden Faktor von 0,3 ha öVf je ha KUP, anrechnen zu lassen. 47,4 % antworten mit „nein“ und 20,2 % mit „weiß nicht“. Bei einer Erhöhung des Anrechnungsfaktors würde der Anteil der Landwirte, welche KUP als öVf anrechnen lassen würden, auf 57,5 % (von n=113) ansteigen. 25,7 % geben in diesem Fall „weiß nicht“ an. Signifikante Unterschiede in den Mittelwerten zeigen, dass diejenigen Betriebsleiter, die sich einen Anbau von KUP vorstellen können am häufigsten bei dieser Frage mit „ja“ antworten. Zudem besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Idee, KUP als öVf (Spearman’s Rho = 0,2637**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=104) anzurechnen und der Befürwortung des KUP-Anbaus.

Der gewünschte höhere Anrechnungsfaktor sollte im Durchschnitt aller mit „ja“ bzw. „weiß nicht“ bei der vorherigen Frage antwortenden Betriebsleiter (63 Nennungen) bei 1,1 liegen, wobei Angaben zwischen 0,5 und 3,0 gemacht werden.

4.3.3.5 Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünland

Die befragten Landwirte aus der Stichprobe bewirtschaften durchschnittlich 7,7 ha Grünlandflächen (n=116). Im Verhältnis zur gesamten, von diesen Betrieben bewirtschafteten LF entspricht dies einem Anteil von 11,8 %. Im Durchschnitt der hierzu antwortenden Betriebe werden 2,2 ha als intensives Grünland und 5,3 ha extensiv genutzt (n=114).

Von 113 antwortenden Befragungsteilnehmern geben 71,7 % an, sich einen Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb vorstellen zu können. 20,3 % können sich dies nicht vorstellen und 8,0 % antworten mit „weiß nicht“. 73,6 % der Betriebsleiter würden KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen -sofern erlaubt- im eigenen Betrieb anpflanzen (Spearman’s Rho = 0,5422***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=107). Signifikante Unterschiede in den Mittelwerten zeigen dabei, dass Betriebsleiter, welchen der KUP- bzw. Miscanthusanbau zusagt am häufigsten auch mit „ja“ zum Anbau dieser Kulturen auf Grünlandflächen antworten, während die KUP bzw. Miscanthus ablehnenden Betriebsleiter am häufigsten mit „weiß nicht“ antworten.

Betriebsleiter, die sich den Anbau von KUP (Spearman’s Roh = 0,2382*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=103) als auch von Miscanthus (Spearman’s Roh = 0,1836^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=107) vorstellen können, können sich dies in der Regel auch für ihre Grünlandflächen vorstellen können. Des Weiteren bestehen signifikante positive Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb -falls künftig erlaubt- und der Möglichkeit, diese Verfahren auf Brachflächen anzubauen, um diese besser zu verwerten (Spearman’s Roh = 0,3128***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=111) sowie der Bewirtschaftung von extensivem Grünland (Cramer’s V = 0,2517*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=110). Betriebsleiter, die sich den Anbau auf Grünlandflächen vorstellen können, können sich dies mehrheitlich auch auf Brachflächen vorstellen. Je jünger ein Betriebsleiter ist, desto eher kann dieser sich den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen –falls künftig erlaubt- vorstellen (Spearman’s Rho = -0,1734^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=110). Je größer die Betriebe gemessen in ha LF, desto eher kann sich ein Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen –falls künftig erlaubt- vorgestellt werden, was durch einen signifikanten positiven Zusammenhang (Spearman’s Rho = 0,1684^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=112) untermauert wird. Die Vorstellung, KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb anzubauen, hängt signifikant positiv mit der Bewertung des Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen zusammen (Spearman’s Rho = 0,1820^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=113) ebenso wie mit der Tatsache, dass ein solcher Anbau auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll erachtet wird (Spearman’s Rho = 0,3631***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=113).

4.3.3.6 Bewertung des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus bei bevorstehender Hofübergabe

Von 116 Antwortenden geben 75,9 % an, dass eine baldige Hofübergabe oder Rente nicht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb spricht. 13,8 % der Befragungsteilnehmer beantworten diese Frage mit „ja“ und 10,3 % geben „weiß nicht“ an. Ein vergleichender Blick zur Frage der Regelung der Hofnachfolge unter Abschnitt 4.3.2 zeigt, dass hier bei 18 der 43 Landwirte, die 55 Jahre und älter sind, die Hofnachfolge nicht geklärt ist. Zwischen der geklärten Hofnachfolge und der Antwort, dass eine baldige Hofübergabe bzw. Rente nicht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus spricht, gibt es einen signifikanten positiven Zusammenhang (Cramer’s V = 0,3331**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=114).

Betriebsleiter, welche sich den KUP- bzw. Miscanthusanbau vorstellen können, antworten mit einem signifikanten Unterschied zu den übrigen Betriebsleitern, dass eine baldige Hofübergabe oder Rente nicht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb spricht. KUP bzw. Miscanthus ablehnende Betriebsleiter antworten am häufigsten mit „weiß nicht“. Bei Haupterwerbsbetrieben spricht eine baldige Hofübergabe bzw. Rentenantritt tendentiell nicht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus (Cramer’s V = 0,2132^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=115). Je älter ein Betriebsleiter (Spearman’s Rho = 0,3753***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=113) ist und je mehr Berufserfahrung (Spearman’s Rho = 0,3350***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=110) er hat, desto eher spricht eine baldige Hofübergabe gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb. Dies gilt auch, je kleiner der Betrieb (gemessen in ha LF) ist (Spearman’s Rho = -0,1937*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=115). Je eher eine baldige Hofübergabe gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb spricht, desto schlechter wird der Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen bewertet (Spearman’s Rho = -0,1763^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=116) und desto eher wird ein solcher Anbau auf dem eigenen Betrieb als nicht sinnvoll erachtet (Spearman’s Rho = -0,2871**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=116).

4.3.3.7 Kooperationen oder Partner bei Beschaffung, Absatz und Dienstleistungen

Zu folgenden möglichen Partnern bei Beschaffung, Absatz und Dienstleistungen im Zusammenhang mit den Anbauverfahren KUP und Miscanthus sind die Teilnehmer momentan informiert:

- Dienstleistung Ernte und Transport (29,9 %, von n=117)
- Dienstleistung Pflanzung (18,0 % von n=117)
- Beschaffung des Pflanzguts (17,1 % von n=117)
- Abnehmer für das Erntegut (15,4 % von n=117)
- Infonetzwerke zu KUP / Miscanthus (14,5 % von n=117).

Die überwiegende Mehrheit (50,4 % von n=117) besitzt jedoch keinerlei Informationen über entsprechende potenzielle Partner.

Falls bereits in KUP bzw. Miscanthus investiert wurde oder geplant wird zu investieren, wünschen sich von 117 Befragungsteilnehmern 109 (93,2 %) Kooperationen, die im Zusammenhang mit diesen Anbauverfahren stehen und zwar in den folgenden Bereichen:

- Zwischen Erntegut-Abnehmer und Landwirt (86,2 % von n=109)
- Maschinenkooperation (Pflanzung / Ernte) (74,3 % von n=109)
- In der Beschaffung (der Stecklinge / Rhizome) (62,4 % von n=109)
- Erzeugergemeinschaften unter KUP- / Miscanthus-Produzenten (57,8 % von n=109).

4.3.4 Risikoeinstellung

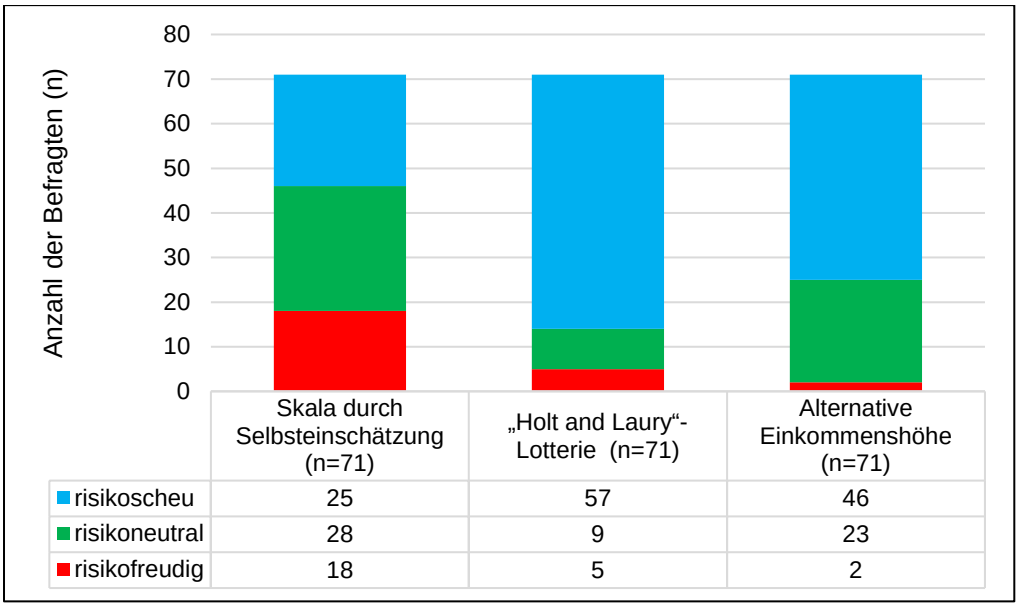
In Tabelle 13 sind die Ergebnisse zur Risikoeinstellung mittels Selbsteinschätzung (Skala), „Holt and Laury"-Lotterie und Angabe einer alternativen Einkommenshöhe (näheres im Fragebogen in Anhang 6), welche bei der Wahl der ungünstigeren Alternative, die zu 50 % 10.000 € erbringt, zu 50 % mindestens ausgezahlt werden müsste, damit auf das zu 100 % sichere Einkommen von 15.000 € verzichtet würde, dargestellt. Dem Abschnitt 4.2.8 sind die zur Ermittlung der Risikoeinstellung erklärten methodischen Grundlagen zu entnehmen.

Tabelle 13. Ergebnisse der drei Methoden zur Ermittlung der Risikoeinstellung

Ermittlung der Risikoeinstellung mittels	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Selbsteinschätzung durch Skala	110	4,14	4,00	1,39	1,00	9,00
„Holt and Laury"-Lotterie	86	6,00	6,00	1,88	1,00	10,00
Angabe einer alternativen Einkommenshöhe in €, damit die unsichere Alternative gewählt würde	94	25.851,06	25.000,00	14.375,87	17.000,00	150.000,00

Erklärung: 1=äußerst risikofreudig, 2=sehr risikofreudig, 3=risikofreudig, 4=risikoneutral, 5=geringfügig risikoscheu, 6=risikoscheu, 7=sehr risikoscheu, 8=äußerst risikoscheu, 9-10=es wird gar kein Risiko eingegangen
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie sich die Befragungsteilnehmer anhand ihren Antworten bei den Fragen zur Risikoeinstellung jeweils in die drei Risikokategorien „risikofreudig", „risikoneutral" und „risikoscheu" aufteilen. Hierbei werden nur die Daten derjenigen Teilnehmer ausgewertet und dargestellt, die bei allen drei Fragen zur Erhebung der Risikoeinstellung eine Antwort gegeben haben. Dabei ergibt sich bei dieser gruppierten Auswertung der Risikotypen ein Mittelwert der Risikoeinstellung anhand einer Skala durch Selbsteinschätzung von 4,5, was auf den Wert 5 aufgerundet wird und auf der Skala nach Holt and Laury (2002) „geringfügig risikoscheu" bedeutet. Der durchschnittliche Wert, der hier aus der „Holt and Laury"-Lotterie ermittelt wird, beträgt 6 und entspricht der Risikoeinstellung „risikoscheu". Bei der Nennung der alternativen Einkommenshöhe ergibt sich ein Mittelwert von 26.140,85 €, was der allgemeinen Risikokategorie „risikoscheu" zugerechnet wird. Im Durchschnitt aller Befragten kann somit für alle drei Verfahren zur Ermittlung der Risikoeinstellung eine Tendenz in Richtung Risikoscheu ausgemacht werden. Die Selbsteinschätzung erfolgt dabei im Durchschnitt geringer Risikoscheu, als die in der „Holt and Laury"-Lotterie ermittelte Risikoeinstellung. Der nachstehenden Abbildung 5 sind die Häufigkeiten der Risikokategorien für das jeweilige Verfahren zur Ermittlung der Risikoeinstellung zu entnehmen.



Erklärung: risikofreudig umfasst die Nennungen zu 1=äußerst risikofreudig, 2=sehr risikofreudig, 3=risikofreudig bzw. alle Nennungen unter 20.000€ bei der Frage zur alternativen Einkommenshöhe; risikoneutral umfasst die Nennungen zu 4=risikoneutral bzw. alle Nennungen von genau 20.000€ bei der Frage zur alternativen Einkommenshöhe; risikoscheu umfasst die Nennungen zu 5=geringfügig risikoscheu, 6=risikoscheu, 7=sehr risikoscheu, 8=äußerst risikoscheu, 9-10=es wird gar kein Risiko eingegangen bzw. alle Nennungen über 20.000€ bei der Frage zur alternativen Einkommenshöhe
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang

Abbildung 5. Vergleichende Darstellung der Antworthäufigkeiten der Befragten nach Verfahren zur Erhebung der Risikoeinstellung
Quelle: eigene Ergebnisse

Signifikante Unterschiede in den Mittelwerten der Antworten derjenigen Betriebsleiter, die sich einen Anbau von KUP bzw. Miscanthus vorstellen können und den anderen Betrieben zeigen, dass erstere bei der Ermittlung der Risikoeinstellung anhand der Skala durch Selbsteinschätzung die durchschnittliche Risikoeinstellung „risikoneutral“ (gerundet 4) aufzeigen. KUP bzw. Miscanthus ablehnende Betriebsleiter hingegen zeigen im Durchschnitt eine Risikoeinstellung von gerundet 5, was „geringfügig risikoscheu“ bedeutet.

Zudem gibt es signifikante negative Zusammenhänge zwischen einem vorstellbaren Anbau von KUP (Spearman’s Rho = -0,2245*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=101) bzw. Miscanthus (Spearman’s Rho = -0,2156*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=104) und der Risikoeinstellung durch Selbsteinschätzung. Zwischen dem Verfahren zur Messung der Risikoeinstellung durch Selbsteinschätzung anhand einer Skala und der „Holt and Laury“-Lotterie selbst, besteht erwartungsgemäß ein signifikanter positiver Zusammenhang (Spearman’s Rho = 0,3899***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=83), ebenso wie zum Verfahren der Angabe der alternativen Einkommenshöhe (Spearman’s Rho = 0,2320*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=90). Zu betriebs- oder betriebsleiterbezogenen Eigenschaften bestehen keine signifikanten Zusammenhänge.

Die vollständigen Ergebnisse der Analysen der Zusammenhänge und Mittelwertunterschiede sind dem Anhang 6 zu entnehmen.

4.3.5 Auswertung des Discrete Choice Experiments

Insgesamt wurden 1.404 Choice-Beobachtungen erhoben, wovon 1.332 tatsächlich genutzt werden konnten, da sechs Befragungsteilnehmer[9] das Discrete Choice-Experiment nicht vollständig ausgefüllt haben. Die Nutzenspezifikation des Modells ohne Interaktionsterme wird für alle drei Entscheidungsalternativen wie folgt definiert:

$$U_{Statusquo} = \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \varepsilon_{Statusquo} \quad (13)$$

$$U_{KUP} = \beta_{KUP} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{KUP} \quad (14)$$

$$U_{Misc} = \beta_{Misc} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{Misc} \quad (15)$$

Erklärung:

U.	=	*Nutzen*
Statusquo	=	*Alternative Status quo = gewöhnliche Fruchtfolge*
KUP	=	*Alternative Kurzumtriebsplantage*
Misc	=	*Alternative Miscanthus*
β.	=	*Nutzenparameter der jeweiligen Variable*
x.	=	*Ausprägung der jeweiligen Variable*
DB	=	*Variable Deckungsbeitrag*
SDB	=	*Variable Schwankungen des Deckungsbeitrags*
IB	=	*Variable Investitionssumme zu Beginn*
AG	=	*Variable Abnahmegarantie des Ernteguts*
BK	=	*Variable „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen bereits KUP/Miscanthus an“*
ε	=	*unerklärte Komponente*

Um Unterschiede in den Präferenzen hinsichtlich des Anbaus von zum einen KUP und zum anderen Miscanthus zu erfassen, wird in die jeweilige Nutzenfunktion eine alternativenspezifische Konstante (ASC) mit aufgenommen. Für diese beiden ASC‘s werden zwei binäre Variablen generiert, die für KUP oder Miscanthus jeweils den Wert Eins annehmen und für die jeweils andere mehrjährige Anbaualternative und die Status-quo-Alternative den Wert Null. Es werden jeweils Random Parameter Logit-Modelle geschätzt (vgl. Abschnitt 4.2.2), bei welchen Normalverteilungen der Nutzenparameter angenommen werden. Alle Nutzenparameter der Attribute sowie die ASC werden zunächst als zufällig angenommen, da für die Befragten heterogene Präferenzen bezüglich der Attribute sowie auch der Alternativen anzunehmen sind (Hensher et al., 2015).

Darüber hinaus wird zu jedem Random Parameter Logit-Modell ein weiteres Modell geschätzt, im welchem der geschätzte Nutzenparameter für den Parameter durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag fixiert wird. Mit Hilfe dieses „fixierten Attributs“, welches jeweils das erwartete positive Vorzeichen zeigt, lassen sich die durchschnittlichen (marginalen) Kompensationszahlungen (sog. WTA) für die Attribute und ihre Standardabweichungen schätzen. Dabei sollten die geschätzten Koeffizienten der Attribute statistisch signifikant von Null verschieden sein (Hensher et al., 2015). Bei der Interpretation der Schätzergebnisse wird im späteren Verlauf stets auf die Modelle mit dem fixierten Parameter Bezug genommen. Diese Modelle werden zur Vereinfachung im weiteren Verlauf als „Modelle mit fixiertem Kostenparameter“ genannt.

[9] Da jede der 6 Personen mit je 12 Entscheidungssituationen konfrontiert war, fehlen daher 72 Beobachtungen.

Des Weiteren werden zur Überprüfung der Hypothesen in den Abschnitten 4.3.5.3 bis 4.3.5.5 weitere Variablen (Kovariaten) wie bspw. Alter der Betriebsleiter oder Betriebsgröße in die Modelle mitaufgenommen. Diese gehen als Interaktionsterme mit einem ausgewählten Attribut in die Modelle mit ein und werden vor der Darstellung des jeweiligen Modells im Einzelnen erklärt.

Die Simulationen zur Schätzung der Wahrscheinlichkeiten P_{ih} werden jeweils mit 100 Halton-Ziehungen durchgeführt (Train, 2009).

Alle im Folgenden geschätzten Modelle sind statistisch signifikant und zeigen eine hohe Modellanpassungsgüte. Die McFadden Pseudo-R^2 zur Messung der Modellanpassungsgüte liegen bei den im Folgenden dargestellten Modellen zwischen 0,43 bis 0,53.

Die Alternativen „gewöhnliche Fruchtfolge“, „KUP“ bzw. „Miscanthus“ wurden mit Häufigkeiten von 43,2 %, 24,0 % bzw. 32,8 % von den Befragungsteilnehmern gewählt.

4.3.5.1 Random Parameter Logit-Modell ohne Interaktionsterme

Für dieses Modell gilt die zuvor in Abschnitt 4.3.5 definierte Nutzenspezifikation. Mit dem hier dargestellten Modell werden die *Hypothesen 1* (vgl. Abschnitt 4.2.3) überprüft. Tabelle 14 sind die geschätzten Koeffizienten des Random Parameter Logit-Modells ohne Interaktionsterme sowie einige Teststatistiken zu entnehmen. Die Berechnung der WTA’s erfolgt entsprechend der Formel 9 wie in Abschnitt 4.2.2 vorgestellt.

Tabelle 14. Ergebnisse des Random Parameter Logit-Modells ohne Interaktionsterme und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA)

Variablen		Modell, in dem alle Parameter zufällig sind	Modell mit fixiertem Kostenparameter, alle übrigen Parameter sind zufällig	
		Koeffizient [a] (Standardfehler)	Koeffizient [a] (Standardfehler)	WTA in €
ASC KUP	M	-2,53690*** (0,57625)	-4,20930*** (0,61960)	[f] 458,53***
	SD	2,42340*** (0,59105)	4,22981*** (0,60875)	460,76***
ASC Miscanthus	M	-1,55491* (0,63327)	-3,71139*** (0,69186)	[f] 404,29***
	SD	2,91993*** (0,45060)	4,89963*** (0,56017)	533,73***
Durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag (€/ha und Jahr) [e]	M	0,00869*** (0,00074)	0,00918*** (0,00070)	-1,00***
	SD	0,00319*** (0,00064)	fixierter Parameter	
Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags (€/ha und Jahr) [e]	M	-0,00409*** (0,00078)	-0,00280*** (0,00068)	0,31***
	SD	0,00403*** (0,00075)	0,00342*** (0,00081)	0,37***
Investitionssumme zu Beginn (€/ha) [e]	M	-0,00070*** (0,00009)	-0,00041*** (0,00008)	0,04***
	SD	0,00058*** (0,00006)	0,00057*** (0,00006)	0,06***
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	M	3,90846*** (0,36252)	3,88895*** (0,36334)	-423,63***
	SD	3,12722*** (0,28119)	2,99924*** (0,32108)	326,71***
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an	M	0,94565*** (0,25603)	1,13114*** (0,22302)	-123,22***
	SD	1,21864*** (0,21927)	0,64593* (0,27784)	70,36*
Log-likelihood (LL) Funktion		-742,33151	-771,81385	
McFadden pseudo-R^2 [b]		0,4795892	0,4589206	
LRT χ^2 (FG) [b, c]		1368,20418*** (35)	1309,2395*** (28)	
AIC/N [d]		1,167	1,201	

Erklärungen: [a] Signifikanzniveaus: *p<0,05, ***p<0,001; [b] basierend auf einer Log-likelihood-Funktion eines Modells mit Auswahlwahrscheinlichkeiten, die den beobachteten Auswahlhäufigkeiten entsprechen; [c] LRT = Likelihood Ratio Test, FG = Freiheitsgrade; [d] AIC = Akaike Information Criterion, N = Stichprobenumfang (= 1332 Auswahlentscheidungen); [e] Einheit der Attributlevel, nicht der Beta-Werte bzw. WTA-Werte; [f] Zusätzlich zu den Opportunitätskosten der Fläche durchschnittliche erwartete Kompensationszahlung bei einer Investitionssumme von Null €

Abkürzungen: ASC = alternativen-spezifische Konstante, ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantagen, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, WTA = Willingness to Accept (entsprechend Formel 9 in Abschnitt 4.2.2)

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Die Mittelwerte aller geschätzten Parameter sind signifikant mit den jeweils erwarteten Vorzeichen, wenn auch auf unterschiedlichen Signifikanzniveaus. Daher können die Hypothesen 1.a) bis 1.e) (vgl. Abschnitt 4.2.3) beibehalten werden. Da auch die Standardabweichungen der Teilnutzenparameter signifikant sind, scheint deren Schätzung als zufallsverteilte Variablen adäquat und somit auch das Vorgehen, Random Parameter Logit-Modelle zur Auswertung des Choice-Experiments zu verwenden (Hensher und Greene, 2003).

Die ASC's zeigen negative Teilnutzenparameter. Dies bedeutet, dass ein Anbau der mehrjährigen Verfahren *c. p.* den Nutzen der meisten Befragten reduziert. Die Anbaualternative KUP wird dabei schlechter bewertet, als die Anbaualternative Miscanthus. Damit eine KUP bzw. Miscanthus von den Befragungsteilnehmern angebaut wird, müssten diese Verfahren

c. p. durchschnittlich 459 €/ha und Jahr bzw. 404 €/ha und Jahr an zusätzlichem Deckungsbeitrag erbringen. Anders ausgedrückt handelt es sich hierbei um die durchschnittliche Höhe der Kompensationszahlungen, die zusätzlich zum mit einer gewöhnlichen Fruchtfolge erwirtschaftbaren Deckungsbeitrag erzielt werden müssten, damit die Verfahren von den befragten Landwirten gewählt würden.

Damit eine um Einen Euro höhere Schwankung der Deckungsbeiträge akzeptiert wird, wird *c. p.* eine Kompensationszahlung von 0,31 €/ha und Jahr verlangt. Eine um einen Euro höhere Investitionssumme je ha, würde mit einer durchschnittlichen *c. p.* Kompensationszahlung von 0,04 €/ha akzeptiert werden.

Die Attribute „Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit“ und „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an“ haben den Teilhypothesen entsprechend positive Teilnutzenparameter. Die Zahlungsbereitschaften dieser Attribute zeigen demzufolge negative Vorzeichen. Dies bedeutet, dass sich im Falle eines bestehenden Abnahmevertrags für das Erntegut die durchschnittliche WTA *c. p*. um 424 €/ha und Jahr reduzieren würde. Diese Tatsache weist auf eine Möglichkeit hin, Landwirte mit geringeren monetären Anreizen zu einem Anbau von KUP bzw. Miscanthus zu bewegen. Für den Miscanthusanbau mit einer durchschnittlichen WTA von 404 €/ha und Jahr bedeutet dies zudem, dass es auch Landwirte gibt, die bei Vorhandensein eines Abnahmevertrags *c. p.* bereit wären, Geld für den Anbau von Miscanthus zu bezahlen. Zudem würde eine Reduktion des Deckungsbeitrags um *c. p.* durchschnittlich 123 €/ha und Jahr akzeptiert werden, wenn Berufskollegen in der näheren Umgebung bereits KUP bzw. Miscanthus anbauen würden.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die *Hypothesen 1* beibehalten werden, da alle Teilnutzenparameter die erwarteten Vorzeichen aufweisen und signifikant sind. Die Standardabweichungen der geschätzten Parameter (inkl. der Kompensationszahlungen), die die Schwankungen um die geschätzten Mittelwerte aufzeigen, sind alle statistisch signifikant von Null verschieden. Dies weist auf eine signifikant große Spanne in der Nutzenwahrnehmung der Antwortenden bezüglich der hier dargestellten Attributen der Alternativen und somit den ermittelten Zahlungsbereitschaften hin.

4.3.5.2 Random Parameter Logit-Modell mit einer ASC ohne Interaktionsterme

Die errechneten Kompensationszahlungen für die beiden Anbauverfahren KUP und Miscanthus (siehe ASC’s in Tabelle 14) sind in ihrer Höhe sehr ähnlich. Deshalb wird angenommen, dass die Befragungsteilnehmer diese beiden mehrjährigen Anbauverfahren gleich bewerten. Hierzu wird in die Modellschätzung durch das Einbringen einer Restriktion (H_0: $\beta_{KUP} = \beta_{Miscanthus}$) mit Hilfe des Wald-Tests geprüft, ob die ASC‘s gleich sind (Hensher et al., 2015). Bei einem p-Wert von 0,5541, wird die Nullhypothese beibehalten wonach die beiden Alternativen KUP und Miscanthus von den Befragungsteilnehmern im Durchschnitt nicht verschieden bewertet werden (vgl. *Hypothese 2* in Abschnitt 4.2.3). Aufgrund dessen wird das folgende Modell mit nur einer ASC für den Lignozelluloseanbau geschätzt. Alle übrigen Modellannahmen werden beibehalten. Für dieses Modell gilt somit die folgende Nutzenspezifikation:

$$U_{Statusquo} = \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \varepsilon_{Statusquo} \quad (16)$$

$$U_{KUP} = \beta_{Ligno} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{Ligno} \quad (17)$$

$$U_{Misc} = \beta_{Ligno} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{Ligno} \quad (18)$$

Erklärung:

U.	=	*Nutzen*
Statusquo	=	*Alternative Status quo = gewöhnliche Fruchtfolge*
Ligno	=	*Alternative Lignozelluloseanbau*
β.	=	*Nutzenparameter der jeweiligen Variable*
x.	=	*Ausprägung der jeweiligen Variable*
DB	=	*Variable Deckungsbeitrag*
SDB	=	*Variable Schwankungen des Deckungsbeitrags*
IB	=	*Variable Investitionssumme zu Beginn*
AG	=	*Variable Abnahmegarantie des Ernteguts*
BK	=	*Variable „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen bereits KUP/Miscanthus an“*
ε	=	*unerklärte Komponente*

Tabelle 15 sind die geschätzten Koeffizienten des entsprechenden Random Parameter Logit-Modells sowie einige Teststatistiken zu entnehmen.

Tabelle 15. Ergebnisse des Random Parameter Logit-Modells mit einer ASC ohne Interaktionsterme und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA)

Variablen		Modell, in dem alle Parameter zufällig sind	Modell mit fixiertem Kostenparameter, alle übrigen Parameter sind zufällig	
		Koeffizient [a] (Standardfehler)	Koeffizient [a] (Standardfehler)	WTA in €
ASC Lignozelluloseanbau	M	-4,52608*** (0,79666)	-3,32188*** (0,52299)	[f] 455,05***
	SD	4,05073*** (0,84605)	2,78533*** (0,39843)	381,55***
Durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag (€/ha und Jahr) [e]	M	0,00955*** (0,00096)	0,00730*** (0,00053)	-1,00***
	SD	0,00595*** (0,00089)	fixierter Parameter	
Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags (€/ha und Jahr) [e]	M	-0,00095 (0,00062)	-0,00163** (0,00054)	0,22**
	SD	0,00143* (0,00066)	0,00216** (0,00082)	0,30**
Investitionssumme zu Beginn (€/ha) [e]	M	-0,00033*** (0,00007)	-0,00031*** (0,00006)	0,04***
	SD	0,00018** (0,00006)	0,00031*** (0,00005)	0,04***
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	M	3,48676*** (0,33986)	3,13617*** (0,30381)	-429,61***
	SD	2,29735*** (0,30848)	2,04093*** (0,28028)	279,58***
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an	M	0,97362*** (0,19699)	0,94777*** (0,18456)	-129,83***
	SD	0,74028*** (0,21165)	0,55858** (0,20219)	76,52**
Log-likelihood (LL) Funktion		-791,78475	-818,64118	
McFadden pseudo-R^2 [b]		0,4449200	0,4260923	
LRT χ^2 (FG) [b), c]		1269,2977*** (27)	1215,58484*** (21)	
AIC/N [d]		1,229	1,261	

Erklärungen: [a] Signifikanzniveaus: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [b] basierend auf einer Log-likelihood-Funktion eines Modells mit Auswahlwahrscheinlichkeiten, die den beobachteten Auswahlhäufigkeiten entsprechen; [c] LRT = Likelihood Ratio Test, FG = Freiheitsgrade, [d] AIC = Akaike Information Criterion, N = Stichprobenumfang (= 1332 Auswahlentscheidungen); [e] Einheit der Attributlevel, nicht der Beta-Werte bzw. WTA-Werte; [f] Zusätzlich zu den Opportunitätskosten der Fläche durchschnittliche erwartete Kompensationszahlung bei einer Investitionssumme von Null €

Abkürzungen: ASC = alternativen-spezifische Konstante, ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantagen, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, WTA = Willingness to Accept (entsprechend der Formel 9 in Abschnitt 4.2.2)

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Die ASC für den Lignozelluloseanbau ist signifikant negativ. Damit lignozelluloseerzeugende Verfahren von den Befragungsteilnehmern gewählt werden, müsste *c. p.* eine Kompensationszahlung von durchschnittlich 455 €/ha geleistet werden. Damit liegt dieser Wert zwischen den ermittelten Kompensationszahlungen für die einzelnen Alternativen KUP und Miscanthus (siehe Tabelle 14). Die zuvor geschätzten Modelle mit zwei ASC‘s zeigen im Vergleich jedoch jeweils eine bessere Modellanpassungsgüte (niedrigeres AIC), weshalb alle weiteren Modellschätzungen mit zwei ASC‘s durchgeführt werden.

4.3.5.3 Erstes Random Parameter Logit-Modell mit betriebsbezogenen Interaktionstermen

Zur Prüfung der Hypothesen 3 bis 6 (vgl. Abschnitt 4.2.3) werden in das Modell ohne Interaktionsterme die Kovariaten „Risikoeinstellung“, „Betriebsgröße“, „Betriebsform“ und „Pachtflächenanteil“ als Interaktionsterme mit aufgenommen.

Die Kovariate „Risikoeinstellung“ fließt als kategorial skalierte Variable in das Modell mit ein. Diese wurde für jeden Teilnehmer mit Hilfe der „Holt and Laury“-Lotterie bestimmt (Skala von 1 = „äußerst risikofreudig“ bis 10 = „es wird gar kein Risiko eingegangen“; Stichprobenmittelwert ist 6 = „risikoscheu“; zur „Holt and Laury“-Lotterie vgl. Abschnitt 4.2.8.1 und Abschnitt 4.3.4). Die metrische Kovariate „Betriebsgröße“ (gemessen in LF je ha) wurde für die nachfolgende Modellschätzung in eine kategorial skalierte Variable mit sechs Gruppen (in ha: LF <10 → 1, 10-19 → 2, 20-29 → 3, 30-49 → 4, 50-99 → 5, ≥100 → 6; Stichprobenmittelwert ist 65,3 ha → Größenklasse 5) umkodiert. Bei der Kovariate „Betriebsform“ handelt es sich um eine Dummyvariable, die den Wert Eins annimmt, wenn der befragte Betrieb im Haupterwerb bewirtschaftet wird und den Wert Null, wenn der Betrieb im Nebenerwerb geführt wird. Beim Pachtflächenanteil (in Prozent) handelt es sich um eine metrische Variable, die aus dem Verhältnis der zwei metrischen Variablen LF in ha und der Pachtfläche in ha berechnet wurde. Für die hier durchgeführte Analyse wurde diese metrische Variable gleichfalls in eine kategorial skalierte Variable „Pachtflächenanteil“ mit fünf Gruppen (in Prozent: Anteil ≤19 → 1, 20-39 → 2, 40-59 → 3, 60-79 → 4, 80-100 → 5; Stichprobenmittelwert ist 50,1 % → Größenklasse 3) umkodiert.

Im nachfolgend präsentierten Modell sind nur die Kovariaten „Risikoeinstellung“, „Betriebsgröße“ und „Pachtflächenanteil“ enthalten, da dies das Modell mit dem geringsten AIC-Wert darstellt. Für dieses Modell wird die folgende Nutzenspezifikation definiert:

$$U_{Statusquo} = \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \varepsilon_{Statusquo} \quad (19)$$

$$U_{KUP} = \beta_{KUP} + \beta_{LF,KUP} * x_{LF,KUP} + \beta_{P,KUP} * x_{P,KUP} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{R} * x_{R} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{KUP} \quad (20)$$

$$U_{Misc} = \beta_{Misc} + \beta_{LF,Misc} * x_{LF,Misc} + \beta_{P,Misc} * x_{P,Misc} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{R} * x_{R} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{Misc} \quad (21)$$

Erklärung:

U.	=	*Nutzen*
Statusquo	=	*Alternative Status quo = gewöhnliche Fruchtfolge*
KUP	=	*Alternative Kurzumtriebsplantage*
Misc	=	*Alternative Miscanthus*
β.	=	*Nutzenparameter der jeweiligen Variable*
x.	=	*Ausprägung der jeweiligen Variable*
DB	=	*Variable Deckungsbeitrag*
SDB	=	*Variable Schwankungen des Deckungsbeitrags*
IB	=	*Variable Investitionssumme zu Beginn*
AG	=	*Variable Abnahmegarantie des Ernteguts*
BK	=	*Variable „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen bereits KUP/Miscanthus an“*
R	=	*Kovariate Risiko*
LF	=	*Kovariate Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in Hektar*
P	=	*Kovariate Pachtflächenanteil in %*
ε	=	*unerklärte Komponente*

Zuvor wird im Hinblick auf die *Hypothesen 5* geprüft, ob den Nebenerwerbsbetrieben in der hier untersuchten Stichprobe tatsächlich durchschnittlich weniger Arbeitskräfte je Betrieb und Jahr zur Verfügung stehen. Wie der Tabelle 16 zu entnehmen ist, kann diese Annahme bestätigt werden. Da jedoch kein signifikanter Teilnutzenparameter eines Interaktionsterms mit der Kovariate „Haupt- oder Nebenerwerb" gefunden wurde, werden die *Hypothesen 5*, wonach der Nutzen aus mehrjährigen Kulturen von der Erwerbsform abhängt, verworfen. Die entsprechende Kovariate ist im dargestellten Modell (vgl. Gleichungen (19) – (21)) daher nicht enthalten.

Tabelle 16. Durchschnittlicher Arbeitskräftebesatz untergliedert nach Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben

Betriebsform	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Haupterwerb	58	5,26***	2,90	10,07	0,00	62,00
Nebenerwerb	45	1,45***	1,00	0,98	0,00	4,50

Erklärung: Signifikanzniveau: ***p<0,001 bei einem Kruskal-Wallis-Test auf unabhängige Stichproben nach der Variable Haupt- bzw. Nebenerwerb
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet, n = 103

Tabelle 17 zeigt die geschätzten Koeffizienten des ausgewählten ersten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen sowie einige Teststatistiken.

Tabelle 17. Ergebnisse des ersten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA)

Variablen		Modell, in dem alle Parameter zufällig sind	Modell mit fixiertem Kostenparameter, alle übrigen Parameter sind zufällig	
		Koeffizient [a] (Standardfehler)	Koeffizient [a] (Standardfehler)	WTA in €
ASC KUP	M	1,35875 (1,17704)	-3,15763** (1,14630)	320,57**
	SD	3,08332*** (0,82506)	3,57531*** (0,66683)	362,98***
x Betriebsgröße (Größenklassen in ha LF) [e]	M	-0,99451*** (0,27810)	-0,41454+ (0,23640)	42,09+
x Pachtflächenanteil (Größenklassen in %) [f]	M	0,03607 (0,22438)	0,28121 (0,25326)	-28,55
ASC Miscanthus	M	1,09570 (1,04196)	-2,35822* (1,02698)	239,41*
	SD	2,62164*** (0,67242)	4,43677*** (0,58533)	450,43***
x Betriebsgröße (Größenklassen in ha LF) [e]	M	-0,75039*** (0,20689)	-0,32702 (0,21782)	33,20
x Pachtflächenanteil (Größenklassen in %) [f]	M	0,00367 (0,17018)	0,15251 (0,20127)	-15,48
Durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag (€/ha und Jahr) [h]	M	0,01035*** (0,00111)	0,00985*** (0,00095)	-1,00***
	SD	0,00470*** (0,00069)	fixierter Parameter	
Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags (€/ha und Jahr) [h]	M	-0,00416*** (0,00100)	-0,00303*** (0,00081)	0,31***
	SD	0,00403*** (0,00101)	0,00147* (0,00067)	0,15*
Investitionssumme zu Beginn (€/ha) [h]	M	-0,00029* (0,00015)	-0,00008 (0,00015)	0,01
	SD	0,00058*** (0,00008)	0,00055*** (0,00007)	0,06***
x Risikoeinstellung [g]	M	-0,00008*** (0,00002)	-0,00009*** (0,00003)	0,01***
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	M	4,15071*** (0,56258)	4,09221*** (0,51916)	-415,45***
	SD	2,96748*** (0,34908)	2,77199*** (0,58932)	281,42***
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an	M	0,89947** (0,30852)	1,13769*** (0,29834)	-115,50***
	SD	1,57164*** (0,34091)	1,33275*** (0,33543)	135,30***
Log-likelihood (LL) Funktion		-523,61130	-548,30473	
McFadden pseudo-R^2 [b]		0,5115667	0,4885323	
LRT χ^2 (FG) [b, c]		1096,8218*** (40)	1047,43494*** (33)	
AIC/N [d]		1,118	1,153	

Erklärungen: [a] Signifikanzniveaus: +p<0,1, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [b] basierend auf einer Log-likelihood-Funktion eines Modells mit Auswahlwahrscheinlichkeiten, die den beobachteten Auswahlhäufigkeiten entsprechen; [c] LRT = Likelihood Ratio Test, FG = Freiheitsgrade, [d] AIC = Akaike Information Criterion, N = Stichprobenumfang (= 1008 Auswahlentscheidungen); [e] Betriebsgrößenklassen in ha: LF <10 → 1, 10-19 → 2, 20-29 → 3, 30-49 → 4, 50-99 → 5, ≥100 → 6; [f] Pachtflächenanteil Klassen: <20 % → 1, 20-39 % → 2, 40-59 % → 3, 60-79 % → 4, 80-100 % → 5; [g] Risikoeinstellung erfasst mithilfe der „Holt and Laury"-Lotterie; [h] Einheit der Attributlevel, nicht der Beta-Werte bzw. WTA-Werte

Abkürzungen: ASC = alternativen-spezifische Konstante, ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantagen, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, WTA = Willingness to Accept (entsprechend Formel 9 in Abschnitt 4.2.2)

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Im Modell mit fixiertem Kostenparameter zeigen die Teilnutzenparameter der beiden Interaktionsterme mit der ASC von Miscanthus und der Interaktionsterm zwischen der ASC von

KUP und dem Pachtflächenanteil keinen signifikanten Effekt, ebenso wie der Mittelwert des Teilnutzenparameters des Attributs „Investitionssumme zu Beginn“. Der Teilnutzen des Letzteren lässt sich jedoch nur unter Einbeziehung des aufgezeigten signifikanten Teilnutzenwertes des Interaktionsterms mit der Risikoeinstellung vollständig erklären. Entsprechend der *Hypothese 3b)* steht die individuelle Risikoeinstellung in einem signifikanten negativen Zusammenhang zum Attribut „Investitionssumme“. Folglich reduziert eine Erhöhung der Investitionssumme *c. p.* den Nutzen der Teilnehmer umso mehr, je risikoscheuer diese sind. Die *Hypothese 3a)*, dass mit zunehmender Risikoaversion ein hohes Risiko (infolge hoher Deckungsbeitragsschwankungen) stärker negativ bewertet wird, wird verworfen, da für das Attribut „Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags“ kein signifikanter Risikointeraktionsterm gefunden wurde.

Entgegen der *Hypothese 4* zeigt (im Modell mit fixiertem Kostenparameter) der geschätzte Teilnutzenwert der Interaktion zwischen der ASC von KUP und der Kovariate „Betriebsgröße“ einen schwach signifikanten negativen Zusammenhang. Für den Interaktionsterm zur ASC mit Miscanthus wird kein signifikanter Teilnutzenparameter gefunden. Somit wird die *Hypothese 4* verworfen.

Ebenso wird die *Hypothese 6*, dass Betriebe mit höherem Pachtflächenanteil eine geringere Wahrscheinlichkeit haben, KUP bzw. Miscanthus anzubauen, nicht beibehalten, denn die Teilnutzenparameter der Interaktionsterme der Kovariate „Pachtflächenanteil“ mit den ASC’s zeigen keine signifikanten Effekte.

Zeigt ein Teilnehmer eine durchschnittliche Risikoaversion (x_R = 6), verringert sich der durchschnittliche Teilnutzenwert für das Attribut „Investitionssumme zu Beginn“ auf minus 0,00062 (-0,00008-6*0,00009) bzw. erhöht sich die durchschnittliche WTA auf 0,06 €/ha[10]. Die so berechnete WTA für das Attribut Investitionssumme lässt sich mit dem im Durchschnitt angesetzten Annuitätenfaktor gleichsetzen. Generell wird der Annuitätenfaktor zur Umrechnung einer Investitionssumme in, über die Laufzeit der Investition, jährliche gleich hohe Zahlungen unter Berücksichtigung der Verzinsung verwendet (Dabbert und Braun, 2012). Der implizit verwendete Zinssatz lässt sich somit über den Annuitätenfaktor für eine Investition in KUP bzw. Miscanthus mit einer Laufzeit von 20 Jahren ableiten. Für einen Teilnehmer mit durchschnittlicher Risikoaversion ergibt sich dabei ein Zinssatz von ca. 2,30 %. Aufgrund der unterschiedlichen Ausprägung der Risikoaversion der Teilnehmer, variieren die implizit angenommenen Zinssätze jedoch. Je höher die Risikoaversion und daher die WTA sind, desto höher fällt der erwartete Zinssatz für die Anfangsinvestition aus.

Im Durchschnitt wird eine *c. p*. Kompensationszahlung (zusätzlich zu den Opportunitätskosten der Fläche und der anfänglichen Investitionssumme und ohne Berücksichtigung der Interaktionsterme) für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus von 321 € bzw. 239 € pro ha und Jahr erwartet. Im Falle eines bestehenden Abnahmevertrags für das Erntegut reduziert sich die durchschnittliche WTA *c. p*. um 415 €/ha und Jahr. Betreiben Berufskollegen in der nähe-

[10] Dieser Wert errechnet sich aus dem zuvor ermittelten Teilnutzenparameter (-0,00062) dividiert durch den Teilnutzenparameter des „durchschnittlichen jährlichen Deckungsbeitrags“ (0,00985), multipliziert mit minus 1 (vgl. Formel 9 in Abschnitt 4.2.2).

ren Umgebung bereits eine KUP bzw. Miscanthus, reduziert sich die durchschnittliche WTA *c. p.* um 116 €/ha und Jahr.

Bei identischen Schwankungen der jährlichen Deckungsbeiträge (der gewöhnlichen Fruchtfolge und von KUP bzw. Miscanthus), einem garantierten Abnahmevertrag und Nachbarbetrieben, die KUP bzw. Miscanthus anbauen, einer anfänglichen Investitionssumme von 3.000 €/ha sowie einer durchschnittlichen Ausprägung der Risikoaversion, würde ein Landwirt mit durchschnittlicher Betriebsgröße und durchschnittlichem Pachtflächenanteil für eine Etablierung von KUP bzw. Miscanthus einen jährlichen Deckungsbeitrag erwarten, der 103 €/ha[11] und Jahr bzw. 17 €/ha[12] und Jahr über dem Deckungsbeitrag einer gewöhnlichen Fruchtfolge liegt.

4.3.5.4 Zweites Random Parameter Logit-Modell mit betriebsleiterbezogenen Interaktionstermen

Zur Prüfung der Hypothesen 7 bis 10 (vgl. Abschnitt 4.2.3) werden in das Modell ohne Interaktionsterme erneut die Kovariate „Risikoeinstellung“ sowie die Kovariaten „Alter“, „Hofnachfolge“, „Ausbildungsstand in der Landwirtschaft“ und „Berufserfahrung“ als Interaktionsterme mit aufgenommen.

Die Kovariate „Risikoeinstellung“ geht, wie im vorherigen Modell (vgl. Abschnitt 4.3.5.3), als kategorial skalierte Variable in dieses Modell ein. Die metrische Kovariate „Alter“ wurde zu Analysezwecken in eine kategorial skalierte Variable mit fünf Gruppen umkodiert (Größenklassen in Jahren: ≤ 29 → 1, 30 - 39 → 2, 40 - 49 → 3, 50 - 59 → 4, ≥ 60 → 5; Stichprobenmittelwert ist 51 Jahre → Größenklasse 4). Bei der Kovariate „Hofnachfolge“ handelt es sich um eine Dummyvariable, die den Wert Eins annimmt, wenn beim befragten Betrieb die Hofnachfolge bereits geklärt ist bzw. noch nicht bevorsteht und den Wert Null, wenn die Hofnachfolge noch nicht geklärt ist. Die Kovariate „Ausbildungsstand in der Landwirtschaft“ fließt als Dummyvariable in das Modell ein und nimmt für landwirtschaftliche Meister den Wert Eins und für Gehilfen den Wert Null an. Die metrische Kovariate „Berufserfahrung“ in Jahren wurde ebenfalls zu Analysezwecken in eine kategorial skalierte Variable mit fünf Gruppen umkodiert (Größenklassen in Jahren: ≤ 9 → 1, 10 - 19 → 2, 20 - 29 → 3, 30 - 39 → 4, ≥ 40 → 5; Stichprobenmittelwert ist 20 Jahre → Größenklasse 3).

Im nachfolgend präsentierten Modell sind für die Schätzung allerdings nur die Kovariaten „Risikoeinstellung“, „Alter“, „Ausbildungsstand“ und „Berufserfahrung“, nicht aber die Kovariate „Hofnachfolge“ aufgenommen worden. Für letztere wurde kein signifikanter Effekt gefunden. Die *Hypothese 8*, dass Betriebe mit geklärter Hofnachfolge KUP bzw. Miscanthus besser bewerten, wird daher nicht beibehalten. Dieses Modell stellt das Modell mit dem geringsten AIC-Wert dar. Es wird durch die folgende Nutzenspezifikation definiert:

[11] 320,57€/ha und Jahr + ((42,09€/ha und Jahr*5) + (-28,55€/ha und Jahr*3)) - 415,45€/ha und Jahr - 115,50€/ha und Jahr + (3.000€/ha*0,06294416244) = 103,25€/ha und Jahr

[12] 239,41€/ha und Jahr + ((33,20€/ha und Jahr*5) + (-15,48€/ha und Jahr*3)) – 415,45€/ha und Jahr – 115,50€/ha und Jahr + (3.000€/ha*0,06294416244) = 16,85€/ha und Jahr

$$U_{Statusquo} = \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \varepsilon_{Statusquo} \quad (22)$$

$$U_{KUP} = \beta_{KUP} + \beta_{A,KUP} * x_{A,KUP} + \beta_{AL,KUP} * x_{AL,KUP} + \beta_{BE,KUP} * x_{BE,KUP} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{R} * x_{R} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{KUP} \quad (23)$$

$$U_{Misc} = \beta_{Misc} + \beta_{A,Misc} * x_{A,Misc} + \beta_{AL,Misc} * x_{AL,Misc} + \beta_{BE,Misc} * x_{BE,Misc} + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{R} * x_{R} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{Misc} \quad (24)$$

Erklärung:

U.	=	*Nutzen*
Statusquo	=	*Alternative Status quo = gewöhnliche Fruchtfolge*
KUP	=	*Alternative Kurzumtriebsplantage*
Misc	=	*Alternative Miscanthus*
β.	=	*Nutzenparameter der jeweiligen Variable*
x.	=	*Ausprägung der jeweiligen Variable*
DB	=	*Variable Deckungsbeitrag*
SDB	=	*Variable Schwankungen des Deckungsbeitrags*
IB	=	*Variable Investitionssumme zu Beginn*
AG	=	*Variable Abnahmegarantie des Ernteguts*
BK	=	*Variable „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen bereits KUP/Miscanthus an“*
A	=	*Kovariate Alter*
AL	=	*Kovariate Ausbildung in der Landwirtschaft*
BE	=	*Kovariate Berufserfahrung*
R	=	*Kovariate Risiko*
ε	=	*unerklärte Komponente*

Tabelle 18 zeigt die geschätzten Koeffizienten des ausgewählten zweiten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen sowie einige Teststatistiken.

Tabelle 18. Ergebnisse des zweiten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA)

Variablen		Modell, in dem alle Parameter zufällig sind	Modell mit fixiertem Kostenparameter, alle übrigen Parameter sind zufällig	
		Koeffizient [a] (Standardfehler)	Koeffizient [a] (Standardfehler)	WTA in €
ASC KUP	M	8,83642** (2,90564)	3,49449 (2,15585)	-347,02
	SD	3,47358** (1,18992)	3,62120*** (0,81339)	359,60***
x Alter (Größenklassen in Jahren) [e]	M	-1,69476+ (0,92733)	-2,54013** (0,88855)	252,25**
x Ausbildungsstand in der Landwirtschaft [f]	M	-4,74339*** (1,29900)	-1,91490+ (1,01847)	190,16+
x Berufserfahrung (Größenklassen in Jahren) [g]	M	-1,23246 (0,75659)	1,44328* (0,71011)	-143,32*
ASC Miscanthus	M	7,68312* (3,00015)	2,06249 (2,09343)	-204,82
	SD	4,98632*** (1,01387)	3,66689*** (0,86272)	364,14***
x Alter (Größenklassen in Jahren) [e]	M	-1,38662 (0,92903)	-1,58373+ (0,86709)	157,27+
x Ausbildungsstand in der Landwirtschaft [f]	M	-5,36389*** (1,31375)	-2,18455** (0,82877)	216,94**
x Berufserfahrung (Größenklassen in Jahren) [g]	M	-0,91636 (0,71917)	1,05537 (0,67541)	-104,80
Durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag (€/ha und Jahr) [i]	M	0,01273*** (0,00196)	0,01007*** (0,00129)	-1,00***
	SD	0,00799*** (0,00100)	fixierter Parameter	
Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags (€/ha und Jahr) [i]	M	-0,00537*** (0,00163)	-0,00390*** (0,00116)	0,39***
	SD	0,00496*** (0,00129)	0,00427*** (0,00119)	0,42***
Investitionssumme zu Beginn (€/ha) [i]	M	0,00032 (0,00027)	-0,00003 (0,00021)	0,00
	SD	0,00116*** (0,00013)	0,00056*** (0,00009)	0,06***
x Risikoeinstellung [h]	M	-0,00027*** (0,00006)	-0,00012*** (0,00003)	0,01***
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	M	6,40235*** (1,16630)	4,32272*** (0,90662)	-29,27***
	SD	5,12988*** (0,66126)	4,36190*** (0,82039)	433,16***
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an	M	0,99533* (0,50074)	0,88936* (0,43604)	-88,32**
	SD	1,99806*** (0,51932)	1,53489*** (0,38067)	152,42***
Log-likelihood (LL) Funktion		-277,91566	-296,60700	
McFadden pseudo-R^2 [b]		0,5328480	0,5014294	
LRT χ^2 (FG) [b, c]		633,99828*** (42)	596,6156*** (35)	
AIC/N [d]		1,134	1,176	

Erklärungen: [a] Signifikanzniveaus: +p<0,1, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [b] basierend auf einer Log-likelihood-Funktion eines Modells mit Auswahlwahrscheinlichkeiten, die den beobachteten Auswahlhäufigkeiten entsprechen; [c] LRT = Likelihood Ratio Test, FG = Freiheitsgrade, [d] AIC = Akaike Information Criterion, N = Stichprobenumfang (=564 Auswahlentscheidungen); [e] Altersgrößenklassen in Jahren: ≤ 29 → 1, 30 - 39 → 2, 40 - 49 → 3, 50 - 59 → 4, ≥ 60 → 5; [f] Meister = 1, landwirtschaftlicher Gehilfe = 0; [g] Berufserfahrung in Klassen Jahren: ≤ 9 → 1, 10 - 19 → 2, 20 - 29 → 3, 30 - 39 → 4, ≥ 40 → 5; [h] Risikoeinstellung erfasst mithilfe der „Holt and Laury"-Lotterie; [i] Einheit der Attributlevel, nicht der Beta-Werte bzw. WTA-Werte

Abkürzungen: ASC = alternativen-spezifische Konstante, ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantagen, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, WTA = Willingness to Accept (entsprechend Formel 9 in Abschnitt 4.2.2)

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Im Modell mit fixiertem Kostenparameter sind die Mittelwerte der Teilnutzenparameter der beiden ASC's nicht signifikant. Zwischen den beiden Modellen unterscheiden sich die Signifikanzniveaus der Teilnutzenwerte der Interaktionsterme teilweise voneinander.

Auch in diesen beiden Modellen zeigt die Berücksichtigung der Risikoeinstellung entsprechend der *Hypothese 3b)* einen signifikanten negativen Zusammenhang zur „Investitionssumme". Je risikoscheuer die Teilnehmer sind, desto mehr reduziert eine Erhöhung der Investitionssumme *c. p.* ihren Nutzen für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus. Die *Hypothese 3a)*, wonach die Risikoeinstellung einen Einfluss auf das Attribut Deckungsbeitragsschwankungen hat, wird hier wegen fehlender Signifikanz des entsprechenden Interaktionsterms verworfen.

Entsprechend der Annahmen zeigen die geschätzten Teilnutzenwerte der Interaktionen mit der Kovariate „Alter" im Modell mit fixiertem Kostenparameter einen signifikanten negativen Zusammenhang. Die *Hypothese 7*, dass die Wahrscheinlichkeit und somit der Nutzen für einen Anbau von KUP bzw. Miscanthus *c. p.* mit zunehmendem Alter sinkt, wird daher beibehalten.

Die geschätzten Teilnutzenparameter der Interaktionsterme der ASC's mit der Kovariate „Ausbildungsstand" zeigen entgegen der Annahmen in beiden Modellen signifikante negative Zusammenhänge. Dies bedeutet, dass sich für besser ausgebildete Landwirte (Meister im Vergleich zum Gehilfen) *c. p.* die Wahrscheinlichkeit und damit der Nutzen der Etablierung einer KUP bzw. von Miscanthus reduziert. Die *Hypothese 9* wird somit nicht beibehalten.

Die *Hypothese 10*, dass eine zunehmende Berufserfahrung des Betriebsleiters die Wahrscheinlichkeit des Anbaus einer KUP bzw. Miscanthus erhöht, kann für den KUP-Anbau beibehalten werden, für den Anbau von Miscanthus jedoch nicht. Für den Miscanthusanbau ist der geschätzte Teilnutzenparameter des Interaktionsterms mit der ASC von Miscanthus nicht signifikant, die Tendenz geht jedoch in die gleiche Richtung, wie bei KUP.

Zeigt ein Teilnehmer eine durchschnittliche Risikoeinstellung von 6 (entsprechend dieser Stichprobe), verringert sich der durchschnittliche Teilnutzenwert für das Attribut Investitionssumme auf minus 0,00075[13] bzw. erhöht sich die durchschnittliche WTA auf 0,07 €/ha[14]. Die Kovariate „Risikoeinstellung" besitzt im hier dargestellten Modell *c. p.* einen stärkeren negativen Einfluss auf den Teilnutzenwert des Attributs Investitionssumme, als im Modell mit betriebsbezogenen Variablen (vgl. Abschnitt 4.3.5.3). Wie bei der Erklärung zum Modell mit betriebsbezogenen Variablen angemerkt, kann diese WTA mit dem Annuitätenfaktor gleichgesetzt werden, um daraus den implizit angenommenen durchschnittlichen Zinssatz für eine Investition in KUP bzw. Miscanthus mit einer Laufzeit von 20 Jahren abzuleiten. Im hier dargestellten Modell mit betriebsleiterbezogenen Variablen ergibt sich bei durchschnittlicher Risikoaversion dann ein Zinssatz von ca. 4,14 %. Im Modell mit betriebsbezogenen Variablen beträgt der Zinssatz bei durchschnittlicher Risikoaversion ca. 2,30 %.

[13] (-0,00003+(6*-0,00012)) = -0,00075.

[14] Dieser Wert errechnet sich aus dem zuvor ermittelten Teilnutzenparameter (-0,00075) dividiert durch den Teilnutzenparameter des „durchschnittlichen jährlichen Deckungsbeitrags" (0,01007), multipliziert mit minus 1 (vgl. Formel 9 in Abschnitt 4.2.2).

Gehört ein Betriebsleiter in die durchschnittliche Altersgruppenklasse (4) und weist eine durchschnittliche Berufserfahrung (Klasse 3) sowie eine Ausbildung zum Meister auf, so beträgt die zusätzlich zu den Opportunitätskosten der Fläche und der anfänglichen Investitionssumme erwartete Kompensationszahlung für KUP 422 €/ha[15] und Jahr. Die WTA für Miscanthus beträgt bei gleichen Gegebenheiten 327 €/ha und Jahr[16].

Unter den Annahmen gleicher Schwankungen der jährlichen Deckungsbeiträge der gewöhnlichen Fruchtfolge und von KUP bzw. Miscanthus, eines garantierten Abnahmevertrags und der Existenz von Nachbarbetrieben, die KUP bzw. Miscanthus anbauen, einer anfänglichen Investitionssumme von 3.000 €/ha, einer durchschnittlichen Ausprägung der Risikoaversion, einer Zugehörigkeit zur durchschnittlichen Altersgruppenklasse und zur durchschnittlichen Berufserfahrungsklasse sowie der Ausbildung zum Meister, würde ein Landwirt nach diesem Modell für eine Etablierung von KUP bzw. Miscanthus einen jährlichen Deckungsbeitrag von 528 €/ha[17] und Jahr bzw. 433 €/ha[18] und Jahr erwarten, welcher den Deckungsbeitrag einer gewöhnlichen Fruchtfolge um diesen Betrag übersteigen müsste.

4.3.5.5 Drittes Random Parameter Logit-Modell mit Interaktionstermen

Zur Prüfung der Hypothesen 11 bis 18 (vgl. Abschnitt 4.2.3) werden in das Modell ohne Interaktionsterme die Kovariaten „generelle Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen“, „Bewertung des Anbaus mehrjähriger Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb“, „bereits durchgeführter Anbau von erneuerbaren Energiepflanzen“, „Kapital- und Flächenbindung“, „Akzeptanz der Berufskollegen“, „Kaum vorhandene Vermarktungsmöglichkeiten für das Erntegut“, „Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut“ und „Entlastung der Arbeitsspitzen durch die Anbauverfahren KUP bzw. Miscanthus und Ernte in den Wintermonaten“ als Interaktionsterme mit aufgenommen.

Die Kovariaten „generelle Bewertung des Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen“, „Bewertung des Anbaus mehrjähriger Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse“, „Kapital- und Flächenbindung“, „Akzeptanz der Berufskollegen“, „Kaum vorhandene Vermarktungsmöglichkeiten für das Erntegut“ und „Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut“ fließen als kategorial skalierte Variablen in das Modell ein. Die generelle Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen konnte im Fragebogen von „negativ“ (-2), über „eher negativ“ (-1), „neutral“ (0), „eher positiv“ (1) bis „positiv“ (2) beurteilt werden. Die Sinnhaftigkeit des Anbaus mehrjähriger Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb wurde mit den Antwortmöglichkeiten „ja“ (1), „weiß nicht“ (0) oder „nein“ (-1) bewertet. Die Tatsache, dass eine Kapital- und Flächenbindung von ca. 20 Jahren und länger bei der Entscheidung zur Aufnahme der Anbauverfahren eine Rolle spielt, konnte mit

[15] -347,02 €/ha und Jahr + (252,25 €/ha und Jahr*4) + 190,16 €/ha und Jahr + (-143,32 €/ha und Jahr*3) = 422,18 €/ha und Jahr

[16] -204,82 €/ha und Jahr + (157,27 €/ha und Jahr*4) + 216,94 €/ha und Jahr + (-104,80 €/ha und Jahr*3) = 326,80 €/ha und Jahr

[17] 422,18 €/ha und Jahr – 29,27 €/ha und Jahr – 88,32 €/ha und Jahr + (3.000 €/ha*0,07447864945) = 528,03 €/ha und Jahr

[18] 326,80 €/ha und Jahr – 29,27 €/ha und Jahr – 88,32 €/ha und Jahr + (3.000 €/ha*0,07447864945) = 432,65 €/ha und Jahr

„völlig unwichtig“ → -2, „eher unwichtig“ → -1, „weder wichtig noch unwichtig“ → 0, „eher wichtig“ → 1 oder „sehr wichtig“ → 2 bewertet werden. Die Kovariaten „kaum vorhandene Vermarktungsmöglichkeiten“ und „Entlastung der Arbeitsspitzen“ wurden ebenfalls anhand der zuletzt genannten Skala bewertet. Die Wichtigkeit der Akzeptanz der Kollegen für die Anbauverfahren sowie einer vertraglichen Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut konnten jeweils auf einer Skala von -2 → „stimme überhaupt nicht zu“, -1 → „stimme eher nicht zu“, 0 → „stimme weder zu noch nicht zu“, 1 → „stimme eher zu“ bis 2 → „stimme voll und ganz zu“ beurteilt werden. Für die Kovariate „bereits durchgeführter Anbau von erneuerbaren Energiepflanzen“ wurde die binäre Variable „Bauen Sie pflanzliche Substrate für Biogasanlagen an?“ verwendet, die den Wert Eins annimmt, wenn mit „ja“ geantwortet wurde.

Im nachfolgend präsentierten Modell sind alle Kovariaten außer der nicht signifikanten Kovariate „kaum vorhandene Vermarktungsmöglichkeiten“ enthalten. Die *Hypothese 16*, dass kaum vorhandene Vermarktungsmöglichkeiten für das Erntegut negativ bewertet werden, wird daher verworfen. Dieses Modell stellt das Modell mit dem geringsten AIC-Wert dar. Es wird durch die folgende Nutzenspezifikation definiert:

$$U_{Statusquo} = \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \varepsilon_{Statusquo} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} U_{KUP} = {} & \beta_{KUP} + \beta_{GA,KUP} * x_{GA,KUP} + \beta_{AEB,KUP} * x_{AEB,KUP} + \beta_{AEE,KUP} * x_{AEE,KUP} + \\ & \beta_{KF,KUP} * x_{KF,KUP} + \beta_{AB,KUP} * x_{AB,KUP} + \beta_{APG,KUP} * x_{APG,KUP} + \beta_{EA,KUP} * x_{EA,KUP} \\ & + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{KUP} \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} U_{Misc} = {} & \beta_{Misc} + \beta_{GA,Misc} * x_{GA,Misc} + \beta_{AEB,Misc} * x_{AEB,Misc} + \beta_{AEE,Misc} * x_{AEE,Misc} + \\ & \beta_{KF,Misc} * x_{KF,Misc} + \beta_{AB,Misc} * x_{AB,Misc} + \beta_{APG,Misc} * x_{APG,Misc} + \beta_{EA,Misc} * x_{EA,Misc} \\ & + \beta_{DB} * x_{DB} + \beta_{SDB} * x_{SDB} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} + \beta_{BK} * x_{BK} + \varepsilon_{Misc} \end{aligned} \quad (27)$$

Erklärung:

U.	=	*Nutzen*
Statusquo	=	*Alternative Status quo = gewöhnliche Fruchtfolge*
KUP	=	*Alternative Kurzumtriebsplantage*
Misc	=	*Alternative Miscanthus*
β.	=	*Nutzenparameter der jeweiligen Variable*
x.	=	*Ausprägung der jeweiligen Variable*
DB	=	*Variable Deckungsbeitrag*
SDB	=	*Variable Schwankungen des Deckungsbeitrags*
IB	=	*Variable Investitionssumme zu Beginn*
AG	=	*Variable Abnahmegarantie des Ernteguts*
BK	=	*Variable „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen bereits KUP/Miscanthus an“*
GA	=	*Kovariate generelle Bewertung des Anbaus von mehrjähriger biomasseliefernden Pflanzen*
AEB	=	*Kovariate Bewertung des Anbaus mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb*
AEE	=	*Kovariate Bereits durchgeführter Anbau von erneuerbaren Energiepflanzen*
KF	=	*Kovariate Kapital- und Flächenbindung*
AB	=	*Kovariate Akzeptanz der Berufskollegen*
APG	=	*Kovariate Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut*
EA	=	*Kovariate Entlastung der Arbeitsspitzen durch die Anbauverfahren KUP bzw. Miscanthus und Ernte in den Wintermonaten*
ε	=	*unerklärte Komponente*

Tabelle 19 zeigt die geschätzten Koeffizienten des ausgewählten dritten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen sowie einige Teststatistiken.

Tabelle 19. Ergebnisse des dritten Random Parameter Logit-Modells mit Interaktionstermen und des dazugehörigen Modells mit fixiertem Kostenparameter sowie resultierende Kompensationszahlungen (WTA)

Variablen		Modell, in dem alle Parameter zufällig sind	Modell mit fixierten Kostenparameter, alle übrigen Parameter sind zufällig	
		Koeffizient [a)] (Standardfehler)	Koeffizient [a)] (Standardfehler)	WTA in €
ASC KUP	M	-4,66760*** (0,88416)	-4,62664*** (0,80442)	462,66***
	SD	3,68883*** (0,80036)	4,64114*** (0,65871)	464,11***
x Anbau mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen allgemein [e)]	M	0,09452 (0,34962)	0,39568 (0,36950)	-39,57
x Anbau mehrjähriger Pflanzen zur Biomasseerzeugung auf dem eigenen Betrieb [f)]	M	2,13713*** (0,44805)	1,42484*** (0,39107)	-142,48***
x Anbau erneuerbarer Energiepflanzen [g)]	M	-0,12125 (0,55059)	-0,96746^{+} (0,52744)	96,75^{+}
x Kapital- & Flächenbindung [h)]	M	-0,13657 (0,28818)	-0,56527^{+} (0,29983)	56,53^{+}
x Akzeptanz der Berufskollegen [i)]	M	0,41778* (0,20518)	0,69874*** (0,18244)	-69,87***
x Abnahme- & Preisgarantie [j)]	M	0,68872* (0,27622)	0,60930* (0,27165)	-60,93*
x Entlastung Arbeitsspitzen [k)]	M	0,03552 (0,25258)	-0,19377 (0,19282)	19,38
ASC Miscanthus	M	-3,79389*** (0,90259)	-4,64389*** (0,90134)	464,39***
	SD	3,49972*** (0,63557)	5,42074*** (0,68826)	542,07***
x Anbau mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen allgemein [e)]	M	0,64002* (0,32289)	0,92157* (0,36411)	-92,16*
x Anbau mehrjähriger Pflanzen zur Biomasseerzeugung auf dem eigenen Betrieb [f)]	M	0,79505* (0,37498)	0,49974 (0,38246)	-49,97
x Anbau erneuerbarer Energiepflanzen [g)]	M	-0,29844 (0,57814)	-0,72275 (0,46799)	72,28
x Kapital- & Flächenbindung [h)]	M	-0,37895 (0,26993)	-0,63662* (0,25465)	63,66*
x Akzeptanz der Berufskollegen [i)]	M	0,12801 (0,21769)	0,46527** (0,17480)	-46,53**
x Abnahme- & Preisgarantie [j)]	M	0,95839*** (0,27907)	0,94321*** (0,25805)	-94,32***
x Entlastung Arbeitsspitzen [k)]	M	-0,01775 (0,19813)	-0,01955 (0,17132)	1,96
Durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag (€/ha und Jahr) [l)]	M	0,01136*** (0,00107)	0,01000*** (0,00080)	-1,00***
	SD	0,00476*** (0,00071)	fixierter Parameter	
Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags (€/ha und Jahr) [l)]	M	-0,00344*** (0,00087)	-0,00246*** (0,00069)	0,25***
	SD	0,00537*** (0,00096)	0,00229** (0,00088)	0,23**
Investitionssumme zu Beginn (€/ha) [l)]	M	-0,00076*** (0,00010)	-0,00048*** (0,00008)	0,05***
	SD	0,00051*** (0,00006)	0,00046*** (0,00007)	0,05***
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	M	4,30631*** (0,46483)	3,84032*** (0,40735)	-384,03***
	SD	3,25391*** (0,37375)	3,55031*** (0,40100)	355,03***

Fortsetzung Tabelle 19

Variablen		Modell, in dem alle Parameter zufällig sind	Modell mit fixierten Kostenparameter, alle übrigen Parameter sind zufällig	
		Koeffizient [a] (Standardfehler)	Koeffizient [a] (Standardfehler)	WTA in €
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an	M	0,87712** (0,28491)	0,98255*** (0,25527)	-98,26***
	SD	1,47129*** (0,27336)	1,41112*** (0,26699)	141,11***
Log-likelihood (LL) Funktion		-656,30441	-681,00007	
McFadden pseudo-R^2 [b]		0,5079052	0,4893885	
LRT χ^2 (FG) [b), c)]		1354,78138*** (49)	1305,39006*** (42)	
AIC/N [d]		1,130	1,159	

Erklärungen: [a] Signifikanzniveaus: +p<0,1, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [b] basierend auf einer Log-likelihood-Funktion eines Modells mit Auswahlwahrscheinlichkeiten, die den beobachteten Auswahlhäufigkeiten entsprechen; [c] LRT = Likelihood Ratio Test, FG = Freiheitsgrade, [d] AIC = Akaike Information Criterion, N = Stichprobenumfang (=1248 Auswahlentscheidungen); [e] Allgemeine Bewertung des Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen auf einer Skala von -2 (negativ) bis 2 (positiv); [f] Bewertung der Sinnhaftigkeit des Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen auf dem eigenen Betrieb „ja“ (1), „weiß nicht“ (0), „nein“ (-1); [g] Anbau von Substrat für Biogasanlagen „ja“ = 1, „nein“ = 0; [h] Bewertung der Kapital- und Flächenbindung von ca. 20 Jahren, die mit den mehrjährigen Anbauverfahren einhergehen, auf einer Skala von -2 (völlig unwichtig) bis 2 (sehr wichtig); [i] Bewertung der Wichtigkeit der Akzeptanz der Kollegen für die Anbauverfahren auf einer Skala von -2 (stimme überhaupt nicht zu) bis 2 (stimme voll und ganz zu); [j] Bewertung der Wichtigkeit einer vertraglichen Abnahmegarantie mit garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut auf einer Skala von -2 (stimme überhaupt nicht zu) bis 2 (stimme voll und ganz zu); [k] Bewertung der Wichtigkeit der zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und der damit verbundenen Entlastung der Arbeitsspitzen auf einer Skala von -2 (völlig unwichtig) bis 2 (sehr wichtig); [l] Einheit der Attributlevel, nicht der Beta-Werte bzw. WTA-Werte
Abkürzungen: ASC = alternativen-spezifische Konstante, ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantagen, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, WTA = Willingness to Accept (entsprechend Formel 9 in Abschnitt 4.2.2)
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zwischen den beiden Modellen unterscheiden sich die Signifikanzniveaus der Teilnutzenwerte der Interaktionsterme teilweise voneinander.

Landwirte, die den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen generell positiv bewerten (*Hypothese 11*), messen dem Anbau von Miscanthus *c. p.* einen höheren Nutzen zu. Für die ASC von KUP liefert diese Kovariate allerdings keinen signifikanten Teilnutzenparameter.

Landwirte, die *c. p.* den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll erachten (*Hypothese 12*), zeigen eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit für den Anbau von KUP. Für Miscanthus ergibt sich lediglich ein signifikanter Effekt im Modell, in dem alle Parameter zufällig sind.

Die beiden zuvor untersuchten Variablen korrelieren miteinander. Dies kann einen Einfluss auf die erhaltenen Ergebnisse der jeweiligen geschätzten Teilnutzenparameter haben. Würde eine der beiden Variablen aus dem präsentierten Modell (vgl. Tabelle 19) entfernt werden, so ist anzunehmen, dass die verbleibende Variable mit einem veränderten Signifikanzniveau im Modell auftritt oder einen veränderten Wert des Teilnutzenparameters erhalten würde, welche den Effekt der entfernten Variable möglicherweise zum Teil mit abbildet.

Landwirte, die bereits Substrate für Biogasanlagen und somit Pflanzen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien anbauen (*Hypothese 13*), bewerten den Anbau von KUP *c. p.* stärker negativ, als Landwirte, die keine Substrate für Biogasanlagen anbauen. Ein signifikanter Effekt wird allerdings nur im Modell mit fixiertem Kostenparameter gefunden. Für die ASC von

Miscanthus ist in keinem der beiden Modelle ein signifikanter Teilnutzenparameter des entsprechenden Interaktionsterms vorzufinden.

Hypothese 14 zur Kapital- und Flächenbindung (vgl. Abschnitt 4.2.3) kann demgegenüber für beide mehrjährigen Anbauverfahren beibehalten werden. Im Modell mit fixiertem Kostenparameter zeigen beide Teilnutzenparameter der Interaktionsterme mit den ASC's jeweils einen signifikanten negativen Zusammenhang. Landwirte, die die mit einer Etablierung von KUP bzw. Miscanthus einhergehende Kapital- und Flächenbindung von etwa 20 Jahren als Erschwernis ansehen, haben *c. p.* eher einen geringeren Nutzen für diese mehrjährigen Anbauverfahren.

Landwirte, die die Akzeptanz seitens der Kollegen als wichtig empfinden (*Hypothese 15*), weisen *c. p.* eine höhere Wahrscheinlichkeit auf, eine KUP bzw. Miscanthus zu etablieren. Für beide ASC's ergeben sich signifikante positive Teilnutzenparameter der entsprechenden Interaktionsterme.

Landwirte, die eine von Beginn an geregelte Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut als wichtig bewerten (*Hypothese 17*), zeigen *c. p*. eine höhere Wahrscheinlichkeit KUP bzw. Miscanthus anzubauen. Die hier gefundenen signifikanten positiven Teilnutzenparameter der Interaktionsterme unterstreichen die Bedeutung von Abnahmegarantien: Landwirte, die Abnahmegarantien wichtig finden, haben eine höhere Präferenz für die entsprechenden Verfahren. Gleichzeitig bewirkt eine tatsächlich gewährte Abnahmegarantie (x_{AG} = 1) eine deutliche Reduzierung der durchschnittlichen WTA.

Hypothese 18, wonach sich eine zeitlich flexible Ernte in den Wintermonaten und die damit einhergehende Entlastung der Arbeitsspitzen *c. p.* positiv auf die Anbauwahrscheinlichkeit von KUP bzw. Miscanthus auswirkt, kann nicht beibehalten werden. Hierzu werden keine signifikanten Teilnutzenwerte der Interaktionsterme mit den ASC's der beiden mehrjährigen Alternativen gefunden.

4.3.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den in Abschnitt 4.2.3 aufgestellten Hypothesen zusammenfassend dargestellt.

Hypothesen 1 „Bewertung der Anbauverfahren KUP und Miscanthus anhand der Eigenschaften Rentabilität, Risiko, Investitionssumme sowie Abnahmegarantie und Verhalten der Berufskollegen":

Der Nutzen durch den Anbau von KUP und Miscanthus wird *c. p.* negativ bewertet. Eine zunehmende Wirtschaftlichkeit dieser mehrjährigen Anbauverfahren erhöht *c. p.* den Nutzen. Ein zunehmendes Risiko und steigende Investitionskosten jedoch reduzieren *c. p.* den Nutzen. Eine von Beginn an geregelte Abnahmegarantie für das Erntegut erhöht *c. p.* den Nutzen des Anbaus dieser Verfahren, ebenso wie deren Anbau durch Berufskollegen in der näheren Umgebung.

Hypothese 2 „Keine Unterscheidung zwischen den Anbauverfahren KUP und Miscanthus“:
Die befragten Landwirte unterscheiden im Choice-Experiment nicht grundsätzlich zwischen den beiden mehrjährigen Anbauverfahren KUP und Miscanthus. Auch diese Hypothese wird beibehalten.

Hypothesen 3 „Risikoeinstellung der Landwirte“:
Eine Erhöhung der Investitionssumme reduziert *c. p.* den Nutzen der Teilnehmer, je risikoscheuer diese sind. Zum Attribut „Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags“ wird kein signifikanter Teilnutzenparameter einer Interaktion mit der Risikoeinstellung gefunden. Hypothese 3b) wird somit beibehalten und Hypothese 3a) verworfen. Die Risikoeinstellung scheint somit einen Einfluss auf die Bewertung der Investitionssumme, nicht jedoch auf die Bewertung der Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags zu haben.

Hypothese 4 „Betriebsgröße“:
Entgegen der ursprünglichen Hypothese sinkt die Wahrscheinlichkeit für den KUP-Anbau *c. p.* mit zunehmender Betriebsgröße. Für den entsprechenden Interaktionsterm zur ASC von Miscanthus wird kein signifikanter Teilnutzenparameter ermittelt. Hypothese 4 ist somit zu verwerfen. Das unerwartete Ergebnis könnte damit zusammenhängen, dass größere Betriebe in letzter Zeit bereits Investitionen getätigt haben und daher in naher Zukunft nicht in den KUP- Anbau investieren wollen.

Hypothesen 5 „Betriebsform der landwirtschaftlichen Betriebe“:
Hierzu werden keine signifikanten Teilnutzenparameter von Interaktionstermen gefunden. Somit hat die Betriebsform keinen signifikanten Einfluss auf den Anbau von KUP und Miscanthus. Nebenerwerbsbetriebe mit geringeren Arbeitskapazitäten zeigen, im Vergleich zu Haupterwerbsbetrieben im Durchschnitt demnach keinen signifikant unterschiedlichen Nutzen für diese arbeitsextensiven Anbauverfahren.

Hypothese 6 „Pachtflächenanteil der landwirtschaftlichen Betriebe“:
Auch hier werden keine signifikanten Teilnutzenparameter von Interaktionstermen gefunden. Der Pachtflächenanteil hat keinen signifikanten Einfluss auf die Bewertung des Anbaus von KUP und Miscanthus. Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass ein solcher Anbau für die befragten Landwirte wegen der langen Flächenbindung grundsätzlich nur auf eigenen Flächen in Frage kommt.

Hypothese 7 „Alter der Landwirte“:
Hypothese 7 wird beibehalten. Ein zunehmendes Alter hat einen signifikant negativen Einfluss auf den Anbau von KUP und Miscanthus. Ein Grund hierfür könnte die lange Standzeit der Plantagen sein, die die noch zu leistenden Arbeitsjahre eines Landwirtes überschreiten können, sodass sich die Investition in der verbleibenden Zeit nicht amortisiert.

Hypothese 8 „Geklärte / ungeklärte Hofnachfolge“:
Entgegen der Hypothese hat die Hofnachfolgeregelung keinen signifikanten Einfluss auf die Bewertung des Anbaus von KUP und Miscanthus.

Hypothese 9 „Ausbildungsstand in der Landwirtschaft“:
Entgegen der Hypothese sinkt *c. p*. der dem Anbau von KUP und Miscanthus beigemessene Nutzen, je besser ausgebildet die Landwirte sind. Möglicherweise sind besser ausgebildete Landwirte eher in der Lage, die Nachteile und Schwierigkeiten neuer Anbauverfahren einzuschätzen und bewerten diese daher stärker negativ.

Hypothese 10 „Berufserfahrung“:
Eine zunehmende Berufserfahrung hat einen signifikant positiven Einfluss auf den KUP-Anbau, jedoch keinen signifikanten Einfluss auf den Miscanthusanbau. Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass Landwirte mit mehr Berufserfahrung neue Verfahren bereits in der Vergangenheit ausprobiert haben und damit positive Erfahrungen gemacht haben und deshalb KUP eher anbauen würden.

Hypothese 11 „Generelle Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen“:
Landwirte, die den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen generell positiv bewerten, schätzen *c. p.* den Nutzen aus dem Anbau von Miscanthus größer ein. Für den KUP-Anbau wird diesbezüglich kein signifikanter Teilnutzenparameter eines Interaktionsterms gefunden.

Hypothese 12 „Bewertung des Anbaus mehrjähriger Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb“:
Landwirte, die den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll erachten, haben *c. p.* einen signifikant höheren Nutzen aus dem Anbau von KUP. Für den Miscanthusanbau wird kein signifikanter Teilnutzenparameter eines entsprechenden Interaktionsterms gefunden.

Hypothese 13 „Bereits durchgeführter Anbau von erneuerbaren Energiepflanzen“:
Werden bereits Substrate für Biogasanlagen angebaut, hat dies einen signifikant negativen Einfluss auf den KUP-Anbau, aber keinen Einfluss auf den Miscanthusanbau. Ein Grund hierfür könnte sein, dass Betriebe, die bereits erfolgreich erneuerbare Energiepflanzen anbauen, von den entsprechenden Verfahren nicht abweichen wollen.

Hypothese 14 „Kapital- und Flächenbindung, die mit den Anbauverfahren KUP bzw. Miscanthus einhergeht“:
Landwirte, die die mit einer Etablierung von KUP bzw. Miscanthus einhergehende Kapital- und Flächenbindung von etwa 20 Jahren als Erschwernis ansehen, haben *c. p.* einen geringeren Nutzen aus beiden Anbauverfahren. Eine lange Kapital- und Flächenbindung schränkt die Landwirte in ihrer Anbauflexibilität ein, da Flächen für den Anbau gängiger einjähriger Kulturen entfallen.

Hypothese 15 „Akzeptanz der Berufskollegen“:
Auch diese Hypothese wird beibehalten. Landwirte, die die Akzeptanz seitens der Kollegen als wichtig empfinden, haben *c. p.* eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit, KUP bzw. Miscanthus anzubauen.

Hypothese 16 „Tatsache kaum vorhandener Vermarktungsmöglichkeiten für das Erntegut“:
Die negative Bewertung kaum vorhandener Vermarktungsmöglichkeiten hat keinen Einfluss auf die Bewertung des Anbaus von KUP und Miscanthus. Obwohl ein anderes Ergebnis erwartet wurde, kann ein möglicher Grund für den nicht signifikanten Effekt sein, dass eine Abnahmegarantie für das Erntegut als wesentlicher Bestandteil der Vermarktung angesehen wird bzw. implizit für den Fall des Anbaus von guten Vermarktungsmöglichkeiten ausgegangen wird.

Hypothese 17 „Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut“:
Landwirte, die eine von Beginn an geregelte Abnahme- und Preisgarantie für das Erntegut als wichtig bewerten, zeigen *c. p*. eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit KUP bzw. Miscanthus anzubauen. Gleichzeitig sinkt die durchschnittliche WTA für die mehrjährigen Verfahren deutlich, sofern eine Abnahmegarantie gewährt wird. Agrarpolitische Maßnahmen könnten hier ansetzen, um einen vermehrten Anbau von KUP und Miscanthus zu fördern (vgl. hierzu auch die Diskussion in Abschnitt 6.4).

Hypothese 18 „Entlastung der Arbeitsspitzen durch die Anbauverfahren KUP bzw. Miscanthus und Ernte in den Wintermonaten“:
Auch diese Hypothese wird verworfen, da hier keine signifikanten Teilnutzenparameter von Interaktionstermen mit den ASC’s gefunden werden. Möglicherweise ist der Faktor Arbeitskraft in den relativ kleinen befragten Betrieben nicht besonders knapp.

Ebenfalls hervorzuheben ist die große Heterogenität unter den Befragten bezüglich ihren Präferenzen, die sich in den zum Teil recht hohen Standardabweichungen der geschätzten Mittelwerte der Teilnutzenparameter widerspiegelt. In der befragten Stichprobe gibt es demnach auch Landwirte, deren Präferenzen für die entsprechende Alternative oder das entsprechende Attribute höher bzw. geringer sind, als die erhaltenen Mittelwerte der Teilnutzenparameter. Demzufolge stiftet die jeweils betrachtete Alternative bzw. das Attribut einem solchen Landwirt einen höheren bzw. geringeren Nutzen, als dem Durchschnitt (vgl. auch Diskussion in Abschnitt 6.4).

Zudem sind Unterschiede, die sich bei den Interaktionstermen mit den ASC’s von KUP und Miscanthus und einer gleichen Kovariate ergeben, nicht in besonderem Maße hervorzuheben, da das Modell mit einer ASC ohne Interaktionsterme (vgl. Abschnitt 4.3.5.2 und Hypothese 2) zeigt, dass die hier befragten Landwirte nicht grundsätzlich zwischen den beiden mehrjährigen Verfahren differenzieren.

Nach der Ergebniszusammenfassung des Choice-Experiments folgt nun in Kapitel 5 die Darstellung der Herleitung und der Ergebnisse von Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP und Miscanthus sowie die Diskussion der Ergebnisse in Kapitel 6, welches mit einem Fazit abschließt.

5 Herleitung von Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP und Miscanthus - Potenzialanalyse

Im folgenden Kapitel 5 erfolgt die Herleitung von Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP und Miscanthus für die befragten Regionen Baden-Württembergs. Hierzu werden im Abschnitt 5.1 zunächst bereits veröffentlichte Potenzialanalysen zum KUP- und Miscanthusanbau aufgezeigt. In Abschnitt 5.2 werden die Vorgehensweise bei der Herleitung der Angebotsfunktionen dargestellt und darauf aufbauend Anbaupotenziale ermittelt.

5.1 Literaturüberblick

Aust (2012) hat eine GIS-basierte Potenzialanalyse unter Berücksichtigung der Standortanforderungen für KUP für Deutschland und im Speziellen für Baden-Württemberg für das Jahr 2011 durchgeführt. Abhängig von verschiedenen Standortgüten wurden hierbei Ertragsannahmen zu KUP getroffen, woraus dann fünf unterschiedliche KUP-Standortklassen identifiziert und die Flächenpotenziale ermittelt wurden. Diese zeigen ein Potenzial von insgesamt 559.500 ha Ackerfläche für Baden-Württemberg. Zudem wurden Biomassepotenziale berechnet, welche sich in Baden-Württemberg auf etwa 6,4 Millionen Tonnen Trockenmasse pro Jahr belaufen (eigene Berechnung nach Aust 2012). Eine weitere GIS-basierte Potenzialanalyse von Murn (2007) anhand standortbasierter Voraussetzungen für KUP für Brandenburg zeigt ein Flächenpotenzial von etwa 210.000 ha, mit einem jährlichen Biomassepotenzial von 1,5 bis 2,5 Millionen Tonnen Trockenmasse auf Ackerland. Auch Kollas et al. (2009) haben für Deutschland ebenfalls eine GIS-basierte Potenzialanalyse für KUP durchgeführt. Eine klare Aussage zu einem Flächen- oder Biomassepotenzial erfolgt jedoch nicht. Es wird erklärt, dass es bei dieser Art der Analyse viele Faktoren gibt, die in den Modellierungen nicht richtig berücksichtigt werden können, wie bspw. dass sehr gute Böden in der „Magdeburger Börde“ eher nicht für einen solchen Anbau genutzt werden, obwohl hier die höchsten Biomassepotenziale gesehen werden (Kollas et al., 2009). Für Miscanthus wurde bereits ebenfalls eine GIS-basierte Flächenpotenzialanalyse für Deutschland durchgeführt. Auch hier wurde die Eignung der Standorte bezüglich den Anforderungen der Kultur Miscanthus berücksichtigt und die Potenziale unter verschiedenen Szenarien ermittelt. Insgesamt wird ein deutschlandweites Flächenpotenzial von 2.348.397 ha Ackerfläche ausgewiesen (Enders, 2011; Schorling und Weinberg, 2014; Schorling et al., 2015).

Eine Einschätzung des Anbaupotenzials für KUP anhand von Befragungsergebnissen von Landwirten, im Ansatz wie in dieser Untersuchung, haben auch Van den Kerchove et al. (2012) durchgeführt. Allerdings beschränkt sich dies auf eine einfache Hochrechnung der angegebenen Flächenpotenziale der Befragungsteilnehmer auf die Gesamtfläche der befragten Regionen. Daraus wird ein Flächenpotenzial von 0,4 % der gesamten LF für Baden-Württemberg bestimmt (Van den Kerchove et al., 2012).

In allen zuvor angesprochenen Potenzialanalysen erfolgt keine Berücksichtigung der Rentabilität gängiger Ackerkulturen und somit Opportunitätskosten der Fläche. Zudem werden auch keine Präferenzen von Landwirten in die Potenzialanalysen miteinbezogen. Aufgrund

dessen werden diese beiden wichtigen Faktoren im Folgenden in die hier durchgeführte Analyse miteinbezogen.

5.2 Potenzialanalyse für den Anbau von KUP und Miscanthus

Nachstehend werden nun mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen und unter Verwendung der geschätzten Verteilungsparameter aus dem Random Parameter Logit-Modell ohne Interaktionsterme (vgl. Abschnitt 4.3.5.1), für verschiedene Szenarien Angebotsfunktionen für KUP- und Miscanthusflächen hergeleitet. Für unterschiedliche Rohstoffpreise können dann Anbaupotenziale in der untersuchten Region abgebildet werden.

In einem ersten Schritt werden hierzu die Nutzenfunktionen der betrachteten Alternativen definiert, um aufzuzeigen, welche Teilnutzenparameter bei der Ableitung der Angebotsfunktionen berücksichtigt werden:

$$U_{Statusquo} = \beta_{DB} * x_{DB\text{-}Statusquo} \quad (28)$$

$$U_{KUP} = \beta_{KUP} + \beta_{DB} * x_{DB\text{-}KUP} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} \quad (29)$$

$$U_{Misc} = \beta_{Misc} + \beta_{DB} * x_{DB\text{-}Misc} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} \quad (30)$$

Erklärung:

$U_.$	=	*Nutzen*
Statusquo	=	*Alternative Status quo = gewöhnliche Fruchtfolge*
KUP	=	*Alternative Kurzumtriebsplantage*
Misc	=	*Alternative Miscanthus*
$\beta_.$	=	*Teilnutzenparameter der jeweiligen Variable*
$x_.$	=	*Ausprägung der jeweiligen Variable*
DB	=	*Deckungsbeitrag*
IB	=	*Investitionssumme zu Beginn*
AG	=	*Abnahmegarantie des Ernteguts*

Die Attribute „Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags“ und „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen KUP / Miscanthus an“ aus dem Choice-Experiment wurden hierbei nicht mit aufgenommen. Vereinfachend wird zunächst angenommen, dass die Schwankungen der Deckungsbeiträge für alle untersuchten Kulturen gleich hoch sind und der Anbau von KUP bzw. Miscanthus durch Kollegen in der näheren Umgebung für diese Untersuchung eine untergeordnete Rolle spielt.

Da zur Schätzung des Random Parameter Logit-Modells ohne Interaktionsterme eine multivariate Normalverteilung unterstellt wurde, werden dabei für die Teilnutzenparameter $\beta_.$ sowohl Mittelwerte als auch eine Varianz-Kovarianz-Matrix geschätzt. Werden für die Variablen $x_.$ nun bestimmte Ausprägungen gewählt und wird des Weiteren unterstellt, dass die Teilnutzenparameter in der relevanten Population der Landwirte entsprechend der geschätzten multivariaten Normalverteilung verteilt sind, kann mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation jeweils der Anteil der Landwirte ermitteln werden, für die die Gleichung (29) (bzw. Gleichung (30)) einen größeren Nutzenwert ergibt, als Gleichung (28). Diese würden daher bei den unterstellten Ausprägungen von $x_.$, KUP (bzw. Miscanthus) anstatt der Status-quo-Alternative (gewöhnliche Fruchtfolge) anbauen. Es wird dabei jeweils entweder (28) mit (29) oder (28) mit (30) vergleichen, d.h. die Landwirte haben entweder die Wahl zwischen der Status-quo-

Alternative und KUP oder zwischen der Status-quo-Alternative und Miscanthus. Daher wird also davon ausgegangen, dass jeweils entweder nur KUP oder nur Miscanthus für einen großflächigen Anbau in Frage kommt, bspw. weil nur eine der beiden Kulturen in der Industrie benötigt wird und deshalb eine entsprechende Nachfrage besteht.

Hierzu werden in unterschiedlichen Szenarien die folgenden Annahmen kombiniert: Die Investitionskosten zu Beginn liegen bei x_{IB} = 2.500 €/ha bzw. bei x_{IB} = 7.500 €/ha. Es besteht eine Abnahmegarantie für das Erntegut (x_{AG} = 1) bzw. diese besteht nicht (x_{AG} = 0). Die Status-quo-Alternative zu KUP bzw. Miscanthus erbringt immer einen erwarteten Deckungsbeitrag von $x_{DB\text{-}Statusquo}$ = 300 €/ha. Die Deckungsbeiträge $x_{DB\text{-}KUP}$ bzw. $x_{DB\text{-}Misc}$ werden jeweils variiert, um entsprechend der skizzierten Vorgehensweise für jeden gewählten Deckungsbeitrag einen realistischen Anteil an anbauwilligen Landwirten zu ermitteln. Daher ist es notwendig, explizit Annahmen zum Deckungsbeitrag der Status-quo-Fruchtfolge zu treffen, da dieser Opportunitätskosten darstellt, welche zusätzlich zu den eigentlichen Produktionskosten beim Anbau von KUP bzw. Miscanthus zu kompensieren sind. Insgesamt ergeben sich hieraus vier Szenarien (siehe Tabelle 20), die im Folgenden untersucht werden. Damit eine KUP (Ungleichung 31) bzw. der Miscanthusanbau (Ungleichung 32) gewählt wird, muss somit deren jeweiliger Nutzen größer sein, als der alternative Nutzen aus dem Status Quo:

$$U_{Statusquo} < U_{KUP} \text{ bzw.} \tag{31}$$

$$U_{Statusquo} < U_{Misc}\,. \tag{32}$$

Da für den Status Quo keine Investitionskosten anfallen, ergeben sich aus diesen Bedingungen die folgenden Ungleichungen:

$$\beta_{DB} * x_{DB\text{-}Statusquo} < \beta_{KUP} + \beta_{DB} * x_{DB\text{-}KUP} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} \tag{33}$$

$$\beta_{DB} * x_{DB\text{-}Statusquo} < \beta_{Misc} + \beta_{DB} * x_{DB\text{-}Misc} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG}\,, \tag{34}$$

die wie folgt umgeformt werden können:

$$0 < \beta_{DB} * (x_{DB\text{-}KUP} - x_{DB\text{-}Statusquo}) + \beta_{KUP} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG} \tag{35}$$

$$0 < \beta_{DB} * \left(x_{DB\text{-}Misc} - x_{DB\text{-}Statusquo}\right) + \beta_{Misc} + \beta_{IB} * x_{IB} + \beta_{AG} * x_{AG}\,. \tag{36}$$

Dabei ist zu bedenken, dass die Parametermittelwerte von β_{DB} und β_{AG} jeweils positiv sind, diejenigen von β_{KUP}, β_{Misc} und β_{IB} hingegen einen negativen Wert aufweisen. Sofern für einen gezogenen Parametersatz Ungleichung (35) bzw. (36) erfüllt ist, wird vom simulierten Landwirt die entsprechende mehrjährige Kultur gewählt. Die Deckungsbeitragsdifferenzen zwischen KUP bzw. Miscanthus und der Status-quo-Alternative ($x_{DB\text{-}KUP}$ - $x_{DB\text{-}Statusquo}$) bzw. ($x_{DB\text{-}Misc}$ - $x_{DB\text{-}Statusquo}$) werden in 50 €-Schritten von minus 500 €/ha und Jahr bis 1.000 €/ha und Jahr variiert. Für die einzelnen Deckungsbeitragsdifferenzen werden unter den oben getätigten Annahmen zu den vier Szenarien jeweils 10.000 Simulationsläufe durchgeführt. Hierbei werden jeweils unter Zugrundelegung der geschätzten Varianz-Kovarianz-Matrix 10.000 Parametersätze β gezogen. Für jeden gezogenen Parametersatz ist die rechte Seite von Ungleichung (35) bzw. (36) entweder positiv oder negativ. Der Anteil positiver Fälle an

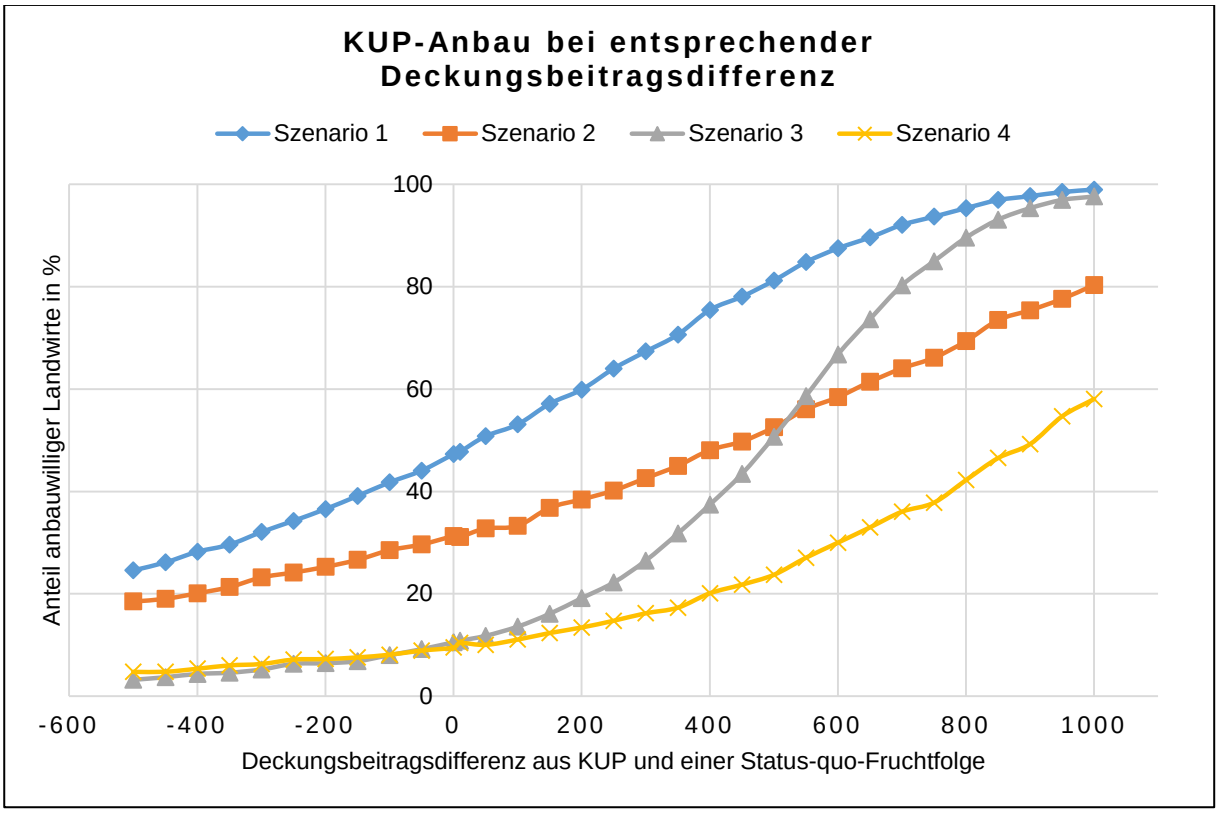
den 10.000 simulierten Fällen, entspricht für die betrachtete Deckungsbeitragsdifferenz jeweils dem Anteil der Landwirte, die aus dem Anbau von KUP bzw. Miscanthus einen größeren Nutzen erzielen, als aus der Status-quo-Alternative und daher bereit sind, die betreffende mehrjährige Kultur anzubauen.

Tabelle 20. Annahmen zu den untersuchten Szenarien

Szenario	Annahmen	
	Investitionssumme in € je ha	Abnahmegarantie für das Erntegut
1	2.500	vorhanden
2	7.500	vorhanden
3	2.500	nicht vorhanden
4	7.500	nicht vorhanden

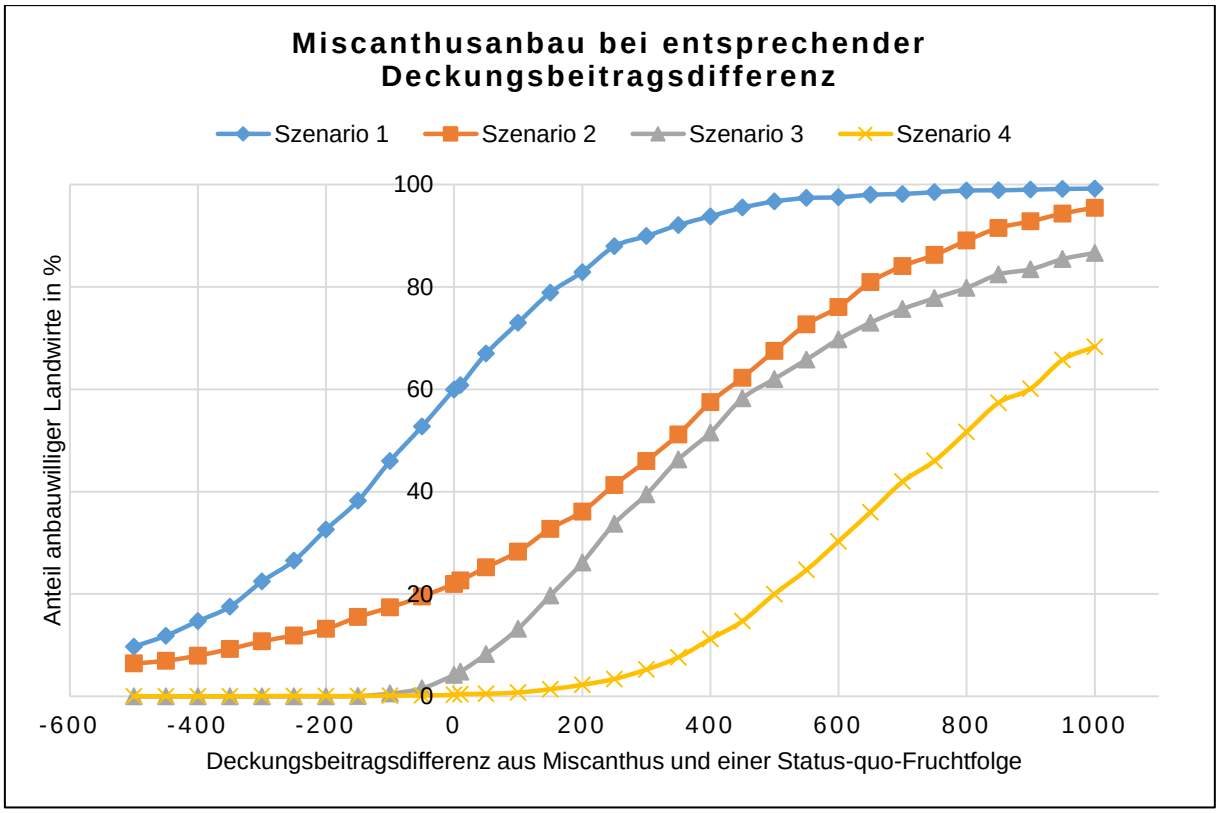
Abkürzungen: ha = Hektar
Quelle: eigene Darstellung

Aus den entsprechenden, mit Hilfe der Microsoft Excel Zusatzfunktion Crystal Ball durchgeführten Monte-Carlo-Simulationen ergeben sich für die vier betrachteten Szenarien (vgl. Tabelle 20) bei den KUP bzw. für Miscanthus, je nach unterstellter Deckungsbeitragsdifferenz, die in der Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellten Anteile anbauwilliger Landwirte.



Erklärungen: Szenario 1: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 2: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 3: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden; Szenario 4: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden. - Abkürzung: KUP = Kurzumtriebsplantage

Abbildung 6. Anteil der Landwirte, die bei der entsprechenden Deckungsbeitragsdifferenz aus KUP und einer Status-quo-Fruchtfolge KUP anbauen würden
Quelle: eigene Ergebnisse – Erklärungen im Text



Erklärungen: Szenario 1: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 2: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 3: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden; Szenario 4: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden.

Abbildung 7. Anteil der Landwirte, die bei der entsprechenden Deckungsbeitragsdifferenz aus Miscanthus und einer Status-quo-Fruchtfolge Miscanthus anbauen würden
Quelle: eigene Ergebnisse – Erklärungen im Text

Aus den Abbildungen lässt sich nun jeweils ablesen, wie hoch der Anteil der Landwirte ist, die KUP bzw. Miscanthus bei einer gegebenen Deckungsbeitragsdifferenz zwischen der betrachteten mehrjährigen Kultur und einer gewöhnlichen Fruchtfolge anbauen würden. Bei KUP bspw. liegt der Anteil der Landwirte in Szenario 1 bei einer Deckungsbeitragsdifferenz von Null € bei 47 %. Bei gleicher Deckungsbeitragsdifferenz liegt dieser Anteil in Szenario 2 (mit höherer Investitionssumme) bei 31 % und in den Szenarien 3 und 4 bei 11 % bzw. 10 %. Bei einer Deckungsbeitragsdifferenz von Null € würden in Szenario 1 60 % der Landwirte Miscanthus anbauen. Bei den Szenarien 2 und 3 wären es für diesen Fall 22 % bzw. 4 % und bei Szenario 4 nur 0 %. Generell ist der Verlauf der Graphen plausibel. In beiden Abbildungen liegt der Graph des Szenarios mit Abnahmegarantie und geringeren Investitionskosten (Szenario 1) jeweils über dem Graph des Szenarios mit Abnahmegarantie und höheren Investitionskosten (Szenario 2). Ebenso verhält es sich bei den Szenarien ohne Abnahmegarantie (Szenarien 3 und 4). Des Weiteren ist es plausibel, dass bei gleichen Investitionskosten die Graphen der Szenarien mit einer Abnahmegarantie über den Graphen der Szenarien ohne Abnahmegarantie verlaufen (vgl. Szenarien 1 mit 3 und 2 mit 4).

Die simulierten prozentualen Anteile der Landwirte, die KUP bzw. Miscanthus bei einer gegebenen Deckungsbeitragsdifferenz anbauen würden, lassen sich nun in geschätzte Anbauflächen in ha Ackerfläche überführen, sofern weitere auf dieser Befragung beruhende Annahmen getroffen werden. Aus den Auswertungen der Befragung geht hervor, dass die be-

fragten Betriebe eine Gesamtackerfläche von 6.322 ha bewirtschaften. Die insgesamt für eine potenzielle Etablierung von KUP bzw. Miscanthus von den Befragten angegebene Fläche beträgt 423 ha bzw. 406 ha. Daraus ergibt sich ein Anteil von 6,69 % bzw. 6,42 % der Ackerfläche der befragten Betriebe. Aus den vom MLR erhaltenen Angaben zur Grundgesamtheit geht hervor, dass in den Regionen (VGG 1, 2 und 8, siehe Abschnitt 4.2.4) 457.444 ha Ackerfläche bewirtschaftet werden (mit der Restriktion, dass Betriebe erst ab einer Ackerfläche von 5 ha in die Grundgesamtheit aufgenommen wurden) (Möndel, 2017). Hochgerechnet ergeben sich daraus für die betrachteten Regionen Ackerflächenpotenziale für KUP von 30.603 ha und für Miscanthus von 29.368 ha. Durch Multiplikation dieser maximalen Flächenumfänge mit den prozentualen Anteilen der Landwirte, die KUP bzw. Miscanthus in den jeweiligen in Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellten Szenarien anbauen würden, lassen sich die entsprechenden mit KUP bzw. Miscanthus angebauten Ackerflächen in ha abschätzen. Dabei wird vernachlässigt, dass eine zunehmende Deckungsbeitragsdifferenz nicht nur, wie in der hier dargestellten Kalkulation, die Anzahl der anbauwilligen Landwirte erhöht, sondern auch einen Einfluss auf den Umfang der vom einzelnen Landwirt mit KUP bzw. Miscanthus bestellten Ackerfläche haben dürfte.

Die jeweiligen Deckungsbeitragsdifferenzen lassen sich unter Annahme gegebener Erträge, variabler Kosten der mehrjährigen Anbauverfahren und Opportunitätskosten der Status-quo-Fruchtfolge, in Hackschnitzelpreise (in €/t_{atro}) überführen.

$$\Delta DB_{KUP} = (p_{KUP} * \ y_{KUP}) - vK_{KUP} - DB_{Statusquo} \quad (37)$$

$$\Delta DB_{Misc} = (p_{Misc} * y_{Misc}) - vK_{Misc} - DB_{Statusquo} \ . \quad (38)$$

Erklärung:

∆DB	=	*Deckungsbeitragsdifferenz*
DB	=	*Deckungsbeitrag*
Statusquo	=	*Alternative Status-quo-Fruchtfolge*
KUP	=	*Alternative Kurzumtriebsplantage*
Misc	=	*Alternative Miscanthus*
p	=	*Hackschnitzelpreis*
y	=	*Hackschnitzelertrag*
vK	=	*variable Kosten*

Umgeformt nach p_{KUP} bzw. nach p_{Misc} ergibt sich:

$$p_{KUP} = \frac{\Delta DB_{KUP} \ + \ DB_{Statusquo} \ + \ vK_{KUP}}{y_{KUP}} \quad (39)$$

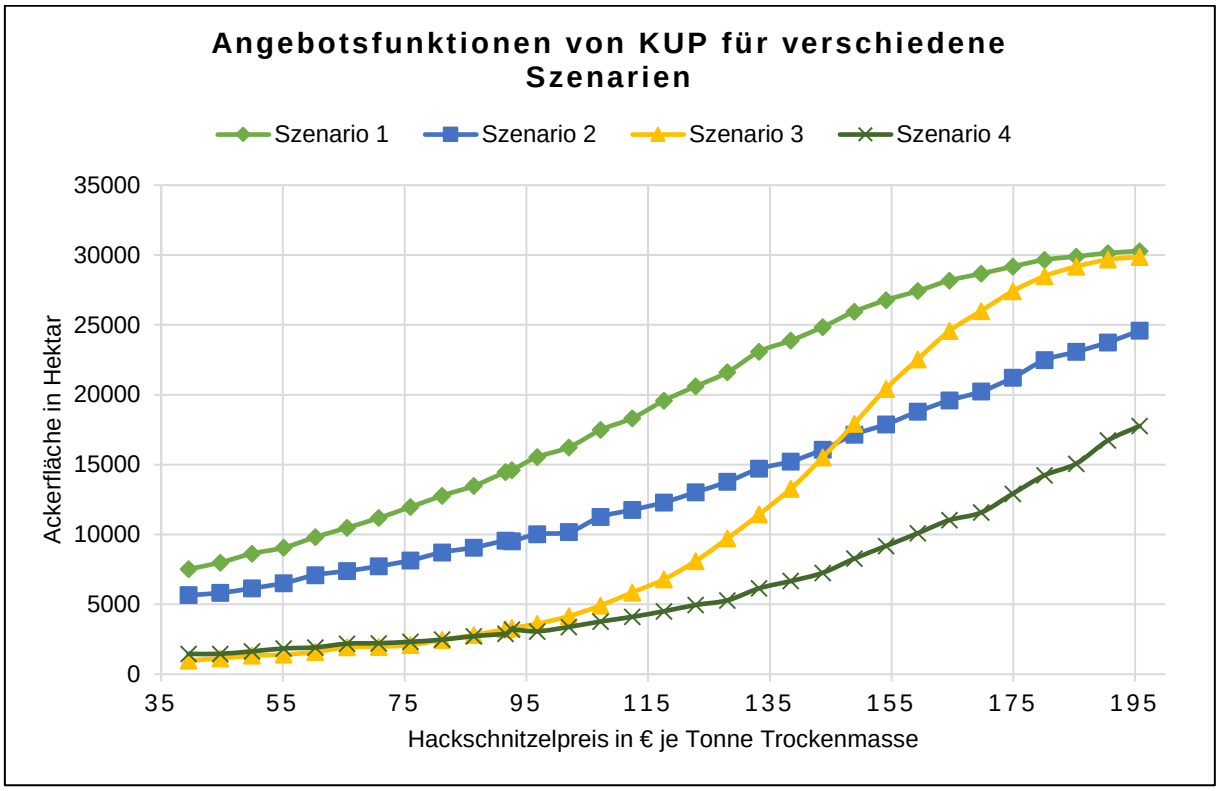
$$p_{Misc} = \frac{\Delta DB_{Misc} \ + \ DB_{Statusquo} \ + \ vK_{Misc}}{y_{Misc}}. \quad (40)$$

Für den Deckungsbeitrag der Status-quo-Alternative ($DB_{Statusquo}$) wird pauschal 300 €/ha und Jahr angenommen. Um den Deckungsbeitragsdifferenzen jeweils einen Hackschnitzelpreis zuzuordnen, werden diese Differenzen in Schritten von 50 € zum Deckungsbeitrag der Fruchtfolge hinzugerechnet und jeweils die entsprechenden variablen Kosten (*vK*)[19] addiert.

[19] Zu den variablen Kosten für den Anbau von KUP (Pappeln) zählen die Kosten für die Ernte und Düngung von 1.212 €/ha bei einer angenommenen Ernte alle drei Jahre (KTBL, 2015) sowie 18,25 €/t_{atro} Transportkosten für das Erntegut (Aust, 2012). Bei einem niedrigen angenommenen Ertrag und der Umrechnung auf Kosten pro Jahr, ergeben sich jährliche variable Kosten von 579 €/ha. Zu den variablen Kosten für den Anbau von Miscanthus

Der so erhaltene Betrag wird jeweils durch den unterstellten Ertrag dividiert und entspricht dem der Differenz zugeordneten Hackschnitzelpreis. Gegen diesen Preis wird die entsprechende Fläche (geschätzter Anteil mal AF-Potenzial) aufgetragen.

Unter der Annahme relativ niedriger KUP- bzw. Miscanthuserträge[20] ergeben sich dann in Abhängigkeit vom jeweils unterstellten Hackschnitzelpreis für die untersuchte Region die in Abbildung 8 und Abbildung 9 zu ersehenden, potenziell mit KUP bzw. Miscanthus bewirtschafteten Ackerflächen. Die so abgeleiteten Graphen können als entsprechende Angebotsfunktionen interpretiert werden.

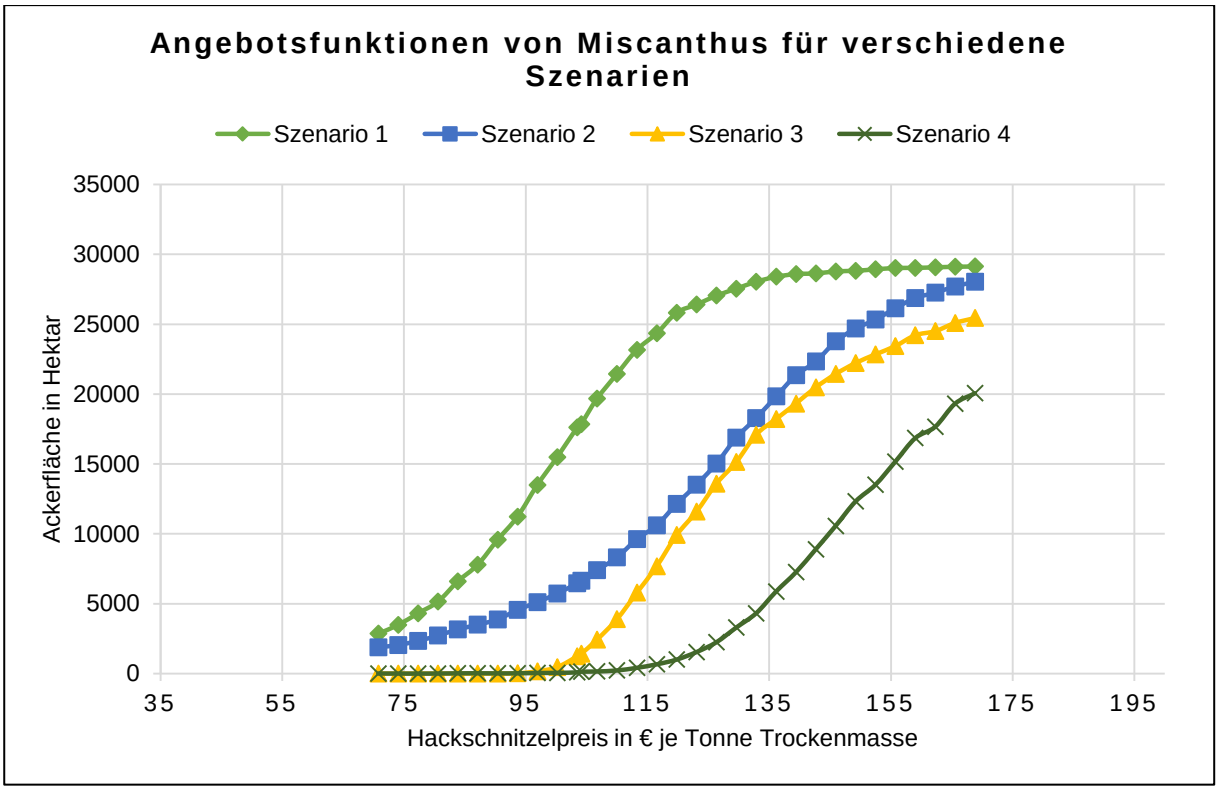


Erklärungen: Szenario 1: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 2: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 3: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden; Szenario 4: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden. - Abkürzung: KUP = Kurzumtriebsplantage – Annahme eines niedrigen KUP-Ertrags von 9,6 t_{atro}/ha und Jahr

Abbildung 8. Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP: potenziell mit KUP bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei niedrigen angenommenen Erträgen Quelle: eigene Ergebnisse – Erklärungen im Text

zählen die Kosten für die Ernte, Düngung und Pflanzenschutzmittel und die Kosten für den Transport der Erntemaschine von jährlich 1003 €/ha (KTBL, 2015; Nahm et al., 2011) sowie 18,25 €/t_{atro} Transportkosten für das Erntegut (Aust, 2012). Bei einem niedrigen angenommenen Ertrag von Miscanthus belaufen sich hierbei die jährlichen variablen Kosten auf 1.283 €/ha.

[20] Niedriger angenommener Ertrag für KUP (Pappel) von durchschnittlich 9,6 t_{atro}/ha und Jahr (Biertümpfel et al., 2012). Niedriger angenommener Ertrag für Miscanthus von durchschnittlich 15,3 t_{atro}/ha und Jahr (Gauder et al., 2012).



Erklärungen: Szenario 1: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 2: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 3: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden; Szenario 4: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden. - Annahme eines niedrigen Miscanthus-Ertrags von 15,3 t_{atro}/ha und Jahr

Abbildung 9. Angebotsfunktionen für den Anbau von Miscanthus: potenziell mit Miscanthus bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei niedrigen angenommenen Erträgen

Quelle: eigene Ergebnisse – Erklärungen im Text

Bei einem zuletzt beobachteten Auszahlungspreis für Hackschnitzel für das Jahr 2016 für Süddeutschland von durchschnittlich 111 € für KUP und 136 € für Miscanthus (eigene Berechnungen nach CARMEN, 2017) und relativ niedrigen Ertragsannahmen (vgl. Fußnote 20) würden sich entsprechend den hier dargestellten Angebotsfunktionen die in Tabelle 21 dargestellten Anbaupotenziale für KUP bzw. Miscanthus ergeben.

Tabelle 21. Anbaupotenziale für KUP und Miscanthus bei zuletzt beobachteten Auszahlungspreisen für Hackschnitzel (niedrige angenommene Erträge)

Szenario	Anbaupotenziale in Hektar	
	KUP	Miscanthus
1	18.270	28.290
2	11.800	19.630
3	5.700	17.890
4	4.130	5.590

Abkürzung: KUP = Kurzumtriebsplantage

Quelle: eigene Darstellung, Werte gerundet

Die in Tabelle 21 präsentierten Anbaupotenziale für KUP bzw. Miscanthus sind jeweils separat zu betrachten und unter Ausschluss der jeweils anderen mehrjährigen Anbaualternative zu sehen. Dies bedeutet, dass die Anbaupotenziale nicht addiert werden dürfen. Der Verlauf der Angebotsfunktionen sowie die berechneten Anbaupotenziale bei derzeitigen Hackschnitzelpreisen und hohen angenommenen Erträgen sind dem Anhang 6 zu entnehmen. Unter

jeweils gleichen Annahmen für die Szenarien 1 bis 4, zeigt sich dabei ein ähnlicher Verlauf der Angebotskurven.

Die insgesamt in der Befragung genannten Flächenpotenziale liegen für KUP innerhalb der untersuchten Region bei 30.603 ha und für Miscanthus bei 29.368 ha. Für KUP entspricht dies einem Ackerflächenanteil von 6,69 % und für Miscanthus von 6,42 %. Gemessen an der gesamten AF in Baden-Württemberg von 819.633 ha im Jahr 2016 ergeben sich daraus Anteile von 3,73 % für KUP und 3,58 % für Miscanthus. Im Vergleich hierzu wird auf insgesamt 24,15 % der AF in Baden-Württemberg Mais angebaut (eigene Berechnungen nach statistik-bw.de, 2017c). Die Anbaupotenziale für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg sind demgegenüber vergleichsweise gering, aber dennoch vorhanden.

Gebe es nun bspw. eine Kompensationszahlung von 300 €/ha und Jahr in Form einer Anbausubvention für das Betreiben einer KUP (Miscanthuspflanzung), ergibt sich bei den hier zugrunde gelegten relativ niedrigen Erträgen und unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten von 300 €/ha und Jahr, bei einer angenommenen Investitionssumme von 2.500 €/ha und einer vorhandenen Abnahmegarantie (Szenario 1) ein Anbau von KUP (Miscanthus) auf durchschnittlich 14.469 ha (17.606 ha) bei einem Hackschnitzelpreis von 92 €/$_{atro}$ (103 €/$_{atro}$). Bei gleichen Gegebenheiten, jedoch mit höheren Investitionskosten von 7.500 €/ha (Szenario 2), verringern sich die durchschnittlichen Anbauflächen auf 9.570 ha für KUP und auf 6.455 ha für Miscanthus. Im Szenario 3 mit niedrigen Investitionskosten von 2.500 €/ha und ohne eine Abnahmegarantie, würde in der betrachteten Region nur noch eine potenzielle Fläche von durchschnittlich 3.226 ha mit KUP bewirtschaftet werden; für Miscanthus würden sich unter diesen Umständen gerade mal 1.231 ha ergeben. Kämen unter diesen Annahmen dann noch hohe Investitionskosten von 7.500 €/ha (Szenario 4) hinzu, würde sich die potenzielle Fläche für KUP auf durchschnittlich 2.904 ha und für Miscanthus auf 88 ha reduzieren. Eine jährliche Anbausubvention von 300 €/ha kann die potenziellen Anbauflächen für KUP und Miscanthus erhöhen, es ist jedoch bemerkenswert, dass das Vorhandensein einer Abnahmegarantie gleichfalls einen erheblichen positiven Effekt auf den Umfang der potenziellen Anbaufläche von KUP und Miscanthus hat.

6 Diskussion und Fazit

Im Folgenden schließt die Diskussion zur Ermittlung der geeigneten Anbaugebiete für KUP und Miscanthus an (vgl. Abschnitt 6.1). Zudem werden einige Diskussionspunkte aus den Workshops angeführt (vgl. Abschnitt 6.2). Es folgt die Diskussion der verwendeten Methode sowie das Vorgehen zur Gewinnung der befragten Stichprobe (vgl. Abschnitt 6.3). Darüber hinaus werden die Ergebnisse der Befragung und des Choice-Experiments diskutiert (vgl. Abschnitt 6.4), ebenso wie die Ergebnisse der Potenzialanalyse des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus (vgl. Abschnitt 6.5). Abschließend wird ein Fazit gezogen (vgl. Abschnitt 6.6).

6.1 Geeignete Anbauregionen für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg

Bei der Analyse der Wirtschaftlichkeit und des Risikos ist insbesondere die geringe Verfügbarkeit von Daten zu Erträgen und Preisen von KUP und Miscanthus hervorzuheben. Besonders lückenhaft ist die Datengrundlage der Erträge für spätere Ernten. Es ist davon auszugehen, dass bei der ersten und zweiten Ernte weniger Biomasse geerntet wird, als in den darauf folgenden Ernten, da sich die Pflanzen zu Beginn erst etablieren und ein Wurzelwerk ausbilden müssen. Nach den Ernten erfolgt eine Regeneration der einzelnen Pflanzen, da die hier untersuchten Baumarten die Fähigkeit zum Stockausschlag besitzen, wobei neue Triebe ausgebildet werden (Horn et al., 2013). Somit ist für die späteren Rotationen eine Steigerung des Ertrages zu erwarten (Hering et al., 2013; Horn et al., 2013), was in der hier vorliegenden Arbeit ebenfalls so angenommen wird. Diese Tatsache führt dazu, dass für die gesichteten Erträge Ertragsfaktoren für die nachfolgenden Ernten anhand der wenigen vorhandenen Ertragsdaten errechnet wurden (siehe Anhang 1). Ein solches Vorgehen, das auch in anderen Studien angewandt wird (Gurgel, 2013; Horn et al., 2013; Kröber et al., 2009; Wagner et al., 2012), bietet die Möglichkeit abzuschätzen, welche Erträge in den nachfolgenden Ernten zu erwarten sind.

Entsprechend der durchgeführten Sensitivitätsanalyse haben die angenommenen Erträge, nach den Hackschnitzelpreisen, den zweitstärksten Einfluss auf die Rentabilität und das Risiko der mehrjährigen Anbauverfahren. Es spielt daher eine entscheidende Rolle, welche Ertragshöhen für die Wirtschaftlichkeits- und Risikoanalysen angenommen werden. Aufgrund dessen ist die gesamte Vorgehensweise bei der Berechnung der Erträge für die nachfolgenden Ernten kritisch zu betrachten und bei der Bewertung der Ergebnisse der Rentabilitäts- und Risikoanalysen für die Standorteignung zu berücksichtigen.

Die einzige Datenquelle für Hackschnitzelpreise in Deutschland ist das Netzwerk C.A.R.M.E.N. e.V.. Es stellt jährliche Preismittelwerte von Waldhackschnitzeln zur Verfügung, welche u. a. für Süddeutschland seit dem Jahr 2008 aufgezeichnet werden. Dies beinhaltet, im Vergleich zu Preisaufzeichnungen von Getreide oder Raps (FAO, 2016b), einen relativ kurzen Zeitraum (CARMEN, 2015). Bereits veröffentlichte Arbeiten bedienen sich ebenfalls dieser Datengrundlage zur Kalkulation der Rentabilität von KUP und Miscanthus (Wolbert-Haverkamp, 2012). Vor allem für die Analyse des Risikos, wozu Verteilungen, Mittelwerte und Streuungsmaße sowie Korrelationen benötigt und berechnet werden müssen, wäre eine zeitlich längere Datengrundlage wünschenswert. Weitere transparente Preisnotie-

rungsstellen für Hackschnitzel konnten für Deutschland nicht gefunden werden. Unter anderem zeigt dies, dass sich hierfür bisher noch kein richtiger Markt etabliert hat. Aufgrund dessen ist es schwierig, zukünftige Preisentwicklungen für Hackschnitzel zu prognostizieren. Da das primäre Ziel der Holzhackschnitzelproduktion aktuell noch die Energieerzeugung in Form von Strom und Wärme ist (Bioökonomierat, 2016), ist vielmehr davon auszugehen, dass sich der Hackschnitzelpreis bisher und in Zukunft eher am Ölpreis oder den Preisen für andere nachwachsende Rohstoffe zur energetischen Nutzung orientiert.

Aufgrund der Unsicherheit über zukünftige Preise wurden im Rahmen der Risikountersuchung Sensitivitätsanalysen mit einer erhöhten Standardabweichung bzw. einer Halbierung des Mittelwerts der Hackschnitzelpreise durchgeführt, um aufzuzeigen, wie sich die simulierten Ergebnisse bei stärker schwankenden oder niedrigeren Preisen verändern. Eine Erhöhung der Standardabweichung der Hackschnitzelpreise bewirkt eine Erhöhung der Streuung der Ergebnisse. Eine Halbierung des Mittelwerts der Hackschnitzelpreise wiederum führt zu einer geringeren Wirtschaftlichkeit und einer geringeren Streuung der Ergebnisse. Experten (Lewandowski, 2016a) nehmen an, dass ein regionaler Hackschnitzelpreis von etwa 60 €/t_{atro} für Baden-Württemberg eher realistisch ist, was in etwa der Hälfte der notierten Auszahlungspreise des Netzwerks CARMEN (2015) entspricht.

Es ist zudem anzumerken, dass es sich bei den Ergebnissen zur Rentabilität und zum Risiko um eine modellhafte Betrachtung handelt. Eine Modellbetrachtung beinhaltet dabei immer, dass eine theoretische Vereinfachung der tatsächlichen Gegebenheiten erfolgt. Dies kann oftmals in einer Verfälschung der faktischen Gegebenheiten resultieren und nicht immer können alle tatsächlichen Faktoren miteinbezogen werden (Mußhoff und Hirschauer, 2010). In der Regel sind die Ergebnisse nur auf den in der jeweiligen Berechnung bzw. Simulation beschriebenen Sachverhalt zutreffend. Dies beschränkt die Aussagekraft der Ergebnisse. Da alle Berechnungen und Simulationen unter Festlegung einer Vielzahl von Annahmen über die In- und Outputvariablen durchgeführt wurden, kann nur unter Berücksichtigung dieser Annahmen eine Aussage getroffen werden. Allgemeingültige Aussagen oder Schlussfolgerungen über die Wirtschaftlichkeit und des Risikos dieser Verfahren können hieraus nicht abgeleitet werden. Denn ausschlaggebend für eine veränderte Rentabilität können hier u. a. auch das angenommene Ernteverfahren, Transportkosten für das Erntegut, aber auch Lager- und Trocknungskosten des Ernteguts sein. Letztere konnten in den hier durchgeführten Kalkulationen nicht berücksichtigt werden, da hierzu keine passenden Daten gefunden wurden.

Zwar erlaubt die Risikoanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation die Berücksichtigung unsicherer Inputvariablen wie bspw. Erträge und Preise. Jedoch ist es mit dieser Methode nicht möglich, weitere wichtige unsichere Einflüsse, die auf die Zielgröße wirken können wie bspw. Krankheiten der Kulturen, Schädlingsbefall oder Auswinterungsverluste (Seidl et al., 2015), mit zu berücksichtigen. Auch mögliche Marktkrisen oder Strukturbrüche können in einer solchen Simulation keine Berücksichtigung finden. Mit dieser Art der Risikoanalyse ist es somit nicht möglich, nicht vorhersehbare Ereignisse zu quantifizieren und mit einzubeziehen.

Als Befragungsregionen haben sich die VGG Unterland / Gäue, Rhein / Bodensee und Bauland / Hohenlohe herauskristallisiert. Eine Beschränkung der Befragung auf diese VGG, welche sich als am besten für den Anbau von KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg geeignete Regionen ergeben haben, ist ebenfalls zu diskutieren. Die Auswahl der Regionen basiert auf den in Kapitel 3 durchgeführten Standort-, Rentabilitäts- und Risikoanalysen. Diese erfolgten unter einer Vielzahl von Annahmen über die Input- und Outputvariablen. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse sind nur unter Berücksichtigung aller getroffenen Annahmen zu interpretieren. Vor diesem Hintergrund ist die daraus getroffene Wahl der am besten geeigneten Anbauregionen für KUP und Miscanthus zu verstehen. Es ist nicht auszuschließen, dass bestimmte Standorte in anderen VGG möglicherweise sogar besser für den KUP- und Miscanthusanbau geeignet wären, wenn andere Kriterien für die Wahl der am besten geeigneten Anbaugebiete in Betracht gezogen würden, wie bspw. die vermehrte Nutzung von vergleichsweise schlechteren Standorten.

6.2 Anmerkungen der Workshop-Teilnehmer

Im Zuge der Workshops fanden auch offene Diskussionen zum Thema „KUP und Miscanthus“ mit den Befragungsteilnehmern statt. Dabei wurden die verschiedensten möglichen Vor- und Nachteile der Anbauverfahren angeführt.

Wichtige Diskussionspunkte waren oftmals die Trocknung und die Trocknungsmöglichkeiten des Erntematerials, insbesondere von Miscanthus, und die damit verbundenen Kosten und möglichen Konsequenzen, wenn eine Trocknung nicht ausreichend durchgeführt wird. Um eine ungewollte Vergärung oder Selbstentzündung des Erntematerials zu vermeiden, werden für die Lagerung hohe Trockensubstanzgehalte benötigt. Dieses Trocknen des Ernteguts geht i.d.R. mit hohen Trocknungskosten einher. Um diese Kosten zu reduzieren, wurde diskutiert, dass eine Ernte von Miscanthus im späteren Frühling zu höheren Trockensubstanzanteilen führt, da das stehende Erntegut auf dem Feld länger austrocknen kann. Die spätere Ernte birgt aber auch Risiken, da mögliche starke Schneefälle mit nassem Schnee im Spätwinter auf den noch stehenden Miscanthus fallen und diesen zum einen nass halten oder zum anderen herunter drücken können. Dies würde dazu führen, dass das Erntegut kaum oder nicht mehr zu ernten wäre und es somit zu starken Ernteverlusten oder einem Totalausfall kommen könnte. Sollte das Erntegut im Februar zu nass sein, könnte eine spätere Ernte von Miscanthus erst ab Mai möglich werden, da eine Ernte zwischen März und April mit den durchzuführenden Arbeiten für die Frühjahrsbestellung der anderen Kulturen in Konflikt geraten könnte.

Bezüglich des Verheizens des Miscanthushäckselguts wurde angemerkt, dass es in den Heizanlagen zur Entstehung von Säuren kommen kann, die die Bauteile der Anlage angreifen können. Es benötige technische Modifizierungen von bestehenden Heizanlagen, wenn Miscanthushäckselgut in diesen verheizt werden soll.

Ein weiteres Diskussionsthema war, ob der Maiswurzelbohrer in Zukunft eine mögliche Gefahr für die Miscanthuspflanzen darstellen kann. Bei Miscanthus handelt es sich, ebenso wie beim Mais, um eine C_4-Pflanze, die zudem ähnliche standörtliche Bedingungen benötigt, wie

der Mais (Hartmann, 2014; LTZ, 2010). Da die Eier dieses Schädlings im Boden überwintern (LfL, 2017) und Maisstandorte als mögliche Standorte für Miscanthus in Frage kommen, werden diese Schädlinge als potenzielle Gefahr für die Folgekultur Miscanthus diskutiert. Laut Lewandowski (2016b) hat der Maiswurzelbohrer Miscanthus bisher jedoch nur in Topfversuchen im Gewächshaus befallen, wenn eine gezielte Infizierung erfolgte.

Ein weiteres Problem stellt die Tatsache dar, dass in Regionen mit einem hohen Vorkommen an Wildtieren, Wildschweine Miscanthusplantagen zur Deckung und als Schutzort besiedeln. Dementsprechend kann es auch hier zu Schäden durch Wildschweine kommen. Auch im Zusammenhang mit KUP wurde angesprochen, dass ein möglicher Wildverbiss der Stecklinge oder kleinen Bäume zu einer erheblichen Schädigung der Anlage führen kann. Käme ein Nachpflanzen der zerstörten Stecklinge in Frage, würde dies zusätzliche Kosten verursachen, die zuvor nicht kalkulierbar sind. Der mögliche Befall von Blattrostpilzen bei Pappel-KUP wurde ebenfalls thematisiert. Dieser Pilzbefall kann bewirken, dass die Blätter vorzeitig abfallen und die betroffenen Pflanzen absterben, was wiederum zu Ertragsverlusten führt (Landgraf und Helbig, 2010).

Die Akzeptanz in der Bevölkerung für die Anbauverfahren KUP und Miscanthus war ebenfalls ein Diskussionsthema. Hierbei wurden Verbindungen zum bereits gesellschaftlich wenig akzeptierten großflächigen Maisanbau hergestellt und Bedenken geäußert, ob diese negative Sichtweise auch gegenüber KUP und Miscanthus bestehen wird, wenn diese erst einmal großflächiger angebaut werden. Auch bei der Befragung von Drittler und Theuvsen (2017) glaubt die Mehrheit der befragten Landwirte nicht, dass Anwohner und Nachbarn den Anbau von KUP begrüßen würden.

6.3 Verwendete Methode und Stichprobengewinnung

Durch die Verwendung von Random Parameter Logit-Modellen für die Auswertung der Choice-Experimente können die bestehenden heterogenen Präferenzen der Landwirte berücksichtigt werden. Die durch diese Modelle erfolgte Berücksichtigung der Präferenzheterogenität bezüglich der verschiedenen Alternativen und ihrer Eigenschaften, bietet den wesentlichen Vorteil gegenüber dem konditionalen Logit-Modell. Letzteres greift mögliche heterogene Präferenzen noch nicht auf (Hensher et al., 2015; Train, 2009). Daraus können nicht nur Mittelwerte der Teilnutzenparameter der ASC's und Attribute erhalten werden, sondern auch Informationen zu deren Streuung. Durch Aufnahme weiterer Variablen wie bspw. personenbezogene Merkmale in die Schätzung dieser Modelle, wird versucht einen Teil der bisher unbeobachteten individuellen Präferenzen über diese Merkmale zu erklären (Hensher et al., 2015).

In der hier vorliegenden Untersuchung werden zur Erklärung der Präferenzen u. a. betriebs- und betriebsleiterbezogene Variablen in die Modelle integriert. Dabei dienen diese Variablen der Erklärung der Präferenzen, wenn sie als signifikante Teilnutzenparameter von Interaktionstermen in den geschätzten Modellen erscheinen. Zum einen zeigen die Ergebnisse des hier durchgeführten Choice-Experiments, dass einige integrierte Variablen keine signifikanten Effekte haben. Dies muss nicht bedeuten, dass die jeweilige untersuchte Variable eine

Eigenschaft ist, die keinen Einfluss auf die Anbauentscheidung und die Präferenzen hat. Vielmehr ist in diesem Zusammenhang eher zu diskutieren, ob die hier untersuchte Stichprobe möglicherweise zu klein ist, um signifikante Effekte der jeweiligen Eigenschaft hervorzubringen. Weitere Untersuchungen dieser nicht-signifikanten Eigenschaften könnten hier mehr Klarheit schaffen. Dies ist vor allem der Fall, wenn es sich um betriebs- oder personenbezogene Eigenschaften handelt, bei welchen bereits in anderen ähnlichen Veröffentlichungen signifikante Effekte gefunden wurden. Zum anderen kann es aber auch vorkommen, dass einige Signifikanzen rein zufällig zustande gekommen sind.

Die Wahl der Eigenschaften im Choice-Experiment erfolgte anhand von Daten aus der Literatur. Hierbei wurde versucht, die wichtigsten entscheidungsrelevanten Eigenschaften für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus in das Choice-Experiment aufzunehmen. Durchaus hätten auch andere Attribute gewählt werden können wie bspw. der Arbeitszeitbedarf je Hektar oder die Einbindung der Hackschnitzelerzeugung in eine Produktionsgemeinschaft. Die gewählten Eigenschaften bieten jedoch die Möglichkeit, realistische Attributlevel zu formulieren, was sich bspw. beim Arbeitszeitbedarf pro Jahr schwierig gestaltet. In diesem Fall hätten nur alternativenbezogene Attributlevel genutzt werden können, da der Anbau von KUP bzw. Miscanthus vergleichsweise weniger Arbeitszeit benötigt, als der Anbau gängiger Ackerkulturen (KTBL, 2012).

Im Zusammenhang mit der Stichprobengewinnung ist davon auszugehen und hervorzuheben, dass an der Befragung vermehrt Landwirte teilgenommen haben, die an der Thematik KUP- und Miscanthusanbau interessiert sind und dadurch eine gewisse Selbstselektion stattgefunden hat. Die in Kapitel 4.3.1 durchgeführte Überprüfung der Repräsentativität zeigt, dass der Anteil KUP anbauender Betriebe in der hier untersuchten Stichprobe signifikant höher ist, als in der Grundgesamtheit. Bezüglich der weiteren untersuchten Eigenschaften ist eine Repräsentativität der Stichprobe gegeben. Es ist jedoch anzunehmen, dass eine grundsätzliche Verzerrung der Ergebnisse und Antworten in der Befragung zugunsten des KUP- und Miscanthusanbaus besteht. Ebenfalls hervorzuheben ist auch, dass Betriebe, die weniger als 5 ha Ackerfläche bewirtschaften, aus der Grundgesamtheit ausgeschlossen wurden. Dementsprechend sind die Einstellung und das mögliche Anbaupotenzial dieser Betriebe in der hier durchgeführten Analyse nicht berücksichtigt. Dabei wäre es durchaus denkbar, dass Betriebe mit einem geringen Ackerflächenanteil den Anbau von KUP bzw. Miscanthus interessant finden könnten.

6.4 Befragung und Choice-Experiment

Ziel dieser Untersuchung war es, die Einstellung und Akzeptanz der Landwirte in Baden-Württemberg bezüglich des Anbaus von KUP und Miscanthus zu erfahren. Die Mittelwerte der Teilnutzenparameter der ASC's und der Attribute zeigen alle die erwarteten Vorzeichen und sind zudem alle signifikant. Auch die dazugehörigen Standardabweichungen sind signifikant und teilweise sehr groß. Dies weist auf eine starke Heterogenität der Antwortenden bezüglich der beiden Alternativen KUP und Miscanthus und der abgefragten Attribute des Choice-Experiments hin. Somit gibt es eine signifikant große Spanne in der Nutzenwahr-

nehmung unter den Antwortenden bezüglich der Attribute und daher auch der ermittelten Zahlungsbereitschaften. Im Durchschnitt wird der Anbau von KUP bzw. Miscanthus *c. p.* negativ bewertet. Trotz des durchschnittlich negativen Nutzens geben jedoch jeweils etwa 60 % der Landwirte, die noch keine KUP bzw. Miscanthus anbauen an, dass sie sich in naher Zukunft einen solchen Anbau vorstellen können. Die großen Standardabweichungen der Teilnutzenparameter der ASC's zeigen, dass es auch Landwirte in der Stichprobe gibt, die einen positiven Nutzen aus dem Anbau von KUP bzw. Miscanthus haben.

Die „Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags" und die „Investitionssumme zu Beginn" zeigen das erwartete negative Vorzeichen und wirken damit negativ auf die Anbauwahrscheinlichkeit. Mit zunehmender Schwankung steigt die Unsicherheit bezüglich der Deckungsbeiträge der mehrjährigen Anbauverfahren. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass auch die Deckungsbeträge der gewöhnlichen Anbauverfahren solchen Schwankungen unterliegen. Aus dem geschätzten Modell ohne Interaktionsterme lässt sich entnehmen, dass für eine Erhöhung der Schwankung von bspw. 100 € pro ha und Jahr *c. p.* eine Kompensationszahlung von durchschnittlich 30 € (Wert gerundet) pro ha und Jahr erwartet wird. In Bezug auf die Investitionssumme zu Beginn können allein die Kosten für das Pflanzmaterial 4.800 € erreichen (eigene Berechnungen nach die-forstpflanze.de, 2015; energieholzanbau.de, 2015; energiepflanzen.com, 2015; KTBL, 2012). Die Ergebnisse des Modells ohne Interaktionsterme zeigen, dass mit jedem zusätzlichen € an Investitionskosten *c. p*. eine jährliche Kompensationszahlung von durchschnittlich 0,04 € (Wert gerundet) von den Landwirten erwartet wird. Bei einer Investitionssumme von 5.000 € wäre dies eine durchschnittliche jährlich zu erwartende Kompensationszahlung von 200 €. Ein solcher Betrag ist gering, vor allem da zu bedenken ist, dass dies bei einer 20-jährigen Standzeit eine negative Verzinsung bedeutet. Realistischere Werte liefert hier – zumindest für eine durchschnittliche Risikoeinstellung – das erste und zweite Random Parameter Logit-Modell mit Interaktionstermen (vgl. Abschnitt 4.3.5.3 und 4.3.5.4). Die darin erhaltenen Werte der jährlichen Kompensationszahlungen, die mit jedem zusätzlichen € an Investitionskosten *c. p*. erwartet werden, liegen bei durchschnittlich 0,06 € bzw. 0,07 €, was implizit angenommenen Zinssätzen von 2,30 % bzw. 4,14 % entspricht.

Aus den Ergebnissen des Choice-Experiments geht hervor, dass im Durchschnitt für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus Kompensationszahlungen erwartet werden. Eine finanzielle Unterstützung könnte einen Anreiz liefern, den Anbau zu erhöhen. Um bspw. den hohen Investitionskosten entgegen zu wirken, bietet sich eine einmalige Subvention für die Anfangsinvestition an. Eine andere Option stellt generell die Zahlung einer jährlichen Subvention dar (BMEL, 2014c; DirektZahlDurchfV, 2014). Eine Möglichkeit der finanziellen Unterstützung wird aktuell im Rahmen der 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) unter „Investitionen zur Diversifizierung" für die Etablierung einer KUP angeboten. Sehr strikte Zuwendungsvoraussetzungen scheinen die Nutzung dieser Investitionsförderung jedoch zu erschweren (BMEL, 2014c). In der 1. Säule der GAP sind KUP und Miscanthus als Dauerkulturen beihilfefähig, ebenso wie alle anderen angebauten Ackerkulturen. Für KUP wird jedoch die Anforderung gestellt, bestimmte gelistete Gehölzarten zu verwenden und einen maximalen Erntezyklus von 20 Jahren einzuhalten (DirektZahlDurchfV, 2014). Des Weiteren kann

eine KUP als öVf im Rahmen des „Greening“ der 1. Säule der GAP, mit einem Wertigkeitsfaktor von 0,3, angerechnet werden (BMEL, 2014a; 2014b). Auf diesen im Interesse der Umwelt genutzten Flächen dürfen keine Pflanzenschutzmittel und Düngemittel mineralischen Ursprungs verwendet werden (DirektZahlDurchfV, 2014). Zahlen zu den bewirtschafteten öVf in Baden-Württemberg im Jahr 2015, in dem lediglich 90 ha KUP als öVf angerechnet wurden (BWagrar, 2017) zeigen jedoch, dass der hierfür bestehende Wertigkeitsfaktor möglicherweise zu gering ist. Im Vergleich dazu wurden im Jahr 2013 in ganz Baden-Württemberg insgesamt 322 ha mit KUP bewirtschaftet (LEL, 2013).

In diesem Zusammenhang kommt die Frage auf, inwieweit eine Subventionierung von KUP und Miscanthus bei den Landwirten überhaupt gewünscht und gerechtfertigt ist. Sowohl positive als auch negative externe Effekte der Anbauverfahren sind hierbei zu berücksichtigen. Auf der einen Seite kann der KUP-und Miscanthusanbau einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und auch zu einer vermehrt auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Wirtschaftsweise leisten (BMEL, 2014d). Zudem würden dadurch umweltfreundliche Anbauverfahren, welche u. a. weniger Pflanzenschutz- und Düngemittel benötigen (BUND, 2010; KTBL, 2012), unterstützt werden. Außerdem fördert die mehrjährige Bodenruhe die Entwicklung von Bodenlebewesen wie bspw. Regenwürmer (BUND, 2010). Auf der anderen Seite ist jedoch fraglich, ob der Einsatz dieser finanziellen Ressourcen für bereits bestehende Anbauverfahren effizienter erfolgen kann. Bei einer Subvention ist immer abzuwägen, wie hoch hierbei der volkswirtschaftliche Verlust ist (Mankiw und Taylor, 2008). Im Vergleich zur Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln, scheint die Subvention von KUP und Miscanthus, bei welchen die Nutzung des Produktes (hier die Lignozellulose zur stofflichen Nutzung) noch nicht ausgereift ist, weniger sinnvoll. Zudem ist anzunehmen, dass die betrieblichen Ressourcen wie Arbeit, Zeit und Kapital in den bereits bestehenden Anbauverfahren effizienter genutzt werden, was ebenfalls eher gegen eine Umverteilung der Subventionen zugunsten des KUP- und Miscanthusanbaus spricht. Aus diesen Gründen scheinen die bestehenden Subventionen im Vergleich zur aktuell möglichen Nutzung der Erzeugnisse angemessen. Eine Subventionierung sollte erst eruiert werden, wenn am Markt effizientere Verwertungsverfahren und somit eine entsprechend erhöhte Nachfrage für das Erzeugnis Lignozellulose zur stofflichen Nutzung bestehen.

Im Besonderen hervorzuheben ist der Effekt des Attributs „Abnahmegarantie“. Dieses zeigt im Modell ohne Interaktionsterme eine durchschnittliche WTA von minus 424 €. Eine vergleichende *c. p.* Betrachtung mit den WTA’s der ASC’s zeigt, dass das Vorhandensein einer Abnahmegarantie die erwarteten Kompensationszahlungen für den Anbau von KUP (459 €) bzw. Miscanthus (404 €) fast bzw. bereits kompensieren würde. Somit kann eine vorhandene Abnahmegarantie einen erheblichen Effekt zugunsten des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus ausüben. Im Vergleich zu einer Anbausubvention bieten Abnahmeverträge in diesem Sinne die Möglichkeit, die Anbauflächen von KUP und Miscanthus bei einem geringeren monetären Anreiz zu erhöhen. Es ist daher zu diskutieren, ob von politischer Seite zukünftig eher eine Unterstützung beim Aufbau eines Netzwerkes zwischen Landwirten und der verarbeitenden Industrie erfolgen sollte, damit hier Abnahmeverträge geschlossen werden können, als finanziell aufwendige staatliche Anbausubventionen einzuführen, um den Anbauum-

fang von KUP und Miscanthus zu erhöhen. Das Modell der vertraglich geregelten Abnahme ist generell in vielen Bereichen der Agrarwirtschaft wiederzufinden wie bspw. der Vorvertragsabschluss zwischen Landwirten und Landhändlern, bei dem sich der Landwirt verpflichtet, die Ernte zu einem zuvor festgesetzten Preis abzuliefern. Abnahme- oder Lieferverträge sind Instrumente, die der Reduzierung von Risiken bei Preisen dienen (Hirschauer und Mußhoff, 2012) und daher dem Landwirt mehr Sicherheit verleihen. Auch bereits veröffentlichte Untersuchungen zeigen die Wichtigkeit von Abnahmeverträgen bei der Erzeugung von Energiepflanzen (Fewell et al., 2016; Khanna et al., 2017; Krah et al., 2015).

Auch ein Anbau durch Berufskollegen in der näheren Umgebung senkt *c. p.* die erwarteten Kompensationszahlungen für den KUP- bzw. Miscanthusanbau um 123 €. Dieser positiv wirkende Nachbarschaftseffekt bekräftigt die Vermutung, dass die Erzeugung von Lignozellulose in Anbauclustern den Anteil der Anbauflächen von KUP und Miscanthus in größerem Maße erhöhen könnte, als ein vereinzelter Anbau. Damit gehen positive Effekte einher wie bspw. ein Informationsaustausch unter Kollegen, wodurch weitere Landwirte zu einem solchen Anbauverfahren auf dem eigenen Betrieb ermutigt werden. Bei Problemen oder Unsicherheiten kann hier gegenseitige Unterstützung geleistet werden. Diesen positiven Effekt bestätigen auch die Befragungsergebnisse von Van den Kerchove et al. (2012). Hier zeigt sich, dass Landwirte, die bereits KUP anbauen in fast allen Fällen weitere Landwirte in der näheren Umgebung kennen, die ebenfalls KUP anbauen. Multiplikatoreffekte werden hierbei klar sichtbar (Van den Kerchove et al., 2012).

Die erwarteten Kompensationszahlungen für den KUP- bzw. Miscanthusanbau sind die zusätzlich zu den Opportunitätskosten der Fläche erwarteten Zahlungen. Vorausgesetzt es handelt sich um eigene Flächen eines Landwirtes, stellen entgangene Pachtgelder bei der Option einer Verpachtung, Opportunitätskosten der Fläche dar. Nun wurden in den vergangenen Jahren stark ansteigende Pachtpreise in Baden-Württemberg beobachtet (statistik-bw.de, 2017b). Vor allem in einer solchen Situation bleibt für einen Landwirt abzuwägen, ob er seine Eigentumsflächen lieber verpachtet, als darauf bspw. KUP oder Miscanthus anzubauen. Dies kann vor allem für Nebenerwerbslandwirte eine finanziell attraktivere Alternative zum KUP- bzw. Miscanthusanbau darstellen, da diese aufgrund ihrer Erwerbsform grundsätzlich weniger Arbeitskraftstunden für die landwirtschaftlichen Tätigkeiten aufbringen können.

Nachdem die WTA’s der ASC’s im Modell ohne Interaktionsterme ähnlich hohe Werte angezeigt haben, wurde durch Einbringen einer linearen Restriktion überprüft und bestätigt, dass die beiden Anbauverfahren gleich bewertet werden. Dies bedeutet, dass die Landwirte im Choice-Experiment nicht direkt zwischen den mehrjährigen Anbaualternativen differenzieren und somit womöglich auch nicht dahingehend unterscheiden, dass KUP bspw. nur alle drei Jahre und Miscanthus jährlich geerntet wird. Die im Modell mit einer ASC und ohne Interaktionsterme ermittelte durchschnittliche WTA liegt, wie erwartet, zwischen den durchschnittlichen WTA’s der einzelnen ASC’s aus dem Modell mit zwei ASC’s ohne Interaktionsterme.

Anhand des Annuitätenfaktors kann, wie der Ergebnisdarstellung des ersten Modells mit Interaktionstermen zu entnehmen ist, der für eine Investition implizit angenommene Zinssatz

abgeleitet werden. Dabei sollte überprüft werden, ob sich für die Befragungsteilnehmer hierfür realistische Werte ergeben. Im angesprochenen Modell beläuft sich dieser, anders als im Modell ohne Interaktionsterme (negative Verzinsung, vgl. Abschnitt 4.3.5.1), bei durchschnittlicher Risikoaversion auf 2,30 % und damit auf einem ähnlichen vergleichsweise niedrigen Niveau, wie die Monatsmittelwerte nominaler Renditen von börsennotierten Bundeswertpapieren in den vergangenen Jahren (Deutsche Bundesbank, 2016). Hierbei bleibt anzumerken, dass sich in der Stichprobe jedoch verschiedene Risikotypen befinden, sodass sich dementsprechend auch unterschiedlich hohe implizit angenommene Zinssätze ergeben.

Die Kovariate Risiko zeigt im ersten und zweiten Modell mit Interaktionstermen, in welche diese Variable mit aufgenommen wurde, einen signifikanten negativen Teilnutzenparameter des Interaktionsterms mit dem Attribut Investitionssumme. Einen negativen Effekt des Risikos auf die Anbaudiversifizierung im Zuckerrohranbau finden auch Windle und Rolfe (2005) in ihrem Choice-Experiment. Auch Khanna et al. (2017) finden heraus, dass risikofreudigere Landwirte eine höhere Wahrscheinlichkeit zeigen, Energiepflanzen anzubauen. Fewell et al. (2016) hingegen finden heraus, dass die Risikoaversion keinen signifikanten Einfluss auf die Anbauwahrscheinlichkeit von Rutenhirse hat, ebenso wie Krah et al. (2015) herausfinden, dass die Risikowahrnehmung und –präferenzen keinen signifikanten Einfluss bei der Abnahmevertragsgestaltung für Miscanthuserntegut haben.

Bezüglich den, im ersten Modell mit Interaktionstermen untersuchten, betriebsbezogenen Eigenschaften Erwerbsform und Pachtflächenanteil wurden keine signifikanten Teilnutzenparameter der jeweiligen Interaktionsterme gefunden. In der Untersuchung von Paulrud und Laitila (2010) hat die Pachtfläche auf dem Betrieb ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf den allgemeinen Energiepflanzenanbau. Khanna et al. (2017) hingegen finden heraus, dass Landwirte, die im Haupterwerb wirtschaften und einen höheren Pachtflächenanteil besitzen, eine geringere Wahrscheinlichkeit für den Anbau von Energiepflanzen haben. Ross et al. (2000) zeigen ebenfalls, dass das Pachten von Flächen einen negativen Einfluss auf den Anbau von KUP hat. Zu diesem Ergebnis kommen auch Jensen et al. (2007), die zeigen, dass die Nutzung von Pachtflächen einen negativen Effekt auf den Anbau von Rutenhirse hat.

Für den KUP-Anbau zeigt die Eigenschaft Betriebsgröße einen signifikanten negativen Teilnutzenparameter des Interaktionsterms. Paulrud und Laitila (2010) zeigen in ihren Choice-Ergebnissen auch, dass die Betriebsgröße einen negativen Effekt auf den Anteil der Anbaufläche von Energiepflanzen hat. Ebenso finden Khanna et al. (2017), dass kleinere Betriebe eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, Energiepflanzen anzubauen. Dieses Ergebnis zeigen auch Jensen et al. (2007) für den Rutenhirsenanbau.

Die im zweiten Modell mit Interaktionstermen untersuchten betriebsleiterbezogenen Eigenschaften zeigen bezüglich des Alters signifikante negative Teilnutzenparameter der Interaktionsterme. Weitere Untersuchungen zum Anbau von Energiepflanzen zeigen ebenfalls, dass das Alter einen negativen Einfluss auf den Energiepflanzenanbau hat (Paulrud und Laitila, 2010). Auch Jensen et al. (2007) finden heraus, dass eher jüngere Landwirte eine höhere Bereitschaft für den Anbau von Rutenhirse haben. Windle und Rolfe (2005) hingegen zeigen,

dass das Alter einen positiven Effekt auf eine Anbaudiversifizierung im Zuckerrohranbau mit sich bringt und Fewell et al. (2016) bzw. Khanna et al. (2017) finden keinen signifikanten Effekt des Alters auf die Anbauwahrscheinlichkeit von Rutenhirse bzw. Energiepflanzen.

Des Weiteren zeigen die Teilnutzenparameter der Interaktionsterme der ASC's mit der Kovariate Ausbildung in der Landwirtschaft signifikante negative Effekte. Bereits veröffentlichte Untersuchungen zeigen ebenfalls einen negativen Effekt eines höheren Ausbildungsstandes auf die Anbaudiversifizierung im Zuckerrohranbau (Windle und Rolfe, 2005). Khanna et al. (2017) hingegen zeigen, dass eine höhere Ausbildung einen positiven Einfluss auf die Anbauwahrscheinlichkeit von Energiepflanzen hat. Dies zeigt auch Jensen et al. (2007) für den Anbau von Rutenhirse.

Für die im dritten Modell mit Interaktionstermen untersuchte Kovariate „bereits durchgeführter Anbau von Substraten für Biogasanlagen" und der ASC von KUP wurde ein signifikanter negativer Teilnutzenparameter des Interaktionsterms gefunden, zur ASC von Miscanthus nicht. Eine andere Veröffentlichung findet ebenfalls keine signifikanten Effekte eines bereits durchgeführten Anbaus von Energiepflanzen auf die Anbauwahrscheinlichkeit von weiteren neuen Energiepflanzen (Paulrud und Laitila, 2010).

In den drei Modellen mit Interaktionstermen korrelieren die jeweiligen integrierten Kovariaten teilweise miteinander. Dies kann einen Einfluss auf die erhaltenen Ergebnisse der jeweiligen geschätzten Teilnutzenparameter haben. Im zweiten Modell mit Interaktionstermen korrelieren bspw. die Kovariaten Alter und Berufserfahrung (vgl. Tabelle 18 Abschnitt 4.3.5.4). Würde eine der beiden Variablen aus dem Modell für eine erneute Schätzung entfernt werden, so ist anzunehmen, dass die verbleibende Variable den Effekt der entfernten Variable möglicherweise zum Teil mit abbildet und daher mit einem veränderten Signifikanzniveau im Modell auftritt oder einen veränderten Wert des Teilnutzenparameters erhalten würde.

Die unterschiedlichen Signifikanzniveaus der Teilnutzenparameter der ASC's von KUP und Miscanthus mit einer jeweils gleichen Kovariate können auch zufällig sein und sind dementsprechend nicht im Besonderen hervorzuheben, zumal das Modell mit einer ASC ohne Interaktionsterme (vgl. Abschnitt 4.3.5.2 und Hypothese 2) zeigt, dass zwischen den beiden ASC's und somit den beiden mehrjährigen Alternativen kein signifikanter Unterschied besteht.

Ein weiteres Ziel war es zudem zu untersuchen, ob es Unterschiede in den Mittelwerten der Eigenschaften der Betriebsleiter gibt, die sich einen Anbau von KUP bzw. Miscanthus vorstellen bzw. nicht vorstellen können. Hierbei wurden nur wenige signifikante Unterschiede in den betriebs- bzw. betriebsleiterbezogenen Eigenschaften gefunden. Dies kann zum einen bedeuten, dass es tatsächlich keine betriebsbezogenen Unterschiede in Bezug auf die Präferenzen des KUP- und Miscanthusanbaus gibt. Zum anderen kann es aber auch sein, dass die hier untersuchte Stichprobe zu klein ist, um signifikante Unterschiede aufzuzeigen. Die einzigen signifikanten Unterschiede gibt es im Ackerflächenanteil zur LF für beide mehrjährigen Anbauverfahren, welcher bei Betrieben, die sich den Anbau künftig vorstellen können, jeweils geringer ist. Zudem gibt es Unterschiede im Grünlandflächenanteil zur LF und der durchschnittlichen Anzahl der Arbeitskräfte je Betrieb für den KUP-Anbau. Neben den Mit-

telwertunterschieden wurden auch Zusammenhänge zwischen einem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und u. a. betriebs- und betriebsleiterbezogenen Variablen untersucht. Hier wurden ebenfalls signifikante negative Zusammenhänge zum Ackerflächenanteil zur LF gefunden, was die signifikanten Mittelwertunterschiede bekräftigt. Außerdem gibt es einen negativen Zusammenhang zwischen dem vorstellbaren Anbau von Miscanthus und dem Alter der Betriebsleiter.

Im Folgenden sollen noch einige deskriptive Ergebnisse diskutiert werden. Den Anbau von KUP bzw. Miscanthus kann sich in der hier vorliegenden Befragung mit etwa jeweils 60 % der befragten Betriebsleiter, die noch keines dieser Verfahren durchführen, die Mehrheit zukünftig vorstellen. Auch in der Befragung von Van den Kerchove et al. (2012) zur Einstellung zum KUP-Anbau mit Landwirten aus Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und dem Departement Bas-Rhin in Frankreich ist dies der Fall. Uckert (2009) zeigt in seiner Befragung von Brandenburger Landwirten zum KUP-Anbau hingegen, dass sich hier die Mehrheit einen solchen Anbau nicht vorstellen kann. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Skodawessely und Pretzsch (2009) bei einer Befragung von Landwirten in Sachsen und Brandenburg zum Energieholzanbau.

In den Umfrageergebnissen von Uckert (2009), Skodawessely und Pretzsch (2009) und Van den Kerchove et al. (2012) wird als wichtiger Vorteil des KUP- bzw. Energieholzanbaus gesehen, dass sich dieser auf Flächen anbietet, welche für andere Kulturen eher weniger gewinnbringend sind bzw. welche für die Bewirtschaftung benachteiligt erscheinen oder Grenzstandorte darstellen sowie auch auf brachliegenden Flächen. Auch Drittler und Theuvsen (2017) finden in ihrer Befragung heraus, dass ein KUP-Anbau zur Anrechnung als öVf auf schwächeren Böden als zusätzliche Alternative gesehen wird. In der hier durchgeführten Befragung zeigt sich, dass es als Vorteil angesehen wird, dass der KUP- bzw. Miscanthusanbau eine bessere Nutzung schlechterer Flächen ermöglicht, aber auch dass dadurch Brachflächen besser verwertet werden könnten. Grundsätzlich sehen die hier befragten Landwirte den KUP- bzw. Miscanthusanbau eher auf kleinen, ungünstig geformten, entfernt gelegenen und vergleichsweise schlechteren Schlägen. Auch Waldrand- und Grünlandflächen kommen in Frage.

Einige Veröffentlichungen empfehlen explizit die Etablierung von KUP und Miscanthus eher auf Flächen, die nicht bzw. kaum intensiv genutzt werden (Unseld et al., 2010), die aufgrund einer geringeren Bodengüte eher weniger für den Anbau herkömmlicher Ackerkulturen geeignet sind (Aust, 2012) oder auf welchen bereits der Anbau von erneuerbaren Energiepflanzen erfolgt und ein Austausch erfolgen könnte. Dies könnte ebenfalls zu einer geringeren Flächenkonkurrenz und einer Verringerung des Zielkonflikts zwischen Teller und Tank beitragen (Backhaus et al., 2015; Bioökonomierat, 2016). Die Ergebnisse der hier durchgeführten Befragung zeigen jedoch, dass eine Konkurrenzsituation zur Nahrungs- und Futtermittelerzeugung nicht oder noch nicht wahrgenommen wird und daher überwiegend als „unwichtig“ bzw. „weder wichtig noch unwichtig“ (50,5 % bzw. 23,5 %, n=115) bei der Entscheidung für den Anbau von KUP und Miscanthus bewertet wird. In der Befragung von Van den Kerchove et al. (2012) hingegen sieht die Mehrheit der Befragten eine geringe oder sogar hohe Konkurrenz des KUP-Anbaus zum Nahrungsmittelanbau.

Dass der KUP- bzw. Miscanthusanbau als Möglichkeit zur betrieblichen Einkommenssteigerung gesehen wird, zeigen neben den Ergebnissen dieser Befragung auch Skodawessely und Pretzsch (2009) und Van den Kerchove et al. (2012). Dabei wird der Energieholzanbau als Möglichkeit zur Erweiterung der bereits durchgeführten landwirtschaftlichen Erzeugung gesehen sowie auch zur Sicherung des betrieblichen Einkommens. Ebenfalls für den KUP- und Miscanthusanbau spricht in der hier durchgeführten Befragung die Möglichkeit zur zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen. Dies sehen die Landwirte in den Befragungen von Skodawessely und Pretzsch (2009) und Van den Kerchove et al. (2012) genauso. Freie Arbeitskapazitäten in den Wintermonaten können durch die im Winter stattfindende Ernte besser genutzt werden.

Gegen den KUP-Anbau sprechen in der Befragung von Uckert (2009) die hohe Anfangsinvestition, die lange Amortisationszeit der Plantage und fehlende Ernte- und Pflanztechniken. Auch in dieser Befragung gibt jeweils die Mehrheit der Landwirte an, dass die Notwendigkeit einer Anfangsinvestition, eine lange Kapital- und Flächenbindung und Erschwernisse durch bisher kaum vorhandene Technik zur Pflanzung und Ernte negativ wirkende entscheidungsrelevante Faktoren für den Anbau von KUP bzw. Miscanthus sind. Skodawessely und Pretzsch (2009) und Van den Kerchove et al. (2012) heben die gleichen Argumente als nachteilig hervor. Weitere Aspekte, die sowohl in dieser Befragung als auch in den Befragungen von Skodawessely und Pretzsch (2009), Uckert (2009) und Van den Kerchove et al. (2012) genannt werden und als Nachteil für den Energieholzanbau anzusehen sind, sind das fehlende Wissen und die unzureichenden Erfahrungen mit diesen Anbauverfahren. Zudem wirken laut dieser Befragung und den Befragungen von Skodawessely und Pretzsch (2009) und Van den Kerchove et al. (2012) die nicht vorhandenen Vermarktungsmöglichkeiten negativ auf den Anbau von KUP und Miscanthus bzw. auf den Energieholzanbau. Des Weiteren beschränkt ein solcher Anbau die Möglichkeit, schnell auf potenzielle Marktentwicklungen reagieren zu können. Geschuldet ist dies der Tatsache, dass mit diesen Anbauverfahren eine längerfristige Flächenbindung einhergeht. In solch einem Fall kann dann auf dieser Fläche nicht flexibel der Anbau einer alternativen einjährigen Kultur erfolgen.

Neben all den Nachteilen werden in KUP jedoch Potenziale für die zukünftige Versorgung mit Holz gesehen. Prognosen zufolge soll ab dem Jahr 2020 eine „Holzlücke“ entstehen, dessen zusätzlicher Bedarf teilweise mit Holz aus KUP gedeckt werden könnte (Bolte et al., 2016). Damit wird den mehrjährigen Kulturen eine Zukunftsfähigkeit zugesagt. Ein solcher mehrjähriger Anbau könnte sich daher durchaus als ein zusätzliches wirtschaftliches Standbein herausstellen. Neben der prognostizierten Zukunftsfähigkeit und den bereits genannten Vorteilen von KUP und Miscanthus spricht für die Anbauverfahren, dass sich diese in einer extensiven Bewirtschaftungsform durchführen lassen, da nach einer erfolgreichen Etablierung der Anlage neben den Ernten, lediglich eine Düngung nach jeder Ernte notwendig ist (KTBL, 2012). Des Weiteren können positive Leistungen an die Umwelt erbracht werden, wie bspw. eine Vernetzung von verschiedenen Biotopen (Bolte et al., 2016). Auf der anderen Seite könnte der Anbau von KUP negative Wirkungen haben, die auch auf Nachbarflächen übergreifen könnten wie bspw. eine Veränderung der Zusammensetzung der Vegetation durch Schattenwurf und durch Wasserkonkurrenz. Zudem sind KUP auf Standorten unge-

eignet, die eine wichtige Lebensraumfunktion für empfindsame Arten wie bspw. den Kiebitz haben (Nitsch et al., 2016).

Die Ergebnisse der drei verschiedenen Methoden zur Ermittlung der Risikoeinstellung der Landwirte zeigen, wie erwartet, untereinander teilweise signifikante positive Zusammenhänge. Ewald et al. (2012) haben mit Landwirten, neben einer „Holt and Laury“-Lotterie und, neben weiteren Verfahren, ebenfalls eine Frage zur Selbsteinschätzung der Risikoeinstellung gestellt und die Ergebnisse miteinander verglichen. Auch sie zeigen, dass die Ergebnisse der verschiedenen Messmethoden teilweise signifikant positiv miteinander korrelieren. Obwohl von Ewald et al. (2012) der gleiche Auszahlungsanreiz wie in der hier durchgeführten Lotterie gesetzt wurde, zeigen die Landwirte im Durchschnitt ein „risikoneutrales“ (4,4) Verhalten, wobei sich in der hier durchgeführten Befragung ein Wert von durchschnittlich 6,0 ergibt, was für „risikoscheu“ steht. Im Vergleich zum Ergebnis der Lotterie liegt das durchschnittliche Risikoverhalten bei der Frage zur Selbsteinschätzung bei Ewald et al. (2012) bei „geringfügig risikoscheu“ (4,9), wobei der durchschnittliche Wert in der hier durchgeführten Untersuchung bei 4,1, also „risikoneutral“ liegt. Dieser Vergleich soll verdeutlichen, dass die Erhebung der Risikoeinstellung mit Hilfe der vorgestellten Methoden, abhängig von der Zielgruppe und dem Befragungskontext, sehr unterschiedlich ausfallen kann.

6.5 Potenzialanalyse

Im Vergleich zu den in dieser Arbeit abgeleiteten Flächenpotenzialen für KUP und Miscanthus anhand den empirisch ermittelten Präferenzen der Landwirte, wurden in den in Abschnitt 5.1 vorgestellten GIS-basierten Analysen (Aust, 2012; Enders, 2011; Kollas et al., 2009; Murn, 2007; Schorling und Weinberg, 2014; Schorling et al., 2015) Anbaupotenziale basierend auf Standortfaktoren ermittelt. Da diese Modellierungen zudem mit Annahmen arbeiten, welche nicht immer die gleichen und meist von starken Generalisierungen abhängig sind und somit eine Vergleichbarkeit erschweren, spiegeln die darin gezeigten Ergebnisse lediglich Dimensionen der Potenziale wider. Es ist hervorzuheben, dass die in dieser Arbeit ermittelten Anbauumfänge realistischer sind, als die bisher veröffentlichten GIS-basierten Potenzialanalysen. Neben den reinen Standortfaktoren wurden in der hier durchgeführten Analyse auch die Präferenzen der Landwirte bezüglich des KUP- und Miscanthusanbaus sowie die Opportunitätskosten der Fläche berücksichtigt. Zudem ist die befragte Stichprobe für die untersuchten Regionen repräsentativ. Aus dieser Potenzialanalyse können somit, unter der Annahme verschiedener Szenarien bezüglich der zu erwartenden Kosten und Erträge und unter Berücksichtigung von Opportunitätskosten, mögliche Flächenpotenziale für den KUP- bzw. Miscanthusanbau ökonomisch fundiert abgeleitet werden.

Die kalkulierten Anbaupotenziale für KUP bzw. Miscanthus sollten in Zusammenhang mit den jeweiligen erwarteten durchschnittlichen Auszahlungspreisen für Hackschnitzel betrachtet werden. Unter der Annahme verschiedener Szenarien bezüglich der Kosten und Erträge der mehrjährigen Kulturen, lassen sich daraus für den jeweiligen Fall etwas differenziertere Flächenpotenziale innerhalb der untersuchten Regionen darstellen. Die Ergebnisse der hier durchgeführten Analyse zeigen jedoch auch, dass grundsätzlich ein eher geringes Anbaupo-

tenzial für KUP und Miscanthus in Baden-Württemberg besteht. Vor allem bei den zuletzt beobachteten Auszahlungspreisen (CARMEN, 2017), aber auch bei höheren Hackschnitzelpreisen bleiben die kalkulierten Anbaupotenziale überschaubar. Da davon ausgegangen wird, dass vermehrt an der Thematik KUP- und Miscanthusanbau interessierte Landwirte an der Befragung teilgenommen haben, ist zu vermuten, dass auch die Angaben der potenziell zu bewirtschaftenden Flächen zugunsten des KUP- und Miscanthusanbaus erfolgt sind. Dementsprechend müsste hier noch eine Korrektur erfolgen. Zwar wurden die Anbaupotenziale bei höheren Auszahlungspreisen für Hackschnitzel hier ebenfalls simuliert, woraus sich dementsprechend auch höhere Potenziale ergeben, jedoch basiert diese Analyse auf durchschnittlichen Annahmen der befragten Landwirte. Eher anzunehmen ist jedoch, dass falls der Hackschnitzelpreis am Markt tatsächlich ansteigen sollte, dies einen stärkeren positiven Effekt auf den Anbauumfang haben würde, als in der hier dargestellten Analyse. Höhere Auszahlungspreise machen die mehrjährigen Anbauverfahren finanziell attraktiver, weshalb angenommen werden kann, dass sich dann mehr Landwirte für einen KUP- bzw. Miscanthusanbau entscheiden würden bzw. mehr Fläche pro Landwirt für diesen Anbau genutzt werden würde. Diese Tatsache konnte in der hier durchgeführten Potenzialanalyse nicht mit berücksichtigt werden.

6.6 Fazit

Generell wird der Anbau von KUP bzw. Miscanthus *c. p.* negativ bewertet, was bedeutet, dass Kompensationszahlungen erwartet werden. Hervorzuheben ist, dass unter den Landwirten bezüglich der mehrjährigen Anbaualternativen und der zugehörigen Eigenschaften heterogene Präferenzen bestehen, da die Standardabweichungen der geschätzten Parameter groß und signifikant sind. Dies bedeutet signifikant große Spannen in der Nutzenwahrnehmung und somit auch bei den ermittelten impliziten Kompensationsforderungen.

Ein wichtiges Instrument zur Unterstützung des Anbaus von KUP bzw. Miscanthus ist eine garantierte Abnahme des Ernteguts. Aus den Ergebnissen des Choice-Experiments geht zudem hervor, dass es ebenfalls positiv auf die Anbauwahrscheinlichkeit wirkt, wenn Kollegen in der näheren Umgebung bereits KUP bzw. Miscanthus anbauen. Eher negativ wirkt demgegenüber die Tatsache, dass zu Beginn eine Investition zu tätigen ist. Auch ein möglicher Anstieg der Schwankungen des jährlichen Deckungsbeitrags hat *c. p.* einen negativen Einfluss auf die Anbauwahrscheinlichkeit, was jedoch auf gängige Ackerkulturen ebenfalls zutrifft. Im Allgemeinen scheinen die Werte der erwarteten Kompensationszahlungen in ihrer Höhe plausibel.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Landwirte in den hier befragten Regionen Baden-Württembergs nicht grundsätzlich gegen einen Anbau von KUP bzw. Miscanthus zu sein scheinen. Landwirte verhalten sich nur entsprechend rational, vor allem wenn es um Anbauentscheidungen oder die Tätigung einer Investition geht. Den Ergebnissen des Choice-Experiments kann zudem entnommen werden, dass falls eine Abnahmegarantie vorhanden ist oder Kollegen in der näheren Umgebung bereits KUP oder Miscanthus anbauen, keine oder nur noch sehr geringe Kompensationszahlungen gefordert werden.

Allgemein können die Ergebnisse dieser Untersuchung politischen Entscheidungsträgern wichtige Erkenntnisse zu Anbaupotenzialen von KUP und Miscanthus in den untersuchten Regionen liefern sowie die aktuellen entscheidungsrelevanten Faktoren für einen Anbau aufzeigen. Dies kann die Ausarbeitung angepasster regionaler Förderstrategien unterstützen, um Anbauhemmnisse zu reduzieren, wobei der Vertragsanbau sowie positive Nachbarschaftseffekte in Anbauclustern hervorzuheben sind.

Auch für andere modellierende Teilprojekte innerhalb des Gesamtprojektes Bioökonomieforschung Baden-Württemberg sind die errechneten Anbaupotenziale von Bedeutung. Im Hinblick auf die Lokalisierung geeigneter Standorte für Biomasseanlagen in Baden-Württemberg, ermöglichen die hier erhaltenen Ergebnisse eine bessere Abschätzung über mögliche Biomassepotenziale aus dem KUP- und Miscanthusanbau auf landwirtschaftlichen Flächen.

7 Zusammenfassung

Die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, wie Klimawandel und Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung mit gesunden Lebensmitteln, machen einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen und ein zukunftsorientiertes Wirtschaften immer wichtiger. Beim Wandel hin zu einer vermehrt auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Wirtschaft spielt die landwirtschaftliche Erzeugung eine zentrale Rolle. Der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur Erzeugung von pflanzlicher Biomasse bildet hierfür die Basis, wozu auch die Verfahren Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Miscanthus zählen. Die Biomasse dieser Kulturen kann über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren immer wieder geerntet und genutzt werden. Neben der energetischen Nutzung dieser erzeugten Biomasse kann eine stoffliche Nutzung, insbesondere des Pflanzenbestandteils Lignozellulose, erfolgen. Lignozellulose kann in der chemischen Industrie als Rohstoff für die Produktion nachhaltiger Chemikalien genutzt werden und so einen Beitrag für ein biobasiertes Wirtschaften leisten. Der Anbau von KUP und Miscanthus ist jedoch noch nicht weit verbreitet. Verschiedene Gründe wie bspw. fehlendes Wissen, eine lange Kapital- und Flächenbindung oder eine geringe Rentabilität halten die Landwirte bisher von einem Anbau ab.

Um herauszufinden, welche Faktoren einen Einfluss auf den Anbau von KUP und Miscanthus haben, wurden im Rahmen von Workshops Befragungen mit Landwirten in ausgewählten Regionen in Baden-Württemberg realisiert. Dabei wurde ein Choice-Experiment durchgeführt, um die Präferenzen der Landwirte für den KUP- und Miscanthusanbau zu erfassen. Da der Anbau neuer Verfahren oftmals mit erhöhten Risiken einhergeht, wurde zudem mit Hilfe einer „Holt and Laury“-Lotterie die Risikoeinstellung der Landwirte ermittelt. Die Befragung fand in den baden-württembergischen Vergleichsgebietsgruppen (VGG) „Unterland / Gäue“, „Rhein / Bodensee“ und „Bauland / Hohenlohe“ statt. Für alle VGG wurden zuvor standortbezogene Rentabilitäts- und Risikoanalysen durchgeführt. Dabei wurden die genannten VGG als am besten für den KUP- und Miscanthusanbau geeignete Regionen identifiziert.

Insgesamt 117 Landwirte haben an neun organisierten Workshops teilgenommen. Dabei ist die Repräsentativität der Stichprobe bezüglich der betrieblichen Eigenschaften *Erwerbsform*, *Wirtschaftsweise*, *durchschnittliche Flächenausstattung* und *durchschnittlicher Ackerflächenanteil* gegeben. Jedoch sind überdurchschnittlich viele KUP anbauende Betriebe in der untersuchten Stichprobe. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass Betriebsleiter, die sich den Anbau von KUP künftig vorstellen können, einen signifikant geringeren durchschnittlichen Ackerflächenanteil und einen höheren durchschnittlichen Grünlandflächenanteil haben. Betriebsleiter, die sich den Anbau von Miscanthus vorstellen können, weisen ebenfalls einen geringeren durchschnittlichen Ackerflächenanteil auf und deren Betriebsleiter sind im Durchschnitt jünger.

Für die Auswertung des Choice-Experiments wurden *Random Parameter Logit-Modelle* verwendet. Bei diesen ökonometrischen Modellen werden neben den durchschnittlichen Teilnutzenbeiträgen der Kulturen und der ihnen zugewiesenen Eigenschaften auch Standardabweichungen für die Teilnutzenparameter geschätzt. Dabei sind die im Folgenden dargestellten Ergebnisse jeweils unter sonst gleichen Bedingungen (ceteris paribus) zu betrachten. Allgemein wird der Teilnutzen aus dem KUP- und Miscanthusanbau negativ bewertet. Die

hier zusätzlich zu den Opportunitätskosten der Fläche erwarteten durchschnittlichen Kompensationszahlungen aus dem geschätzten Modell ohne Interaktionsterme liegen bei rund 460 € bzw. 400 € je Hektar und Jahr für KUP bzw. Miscanthus. Diese Zahlen scheinen in ihrer Höhe realistisch und, angesichts veröffentlichter Ergebnisse zur Rentabilität dieser Verfahren, erzielbar. Eine Unterscheidung in der Bewertung zwischen den beiden mehrjährigen Verfahren erfolgt durch die Landwirte hierbei nicht. Wie erwartet erhöht eine zunehmende Wirtschaftlichkeit dieser Anbauverfahren den Nutzen. Ein zunehmendes Risiko und steigende Investitionskosten reduzieren den Nutzen. Hervorzuheben ist, dass eine von Beginn an geregelte Abnahmegarantie für das Erntegut über die gesamte Laufzeit aus Sicht der Landwirte den Nutzen für diese Anbauverfahren in erheblichem Maße erhöht. Hierdurch würde der negative Teilnutzen aus dem KUP- bzw. Miscanthusanbau fast vollständig kompensiert werden. Auch der Anbau dieser Kulturen durch Kollegen in der näheren Umgebung wirkt nutzensteigernd. Für beide Verfahren und alle in das Choice-Experiment einbezogenen Eigenschaften besteht jedoch eine signifikante Präferenzheterogenität unter den Antwortenden.

Aus den weiteren Modellschätzungen mit Interaktionstermen zur teilweisen Erklärung der Heterogenitäten geht hervor, dass eine zunehmende Flächenausstattung der Betriebe einen negativen Einfluss auf die Anbauwahrscheinlichkeit von KUP hat. Auch ein höheres Alter der Betriebsleiter reduziert den Nutzen des Anbaus von KUP und Miscanthus. Eine zunehmende Berufserfahrung wirkt auf die Anbauwahrscheinlichkeit von KUP jedoch positiv. Landwirte, die eine Ausbildung als landwirtschaftlicher Meister besitzen, bewerten den Anbau von KUP und Miscanthus schlechter, als Landwirte mit einer Ausbildung zum Gehilfen. Zudem reduziert eine Erhöhung der Investitionssumme zu Beginn den Nutzen der Teilnehmer umso mehr, je risikoscheuer diese sind. Die hierbei errechneten implizit angenommenen Zinssätze liegen, je nach Modell, für einen Landwirt mit durchschnittlicher Risikoaversion in einem realistischen Bereich von 2,3 % bis 4,1 %.

Aus den geschätzten Verteilungsparametern des Modells ohne Interaktionsterme wurden schließlich mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen Angebotsfunktionen hergeleitet, um Anbaupotenziale von KUP und Miscanthus bei unterschiedlichen Hackschnitzelpreisen für verschiedene Szenarien abzubilden. Die auf diesem Weg geschätzten Anbauumfänge sind realistischer, als die bislang veröffentlichten GIS-basierten Potenziale, da in ihre Ermittlung, außer Standortfaktoren, empirisch fundierte Präferenzen der Landwirte sowie die Opportunitätskosten der alternativen landwirtschaftlichen Ackerkulturen einfließen. Unter den getroffenen Annahmen zeigt sich hierbei, dass die maximal zu erwartenden Potenziale auf Ackerflächen in der befragten Region bei jeweils insgesamt 30.000 ha für KUP bzw. Miscanthus liegen. Bei dem im Jahr 2016 beobachteten Auszahlungspreis für Hackschnitzel von 111 €/t_{atro} bzw. 136 €/t_{atro} für KUP bzw. Miscanthus ergeben sich unter der Annahme relativ niedriger Erträge und Investitionskosten und für den Fall einer Abnahmegarantie für das Erntegut demnach Anbaupotenziale von 18.270 Hektar für KUP und 28.290 Hektar für Miscanthus. Hervorzuheben ist jedoch, dass dieses Anbaupotenzial eher gering ist.

Die Auswertung des Choice-Experiments hat gezeigt, dass - sofern dies volkswirtschaftlich sinnvoll erscheint - entweder staatliche Anbausubventionen, der Anbau in Clustern (möglich-

erweise auch dort, wo Potenziale aus dem Forst bestehen) oder aber Abnahmegarantien zwischen Landwirten und den verarbeitenden Unternehmen den Anbau von mehrjährigen Lignozellulose liefernden Kulturen stark befördern können.

8 Summary

Challenges of the 21st century, such as climate change and supply of the growing world population with healthy food, do make a responsible use of resources and forward-looking economic activities increasingly important. Within the transition to a more renewable resources based economy, agricultural production plays a central role. Therefore, the cultivation of renewable raw materials for the production of plant biomass builds the basis, which also includes the cultivation of short rotation coppice (SRC) and Miscanthus. The biomass of these crops can repeatedly be harvested and used over a period of about 20 years. Besides an energetic use of the produced biomass, a material usage particularly of the plant component lignocellulose can take place. Lignocellulose can be utilized in chemical industry as a raw material for the manufacturing of sustainable chemicals and thereby contribute to a bio-based economic activity. However, the cultivation of SRC and Miscanthus is not yet widespread. For a variety of reasons, such as lack of knowledge, long capital and acreage commitment or low profitability, farmers have not been picking up cultivation.

To figure out, which factors do have an impact on the cultivation of SRC and Miscanthus, surveys within the context of workshops with farmers in selected regions in Baden-Wuerttemberg were conducted. Additionally, through a choice experiment, preferences of the farmers for the cultivation of SRC and Miscanthus were elicited. Because the cultivation of new production methods is often accompanied by increasing risks, in addition the risk attitude of the farmers by means of a “Holt and Laury” lottery was determined. The surveys took place in the Vergleichsgebietsgruppen (VGG) „Lowland / Gaeue“, „Rhine / Lake Constance“ and „Building Land / Hohenlohe“ in Baden-Wuerttemberg. For all VGG location-based analyses of profitability and risk were performed. The named VGG were identified as the most suitable regions for the cultivation of SRC and Miscanthus.

In total, 117 farmers participated in nine organized workshops. The representativeness of the sample is given with regard to the farm characteristics *main occupation or part-time farmer*, *subsistence strategy*, *average farm size* and *average share of arable land*. However, in the surveyed sample more farmers are cultivating SRC than in the population. The results of the survey show that farmers, which can envision a future cultivation of SRC, have a smaller average share of arable land and a larger average share of grassland. Farmers which can envision a future cultivation of Miscanthus have likewise a smaller average share of arable land and the farm managers are younger on average.

For the analysis of the choice experiment *Random Parameter Logit Models* were used. Such econometric models allow the estimation of the average part-worth contribution of the perennial crops and their assigned characteristics, as well as the standard deviation of the part-worth utility parameters. Though the results below must be considered under ceteris paribus conditions. Generally, the part-worth utility of the cultivation of SRC and Miscanthus is valued negative. Additionally to the opportunity costs of land, the expected average compensation payments from the estimated model without interactions terms are € 460 and € 400 per hectare and year for SRC and Miscanthus. These results appeared to be realistic and achievable when considering published results of profitability of those crops. However, farmers do not distinct between the assessment of the two perennial production crops. According to the

hypothesis an increasing profitability of these production methods increases the utility. An increasing variability of contribution margins and increasing investment costs reduce the utility. It should be noted that a guaranteed purchase contract for the harvested crop over the cultivation phase increases the utility of these production processes at a significant level. Through this the negative part-worth utility from the cultivation of SRC or Miscanthus could almost completely be compensated. It also increases the utility, if colleagues in the near surrounding do already cultivate those crops. Among the respondents a significant preference heterogeneity for both production processes and all attributes used in the choice experiment exists.

Further model estimations with interaction terms to explain part of the heterogeneity show that an increasing farm size has a negative impact on the probability of cultivating SRC. An increasing age of the farm manager also reduces the utility of the cultivation of SRC and Miscanthus. Though, an increasing work experience has a positive effect on the probability of cultivating SRC. Farmers with a higher education level in agriculture place a lower value on the cultivation of SRC and Miscanthus as those less educated. Moreover, an increase of the initial investment reduces the utility of the participants, the more risk averse they are. In this connection, the calculated implicitly assumed interest rates, dependent on the model and assuming a farmer with average risk attitude, are in a realistic range between 2.3 % and 4.1 %.

From the estimated distribution parameters of the model without interaction terms, finally supply functions were derived by means of Monte Carlo simulations, to depict cultivation potentials of SRC and Miscanthus at various wood chip prices for different scenarios. The here derived potential analysis for the cultivation of SRC and Miscanthus is more realistic as the to date existing GIS-based potential analyses, because, beside location factors, empirically based preferences of the farmers and also opportunity costs of the alternative agricultural crops were taken into consideration for the investigation. Based on the assumptions made, it becomes apparent that the maximum expectable potential on arable land in the surveyed region is in each case in total ha 30,000 for SRC and Miscanthus. At the most recently observed average wood chip price of € 111 and € 136 per ton dry matter for SRC and Miscanthus in year 2016 and by the assumptions of relatively low yields and initial investment and in case of a purchase contract for the harvest, cultivation potentials of ha 18,270 for SRC and ha 28,290 for Miscanthus do result. It must be highlighted, that the cultivation potential is rather low.

The analysis of the choice experiment shows that - given it is relevant from an economic point of view - either a governmental cultivation subsidy, the cultivation in clusters (possibly also where potentials from forests exist) or purchase guarantees between farmers and the processing industry can strongly promote the cultivation of perennial lignocellulose containing crops.

9 Literatur

Agra-Europe (2015a): Landwirte sehen Kurzumtriebsplantagen weiter skeptisch. In: Agra-Europe 34/15, 17. August 2015, S.18.

Agra-Europe (2015b): Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland (1 von 2). In: Agra-Europe 11/15, 09. März 2015, Dokumentation, 53 Seiten.

agroforstenergie.de (2015): Versuchsstandort Dornburg. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena. URL: http://www.agroforstenergie.de/de/standorte/versuchsstandort-dornburg.php (01.10.2015).

Auspurg, K., Liebe, U. (2011): Choice-Experimente und die Messung von Handlungsentscheidungen in der Soziologie. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 63, S.301-314.

Aust, C. (2012): Abschätzung der nationalen und regionalen Biomassepotentiale von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland. Inaugural-Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 161 Seiten.

Backhaus, G.F., Broers, L., Kögel-Knabner, I., Schwerin, M., Thrän, D. (2015): Nachhaltige Bereitstellung von biobasierten agrarischen Rohstoffen. Bioökonomierat, Berlin. URL: http://biooekonomierat.de/publikationen/?tx_rsmpublications_pi1%5Bpublication%5D=78&tx_rsmpublications_pi1%5Baction%5D=show&tx_rsmpublications_pi1%5Bcontroller%5D=Publication&cHash=d5570af2211050553e43684aebcb7498 (09.06.2017). 38 Seiten.

Becker, R., Dietzsch, A., Jäkel, K. (2014): Miscanthus - Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). URL: https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi94NbNvbvMAhVDWBQKHVR_BhYQFggjMAA&url=https%3A%2F%2Fpublikationen.sachsen.de%2Fbdb%2Fartikel%2F22916%2Fdocuments%2F31170&usg=AFQjCNFxydysCnFqubrngTkBfiUCmN2I-g&bvm=bv.121070826,d.d24 (13.06.2017). 12 Seiten.

Biertümpfel, A., Rudel, H., Werner. A., Vetter, A., Graf, T. (2011): Miscanthus – 15 Jahre Thüringer Ergebnisse. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena. URL: http://www.tll.de/ainfo/pdf/misc0611.pdf (18.08.2017). 13 Seiten.

Biertümpfel, A., Graf, T., Vetter, A. (2012): Feldversuchsbericht 2010 und 2011 - Ölfrüchte und Nachwachsende Rohstoffe. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena. URL: http://www.tll.de/ainfo/archiv/fvb_0312.pdf (18.08.2017). 52 Seiten.

Bioökonomierat (2016): Holz in der Bioökonomie – Chancen und Grenzen. Börmemo 05, Bioökonomierat, Berlin. URL: http://biooekonomierat.de/publikationen/?tx_rsmpublications_pi1%5Bpublication%5D=106&tx_rsmpublications_pi1%5Baction%5D=show&tx_rsmpublications_pi1%5Bcontroller%5D=Publication&cHash=38841f5977c4d1d62a19e88f57f14cf3 (08.06.2017). 8 Seiten.

Bioökonomierat (2017): Was ist Bioökonomie? Bioökonomierat, Berlin. URL: http://biooekonomierat.de/biooekonomie/ (09.06.2017).

BMEL (2014a): Gemeinsame Agrarpolitik der EU 2014 bis 2020. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin. URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Flyer-Poster/Flyer-GAP.pdf?__blob=publicationFile (13.06.2017). 6 Seiten.

BMEL (2014b): FAQ zur Agrarreform und der nationalen Umsetzung. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin. URL: http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/_Texte/GAP-FAQs.html (19.12.2014).

BMEL (2014c): Förderbereich 2: Förderung landwirtschaftlicher Unternehmen, GAK-Rahmenplan ab 2014 - Maßnahmengruppe "Einzelbetriebliche Förderung". Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin. URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Foerderung/GAK-Foerderungsgrundsaetze/2014/Foerderbereich2-A.pdf?__blob=publicationFile (19.12.2014). 13 Seiten.

BMEL (2014d): Nationale Politikstrategie Bioökonomie – Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin. URL: http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Biooekonomie/_texte/BioOekonomiestrategie.html (09.06.2017). 80 Seiten.

BMEL (2014e): Bioökonomie in Deutschland – Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft. Bundesministerium für Bildung und Forschung und Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin. URL:

http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Biooekonomie-in-Deutschland.html (09.06.2017). 100 Seiten.

Bolte, A., Börner, J., Bräsicke, N., Degen, B., Dieter, M., Saake, B., Schneider, B.U. (2016): Perspektiven der Forst- und Holzwirtschaft in Deutschland. Bioökonomierat, Berlin. URL: http://biooekonomierat.de/publikationen/?tx_rsmpublications_pi1%5Bpublication%5D=103&tx_rsmpublications_pi1%5Baction%5D=show&tx_rsmpublications_pi1%5Bcontroller%5D=Publication&cHash=0f174d8cddecf43ebba01c887b48a5d0 (09.06.2017). 29 Seiten.

Bosch, K. (1996): Großes Lehrbuch der Statistik. R. Oldenbourg Verlag GmbH, München, 586 Seiten.

Boxall, P.C., Adamowicz, W.L. (2002): Understanding Heterogeneous Preferences in Random Utility Models: A Latent Class Approach. Environmental and Resource Economics 23 (4), p.421-446.

Bozdogan, H. (1987): Model Selection and Akaike's Information Criterion (AIC): The General Theory and its Analytical Extensions. Psychometrika 52 (3), p.345-370.

Breuer, T. (2006): Ökonomisches Energiepflanzenpotenzial - ein Vergleich mit Miscanthus. In: Pude, R. (Hrsg.) (2006): Miscanthus – Potentiale und Perspektiven – Regionale und überregionale Anbau- und Verwertungskonzepte. 4. Internationale Miscanthus-Tagung vom 07.-08. November 2006 in Trier, Universität Bonn-ILB Press, Bonn, S.5-11.

Breustedt, G., Müller-Scheeßel, J., Meyer-Schatz, H.M. (2007): Unter welchen Umständen würden deutsche Landwirte gentechnisch veränderten Raps anbauen? Ein Discrete-Choice-Experiment. German Journal of Agricultural Economics 56, S.315-327.

Breustedt, G., Schulz, N., Latacz-Lohmann, U. (2013): Ermittlung der Teilnahmebereitschaft an Vertragsnaturschutzprogrammen und der dafür notwendigen Ausgleichszahlungen mit Hilfe eines Discrete-Choice-Experimentes. German Journal of Agricultural Economics 62 (4), S.244-258.

Breustedt, G., Latacz-Lohmann, U., Stoewenau, A. (2016): Präferenzen deutscher Zuckerrübenanbauer für die Gestaltung von Lieferverträgen nach dem Wegfall der Zuckerquote. Berichte über Landwirtschaft 94 (3), S.1-13.

Bullard, M. (2001): Economics of Miscanthus Production. In: Jones, M., Walsh, M. (Eds.): Miscanthus for energy and fibre, James and James, London, UK, p.155-171.

BUND (2010): Kurzumtriebsplantagen für die Energieholzgewinnung – Chancen und Risiken. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Berlin. URL: https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/kurzumtriebsplantagen-fuer-die-energieholzgewinnung/ (10.11.2017).

bundesbank.de (2017): European Currency Unit (ECU). Deutsche Bundesbank, Frankfurt a. M.. URL: https://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Service/Glossar/_functions/glossar.html?lv2=32028&lv3=62296 (19.09.2017).

Bundesagentur für Arbeit Statistik (2015): Berufssektoren und Berufssegmente nach den Berufshauptgruppen der Klassifikation der Berufe 2010 (KldB 2010). Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg. URL: https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjxoruEoPPQAhUDPxQKHdwMCc4QFggpMAE&url=https%3A%2F%2Fstatistik.arbeitsagentur.de%2FStatischer-Content%2FGrundlagen%2FKlassifikation-der-Berufe%2FKldB2010%2FSystematik-Verzeichnisse%2FGenerische-Publikationen%2FBerufssektorenundSegmente.xls&usg=AFQjCNG7p3gpseZTBuYPhKaUyJqPo0gsdg (14.12.2016).

BWaldG (1975): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz). Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Berlin. URL: https://www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/BWaldG.pdf (19.08.2017). 13 Seiten.

Butz, A., Heiermann, M., Herrmann, C., Idler, C., Kornatz, P., Kruse, S., Mastel, K., Nerlich, K., Ott, J., Wurth, W., Stolzenburg, K., Vollrath, B., Zürcher, A. (2013): Energiepflanzen für Biogasanlagen – Baden-Württemberg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow-Prüzen. URL: http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_baden-wuerttemberg_web.pdf (18.08.2017). 76 Seiten.

BWagrar (2017): Beantragung Ökologischer Vorrangflächen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. URL: https://www.bwagrar.de/Markt-Management/Betriebsfuehrung/Beantragung-Oekologischer-Vorrangflaechen,QUlEPTQ3ODkyMjUmTUlEPTE2Mjk0NQ.html (17.05.2017).

CARMEN (2015): Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln – der Energieholz-Index. Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e. V., Straubing. URL: http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel/jahresmittelwerte (20.07.2015).

CARMEN (2017): Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln – der Energieholz-Index. Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e. V., Straubing. URL: http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel/jahresmittelwerte (30.05.2017).

ChoiceMetrics (2014): Ngene 1.1.2 User Manual & Reference Guide, Australia.

climate-data.org (2015): Klimadaten für Städte Weltweit. AM Online Projects, Oedheim. URL: http://de.climate-data.org/ (01.10.2015).

Colombo, S., Hanley, N., Calatrava-Requena, J. (2005): Designing policy for reducing the off-farm effects of soil erosion using choice experiments. Journal of Agricultural Economics (1) 56, p.81-95.

Dabbert, S., Braun, J. (2012): Landwirtschaftliche Betriebslehre, 3. korrigierte Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 288 Seiten.

Destatis (2016): Verbraucherpreisindex (inkl. Veränderungsraten): Deutschland, Jahre. Ergebnis - 61111-0001, Genesis-Online Datenbank. Statistisches Bundesamt , Wiesbaden. URL: https://www-gene-sis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=04B911E51C49C09AB09A6F249B088F9C.tomcat_GO_1_1?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1433844813549&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=61111-0001&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf (19.07.2016).

Deutsche Bundesbank (2016): Zeitreihe BBK01.WU3975: Umlaufsrenditen inl. Inhaberschuldv. / Börsennotierte Bundeswertpapiere / Mittlere RLZ von über 15 bis 30 Jahre / Monatswerte. Deutsche Bundesbank, Frankfurt am Main. URL: http://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Zeitreihen_Datenbanken/Makrooekonomische_Zeitreihen/its_details_value_node.html?tsId=BBK01.WU3975 (19.07.2016).

die-forstpflanze.de (2015): Pflanzenauswahl – Laubbäume, Pappel (Populus maxim. x nigra). Schlegel & Co. Gartenprodukte GmbH, Riedlingen. URL: https://www.die-forstpflanze.de/Laubbaeume/Pappel/Pappel-Populus-maxim-x-nigra-::77897_5_50001_50048_50048.html (23.01.2015).

DirektZahlDurchfV (2014): Verordnung zur Durchführung der Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (Direktzahlungen-Durchführungsverordnung). Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Berlin. URL: http://www.gesetze-im-internet.de/direktzahldurchfv/ (18.08.2017). 19 Seiten.

Dolginow, J., Massey, R.E., Kitchen, N.R., Myers, D.B., Sudduth, K.A. (2014): A stochastic approach for predicting the profitability of bioenergy grasses. Agronomy Journal 106 (6), p.2137-2145.

Drittler, L., Theuvsen, L. (2017): Warum Agrarholz nicht sexy ist. Artikel in der Top Agrar 08/2017, S.44-48.

Enders, C. (2011): Potentiale für Miscanthus giganteus als Energiepflanze in Deutschland. Diplomarbeit am FSP BIOGUM und dem Institut für Geographie der Universität Hamburg.

energieholz-anbau.de (2015): Energieholz – Baumschule, Pflanzgut Saison 2015. PAE Sonderkulturen GmbH, Putlitz. URL: http://www.energieholz-anbau.de/cms/zeigeBereich/7/baumschule.html (23.01.2015).

energiepflanzen.com (2015): Energiepflanzen, Pappeln, Weide, Robinie und Paulownia. Energiepflanzen.com, Oberhofen, Österreich. URL: http://www.energiepflanzen.com/energiepflanzen-miscanthus-pappel-weide-online-shop/ (23.01.2015).

Espinosa-Goded, M., Barreiro-Hurlé, J., Ruto, E. (2010): What do farmers want from agri-environmental scheme design? A choice experiment approach. Journal of Agricultural Economics 61 (2), p.259-273.

Ewald, J., Maart, S.C., Mußhoff, O. (2012): Messung der subjektiven Risikoeinstellung von Entscheidern: Existieren Methoden- und Personengruppenunterschiede? German Journal of Agricultural Economics 61 (3), S.148-161.

Faasch, R.J., Patenaude, G. (2012): The economics of short rotation coppice in Germany. Biomass and Bioenergy 45, p.27-40.

FAO (2016a): Currency Table 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom, Italien. URL: http://faostat.fao.org/site/564/default.aspx (14.03.2016).

FAO (2016b): Home. Production and Prices. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom, Italien. URL: http://faostat3.fao.org/home/E (14.03.2016).

Fernandez-Cornejo, J., Beach, E.D., Huang, W.-Y. (1994): The Adaption of IPM Techniques by Vegetable Growers in Florida, Michigan and Texas. Journal of Agricultural and Applied Economics 26 (1), p.158-172.

Fernandez-Cornejo, J., McBride, W.D. (2002): Adoption of Bioengineered Crops. In: United States Department of Agriculture, Economic Research Service (ed.) (2002): Agricultural Economic Report Number 810, Washington D.C. 2002. 61 pages.

Fewell, J.E., Bergtold, J.S., Williams, J.R. (2016): Farmers' willingness to contract switchgrass as a cellulosic bioenergy crop in Kansas. Energy Economics 55, p.292-302.

Fiebig, D.G., Keane, M.P., Louviere, J., Wasi, N (2010): The generalized multinomial logit model: Accounting for scale and coefficient heterogeneity. Marketing Science 29, p.393-421.

FNR (2016): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2016. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow-Prüzen. URL: www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Basisdaten_Bioenergie_20162.pdf (09.06.2017). 52 Seiten.

Freudiger, U. (2002): Interessengemeinschaft Miscanthus (IGM Schweiz). In: Pude, R. (Hrsg.) (2002): Anbau und Verwertung von Miscanthus in Europa. 2. Internationale Miscanthus-Tagung vom 26.-28. August 2002 in Bonn, Verlag P. Wehrle, Bad Neuenahr-Ahrweiler, S.80-82.

Fritz, M., Fromowitz, B., Sötz, B., Prestele, H., Eppel-Hotz, A., Jodl, S., Kuhn, W. (2009): Miscanthus als Nachwachsender Rohstoff - Ergebnisse aus bayerischen Forschungsarbeiten. Berichte aus dem Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), Straubing. URL: http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/bericht_18_geschuetzt.pdf (13.06.2017). 169 Seiten.

Gauder, M., Graeff-Hönninger, S., Lewandowski, I., Claupein, W. (2012): Long-term yield and performance of 15 different Miscanthus genotypes in southwest Germany. Annals of Applied Biology 160, p.126–136.

Graf, T., Warsitzka, C. (2014): Chancen und Möglichkeiten der stofflichen Verwertung nachwachsender Rohstoffe in Thüringen. Abschlussbericht an das Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Erfurt, 30 Seiten.

Greene, W.H., Hensher, D.A. (2003): A latent class model for discrete choice analysis: contrasts with mixed logit. Transportation Research Part B 37, p.681-698.

Greene, W.H. (2012): LIMDEP Reference Guide – Version 10, Plainview, New York: Econometric Software, Inc.

Grundmann, P., Eberts, J. (2009): Ökonomische Bewertung von Kurzumtriebsholz: Verfahrensvergleich mit landwirtschaftlichen Kulturen im regionalen Kontext. In: Reeg, T. (Hrsg.) (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf Landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, S.147-159.

Gurgel, A. (2013): Ergebnisse der Versuche mit schnellwachsenden Baumarten nach 18 Jahren Bewirtschaftung in Gülzow. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow-Prüzen. URL: veranstaltungen.fnr.de/fileadmin/veranstaltungen/Agrarholz2013/Gurgel_LFA_Agrarholz_2013.pdf (12.07.2016). 21 Seiten.

Hanley, N.S., Mourato, S., Wright, R.E. (2001): Choice Modelling Approaches: A Superior Alternative for Environmental Valuation? Journal of Economic Surveys 15 (3), p.435-462.

Hardaker, J.B., Lien, G., Anderson, J.R., Huirne, R.B.M. (2015): Coping with Risk in Agriculture – Applied Decision Analysis, 3rd Edition. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom, 276 pages.

Hartmann, A. (2014): Mais – Anbautrend ist ungebrochen. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 9/2014, S.27–31. URL: https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAAahUKEwij8vXK4p7HAhUBHxQKHbPaABI&url=https%3A%2F%2Fwww.statistik-bw.de%2FVeroeffentl%2FMonatshefte%2FPDF%2FBeitrag14_09_04.pdf&ei=IbvIVePdBIG-ULO1g5AB&usg=AFQjCNFLnIV6wyNOrDbBYtgTPdTstI3GRw&bvm=bv.99804247,d.d24&cad=rja (09.02.2015).

Hauk, S., Knoke, T., Wittkopf, S. (2014): Economic evaluation of short rotation coppice systems for energy from biomass – A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 29, p.435-448.

Hensher, D.A., Greene, W.H. (2003): The Mixed Logit Model: The State of Practice. Transportation 30 (2), p.133-176.

Hensher, D.A., Rose, J.M., Greene, W.H. (2015): Applied Choice Analysis, 2nd edition. Cambridge University Press, United Kingdom, 1216 pages.

Hering, T., Reinhold, G., Biertümpfel, A., Vetter, A. (2013): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena. URL: https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi5zdmk_u3NAhUG1hQKHboaBlUQFggjMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tll.de%2Fainfo%2Fpdf%2Fll_eh

olz.pdf&usg=AFQjCNHDbUBsqlpTdBvYCBJuUtYqJr5fUA&bvm=bv.126993452,bs.2,d.bGs&cad=rja (22.08.2017). 27 Seiten.

Hirschauer, N., Mußhoff, O. (2012): Risikomanagement in der Landwirtschaft. Agrimedia GmbH & Co. KG, Deutschland, 216 Seiten.

Hirschauer, N., Mußhoff, O., Maart-Noelck, S.C., Gruener, S. (2014): Eliciting risk attitude – How to avoid mean and variance bias in Holt-and-Laury lotteries. Applied Economic Letters 21 (1), p.35-38.

Höhn, H. (2002): Mineralisch gebundene Baustoffe – Miscanthus. In: Pude, R. (Hrsg.) (2002): Anbau und Verwertung von Miscanthus in Europa. 2. Internationale Miscanthus-Tagung vom 26.-28. August 2002 in Bonn, Verlag P. Wehrle, Bad Neuenahr-Ahrweiler, S.30-32.

Hole, A.R. (2007): Fitting mixed logit models by using maximum simulated likelihood. The Stata Journal 7 (3), p.388-401.

Holt, C.A., Laury, S.K. (2002): Risk aversion and incentive effects. The American Economic Review 92 (5), p.1644-1655.

Horn, H., Skibbe, K., Röhle, H. (2013): Wuchsleistung von KUP aus Pappel in Folgerotation. AFZ – Der Wald, 7/2013, S.53-55.

Huber, J., Zwerina, K. (1996): The Importance of Utility Balance in Efficient Choice Designs. Journal of Marketing Research 33 (3), p.307-317.

Jensen, K., Clark, C.D., Ellis, P., English, B., Menard, J., Walsh, M., de la Torre Ugarte, D. (2007): Farmer willingness to grow switchgrass for energy production. Biomass and Bioenergy 31, p.773-781.

Khanna, M., Louviere, J.J., Yang, X. (2017): Motivations to grow energy crops: the role of crop and contract attributes. Agricultural Economics 48, p.1-15.

Kollas, C., Lasch, R., Rock, J., Suckow, F. (2009): Bioenergy potential in Germany – assessing spatial patterns of biomass production with aspen short-rotation coppice. Int. Agrophysics 23, p.342-352.

Krah, K., Petrolia, D.R., Williams, A.S., Coble, K.H., Harri, A., Rejesus, R.M. (2015): Producer preferences for contracts on risky bioenergy crop. Mississippi State University, Department of Agricultural Economics, Working Paper Number 15-5. 38 pages.

Kröber, M., Hank, K., Heinrich, J., Wagner, P. (2009): Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des Energieholzanbaus in Kurzumtriebsplantagen – Risikoanalyse mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation. In: Berg, E., Hartmann, M., Heckelei, T., Holm-Müller, K. und Schiefer, G. (Hrsg.) (2009): Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. (GEWISOLA), Band 44, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, S.127-139.

Kröber, M., Heinrich, J., Wagner, P., Schweinle, J. (2010): Ökonomische Bewertung und Einordnung von Kurzumtriebsplantagen in die gesamtbetriebliche Anbaustruktur. In: Bemann, A. und Knust, C. (Hrsg.) (2010): AGROWOOD – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven, Weißensee Verlag, Berlin, S.217-229.

Kröber, M., Heinrich, J., Wagner, P., Schweinle, J. (2013): Wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen. In: Bemmann, A. und Butler Manning, D. (Hrsg.): Energieholzplantagen in der Landwirtschaft. Erling Verlag GmbH & Co. KG, Europäische Union, S.95-105.

Kröber, M., Heinrich, J., Wagner, P. (2015): The economic assessment of short rotation coppice plantations and their profitability relative to annual crops in Sachsen, Germany. In: Butler Manning, D., Bemmann, A., Bredemeier, M., Lamersdorf, N. und Ammer, C. (Hrsg.) (2015): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas, First Edition. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, p.317-330.

KTBL (2012): Energiepflanzen – Daten für die Planung des Energiepflanzenbaus. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), KTBL-Datensammlung, 2. Auflage, Darmstadt, 368 Seiten.

KTBL (2015): Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau, Online-Anwendung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt. URL: http://daten.ktbl.de/dslkrpflanze/postHv.html;jsessionid=209A9269BA9EF7D32574ACE7247C9A75 (09.02.2015).

Kursawe, K. (2002): Erfahrungen bei der Produktion des Kemberger Dämmsteins. In: Pude, R. (Hrsg.) (2002): Anbau und Verwertung von Miscanthus in Europa. 2. Internationale Miscanthus-Tagung vom 26.-28. August 2002 in Bonn, Verlag P. Wehrle, Bad Neuenahr-Ahrweiler, S.39-42.

Lancaster, K.J. (1966): A New Approach to Consumer Theory. The University of Chicago Press Journals 74 (2), p.132-157.

Landgraf, D., Helbig, C. (2010): Pappelblattrost in Kurzumtriebsplantagen. AFZ – Der Wald 8/2010, S.46-47.

Larcher, M., Vogel, S. (2007): Fördernde und hemmende Einflüsse auf Innovationen in Biobetrieben. In: Pöchtrager, S. (Hrsg.) (2007): Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie (ÖGA), Band 17, Facultas Verlag, Wien, S. 79-90.

LEL (2013): Kurzumtriebsplantagen in Bade-Württemberg. LEL-Maps, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL), Schwäbisch Gmünd. URL: https://www.lel-web.de/app/ds/lel/a3/Online_Kartendienst_extern/Karten/46362/index.html (08.06.2017).

LEL (2014a): Kalkulationsdaten Marktfrüchte Ernte 2014. Excel-Anwendung. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL), Schwäbisch Gmünd. URL: http://www.ernaehrung-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/node/647967/Lde/index.html?SORTK=Symbol+f%C3%BCr+Dateityp&REVERSEK=false (08.05.2014).

LEL (2014b): Ermittlung eines angemessenen Verkaufspreises für Silomais. Excel-Anwendung. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd. URL: www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lel/Abteilung_2/Oekonomik_der_Betriebszweige/Pflanzenbau/Futterbau/extern/Downloads/Preisfindung%20Silomais_23_09_2014.xls (12.08.2015).

LEL (2015a): Landwirtschaftliche Betriebsverhältnisse und Buchführungsergebnisse. Wirtschaftsjahr 2013/14, Heft 63. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL), Schwäbisch Gmünd, 252 Seiten.

LEL (2015b): Kalkulationsdaten Marktfrüchte Ernte 2015. Excel-Anwendung. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL), Schwäbisch Gmünd. URL: http://www.landwirtschaft-bw.info/pb/MLR.LEL-SG,Lde/Startseite/Unsere+Themen/Kalkulationsdaten+Marktfruechte (12.08.2015).

LEL (2016): Pflanzliche Märkte. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL), Schwäbisch Gmünd. URL: http://www.lel-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Unsere+Themen/Pflanzliche+Maerkte (10.02.2016).

Lewandowski, I. (2016a): Mündliche Mitteilung an die Verfasserin über die Einschätzung der Höhe des zukünftigen Hackschnitzelpreises am Markt im Mai 2016 im Rahmen des 2. TAC-Meetings. Institut für Kulturpflanzenwissenschaften (340b), Universität Hohenheim, Stuttgart. Unveröffentlichte Auskunft.

Lewandowski, I. (2016b): Mündliche Mitteilung an die Verfasserin über den Befall von Miscanthus mit dem Maiswurzelbohrer im September 2016. Institut für Kulturpflanzenwissenschaften (340b), Universität Hohenheim, Stuttgart. Unveröffentlichte Auskunft.

Lewandowski, I., Clifton-Brown, J., Trindade, L.M., van der Linden, G.C., Schwarz, K.-U., Müller-Sämann, K., Anisimiv, A., Chen, C.-L., Dolstra, O., Donnison, I.S., Farrar, K., Fonteyne, S., Harding, G., Hastings, A., Huxley, L.M., Iqbal, Y., Khokhlov, N., Kiesel, A., Lootens, P., Meyer, H., Mos, M., Muylle, H., Nunn, C., Özgüven, M., Roldán-Ruiz, I., Schüle, H., Tarakanov, I., van der Weijde, T., Wagner, M., Xi, Q., Kalinina, O. (2016): Progress on optimizing miscanthus biomass production fort he european bioeconomy: Results oft he EU FP7 project OPTIMISC. Frontiers in Plant Science 7, Article 1620.

LfL (2017): Steckbrief zum Westlichen Maiswurzelbohrer, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising. URL: https://www.lfl.bayern.de/ips/blattfruechte/033170/index.php?fontsize=1 (01.02.2017).

Lothner, D.C., Hoganson, H.M., Rubin, P.A. (1986): Examining short-rotation hybrid poplar investments by using stochastic simulation. Canadian Journal of Forest Research 16, p.1207-1213.

Louviere, J.J., Woodworth, G. (1983): Design and Analysis of Simulated Consumer Choice or Allocation Experiments: An Approach Based on Aggregate Data. Journal of Marketing Research 20 (4), p.350-367.

LTZ (2008): Produktionstechnik Miscanthus - FP „Biomasse aus Kurzumtrieb“ – Infoveranstaltung am 19.11.08 in Heilbronn. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Karlsruhe. URL: http://www.ltz-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Kulturpflanzen/Miscanthus?QUERYSTRING=Miscanthus (13.06.2017). 20 Seiten.

LTZ (2010): Chinaschilf (Miscanthus x giganteus) – Anbau, Verwertung und rechtliche Rahmenbedingungen. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Karlsruhe. URL: http://www.ltz-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Kulturpflanzen/Miscanthus?QUERYSTRING=Miscanthus (13.06.2017). 13 Seiten.

Mankiw, N.G., Taylor, M.P. (2008): Grundzüge der Volkswirtschaftslehre, 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 988 Seiten.

McFadden, D. (1974): Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. In: P. Zarembka (ed.) (1974): Frontiers in Econometrics. Academic Press, New York, p.105-142.

miscanthus.de (2012): Stoffliche Nutzung von Miscanthus. Aktuelle Informationen aus der Miscanthus-Forschung von Prof. Dr. Ralf Pude, Bonn. URL: http://www.miscanthus.de/stofflNutzung.htm (08.06.2017).

Möndel, A. (2017): Ausgewählte Betriebsdaten zur befragten Grundgesamtheit der Vergleichsgebietsgruppen 1, 2 und 8 in Baden-Württemberg vom 27. März 2017. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) Baden-Württemberg, Stuttgart.

Müller-Sämann, K.M., Reinhardt, G., Vetter, R., Gärtner, S. (2003): Nachwachsende Rohstoffe in Baden-Württemberg: Identifizierung vorteilhafter Produktlinien zur stofflichen Nutzung unter besonderer Berücksichtigung umweltgerechter Anbauverfahren. Schlussbericht an die Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (lubw), Karlsruhe, 272 Seiten.

Murn, Y. (2007): Modeling potentials of short rotation coppice systems in Brandenburg with GIS. Master Thesis, University of Life Sciences Warsaw / University of Applied Sciences Eberswalde.

Mußhoff, O., Hirschauer, N. (2010): Modernes Agrarmanagement – Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. Verlag Franz Vahlen GmbH, München, 471 Seiten.

MWK (2013): Bioökonomie im System aufstellen – Konzept für eine baden-württembergische Forschungsstrategie „Bioökonomie“. Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK), Stuttgart. URL: https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/biooekonomie-im-system-aufstellen/ (03.07.2017). 130 Seiten.

Nahm, M., Brodbeck, F., Sauter, U. H. (2011): Verschiedene Erntemethoden für Kurzumtriebsplantagen – Ergebnisse aus der Praxis. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Freiburg im Breisgau. URL: www.fva-bw.de/publikationen/sonstiges/kup_erntetechniken_fva.pdf (13.06.2017). 26 Seiten.

Narjes, M.E., Lippert, C. (2016): Longan fruit farmers' demand for policies aimed at conserving native pollinating bees in Northern Thailand. Ecosystem Services 18, p.58-67.

Nitsch, H., Röder, N., Oppermann, R., Baum, S., Schramek, J. (2016): Naturschutzfachliche Ausgestaltung von Ökologischen Vorrangflächen. Institut für Ländliche Strukturforschung (IfLS), Frankfurt am Main. URL: http://p125587.mittwaldserver.info/uploads/media/Handbuch_OEVForsch_mit_Merkblaettern.pdf (06.11.2017). 37 Seiten.

Oracle (2013): Crystal Ball User's Guide, 11.1.2.3. Oracle Enterprise Performance Management System, Vereinigte Staaten von Amerika.

Palisade (2015): Benutzerhandbuch @Risk – Risikoanalysen- und Simulations-Add In für Microsoft Excel. Version 7, Palisade Corporation, Vereinigte Staaten von Amerika.

Paulrud, S., Laitila, T. (2010): Farmers' attitudes about growing energy crops: A choice experiment approach. Biomass and Bioenergy 34, p.1770-1779.

Petig, E. (2015): Schriftliche Mitteilung in Form einer Excel-Datei an die Verfasserin über Ertragsdaten von Ackerkulturen in den Vergleichsgebietsgruppen in Baden-Württemberg im Oktober 2015. Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410b), Universität Hohenheim, Stuttgart. Unveröffentlichte Auskunft.

Petzold, R., Feger, K.-H., Siemer, B. (2006): Standörtliche Potenziale für den Anbau schnellwachsender Baumarten auf Ackerflächen. AFZ – Der Wald 16, S.855-857.

Petzold, R., Feger, K.-H., Röhle, H. (2010): Standörtliche Voraussetzungen für Kurzumtriebsplantagen. In: Bemann, A. und Knust, C. (Hrsg.) (2010): AGROWOOD – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven, Weißensee Verlag, Berlin, S.44-53.

pflanzenforschung.de (2017): Lignozellulose, pflanzenforschung.de c/o Genius GmbH – Wissenschaft & Kommunikation, Berlin. URL: http://www.pflanzenforschung.de/index.php?cID=8115 (03.07.2017).

Precht, M. (1987): Bio-Statistik. Eine Einführung für Studierende der biologischen Wissenschaften. 4., erweiterte Auflage, R. Oldenbourg Verlag GmbH, München, Wien, 359 Seiten.

Pretzsch, J., Skodawessely, C. (2010): Sozio-ökonomische und ethische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. In: Bemmann, A., Knust, C. (Hrsg.) (2010): AGROWOOD – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven, Weißensee Verlag, Berlin, S.230-242.

redel-miscanthus.de (2015): Redel Miscanthus-Häcksel, Rhizom-Verkauf. Miscanthus Häcksel – Reinhard Redel, Gößweinstein. URL: http://www.redel-miscanthus.de/verkauf.php (23.01.2015).

Reise, C., Liebe, U., Mußhoff, O. (2012): Präferenzen von Landwirten bei der Gestaltung von Substratlieferverträgen für Biogasanlagen: Ein Choice Experiment. German Journal of Agricultural Economics 61, S.162-177.

Roos, A., Rosenqvist, H., Ling, E., Hektor, B. (2000): Farm-related factors influencing the adaption of short-rotation willow coppice production among Swedish farmers. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science 50 (1), p.28-34.

Ruto, E., Garrod, G. (2009): Investigating farmers‘ preferences for the design of agri-environment schemes: A choice experiment approach. Journal of Environmental Planning and Management 52 (5), p.631-647.

Sauthoff, S., Anastassiadis, F., Mußhoff, O. (2015): Analyzing farmers‘ preferences for substrate supply contracts for sugar beets. Universität Göttingen, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Diskussionspapier No. 1509. 50 Seiten.

Schäfer, W., Wegner, F. (2000): Nichtparametrische Tests. In: Voß, W. (Hrsg.) (2000): Taschenbuch der Statistik. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München, Wien, S.445-510.

Schätzl, R., Schägger, M., Burger, F. (2016): Kurzumtriebsplantagen können sich lohnen. Artikel im DLZ Agrarmagazin, Dezember 2016, S.56-59.

Schneider, S., Kaltschmitt, M. (2002): Potenziale und Nutzung, Grundlagen der Potenzialabschätzung. In: Hartmann, H., Kaltschmitt, M. (Hrsg.) (2002): Biomasse als erneuerbarer Energieträger. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S.564-648.

Schorling, M., Weinberg, J. (2014): Miscanthus giganteus als nachwachsender Rohstoff aus Sicht der Technikfolgenabschätzung. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 23 (3), S.71-77. URL: https://www.tatup-journal.de/english/tatup143_scwe14a.php (08.01.2016).

Schorling, M., Enders, C., Voigt, C.A. (2015): Assessing the cultivation potential of the energy crop Miscanthus x giganteus for Germany. GCB Bioenergy 7, p.763-773.

Schulz, N., Breustedt, G., Latacz-Lohmann, U. (2014): Assessing farmers‘ willingess to accept „Greening“: Insights from a discrete choice experiment in Germany. Journal of Agricultural Economics 65 (1), p.26-48.

Schulz, N., Breustedt, G., Latacz-Lohmann, U. (2015): Prognose der Anbauwahrscheinlichkeit und des Marktanteils von Winterzuckerrüben mit einem zweistufigen Discrete Choice Experiment. Berichte über Landwirtschaft 93 (1), S.1-27.

Schwarz, K.-U., Greef, J. M., Schnug, E. (1995): Untersuchung zur Etablierung und Biomassebildung von Miscanthus giganteus unter verschiedenen Umweltbedingungen. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 155, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, 122 Seiten.

Schweier, J., Becker, G. (2013): Economics of poplar short rotation coppice plantations on marginal land in Germany. Biomass and Bioenergy 59, p.494-502.

Seidl, F. (2013): Kurzumtriebshölzer & Miscanthus – Standortbezogene Eignung der Arten und Sorten in Baden-Württemberg. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Karlsruhe, URL: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/pb/site/lel/node/1922306/Lde/index.html (13.06.2017). 42 Seiten.

Seidl, F., Mastel, K., Aust, C., Kannenwischer, N., Dieterich, M. (2015): Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Miscanthus in Baden-Württemberg - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "Biomasse aus Kurzumtrieb 28.01.2008 - 31.12.2013". Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Karlsruhe, Vorläufige, nicht veröffentlichte Fassung, 79 Seiten.

Sherrington, C., Bartley, J., Moran, D. (2008): Farm-level constraints on the domestic supply of perennial energy crops in the UK. Energy Policy 36, p.2504-2512.

Sieverdingbeck, A. (2010): Ökonomische Bewertung unterschiedlicher in der Praxis angewandter Anbau- und Verwertungsverfahren von Miscanthus. Diplom-Arbeit, Landwirtschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, 103 Seiten.

sieverdingbeck-agrar.de (2015): Miscanthus – Rhizome und Kosten. Bernhard Sieverdingbeck, Velen-Ramsdorf. URL: http://www.sieverdingbeck-agrar.de/miscanthus/rhizome-und-kosten/ (23.01.2015).

Skodawessely, C., Pretzsch, J. (2009): Akzeptanz des Energieholzanbaus bei Landwirten. In: Reeg, T. (Hrsg.) (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf Landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, S. 217-226.

Spieß, M., Wagner, G. (2000): Logit- und Probit-Modelle. In: Voß, W. (Hrsg.) (2000): Taschenbuch der Statistik. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München, Wien, S.609-644.

statistik-bw.de (2017a): Hektarerträge der Feldfrüchte seit 1988. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart. URL: https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Ernte/05023015.tab?R=LA (13.06.2017).

statistik-bw.de (2017b): Besitz- und Pachtverhältnisse landwirtschaftlicher Betriebe, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart. URL: https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Agrarstruktur/Betriebe-BesitzPacht-LR.jsp (19.07.2017).

statistik-bw.de (2017c): Regionaldaten, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart. URL: https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS (06.11.2017).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2010a): Anbau auf dem Ackerland in landwirtschaftlichen Betrieben nach Fruchtarten - Jahr - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, Regionaldatenbank Deutschland, Tabelle – Ergebnis – 116-42-4. Statistische Ämter des Bundes und der Länder. URL: https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data;jsessionid=F1FC80B6526728B51CD0A92504A7074F?operation=abruftabelleAbrufen&selectionname=116-42-4&levelindex=1&levelid=1423497381254&index=15 (09.02.2015).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2010b): Hektarerträge ausgewählter landwirtschaftlicher Feldfrüchte - Jahressumme - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, Regionaldatenbank Deutschland, Tabelle – Ergebnis – 115-46-4. Statistische Ämter des Bundes und der Länder. URL: https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data;jsessionid=8EDA9B69820F5D604AF7B0C13C1AF6E5?operation=abruftabelleAbrufen&selectionname=115-46-4&levelindex=1&levelid=1423497586946&index=1 (09.02.2015).

Stolzenburg, K. (2002): Chinaschilfhäcksel als Mulchsubstrat zur Bodenabdeckung. In: Pude, R. (Hrsg.) (2002): Anbau und Verwertung von Miscanthus in Europa. 2. Internationale Miscanthus-Tagung vom 26.-28. August 2002 in Bonn, Verlag P. Wehrle, Bad Neuenahr-Ahrweiler, S.43-47.

Strohm, K., Schweinle, J., Liesebach, M., Osterburg, B., Rödl, A., Baum, S., Nieberg, H., Bolte, A., Walter, K. (2012): Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, 06/2012, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig, 89 Seiten.

thueringen.de (2015): Standort Versuchsfeld Bad Salzungen. Landwirtschaftsamt Bad Salzungen, Bad Salzungen. URL: http://www.thueringen.de/th9/landwirtschaftsaemter//badsalzungen/versuchsstation/versuchsfeld/standort/ (01.10.2015).

Train, K.E. (2009): Discrete Choice Methods with Simulation. University Press, Cambridge, 389 pages.

Uckert, G. (2009): Motivation zur Produktion von Energieholz in landwirtschaftlichen Betrieben – Ergebnisse einer Befragung in Brandenburg. Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg. URL: http://www.belo-net.de/cms/images/stories/Bilder/PDFs/vortraege/energieholztagung_uckert.ppt.pdf (02.06.2017). 37 Seiten.

Unseld, R., Möndel, A., Textor, B., Seidl, F., Steinfatt, K., Karopka, M., Nahm, M. (2010): Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg, 2. überarbeitete Auflage 2010. Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz (MLR) Baden-Württemberg, Stuttgart. URL: http://www.fva-bw.de/publikationen/sonstiges/kup_broschuere.pdf (13.06.2017). 56 Seiten.

Van den Kerchove, L., Asen, M., Weinreich, A., Haid, S., Härdtlein, M., Eltrop, L. (2012): Einstellung, Motivation, Implementierungsprobleme und Lösungsansätze sowie Informationsstand von Landwirten zur Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) – Ergebnisse aus einer umfragegestützten Untersuchung von März bis Juli 2010. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Stuttgart. URL: http://www.unique-landuse.de/publikationen/21-publikationen-forstberatung/97-p1 (03.07.2017). 63 Seiten.

Verordnung (EG) Nr. 1120/2009 der Kommission vom 29. Oktober 2009 mit Durchführungsbestimmungen zur Betriebsprämienregelung gemäß Titel III der Verordnung (EG) Nr. 73/2009 des Rates mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe. In: Amtsblatt der Europäischen Union, L 316 vom 02.12.2009, 26 Seiten.

Voss, J., Schaper, C., Spiller, A., Theuvsen, L. (2009): Innovationsverhalten in der deutschen Landwirtschaft – Empirische Ergebnisse am Beispiel der Biogaserzeugung. In: Berg, E., Hartmann, M., Heckelei, T., Holm-Müller, K. und Schiefer, G. (Hrsg.) (2009): Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. (GEWISOLA), Band 44, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, S. 379-391.

Wagner, P., Heinrich, J., Kröber, M., Schweinle, J., Große, W. (2009): Ökonomische Bewertung von Kurzumtriebsplantagen und Einordnung der Holzerzeugung in die Anbaustruktur landwirtschaftlicher Unternehmen. In: Reeg, T. (Hrsg.) (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf Landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, S.135-145.

Wagner, P., Schweinle, J., Setzer, F., Kröber, M., Dawid, M. (2012): DLG-Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage, DLG-Merkblatt 372. DLG e.V. Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft, Frankfurt / Main, 26 Seiten.

Windle, J., Rolfe, J. (2005): Diversification choices in agriculture: a choice modelling case study of sugarcane growers. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 49, p.63-74.

Witzel, C.-P., Finger, R. (2016): Economic evaluation of Miscanthus production – A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 53, p.681-696.

Wolbert-Haverkamp, M. (2012): Miscanthus und Pappelplantagen im Kurzumtrieb als Alternative zum klassischen Ackerbau – Eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation. Berichte über Landwirtschaft 90 (2), S.302-316.

Ziegler, S., Haller, P., Krug, D., Tobisch, S., Berger, A. (2010): Stoffliche Einsatzmöglichkeiten von Holz aus Kurzumtriebsplantagen. In: Bemmann, A., Knust, C. (Hrsg.) (2010): AGROWOOD – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven, Weißensee Verlag, Berlin, S.256-270.

Anhang

Anhang 1

Tabellen mit Annahmen zur Berechnung der Deckungsbeiträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen:

Tabelle 22. Auszahlungspreise und Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen in Baden-Württemberg untergliedert nach VGG

Kultur	Auszahlungspreise und Ertragsannahmen für die jeweiligen VGG							
	VGG 1 Unterland / Gäue	VGG 2 Rhein / Bodensee	VGG 3 Schwarzwald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Oberland / Donau	VGG 7 Albvorland / Schw. Wald	VGG 8 Bauland / Hohenlohe
Winterweizen Ertrag in dt/ha[4]	73,2	68,2	59,0	67,1	68,8	72,3	65,5	67,0
Winterweizen Preis in €/dt[3]	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84
Wintergerste Ertrag in dt/ha[4]	65,5	58,9	54,4	62,8	62,8	67,0	61,9	63,7
Futtergerste Preis in €/dt[3]	15,26	15,26	15,26	15,26	15,26	15,26	15,26	15,26
Winterraps Ertrag in dt/ha[4]	38,3	35,3	31,8	34,9	38,9	34,8	35,8	32,2
Raps Preis in €/dt[3]	37,34	37,34	37,34	37,34	37,34	37,34	37,34	37,34
Körnermais Ertrag in dt/ha[4]	87,4	92,1	103,4	89,4	95,2	92,7	82,1	90,7
Körnermais Preis in €/dt[3]	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92
Silomais Ertrag in dt FM/ha[5]	485,7	465,1	477,4	471,1	447,8	476,6	477,8	463,7
Silomais Ertrag in dt TM/ha[1,5]	160,3	153,5	157,5	155,5	147,8	157,3	157,7	153,0
Silomais Preis in €/dt[2]	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

Abkürzungen: dt = Dezitonne, ha = Hektar, TM = Trockenmasse, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: LEL, [1]2014b; [2]2015b; [3]2016; [4]Petig, 2015; [5]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet, Preise ohne Mehrwertsteuer

Die in Tabelle 22 enthaltenen Ertragsannahmen für Winterweizen, Wintergerste, Winterraps und Körnermais sind berechnete Durchschnittswerte aus den Mittelwerten der VGG für die Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2012/13 nach Petig (2015). Die Ertragsdaten von Silomais sind berechnete Durchschnittswerte aus den Mittelwerten der Jahre 2008 bis 2012. Diese sind auf Landkreisebene verfügbar. In die Berechnung der jährlichen Mittelwerte der Silomaiserträge für eine VGG fließen jeweils diejenigen Mittelwerte der Landkreise ein, die sich ganz oder teilweise in der jeweiligen VGG befinden. Daraus wurde dann ein Mittelwert für den gesamten Zeitraum von fünf Jahren berechnet (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b). Die Daten zu den Preisannahmen sind berechnete Durchschnittswerte der Mittelwerte der Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2012/13 für Winterweizen, Futtergerste, Raps und Körnermais (LEL, 2016). Für den Silomaispreis gibt es einen einzigen Wert für das Jahr 2015 (LEL, 2015b).

Tabelle 23. Variable Kostenpositionen der Anbauverfahren der gewöhnlichen Ackerkulturen, mittleres Leistungsniveau, ohne Mehrwertsteuer

Kostenpositionen in €/ha	Produktionsverfahren auf der Ackerfläche				
	Winterweizen (Brot-)[1]	Wintergerste[1]	Winterraps[1]	Körnermais[1]	Silomais Verkauf ab Feld (ohne Gärrestrücknahme)[2]
Saatgut	103	88	47	198	159
Pflanzenschutz	208	196	231	90	101
variable Maschinenkosten	121	145	156	184	141
Lohnmaschinen	131	131	145	150	-

Abkürzungen: ha = Hektar
Quellen: LEL, [1]2014a; [2]2015b; Werte gerundet

Tabelle 24. Weitere variable Kostenpositionen der Anbauverfahren der gewöhnlichen Ackerkulturen, mittleres Leistungsniveau, ohne Mehrwertsteuer untergliedert nach VGG

Kultur	Kostenposition in €/ha	Produktionsverfahren in der jeweiligen Vergleichsgebietsgruppe							
		VGG 1 Unterland / Gäue	VGG 2 Rhein / Bodensee	VGG 3 Schwarzwald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Oberland / Donau	VGG 7 Albvorland / Schw. Wald	VGG 8 Bauland / Hohenlohe
Winterweizen[1]	Düngung	233	218	192	215	220	230	211	215
	Trocknung / Konservierung	66	62	53	61	62	65	59	60
	Hagelversicherung	24	22	19	22	22	23	21	22
Wintergerste[1]	Düngung	200	182	170	193	193	204	190	195
	Trocknung / Konservierung	59	53	49	57	57	60	56	57
	Hagelversicherung	19	17	16	18	18	20	18	19
Winterraps[1]	Düngung	236	219	199	217	239	216	222	202
	Trocknung / Konservierung	50	46	41	45	50	45	46	42
	Hagelversicherung	77	71	64	71	79	70	72	65
Körnermais[1]	Düngung	243	255	284	248	263	256	229	251
	Trocknung / Konservierung	250	263	296	256	272	265	235	259
	Hagelversicherung	23	24	27	24	25	24	22	24
Silomais[2]	Düngung	471	451	463	457	435	462	464	450
	Hagelversicherung	22	21	22	22	21	22	22	21

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quellen: LEL, [1]2014a; [2]2015b; Werte gerundet

Der Tabelle 25 sind die Deckungsbeiträge, berechnet anhand den in Tabelle 22 bis Tabelle 24 dargestellten Kosten, Preisen und Erträgen der einjährigen Kulturen sowie der Anbauumfang auf Ackerflächen im Jahr 2010 der am häufigsten vorkommenden Kulturen Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Körnermais und Silomais für die jeweilige VGG zu entnehmen.

Tabelle 25. Deckungsbeiträge in €/ha und Jahr basierend auf durchschnittlichen Erträgen der Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2012/13 und Anbauumfang auf Ackerflächen in Hektar (für 2010) der jeweiligen dargestellten Kulturen untergliedert nach VGG

Kultur	Einheit	VGG 1 Unterland / Gäue	VGG 2 Rhein / Bodensee	VGG 3 Schwarzwald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Oberland / Donau	VGG 7 Albvorland / Schwäb. Wald	VGG 8 Bauland / Hohenlohe
DB Winterweizen[1,4,5]	€/ha	347	284	167	270	291	336	249	268
Umfang Winterweizenanbau auf AF[5]	ha	61927	21322	2376	27557	357	46390	23209	49547
DB Wintergerste[1,4,5]	€/ha	162	87	36	131	131	179	121	141
Umfang Wintergerstenanbau auf AF[5]	ha	14942	5414	1139	13212	289	26966	13437	23572
DB Winterraps[1,4,5]	€/ha	488	403	304	392	505	389	417	315
Umfang Winterrapsanbau auf AF[5]	ha	14381	2438	449	9351	10	12570	7179	21857
DB Körnermais[1,4,5]	€/ha	341	394	521	364	429	401	282	378
Umfang Körnermaisanbau auf AF[5]	ha	16390	44398	363	210	22	5663	1152	3395
DB Silomais (ohne Gärrestrücknahme)[2,3,6]	€/ha	388	355	374	364	326	373	375	352
Umfang Silomaisanbau auf AF[5]	ha	13261	7804	2561	15744	3436	38102	15500	11244

Abkürzungen: AF = Ackerfläche, DB = Deckungsbeitrag, VGG = Vergleichsgebietsgruppe, ha = Hektar

Quellen: LEL, [1]2014a; [2]2014b; [3]2015b; [4]2016; [5]Petig, 2015; [6]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 26. Anbauanteile der einjährigen Kulturen auf den relevanten Ackerflächen und anteiliger Deckungsbeitrag der Kulturen in der jeweiligen VGG

Kultur	Einheit	Anbauanteile zur Berechnung des Anteils am Deckungsbeitrag je Kultur sowie Anteil am Deckungsbeitrag je Kultur für die jeweiligen VGG							
		VGG 1 Unterland / Gäue	VGG 2 Rhein / Bodensee	VGG 3 Schwarzwald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Oberland / Donau	VGG 7 Albvorland / Schw. Wald	VGG 8 Bauland / Hohenlohe
Anteil Winterweizen an der relevanten AF[5]	%	51,2	26,2	34,5	41,7	8,7	35,8	38,4	45,2
Anteiliger DB von Winterweizen[1,4,5]	€/ha	178	74	58	113	25	120	96	121
Anteil Wintergerste an der relevanten AF[5]	%	12,4	6,7	16,5	20,0	7,0	20,8	22,2	21,5
Anteiliger DB von Wintergerste[1,4,5]	€/ha	20	6	6	26	9	37	27	30
Anteil Winterraps an der relevanten AF[5]	%	11,9	2,9	6,5	14,2	0,3	9,7	11,9	19,9
Anteiliger DB von Winterraps[1,4,5]	€/ha	58	12	20	56	2	38	50	63
Anteil Körnermais an der relevanten AF[5]	%	13,5	54,6	5,3	0,3	0,5	4,3	1,9	3,1
Anteiliger DB von Körnermais[1,4,5]	€/ha	46	215	28	1	2	17	5	12
Anteil Silomais (ohne Gärrestrücknahme) an der relevanten AF[5]	%	11,0	9,6	37,2	23,8	83,5	29,4	25,6	10,3
Anteiliger DB von Silomais (ohne Gärrestrücknahme)[2,3,6]	€/ha	43	34	139	87	272	110	96	36

Abkürzungen: AF = Ackerfläche, DB = Deckungsbeitrag, ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: eigene Berechnungen nach LEL, [1]2014a; [2]2014b; [3]2015b; [4]2016; [5]Petig, 2015; [6]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 27. Übersicht des Gesamtumfangs der Ackerfläche in ha, des Umfangs der bewirtschafteten Ackerfläche der als relevant angesehenen Ackerkulturen in ha, des Gesamtanteils der Ackerfläche der als relevant angesehenen Ackerkulturen in % alles für das Jahr 2010 und der gewichtete durchschnittliche Deckungsbeitrag in €/ha und Jahr je VGG basierend auf durchschnittlichen Erträgen der Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2012/13

Kultur	Einheit	VGG 1 Unterland / Gäue	VGG 2 Rhein / Bodensee	VGG 3 Schwarzwald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Oberland / Donau	VGG 7 Albvorland / Schwäb. Wald	VGG 8 Bauland / Hohenlohe
Summe Gesamtumfang der AF[5]	ha	180625	117524	15482	112345	5805	164373	87054	146064
Summe Umfang der bewirtschafteten AF der als relevant angesehenen Ackerkulturen[5]	ha	120901	81376	6888	66074	4114	129691	60477	109615
Gesamtanteil der AF der als relevant angesehenen Ackerkulturen[5]	%	66,9	69,2	44,5	58,8	70,9	78,9	69,5	75,0
Berechneter gewichteter durchschnittlicher DB[1-6]	€/ha	345	341	251	283	310	322	274	262

Abkürzungen: AF = Ackerfläche, DB = Deckungsbeitrag, VGG = Vergleichsgebietsgruppe, ha = Hektar
Quellen: LEL, [1]2014a; [2]2014b; [3]2015b; [4]2016; [5]Petig, 2015; [6]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Die Annahmen und vorherigen Berechnungen, welchen den Berechnungen der Tabelle 27 zugrunde liegen, sind der Tabelle 22 bis Tabelle 26 zu entnehmen. Da bei Addition der Anbauanteile der hier betrachteten Kulturen in einer VGG der Wert 100 % jeweils nicht erreicht wird, da generell weitere Kulturen angebaut werden, wurde in Tabelle 27 jeweils der als relevant erachtete Anteil der Ackerfläche berechnet. Mit den Ergebnissen aus Tabelle 25 sind daraus dann gewichtete durchschnittliche Deckungsbeiträge je VGG berechnet worden. Dieses Vorgehen wurde so gewählt, da anzunehmen ist, dass der in Tabelle 27 berechnete erzielbare Deckungsbeitrag derjenige ist, welcher am ehesten im Durchschnitt auf der jeweiligen Ackerfläche in einer VGG erwirtschaftet werden kann. Generell sind weitere Kulturen in Tabelle 25 und Tabelle 27 nicht erfasst, da deren Bedeutung hinsichtlich des Anbauumfangs geringer ist, als die der hier aufgezeigten Kulturen. Aber auch Kulturen die einen sehr hohen Deckungsbeitrag erzielen können, wie bspw. Kartoffeln, Zuckerrüben oder Sonderkulturen, finden hier keine Berücksichtigung. Durch die hohen erzielbaren Deckungsbeiträge solcher Kulturen ist anzunehmen, dass auf diesen Flächen tendenziell keine Konkurrenz zum Anbau von KUP bzw. Miscanthus besteht, sodass diese Kulturen nicht zugunsten von KUP bzw. Miscanthus eingeschränkt werden.

Anhang 2

Erklärung zu Hackschnitzelpreisen:

Der Heizwert des wasserfreien Holz von KUP (Pappel) und Miscanthus beträgt jeweils 18,4 MJ/kg bzw. 17,6 MJ/kg. 1 kWh entsprechen 3,6 MJ. Daher haben ein Kilogramm trockenes Holz der KUP (Pappel) und Miscanthus jeweils einen Heizwert von 5,11 kWh/kg[21] bzw. 4,89 kWh/kg[22]. Hierbei muss noch die Energie berücksichtigt werden, die benötigt wird, um das beim Verbrennen noch enthaltene Wasser zu verdampfen. Diese beläuft sich auf 0,68 kWh pro kg Wasser. Diese notwendige Energie wird von der Energiemenge abgezogen, die sich in der noch übrig gebliebenen Trockenmasse befindet. Der Trockenmassegehalt von KUP (Pappel) nach einer Lagerung beträgt 65 %, der Trockenmassegehalt von Miscanthus liegt bei 80 %. Dementsprechend werden für die Kulturen KUP (Pappel) und Miscanthus Heizwerte von 3,10 kWh/kg und 3,79 kWh/kg erhalten (KTBL, 2012, eigene Berechnungen, Werte gerundet). Diese Heizwerte lassen sich dann mit dem berechneten Preis für Hackschnitzel pro kWh multiplizieren. Da in dieser Arbeit eine Untersuchung des KUP- und Miscanthusanbaus für Baden-Württemberg erfolgt, werden die notierten Preise für Waldhackschnitzel für Süddeutschland verwendet. Durch das gesamte beschriebene Vorgehen ergeben sich die folgenden in Tabelle 28 aufgezeigten Preise für Waldhackschnitzel in €/kWh von 2008 bis 2014 sowie die daraus berechneten Mittelwerte.

Tabelle 28. Berechnete Preise für Waldhackschnitzel in €/kWh für die Jahre 2008 bis 2014

Jahr	€/kWh (bei einem Wassergehalt bei Anlieferung von 35 %)	€/kWh (bei einem Wassergehalt bei Anlieferung von 20 %)
2008	0,03253	0,02925
2009	0,03441	0,03047
2010	0,03566	0,03310
2011	0,03902	0,03673
2012	0,03839	0,03584
2013	0,04046	0,03836
2014	0,04091	0,03727
Mittelwerte 2008-2014	0,03734	0,03443

Abkürzungen: kWh = Kilowattstunde

Quellen: eigene Berechnungen nach CARMEN, 2015; Preise ohne Mehrwertsteuer

Die in Tabelle 28 erhaltenen Mittelwerte für Waldhackschnitzelpreise in €/kWh können nun mit den Heizwerten der Kulturen KUP (Pappel) und Miscanthus multipliziert werden. Für die KUP (Pappel) werden die Preise bei Anlieferung mit einem Wassergehalt von 35 % verwendet (KTBL, 2012), sodass sich ein Preis pro kg von 0,11575 € ergibt. Für Miscanthus werden die Preise bei Anlieferung mit einem Wassergehalt von 20 % verwendet (KTBL, 2012), sodass sich für Miscanthus ein Preis pro kg von 0,13049 € ergibt. Diese Werte werden anschließend mit 1.000 multipliziert, um Preise pro Tonne zu generieren, sodass sich für KUP (Pappel) 115,75 €/t TM und für Miscanthus 130,49 €/t TM ergeben. Dieses Vorgehen wurde gewählt, da Ertragsdaten in der Regel in t TM pro ha angegeben werden.

[21] 18,4 MJ/kg / 3,6 MJ = 5,11 kWh/kg

[22] 17,6 MJ/kg / 3,6 MJ = 4,89 kWh/kg

Erklärung zu Erträgen der mehrjährigen Kulturen:

Die Zuordnung der für diese Analyse gesichteten und genutzten Ertragsdaten von Feld- und Praxisversuchen wird im Folgenden in Tabelle 29 und in Tabelle 30 aufgezeigt. Dabei erfolgt für jede VGG immer die Angabe des Ortes und für jeden Ort dann die Angabe der Jahresdurchschnittstemperatur in °C, des Jahresniederschlags in mm und der Höhenmeter in m.ü.M..

Tabelle 29. Feldversuchsstandorte der Kultur KUP (Pappel)

Feldversuchsstandorte KUP (Pappel)	
VGG	Standorte je VGG, unter Angabe der Jahresdurchschnittstemperatur, dem Jahresniederschlag und der Höhenlage
1	o Dornburg (Thüringen), 8,3°C, 585 mm, 280 m.ü.M. (agroforstenergie.de, 2015), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) o Kraichtal (Baden-Württemberg), 10,2°C, 700 mm, 165 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Nahm et al. (2011)
2	o Dornburg (Thüringen), 8,3°C, 585 mm, 280 m.ü.M. (agroforstenergie.de, 2015), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) o Bad Salzungen (Thüringen), 8,1°C, 586 mm, 290 m.ü.M. (thueringen.de, 2015), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) o Emmendingen (Baden-Württemberg), 10,5°C, 805 mm, 214 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) o Liliental (Kaiserstuhl) bei Ihringen (Baden-Württemberg), 10,3°C, 713 mm, 197 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013)
3	o Gengenbach (Baden-Württemberg), 10,3°C, 741 mm, 172 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) o Biederbach - Emmendingen (Baden-Württemberg), 8,9°C, 940 mm, 480 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013)
4	o Gomadingen-Marbach (Baden-Württemberg), 7,7°C, 1000 mm, 720 m.ü.M. (Seidl, 2013), Ertragsdaten von Seidl et al. (2015)
5	o Aulendorf (Baden-Württemberg), 8,4°C, 800 mm, 550 m.ü.M. (Seidl, 2013), Ertragsdaten von Seidl (2013)
6	o Aulendorf (Baden-Württemberg), 8,4°C, 800 mm, 550 m.ü.M. (Seidl, 2013), Ertragsdaten von Seidl (2013) o Wald-Ruhestetten bei Pfullendorf (Baden-Württemberg), 8,2°C, 982 mm, 656 m.ü.NN. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013)
7	o Kirchheim Teck (Baden-Württemberg), 9,1°C, 696 mm, 318 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) o Langenwetzendorf (Thüringen), 7,7°C, 623 mm, 350 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012)
8	o Langenwetzendorf (Thüringen), 7,7°C, 623 mm, 350 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) o Bad Salzungen (Thüringen), 8,1°C, 586 mm, 290 m.ü.M. (thueringen.de, 2015), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) o Höpfingen (Baden-Württemberg), 9,1°C, 725 mm, 362 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) o Neckargerach (Baden-Württemberg), 10,3 °C, 656 mm, 148 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013)

Abkürzungen: mm = Millimeter, m.ü.M. = Meter über dem Meeresspiegel, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: siehe Tabelle

Tabelle 30. Feldversuchsstandorte der Kultur Miscanthus

Feldversuchsstandorte der Kultur Miscanthus	
VGG	Standorte je VGG, unter Angabe der Jahresdurchschnittstemperatur, dem Jahresniederschlag und der Höhenlage
1	o Renningen – Ihinger Hof (Baden-Württemberg), 8,3°C, 691 mm, 480 m.ü.M. (Gauder et al., 2012), Ertragsdaten von Gauder et al. (2012) o Gäuland - Stuttgart (Baden-Württemberg), 8,6°C, 680 mm; 310 m.ü.M. (Schwarz et al., 1995), Ertragsdaten von Schwarz et al. (1995)
2	o Rheinstetten (Baden-Württemberg), 10,4°C, 720 mm, 116 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015) o Bad Krozingen (Baden-Württemberg) 10,2°C, 783 mm, 220 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015)
3	o Biederbach - Emmendingen (Baden-Württemberg), 8,9°C, 940 mm, 480 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015)
4	o Fichtelgebirge -Hof (Bayern), 6,2°C, 680 mm, 515 m.ü.M. (Schwarz et al., 1995), Ertragsdaten von Schwarz et al. (1995)
5	o Schlier (Baden-Württemberg), 8°C, 1057 mm, 650 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015)
6	o Schlier (Baden-Württemberg), 8°C, 1057 mm, 650 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015)
7	o Freising (Bayern), 10,2°C, 845 mm, 460 m.ü.M. (Fritz et al., 2009), Ertragsdaten von Fritz et al. (2009)
8	o Friemar (Thüringen), 7,8°C, 519 mm, 284 m.ü.M. (Biertümpfel et al., 2011), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) o Rohrbach (Thüringen), 7,8°C, 520 mm, 300 m.ü.M. (Biertümpfel et al., 2011), Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) o Kupferzell (Baden-Württemberg), 9°C, 701 mm, 357 m.ü.M. (climate-data.org, 2015), Ertragsdaten von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015)

Abkürzungen: mm = Millimeter, m.ü.M. = Meter über dem Meeresspiegel, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quellen: siehe Tabelle

Erträge von KUP (Pappel):

Da die publizierte Datengrundlage für Ertragsdaten von KUP (Pappel) vor allem für spätere Ernten unzureichend ist, wurden mit den vorhandenen Daten von Biertümpfel et al. (2012) Ertragsfaktoren für die Erträge der folgenden Ernten berechnet. Alle erhobenen Erträge aus Feldversuchen von KUP (Pappel) der ersten, zweiten und dritten bis letzten (hier sechsten) Ernte wurden jeweils zuerst gemittelt. Danach wurde der Wert der zweiten durchschnittlichen Ernte durch den Wert der ersten durchschnittlichen Ernte dividiert und mit 100 multipliziert, um einen prozentualen Betrag zu erhalten. In diesem Fall ist der Faktor für den Ertrag der ersten zur zweiten Ernte 166 %. Dies bedeutet, dass bei der zweiten Ernte 166 % des Ertrages der ersten Ernte zu erwarten ist. Ebenso wurde der Wert der dritten bis letzten durchschnittlichen Ernte durch den Wert der zweiten durchschnittlichen Ernte dividiert und mit 100 multipliziert. Dabei ist der Faktor für den Ertrag der zweiten zur dritten bis letzten Ernte 109 %. Dies bedeutet, dass bei der dritten bis letzten Ernte 109 % des Ertrages der zweiten Ernte zu erwarten sind. Der folgenden Tabelle 31 ist zu entnehmen, wie sich die Ertragsfaktoren für die nachfolgenden Ernten errechnen. In der Tabelle 32 sind die den jeweiligen VGG zugeordneten Erträge der Feldversuchsstandorte aufgelistet. Hinter jedem Versuch befindet sich ein kleiner Buchstabe, welcher unten an der Tabelle eine weitere Erklärung zu den jeweiligen Ertragsdaten enthält.

Tabelle 31. Darstellung der berechneten Ertragsfaktoren der folgenden Ernten für die Erträge von KUP (Pappel)

Durchschnittlicher Ertrag der 1. Ernte	16,1 t/ha
Ertragsfaktor für die folgende Ernte:	26,8/16,1*100=**166 %**
Durchschnittlicher Ertrag der 2. Ernte:	26,8 t/ha
Ertragsfaktor für die folgende Ernte:	29,1/26,8*100=**109 %**
Durchschnittliche Erträge der 3. – letzten Ernte:	29,1 t/ha

Quelle: Biertümpfel et al., 2012; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 32. Durchschnittliche Erträge der Feldversuchsstandorte je VGG für KUP (Pappel) bei 3-jähriger Rotation und 21 Jahren Standzeit

VGG	Durchschnittliche Erträge der Feldversuchsstandorte je VGG, unter Angabe der ersten, zweiten und dritten bis letzten Ernte für KUP (Pappel) in 3-jähriger Rotation und 21 Jahren Standzeit
1	o Dornburg (Thüringen): 1. Ernte: 18,0 t/ha, 2. – letzte Ernte: 31,0 t/ha; [1; a)]; o Kraichtal (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 26,1 t/ha, 2. Ernte: 43,3 t/ha, 3. - letzte Ernte: 47,2 t/ha; [2; e)];
2	o Dornburg (Thüringen): 1. Ernte: 18,0 t/ha, 2. – letzte Ernte: 31,0 t/ha; [1; a)]; o Bad Salzungen (Thüringen): 1. Ernte: 20,3 t/ha, 2. Ernte: 30,3 t/ha, 3. - letzte Ernte: 38,7 t/ha; [1; f)]; o Emmendingen (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 18,6 t/ha, 2. Ernte: 30,9 t/ha, 3. - letzte Ernte: 33,7 t/ha; [3; b)]; o Liliental (Kaiserstuhl) bei Ihringen (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 14,4 t/ha, 2. Ernte: 23,9 t/ha, 3. - letzte Ernte: 26,1 t/ha; [3; b)];
3	o Gengenbach (Baden-Württemberg): 1.Ernte: 11,1 t/ha, 2.Ernte: 18,4 t/ha, 3.-letzte Ernte: 20,1 t/ha; [3; b)]; o Biederbach - Emmendingen (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 21,0 t/ha, 2. Ernte: 34,9 t/ha, 3.-letzte Ernte: 38,0 t/ha; [3; b)];
4	o Gomadingen-Marbach (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 20,8 t/ha, 2. Ernte: 34,5 t/ha, 3. - letzte Ernte: 37,6 t/ha; [4; d)];
5	o Aulendorf (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 23,1 t/ha, 2. Ernte: 38,3 t/ha, 3. - letzte Ernte: 41,7 t/ha; [3; c)];
6	o Aulendorf (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 23,1 t/ha, 2. Ernte: 38,3 t/ha, 3. - letzte Ernte: 41,7 t/ha; [3; b)]; o Wald-Ruhestetten bei Pfullendorf (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 27,6 t/ha, 2. Ernte: 45,8 t/ha, 3. - letzte Ernte: 49,9 t/ha; [3; b)];
7	o Kirchheim Teck (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 4,8 t/ha, 2. Ernte: 8,0 t/ha, 3. - letzte Ernte: 8,7 t/ha; [3; b)]; o Langenwetzendorf (Thüringen): 1. Ernte: 11,2 t/ha, 2. Ernte: 19,5 t/ha, 3. - letzte Ernte: 21,9 t/ha; [1; g)];
8	o Langenwetzendorf (Thüringen): 1. Ernte: 11,2 t/ha, 2. Ernte: 19,5 t/ha, 3. - letzte Ernte: 21,9 t/ha; [1; f)]; o Bad Salzungen (Thüringen): 1. Ernte: 20,3 t/ha, 2. Ernte: 30,3 t/ha, 3. - letzte Ernte: 38,7 t/ha; [1; f)]; o Höpfingen (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 9,0 t/ha, 2. Ernte: 14,9 t/ha, 3. - letzte Ernte: 16,2 t/ha; [3; b)]; o Neckargerach (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 26,4 t/ha, 2. Ernte: 43,8 t/ha, 3. - letzte Ernte: 47,7 t/ha; [3; b)];

[a)] Dieser Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) wurde am Standort Dornburg in Thüringen durchgeführt; die Standortbedingungen entsprechen denen der VGG 1 und 2 und wurden deshalb hier zugeordnet; der Wert der 1. Ernte ist ein Durchschnittswert von mehreren beobachteten ersten Ernten; ab

der 2. bis letzten Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet, daraus wurde ein gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 2. bis letzten (hier sechsten) Ernte angenommen; da der durchschnittliche Ertrag bei der 2. Ernte zufällig höher war, als im Durchschnitt der darauf folgenden fünf Ernten, wurde hier kein separater Ertrag für die 2. Ernte ausgewiesen; [b)] Dies ist ein Feldversuch mit durchschnittlichen beobachteten Ertragsdaten der 1. Ernte, die in den jeweiligen VGG durch Seidl (2013) durchgeführt und deshalb hier zugeordnet wurden; die nachfolgenden Erträge wurden mit den ermittelten Mehrertragsfaktoren von 166% von der 1. zur 2. Ernte und von 109% von der 2. zur 3. bis letzten Ernte berechnet; [c)] Dies ist ein Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten der 1. Ernte (Seidl, 2013) aus der VGG 6, aber aufgrund ähnlicher Bedingungen in der VGG 5, wurde dieser Ertrag auch der VGG 5 zugeordnet; die nachfolgenden Erträge wurden mit den ermittelten Mehrertragsfaktoren von 166% von der 1. zur 2. Ernte und von 109% von der 2. zur 3. bis letzten Ernte berechnet; [d)] Dies ist ein Feldversuch mit durchschnittlichen beobachteten Ertragsdaten der 1. Ernte in der VGG 4 bei einem 4-jährigen Ernteintervall, der durch Seidl (2013) und Seidl et al. (2015) durchgeführt wurde; die nachfolgenden Erträge wurden mit den ermittelten Mehrertragsfaktoren von 166% von der 1. zur 2. Ernte und von 109% von der 2. zur 3. bis letzten Ernte berechnet; [e)] Dies ist ein Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten der 1. Ernte, die in der VGG 1 durch Nahm et al. (2011) durchgeführt und deshalb hier zugeordnet wurden; die nachfolgenden Erträge waren noch nicht vorhanden und wurden daher mit den ermittelten Mehrertragsfaktoren von 166% von der 1. zur 2. Ernte und von 109% von der 2. zur 3. bis letzten Ernte berechnet; [f)] Dies ist ein Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012), welche an Standorten (Bad Salzungen und Langenwetzendorf) in Thüringen durchgeführt wurden, die aber den Standortbedingungen der VGG 2 und 8 entsprechen und deshalb hier zugeordnet wurden; der Wert der 1. Ernte ist jeweils ein Durchschnittswert von mehreren beobachteten ersten Ernten; der Wert der 2. Ernte erklärt sich analog zum Wert der 1. Ernte; ab der 3. bis letzten (in Bad Salzungen fünften, in Langenwetzendorf sechsten) Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet und als gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 3. bis letzten Ernte angenommen; [g)] Dies ist ein Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012), der am Standort Langenwetzendorf in Thüringen durchgeführt wurde; diese Ertragsdaten wurden zuerst der VGG 8 zugeordnet, aber auch aufgrund ähnlicher Standortbedingungen der VGG 7; der Wert der 1. Ernte ist jeweils ein Durchschnittswert von mehreren beobachteten ersten Ernten; der Wert der 2. Ernte erklärt sich analog zum Wert der 1. Ernte; ab der 3. bis letzten (hier sechsten) Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet, daraus wurde ein gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 3. bis letzten Ernte angenommen

Abbkürzungen: ha = Hektar, t = Tonnen, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: [1]Biertümpfel et al., 2012; [2]Nahm et al., 2011; [3]Seidl, 2013; [4]Seidl et al., 2015; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Erträge von Miscanthus:

Die publizierte Datengrundlage der Erträge für Miscanthus ist etwas umfangreicher, sodass bei einigen Beispielen für die VGG direkt die beobachteten Daten der Feld- bzw. Praxisversuche für die Berechnungen der Rentabilität verwendet werden können. Die weiteren gefundenen Ertragsdaten gibt es nur für die erste Ernte, sodass für diese Daten, nach dem Prinzip wie zuvor bei der KUP, Mehrertragsfaktoren benötigt und berechnet werden. Die genutzten Daten für die Berechnung der Mehrertragsfaktoren sind die folgenden: Biertümpfel et al. (2012), Fritz et al. (2009), Gauder et al. (2012), Schwarz et al. (1995), Seidl (2013). Nachstehende Ertragsfaktoren für die zweite und dritte bis letzte (hier 15te) Ernte (Tabelle 33) konnten für Miscanthus berechnet werden. Auch in der darauf folgenden Tabelle 34 sind dann die den jeweiligen VGG zugeordneten Erträge der Feldversuchsstandorte aufgelistet. Hier werden ebenfalls die jeweiligen Erträge am Ende der Tabelle, markiert durch kleine Buchstaben, erklärt.

Tabelle 33. Darstellung der berechneten Ertragsfaktoren der folgenden Ernten für die Erträge von Miscanthus

Durchschnittlicher Ertrag der 1. Ernte	6,8 t/ha
Ertragsfaktor für die folgende Ernte:	14,7/6,8*100=**216 %**
Durchschnittlicher Ertrag der 2. Ernte:	14,7 t/ha
Ertragsfaktor für die folgende Ernte:	15,8/14,7*100=**107 %**
Durchschnittliche Erträge der 3. – letzten Ernte:	15,8 t/ha

Quelle: Biertümpfel et al., 2012; Fritz et al., 2009; Gauder et al., 2012; Schwarz et al., 1995; Seidl, 2013; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 34. Durchschnittliche Erträge der Feldversuchsstandorte je VGG für die Kultur Miscanthus bei 1-jähriger Rotation und 20 Jahren Standzeit

VGG	Durchschnittliche Erträge der Feldversuchsstandorte je VGG, unter Angabe der ersten, zweiten und dritten bis letzten Ernte für die Kultur Miscanthus in 1-jähriger Rotation und 20 Jahren Standzeit
1	o Renningen – Ihinger Hof (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 7,1 t/ha, 2. – letzte Ernte: 16,0 t/ha; [3; k);] o Renningen – Ihinger Hof (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 5,3 t/ha, 2. – letzte Ernte: 12,7 t/ha; [3; a);] o Gäuland - Stuttgart (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 4,0 t/ha, 2. – letzte Ernte: 20,2 t/ha; [4; c);]
2	o Rheinstetten (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 8,0 t/ha, 2.Ernte: 9,5 t/ha, 3.-letzte Ernte: 14,4 t/ha; [5,6; d);] o Bad Krozingen (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 6,3 t/ha, 2. Ernte: 13,0 t/ha, 3. - letzte Ernte: 22,8 t/ha; [5,6; l);]
3	o Biederbach - Emmendingen (Baden-Württemberg): 1.Ernte: 1,2 t/ha, 2.Ernte: 2,9 t/ha, 3.-letzte Ernte: 3,1 t/ha; [5,6; e);]
4	o Fichtelgebirge - Hof (Bayern): 1. Ernte: 0,5 t/ha, 2. Ernte: 3,7 t/ha, 3. - letzte Ernte: 10,0 t/ha; [4; f);]
5	o Schlier (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 3,1 t/ha, 2. Ernte: 6,7 t/ha, 3. - letzte Ernte: 7,2 t/ha; [5,6; i)]
6	o Schlier (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 3,1 t/ha, 2. Ernte: 6,7 t/ha, 3. - letzte Ernte: 7,2 t/ha; [5,6; h);]
7	o Freising (Bayern): 1. Ernte: 4,0 t/ha, 2. Ernte: 11,5 t/ha, 3. - letzte Ernte: 27,0 t/ha; [2; g);]
8	o Friemar (Thüringen): 1. Ernte: 8,3 t/ha, 2. Ernte: 14,1 t/ha, 3. - letzte Ernte: 22,5 t/ha; [1; b);] o Friemar (Thüringen): 1. Ernte: 15,3 t/ha, 2. Ernte: 19,0 t/ha, 3. - letzte Ernte: 21,4 t/ha; [1; j);] o Rohrbach (Thüringen): 1. Ernte: 9,0 t/ha, 2. – letzte Ernte: 22,9 t/ha; [1; m);] o Rohrbach (Thüringen): 1. Ernte: 8,3 t/ha, 2. Ernte: 20,7 t/ha, 3. - letzte Ernte: 21,7 t/ha; [1; j);] o Kupferzell (Baden-Württemberg): 1. Ernte: 3,4 t/ha, 2. Ernte: 4,0 t/ha, 3. - letzte Ernte: 9,5 t/ha; [5,6; d);]

[a)] Dieser Versuch wurde von Gauder et al. (2012) auf einem Standort in der VGG 1 durchgeführt und daher hier zugeordnet; der Wert der 1. Ernte ist ein Durchschnittswert von mehreren beobachteten ersten Ernten; ab der 2. bis letzten (hier 13ten) Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet, dieser wurde dann als gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 2. bis letzten Ernte angenommen; da der durchschnittliche Ertrag bei der 2. Ernte zufällig höher war, als im Durchschnitt der darauf folgenden Ernten, wurde hier kein separater Ertrag für die 2. Ernte berechnet; bei diesem Versuch handelt es sich um Ertragswerte der Genotypen x Giganteus, Sacchariflorus 5, Sinensis und Sinensis Hybride; [b)] Diese beobachteten Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) stammen von Feldversuchen vom Standort Friemar in Thüringen, der den Standortbedingungen der VGG 8 entspricht und deshalb da zugeordnet wurde; der Wert der 1. Ernte ist ein Durchschnitts-

wert von zwei beobachteten ersten Ernten; der Wert der 2. Ernte erklärt sich analog zum Wert der 1. Ernte; ab der 3. bis letzten (hier 15ten) Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet, dieser wurde dann als gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 3. bis letzten Ernte angenommen; es handelt sich um Ertragsdaten des Genotyps x Giganteus; [c)] Dieser Feldversuch mit den beobachteten Ertragsdaten wurde auf einem Standort in der VGG 2 durch Schwarz et al. (1995) durchgeführt und deshalb dieser VGG zugeordnet; der Wert der ersten Ernte ist ein einmaliger Ertragswert; der Wert der 2. bis letzten Ernte berechnet sich als Durchschnitt der vorhandenen Ertragswerte der 2. und 3. Ernte und wird für alle folgenden Ernten angenommen; da der Wert der 2. Ernte zufällig höher war, als der Wert der 3. Ernte wurde dieses Vorgehen so gewählt; es handelt sich um Ertragsdaten des Genotyps x Giganteus; [d)] Diese beobachteten Ertragsdaten von Feldversuchen der 1. bis 3. Ernte wurden auf Standorten in den VGG 2 und 8 von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015) erhoben und deshalb hier zugeordnet; bei den Erträgen der 1. bis 3. Ernte handelt sich um Ertragsdaten des Genotyps x Giganteus mit jeweils einem Messwert; der Ertrag der dritten Ernte wurde für die folgenden Ernten angenommen; [e)] Dieser Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten der ersten zwei Ernten durch Seidl (2013) und Seidl et al. (2015) wurde auf einem Standort in der VGG 3 durchgeführt und deshalb hier zugeordnet; bei den Erträgen der 1. und 2. Ernte handelt sich um Ertragsdaten mit jeweils einem Messwert und ohne Angabe des Genotyps; die Erträge für die 3. und nachfolgenden Ernten wurden mit dem ermittelten Mehrertragsfaktor von 107% von der 2. zur 3.-letzten Ernte berechnet; [f)] Dieser Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten der 1. – 3. Ernte von Schwarz et al. (1995) wurde auf einem Standort in Bayern durchgeführt, dieser entspricht aber den Standortbedingungen der VGG 4 und wurde deshalb hier zugeordnet; die Werte der 1., 2. und 3. Ernte sind einmalige Ertragswerte, der Wert der 3. Ernte wird für die folgenden Ernten angenommen; es handelt sich um Ertragsdaten des Genotyps x Giganteus; [g)] Dieser Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten der 1. bis 3. Ernte von Fritz et al. (2009) wurde auf einem Standort in Bayern durchgeführt, der den Standortbedingungen der VGG 7 entspricht und deshalb hier zugeordnet wurde; es handelt sich bei den jeweiligen Ertragsdaten um einen einzigen Messwert des Genotyps x Giganteus; der Wert der 3. Ernte wird für die folgenden Ernten angenommen; [h)] Dieser Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten der 1. Ernte wurde durch Seidl (2013) und Seidl et al. (2015) auf einem Standort in der VGG 6 durchgeführt und daher hier zugeordnet; es handelt sich um einen einzigen Messwert, ohne Angabe des Genotyps; die nachfolgenden Erträge wurden mit den ermittelten Mehrertragsfaktoren von 216% von der 1. zur 2. Ernte und von 107% von der 2. zur 3. bis letzten Ernte berechnet; [i)] Dieser Feldversuch mit beobachteten Ertragsdaten der 1. Ernte wurde durch Seidl (2013) und Seidl et al. (2015) auf einem Standort in der VGG 6 durchgeführt und aufgrund ähnlicher Standortbedingungen ebenfalls der VGG 5 zugeordnet; es handelt sich um einen einzigen Messwert, ohne Angabe des Genotyps; die nachfolgenden Erträge wurden mit den ermittelten Mehrertragsfaktoren von 216% von der 1. zur 2. Ernte und von 107% von der 2. zur 3. bis letzten Ernte berechnet; [j)] Dies sind beobachtete Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) von Feldversuchen von Standorten (Friemar und Rohrbach) in Thüringen, die den Standortbedingungen der jeweiligen VGG entsprechen und deshalb da zugeordnet wurden; der Wert der 1. und 2. Ernte ist jeweils ein einmaliger Ertragswert; ab der 3. bis letzten (Friemar 12ten, Rohrbach 13ten) Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet, dieser wurde als gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 3. bis letzten Ernte angenommen; es handelt sich um Ertragsdaten des Genotyps x Giganteus; [k)] Dieser Versuch wurde von Gauder et al. (2012) auf einem Standort in der VGG 1 durchgeführt und daher hier zugeordnet; der Wert der 1. Ernte ist ein Durchschnittswert von mehreren beobachteten ersten Ernten; ab der 2. bis letzten (hier 13ten) Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet, dieser wurde als gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 2. bis letzten Ernte angenommen; da der durchschnittliche Ertrag bei der 2. Ernte zufällig höher war, als im Durchschnitt der darauf folgenden Ernten, wurde hier kein separater Ertrag für die 2. Ernte berechnet; es handelt sich um Ertragsdaten des Genotyps x Giganteus; [l)] Diese beobachteten Ertragsdaten eines Feldversuchs der 1. bis 3. Ernte wurde auf einem Standort in der VGG 2 von Seidl (2013) und Seidl et al. (2015) durchgeführt und deshalb hier zugeordnet; bei den Erträgen der 1. bis 3. Ernte handelt sich um Ertragsdaten mit jeweils einem Messwert und ohne Angabe des Genotyps; der Ertrag der dritten Ernte wurde für die folgenden Ernten angenommen; [m)] Diese beobachteten Ertragsdaten von Biertümpfel et al. (2012) sind von Feldversuchen vom Standort Rohrbach in Thüringen, der den Standortbedingungen der VGG 8 entspricht und deshalb hier zugeordnet wurde; der Wert der 1. und 2. Ernte ist jeweils ein einmaliger Ertragswert; ab der 2. bis letzten (hier 14ten) Ernte wurde ein Mittelwert der Erträge aller folgenden beobachteten Ernten berechnet und wurde als gleich hoher durchschnittlicher Ertrag der 2. bis letzten Ernte angenommen; da der durchschnittliche Ertrag bei der 2. Ernte zufällig höher war, als im Durchschnitt der darauf folgenden Ernten, wurde hier kein separater Ertrag für die 2. Ernte berechnet; es handelt sich um Ertragsdaten des Genotyps x Giganteus

Abkürzungen: ha = Hektar, t = Tonnen, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: [1]Biertümpfel et al., 2012; [2]Fritz et al., 2009; [3]Gauder et al., 2012; [4]Schwarz et al., 1995; [5]Seidl, 2013; [6]Seidl et al., 2015; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabellen mit Annahmen für die Berechnungen der Annuitäten der mehrjährigen Produktionsverfahren:

Tabelle 35. Annahmen zu Rahmenbedingungen, Kosten und Erlöse für die Investitionsrechnung des Produktionsverfahrens KUP (Pappel)

Kenngröße	Erklärung / Annahme / Kosten bzw. Leistungen		
Spezies	Pappel		
Pflanzzahl pro Hektar	10.000 Stecklinge		
Umtriebszeit	3 Jahre		
Gesamtnutzungsdauer	21 Jahre		
Preis für Hackschnitzel	115,75 €/t Trockenmasse[2]		
Verwendeter Zinssatz	3,0 %[3,4]		
Kosten	Stecklinge		0,265 €/Stück[5-7]
	Maschinen, Pflanzenschutz und Düngemittel	Im Pflanzjahr:	450 €/ha Pflanzung maschinell[8]
			161,60 €/ha Maschinenkosten für Bodenbearbeitung, Pflanzenschutzausbringung und Transport der Stecklinge[8]
			81,08 €/ha Pflanzenschutzmittel[8]
		Im Erntejahr:	1.150 €/ha Erntekosten vollmechanisiert[8]
			4,97 €/ha Maschinenkosten für Düngung (außer im Rekultivierungsjahr) [8]
			57,20 €/ha Düngemittel (außer im Rekultivierungsjahr) [8]
			18,25 €/t TM Transportkosten des Ernteguts[1]
		Im Rekultivierungsjahr:	1.400 €/ha Rekultivierungskosten[8]

Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, t = Tonne, TM = Trockenmasse
Quellen: [1]Aust, 2012; [2] CARMEN, 2015; [3]Deutsche Bundesbank, 2016; [4]Destatis, 2016; [5]die-forstpflanze.de, 2015; [6]energieholz-anbau.de, 2015; [7]energiepflanzen.com, 2015; [8]KTBL, 2015; Preise ohne Mehrwertsteuer

Die Grundannahme für das dargestellte Produktionsverfahren der KUP-Bewirtschaftung (Pappel) beinhaltet, dass eine Mechanisierungsvariante von 67 Kilowatt besteht und die Verfahren auf durchschnittlich zwei Hektar großen, ebenen Flächen mit einem mittleren Bodenbearbeitungswiderstand und einer Feld-Hof-Entfernung von zwei Kilometern angebaut werden (KTBL, 2015).

Tabelle 36. Annahmen zu den eingesetzten Maschinen bei der Bewirtschaftung einer KUP (Pappel)

Zeitpunkt im Produktionsverfahren	Arbeitsschritt	Verwendete Mechanisierung
Anpflanzjahr	Bodenprobe ziehen	Entnahme von Hand; Fahrten mit Pick-up
	Pflanzenschutzmaßnahme	Anbaupflanzenschutzspritze, 15 m, 1.000 l, 45 kW
	Pflügen mit Drehpflug	4 Schare, 1,4 m, angebaut; 67 kW
	Eggen mit Saatbettkombination	4 m; 67 kW
	Pflanzrutentransport, Paletten	Gabelstapler 3 m, 2 t; Palettengabel; Dreiseitenkippanhänger, 8 t; 45 kW
	Pflanzung	vierreihig, Doppelreihe, 3 m, 3 AK; 102 kW; als Dienstleistung
	Hacken mit Hackmaschine	4,5 m; 45 kW
Erntejahr	Ernte und Transport	Feldhäcksler 275 kW, 2-reihig; Doppelzug je 10 t, Dreiseitenkippanhänger; 67 kW; als Dienstleistung
	Bodenprobe ziehen	Entnahme von Hand; Fahrten mit Pick-up
	Mineraldünger ausbringen, loser Dünger	Düngerförderschnecke; Anbauschleuderstreuer, 0,8 m³; 45 kW
Rekultivierungsjahr	Flächenrekultivierung	bspw. Forstmulcher, 1,8 m; als Dienstleistung

Abkürzungen: AK = Arbeitskraft, ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, kW = Kilowatt, l = Liter, m = Meter, t = Tonne, TM = Trockenmasse

Quellen: KTBL, 2015

Tabelle 37. Annahmen zu Rahmenbedingungen, Kosten und Erlöse für die Investitionsrechnung des Produktionsverfahrens Miscanthus

Kenngröße	Erklärung / Annahme / Kosten bzw. Leistungen		
Spezies	Miscanthus		
Pflanzzahl pro Hektar	10.000 Rhizome		
Umtriebszeit	1 Jahr		
Gesamtnutzungsdauer	20 Jahre		
Preis für Hackgut	130,49 €/t Trockenmasse[2]		
Verwendeter Zinssatz	3,0 %[3,4]		
Kosten	Stecklinge		0,175 €/Stück[5,8,9]
	Maschinen, Pflanzenschutz und Düngemittel	Im Pflanzjahr:	276,13 €/ha Pflanzung maschinell[6]
			203,30 €/ha Maschinenkosten für Bodenbearbeitung, Pflanzenschutzausbringung und Transport der Rhizome[6]
			56 €/ha Pflanzenschutzmittel[6]
		Im Erntejahr:	204,85 €/ha Erntekosten vollmechanisiert[6]
			8,65 €/ha Maschinenkosten für Düngung (außer im Rekultivierungsjahr) [6]
			500 €/ha Transport der Erntemaschine[7]
			289,80 €/ha Düngemittel (außer im Rekultivierungsjahr) [6]
			18,25 €/t TM Transportkosten des Ernteguts[1]
		Im Rekultivierungsjahr:	114,03 €/ha Rekultivierungskosten[6]

Abkürzungen: ha = Hektar, t = Tonne, TM = Trockenmasse

Quellen: [1]Aust, 2012; [2] CARMEN, 2015; [3]Deutsche Bundesbank, 2016; [4]Destatis, 2016; [5]energiepflanzen.com, 2015; [6]KTBL, 2015; [7]Nahm et al., 2011; [8]redel-miscanthus.de, 2015; [9]sieverdingbeck-agrar.de, 2015; Preise ohne Mehrwertsteuer

Die Grundannahme für das dargestellte Produktionsverfahren Miscanthus beinhaltet, dass eine Mechanisierungsvariante von 67 Kilowatt besteht und das Verfahren auf einer durchschnittlich zwei Hektar großen, ebenen Fläche mit einem mittleren Bodenbearbeitungswiderstand und einer Feld-Hof-Entfernung von zwei Kilometern angebaut wird (KTBL, 2015).

Tabelle 38. Annahmen zu den eingesetzten Maschinen bei der Bewirtschaftung einer Miscanthusfläche

Zeitpunkt im Produktionsverfahren	Arbeitsschritt	Verwendete Mechanisierung
Anpflanzjahr	Pflügen mit Drehpflug	4 Schare, 1,4 m, angebaut; 67 kW
	Kalk ab Feld streuen	Frontlader, 1.300 daN; Mineraldüngerschaufel, 0,55 m³; 45 kW; Anhängeschleuderstreuer, 4 m³; 67 kW
	Eggen mit Kreiselegge	2,5 m; 45 kW
	Pflanzguttransport, Sackware	Gabelstapler 3 m, 2 t; Palettengabel; Dreiseitenkippanhänger, 8 t; 45 kW
	Legen von Miscanthus-Rhizomstücken, Pflanzgut Sackware	2 Reihen, 3 AK, halbautom., 45 kW
	Striegeln	4,5 m; 45 kW
	Hacken	4,5 m; 45 kW
	Mulchen	2,5 m; 45 kW
Erntejahr	Bodenprobe ziehen	Entnahme von Hand; Fahrten mit Pick-up
	Miscanthus häckseln mit Selbstfahrer	4,5 m reihenunabhängig, 275 kW Selbstfahrer; Doppelzug je 10 t, Dreiseitenkippanhänger; 67 kW
	Kalk ab Feld streuen	Frontlader, 1.300 daN; Mineraldüngerschaufel, 0,55 m³; 45 kW; Anhängeschleuderstreuer, 4 m³; 67 kW
	Mineraldünger ausbringen, loser Dünger	Düngerförderschnecke; Anbauschleuderstreuer, 0,8 m³; 45 kW
Rekultivierungsjahr	Mulchen	3 m; 67 kW
	Tiefgrubbern	Schwergrubber, 2,5 m; 67 kW

Abkürzungen: AK = Arbeitskraft, daN = deka-Newton, ha = Hektar, kW = Kilowatt, l = Liter, m = Meter, m^3 = Kubikmeter, t = Tonne, TM = Trockenmasse

Quellen: KTBL, 2015

Tabelle 39. Annahmen über die verwendeten Pflanzenschutz- und Düngemittel beim Anbau von KUP und Miscanthus

Kultur	Produktionsmittel	Bezeichnung und Einsatzmenge des Mittels pro ha
Pappel	Pflanzenschutzmittel	Totalherbizid 0,3 m^3 und Herbizid 0,3 m^3
	Düngemittel	PK 12-24 220 kg
Weide	Pflanzenschutzmittel	Totalherbizid 0,3 m^3 und Herbizid 0,3 m^3
	Düngemittel	KAS 100 kg, PK 12-14 160 kg
Miscanthus	Düngemittel	KAS 230 kg, PK 12-24 280 kg, K 110 kg, Kalk 1 t

Abkürzungen: ha = Hektar, K = Kali-Dünger, KAS = Kalkammonsalpeter, kg = Kilogramm, KUP = Kurzumtriebsplantage, m^3 = Kubikmeter, PK = Phosphor-Kali-Dünger, t = Tonne, TM = Trockenmasse

Quellen: KTBL, 2015

Verwendete Formel für die Berechnung der realen Verzinsung:

$$r_{real} = \frac{r_{nom} - r_{infl}}{1 + r_{infl}}, \quad (41)$$

Erklärung:

r_{infl} = *Inflationsrate*
r_{nom} = *nominaler Zinssatz*
r_{real} = *realer Zinssatz*

Erklärungen zu den Ergebnissen der Annuitäten:

Im Folgenden werden auf Basis von Feldversuchs- bzw. Praxisdaten Annuitäten für die mehrjährigen Kulturen KUP (Pappel) und Miscanthus für die jeweiligen VGG kalkuliert. Die Annuitäten sind mit den in der Tabelle 28 bis Tabelle 39 dargestellten Annahmen zu verwendeten Erntegutpreisen, den Kosten der Produktionsverfahren und den jeweiligen Produktionsverfahrensschritten berechnet worden. Die Produktionskosten je mehrjährige Kultur wurden dabei konstant gehalten. Dabei basieren Annuitäten, die in einer Zeile stehen auf den gleichen beobachteten Ertragsdaten. Ausführliche Erklärungen zu den einzelnen Erträgen, die in den nachfolgend berechneten Annuitäten benutzt wurden, sind der Tabelle 32 und Tabelle 34 zu entnehmen. Die nachstehende Tabelle 40 und Tabelle 41 zeigt die berechneten Annuitäten.

Tabelle 40. Annuitäten für KUP (Pappel) in den jeweiligen VGG in € je ha und Jahr

	Feld-ver-such Nr.	VGG 1 Unter-land / Gäue	VGG 2 Rhein / Boden-see	VGG 3 Schwarz wald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Ober land / Donau	VGG 7 Albvor land / Schwäb. Wald	VGG 8 Bauland / Hohen lohe
Annuitäten der Pappel (3-jährige Rotation, 21 Jahre Standzeit) in €/ha	1.	247 [1-9;]	247 [1-9;]						
	2.	690 [1,3-9,10;]							
	3.		414 [1-9;]						414 [1-9;]
	4.		305 [1,3-11;]						
	5.		88 [1,3-9,11;]						
	6.			-83 [1,3-9,11;]					
	7.			428 [1,3-9,11;]					
	8.				198 [1,3-9,12;]				
	9.					534 [1,3-9,11;]	534 [1,3-9,11;]		
	10.						768 [1,3-9,11;]		
	11.							-408 [1,3-9,11;]	
	12.							-40 [1-9;]	-40 [1-9;]
	13.								705 [1,3-9,11;]

Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, Nr. = Nummer, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: [1]Aust, 2012; [2]Biertümpfel et al., 2012; [3]CARMEN, 2015; [4]Deutsche Bundesbank, 2016; [5]Destatis, 2016; [6]die-forstpflanze.de, 2015; [7]energieholz-anbau.de, 2015; [8]energiepflanzen.com, 2015; [9]KTBL, 2015; [10]Nahm et al., 2011; [11]Seidl, 2013; [12]Seidl et al., 2015; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 41. Annuitäten für Miscanthus in den jeweiligen VGG in € je ha und Jahr

	Feld-ver-such Nr.	VGG 1 Unter-land / Gäue	VGG 2 Rhein / Boden-see	VGG 3 Schwarz wald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Ober land / Donau	VGG 7 Albvor land / Schwäb. Wald	VGG 8 Bauland / Hohen lohe
Annuitäten von Miscanthus (1-jährige Rotation, 20 Jahre Standzeit) in €/ha	1.	570 [1,3-6,8,9-11,15;]							
	2.	210 [1,3-6,8,9-11,15;]							
	3.	987 [1,3-6,9-12,15;]							
	4.		373 [1,3-6,9-11,13,15;]						
	5.		1207 [1,3-6,9-11,13,15;]						
	6.			-829 [1,3-6,9-11,13,15;]					
	7.				-153 [1,3-6,9-12,15;]				
	8.					-387 [1,3-6,9-11,13,15;]	-387 [1,3-6,9-11,13,15;]		
	9.							1591 [1,3-7,9-11,15;]	
	10.								1201 [1-6,9-11,15;]
	11.								1179 [1-6,9-11,15;]
	12.								1307 [1-6,9-11,15;]
	13.								1169 [1-6,9-11,15;]
	14.								-179 [1,3-6,9-11,13,15;]

Abkürzungen: ha = Hektar, Nr. = Nummer, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: [1]Aust, 2012; [2]Biertümpfel et al., 2012; [3]CARMEN, 2015; [4]Deutsche Bundesbank, 2016; [5]Destatis, 2016; [6]energiepflanzen.com, 2015; [7]Fritz et al., 2009; [8]Gauder et al., 2012; [9]KTBL, 2015; [10]Nahm et al., 2011; [11]redel-miscanthus.de, 2015; [12]Schwarz et al., 1995; [13]Seidl, 2013; [14]Seidl et al., 2015; [15]sieverdingbeck-agrar.de, 2015; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 42. Differenz zwischen Annuitäten von KUP (Pappel) und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in € je ha und Jahr

	VGG 1 Unterland / Gäue	VGG 2 Rhein / Bodensee	VGG 3 Schwarzwald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Oberland / Donau	VGG 7 Albvorland / Schw. Wald	VGG 8 Bauland / Hohenlohe
Differenz zwischen der niedrigsten Annuität und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in €/ha und Jahr	-98	-253	-334	-85	224	212	-682	-302
Differenz zwischen der höchsten Annuität und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in €/ha und Jahr	345	73	177			446	-314	453

Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 43. Differenz zwischen Annuitäten der Miscanthuspflanzung und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in € je ha und Jahr

	VGG 1 Unterland / Gäue	VGG 2 Rhein / Bodensee	VGG 3 Schwarzwald	VGG 4 Alb / Baar	VGG 5 Allgäu	VGG 6 Oberland / Donau	VGG 7 Albvorland / Schw. Wald	VGG 8 Bauland / Hohenlohe
Differenz zwischen der niedrigsten Annuität und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in €/ha und Jahr	-135	32	-1080	-436	-697	-709	1317	-441
Differenz zwischen der höchsten Annuität und den Opportunitätskosten in der jeweiligen VGG in €/ha und Jahr	642	866						1045

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: eigene Berechnungen, Werte gerundet

Erklärungen zu den Sensitivitätsanalysen:

Tabelle 44. Sensitivitätsanalyse der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten in der VGG 1 (Unterland / Gäue)

Höchste und niedrigste mögliche jährliche Annuität der mehrjährigen Kulturen in €/ha			Zu berücksichtigende Opportunitätskosten von 345 €/ha [10-13,15,19]	
			Zulässige bzw. benötigte Preisänderung zur Deckung der Opportunitätskosten	Zulässige bzw. benötigte Ertragsänderung zur Deckung der Opportunitätskosten
Annuitäten der KUP (Pappel) in €/ha	Max.	690[1,3-9,14]	-21 %	-25 %
	Min.	247[1-9]	+10 %	+11 %
Annuitäten von Miscanthuspflanzungen in €/ha	Max.	987[1,3-5,8,9,14,16-18]	-25 %	-29 %
	Min.	210[1,3-5,8,9,14,16,18]	+9 %	+11 %

Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppen

Quellen: [1]Aust, 2012; [2]Biertümpfel et al., 2012; [3]CARMEN, 2015; [4]Deutsche Bundesbank, 2016; [5]Destatis, 2016; [6]die-forstpflanze.de, 2015; [7]energieholz-anbau.de, 2015; [8]energiepflanzen.com, 2015; [9]KTBL, 2015; LEL, [10]2014a; [11]2014b; [12]2015b; [13]2016; [14]Nahm et al., 2011; [15]Petig, 2015; [16]redel-miscanthus.de, 2015; [17]Schwarz et al., 1995; [18]sieverdingbeck-agrar.de, 2015; [19]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Der Tabelle 44 ist zu entnehmen, dass bspw. bei einer KUP (Pappel) bei der besten jährlichen Annuität von 690 €/ha in dieser VGG der Preis für Hackschnitzel *c. p*. um 21 % sinken dürfte, damit diese KUP die Opportunitätskosten von 345 €/ha gerade noch deckt, bzw. der Ertrag *c. p*. um 25 %. Die schlechteste Annuität der KUP (Pappel) von 247 €/ha würde einen Preisanstieg für Hackschnitzel *c. p*. von 10 % benötigen, um mindestens auf das Niveau der Opportunitätskosten zu kommen. Der notwendige Ertragsanstieg *c. p*. liegt bei diesem Beispiel bei 11 %. Die Beobachtungen der Preis- und Ertragsänderungen der Kultur Miscanthus erklärt sich analog zur Beschreibung der KUP (Pappel). Nachfolgend sind in Tabelle 45 und Tabelle 46 die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Annuitäten für die VGG 2 (Rhein / Bodensee) und 8 (Bauland / Hohenlohe) dargestellt.

Tabelle 45. Sensitivitätsanalyse der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten in der VGG 2 (Rhein / Bodensee)

Höchste und niedrigste mögliche jährliche Annuität der mehrjährigen Kulturen in €/ha			Zu berücksichtigende Opportunitätskosten von 341 €/ha [10-13,15,19]	
			Zulässige bzw. benötigte Preisänderung zur Deckung der Opportunitätskosten	Zulässige bzw. benötigte Ertragsänderung zur Deckung der Opportunitätskosten
Annuitäten der KUP (Pappel) in €/ha	Max.	414[1-9]	-5 %	-6 %
	Min.	88[1,3-9,17]	+30 %	+34 %
Annuitäten von Miscanthuspflanzungen in €/ha	Max.	1207[1,3-5,8,9,14,16-18]	-31 %	-36 %
	Min.	373[1,3-5,8,9,14,16-18]	-1 %	-2 %

Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppen

Quellen: [1]Aust, 2012; [2]Biertümpfel et al., 2012; [3]CARMEN, 2015; [4]Deutsche Bundesbank, 2016; [5]Destatis, 2016; [6]die-forstpflanze.de, 2015; [7]energieholz-anbau.de, 2015; [8]energiepflanzen.com, 2015; [9]KTBL, 2015; LEL, [10]2014a; [11]2014b; [12]2015b; [13]2016; [14]Nahm et al., 2011; [15]Petig, 2015; [16]redel-miscanthus.de, 2015; [17]Seidl, 2013; [18]sieverdingbeck-agrar.de, 2015; [19]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Tabelle 46. Sensitivitätsanalyse der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten in der VGG 8 (Bauland / Hohenlohe)

Höchste und niedrigste mögliche jährliche Annuität der mehrjährigen Kulturen in €/ha			Zu berücksichtigende Opportunitätskosten von 262 €/ha [10-13,15,19]	
			Zulässige bzw. benötigte Preisänderung zur Deckung der Opportunitätskosten	Zulässige bzw. benötigte Ertragsänderung zur Deckung der Opportunitätskosten
Annuitäten der KUP (Pappel) in €/ha	Max.	705[1,3-9,17]	-27 %	-32 %
	Min.	-40[1-9]	+42 %	+49 %
Annuitäten von Miscanthuspflanzungen in €/ha	Max.	1307[1-5,8,9,14,16,18]	-36 %	-42 %
	Min.	-179[1,3-5,8,9,14,16-18]	+39 %	+45 %

Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppen

Quellen: [1]Aust, 2012; [2]Biertümpfel et al., 2012; [3]CARMEN, 2015; [4]Deutsche Bundesbank, 2016; [5]Destatis, 2016; [6]die-forstpflanze.de, 2015; [7]energieholz-anbau.de, 2015; [8]energiepflanzen.com, 2015; [9]KTBL, 2015; LEL, [10]2014a; [11]2014b; [12]2015b; [13]2016; [14]Nahm et al., 2011; [15]Petig, 2015; [16]redel-miscanthus.de, 2015; [17]Seidl, 2013; [18]sieverdingbeck-agrar.de, 2015; [19]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Anhang 3

Betrachtungsebene der Risikoanalyse und Vorgehen bei der Datenauswahl:

Um die Risikoanalyse realistisch darzustellen, erfolgen die nachfolgenden Berechnungen auf einzelbetrieblicher Ebene. Ziel ist es, aufzuzeigen, wie die zu erwartenden Ergebnisse auf einzelbetrieblicher Ebene aussehen könnten und wie auf dieser Ebene die Wahrscheinlichkeiten für positive Ergebnisse der mehrjährigen Anbauverfahren ausfallen würden. Die Darstellung des einzugehenden Risikos auf einzelbetrieblicher Ebene kommt zudem der Realität näher, als die Untersuchung des Risikos auf einer durchschnittlichen Ebene vieler Betriebe.

Um eine Untersuchung auf einzelbetrieblicher Ebene durchführen zu können, werden idealerweise von dem jeweils zu untersuchenden Betrieb betriebsspezifische Daten über die Kosten und Erlöse benötigt, aber vor allem über die individuellen Erträge über einen langen Zeitraum. Hierfür ist die Datengrundlage für die mehrjährigen Kulturen generell gering und auf einer einzelbetrieblichen Ebene nicht vorhanden. Für die hier durchgeführte Analyse werden zu den Kosten aller Verfahren allgemeine Annahmen getroffen. Bezüglich der Ertragsdaten der mehrjährigen Kulturen wird auf verschiedene versuchsfeldbezogene Daten zurückgegriffen. Für die Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen werden Daten von Petig (2015) verwendet, welche auf Betriebsebene in den VGG vorhanden sind. Daraus folgt, dass auf VGG-Ebene jeweils ein repräsentativer Musterbetrieb für jede VGG untersucht werden kann.

Da KUP und Miscanthus Anbaualternativen auf Ackerflächen darstellen, ist es für diese Analyse wichtig, die Opportunitätskosten ebenfalls auf einzelbetrieblicher Ebene so realistisch wie möglich zu berücksichtigen. Hierzu werden je VGG Fruchtfolgen mit 21 Fruchtfolgegliedern angenommen, welche der Standzeit der KUP von 21 Jahren entsprechen. Aus den jährlichen Deckungsbeiträgen wird ein Mittelwert für diesen Zeitraum berechnet, welcher dann mit der Annuität verglichen wird. Die hierfür unterstellten Fruchtfolgeglieder orientieren sich an den in der jeweiligen VGG am häufigsten vorzufindenden Ackerkulturen, wie in Kapitel 3 Abschnitt 3.5 erklärt und der Tabelle 25 bis Tabelle 27 im Anhang 1 zu entnehmen ist.

Datenauswahl und Verteilungsbestimmung der Erträge und Preise:

Allgemein werden für diese Analyse die gleichen Daten verwendet, wie in den Rentabilitätsberechungen in Kapitel 3.7. Die hier als unverändert angenommenen Parameter der Produktionsverfahren und die dazugehörigen Kosten, wurden bereits in Tabelle 35 bis Tabelle 39 in Anhang 2 dargestellt. Für alle Kosten- und Leistungsparameter wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, deren Ergebnisse in Kapitel 3 Abschnitt 3.7 dargestellt sind. Im Vergleich zu den Hackschnitzelpreisen und Erträgen, sind die in der Tabelle 35 bis Tabelle 39 aufgeführten Kostenpositionen diejenigen Variablen, die die Rentabilität am wenigsten beeinflussen. Damit wird jedoch nicht ausgeschlossen, dass auch diese Parameter in ihrer Höhe unsicher sein können.

Analog zum Vorgehen in Kapitel 3 Abschnitt 3.7, in welchem auch die Opportunitätskosten des Faktors Boden untersucht wurden, werden in der Risikoanalyse ebenfalls die Opportunitätskosten miteinbezogen. Als Berechnungsgrundlage der Opportunitätskosten für die Mon-

te-Carlo-Simulation werden die Daten aus den Berechnungen der Opportunitätskosten aus Kapitel 3 Abschnitt 3.5 bzw. 3.7 dieser Arbeit verwendet. Wie bei den mehrjährigen Kulturen, werden auch bei der Berechnung der Opportunitätskosten alle Kosten- und Leistungsfaktoren der gewöhnlichen angebauten Ackerkulturen konstant gehalten, bis auf die Preise und Erträge. Diese werden variiert. Die konstant gehaltenen Kostenfaktoren sind im Anhang 1 in der Tabelle 23 und Tabelle 24 wiederzufinden.

Die Parameter Erträge und Preise sind somit diejenigen Variablen, die in dieser Risikountersuchung variiert werden. Da über die Verteilungen dieser Variablen keine Informationen vorhanden sind, wurde für einen ersten Überblick die Microsoft Excel Zusatzfunktion Crystal Ball verwendet, welche eine Ermittlung von Verteilungen für Datensätze durchführen kann. Mit einem Werkzeug dieser Zusatzfunktion ist es möglich, einen bereits vorhandenen historischen Datensatz an eine am besten passende Wahrscheinlichkeitsverteilung aus einer in der Zusatzfunktion enthaltenen Anzahl vordefinierter Verteilungen, anzugleichen (Oracle, 2013). Bei Datenreihen, die weniger als 15 Datenpunkte besitzen, wurde die Verteilungsanpassung mit der Microsoft Excel Zusatzfunktion @Risk durchgeführt, da diese Zusatzfunktion in der Lage ist, Verteilungsanpassungen an Datensätze ab einer Stichprobengröße von sechs vorzunehmen (Palisade, 2015). Die Zusatzfunktionen berechnen, neben der Angabe der am besten passenden Wahrscheinlichkeitsverteilung, alle für eine weitere Analyse notwendigen mit der Verteilung in Verbindung stehenden Parameter. Außerdem wird eine Übersicht erzeugt, der die Anpassungsstatistiken für die am besten passende Verteilung zu entnehmen sind. Dabei arbeitet die Zusatzfunktion Crystal Ball mit den Anpassungstests „Anderson-Darling“, „Kolmogorov-Smirnov“ und „Chi-Quadrat“. Je nachdem, welcher Anpassungstest gewählt wird, erfolgt, basierend auf diesem Test, die Auflistung der am besten passenden Wahrscheinlichkeitsverteilung bis hin zur am wenigsten passenden Verteilung (Oracle, 2013). In dieser Analyse wurde für die Variablen die Anpassungsrangfolge nach dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest gewählt. Im Allgemeinen dient der Vorgang der Verteilungsanpassung dazu, einen ersten Eindruck über die möglichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Datensätze zu erhalten.

Das Ergebnis dieser ersten Analyse zeigt jedoch, dass eine Anpassung von zufällig am besten angepassten Wahrscheinlichkeitsverteilungen erfolgt. Dadurch kommt es zu am besten passenden Verteilungen, die aufgrund einfacher theoretischer Überlegungen in der Realität so jedoch nicht anzunehmen sind, wie beispielsweise eine Gleichverteilung bei Preisen für Körnermais. Aufgrund dessen werden die mit den Microsoft Excel Zusatzfunktionen erhaltenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen nicht ohne weitere Überlegungen für die Risikoanalyse übernommen. Dennoch ist zu beobachten, dass für eine Vielzahl von Datenreihen die Normalverteilung als am besten passende Wahrscheinlichkeitsverteilung ermittelt wurde. Die Annahme der Normalverteilung als am besten angepasste Verteilung soll durch den „zentralen Grenzwertsatz“ bestärkt werden. Die Dichte einer Summe vieler unabhängiger Zufallsvariablen ähnelt der einer Normalverteilung. Unter generellen Bedingungen beinhaltet der zentrale Grenzwertsatz, dass Summen von unabhängigen Zufallsvariablen gegen Normalverteilungen konvergieren (Bosch, 1996). Es erfolgt eine additive Überlagerung von zufälligen Einflüssen über eine feste oder systematisch strukturierte Größe, wodurch eine Zufallsvariable

mit angenäherter Normalverteilung gebildet wird (Precht, 1987). Aufgrund der vorhergehenden Argumentation werden als mögliche passende Verteilungen ausschließlich die Normalverteilung und die Lognormalverteilung für alle hier untersuchten Datenreihen angenommen.

Wird eine Normalverteilung der Zufallsgrößen angenommen, wird implizit nicht ausgeschlossen, dass auch negative Realisationen eintreten können (Precht, 1987). Im Fall der hier verwendeten Preis- und Ertragsdaten sind negative Werte in der Realität jedoch nicht möglich. Aufgrund dessen wird die von Precht (1987) aufgezeigte Regel eingeführt, bei der Zufallsgrößen annähernd als normalverteilt beschrieben werden können, wenn die Standardabweichung zum Mittelwert im Verhältnis 1:3 steht, da in diesem Fall die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von negativen Werten unwesentlich klein (etwa 0,0014) ist. Liegt der Fall vor, dass die Dichte der Verteilung von Zufallsvariablen nicht mehr gleichförmig durch eine Normalverteilung beschrieben werden kann, sondern eine schiefe Ausprägung aufzeigt, so zeigen die logarithmustransformierten Zufallsgrößen eine Normalverteilung (Precht, 1987).

Bei der Verwendung der Microsoft Excel Zusatzfunktion Crystal Ball für die Monte-Carlo-Simulation werden bei der Angabe der Normal- oder Lognormalverteilungen von Zufallsgrößen jeweils der Mittelwert (M) und die Standardabweichung (SD) zur Beschreibung der Verteilung benötigt. Bei der Lognormalverteilung wird zudem das Maß der Lage (L) aufgezeigt, bei welchem Wert sich der Schwerpunkt der Dichteverteilung der Zufallsgrößen befindet (Oracle, 2013).

<u>Annahmen zu den Parametern der Anbauverfahren KUP und Miscanthus:</u>
<u>Daten der Hackschnitzelpreise:</u>
Im Vergleich zu Kapitel 3 Abschnitt 3.6, werden für die Monte-Carlo-Simulation die Waldhackschnitzelpreise für Gesamtdeutschland bei einem Wassergehalt von 35 % bei Anlieferung verwendet, da hier eine längere Datenreihe vorliegt (CARMEN, 2015). Für die Hackschnitzelpreise, bei denen es sich um Mittelwerte der Jahre 2003 bis 2014 handelt, wird eine Normalverteilung angenommen. Die Untersuchung der Hackschnitzelpreise mit Hilfe einer Regressionsanalyse bestätigt einen linear ansteigenden Trend mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,95. Da sich die Preise aktuell auf einem relativ hohen Niveau befinden, ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend in Zukunft nicht mehr in diesem Maße fortsetzen wird. Auch ist nicht davon auszugehen, dass sich die Preise in naher Zukunft auf das niedrige Niveau der Jahre 2003 bis 2009 zurückbegeben werden. Aufgrund dessen erfolgt die Berechnung des Mittelwertes auf Basis der letzten fünf Messwerte der Datenreihe (Preismittelwerte von 2010 bis 2014), sodass ein höherer Mittelwert erhalten wird. Als Standardabweichung wird der Standardfehler (5,81 €/t TM, auch Standardabweichung der Schätzfunktion) für die gesamten geschätzten Preise der zuvor berechneten Regressionsgerade (von 2003 bis 2014) verwendet. Tabelle 47 beinhaltet die Mittelwerte sowie die Standardabweichungen der Trendschätzfunktionen für Hackschnitzelpreise für KUP (Pappel) und Miscanthus.

Tabelle 47. Hackschnitzelpreise für KUP (Pappel) und Miscanthus für die Risikoanalyse

Hackschnitzelpreis für…	Einheit	Mittelwert von 2010 – 2014 (n = 5)	Standardabweichung der Schätzfunktion von 2003 – 2014 (n = 12)	Verteilung
KUP (Pappel) (Heizwert von 3,10 kWh/kg)	€/t TM	120,14	5,81	Normal
Miscanthus (Heizwert von 3,79 kWh/kg)	€/t TM	146,88	7,10	Normal

Abkürzungen: kg = Kilogramm, KUP = Kurzumtriebsplantage, kWh = Kilowattstunden, n = Stichprobenumfang, t = Tonne, TM = Trockenmasse

Quellen: eigene Berechnungen nach CARMEN, 2015; Werte gerundet; Preise ohne Mehrwertsteuer

Daten der Erträge von KUP (Pappel) und Miscanthus:

Die Variabilität der Erträge der mehrjährigen Kulturen spielt bei der Untersuchung des Risikos dieser Anbauverfahren eine wichtige Rolle. Auch für die Erträge von KUP (Pappel) und Miscanthus werden die bereits in der Rentabilitätsberechnungen verwendet Ertragsdaten genutzt. Für die Untersuchung auf Einzelbetriebsebene werden für die Monte-Carlo-Simulation je Region und je mehrjähriger Kultur jeweils die zwei Ertragsdatengrundlagen gewählt, für die in Kapitel 3 Abschnitt 3.7 jeweils die schlechteste und die beste Annuität berechnet wurde. Dies hat zum Ziel, für jeden Musterbetrieb einer VGG und jede mehrjährige Kultur je zwei verschiedene Annuitäten als Erwartungswerte zu erhalten.

Da es für die hier untersuchten mehrjährigen Kulturen allgemein kaum Ertragsdaten und langjährige Ertragsreihen sowie eine Auskunft über deren Verteilungen gibt, wurden für diese Ertragsdaten die mit den Microsoft Excel Zusatzfunktionen @Risk und Crystal Ball ermittelten, am besten angepassten Verteilungen verwendet. Für die Monte-Carlo-Simulation wurden für KUP die folgenden in Tabelle 48 enthaltenen Verteilungen der Ertragsdaten sowie die dazugehörigen Parameter verwendet.

Tabelle 48. Erträge von KUP für die Risikoanalyse (je niedrige und hohe Ertragsniveaus, bei einer Ernte in dreijähriger Rotation)

Bsp.-nr.	Zugeordnet zu VGG	Ertragsniveau	Erträge der Pappel der …	Einheit	n	Parameter	Verteilung
1	1	niedrig	1. Ernte[1]	t TM/ha	8	17,98 (M), 5,53 (SD)	Normal
			2.- letzte Ernte[1]	t TM/ha	40	31,00 (M), 17,71 (SD), -0,10 (L)	Lognormal
2	1	hoch	1. Ernte[2]	t TM/ha	1	26,1 (M), 9,14 (SD)	Normal
			2. Ernte	t TM/ha	0	43,3 (M), 15,16 (SD)	Normal
			3.- letzte Ernte	t TM/ha	0	47,2 (M), 16,52 (SD)	Normal
3	2	niedrig	1. Ernte[3]	t TM/ha	3	14,40 (M), 5,04 (SD)	Normal
			2. Ernte	t TM/ha	0	23,90 (M), 8,37 (SD)	Normal
			3.- letzte Ernte	t TM/ha	0	26,05 (M), 9,12 (SD)	Normal
4	2	hoch	1. Ernte[1]	t TM/ha	6	20,28 (M), 3,87 (SD)	Normal
			2. Ernte[1]	t TM/ha	6	30,27 (M), 3,76 (SD)	Normal
			3.- letzte Ernte[1]	t TM/ha	18	38,81 (M), 8,99 (SD), 0 (L)	Lognormal
5	8	niedrig	1. Ernte[1]	t TM/ha	8	11,17 (M), 3,57 (SD)	Normal
			2. Ernte[1]	t TM/ha	8	19,49 (M), 7,24 (SD)	Normal
			3. – letzte Ernte[1]	t TM/ha	32	21,90 (M), 13,22 (SD), 2,49 (L)	Lognormal
6	8	hoch	1. Ernte[3]	t TM/ha	1	26,40 (M), 9,24 (SD)	Normal
			2. Ernte	t TM/ha	0	43,82 (M), 15,34 (SD)	Normal
			3. – letzte Ernte	t TM/ha	0	47,76 (M), 16,72 (SD)	Normal

Abkürzungen: Bsp.-nr. = Beispielnummer, ha = Hektar, L = Lage, M = Mittelwert, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung, t = Tonne, TM = Trockenmasse, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: [1]Biertümpfel et al., 2012; [3]Seidl, 2013, [2]Nahm et al., 2011; eigene Berechnungen, Werte gerundet – weitere Erläuterungen im Text

Bei KUP wird für die Beispiele 1, 4 und 5 in Tabelle 48 mit den Microsoft Excel Zusatzfunktionen Crystal Ball und @Risk geschaut, ob die Normal- oder die Lognormalverteilung die Daten besser beschreibt. Bei diesen Beispielen standen ausreichend Datenpunkte je Ernte für eine Bestimmung der Verteilung zur Verfügung. Bei KUP-Erträgen (Beispiel 2, 3 und 6), bei denen es zu wenig Messwerte für eine Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen gibt, wird der jeweils einmalig beobachtete Wert als Mittelwert angenommen und eine Standardabweichung von 35 % des Mittelwertes und Normalverteilungen angenommen. Diese 35 % ergeben sich als ungefähre durchschnittliche Standardabweichung derjenigen Ertragsdaten der KUP (Beispiel 1, 4 und 5), bei welchen eine Standardabweichung berechnet werden konnte (Biertümpfel et al., 2012). Für die zweite und dritte bis letzte Ernte der Beispiele 2, 3 und 6 werden die in Anhang 2 Tabelle 31 mit den Mehrertragsfaktoren für die zweite und dritte bis letzte Ernte berechneten folgenden Erträge verwendet. Diese Werte werden ebenfalls als Mittelwerte angenommen und daraus Standardabweichungen in Höhe von 35 % des Mittelwertes abgeleitet und Normalverteilungen angenommen.

Für die Monte-Carlo-Simulation wurden für Miscanthus die folgenden in Tabelle 49 enthaltenen Verteilungen der Ertragsdaten sowie die dazugehörigen Parameter verwendet.

Tabelle 49. Erträge von Miscanthus für die Risikoanalyse (je niedrige und hohe Ertragsniveaus, bei einer jährlichen Ernte)

Bsp.-nr.	Zugeordnet zu VGG	Ertragsniveau	Erträge von Miscanthus der …	Einheit	n	Parameter	Verteilung
1	1	niedrig	1. Ernte[2]	t TM/ha	1	7,10 (M), 1,07 (SD)	Normal
			2. – letzte Ernte[2]	t TM/ha	13	16,02 (M), 4,78 (SD)	Normal
2	1	hoch	1. Ernte[4]	t TM/ha	1	3,95 (M), 0,79 (SD)	Normal
			2. – letzte Ernte[3]	t TM/ha	2	20,20 (M),4,04 (SD)	Normal
3	2	niedrig	1. Ernte[4,5]	t TM/ha	1	8,00 (M), 1,60 (SD)	Normal
			2. Ernte[4,5]	t TM/ha	1	9,50 (M), 1,90 (SD)	Normal
			3. – letzte Ernte[4,5]	t TM/ha	1	14,40 (M), 2,88 (SD)	Normal
4	2	hoch	1. Ernte[4,5]	t TM/ha	1	6,30 (M), 1,26 (SD)	Normal
			2. Ernte[4,5]	t TM/ha	1	13,00 (M), 2,60 (SD)	Normal
			3. – letzte Ernte[4,5]	t TM/ha	1	22,80 (M), 4,56 (SD)	Normal
5	8	niedrig	1. Ernte[4,5]	t TM/ha	1	3,44 (M), 0,69 (SD)	Normal
			2. Ernte[4,5]	t TM/ha	1	5,80 (M), 1,16 (SD)	Normal
			3. – letzte Ernte[4,5]	t TM/ha	1	9,47 (M), 1,89 (SD)	Normal
6	8	hoch	1. Ernte[1]	t TM/ha	1	9,01 (M), 1,80 (SD)	Normal
			2. – letzte Ernte[1]	t TM/ha	13	22,87 (M), 2,80 (SD)	Normal

Abkürzungen: Bsp.-nr. Beispielnummer, ha = Hektar, M = Mittelwert, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung, t = Tonne, TM = Trockenmasse, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quellen: [1]Biertümpfel et al., 2012; [2]Gauder et al., 2012; [3]Schwarz et al., 1995; [4]Seidl, 2013; [5]Seidl et al., 2015; eigene Berechnungen, Werte gerundet – weitere Erläuterungen im Text

Bei den Miscanthuserträgen in Beispiel 1 wird für die erste Ernte eine Normalverteilung angenommen, da zu wenige Datenpunkte für eine Verteilungsanpassung vorliegen. Allerdings sind die Ertragsmittelwerte und Standardabweichungen vorhanden (Gauder et al., 2012). Diese werden übernommen. Für die zweite bis letzte Ernte werden aus den Mittelwerten und Standardabweichungen je Erntejahr nun Gesamtmittelwerte und -standardabweichungen berechnet. Der Ertrag des zweiten Erntejahrs wird nicht separat verwendet, da dieser zufällig höher ausgefallen ist, als der Mittelwert der Erträge der nachfolgenden Ernten. Bei den Ertragsdaten der zweiten bis letzten Ernte wurde mit Hilfe der Zusatzfunktion @Risk geschaut, ob die Normal- oder Lognormalverteilung die Daten besser beschreibt.

Für Miscanthuserträge (Beispiel 2, 3, 4 und 5), für die es zu wenig Messwerte für eine Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen gibt und bei welchen auch anderweitig keine Informationen über die Variabilität der Ertragsdaten bestehen, wird eine Standardabweichung von 20 % des Mittelwertes angenommen. Diese 20 % ergeben sich als gerundete durchschnittliche Standardabweichung derjenigen Ertragsdaten der Kultur Miscanthus (Beispiel 1 und 6), bei welchen eine Standardabweichung bereits mit angegeben war oder berechnet werden konnte (Biertümpfel et al., 2012; Gauder et al., 2012). Die jeweils einmalig beobachteten Ertragswerte der ersten bis dritten Ernte werden als Mittelwerte angenommen (Beispiel 2, 3, 4 und 5) und es werden Normalverteilungen unterstellt.

In Beispiel 6 gibt es für die erste Ernte einen Messwert, der als Mittelwert angenommen wird. Die Erträge der zweiten und folgenden Ernten werden gemittelt und als Mittelwert für die zweiten und folgenden Ernten angenommen. Auch hier war der beobachtete Ertrag der zwei-

ten Ernte höher als der Mittelwert der darauf folgenden Ernten. Für die Ernte im ersten Jahr wird eine Standardabweichung von 20 % des Mittelwertes angenommen, sowie eine Normalverteilung, da auch hier zu wenige Datenpunkte für eine Verteilungsanpassung vorhanden sind. Bei den Ertragsdaten der zweiten bis letzten Ernte dieses Beispiels werden die mit Hilfe der Zusatzfunktion @Risk erhaltenen Verteilungsannahmen und dazugehörigen Parameter verwendet.

Zu variierende Parameter für die Berücksichtigung der Opportunitätskosten:

Preise der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen:

Als Datengrundlage für die hier verwendeten Preise der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen dienen LEL (2015b und 2016). Es handelt sich um Durchschnittswerte der Preise der Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2012/13 für die Kulturen Brotweizen, Futtergerste, Raps und Körnermais (LEL, 2016). Da für diese Kulturen nur Mittelwerte aus den fünf betrachteten Wirtschaftsjahren vorhanden sind, werden für diese Preise Normalverteilungen unterstellt sowie Gesamtmittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Für Silomais gibt es keine längeren Preisnotierungen, sodass ein einmaliger Wert aus dem Jahr 2015 verwendet wird (LEL, 2015b). Daher wird für den Silomaispreis dieser Wert als Mittelwert angenommen und daraus eine Standardabweichung von 25 % des Mittelwertes berechnet. Diese angenommenen 25 % ergeben sich als ungefähre durchschnittliche Standardabweichung der anderen hier aufgezeigten Preisdaten der einjährigen Kulturen, bei welchen eine Standardabweichung berechnet werden konnte. Des Weiteren wird für den Silomaispreis eine Normalverteilung unterstellt. Der Tabelle 50 lassen sich die Verteilungen sowie Parameter der Preise der in dieser Arbeit untersuchten gewöhnlich angebauten Ackerkulturen entnehmen.

Tabelle 50. Preise der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Risikoanalyse

Preis für …	Einheit	n	Parameter	Verteilung
Brotweizen[2]	€/dt	5	16,84 (M), 4,57 (SD)	Normal
Futtergerste[2]	€/dt	5	15,26 (M), 4,29 (SD)	Normal
Raps[2]	€/dt	5	37,34 (M), 7,73 (SD)	Normal
Körnermais[2]	€/dt	5	16,92 (M), 4,21 (SD)	Normal
Silomais[1]	€/dt TM	1	8,00 (M), 2,00 (SD)	Normal

Abkürzungen: dt = Dezitonne, M = Mittelwert, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung, TM = Trockenmasse

Quellen: LEL, [1]2015b; [2]2016; eigene Berechnungen, Werte gerundet; Preise ohne Mehrwertsteuer

Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen:

Auch für die Ertragsdaten der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen wurde mit den Microsoft Excel Zusatzfunktionen @Risk und Crystal Ball geschaut, ob Normal- oder Lognormalverteilungen die Daten besser beschreiben. Bei den Erträgen der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen, außer Silomais, handelt es sich um Daten aus den Wirtschaftsjahren 2008/09 bis 2012/13, die auf Betriebsebene in den einzelnen VGG zur Verfügung stehen (Petig, 2015). Für die Berechnung der Mittelwerte der Erträge der jeweiligen Kulturen wird der gesamte Datensatz nach Petig (2015) verwendet. Da zuvor erklärt wurde, dass die Risikoanalyse auf einzelbetrieblicher Ebene erfolgt, wird dies bei der Berechnung der Variabilität wie folgt berücksichtigt: Für die Berechnung der Streuungsmaße der Erträge werden für die VGG 1, 2 und 8 aus dem vorhandenen Datensatz der Erträge aus den Wirtschaftsjahre 2008/09 bis

2012/13, zufällig fünf Betriebe ausgewählt und für diese fünf Betriebe werden die Ertragsvariabilitäten der Kulturen Winterweizen, Wintergerste, Winterraps und Körnermais berechnet. Somit können für die fünf Betriebe für jede der zuvor genannten Kulturen betriebsspezifische Standardabweichungen erhalten werden. Für jede Kultur und VGG wird dann ein Mittelwert der Standardabweichung aus diesen fünf einzelbetrieblichen Standardabweichungen berechnet. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um einerseits keine Rückschlüsse auf einzelbetriebliche Ergebnisse zuzulassen und andererseits die Variabilität der Erträge auf einzelbetrieblicher Ebene für die späteren Risikoanalysen besser abbilden zu können.

Für die Ertragsdaten von Silomais gibt es für jedes Jahr Mittelwerte der Erträge auf Landkreisebene. Um vergleichbare statistische Maßzahlen der Erträge auf VGG-Ebene zu erhalten, werden für die Ertragsdaten aller Landkreise die in der jeweiligen VGG liegen, ein Mittelwert berechnet. Dazu werden die Erträge der Jahre 2008 bis 2012 genutzt (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b). Aus den Mittelwerten der Erträge dieser Jahre je Landkreis wird ein Gesamtmittelwert berechnet. Damit auch bei dieser Kultur das Streuungsmaß ansatzweise vergleichbar zu den Streuungsmaßen der anderen gewöhnlich angebauten Kulturen auf einzelbetrieblicher Ebene ermittelt wird, werden für die Berechnung der Standardabweichung nur die Erträge aus einem Landkreis innerhalb der jeweiligen VGG verwendet.

Für alle hier beschriebenen Ertragsdaten werden Normalverteilungen angenommen. Tabelle 51 beinhaltet die Verteilungen und Parameter der Ertragsdaten der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die drei am besten geeigneten VGG.

Tabelle 51. Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Risikoanalyse

VGG	Variablen	Einheit	n für die Berechnung von M	Parameter	Verteilung
1	Ertrag Winterweizen[2]	dt/ha	798	73,40 (M), 8,01 (SD)	Normal
	Ertrag Wintergerste[2]	dt/ha	491	65,46 (M), 6,85 (SD)	Normal
	Ertrag Winterraps[2]	dt/ha	312	38,60 (M), 5,44 (SD)	Normal
	Ertrag Körnermais[2]	dt/ha	389	86,21 (M), 10,36 (SD)	Normal
	Ertrag Silomais[1,3]	dt TM/ha	65	157,74 (M), 8,03 (SD)	Normal
2	Ertrag Winterweizen[2]	dt/ha	198	68,04 (M), 8,83 (SD)	Normal
	Ertrag Wintergerste[2]	dt/ha	113	58,51 (M), 9,19 (SD)	Normal
	Ertrag Winterraps[2]	dt/ha	66	35,39 (M), 6,38 (SD)	Normal
	Ertrag Körnermais[2]	dt/ha	151	88,49 (M), 14,53 (SD)	Normal
	Ertrag Silomais[1,3]	dt TM/ha	76	150,99 (M), 6,79 (SD)	Normal
8	Ertrag Winterweizen[2]	dt/ha	790	67,31 (M), 12,40 (SD)	Normal
	Ertrag Wintergerste[2]	dt/ha	676	63,53 (M), 8,92 (SD)	Normal
	Ertrag Winterraps[2]	dt/ha	527	32,34 (M), 7,63 (SD)	Normal
	Ertrag Körnermais[2]	dt/ha	157	90,48 (M), 9,98 (SD)	Normal
	Ertrag Silomais[1,3]	dt TM/ha	42	152,02 (M), 8,55 (SD)	Normal

Abkürzungen: dt = Dezitonne, ha = Hektar, M = Mittelwert, n = Beobachtungen, SD = Standardabweichung, TM = Trockenmasse, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: [1]LEL, 2014b; [2]Petig, 2015; [3]Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b; eigene Berechnungen, Werte gerundet – weitere Erläuterungen im Text

Korrelationen zwischen den Parametern:

Korrelationen zwischen den Hackschnitzelpreisen und den Preisen der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen:

Der Preis von Hackschnitzel wird mit den Preisen von Weizen, Gerste, Raps und Körnermais auf lineare Zusammenhänge untersucht. Da für Silomais nur eine Preisnotierung für das Jahr

2015 vorhanden ist und auch anderweitig in der Literatur keine Informationen zu Korrelationen der Silomaispreise mit Preisen der anderen Kulturen gefunden wurden, wird für diese Kultur keine Korrelation ausgewiesen. Der Zeitraum, für welchen die Korrelationen der Preise der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen berücksichtigt werden, liegt zwischen den Jahren 1983 und 2012 (FAO, 2016a; 2016b), wobei sich die Preise auf Deutschland beziehen. Für den Preis von Hackschnitzel gibt es für Deutschland Notierungen seit 2003 von CARMEN (2015), sodass Korrelationen mit den Preisen der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen von 2003 bis 2012 berechnet werden können. Der Tabelle 52 sind die berechneten Korrelationen der Preise zu entnehmen:

Tabelle 52. Korrelationskoeffizienten der Preise von Hackschnitzeln und der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Jahre 2003 bis 2012 für Hackschnitzel bzw. 1983 bis 2012

	Hackschnitzel	Weizen	Gerste	Raps	Körnermais
Hackschnitzel	1				
Weizen	0,74*	1			
Gerste	0,70*	0,99***	1		
Raps	0,81**	0,90***	0,89***	1	
Körnermais	0,74*	0,96***	0,95***	0,88***	1

Signifikanzniveaus: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001
Quellen: eigene Berechnungen, Werte gerundet

Korrelationen zwischen den Erträgen der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen:

Die Korrelationen der Erträge von Silomais mit Erträgen der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen wurden für die Jahre 1999 bis 2012 berechnet, wobei es sich um Daten für das Bundesland Baden-Württemberg handelt (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b). Für die Berechnung der Korrelationen der übrigen gewöhnlich angebauten Ackerkulturen untereinander werden Datenreihen von der FAO (2016b) für Deutschland verwendet, die sich über einen Zeitraum von 1983 bis 2012 erstrecken. Der Tabelle 53 sind die Korrelationskoeffizienten der Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen zu entnehmen.

Tabelle 53. Korrelationskoeffizienten der Erträge der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Jahre 1983 bis 2012 bzw. 1999 bis 2012 für Silomais

	Weizen	Gerste	Raps	Körnermais	Silomais
Weizen	1				
Gerste	0,90***	1			
Raps	0,73***	0,85***	1		
Körnermais	0,78***	0,73***	0,66***	1	
Silomais	0,31	0,22	0,15	0,89***	1

Signifikanzniveau: ***p<0,001
Quellen: eigene Berechnungen, Werte gerundet

Korrelationen zwischen Preisen und Erträgen der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen:

Zuletzt sind mögliche Zusammenhänge zwischen den Erträgen und Preisen der gewöhnlich angebauten Kulturen zu untersuchen. Dafür wird für die Preise und Erträge von Weizen, Gerste, Raps und Körnermais wie zuvor der Zeitraum von 1983 bis 2012 für Deutschland gewählt (FAO, 2016a; 2016b). Für die Berechnung der Korrelationen der Silomaiserträge mit den Preisen der Kulturen Weizen, Gerste, Raps und Körnermais wird ein Zeitraum von 1999 bis 2012 gewählt, da für Ertragsdaten von Silomais für das Bundesland Baden-Württemberg nur auf diese Zeitspanne zurückgegriffen werden kann (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010b). Für Silomaiserträge und –preise kann kein Korrelationskoeffizient be-

rechnet werden, da keine Datenreihe der Preise vorhanden ist. Der Tabelle 54 sind die Korrelationskoeffizienten der Erträge und Preise der gewöhnlich angebauten Kulturen zu entnehmen.

Tabelle 54. Korrelationskoeffizienten der Erträge und Preise der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen für die Jahre 1983 bis 2012 bzw. 1999 bis 2012 für Silomais

	Erträge von Weizen	Erträge von Gerste	Erträge von Raps	Erträge von Körnermais	Erträge von Silomais
Preise von Weizen	-0,63***	-0,58***	-0,40*	-0,36*	0,43
Preise von Gerste	-0,66***	-0,62***	-0,43*	-0,42*	0,44
Preise von Raps	-0,53**	-0,41*	-0,22	-0,32	0,35
Preise von Körnermais	-0,64***	-0,58***	-0,43*	-0,45*	0,33

Signifikanzniveaus: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001
Quellen: eigene Berechnungen, Werte gerundet – weitere Erläuterungen im Text

Für Berechnungen von Korrelationen mit den Erträgen der mehrjährigen Kulturen ist die Datengrundlage zu gering. Zudem wird davon ausgegangen, dass der Preis für Hackschnitzel bisher nicht in einem direkten Zusammenhang mit den erzeugten Mengen und Erträgen von Hackschnitzeln steht. Für die Preise und Erträge von Hackschnitzeln werden daher keine Korrelationen angenommen. Auch zwischen den Erträgen der gewöhnlich angebauten Ackerkulturen und von Hackschnitzeln werden keine Korrelationen ausgewiesen.

Annahmen zu den alternativen Fruchtfolgen:

Für die VGG 1 (Unterland / Gäue) wird eine 21-gliedrige Fruchtfolge unterstellt, in der die Fruchtfolgeglieder Winterweizen elf Mal (etwa 50 %), Wintergerste drei Mal (etwa 15 %), Körnermais drei Mal (etwa 15 %), Winterraps zwei Mal (etwa 10 %) und Silomais zwei Mal (etwa 10 %) vorkommen. Für die VGG 2 (Rhein / Bodensee) wird eine Fruchtfolge mit 21 Gliedern angenommen, die die Kulturen Körnermais elf Mal (etwa 50 %), sechs Mal Winterweizen (etwa 30 %), zwei Mal Silomais (etwa 10 %) und jeweils einmal Winterraps und Wintergerste (jeweils etwa 5 %) beinhaltet. In der VGG 8 (Bauland / Hohenlohe) wird eine 21-gliedrige Fruchtfolge mit den Fruchtfolgegliedern Winterweizen zehn Mal (etwa 45 %), fünf Mal Wintergerste (etwa 25 %), vier Mal Winterraps (etwa 20 %) und jeweils einmal Körnermais und Silomais (jeweils etwa 5 %) unterstellt.

Die Mittelwerte der 21-gliedrigen Fruchtfolgen stellen die zu untersuchenden Zielgrößen der Opportunitätskosten für die jeweiligen VGG dar.

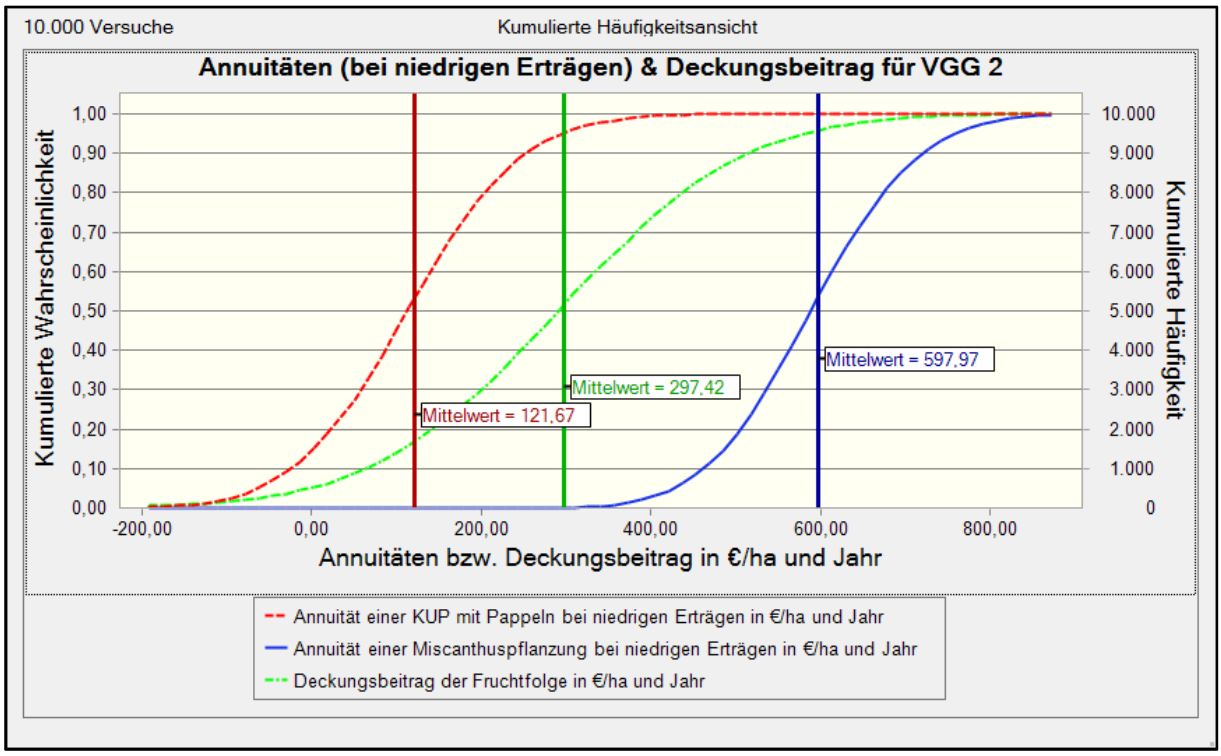
Anhang 4

Vergleich der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigem Ertragsniveau und der Deckungsbeiträge der Opportunitätskosten je VGG:

Tabelle 55. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	290,62	824,44	318,64
Standardabweichung	€/ha und Jahr	206,12	150,07	213,13
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	49,16	634,33	44,88
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	561,67	1016,66	585,94

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quelle: eigene Berechnungen

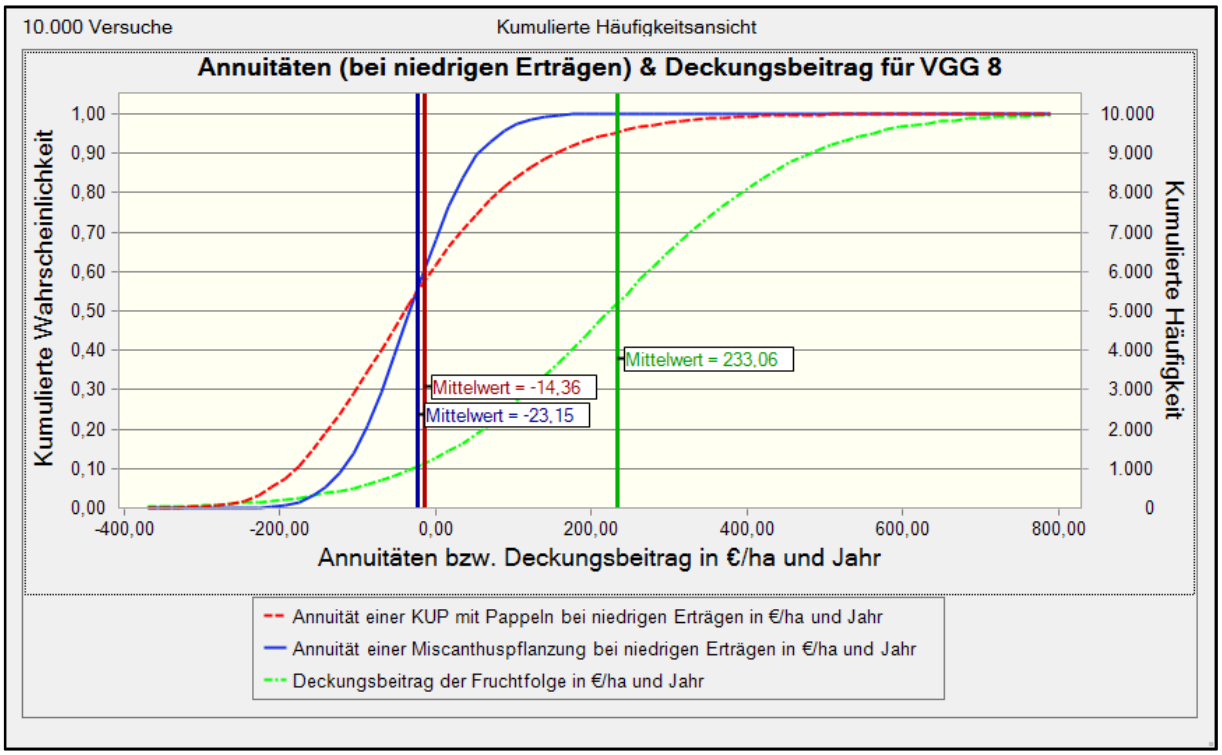


Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Abbildung 10. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 2
Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 47 bis 51 in den Anhängen 1 bis 3

Tabelle 56. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 2

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	121,67	597,97	297,42
Standardabweichung	€/ha und Jahr	108,44	100,78	177,49
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	-16,62	470,10	71,18
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	260,42	728,59	520,33

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quelle: eigene Berechnungen



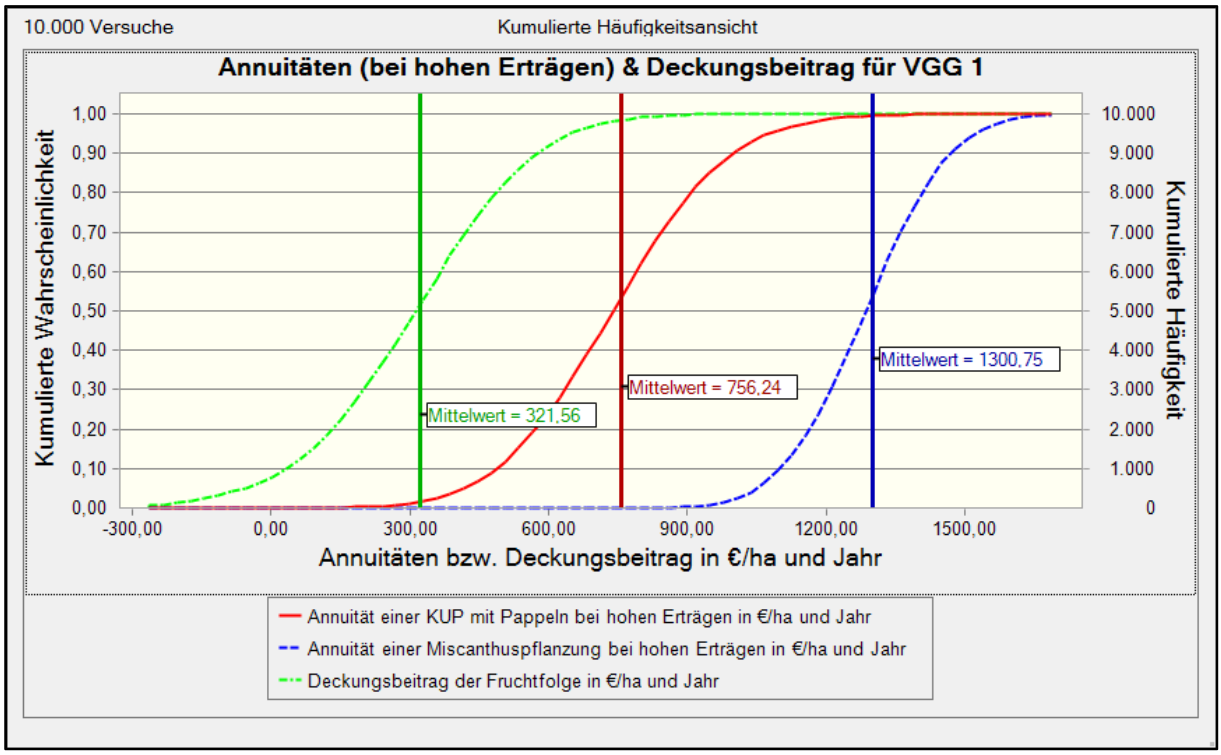
Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Abbildung 11. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 8
Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 47 bis 51 in den Anhängen 1 bis 3

Tabelle 57. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 8

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	-14,36	-23,15	233,06
Standardabweichung	€/ha und Jahr	133,96	68,16	201,72
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	-170,70	-109,86	-19,77
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	161,71	63,06	488,88

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quelle: eigene Berechnungen

<u>Vergleich der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und der Deckungsbeiträge der Opportunitätskosten je VGG:</u>



Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Abbildung 12. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1

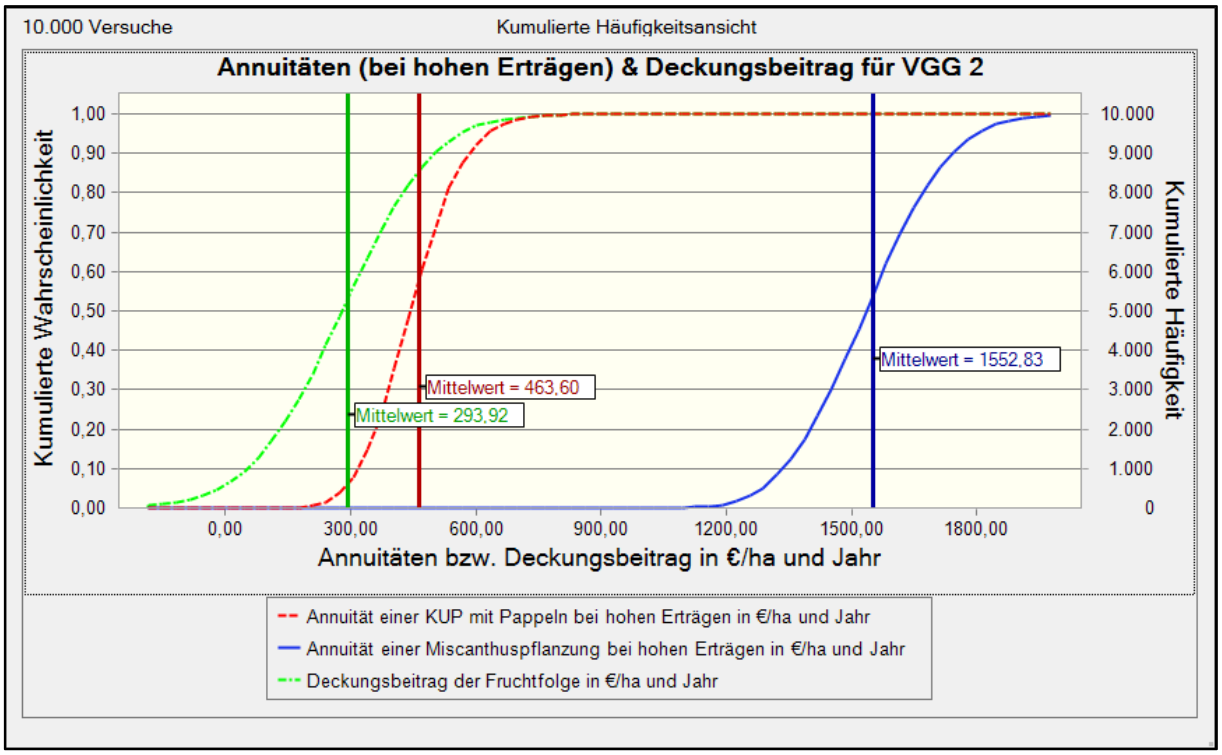
Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 47 bis 51 in den Anhängen 1 bis 3

Tabelle 58. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	756,24	1300,75	321,56
Standardabweichung	€/ha und Jahr	200,46	143,05	213,86
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	501,55	1115,50	49,66
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	1013,77	1483,99	587,73

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quelle: eigene Berechnungen



Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Abbildung 13. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 2

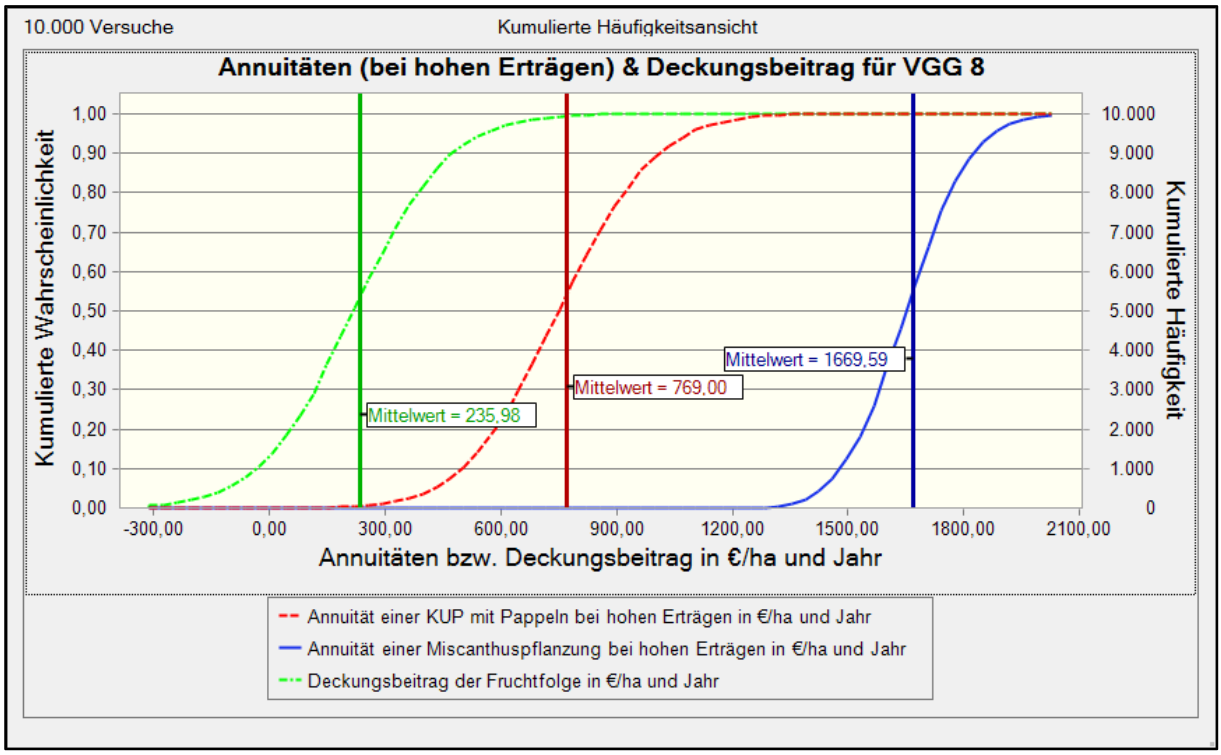
Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 47 bis 51 in den Anhängen 1 bis 3

Tabelle 59. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 2

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	463,60	1552,83	293,92
Standardabweichung	€/ha und Jahr	103,83	156,66	176,57
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	332,97	1353,04	67,89
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	600,76	1757,07	516,26

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quelle: eigene Berechnungen



Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Abbildung 14. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 8

Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 47 bis 51 in den Anhängen 1 bis 3

Tabelle 60. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei hohen Erträgen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 8

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	769,00	1669,59	235,98
Standardabweichung	€/ha und Jahr	199,89	133,69	201,92
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	515,79	1497,46	-16,54
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	1027,87	1938,85	489,15

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quelle: eigene Berechnungen

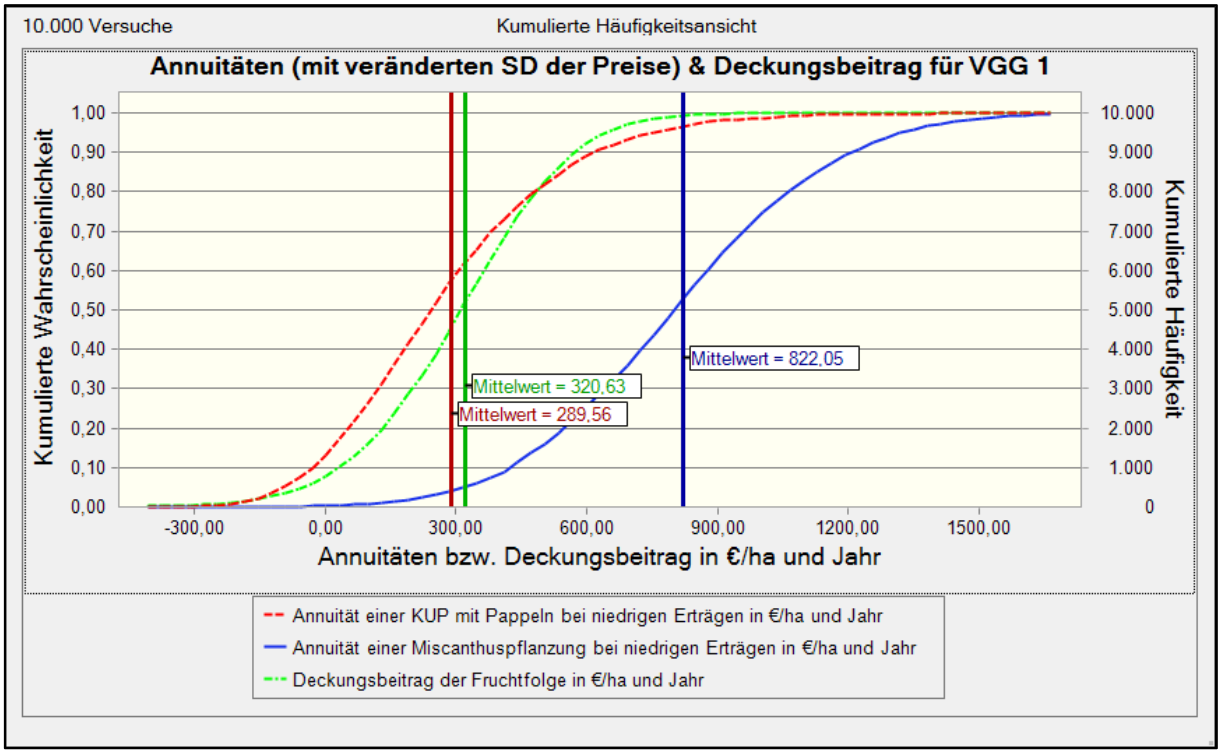
Sensitivitätsanalysen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen für die VGG 1 bei niedrigen Erträgen sowie des Deckungsbeitrags der Opportunitätskosten mit einer Vervierfachung der Standardabweichung der Hackschnitzelpreise:

Tabelle 61. Verteilungen, Mittelwerte und vervierfachte Standardabweichungen der Hackschnitzelpreise für die Kulturen KUP (Pappel) und Miscanthus

Hackschnitzelpreis für…	Einheit	Mittelwert von 2010 – 2014 (n = 5)	Vierfache Standardabweichung der Schätzfunktion von 2003 – 2014 (n = 12)	Verteilung
KUP (Pappel) (Heizwert von 3,10 kWh/kg)	€/t TM	120,14	23,24	Normal
Miscanthus (Heizwert von 3,79 kWh/kg)	€/t TM	146,88	28,40	Normal

Abkürzungen: kg = Kilogramm, kWh = Kilowattstunden, n = Stichprobenumfang, t = Tonne, TM = Trockenmasse
Quellen: eigene Berechnungen nach CARMEN, 2015; Werte gerundet

Alle weiteren Parameter werden konstant gehalten, d.h. die Simulation wird mit sonst gleichen Mittelwerten, Standardabweichungen und Verteilungsannahmen zu übrigen Preisen und Erträgen wie in Abbildung 3 durchgeführt.



Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, SD = Standardabweichung, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Abbildung 15. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 mit vervierfachten Standardabweichungen der angenommenen Preise für Hackschnitzel
Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 48 bis 51, 61 in den Anhängen 1 bis 4

Tabelle 62. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 mit vervierfachten Standardabweichungen der Hackschnitzelpreise

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	289,56	822,05	320,63
Standardabweichung	€/ha und Jahr	262,14	305,83	213,21
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	-13,35	439,97	44,26
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	633,04	1222,05	587,89

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe
Quelle: eigene Berechnungen

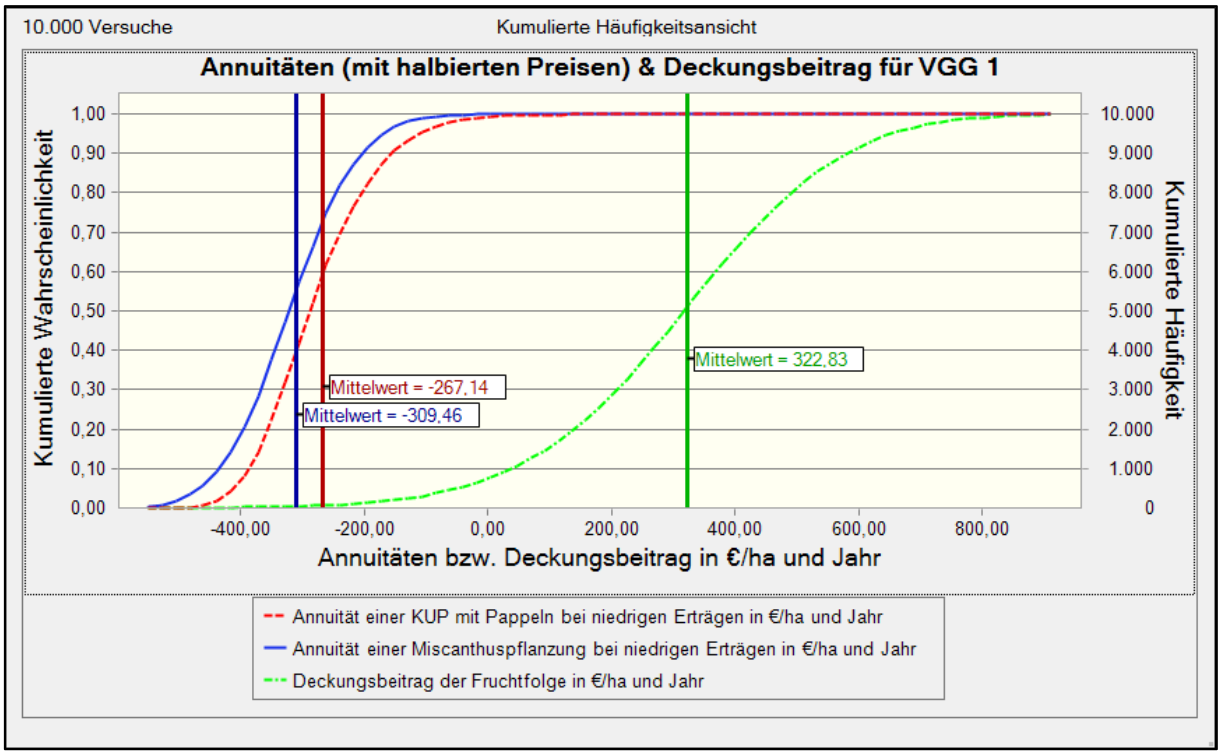
Sensitivitätsanalysen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen für die VGG 1 bei niedrigen Erträgen sowie des Deckungsbeitrags der Opportunitätskosten mit Veränderung der Hackschnitzelpreise:

Tabelle 63. Verteilungen, halbierte Mittelwerte und Standardabweichungen der Hackschnitzelpreise für die Kulturen KUP (Pappeln) und Miscanthus

Hackschnitzelpreis für…	Einheit	Halbierter Mittelwert von 2010 – 2014 (n = 5)	Standardabweichung der Schätzfunktion von 2003 – 2014 (n = 12)	Verteilung
KUP (Pappel) (Heizwert von 3,10 kWh/kg)	€/t TM	60,07	5,81	Normal
Miscanthus (Heizwert von 3,79 kWh/kg)	€/t TM	73,44	7,10	Normal

Abkürzungen: kg = Kilogramm, kWh = Kilowattstunden, n = Stichprobenumfang, t = Tonne, TM = Trockenmasse
Quellen: eigene Berechnungen nach CARMEN, 2015; Werte gerundet

Alle weiteren Parameter werden bei dieser Simulation ebenfalls konstant gehalten.



Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Abbildung 16. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 mit halbierten Mittelwerten der Preise für Hackschnitzel

Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 48 bis 51, 63 in den Anhängen 1 bis 4

Tabelle 64. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 mit halbierten Hackschnitzelpreisen

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappel)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	-267,14	-309,46	322,83
Standardabweichung	€/ha und Jahr	92,58	89,50	213,42
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	-375,43	-423,89	49,69
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	-145,75	-191,49	590,06

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quelle: eigene Berechnungen

Sensitivitätsanalysen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen für die VGG 1 bei niedrigen Erträgen sowie des Deckungsbeitrags der Opportunitätskosten mit Veränderung der angenommenen Erträge der mehrjährigen Kulturen:

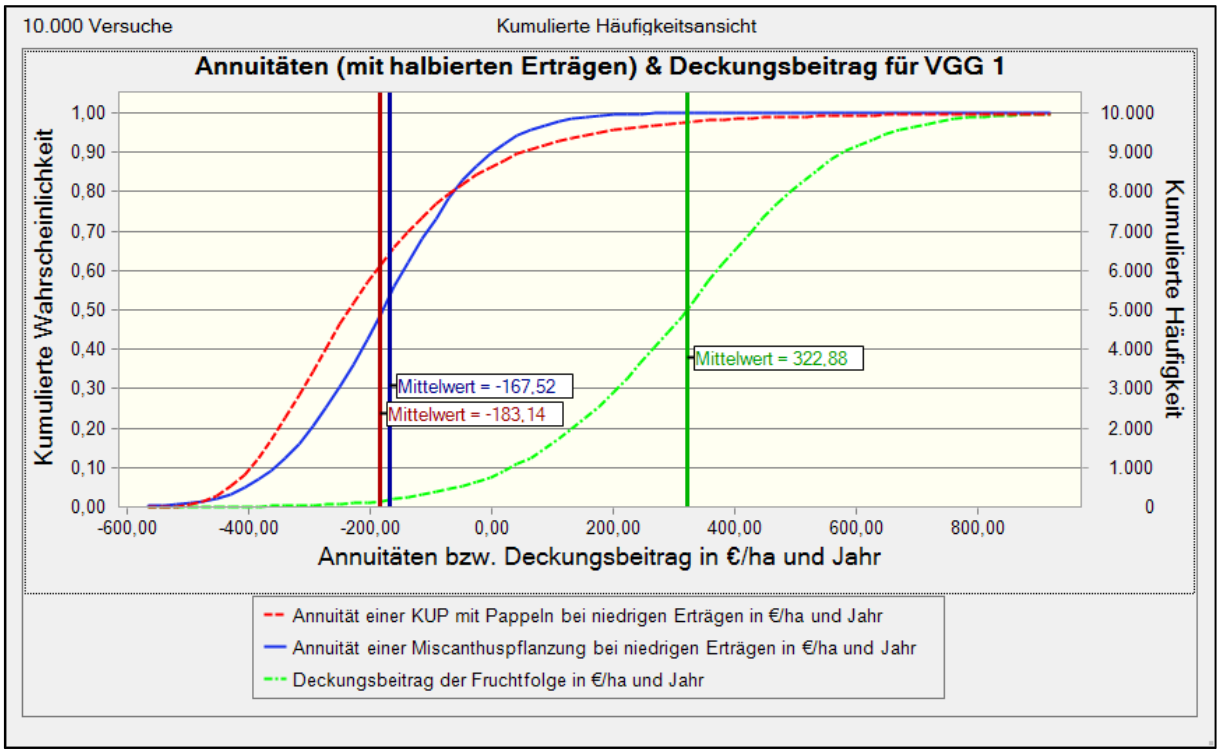
Tabelle 65. Verteilungen, halbierte Mittelwerte und weitere Parameter der Erträge der mehrjährigen Kulturen bei einem niedrigen angenommenen Ertragsniveau für die VGG 1

Kultur	Erträge der …	Einheit	n	Veränderte Parameter	Verteilung
Pappel	1. Ernte[1]	t TM/ha	8	8,99 (M), 5,53 (SD)	Normal
	2. – letzte Ernte[1]	t TM/ha	40	15,50 (M), 17,71 (SD), -0,10 (L)	Lognormal
Miscanthus	1. Ernte[2]	t TM/ha	1	3,55 (M), 1,07 (SD)	Normal
	2. – letzte Ernte[2]	t TM/ha	13	8,01 (M), 4,78 (SD)	Normal

Abkürzungen: ha = Hektar, L = Lage, M = Mittelwert, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung, t = Tonne, TM = Trockenmasse, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quellen: [1]Biertümpfel et al., 2012; [2]Gauder et al., 2012; eigene Berechnungen, Werte gerundet

Alle weiteren Parameter werden bei dieser Simulation ebenfalls konstant gehalten.



Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Abbildung 17. Kumulierte Verteilungen der Annuitäten der mehrjährigen Kulturen bei niedrigen Erträgen und des Deckungsbeitrags einer alternativen Fruchtfolge für die VGG 1 mit halbierten Mittelwerten der Erträge der mehrjährigen Kulturen

Quelle: eigene Ergebnisse – Annahmen siehe Tabellen 23, 24, 35 bis 39, 48 bis 51, 65 in den Anhängen 1 bis 4

Tabelle 66. Simulationsergebnisse zu den Annuitäten der mehrjährigen Kulturen und dem Deckungsbeitrag der Opportunitätskosten in der VGG 1 mit halbierten Erträgen der mehrjährigen Kulturen

Statistische Maßzahlen	Einheit	Annuität KUP (Pappeln)	Annuität Miscanthus	Deckungsbeitrag Fruchtfolge
Erwarteter Mittelwert	€/ha und Jahr	-183,14	-167,52	322,88
Standardabweichung	€/ha und Jahr	201,17	139,80	216,77
10 % Perzentil	€/ha und Jahr	-385,05	-346,02	42,46
90 % Perzentil	€/ha und Jahr	62,42	11,64	589,09

Abkürzungen: ha = Hektar, VGG = Vergleichsgebietsgruppe

Quelle: eigene Berechnungen

Anhang 5

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Universität Hohenheim (410A) | 70593 Stuttgart

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
Fachgebiet Produktionstheorie und
Ressourcenökonomik im Agrarbereich (410A)

Prof. Dr. Christian Lippert
Stellvertretender Fachgebietsleiter
christian.lippert@uni-hohenheim.de

Caroline Janas
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
carolinejanas@online.de

Stuttgart, den 12. April 2016

Befragung baden-württembergischer Landwirte

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Entwicklung hin zu einer stärker biobasierten Wirtschaft spielt derzeit auch in Baden-Württemberg eine bedeutende Rolle. Eines der Ziele ist es, durch den Einsatz holzartiger Biomasse als Ausgangsstoff für biobasierte Produkte (z.B. Bioplastik) einen großen Teil des bisher hierfür verwendeten Erdöls einzusparen. Deshalb wird vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg das Forschungsprogramm Bioökonomie Baden-Württemberg gefördert (http://www.bioeconomy-research-bw.de/home). Der Forschungsverbund „Lignocellulose" beschäftigt sich dabei speziell mit der Nutzung holzartiger Biomasse (z.B. schnellwachsende Gehölze oder Miscanthus) vom Acker bis zum Produkt. Das Projekt wird auch vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) unterstützt. Es wird von allen Beteiligten als sehr wichtig erachtet, dass Ihre Meinung als Bewirtschafter der Flächen in die Diskussion mit einbezogen wird.

In unserem Institut stehen die Interessen und die Einstellung der Landwirtschaft zum Anbau mehrjähriger holzbiomasseliefernder Kulturen im Mittelpunkt. Bisher liegen nur sehr unzureichende Informationen zur Einstellung der Landwirte in Baden-Württemberg zu solchen Anbauverfahren vor. Um diese Wissenslücke zu schließen, wird nun von uns eine Befragung landwirtschaftlicher Betriebe durchgeführt. Hierbei bitten wir Sie um Ihre Mithilfe. Durch Ihr Wissen und Ihre Erfahrung kann eine gute Datengrundlage geschaffen werden, die die Möglichkeiten und Probleme der Landwirtschaft in diesem Zusammenhang verdeutlicht.

Die Befragung wird in Form von Gruppentreffen (Workshops) in einer öffentlichen Einrichtung in der Nähe Ihres Betriebes organisiert und wird etwa 2 Stunden dauern. Ein gemeinsames Treffen ist uns wichtig, um Ihnen die notwendigen Informationen übermitteln und Gelegenheit für Rückfragen geben zu können. Voraussichtlich soll der **Termin abends im September** stattfinden.

UNIVERSITÄT HOHENHEIM
Schwerzstraße 44
70599 Stuttgart
www.uni-hohenheim.de/i410a

BADEN-WÜRTTEMBERGISCHE BANK
IBAN DE20 6005 0101 0002 5601 08 BIC-Code SOLADEST600
UST-ID DE 147 794 207

ANFAHRT
Stadtbahn
U3, Plieningen (Universität Hohenheim)
Bus
65, 70, 73,74, 75, 76, 79

Jeder Teilnehmer an der Befragung erhält eine Entschädigung in Höhe von 50 €. Zudem wird eine Lotterie durchgeführt bei der von einem der Teilnehmer, der zufällig ausgelost wird, bis zu 385 € gewonnen werden können. Um die Anonymität Ihrer Kontaktdaten zu gewährleisten wurde dieses Schreiben vom MLR verschickt, so dass den Mitarbeitern des Projekts keine Adressdaten bekannt sind. Die Auswertungen werden so vorgenommen, dass in keinem Fall auf konkrete Einzelbetriebe rückgeschlossen werden kann.

Wenn Sie an einem unserer Workshops teilnehmen möchten, wären wir Ihnen dankbar, wenn Sie die beiliegende unverbindliche Teilnahmeerklärung möglichst **bis zum 15. Mai 2016** an uns zurücksenden. Es ist wichtig, dass Sie Ihre vollständige Postanschrift angeben, damit Sie von uns dann direkt weitere Informationen zum genauen Ort und Zeitpunkt für die Befragung erhalten können. Das Porto übernehmen wir.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie unsere Arbeit unterstützen. Für Fragen oder Anmerkungen steht Ihnen Frau Janas von der Universität Hohenheim jederzeit gerne zur Verfügung (Tel.: 0711 459 22552, email: carolinejanas@online.de).

Für Ihre Unterstützung danken wir Ihnen bereits im Voraus.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Christian Lippert

Caroline Janas

Anlage: Teilnahmeerklärung

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Universität Hohenheim (410A) | 70593 Stuttgart

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
Fachgebiet Produktionstheorie und
Ressourcenökonomik im Agrarbereich (410A)

Prof. Dr. Christian Lippert
Stellvertretender Fachgebietsleiter
christian.lippert@uni-hohenheim.de

Caroline Gillich
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
carolinegillich@web.de

Stuttgart, den 12. August 2016

Einladung zum Workshop zu Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus

Sehr geehrter Herr xxx,

vielen Dank, dass Sie sich unverbindlich bereit erklärt haben, an einem unserer Gruppentreffen (Workshops) mit Befragung zum Thema „Anbau von mehrjährigen holzbiomasseliefernden Kulturen auf Ackerflächen" teilzunehmen.

Hiermit senden wir Ihnen die Einladung zu einem der Workshops, welcher am Donnerstag, den **01. September 2016**, um **16 Uhr** an der **Universität Stuttgart-Hohenheim** stattfinden wird.

Das Gruppentreffen soll in etwa 2 Stunden dauern. Hierbei erhalten Sie eine Präsentation zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus. Anschließend werden Ihnen zum einen Fragen zu soziodemographischen und betrieblichen Merkmalen Ihrer Person und Ihres Betriebes gestellt sowie Fragen bezüglich Ihrer Einstellung zu mehrjährigen holzbiomasseliefernden Kulturen. Ein weiterer Teil stellt ein Discrete-Choice-Experiment dar, bei welchem Sie in 12 hypothetischen Situationen zwischen drei Anbauverfahren entscheiden sollen. Der letzte Teil ist eine Lotterie, in der Ihr Risikoverhalten erfasst werden kann. Dies alles erfolgt schriftlich.
Jeder Teilnehmer an der Befragung erhält eine Entschädigung in Höhe von 50 €. Zudem kann bei der durchgeführten Lotterie eine/r der Teilnehmer/innen, der/die zufällig ausgelost wird, bis zu 385 € gewonnen werden. Die Auswertungen werden so vorgenommen, dass in keinem Fall auf konkrete Einzelbetriebe rückgeschlossen werden kann.

In der Anlage finden Sie eine genaue Adresse und Anfahrtsskizze, die Ihnen den Weg zum Gruppentreffen zeigt.

Wir würden uns sehr freuen, Sie bei unserem Gruppentreffen begrüßen zu dürfen. Für Fragen oder Anmerkungen steht Ihnen Frau Gillich von der Universität Hohenheim jederzeit gerne zur Verfügung (Tel.: 0711 459 22552, email: carolinegillich@web.de).

1 | 2

UNIVERSITÄT HOHENHEIM
Schwerzstraße 44
70599 Stuttgart
www.uni-hohenheim.de/i410a

BADEN-WÜRTTEMBERGISCHE BANK
IBAN DE20 6005 0101 0002 5601 08 BIC-Code SOLADEST600
UST-ID DE 147 794 207

ANFAHRT
Stadtbahn
U3, Plieningen (Universität Hohenheim)
Bus
65, 70, 73,74, 75, 76, 7

Für Ihre Unterstützung danken wir Ihnen bereits im Voraus.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Christian Lippert

Caroline Gillich

Anlage: Anfahrtsbeschreibung

Anhang 6

Fragebogen mit Kodierung *kursiv gedruckt* und den Ergebnissen der Befragung in Anzahl der Antwortenden und in Prozent in Klammern dahinter bzw. in Tabellen dargestellt.

Teil 1: Fragen zur Einstellung zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Miscanthus

1. Wie bewerten Sie allgemein den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen?

Negativ	Eher negativ	Neutral	Eher positiv	Positiv
-2	*-1*	*0*	*1*	*2*
0 (0,0 %)	7 (6,0 %)	25 (21,4 %)	59 (50,4 %)	26 (22,2 %)

n=117

2. Halten Sie den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf Ihrem Betrieb generell für sinnvoll?

Ja	Nein	Weiß nicht
1	*-1*	*0*
65 (55,6 %)	11 (9,4 %)	41 (35,0 %)

n=117

3. Waren Sie bereits vor dieser Veranstaltung über den KUP- und Miscanthusanbau informiert?

Ja	Nein	Teilweise
1	*0*	*1 → zu ja*
27 (23,3 %)	35 (30,2 %)	54 (46,5 %)

n=116

4. Betreiben Sie eine Kurzumtriebsplantage?

Ja	Nein
1	*0*
9 (7,7 %)	108 (92,3 %)

n=117

Bei Ja → weiter mit Frage 4.1 Bei Nein → weiter mit Frage 4.2

4.1. Wenn ja, wie groß ist Ihre Kurzumtriebsplantagenfläche?_____ha

Jetzt weiter mit Frage 5

Durchschnittliche Flächengröße der Kurzumtriebsplantagen

Kurzumtriebsplantage in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliche Flächengröße	9	4,67	2,80	6,26	0,20	20,00

Abkürzungen: ha = Hektar, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

4.2. Wenn nein, können Sie sich vorstellen in naher Zukunft Ackerflächen mit Kurzumtriebsplantagen zu bewirtschaften?

Ja	Nein	Weiß nicht
1	*-1*	*0*
64 (59,8 %)	27 (25,2 %)	16 (15,0 %)

n=107

Bei Ja / Weiß nicht → weiter mit Frage 4.2.1

Bei Nein → weiter mit Frage 5

4.2.1. Wenn ja/weiß nicht, auf wie viel Hektar Ihrer Ackerfläche würden Sie maximal diese Plantagen anlegen? _____ha

Durchschnittliche Flächengröße der potenziell angebauten Kurzumtriebsplantagen

Potenziell angebaute Kurzumtriebsplantagen in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliche Flächengröße	81	5,22	4,00	5,79	0,50	35,00

Abkürzungen: ha = Hektar, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Durchschnittlicher Anteil der potenziell mit Kurzumtriebsplantagen angebauten Fläche zur gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)

Potenziell mit Kurzumtriebsplantagen bepflanzte Fläche zur gesamten LF in %	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Anteilige Flächengröße	81	14,98	9,09	16,92	0,67	88,46

Abkürzungen: LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

4.2.2. Welche Kulturen würden Sie dafür am ehesten auf Ihren Ackerflächen einschränken?

_____(bitte nennen!)

n=81

f) 54 (66,7 %) nennen eine Kultur
g) 20 (24,7 %) nennen zwei Kulturen
h) 7 (8,6 %) nennen drei Kulturen
   - 26 nennen Getreide allgemein
   - 21 nennen Winterweizen
   - 18 nennen Mais allgemein
   - 13 nennen Wintergerste
   - 8 nennen Raps
   - 5 nennen Körnermais
   - Auch noch genannt werden: Soja, Zuckerrüben, Erbsen, Gerste allgemein, Sommergerste, Futtergerste, Futterweizen, Weiden, Pappeln, Miscanthus, Stilllegungsflächen, ökologische Vorrangflächen, Wiese (Steillagen) oder alle Kulturen

5. Bewirtschaften Sie eine Miscanthusfläche?

Ja	Nein
1	*0*
5 (4,3 %)	112 (95,7 %)

n=117

Bei Ja → weiter mit Frage 5.1 Bei Nein → weiter mit Frage 5.2

5.1. Wenn ja, wie groß ist Ihre Miscanthusanbaufläche?_____ha
Jetzt weiter mit Frage 6

Durchschnittliche Größe der Miscanthusanbauflächen

Miscanthusanbau in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliche Flächengröße	5	1,22	1,00	0,98	1,00	3,20

Abkürzungen: ha = Hektar, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

5.2. Wenn nein, können Sie sich vorstellen in naher Zukunft Ackerflächen mit Miscanthus zu bewirtschaften?

Ja	Nein	Weiß nicht
1	*-1*	*0*
65 (58,6 %)	23 (20,7 %)	23 (20,7 %)

n=111

Bei Ja / Weiß nicht → weiter mit Frage 5.2.1
Bei Nein → weiter mit Frage 6

5.2.1. Wenn ja/weiß nicht, auf wie viel Hektar Ihrer Ackerfläche würden Sie maximal Miscanthus anlegen? _____ha

Durchschnittliche Größe der potenziell angebauten Miscanthusflächen

Potenziell angebaute Miscanthusfläche in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliche Flächengröße	81	5,01	4,00	5,37	0,50	35,00

Abkürzungen: ha = Hektar, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Durchschnittlicher Anteil der potenziell mit Miscanthus angebauten Fläche zur gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)

Potenziell mit Miscanthus bepflanzte Fläche zur gesamten LF in %	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Anteilige Flächengröße	81	15,99	8,33	18,72	0,67	88,46

Abkürzungen: LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

5.2.2. Welche Kulturen würden Sie dafür am ehesten auf Ihren Ackerflächen einschränken?

_____(bitte nennen!)

n=79

- 51 (64,6 %) nennen eine Kultur
- 23 (29,1 %) nennen zwei Kulturen
- 5 (6,3 %) nennen drei Kulturen
    - 26 nennen Mais allgemein
    - 23 nennen Getreide allgemein
    - 20 nennen Winterweizen
    - 12 nennen Wintergerste
    - 8 nennen Raps
    - 4 nennen Körnermais
    - Auch noch genannt werden: Soja, Zuckerrüben, Gerste allgemein, Sommergerste, Futtergerste, Futterweizen, Erbsen, Miscanthus und Blühmischungen genannt, sowie Futterflächen, Ackerrandstreifen, ökologische Vorrangflächen, Stilllegungsflächen, Wiese (Steillage) und Grünlandflächen oder alle Kulturen

6. Könnten Sie sich vorstellen, KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen in Ihrem Betrieb anzubauen, falls dies zukünftig erlaubt würde?

Ja	Nein	Weiß nicht
1	*-1*	*0*
81 (71,7 %)	23 (20,3 %)	9 (8,0 %)

n=113

<u>Im folgenden Abschnitt wird nicht zwischen Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus differenziert:</u> (bitte jeweils immer Kreuze setzen)

7. Welche Rolle spielen die **folgenden Punkte** bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens KUP bzw. Miscanthus auf **Ihrem Betrieb**:

	Empfinde ich als…					
Der KUP-/ Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit…	Völlig unwichtig	Eher unwichtig	Weder wichtig noch unwichtig	Eher wichtig	Sehr wichtig	Weiß nicht
…zur Verringerung des Risikos durch den Anbau weiterer Kulturen	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	14 (12,1 %)	26 (22,4 %)	19 (16,4 %)	47 (40,5 %)	7 (6,0 %)	3 (2,3 %)
…Brachflächen besser zu verwerten	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	9 (7,8 %)	17 (14,8 %)	11 (9,6 %)	40 (34,8 %)	37 (32,1 %)	1 (0,9 %)
…schlechtere Flächen besser zu nutzen	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	1 (0,9 %)	11 (9,6 %)	10 (8,8 %)	48 (42,1 %)	43 (37,7 %)	1 (0,9 %)
…zur zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	10 (8,7 %)	28 (24,4 %)	16 (13,9 %)	38 (33,0 %)	22 (19,1 %)	1 (0,9 %)
…zur besseren Auslastung betrieblicher Kapazitäten	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	12 (10,3 %)	29 (24,8 %)	32 (27,3 %)	31 (26,5 %)	11 (9,4 %)	2 (1,7 %)
…zur Herstellung von Biomasse für die innerbetriebliche Nutzung	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	27 (23,1 %)	23 (19,7 %)	16 (13,7 %)	33 (28,2 %)	15 (12,8 %)	3 (2,5 %)

Von oben nach unten: n=116; n=115; n=114; n=115; n=117; n=117;

8. Welche Rolle spielen die **folgenden Tatsachen** bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens KUP bzw. Miscanthus auf **Ihrem Betrieb**:

	…wäre/n für mich bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens…					
	…völlig unwichtig	..eher unwichtig	..weder wichtig noch unwichtig	…eher wichtig	…sehr wichtig	Weiß nicht
Die Notwendigkeit einer Anfangsinvestition…	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	5 (4,3 %)	22 (18,8 %)	26 (22,2 %)	46 (39,3 %)	17 (14,5 %)	1 (0,9 %)
Eine Kapital- und Flächenbindung von ca. 20 Jahren und länger…	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	1 (0,8 %)	10 (8,6 %)	19 (16,4 %)	51 (44,0 %)	35 (30,2 %)	0 (0,0 %)
Eine Erschwernis durch bisher fehlende bis gering vorhandene Technik zur Pflanzung und Ernte…	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	3 (2,6 %)	24 (20,7 %)	22 (19,0 %)	43 (37,0 %)	22 (19,0 %)	2 (1,7 %)
Bisher kaum vorhandene Vermarktungsmöglichkeiten…	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	1 (0,8 %)	6 (5,2 %)	9 (7,8 %)	30 (25,9 %)	68 (58,6 %)	2 (1,7 %)
Die Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion…	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	21 (18,3 %)	37 (32,2 %)	27 (23,5 %)	20 (17,4 %)	8 (6,9 %)	2 (1,7 %)

Von oben nach unten: n=117; n=116; n=116; n=116; n=115;

9. Bitte **bewerten Sie die folgenden Punkte**, die bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens KUP bzw. Miscanthus für **Ihren Betrieb** relevant sein könnten:

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme weder zu noch nicht zu	Stimme eher zu	Stimme voll und ganz zu	Weiß nicht
Risiko aufgrund unsicherer Preise	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	1 (0,9 %)	8 (6,9 %)	13 (11,2 %)	58 (50,0 %)	32 (27,6 %)	4 (3,4 %)
Risiko aufgrund ungewisser Erträge	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	3 (2,6 %)	24 (20,7 %)	28 (24,2 %)	47 (40,5 %)	12 (10,3 %)	2 (1,7 %)
Möglichkeit zur betrieblichen Einkommenssteigerung	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	3 (2,6 %)	11 (9,4 %)	15 (12,8 %)	48 (41,0 %)	35 (29,9 %)	5 (4,3 %)
Eine vertragliche Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut ist mir wichtig	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	2 (1,7 %)	4 (3,4 %)	8 (6,9 %)	44 (37,6 %)	59 (50,4 %)	0 (0,0 %)
Sonstiges: (*bitte nennen)*						

Von oben nach unten: n=116; n=116; n=117; n=117;

Zu Sonstiges (Nennungen): KUP als Bepflanzung für den Legehennenauslauf / Hühnerweide (2), gute Beratung (1), fehlende Erfahrungen (1), Anbaulänge von 15 bis 20 Jahren (1), Problem der Rückführung der Fläche nach 20 Jahren (1), Pflanz- und Erntekette muss vorhanden sein (1), technische Ausstattung bzgl. Pflanzung und Ernte des lokalen Lohnunternehmers (1), Möglichkeit zum Anbau auf Gewässerrandstreifen (1), Suche nach Eigennutzungsmöglichkeiten (1), Möglichkeit der Verwertung im eigenen Betrieb ohne zusätzliche größere Investitionen tätigen zu müssen (baulich und Maschinen) (1), produktionsnahe Verwertung des Ernteguts ist wichtig (1), Ernte- und Vermarktungskonzepte (1), Abnahmegarantie wegen fehlender Lagermöglichkeiten (1), Kosten der Entfernung zum Abnehmer (1), gesellschaftliche Anerkennung des Verfahrens und der Verwertung (1), rechtliche Einbindung in die Agrarmarktordnung, z.B. Umbruch muss später möglich sein, öVf muss möglich sein etc. (1), Gesetzeslage (1), gesetzliche Sicherheiten (1), Absicherung vom Gesetzgeber her bindend (1), politische Einstellung bei vierjährigem Wahlrhythmus in Baden-Württemberg und Deutschland sowie die Politikrichtung in Baden-Württemberg (1), ökologische Gesichtspunkte (1), Sorten, die stressresistenter und von Vorteil sind (1), weniger Einsatz von Pflanzenschutzmitteln notwendig, als bei einem konventionellen Betrieb, also nicht mehr so abhängig vom Spritzen sein (1), Förderung über "Bio-Mittel" (1)

10. Bitte bewerten Sie die folgenden **Punkte zur Wahrnehmung** des Anbauverfahrens KUP bzw. Miscanthus, die bei der Entscheidung zur Aufnahme dieses Anbauverfahrens für **Ihren Betrieb** eine Rolle spielen könnten:

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme weder zu noch nicht zu	Stimme eher zu	Stimme voll und ganz zu	Weiß nicht
Die Akzeptanz der Kollegen für das Anbauverfahren ist mir wichtig	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	47 (40,2 %)	27 (23,1 %)	18 (15,4 %)	19 (16,2 %)	4 (3,4 %)	2 (1,7 %)
Durch das Anbauverfahren entsteht eine nicht gewünschte Veränderung des Landschaftsbildes	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	25 (21,4 %)	43 (36,8 %)	25 (21,4 %)	18 (15,4 %)	3 (2,5 %)	3 (2,5 %)
KUP / Miscanthus empfinde ich als ein besonders umweltfreundliches Anbauverfahren	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	2 (1,7 %)	9 (7,7 %)	17 (14,5 %)	60 (51,3 %)	24 (20,5 %)	5 (4,3 %)
Sonstiges: *(bitte nennen)*						

Von oben nach unten: n=117; n=117; n=117

Zu Sonstiges (Nennungen): Kulturlandschaftspflege (1), Anbau auf Grünland (1), Hühnerweide, die nicht zu Dauergrünland wird, sowie Struktur und Schutz und Nährstoffaustausch (1)

11. Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb.

Ja	Nein	Weiß nicht
1	*-1*	*0*
16 (13,8 %)	88 (75,9 %)	12 (10,3 %)

n=116;

12. Auf welchen **Flächen** würden Sie KUP bzw. Miscanthus auf **Ihrem Betrieb** anpflanzen:

KUP/Miscanthus pflanze ich…	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme eher nicht zu	Sehe ich neutral	Stimme eher zu	Stimme voll und ganz zu	Weiß nicht
…eher auf kleineren Schlägen an	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	7 (6,1 %)	14 (12,3 %)	20 (17,5 %)	41 (36,0 %)	32 (28,1 %)	0 (0,0 %)
…eher auf ungünstig geformten Schlägen an	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	5 (4,3 %)	12 (10,3 %)	19 (16,2 %)	42 (35,9 %)	38 (32,5 %)	1 (0,8 %)
…eher auf entfernt gelegenen Flächen an	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	7 (6,1 %)	14 (12,2 %)	29 (25,2 %)	40 (34,8 %)	23 (20,0 %)	2 (1,7 %)
…eher auf vergleichsweise schlechteren Standorten an	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	3 (2,6 %)	5 (4,2 %)	16 (13,7 %)	44 (37,6 %)	46 (39,3 %)	3 (2,6 %)
…eher auf Waldrandflächen an	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	8 (7,2 %)	7 (6,3 %)	19 (17,1 %)	37 (33,3 %)	39 (35,2 %)	1 (0,9 %)
…(sofern erlaubt) eher auf Grünlandflächen an	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	5 (4,6 %)	5 (4,6 %)	17 (15,4 %)	33 (30,0 %)	48 (43,6 %)	2 (1,8 %)

Von oben nach unten: n=114; n=117; n=115; n=117; n=111; n=110;

13. Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen, die bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens KUP bzw. Miscanthus auf **Ihrem Betrieb** eine Rolle spielen könnten:

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme eher nicht zu	Sehe ich neutral	Stimme eher zu	Stimme voll und ganz zu	Weiß nicht
Aufgrund der kurzen Laufzeiten der Pachtverträge ist der Anbau von **KUP/Miscanthus** nicht möglich	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	11 (9,6 %)	15 (13,0 %)	34 (29,6 %)	39 (33,9 %)	14 (12,2 %)	2 (1,7 %)
Eine notwendige Zustimmung des Verpächters erschwert den Anbau von **Miscanthus** auf meinen Pachtflächen	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	5 (4,4 %)	12 (10,5 %)	22 (19,3 %)	45 (39,5 %)	21 (18,4 %)	9 (7,9 %)
Eine notwendige Zustimmung des Verpächters erschwert den Anbau von **KUP** auf meinen Pachtflächen	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	7 (6,1 %)	8 (7,0 %)	22 (19,3 %)	42 (36,8 %)	26 (22,8 %)	9 (7,9 %)
Der hohe Anteil drainierter Flächen auf meinem Betrieb erschwert den **KUP-Anbau**	*-2*	*-1*	*0*	*1*	*2*	*-999*
	32 (28,9 %)	35 (31,5 %)	14 (12,6 %)	12 (10,8 %)	12 (10,8 %)	6 (5,4 %)
Sonstiges: *(bitte nennen)*						

Von oben nach unten: n=115; n=114; n=114; n=111;

Zu Sonstiges (Nennungen): Wirtschaftlichkeit (1), Unterwerfe mich ohne Preisgarantie den unkontrollierbaren Energiemärkten (1), Pachtflächen sind Tauschflächen (1), viele Wildschweine (1), Unwissen, Uninformiertheit (1)

14. Würden Sie KUP anbauen, um sie als **ökologische Vorrangfläche** mit dem aktuellen Faktor von 0,3 pro Hektar anrechnen zu lassen?

Ja	Nein	Weiß nicht
1	*-1*	*0*
37 (32,4 %)	54 (47,4 %)	23 (20,2 %)

n=114

14.1. Würden Sie KUP als ökologische Vorrangfläche anbauen, wenn dieses Verfahren mit einem höheren Faktor angerechnet werden würde?

Ja	Nein	Weiß nicht
1	*-1*	*0*
65 (57,5 %)	19 (16,8 %)	29 (25,7 %)

n=113

Bei Ja/Weiß nicht → weiter mit Frage 14.1.1

14.1.1. Wenn Ja/Weiß nicht, wie hoch müsste dieser Faktor mindestens sein?

_____

Durchschnittliche Mindesthöhe des Faktors zur Anrechnung einer Kurzumtriebsplantage als ökologische Vorrangfläche

Anrechnungsfaktor für KUP als ökologische Vorrangfläche in ha	n	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Min	Max
Durchschnittliche Mindesthöhe	63	1,06	1,00	0,50	0,50	3,00

Abkürzungen: ha = Hektar, KUP = Kurzumtriebsplantage, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

15. Über welche möglichen Partner bei Beschaffung, Absatz und Dienstleistungen, z.B. Ernte durch Lohnunternehmer, im Zusammenhang mit den Anbauverfahren „Kurzumtriebsplantage“ oder „Miscanthus“ haben Sie zurzeit Informationen? (Mehrfachnennung möglich)

O Infonetzwerke zu KUP/Miscanthus *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Dienstleistung Pflanzung *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Dienstleistung Ernte und Transport *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Beschaffung des Pflanzguts *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Abnehmer für das Erntegut *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Keine Auskunft oder Information *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Sonstige:_____(bitte nennen!) *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Vorhandene Informationen über mögliche Partner bei Beschaffung, Absatz und Dienstleistung im Zusammenhang mit den Anbauverfahren Kurzumtriebsplantage und Miscanthus

Informationen über	n	Antwort „ja“ – Häufigkeit (Prozent)	Antwort „nein“ – Häufigkeit (Prozent)
Infonetzwerke zu KUP / Miscanthus	117	17 (14,5 %)	100 (85,5 %)
Dienstleistung Pflanzung	117	21 (18,0 %)	96 (82,0 %)
Dienstleistung Ernte und Transport	117	35 (29,9 %)	82 (70,1 %)
Beschaffung des Pflanzguts	117	20 (17,1 %)	97 (82,9 %)
Abnehmer für das Erntegut	117	18 (15,4 %)	99 (84,6 %)
Keine Auskunft oder Information	117	59 (50,4 %)	58 (49,6 %)

Abkürzungen: KUP = Kurzumtriebsplantage, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zu Sonstiges (Nennungen): Artikel in verschiedenen Fachzeitschriften (1), Medien (1), Berufskollegen (1), Vorträge in der Schweiz und Feldtage (1), Information heute durch Uni Hohenheim (1), Nachbar hat Miscanthus in Kultur, sodass Infoaustausch möglich ist (1), fast noch keine Info vorhanden (1), Verwertung (1), Nutzung als Energie im eigenen Betrieb (1), Ökopunkte Kommune (1)

16. Wenn Sie in KUP oder Miscanthus investiert haben oder planen zu investieren, würden Sie Kooperationen im Zusammenhang mit diesem Anbauverfahren wünschen?

Ja	Nein
1	*0*
109 (93,2 %)	8 (6,8 %)

n=117

Bei Ja → weiter mit Frage 16.1

16.1. Wenn ja, in welchen Bereichen? (Mehrfachnennungen möglich)

O Kooperation zwischen Erntegut-Abnehmer und Landwirt *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Maschinenkooperation (Pflanzung / Ernte) *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Kooperation in der Beschaffung (der Stecklinge/Rhizome) *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Erzeugergemeinschaften unter KUP-/ Miscanthus-Produzenten *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Sonstige: _____(bitte nennen!) *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Bereiche der gewünschten möglichen Kooperationen im Falle eines Anbaus von Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus

Kooperationsbereiche	n	Antwort „ja“ – Häufigkeit (Prozent)	Antwort „nein“ – Häufigkeit (Prozent)
Kooperation zwischen Erntegut-Abnehmer und Landwirt	109	94 (86,2 %)	15 (13,8 %)
Maschinenkooperation (Pflanzung / Ernte)	109	81 (74,3 %)	28 (25,7 %)
Kooperation in der Beschaffung (der Stecklinge / Rhizome)	109	68 (62,4 %)	41 (37,6 %)
Erzeugergemeinschaften unter KUP-/Miscanthus-Produzenten	109	63 (57,8 %)	46 (42,2 %)

Abkürzungen: KUP = Kurzumtriebsplantage, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zu Sonstiges (Nennungen): Kooperation im Bereich der kompletten Energieerzeugung und dem Vertrieb bzw. Verkauf (1)

Teil 2: Choice-Experiment zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Miscanthus

Beschreibung des Experiments:

Bitte treffen Sie die Annahme, dass Sie eine KUP oder Miscanthus in Ihrem Betrieb anpflanzen könnten. Im folgenden Verlauf werden Ihnen zwölf Mal je drei mögliche Anbaualternativen präsentiert, wobei Sie sich jeweils für eine Alternative entscheiden sollen. Die einzelnen Alternativen werden mit fünf Eigenschaften beschrieben, deren Ausprägungen jeweils variieren. Die dabei angegebenen Geldbeträge (jährliche Deckungsbeiträge und Investitionssummen) beziehen sich jeweils auf eine Fläche von 1 Hektar. In den Deckungsbeiträgen sind die EU-Direktzahlungen nicht enthalten.

Erklärung der Eigenschaften:

- Eigenschaft 1: „Durchschnittliche jährliche Deckungsbeiträge (€/ha und Jahr)“:

Beim Deckungsbeitrag der gewöhnlichen Fruchtfolge und bei Miscanthus handelt es sich um die jährlichen Erlöse abzüglich den jährlich anfallenden variablen Kosten; beim Deckungsbeitrag von KUP handelt es sich um die Differenz aus dem Erlös nach jeweils drei Jahren und sämtlichen in diesem Zeitraum anfallenden variablen Kosten, die durch drei dividiert wurden, um einen jährlichen Wert zu erhalten; die anfänglichen Investitionssummen (siehe Eigenschaft 3) sind in den Deckungsbeiträgen nicht enthalten

- Eigenschaft 2: „Schwankungen der jährlichen Deckungsbeiträge (€/ha und Jahr)“:

Hierbei handelt es sich um die maximal mögliche jährliche Schwankung der bei Eigenschaft 1 angegebenen, durchschnittlich erwarteten Deckungsbeiträge

- Eigenschaft 3: „Investitionssumme zu Beginn (€/ha)“:

Hierbei sind die benötigten Investitionskosten für die Flächenvorbereitung, das Pflanzmaterial (Stecklinge bzw. Rhizome) und die Pflanztechnik (inkl. Kosten der Arbeit für das Anpflanzen) gemeint

- Eigenschaft 4: „Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit“:

Hierbei geht es um die Tatsache, ob es von Beginn an eine gesicherte Abnahme des Ernteguts für die gesamte Standzeit der Plantage gibt oder nicht

- Eigenschaft 5: „Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscanthus an“:

Hierbei wird die Frage beantwortet, ob Berufskollegen in der näheren Nachbarschaft bereits Erfahrungen und Wissen mit Kurzumtriebsplantagen bzw. Miscanthus haben und diese Erfahrungen weitergeben können

Annahme für alle Auswahlsituationen:

- **Kurzumtriebsplantage und Miscanthus: Standzeit 20 Jahre**
- **Kurzumtriebsplantage Ernte: alle drei Jahre**
- **Miscanthus Ernte: jährlich**

Auswahlsituation 1: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	300	900
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 750	+/- 250
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	7.500	2.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Ja	Ja
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Ja	Ja
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 2: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	300	600
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 500	+/- 750
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	5.000	5.000
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Ja	Ja
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Ja	Ja
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 3: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	900	900
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 750	+/- 750
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	2.500	2.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Nein	Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Nein	Ja
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 4: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	600	600
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 250	+/- 500
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	7.500	5.000
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Nein	Ja
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Ja	Ja
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 5: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	900	300
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 500	+/- 250
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	5.000	5.000
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Nein	Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Ja	Ja
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 6: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	900	900
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 250	+/- 250
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	2.500	2.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Nein	Ja
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Nein	Nein
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 7: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	300	300
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 500	+/- 750
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	7.500	7.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Ja	Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Nein	Nein
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 8: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	600	900
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 250	+/- 250
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	5.000	7.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Nein	Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Nein	Nein
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 9: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	600	600
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 500	+/- 500
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	5.000	7.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Ja	Ja
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Ja	Nein
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 10: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	900	600
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 250	+/- 750
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	2.500	5.000
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Ja	Ja
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Nein	Ja
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 11: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	600	300
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 750	+/- 500
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	2.500	7.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Nein	Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Ja	Nein
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Auswahlsituation 12: *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

Eigenschaften	**Gewöhnliche Fruchtfolge**	**Kurzumtriebs-plantage**	**Miscanthus**
Durchschnittlicher *jährlicher* Deckungs-beitrag (€/ha und Jahr)	300	300	300
Schwankung des *jährlichen* Deckungsbei-trags (€/ha und Jahr)	+/- 250	+/- 750	+/- 500
Investitionssumme zu Beginn (€/ha)	0	7.500	2.500
Abnahmegarantie des Ernteguts über die gesamte Laufzeit	-	Ja	Nein
Berufskollegen in der näheren Umgebung bauen Kurzumtriebsplantagen / Miscan-thus an	-	Nein	Nein
Welche Alternative würden Sie wählen?	**O**	**O**	**O**

Teil 3: Fragen zur Risikoeinstellung und Lotterie

1. Wo würden Sie sich auf einer Skala von 1 (äußerst risikofreudig) bis 9 (es wird gar kein Risiko eingegangen) bezüglich Ihres Risikoverhaltens einstufen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Äußerst risiko-freudig	Sehr risiko-freudig	Risiko-freudig	Risiko-neutral	Gering-fügig risiko-scheu	Risiko-scheu	Sehr risiko-scheu	Äußerst risiko-scheu	Es wird gar kein Risiko einge-gangen
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
1 (0,9 %)	5 (4,6 %)	36 (32,7 %)	35 (31,8 %)	9 (8,2 %)	20 (18,2 %)	2 (1,8 %)	1 (0,9 %)	1 (0,9 %)

n=110

2. Im Folgenden können Sie jeweils zwischen zwei **Lotterien** wählen. Sie müssen sich somit insgesamt 10 Mal (Entscheidungssituationen 1 bis 10) zwischen je zwei Lotterien (A oder B) entscheiden, das heißt von Ihnen sind 10 Kreuze zu setzen. Diese Entscheidungen dienen der Ermittlung Ihrer Risikoeinstellung.
   Bitte bedenken Sie, dass jede Ihrer Entscheidungen zufällig ausgewählt werden könnte und die von Ihnen gewählte Lotterie (A oder B) dann tatsächlich gespielt und der dabei resultierende Gewinn an Sie ausbezahlt werden könnte.

Bitte entscheiden Sie sich jeweils immer für eine der zwei Lotterien:

Entscheidungssituation	Lotterie A Sie gewinnen mit…			Lotterie B Sie gewinnen mit…	
1	10 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 90 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	10 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 90 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
2	20 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 80 % Wahrscheinlichkeit -160 €	O	oder	20 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 80 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
3	30 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 70 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	30 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 70 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
4	40 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 60 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	40 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 60 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
5	50 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 50 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	50 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 50 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
6	60 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 40 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	60 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 40 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
7	70 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 30 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	70 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 30 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
8	80 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 20 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	80 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 20 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
9	90 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 10 % Wahrscheinlichkeit - 160 €	O	oder	90 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 10 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O
10	100 % Wahrscheinlichkeit - 200 € und 0 % Wahrscheinlichkeit -160 €	O	oder	100 % Wahrscheinlichkeit - 385 € und 0 % Wahrscheinlichkeit - 10 €	O

(Notierung der Nummer der Entscheidungssituation, bei der das letzte Mal Lotterie A gewählt wurde)

Ermittlung der Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury“-Lotterie

Skala	Risikobedeutung	Letztmals Lotterie A gewählt	n	%
1	äußerst risikofreudig	bei Situation 1 oder bereits B	2	2,3
2	sehr risikofreudig	bei Situation 2	0	0,0
3	risikofreudig	bei Situation 3	5	5,8
4	risikoneutral	bei Situation 4	9	10,4
5	geringfügig risikoscheu	bei Situation 5	14	16,3
6	risikoscheu	bei Situation 6	27	31,4
7	sehr risikoscheu	bei Situation 7	17	19,8
8	äußerst risikoscheu	bei Situation 8	2	2,3
9	es wird gar kein Risiko eingegangen	bei Situation 9	4	4,7
10	es wird gar kein Risiko eingegangen	bei Situation 10	6	7,0
		Gesamtanzahl	86	100,00

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet, n =86

3. Stellen Sie sich vor, Sie haben die Wahl zwischen zwei Alternativen **1** und **2**:
   - ➔ Bei Alternative **1** bekommen Sie einmalig ein sicheres **Einkommen von 15.000 €**
   - ➔ Bei Alternative **2** bekommen Sie mit **50 %** Wahrscheinlichkeit einmalig ein **Einkommen von 10.000 €** oder mit **50 %** Wahrscheinlichkeit einmalig ein **höheres Einkommen, das über 15.000 €** liegt

   - ➔ Frage: Bitte nennen Sie den Geldbetrag, den das höhere Einkommen mindestens annehmen müsste, damit Sie Alternative **2** wählen!

   - ➔ _____€

Durchschnittlicher Geldbetrag, den das höhere Einkommen mindestens annehmen müsste, damit Alternative 2 gewählt würde

Durchschnittlicher Mindestgeldbetrag für das höhere Einkommen in Alternative 2	n	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Min	Max
Betrag von Teilnehmer, die einen Wert über 15.000 € genannt haben (in €)	94	25.851,06	25.000,00	14.375,87	17.000,00	150.000,00
Betrag inklusive der Teilnehmer, die weniger als 15.000 € angegeben haben (in €)	107	25.630,84	25.000,00	13.530,60	17.000,00	150.000,00

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Teil 4: Sozioökonomische Fragen

1. Wie und in welcher Form bewirtschaften Sie Ihren Betrieb?

   1.1. ☐ Haupterwerb *(1)* 60 (51,7 %) ☐ Nebenerwerb *(0)* 56 (48,3 %)
   n=116

   1.2. ☐ konventionell *(1)* 71 (93,4 %) ☐ ökologisch *(0)* 5 (6,6 %)
   n=76

2. Welchem Betriebstyp ordnen Sie Ihren Betrieb zu?

☐ Ackerbau *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)* 47 (40,5 %)

☐ Futterbau *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)* 8 (6,9 %)

☐ Veredlung *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)* 2 (1,7 %)

☐ Verbund *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)* 59 (50,9 %)
n=116

3. In welchem Landkreis liegt Ihr Betrieb:_____

Landkreise und Anzahl der befragten Betriebe

Landkreis	n
Heilbronn	16
Main-Tauber	14
Ludwigsburg	9
Rhein-Neckar	8
Böblingen	7
Karlsruhe	7
Schwäbisch Hall	7
Hohenlohe	6
Konstanz	5
Ortenau	5
Tübingen	5
Breisgau-Hochschwarzwald	4
Esslingen	4
Neckar-Odenwald	4
Rems-Murr	4
Bodensee	3
Emmendingen	1
Enz	1
Freiburg (SK)	1
Heidelberg (SK)	1
Ravensburg	1
Gesamtanzahl	113

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang, SK = Stadtkreis

Quelle: eigene Ergebnisse, n = 113

4. Bitte nennen Sie Ihre Hauptbetriebszweige:
    1. Zweig_____
    2. Zweig_____
    3. Zweig_____

    n=110

- 23 (20,9 %) nennen nur einen Hauptbetriebszweig
- 47 (42,7 %) nennen zwei Hauptbetriebszweige
- 40 (36,4 %) nennen drei Hauptbetriebszweige

Systematisierung aller Nennungen zu den Hauptbetriebszweigen nach Hauptbetriebswirtschaftlichen Ausrichtungen (Haupt-BWA) (LEL, 2015a):

Hauptbetriebswirtschaftliche Ausrichtungen der Betriebe

Hauptbetriebswirtschaftliche Ausrichtung	1. Zweig – Häufigkeiten (Prozent)	2. Zweig – Häufigkeiten (Prozent)	3. Zweig – Häufigkeiten (Prozent)
1. Ackerbau allgemein	34 (31,0 %)	19 (21,8 %)	8 (20,0 %)
1.1 Getreide	28 (25,5 %)	7 (8,0 %)	3 (7,5 %)
1.2 Hackfrucht	3 (2,7 %)	7 (8,0 %)	4 (10,0 %)
1.3 Ackerbau gemischt	3 (2,7 %)	3 (3,4 %)	0 (0,0 %)
2.1 Milchvieh	4 (3,6 %)	5 (5,8 %)	0 (0,0 %)
2.2 Sonstiger Futterbau	5 (4,6 %)	11 (12,6 %)	4 (10,0 %)
3.1 Schweine	6 (5,5 %)	7 (8,1 %)	1 (2,5 %)
3.2 Sonstige Veredlung	4 (3,6 %)	2 (2,3 %)	0 (0,0 %)
4. Gemüse	3 (2,7 %)	3 (3,4 %)	1 (2,5 %)
5.1 Weinbau	13 (11,8 %)	8 (9,2 %)	0 (0,0 %)
5.2 Obstbau	1 (0,9 %)	5 (5,8 %)	2 (5,0 %)
5.3 Dauerkultur gemischt	0 (0,0 %)	1 (1,2 %)	0 (0,0 %)
6. Sonstiges1	4 (3,6 %)	4 (4,6 %)	11 (27,5 %)
7. Sonstiges 2	2 (1,8 %)	5 (5,8 %)	6 (15,0 %)
Gesamt	110 (100,0 %)	87 (100,0 %)	40 (100,0 %)

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Nennungen unter der jeweiligen Hauptbetriebswirtschaftlichen Ausrichtung zusammengefasst sind:

- 1. Ackerbau: Ackerbau, Ackerbau allgemein
- 1.1 Getreide: Anbau von Getreide, Mais, Raps, Saatgutvermehrung
- 1.2 Hackfrucht: Anbau von Zuckerrüben, Kartoffeln
- 1.3 Ackerbau gemischt: Anbau einer Kombination von Mais, Körnermais, Silomais, Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, Gras, Klee, Energiepflanzen zur Biomasseerzeugung
- 2.1 Milchvieh
- 2.2 Sonstiger Futterbau: Pferdehaltung, Pensionspferde, Pferdezucht, Vieh, Futterbau, Rinderaufzucht, Viehaufzucht, Fleischerzeugung, Mastrinderhaltung, Silomais, Grünland
- 3.1 Schweine: Schweinemast, Schweinehaltung, Schweinezucht
- 3.2 Sonstiger Veredlung: Legehennenhaltung, Geflügelmast, Kaninchenmast
- 4. Gemüse: Gemüseanbau unter Glas, Erdbeeren, Meerrettich, Sonderkulturen
- 5.1 Weinbau

- 5.2 Obstbau: Johannisbeeren, Beerenobstanbau
- 5.3 Dauerkultur gemischt: Streuobstwiese
- 6. Sonstiges 1: Brennerei, Weinausschank, Direktvermarktung, Besenwirtschaft, Fremdenverkehr, Landschaftspflege, Dienstleistung, Garten- und Landschaftsbau, Gewerbe, Lohnarbeit, Lohunternehmen, Feriengäste, Ferienwohnungen
- 7. Sonstiges 2: Solarenergie, Photovoltaik, Nachwachsende Rohstoffe, Biogas, Forst, Wald, Energieholz, Brennholzhandel, Brennholzverkauf, Energieerzeugung

5. Betriebsgröße/ -organisation

Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha insgesamt
Ackerland	ha
Grünland	ha
Sonderkulturen / Dauerkulturen	ha
Wald	ha
Davon Pachtfläche	ha insgesamt
Ackerland mit Pachtvertragslaufzeit < 10 Jahre	ha
Ackerland mit Pachtvertragslaufzeit > 10 Jahre	ha
Ø Pachtpreis für Ackerflächen mit Pachtvertragslaufzeit < 10 Jahre	€/ha
Ø Pachtpreis für Ackerflächen mit Pachtvertragslaufzeit > 10 Jahre	€/ha
Arbeitskräfte	Familien AK
	Fremd AK
	Saison AK

Betriebsgröße/ -organisation

Betriebsgröße/ -organisation		n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in ha insgesamt		116	65,30	44,50	63,18	2,00	300,00
Ackerland in ha		116	54,50	36,00	58,11	0,60	270,00
Grünland in ha		116	7,71	3,00	11,03	0,00	60,00
Sonderkulturen / Dauerkulturen in ha		116	2,64	0,00	5,51	0,00	30,00
Wald in ha		116	1,79	0,00	4,44	0,00	31,00
Davon Pachtfläche in ha		114	39,12	22,50	47,98	0,00	245,00
Ackerland mit Pachtvertragslaufzeit < 10 Jahre in ha		94	25,53	13,50	34,33	0,00	200,00
Ackerland mit Pachtvertragslaufzeit > 10 Jahre in ha		95	13,41	0,00	38,74	0,00	245,00
Ø Pachtpreis für Ackerland mit Pachtvertragslaufzeit < 10 Jahre in €/ha		74	285,27	250,00	127,15	100,00	900,00
Ø Pachtpreis für Ackerland mit Pachtvertragslaufzeit > 10 Jahre in €/ha		41	288,05	250,00	132,16	130,00	700,00
Arbeitskräfte	Familien AK	103	1,49	1,50	0,84	0,00	4,00
	Fremd AK	112	0,66	0,00	4,74	0,00	50,00
	Saison AK	111	1,29	0,00	5,89	0,00	60,00

Abkürzungen: AK = Arbeitskraft, ha = Hektar, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Durchschnittlicher Arbeitskräftebesatz pro 100 Hektar

	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittlicher Arbeitskräfte-besatz in AK pro 100 ha	103	7,09	3,36	11,26	0,00	98,41

Abkürzungen: AK = Arbeitskraft, ha = Hektar, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Durchschnittliche Flächenanteile in % (einfache Mittelwerte)

Flächenanteile in %	n	Mittelwert
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in ha insgesamt	**116**	**65,30**
Anteil der Ackerfläche zur LF in %	116	83,46
Anteil der Grünlandfläche zur LF in %	116	11,81
Anteil der Sonderkultur- / Dauerkulturfläche zur LF in %	116	4,04
Davon Pachtfläche in ha	**114**	**39,12**
Anteil Pachtfläche zur LF in %	114	58,89
Ackerlandes mit Pachtvertragslaufzeit < 10 Jahre zur Pachtfläche in %	94	53,80
Ackerlandes mit Pachtvertragslaufzeit > 10 Jahre zur Pachtfläche in %	94	28,56

Abkürzungen: ha = Hektar, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

6. Derzeitige Bewirtschaftung Ihrer Ackerflächen mit Hauptkulturen in Ihrem Betrieb

Kultur:	Fläche in Hektar:
Winterweizen	ha
Wintergerste	ha
Sommerweizen	ha
Sommergerste	ha
Roggen/Triticale/Dinkel	ha
Hafer	ha
Körnermais	ha
Silomais	ha
Raps	ha
Zuckerrüben	ha
Kartoffeln	ha
Ackerbohnen/Körnererbsen	ha
Luzerne, Kleegrass etc.	ha
Sonnenblumen	ha
Dauerkulturen (bspw. Wein)	ha
Freilandgemüse (inkl. Spargel und Erdbeeren)	ha
Sonstiges (bitte nennen):	ha

Derzeitige Bewirtschaftung der Ackerflächen mit Hauptkulturen

Kulturen in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Winterweizen	113	14,46	9,00	17,75	0,00	100,00
Wintergerste	113	5,55	0,00	11,44	0,00	70,00
Sommerweizen	114	0,32	0,00	1,81	0,00	15,00
Sommergerste	114	4,02	0,00	7,11	0,00	50,00
Roggen/Triticale/Dinkel	114	3,30	0,00	8,52	0,00	60,00
Hafer	114	0,73	0,00	2,64	0,00	20,00
Körnermais	114	8,53	1,75	16,99	0,00	110,00
Silomais	114	3,27	0,00	8,96	0,00	59,50
Raps	113	4,38	0,00	9,67	0,00	60,00
Zuckerrüben	113	2,99	0,00	5,85	0,00	35,00
Kartoffeln	114	0,37	0,00	1,86	0,00	16,00
Ackerbohnen/Körnererbsen	114	1,08	0,00	3,20	0,00	20,00
Luzerne, Kleegras etc.	114	0,76	0,00	2,47	0,00	15,00
Sonnenblumen	114	0,22	0,00	1,28	0,00	10,00
Dauerkulturen (bspw. Wein)	114	1,68	0,00	3,78	0,00	23,00
Freilandgemüse (inkl. Spargel und Erdbeeren)	114	0,45	0,00	2,42	0,00	20,00
Sonstiges	113	1,12	0,00	3,10	0,00	20,00

Abkürzungen: bspw. = beispielsweise, etc. = et cetera, ha = Hektar, inkl. = inklusive, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zu Sonstiges (Nennungen): Soja (7), Blühmischung / Blumenwiese (nicht FAKT, 5), Saatmais-/Hybridmaisvermehrung (2), Miscanthus (2), Beeren / Obstbäumen (1), Vermehrung von Rotklee (1), Verpachtung (1), Landschaftspflegeelemente (Cross-Compliance-relevant) (1), Baumschule (1), Yakon / Quinoa / Amaranth / Miscanthus / Rutenhirse (1)

Durchschnittliche Flächenanteile der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen mit Hauptkulturen (einfache Mittelwerte)

Flächenanteil der Kulturen in % der Ackerfläche	n	Mittelwert
Ackerfläche in ha	**116**	**54,50**
Winterweizen in %	113	25,85
Wintergerste in %	113	9,92
Sommerweizen in %	114	0,58
Sommergerste in %	114	7,25
Roggen/Triticale/Dinkel in %	114	5,95
Hafer in %	114	1,31
Körnermais in %	114	15,38
Silomais in %	114	5,90
Raps in %	113	7,83
Zuckerrüben in %	113	5,35
Kartoffeln in %	114	0,67
Ackerbohnen/Körnererbsen in %	114	1,94
Luzerne, Kleegras etc. in %	114	1,37
Sonnenblumen in %	114	0,40
Dauerkulturen in %	114	3,03
Freilandgemüse (inkl. Spargel und Erdbeeren) in %	114	0,81
Sonstiges in %	113	2,01

Abkürzungen: etc. = et cetera, ha = Hektar, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

6.1. Bitte geben Sie die von Ihnen am häufigsten durchgeführten Ackerfruchtfolgen an:
1. Fruchtfolge_____
2. Fruchtfolge_____
3. Fruchtfolge_____

n=104

- 50 (48,1 %) nennen eine am häufigsten durchgeführte Fruchtfolge
- 24 (23,1 %) nennen zwei am häufigsten durchgeführte Fruchtfolgen
- 24 (23,1 %) nennen drei am häufigsten durchgeführte Fruchtfolgen
- 6 (5,7 %) nennen vier am häufigsten durchgeführte Fruchtfolgen

- Angabe von einem Fruchtfolgeglied je Fruchtfolge bis zu neun Fruchtfolgegliedern
- Je Landwirt werden oftmals mehrere Fruchtfolgen genannt, welche eine unterschiedliche Anzahl an Fruchtfolgegliedern beinhaltet

Am meisten genannte Fruchtfolgeglieder je Fruchtfolge und je Landwirt:
- 1 (1,0 %) ein Fruchtfolgeglied
- 10 (9,6 %) zwei Fruchtfolgeglieder
- 58 (55,8 %) drei Fruchtfolgeglieder
- 22 (21,1 %) vier Fruchtfolgeglieder
- 8 (7,7 %) fünf Fruchtfolgeglieder
- 4 (3,8 %) sechs Fruchtfolgeglieder
- 1 (1,0 %) neun Fruchtfolgeglieder

Am häufigsten genannten jeweiligen Fruchtfolgen:
- Eingliedrige Fruchtfolge: Mais (für verschiedene Zwecke)
- Zweigliedrige Fruchtfolge: Winterweizen – Körnermais
- Dreigliedrige Fruchtfolge: Winterweizen – Sommer-/Wintergerste - Körner-/Silomais bzw. Winterweizen – Sommer-/Wintergerste – Zuckerrüben

- Viergliedrige Fruchtfolge: Winterweizen – Dinkel – Hafer – Winterraps bzw. Winterweizen – Winterraps – Winterweizen – Körnermais
- Fünfgliedrige Fruchtfolge: Winterweizen – Winterweizen - Sommergerste – Wintergerste – Winterraps
- Sechsgliedrige Fruchtfolge: Einzelnennungen, wobei die meisten Fruchtfolgen die Glieder Winterweizen und Gerste bzw. Mais enthalten
- Neungliedrige Fruchtfolge: Winterweizen – Winterweizen – Kürbis – Winterweizen – Winterweizen – Silomais – Winterweizen – Winterweizen – Erdbeeren

7. Falls Sie verpflichtet sind, ökologische Vorrangflächen zu erbringen, wie gestalten Sie diese Flächen?

ÖVP-Maßnahme	Fläche in Hektar
Zwischenfrüchte	ha
Eiweißpflanzen	ha
Grasuntersaat	ha
Cross-Compliance relevante Landschaftselemente	ha
Pufferstreifen	ha
Waldrandflächen	ha
Feldrandstreifen	ha
Kurzumtriebsplantagen	ha
Aufforstungsflächen	ha
Brachflächen ohne Begrünung	ha
Brachflächen mit Begrünung (FAKT)	ha

Gestaltung der ökologischen Vorrangflächen

ökologische Vorrangfläche – Maßnahme in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Zwischenfrüchte	89	7,17	4,50	8,91	0,00	40,00
Eiweißpflanzen	90	2,40	0,00	4,57	0,00	20,00
Grasuntersaat	90	0,28	0,00	2,53	0,00	24,00
Cross-Compliance relevante Landschaftselemente	90	0,16	0,00	0,95	0,00	8,30
Pufferstreifen	89	0,09	0,00	0,36	0,00	2,40
Waldrandflächen	90	0,08	0,00	0,40	0,00	3,00
Feldrandstreifen	90	0,12	0,00	0,41	0,00	3,00
Kurzumtriebsplantagen	90	0,49	0,00	2,42	0,00	20,00
Aufforstungsflächen	90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Brachflächen ohne Begrünung	90	1,03	0,00	5,98	0,00	55,00
Brachflächen mit Begrünung (FAKT)	88	1,20	0,00	2,41	0,00	15,00

Abkürzungen: FAKT = Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl, ha = Hektar, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Gestaltung der ökologischen Vorrangflächen – ausschließliche Anzahl und Ergebnisse der Personen, die tatsächlich ökologische Vorrangflächen erbringen

ökologische Vorrangfläche – Maßnahme in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Zwischenfrüchte	54	11,81	10,00	8,71	2,00	40,00
Eiweißpflanzen	27	8,01	7,00	5,00	1,50	20,00
Grasuntersaat	2	12,75	12,75	15,91	1,50	24,00
Cross-Compliance relevante Landschaftselemente	6	2,36	1,00	3,15	0,08	8,30
Pufferstreifen	8	1,03	0,85	0,74	0,12	2,40
Waldrandflächen	5	1,50	1,00	0,98	0,70	3,00
Feldrandstreifen	13	0,86	0,60	0,74	0,10	3,00
Kurzumtriebsplantagen	9	4,86	2,80	6,44	0,20	20,00
Aufforstungsflächen	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Brachflächen ohne Begrünung	11	8,42	3,00	15,80	0,30	55,00
Brachflächen mit Begrünung (FAKT)	33	3,19	2,00	3,05	0,30	15,00

Abkürzungen: FAKT = Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl, ha = Hektar, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

8. Derzeitige Nutzung Ihrer Grünlandflächen

Nutzung:	Fläche in Hektar
Intensiv → 3 oder mehr Nutzungen	ha
Extensiv → bis zu 2 Nutzungen	ha

Derzeitige Nutzung der Grünlandflächen

Nutzung in ha	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Intensiv → 3 oder mehr Nutzungen	114	2,18	0,00	6,19	0,00	40,00
Extensiv → bis zu 2 Nutzungen	114	5,26	1,45	9,30	0,00	60,00

Abkürzungen: ha = Hektar, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

9. Wenn Sie Viehhaltung betreiben, welche der genannten Tierarten halten Sie auf Ihrem Betrieb?

Milchkühe	Anzahl
Mutterkühe	Anzahl
Mastbullen	Anzahl
Mastschweine	Anzahl
Zuchtsauen	Anzahl
Schafe/Ziegen	Anzahl
Pferde	Anzahl
Masthähnchen	Anzahl
Legehennen	Anzahl
Sonstiges	Anzahl

Gehaltene Tierarten

Tierarten in Stück	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Milchkühe	114	3,37	0,00	14,61	0,00	120,00
Mutterkühe	114	0,34	0,00	1,73	0,00	15,00
Mastbullen /-rinder	114	1,92	0,00	8,16	0,00	70,00
Mastschweine	114	79,95	0,00	269,09	0,00	1.482,00
Zuchtsauen	114	4,48	0,00	24,60	0,00	180,00
Schafe/Ziegen	114	0,46	0,00	3,86	0,00	40,00
Pferde	114	0,87	0,00	3,74	0,00	30,00
Masthähnchen	114	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Legehennen	114	840,80	0,00	8.247,41	0,00	88.000,00
Sonstiges	114	474,16	0,00	3.379,23	0,00	30.000,00

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zu Sonstiges (Nennungen): Puten / Gänse (2), Alpakas (1), Kalbinnen (1), Kaninchen (1)

10. Haben Sie einen Nährstoffüberschuss (Gülle / Jauche) aus der Tierhaltung auf Ihrem eigenen Betrieb?

☐ ja *(1)* 4 (4,0 %) ☐ nein *(0)* 96 (96,0 %)
n=100

10.1. Haben Sie in Ihrer näheren Umgebung (Region) einen Nährstoffüberschuss aus der Tierhaltung?

☐ ja *(1)* 17 (18,3 %) ☐ nein *(0)* 76 (81,7 %)
n=93

11. Bitte nennen Sie die durchschnittliche Hof-Feld-Entfernung in ihrem Betrieb:

_____

Bitte nennen Sie die längste / weiteste Hof-Feld-Entfernung in ihrem Betrieb:

_____

Durchschnittliche und längste / weiteste Hof-Feld-Entfernung

Entfernung in km	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliche	113	1,76	1,50	1,22	0,00	6,00
Längste / weiteste	112	5,12	4,00	3,85	0,40	15,00

Abkürzungen: km = Kilometer, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

12. Bauen Sie pflanzliche Substrate für Biogasanlagen an?

☐ ja *(1)* 33 (28,7 %) ☐ nein *(0)* 82 (71,3 %)
n=115
Bei Ja → weiter mit Frage 12.1
Bei Nein → weiter mit Frage 13

12.1. Falls Sie an eine betriebsfremde Biogasanlage liefern, ist die Lieferung des Substrats durch Verträge geregelt?

☐ ja *(1)* 11 (35,5 %) ☐ nein *(-1)* 16 (51,6 %) ☐ teilweise *(0)* 4 (12,9 %)
n=31

Bei Ja/Teilweise → weiter mit Frage 12.1.1
Bei Nein → weiter mit Frage 13

12.1.1. Wenn ja/teilweise, welche durchschnittliche Laufzeit in Jahren haben Ihre Lieferverträge?_____

Durchschnittliche Laufzeit der Substratlieferverträge an Biogasanlagenbetreiber

Lieferverträge	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliche Laufzeit in Jahren	15	4,80	5,00	3,88	1,00	15,00

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

13. In welchen weiteren Bereichen bestehen Kooperationen mit anderen Betrieben?

☐ Maschinengemeinschaft *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Beschaffung von Betriebsmitteln *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Im Bereich Tierhaltung und/oder Futterbau *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Im Bereich Ackerbau *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Außenwirtschaft *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Vermarktung von Erzeugnissen *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Erzeugung / Vermarktung von nachwachsenden Rohstoffen *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Sonstiges:_____ (bitte nennen!)

Kooperationsbereiche

Bereiche der Kooperationen	n	Kooperation „ja“ – Häufigkeit (Prozent)	Kooperation „nein“ – Häufigkeit (Prozent)
Maschinengemeinschaft	115	72 (62,6 %)	43 (37,4 %)
Beschaffung von Betriebsmitteln	115	33 (28, 7%)	82 (71,3 %)
Im Bereich Tierhaltung und / oder Futterbau	115	12 (10,4 %)	103 (89,6 %)
Im Bereich Ackerbau	115	47 (40,9 %)	68 (59,1 %)
Außenwirtschaft	115	15 (13,0 %)	100 (87,0 %)
Vermarktung von Erzeugnissen	115	25 (21,7 %)	90 (78,3 %)
Erzeugung / Vermarktung von nachwachsenden Rohstoffen	115	2 (1,7 %)	113 (98,3 %)

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zu Sonstiges (Nennungen): GbR (1), Mistabgabe gegen Stroh / Verleihung von Brennrechten (1), Zuckerrübenrodung und Abfuhr (1), Lohndrusch (1), Informationsaustausch beim Stammtisch (1), WG-Wein / Getreideerzeugergemeinschaft (1), Grünlandbewirtschaftung (1), Stromeinspeisung (1)

14. Geschlecht und Alter des/der Betriebsleiter/-in:

☐ männlich *(1)* 109 (94,8 %) ☐ weiblich *(0)* 6 (5,2 %) Alter:_____ Jahre
n=115

Durchschnittliches Alter der befragten Teilnehmer

	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliches Alter in Jahren	114	50,86	52,00	9,29	22,00	68,00

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

14.1. Seit wann (Jahr) sind Sie Betriebsleiter/-in:_____

Durchschnittliche Berufserfahrung der Befragungsteilnehmer als Betriebsleiter/-in

	n	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	Min	Max
Durchschnittliche Berufserfahrung als Betriebsleiter/-in in Jahren	111	20,44	20,00	11,43	0,00	44,00

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

14.2. Falls Sie über 55 Jahre alt sind, wie haben Sie derzeit Ihre Hofnachfolge geplant? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Familienmitglied wird die Nachfolge antreten *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Hof wird verkauft oder verpachtet *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ noch ungeklärt *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Sonstiges, nämlich:_____

Regelung der Hofnachfolge bei Befragungsteilnehmer mit einem Alter von 55 Jahren und älter

Regelung der Hofnachfolge	n	Antwort „ja“ – Häufigkeit (Prozent)	Antwort „nein“ – Häufigkeit (Prozent)
Familienmitglied wird die Nachfolge antreten	43	21 (48,8 %)	22 (51,2 %)
Hof wird verkauft oder verpachtet	43	3 (7,0 %)	40 (93,0 %)
Noch ungeklärt	43	18 (41,9 %)	25 (58,1 %)

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zu Sonstiges (Nennungen): seit 2007 besteht eine GbR (1)

15. Berufsausbildung des/der Betriebsleiter/-in: (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Landwirtschaftlicher Gehilfe *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Landwirtschaftlicher Meister *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ Hochschulabschluss mit einem agrarbezogenen Studiengang
O FH *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*
O Universität *(Kreuz → 1, kein Kreuz → 0)*

☐ andere Ausbildung:_____

Zur Auswahl stehende vorgegebene landwirtschaftliche Ausbildungen

Ausbildung	n	Antwort „ja“ – Häufigkeit (Prozent)	Antwort „nein“ – Häufigkeit (Prozent)
Landwirtschaftlicher Gehilfe	113	41 (36,3 %)	72 (63,7 %)
Landwirtschaftlicher Meister	113	30 (26,6 %)	83 (73,4 %)
Hochschulabschluss mit agrarbezogenem Studiengang FH	113	9 (8,0 %)	104 (92,0 %)
Hochschulabschluss mit agrarbezogenem Studiengang Uni	113	7 (6,2 %)	106 (93,8 %)
Andere Ausbildung	113	54 (47,8 %)	59 (52,2 %)

Abkürzungen: FH = Fachhochschule, n = Stichprobenumfang, Uni = Universität
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

54 Befragungsteilnehmer haben eine weitere Ausbildung absolviert welche nachfolgend genannt werden und für eine Überschaubarkeit Berufssegmenten (Bundesagentur für Arbeit Statistik, 2015) zugeordnet wurden.

Weitere genannte Ausbildungen

Berufssegment	n	Prozent	Nennungen
Land-, Forst- und Gartenbauberufe	10	18,5 %	(staatl. geprüfter) Fachagrarwirt, staatl. geprüfter Agrarbetriebswirt, staatl. geprüfter Wirtschafter für Landbau, Gärtner für Obstbau, Weinbaumeister / Winzer, Forstwirt, Lehrgang zum Nebenerwerbslandwirt (Fachkraft Landwirtschaft im Nebenerwerb)
Fertigungsberufe	4	7,4 %	Schlosser, Metallbaumeister, Werkzeugmacher
Fertigungstechnische Berufe	24	44,4 %	staatl. geprüfter Techniker für Landbau, Maschinenbautechniker, Elektrotechniker, Informationselektroniker, Elektriker, Industriemechaniker, Kfz-Mechaniker, Mechaniker, Landmaschinenmechaniker (Meister), (Ingenieur) Maschinenbau
Bau- und Ausbauberufe	2	3,7 %	Dipl.-Ing. FH Landschaftsarchitektur, Dipl.-Ing. FH Bauwesen
Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	2	3,7 %	Metzger, Destillateur
Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	3	5,6 %	Pädagoge, Hauswirtschaft (Meister), staatl. geprüfter Wirtschafter
Handelsberufe	1	1,8 %	Kaufmann Großhandel
IT und naturwissenschaftliche Dienstleistungen	1	1,9 %	Physiker
Sicherheitsberufe	1	1,9 %	Strafvollzug
Sonstiges	11	11,1 %	Keine Angaben, Studium, Promotion
Insgesamt	54	100 %	

Abkürzungen: Dipl.-Ing. = Diplom-Ingenieur, FH = Fachhochschule, Kfz = Kraftfahrzeug, n = Nennungen, staatl. = staatlich
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Zu Sonstiges: keine Angabe, genannte Ausbildung nicht näher spezifiziert, genannte Ausbildung lässt sich nicht einem der in Tabelle 15 aufgezeigten Berufssegmente zuordnen

- 85 (75,2 %) nennen eine absolvierte Berufsausbildung
- 26 (23,0 %) nennen zwei absolvierte Berufsausbildungen
- 2 (1,8 %) nennen drei absolvierte Berufsausbildungen

16. Kommentare:

Vielen Dank für Ihre Zeit und die Teilnahme an dieser Befragung!

Übersicht über signifikante Unterschiede der Mittelwerte aller Variablen zur Einstellung zum Anbau von KUP bzw. Miscanthus und zur Risikoeinstellung untergliedert nach der Bewertung des zukünftig vorstellbaren Anbaus von KUP bzw. Miscanthus:

Tabelle 67. Ergebnisse aller Variablen zur Einstellung zum Anbau von KUP bzw. Miscanthus und zur Risikoeinstellung mit signifikanten Mittelwertunterschieden untergliedert nach der Bewertung des zukünftig vorstellbaren Anbaus von KUP

Variablen	n	Zukünftiger Anbau von KUP vorstellbar							
		„Ja“				„Nein“			
		M	MD	SD	n	M	MD	SD	n
Bewertung des Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen allgemein [a)]	107	[1)]1,17***	1,00	0,63	64	[1)]0,44***	0,00	0,85	43
Bewertung des Anbaus von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll [b)]	107	[2)]0,75***	1,00	0,44	64	[2)]-0,05***	0,00	0,69	43
Vorstellbarer Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb, falls zukünftig erlaubt [b)]	103	[2)]0,65**	1,00	0,74	63	[2)]0,25**	1,00	0,90	40
KUP-Anbau gibt die Möglichkeit zur zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen [c)]	105	[1)]0,52^{+}	1,00	1,24	63	[1)]0,05^{+}	0,50	1,27	42
KUP-Anbau gibt die Möglichkeit zur besseren Auslastung betrieblicher Kapazitäten [c)]	105	[1)]0,29***	0,00	1,07	63	[1)]-0,45***	-1,00	1,11	42
Aufgrund der kurzen Laufzeiten der Pachtverträge ist der Anbau von KUP / Miscanthus nicht möglich [d)]	104	[1)]0,13*	0,00	1,06	62	[1)]0,57*	1,00	1,12	42
Anbau der KUP als öVf, wenn diese mit einem höheren Faktor als 0,3 angerechnet würde [b)]	103	[2)]0,50^{+}	1,00	0,76	62	[2)]0,24^{+}	0,00	0,77	41
Baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP auf meinem Betrieb [b)]	107	[2)]-0,75*	-1,00	0,59	64	[2)]-0,37*	-1,00	0,87	43
Risikoeinstellung mittels Selbsteinschätzung durch Skala [e)]	101	[2)]3,98*	4,00	1,38	60	[2)]4,46*	4,00	1,45	41

Erklärungen: Signifikanzniveaus: $^{+}$p<0,1, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [1)] T-test der Mittelwerte von KUP „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“; [2)] Kruskal-Wallis-Test auf unabhängige Stichproben nach der Variable KUP vorstellbar „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“; Kodierung: [a)] negativ = -2, eher negativ = -1, neutral = 0, eher positiv = 1, positiv = 2; [b)] Kodierung: nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [c)] völlig unwichtig = -2, eher unwichtig = -1, weder wichtig noch unwichtig = 0, eher wichtig = 1, sehr wichtig = 2; [d)] stimme überhaupt nicht zu = -2, stimme eher nicht zu = -1, stimme weder zu noch nicht zu = 0, stimme eher zu = 1, stimme voll und ganz zu = 2; [e)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9

Abkürzungen: KUP = Kurzumtriebsplantage, M = Mittelwert, MD = Median, n = Stichprobenumfang, öVf = ökologische Vorrangfläche, SD = Standardabweichung

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 68. Ergebnisse aller Variablen zur Einstellung zum Anbau von KUP bzw. Miscanthus und zur Risikoeinstellung mit signifikanten Mittelwertunterschieden untergliedert nach der Bewertung des zukünftig vorstellbaren Anbaus von Miscanthus

Variablen	n	Zukünftiger Anbau von Miscanthus vorstellbar							
		„Ja“				„Nein“			
		M	MD	SD	n	M	MD	SD	n
Bewertung des Anbaus von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll [a)]	111	[2)]0,66***	1,00	0,54	65	[2)]0,15***	0,00	0,73	46
Vorstellbarer Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb, falls zukünftig erlaubt [a)]	107	[2)]0,63*	1,00	0,77	64	[2)]0,35*	1,00	0,87	43
KUP-Anbau gibt die Möglichkeit zur zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen [b)]	108	[1)]0,56**	1,00	1,23	64	[1)]-0,11**	0,00	1,26	44
Risiko aufgrund ungewisser Erträge [c)]	109	[1)]0,27^{+}	0,00	0,96	64	[1)]0,60^{+}	1,00	1,03	45
Eine vertragliche Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut ist mir wichtig [c)]	111	[2)]1,48^{+}	2,00	0,71	65	[2)]1,09^{+}	1,00	1,07	46
Aufgrund der kurzen Laufzeiten der Pachtverträge ist der Anbau von KUP / Miscanthus nicht möglich [c)]	107	[1)]0,13*	0,00	1,12	64	[1)]0,56*	1,00	1,05	43
Baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von Miscanthus auf meinem Betrieb [a)]	111	[2)]-0,78**	-1,00	0,57	65	[2)]-0,41**	-1,00	0,83	46
Risikoeinstellung mittels Selbsteinschätzung durch Skala [d)]	104	[2)]3,95*	4,00	1,35	60	[2)]4,45*	4,00	1,42	44

Erklärungen: Signifikanzniveaus: $^{+}$p<0,1, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [1)] T-test der Mittelwerte von Miscanthus „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“; [2)] Kruskal-Wallis-Test auf unabhängige Stichproben nach der Variable Miscanthus vorstellbar „ja“ gegenüber „nein“ / „weiß nicht“; Kodierung: [a)] nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [b)] völlig unwichtig = -2, eher unwichtig = -1, weder wichtig noch unwichtig = 0, eher wichtig = 1, sehr wichtig = 2; [c)] stimme überhaupt nicht zu = -2, stimme eher nicht zu = -1, stimme weder zu noch nicht zu = 0, stimme eher zu = 1, stimme voll und ganz zu = 2; [d)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9

Abkürzungen: M = Mittelwert, MD = Median, n = Stichprobenumfang, SD = Standardabweichung

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

<u>Übersicht über Zusammenhänge zwischen Variablen:</u>

Innerhalb der einzelnen Fragenblöcke aus dem ersten Teil des Fragebogens zur Einstellung der Landwirte zum Anbau von KUP bzw. Miscanthus gibt es häufig signifikante Zusammenhänge. Diese sind jedoch nicht im Einzelnen abgebildet.

Tabelle 69. Zusammenhänge zwischen den Methoden zur Erhebung der Risikoeinstellung

	Risiko - Lotterie [a)]	Risiko - Skala [a)]	Risiko – alternative Einkommenshöhe [a)]
Risiko-Lotterie [a)b)]	1 n=86	-	-
Risiko-Skala [a)c)]	[1)]0,3568*** n=83	1 n=110	-
Risiko – alternative Einkommenshöhe [a)d)]	[1)]0,1012 n=73	[1)]0,2320* n=90	1 n=94

Erklärungen: Signifikanzniveaus: *p<0,05, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; [a)] Kodierung: risikofreudig = 1, risikoneutral = 2, risikoscheu = 3; [b)] Diese Variable wurden für die obigen Korrelationsberechnungen wie folgt zusammengefasst: äußerst risikofreudig (1), sehr risikofreudig (2) und risikofreudig (3) = 1, risikoneutral (4) = 2, geringfügig risikoscheu (5), risikoscheu (6), sehr risikoscheu (7), äußerst risikoscheu (8), und es wird gar kein Risiko eingegangen (9-11) = 3; [c)] Diese Variable wurden für die obigen Korrelationsberechnungen wie folgt zusammengefasst: äußerst risikofreudig (1), sehr risikofreudig (2) und risikofreudig (3) = 1, risikoneutral (4) = 2, geringfügig risikoscheu (5), risikoscheu (6), sehr risikoscheu (7), äußerst risikoscheu (8), und es wird gar kein Risiko eingegangen (9) = 3; [d)] Diese Variable wurden für diese Korrelationsberechnungen wie folgt zusammengefasst: Geldbeträge < 20.000 € → 1, Geldbetrag = 20.000 € → 2, Geldbeträge > 20.000 € → 3
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 70. Zusammenhänge zwischen der Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury"-Lotterie und Skala durch Selbsteinschätzung und dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus

	Risiko-Lotterie [a)]	Risiko-Skala [b)]	Anbau von KUP vorstellbar [c)]	Anbau von Miscanthus vorstellbar [c)]
Risiko-Lotterie [a)]	1 n=86	-	-	-
Risiko-Skala [b)]	[1)]0,3899*** n=83	1 n=110	-	-
Anbau von KUP vorstellbar [c)]	[1)]-0,1143 n=79	[1)]-0,2245* n=101	1 n=107	-
Anbau von Miscanthus vorstellbar [c)]	[1)]-0,0683 n=83	[1)]-0,2156* n=104	[1)]0,6691*** n=104	1 n=111

Erklärungen: Signifikanzniveaus: *p<0,05, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; Kodierung: [a)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9-11; [b)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9; [c)] nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 71. Zusammenhänge zwischen der Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury"-Lotterie und Skala durch Selbsteinschätzung und ausgewählten personen- bzw. betriebsbezogenen Variablen

	Risiko-Lotterie [a)]	Risiko-Skala [b)]	Haupt- / Nebenerwerb [c)]	LF in ha [f)]	Anteil Pachtfläche in % [f)]	Alter [f)]	Hofnachfolge [d)]	Landwirtschaftlicher Ausbildungsstand [e)]	Berufserfahrung [f)]
Risiko-Lotterie [a)]	1 n=86	-	-	-	-	-	-	-	-
Risiko-Skala [b)]	[1)]0,3899*** n=83	1 n=110	-	-	-	-	-	-	-
Haupt- / Nebenerwerb [c)]	[2)]0,3541 n=86	[2)]0,2377 n=109	1 n=116	-	-	-	-	-	-
LF in ha [f)]	[1)]0,0505 n=86	[1)]-0,0780 n=109	[4)]0,5163*** n=116	1 n=116	-	-	-	-	-
Anteil Pachtfläche in % [f)]	[1)]-0,0099 n=86	[1)]-0,0983 n=107	[4)]0,2468** n=114	[5)]0,3480*** n=114	1 n=114	-	-	-	-
Alter [f)]	[1)]-0,1335 n=85	[1)]0,0419 n=107	[4)]-0,0659 n=114	[5)]-0,1991* n=114	[5)]-0,2318* n=112	1 n=114	-	-	-
Hofnachfolge [d)]	[2)]0,2554 n=85	[2)]0,3235 n=108	[3)]0,2028* n=115	[4)]0,1402 n=115	[4)]-0,0280 n=113	[4)]-0,3691*** n=114	1 n=115	-	-
Landwirtschaftlicher Ausbildungsstand [e)]	[1)]-0,0337 n=62	[1)]-0,1165 n=75	[2)]0,3012* n=80	[1)]0,1581 n=80	[1)]0,0585 n=80	[1)]-0,1344 n=79	[2)]0,1752 n=80	1 n=80	-
Berufserfahrung [f)]	[1)]-0,0444 n=84	[1)]0,0070 n=107	[4)]0,0768 n=111	[5)]-0,1319 n=111	[5)]-0,1899** n=109	[5)]0,8054*** n=109	[4)]-0,3555*** n=110	[1)]-0,2108+ n=77	1 n=111

Erklärungen: Signifikanzniveaus: +p<0,1, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; [2)] Chi^2 –Test und Kontingenzkoeffizient Cramer's V; [3)] Chi^2 –Test und Vierfelder-Korrelationskoeffizient Phi; [4)] Varianzanalyse und punktbiserialer Korrelationskoeffizient (händisch berechnet); [5)] Paarweiser Korrelationskoeffizient nach Pearson-Bravais; Kodierung: [a)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9-11; [b)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9; [c)] Nebenerwerb = 0, Haupterwerb = 1; [d)] Hofnachfolge noch nicht geregelt = 0, Hofnachfolge ist geregelt bzw. Betriebsleiter/-in ist jünger als 55 Jahre = 1; [e)] Landwirtschaftlicher Gehilfe = 1, Landwirtschaftlicher Meister = 2, Hochschulabschluss mit agrarbezogenem Studiengang (Fachhochschule oder Universität) = 3; [f)] Diese Variablen wurden zu Korrelationsberechnungen mit den Variablen Risiko-Lotterie, Risiko-Skala und landwirtschaftlicher Ausbildungsstand auf ein ordinales Skalenniveau in die folgenden Gruppen zusammengefasst: LF in ha: ≤ 9 → 1, 10 – 19 → 2, 20 – 29 → 3, 30 – 49 → 4, 50 – 99 → 5, ≥ 100 → 6; Anteil Pachtfläche in %: 0 – 19 → 1, 20 – 39 → 2, 40 – 59 → 3. 60 – 79 → 4, 80 – 100 → 5; Alter in Jahren: ≤ 29 = 1, 30 – 39 = 2, 40 – 49 = 3, 50 – 59 = 4, ≥ 60 = 5; Berufserfahrung in Jahren: ≤ 9 → 1, 10 – 19 → 2, 20 – 29 → 3, ≥ 30 → 4

Abkürzungen: ha = Hektar, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 72. Zusammenhänge zwischen der Risikoeinstellung mittels „Holt and Laury"-Lotterie und Skala durch Selbsteinschätzung und ausgewählten Faktoren, die eine Auswirkung auf die Entscheidung zur Aufnahme der Anbauverfahren KUP bzw. Miscanthus haben können

	Risiko-Lotterie [a)]	Risiko-Skala [b)]	Anbau allgemein [c)]	Anbau auf dem eigenen Betrieb [d)]	Kapital- & Flächenbindung [e)]	Abnahmegarantie [f)]	Vermarktungsmöglichkeiten [g)]	Entlastung Arbeitsspitzen [h)]	Akzeptanz der Kollegen [i)]
Risiko-Lotterie [a)]	1 n=86	-	-	-	-	-	-	-	-
Risiko-Skala [b)]	[1)]0,3899*** n=83	1 n=110	-	-	-	-	-	-	-
Anbau allgemein [c)]	[1)]-0,0585 n=86	[1)]-0,0807 n=110	1 n=117	-	-	-	-	-	-
Anbau auf dem eigenen Betrieb [d)]	[1)]-0,1211 n=86	[1)]-0,1884* n=110	[1)]0,4394*** n=117	1 n=117	-	-	-	-	-
Kapital- & Flächenbindung [e)]	[1)]0,1183 n=85	[1)]0,2149* n=109	[1)]-0,1892* n=116	[1)]-0,2286* n=116	1 n=116	-	-	-	-
Abnahmegarantie [f)]	[1)]-0,0140 n=86	[1)]0,0365 n=110	[1)]-0,0442 n=117	[1)]0,0289 n=117	[1)]0,2042* n=116	1 n=117	-	-	-
Vermarktungsmöglichkeiten [g)]	[1)]-0,1310 n=84	[1)]0,0650 n=107	[1)]0,0017 n=114	[1)]0,0027 n=114	[1)]0,2001* n=113	[1)]0,4625*** n=114	1 n=114	-	-
Entlastung Arbeitsspitzen [h)]	[1)]0,1491 n=83	[1)]-0,0258 n=107	[1)]0,2722** n=114	[1)]0,3075*** n=114	[1)]0,0750 n=113	[1)]0,1275 n=114	[1)]0,0284 n=113	1 n=114	-
Akzeptanz der Kollegen [i)]	[1)]-0,0744 n=86	[1)]0,1114 n=110	[1)]-0,0789 n=117	[1)]-0,0352 n=117	[1)]0,1643 n=116	[1)]0,0933 n=117	[1)]-0,0852 n=114	[1)]0,0828 n=114	1 n=117

Erklärungen: Signifikanzniveaus: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; Kodierung: [a)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9-11; [b)] äußerst risikofreudig = 1, sehr risikofreudig = 2, risikofreudig = 3, risikoneutral = 4, geringfügig risikoscheu = 5, risikoscheu = 6, sehr risikoscheu = 7, äußerst risikoscheu = 8, es wird gar kein Risiko eingegangen = 9; [c)] Bewertung des allgemeinen Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen – negativ = -2, eher negativ = -1, neutral = 0, eher positiv = 1, positiv = 2; [d)] Bewertung des Anbaus von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll – nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [e)] Bewertung der Wichtigkeit der Kapital- und Flächenbindung von 20 Jahren und länger, die mit den Verfahren KUP bzw. Miscanthus einhergehen – völlig unwichtig = -2, eher unwichtig = -1, weder noch = 0, eher wichtig = 1, sehr wichtig = 2; [f)] Bewertung der Wichtigkeit einer vertraglichen Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut – stimme überhaupt nicht zu = -2, stimme eher noch zu = -1, weder noch = 0, stimme eher zu = 1, stimme voll und ganz zu = 2; [g)] Bewertung der Wichtigkeit von bisher kaum vorhandenen Vermarktungsmöglichkeiten – völlig unwichtig = -2, eher unwichtig = -1, weder noch = 0, eher wichtig = 1, sehr wichtig = 2; [h)] Bewertung der Wichtigkeit zur zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen – völlig unwichtig = -2, eher unwichtig = -1, weder noch = 0, eher wichtig = 1, sehr wichtig = 2; [i)] Bewertung der Wichtigkeit der Akzeptanz der Kollegen für die Anbauverfahren – stimme überhaupt nicht zu = -2, stimme eher nicht zu = -1, weder noch = 0, stimme eher zu = 1, stimme voll und ganz zu = 2
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 73. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und dem Anbau auf Grünland (falls zukünftig erlaubt), der Bewirtschaftung von Brachflächen und der Anrechnung von KUP als ökologische Vorrangflächen

	Anbau von KUP vorstellbar [a)]	Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	Anbau auf Grünland [b)]	Anbau auf Brachflächen [c)]	KUP als öVf anrechnen [d)]	Anbau auf Grünland [e)]
Anbau von KUP vorstellbar [a)]	1 n=107	-	-	-	-	-
Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	[1)]0,6691*** n=104	1 n=111	-	-	-	-
Anbau auf Grünland [b)]	[1)]0,2382* n=103	[1)]0,1836^{+} n=107	1 n=113	-	-	-
Anbau auf Brachflächen [c)]	[1)]0,1114 n=105	[1)]-0,0423 n=108	[1)]0,3128*** n=111	1 n=114	-	-
KUP als öVf anrechnen [d)]	[1)]0,2637** n=104	[1)]0,1592 n=108	[1)]0,1802^{+} n=110	[1)]0,1060 n=112	1 n=114	-
Anbau auf Grünland [e)]	[1)]-0,0300 n=99	[1)]-0,1006 n=103	[1)]0,5422*** n=107	[1)]0,3435*** n=107	[1)]-0,0298 n=106	1 n=108

Erklärungen: Signifikanzniveaus: $^{+}$p<0,1, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; Kodierung: [a)] nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [b)] Vorstellbarer Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb, falls zukünftig erlaubt – nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [c)] Bewertung der Wichtigkeit zur Möglichkeit, Brachflächen besser zu verwerten – völlig unwichtig = -2, eher unwichtig = -1, weder noch = 0, eher wichtig = 1, sehr wichtig = 2; [d)] Anbau von KUP, um diese als ökologische Vorrangfläche mit dem aktuellen Faktor von 0,3 anrechnen zu lassen – nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [e)] Anbau von KUP / Miscanthus (sofern erlaubt) eher auf Grünlandflächen – stimme überhaupt nicht zu = -2, stimme eher nicht zu = -1, sehe ich neutral = 0, stimme eher zu = 1, stimme voll und ganz zu = 2
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang, öVf = ökologische Vorrangfläche
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 74. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und dem Anteil der Grünlandfläche zur gesamten LF sowie Betrieben mit Tierhaltung

	Anbau von KUP vorstellbar [a)]	Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	Anteil Grünlandfläche in % [b)]	Tierhaltung [c)]
Anbau von KUP vorstellbar [a)]	1 n=107	-	-	-
Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	[1)]0,6691*** n=104	1 n=111	-	-
Anteil Grünlandfläche in % [b)]	[1)]0,0801 n=106	[1)]0,0217 n=110	1 n=116	-
Tierhaltung [c)]	[2)]0,0759 n=104	[2)]0,0391 n=108	[3)]0,3294** n=114	1 n=114

Erklärungen: Signifikanzniveaus: **p<0,01, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; [2)] Chi^2 – Test und Kontingenzkoeffizient Cramer's V; [3)] Varianzanalyse und punktbiserialer Korrelationskoeffizient; Kodierung: [a)] nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [b)] Diese Variable wurde zu Korrelationsberechnungen mit den Variablen Anbau von KUP bzw. Miscanthus vorstellbar auf ein ordinales Skalenniveau in die folgenden Gruppen zusammengefasst: Anteil Grünlandfläche in %: 0 – 19 → 1, 20 – 39 → 2, 40 – 59 → 3, 60 – 79 → 4, 80 – 100 → 5; [c)] Tierhaltung – Kodierung: nein = 0, ja = 1
Abkürzungen: LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche, n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 75. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und dem Anbau pflanzlicher Substrate für Biogasanlagen sowie einer geregelten Abnahmegarantie für das Erntegut

	Anbau von KUP vorstellbar [a)]	Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	Anbau von pflanzlichen Substraten für Biogasanlagen [b)]	Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut [c)]
Anbau von KUP vorstellbar [a)]	1 n=107	-	-	-
Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	[1)]0,6691*** n=104	1 n=111	-	-
Anbau von pflanzlichen Substraten für Biogasanlagen [b)]	[2)]0,2320^{+} n=105	[2)]0,1415 n=109	1 n=115	-
Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut [c)]	[1)]0,1351 n=107	[1)]0,2334* n=111	[2)]0,1164 n=115	1 n=117

Erklärungen: Signifikanzniveaus: $^{+}$p<0,1, *p<0,05, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; [2)] Chi^2 –Test und Kontingenzkoeffizient Cramer's V; Kodierung: [a)] nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [b)] Anbau pflanzlicher Substrate für die Biogasanlage – nein = 0, ja = 1; [c)] Bewertung der Wichtigkeit einer vertraglichen Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut – stimme überhaupt nicht zu = -2, stimme eher noch zu = -1, weder noch = 0, stimme eher zu = 1, stimme voll und ganz zu = 2
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 76. Zusammenhänge zwischen dem vorstellbaren Anbau von KUP bzw. Miscanthus und der Bewirtschaftung von extensivem Grünland, Brachflächen und Anrechnung von KUP als ökologische Vorrangflächen

	Anbau von KUP vorstellbar [a)]	Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	Bewirtschaftung von extensivem Grünland [b)]	Anbau von KUP / Miscanthus auf Grünland vorstellbar [c)]	Bewirtschaftung von Brachflächen (öVf) [d)]
Anbau von KUP vorstellbar [a)]	1 n=107	-	-	-	-
Anbau von Miscanthus vorstellbar [a)]	[1)]0,6691*** n=104	1 n=111	-	-	-
Bewirtschaftung von extensivem Grünland [b)]	[2)]0,1286 n=104	[2)]0,1233 n=108	1 n=114	-	-
Anbau von KUP / Miscanthus auf Grünland vorstellbar [c)]	[1)]0,2382* n=103	[1)]0,1836^{+} n=107	[2)]0,2517* n=110	1 n=113	-
Bewirtschaftung von Brachflächen (öVf) [d)]	[2)]0,1365 n=83	[2)]0,1373 n=86	[3)]0,0773 n=90	[2)]0,2435^{+} n=88	1 n=90

Erklärungen: Signifikanzniveaus: $^{+}$p<0,1, *p<0,05, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; [2)] Chi^2 –Test und Kontingenzkoeffizient Cramer's V; [3)] Chi^2 –Test und Vierfelder-Korrelationskoeffizient Phi; Kodierung: [a)] nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [b)] nein = 0, ja = 1; [c)] Vorstellbarer Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb, falls zukünftig erlaubt – nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1;[d)] nein = 0, ja = 1
Abkürzungen: n = Stichprobenumfang; öVf = ökologische Vorrangflächen
Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 77. Zusammenhänge zwischen der Bewirtschaftung von Brachflächen und auf welchen Flächen KUP bzw. Miscanthus potenziell angebaut werden würde

	Bewirtschaftung von Brachflächen (öVf) [a)]	Kleine Schläge [c)]	Ungünstig geformte Schläge [c)]	Entfernt gelegene Flächen [c)]	Schlechtere Standorte [c)]	Waldrandflächen [c)]	Grünlandflächen (sofern erlaubt) [c)]
Bewirtschaftung von Brachflächen (öVf) [a)]	1 n=90	-	-	-	-	-	-
Kleine Schläge [c)]	[2)]0,2262 n=88	1 n=114	-	-	-	-	-
Ungünstig geformte Schläge [c)]	[2)]0,2399 n=89	[1)]0,7944*** n=113	1 n=116	-	-	-	-
Entfernt gelegene Flächen [c)]	[2)]0,1580 n=86	[1)]0,2879** n=110	[1)]0,3710*** n=112	1 n=116	-	-	-
Schlechtere Standorte [c)]	[2)]0,2771 n=87	[1)]0,5134*** n=111	[1)]0,4955*** n=114	[1)]0,3091*** n=110	1 n=114	-	-
Waldrandflächen [c)]	[2)]0,2161 n=86	[1)]0,5164*** n=107	[1)]0,4330*** n=109	[1)]0,3172*** n=106	[1)]0,4878*** n=108	1 n=114	-
Grünlandflächen (sofern erlaubt) [c)]	[2)]0,2617 n=84	[1)]0,4307*** n=105	[1)]0,4338*** n=107	[1)]0,1748+ n=104	[1)]0,2562** n=107	[1)]0,3509*** n=102	1 n=80

Erklärungen: Signifikanzniveaus: +p<0,1, **p<0,01, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; [2)] Chi^2 –Test und Kontingenzkoeffizient Cramer's V; Kodierung: [a)] nein = 0, ja = 1; [c)] Zustimmung darüber, auf welchen Flächen die Befragungsteilnehmer KUP bzw. Miscanthus im eigenen Betrieb anpflanzen würden – stimme überhaupt nicht zu = -2, stimme eher nicht zu = -1, weder noch = 0, stimme eher zu = 1, stimme voll und ganz zu = 2

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Tabelle 78. Zusammenhänge zwischen der baldigen Hofübergabe / Rente bzw. dem vorstellbaren Anbau auf Grünlandflächen und der Bewertung des Anbaus mehrjähriger biomasseliefernder Pflanzen

	Baldige Hofübergabe / Rente [a)]	Anbau auf Grünland [b)]	Anbau allgemein [c)]	Anbau auf dem eigenen Betrieb [d)]
Baldige Hofübergabe / Rente [a)]	1 n=116	-	-	-
Anbau auf Grünland [b)]	[1)]-0,2489** n=112	1 n=113	-	-
Anbau allgemein [c)]	[1)]-0,1763+ n=116	[1)]0,1820+ n=113	1 n=117	-
Anbau auf dem eigenen Betrieb [d)]	[1)]-0,2871** n=116	[1)]0,3631*** n=113	[1)]0,4394*** n=117	1 n=117

Erklärungen: Signifikanzniveaus: +p<0,1, **p<0,01, ***p<0,001; [1)] Spearman's Rangkorrelationskoeffizient Rho; Kodierung: [a)] Baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf dem eigenen Betrieb - nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [b)] Vorstellbarer Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen im eigenen Betrieb, falls zukünftig erlaubt – nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1; [c)] Bewertung des allgemeinen Anbaus von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen – negativ = -2, eher negativ = -1, neutral = 0, eher positiv = 1, positiv = 2; [d)] Bewertung des Anbaus von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf dem eigenen Betrieb als sinnvoll – nein = -1, weiß nicht = 0, ja = 1

Abkürzungen: n = Stichprobenumfang

Quelle: eigene Ergebnisse, Werte gerundet

Untersuchungen von Zusammenhängen zwischen dem vorstellbaren zukünftigen Anbau von KUP bzw. Miscanthus und den betriebs- bzw. betriebsleiterbezogenen Eigenschaften Haupt- oder Nebenerwerb, landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Pachtflächenanteil, Ackerflächenanteil, Grünlandflächenanteil, Dauer-/ Sonderkulturflächenanteil, Arbeitskräfte (AK) je 100 ha, Alter, Hofnachfolgeregelung und Berufserfahrung (Kodierung siehe Fragebogen) zeigen die folgenden signifikanten Zusammenhänge:

Anbau von KUP vorstellbar (ja / weiß nicht / nein) mit…
- Ackerflächenanteil zur LF in % (Spearman's Roh = -0,2802**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=106).

Anbau von Miscanthus vorstellbar (ja / weiß nicht / nein) mit…
- Alter (Spearman's Roh: -0,1752^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=108)
- Ackerflächenanteil zur LF in % (Spearman's Roh = -0,2478**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=110).

Zu den folgenden hervorzuhebenden Variablen aus dem ersten Fragenteil des Fragebogens besteht ein signifikanter Zusammenhang zum vorstellbaren Anbau von KUP:
- Wie bewerten Sie allgemein den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen? (Spearman's Rho = 0,4239***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=107)
- Halten Sie den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf Ihrem Betrieb generell für sinnvoll? (Spearman's Rho = 0,5558***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=107)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur Verringerung des Risikos durch den Anbau weiterer Kulturen (Spearman's Rho = 0,1774^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=103)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen (Spearman's Rho = 0,2142*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=105)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur besseren Auslastung betrieblicher Kapazitäten (Spearman's Rho = 0,3052**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=105)
- KUP / Miscanthus empfinde ich als ein besonders umweltfreundliches Anbauverfahren (Spearman's Rho = 0,3370***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=102)
- Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb (Spearman's Rho = -0,2606**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=107)
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf Waldrandflächen (Spearman's Rho = -0,2099*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=101)
- Aufgrund der kurzen Laufzeiten der Pachtverträge ist der Anbau von KUP / Miscanthus nicht möglich (Spearman's Rho = -0,2515**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=104)
- Eine notwendige Zustimmung des Verpächters erschwert den Anbau von KUP auf meinen Pachtflächen (Spearman's Rho = -0,1722^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=95).

Zu den folgenden hervorzuhebenden Variablen aus dem ersten Fragenteil des Fragebogens besteht ein signifikanter Zusammenhang zum vorstellbaren Anbau von Miscanthus:

- Wie bewerten Sie allgemein den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen? (Spearman's Rho = 0,2779**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=111)
- Halten Sie den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf Ihrem Betrieb generell für sinnvoll? (Spearman's Rho = 0,3468***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=111)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur Verringerung des Risikos durch den Anbau weiterer Kulturen (Spearman's Rho = 0,2532**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=107)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur zeitlich flexiblen Ernte in den Wintermonaten und damit zur Entlastung der Arbeitsspitzen (Spearman's Rho = 0,3115***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=108)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur besseren Auslastung betrieblicher Kapazitäten (Spearman's Rho = 0,2651**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=109)
- Risiko aufgrund ungewisser Erträge (aus dem KUP-/ Miscanthusanbau) (Spearman's Rho = -0,1640^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=109)
- Eine vertragliche Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut ist mir wichtig (Spearman's Rho = 0,2334*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=111)
- KUP / Miscanthus empfinde ich als ein besonders umweltfreundliches Anbauverfahren (Spearman's Rho = 0,2636**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=106)
- Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb (Spearman's Rho = -0,2449**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=111)
- Aufgrund der kurzen Laufzeiten der Pachtverträge ist der Anbau von KUP / Miscanthus nicht möglich (Spearman's Rho = -0,1878^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=107).

<u>Weitere Zusammenhänge zwischen den zuvor genannten betriebs- bzw. betriebsleiterbezogenen Eigenschaften und den Variablen aus dem Fragenteil zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus</u>

Mit der Variable „Haupt- oder Nebenerwerb" korrelieren die folgenden Variablen aus dem Fragenteil zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus:

- Wie bewerten Sie allgemein den Anbau von mehrjährigen biomasseliefernden Pflanzen? (Cramer's V = 0,2978*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=116)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur Herstellung von Biomasse für die innerbetriebliche Nutzung (Cramer's V = 0,3006*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=113)
- Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb (Cramer's V = 0,2132^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=115)
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf ungünstig geformten Schlägen (Cramer's V = 0,2727^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=115)
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf vergleichsweise schlechteren Standorten an (Cramer's V = 0,2738^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=113).

Mit der Variable „Hofnachfolgeregelung“ korrelieren die folgenden Variablen aus dem Fragenteil zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus:

- Die Akzeptanz der Kollegen für das Anbauverfahren ist mir wichtig (Cramer‘s V = 0,4250***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=114)
- Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb (Cramer‘s V = 0,3331**; Signifikanzniveau = **p<0,01; n=114).

Mit der Variable „Alter“ korrelieren die folgenden Variablen aus dem Fragenteil zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus:

- Halten Sie den Anbau von mehrjährigen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse auf Ihrem Betrieb generell für sinnvoll? (Spearman’s Rho = -0,2040*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=114)
- Können Sie sich vorstellen, KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen in Ihrem Betrieb anzubauen, falls dies zukünftig erlaubt würde? (Spearman’s Rho = -0,1734^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=110)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur besseren Auslastung betrieblicher Kapazitäten (Spearman’s Rho = -0,2241*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=112)
- Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb (Spearman’s Rho = 0,3753***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=113).

Mit der Variable „landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in Hektar“ korrelieren die folgenden Variablen aus dem Fragenteil zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus:

- Können Sie sich vorstellen, KUP bzw. Miscanthus auf Grünlandflächen in Ihrem Betrieb anzubauen, falls dies zukünftig erlaubt würde? (Spearman’s Rho = 0,1684^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=112)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit Brachflächen besser zu verwerten (Spearman’s Rho = 0,2226*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=113)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur Herstellung von Biomasse für die innerbetriebliche Nutzung (Spearman’s Rho = 0,1883*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=113)
- Die Notwendigkeit einer Anfangsinvestition wäre für mich bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens unwichtig / weder noch / wichtig (Spearman’s Rho = -0,1543^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=115)
- Eine Erschwernis durch bisher fehlende bis gering vorhandene Technik für Pflanzung und Ernte wäre für mich bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens unwichtig / weder noch / wichtig (Spearman’s Rho = -0,2247*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=113)
- Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb (Spearman’s Rho = -0,1937*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=115)
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf kleineren Schlägen an (Spearman’s Rho = 0,1661^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=113)
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf ungünstig geformten Schlägen an (Spearman’s Rho = 0,2068*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=115)

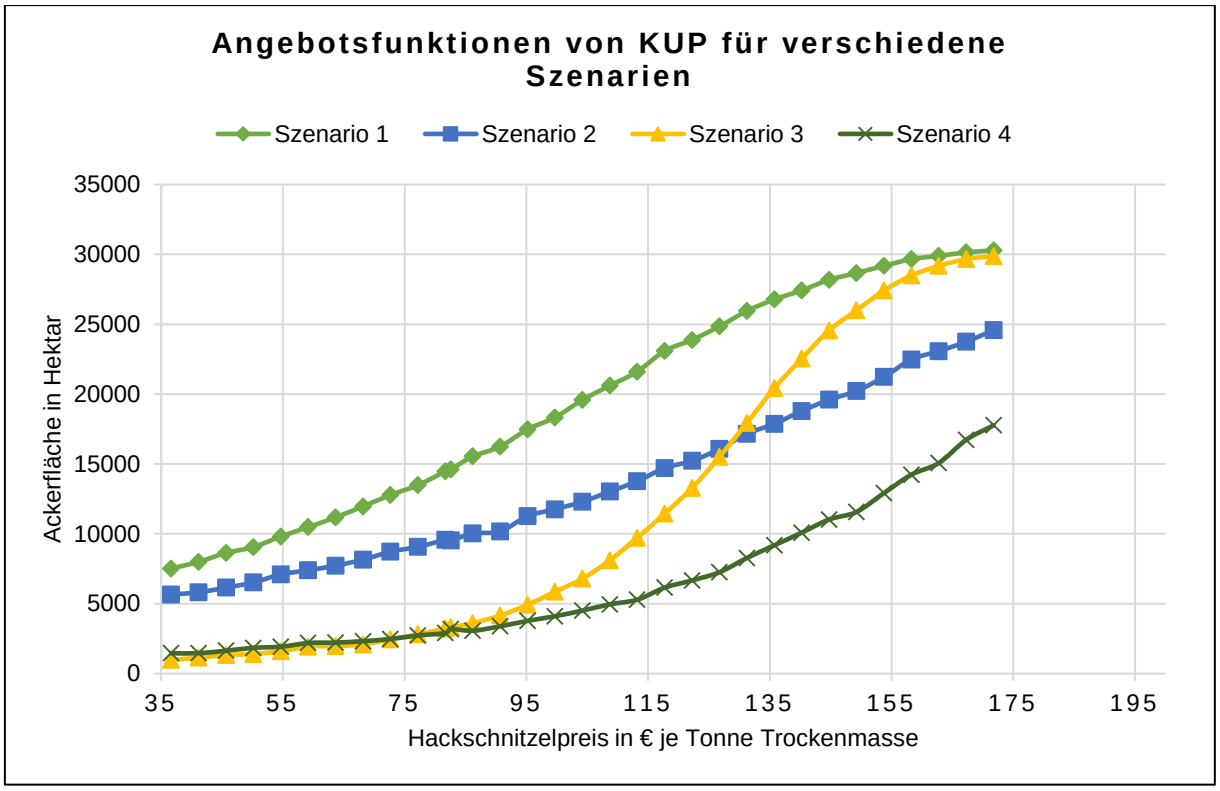
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf vergleichsweise schlechteren Standorten an (Spearman's Rho = 0,1927*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=113)
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf Waldrandflächen an (Spearman's Rho = 0,2115*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=109).

Mit der Variable „Pachtanteil zur landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in %" korrelieren die folgenden Variablen aus dem Fragenteil zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus:

- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit Brachflächen besser zu verwerten (Spearman's Rho = 0,1702^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=111)
- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur Herstellung von Biomasse für die innerbetriebliche Nutzung (Spearman's Rho = 0,1643^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=111)
- Die Notwendigkeit einer Anfangsinvestition wäre für mich bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens unwichtig / weder noch / wichtig (Spearman's Rho = -0,1785^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=113)
- Eine Erschwernis durch bisher fehlende bis gering vorhandene Technik für Pflanzung und Ernte wäre für mich bei der Entscheidung zur Aufnahme des Anbauverfahrens unwichtig / weder noch / wichtig (Spearman's Rho = -0,1625^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=111)
- KUP / Miscanthus pflanze ich eher auf Waldrandflächen an (Spearman's Rho = 0,1978*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=107)
- Eine notwendige Zustimmung des Verpächters erschwert den Anbau von KUP auf meinen Pachtflächen (Spearman's Rho = 0,2149*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=102).

Mit der Variable „Berufserfahrung" korrelieren die folgenden Variablen aus dem Fragenteil zur Einstellung zum Anbau von KUP und Miscanthus:

- Der KUP- / Miscanthusanbau gibt die Möglichkeit zur Herstellung von Biomasse für die innerbetriebliche Nutzung (Spearman's Rho = -0,2088*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=108)
- Eine vertragliche Abnahmegarantie bei garantiertem Mindestpreis für das gesamte Erntegut ist mir wichtig (Spearman's Rho = 0,1697^{+}; Signifikanzniveau = $^{+}$p<0,1; n=111)
- Eine baldige Hofübergabe / Rente spricht gegen den Anbau von KUP bzw. Miscanthus auf meinem Betrieb (Spearman's Rho = 0,3350***; Signifikanzniveau = ***p<0,001; n=110)
- Eine notwendige Zustimmung des Verpächters erschwert den Anbau von Miscanthus auf meinen Pachtflächen (Spearman's Rho = 0,2027*; Signifikanzniveau = *p<0,05; n=99).

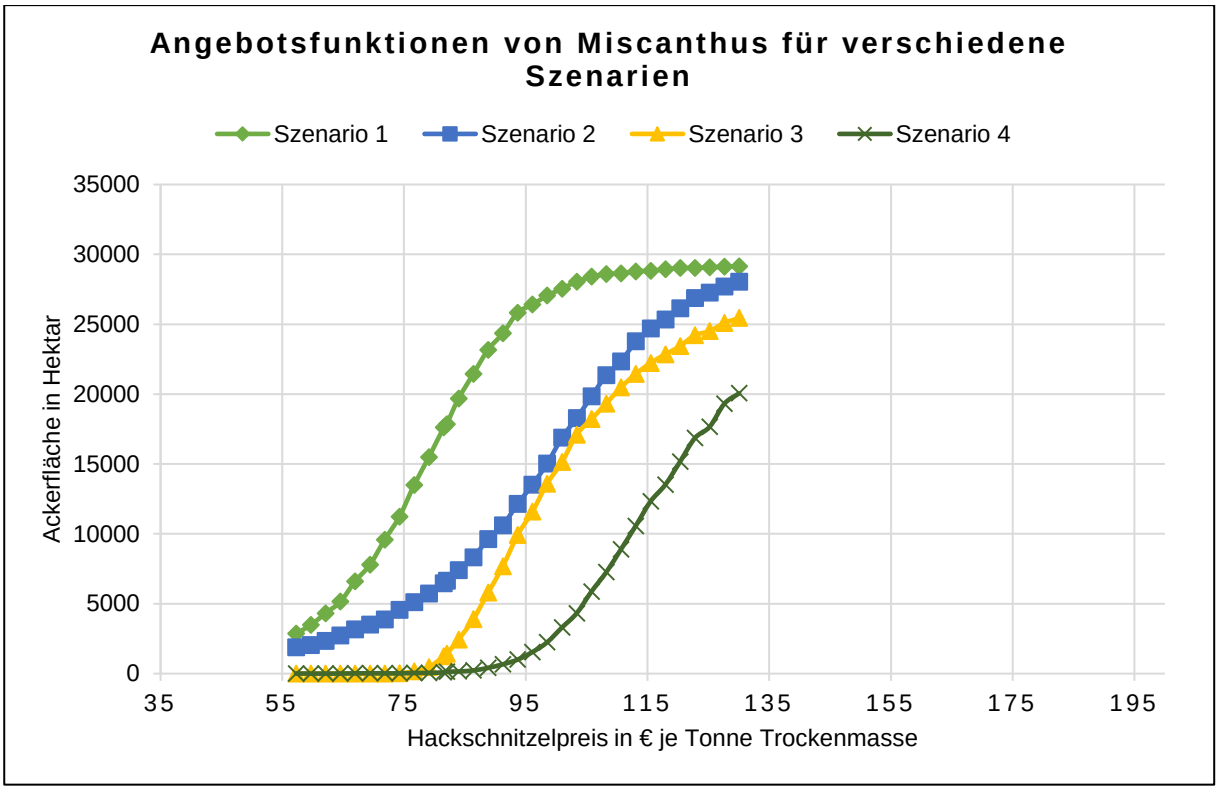


Erklärungen: Szenario 1: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 2: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 3: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden; Szenario 4: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden. - Abkürzungen: KUP = Kurzumtriebsplantage - Annahme eines hohen KUP-Ertrags von 11,1 t_{atro}/ha und Jahr

Abbildung 18. Angebotsfunktionen für den Anbau von KUP: potenziell mit KUP bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei hohen angenommenen Erträgen[23]

Quelle: eigene Ergebnisse

[23] Zu den variablen Kosten für den Anbau von KUP (Pappel) zählen die Kosten für die Ernte und Düngung von 1.212 €/ha bei einer angenommenen Ernte alle drei Jahre (KTBL, 2015) sowie 18,25 €/t_{atro} Transportkosten für das Erntegut (Aust, 2012). Bei einem hohen angenommenen Ertrag von durchschnittlich 11,1 t_{atro}/ha und Jahr (Biertümpfel et al., 2012) ergeben sich hierbei jährliche variable Kosten von 607 €/ha.



Erklärungen: Szenario 1: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 2: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie vorhanden; Szenario 3: 2.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden; Szenario 4: 7.500 € Investitionssumme je Hektar, Abnahmegarantie nicht vorhanden. - Annahme eines hohen Miscanthus-Ertrags von 20,6 t_{atro}/ha und Jahr

Abbildung 19. Angebotsfunktionen für den Anbau von Miscanthus: potenziell mit Miscanthus bewirtschaftete Ackerfläche in Abhängigkeit vom Hackschnitzelpreis bei hohen angenommenen Erträgen[24]

Quelle: eigene Ergebnisse

Tabelle 79. Anbaupotenziale für KUP und Miscanthus bei zuletzt beobachteten Auszahlungspreisen für Hackschnitzel (hohe angenommene Erträge)

Szenario	Anbaupotenziale in Hektar	
	KUP	Miscanthus
1	21.260	29.180
2	13.580	28.610
3	9.140	26.020
4	5.360	22.340

Abkürzung: KUP = Kurzumtriebsplantage

Quelle: eigene Darstellung, Werte gerundet

[24] Zu den variablen Kosten für den Anbau von Miscanthus zählen die Kosten für die Ernte, Düngung und Pflanzenschutzmittel und die Kosten für den Transport der Erntemaschine von jährlich 1003 €/ha (KTBL, 2015; Nahm et al., 2011) sowie 18,25 €/t_{atro} Transportkosten für das Erntegut (Aust, 2012). Wird ein hoher Ertrag von durchschnittlich 20,6 t_{atro}/ha und Jahr (Biertümpfel et al., 2012) angenommen, ergeben sich daraus jährliche variable Kosten von 1.379 €/ha.

Lebenslauf

Name:	Caroline Sophie-Theresia Gillich (geb. Janas)
Adresse:	Griesheimer Str. 62, 77652 Offenburg
Geburtsdatum:	11.12.1988
Geburtsort:	Mannheim, Deutschland
Familienstand:	verheiratet

Beruflicher Werdegang

wissenschaftliche Angestellte - **Universität Hohenheim** **11.2014 – heute**
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410)
- Projektbearbeitung
- Betreuung von Bachelorarbeiten
- Unterstützung der Vorlesung mit Übungen: Resource Use Optimization for Permanent Crops and Forests (4101-431)

Ausbildung

Promotion (Dr. sc. agr.) - **Universität Hohenheim** **11.2014 – heute**
- Thema: Agrarökonomische Analyse von Verfahren zur Erzeugung lignozellulosehaltiger Biomasse und deren Akzeptanz in der Landwirtschaft Baden-Württembergs

Agribusiness (M.Sc.) - **Universität Hohenheim** **04.2012 – 12.2014**
- Masterthesis: Konsequenzen in der baden-württembergischen Milchviehhaltung nach den Veränderungen auf dem europäischen Milchmarkt, in Kooperation mit dem MLR Baden-Württemberg

Agrarwissenschaften (B.Sc.) - **Universität Hohenheim** **04.2009 – 03.2012**
- Vertiefungsrichtung: Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus
- Bachelorthesis: Gesetzliche Grundlagen der Lebensmittelkennzeichnung

Chemie (B.Sc. - abgebrochen) - Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg **09.2008 – 02.2009**

Abitur - Allgemeinbildendes Gymnasium **08.1999 – 03.2008**
Geschwister-Scholl-Gymnasium – **Ludwigshafen am Rhein**

Praktika

BASF SE **08.2013 – 11.2013**
Abteilung Regional Prod. Mgmt. Animal Nutrition / Regional Sales / Regional Business Development

Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) **02.2012 – 04.2012 &**
Speyer - Versuchsfeld Rinkenbergerhof **08.2011 – 10.2011**

Ackerbaubetrieb Hartmut Kegel in Mutterstadt **08.2010 – 10.2010**

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) – Rheinpfalz **08.2009 – 09.2009**
Neustadt - Abteilung: Weinbau und Oenologie

Datum Unterschrift

Eidesstattliche Versicherung

gemäß § 8 Absatz 2 der Promotionsordnung der Universität Hohenheim zum Dr.sc.agr.

1. Bei der eingereichten Dissertation zum Thema

   „Agrarökonomische Analyse von Verfahren zur Erzeugung lignozellulosehaltiger Biomasse und deren Akzeptanz in der Landwirtschaft Baden-Württembergs“

   handelt es sich um meine eigenständig erbrachte Leistung.

2. Ich habe nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich keiner unzulässigen Hilfe Dritter bedient. Insbesondere habe ich wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Inhalte als solche kenntlich gemacht.
3. Ich habe nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung oder -beratung in Anspruch genommen.
4. Die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und der strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung sind mir bekannt.

Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärung bestätige ich. Ich versichere an Eides Statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erklärt und nichts verschwiegen habe.

Ort und Datum Unterschrift