



Universität für Bodenkultur Wien

Wirtschaftlichkeitsvergleich von Heutrocknungsverfahren

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur
im Rahmen des Studiums der Agrar- und Ernährungswirtschaft

Eingereicht von: Gregor HARLANDER

Matrikelnummer: 01141304

Email: gregor.harlander@gmail.com

Betreuer: Univ.Prof. Dr. Jochen KANTELHARDT

Institut für Agrar- und Forstökonomie

Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Mitbetreuer: Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Michael EDER

Institut für Agrar- und Forstökonomie

Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften



Wien, im Juli 2018

Danksagung

Besonderer Dank gilt dem Betreuer meiner Diplomarbeit, Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Michael Eder vom Institut der Agrar- und Forstökonomie der Universität für Bodenkultur, für die vielen wertvollen Anregungen zu methodischen Fragestellungen. Außerdem darf ich mich weiters für die kompetente fachliche Unterstützung und die lösungsorientierten Vorschläge, während des schriftlichen Verfassens, bedanken und vor allem für die unkomplizierten Terminvereinbarungen sowie den kollegialen Gesprächen darf ich nochmals meinen Dank aussprechen.

Außerdem möchte ich mich auf diesem Wege bei Herrn Univ.Prof. Dr Jochen Kantelhardt für die Betreuung meiner Diplomarbeit als Leiter des Institutes für Agrar- und Forstökonomie an der Universität für Bodenkultur recht herzlich bedanken.

Für die vielen hilfreichen Gespräche und für seine fachliche Expertise bezüglich meteorologischer Zusammenhänge und des von ihm im Zuge seiner Dissertation konzipierte Modell zur Bestimmung verfügbarer Erntegelegenheiten, bedanke ich mich sehr herzlich bei Herrn Assoc.Prof. Dr. Herbert Formayer, vom Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur. Außerdem gilt ihm mein besonderer Dank für die Bereitstellung der meteorologischen Daten für meine Untersuchungen, welche durch seine Zusammenarbeit ermöglicht wurde.

Für die hilfreichen Telefonate und die zur Verfügung gestellten Daten aus seiner Dissertation, darf ich Herrn Mag. MSc. Dr. Andreas Schaumberger des LFZ Raumberg-Gumpenstein nochmals recht herzlich meinen Dank aussprechen.

Zuletzt bedanke ich mich noch bei meiner Familie, welche mich in der Zeit meines Studiums tatkräftig unterstützt hat und mich durch aufmunternde Worte stets motivierten. Für den finanziellen Aufwand meiner Eltern möchte ich mich sehr herzlich bedanken, wodurch es mir erst ermöglicht wurde, an der Universität für Bodenkultur zu studieren.

Kurzfassung

Die vorliegende Untersuchung integriert wetterbedingte Einflüsse in die Wirtschaftlichkeitsberechnung unterschiedlicher Systeme der Heutrocknung. Zur vergleichenden Untersuchung werden die Bodentrocknung, Kaltbelüftung mit Dachabsaugung und die Entfeuchtertrocknung mit Dachabsaugung gewählt. Mit Hilfe eines adaptierten Temperatursummenmodells werden die jeweiligen Qualitätserträge des geernteten Grundfutters für einen 15-jährigen Zeitraum geschätzt, den Trocknungsverfahren zugeordnet und die Kosten des Trocknungsverfahrens ermittelt. Auf den Qualitätserträgen aufbauend wird die erzielbare Leistung (Milchleistung bzw. Milcherlös) aus einer von Grund- und Kraftfutter bestehenden Futterration bestimmt und den errechneten Kosten gegenübergestellt. Die berechneten Futterrationskosten bzw. der erzielbare Milcherlös liefern die Zahlen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass kein Trocknungsverfahren ad-hoc als wirtschaftlich dominant hervorgeht. Bei niedrigen Kraftfutterpreisen erweist sich die Bodentrocknung als das Produktionsverfahren mit der höchsten Wirtschaftlichkeit, da die niedrigeren Qualitätserträge des Grundfutters noch relativ kostengünstig ergänzt werden können. Die Entfeuchtertrocknung als kapitalintensivstes Produktionsverfahren bleibt bei niedrigen Kraftfutterpreisen wirtschaftlich ineffizient. Jedoch erhöht sich die Wirtschaftlichkeit mit steigenden Kraftfutterpreisen aufgrund der mit diesem Verfahren verbundenen höchsten Grundfutterqualität. Bei sehr hohem Kraftfutterpreisniveau stellt die Entfeuchtertrocknung die kostengünstigste Futterration bereit, weshalb ihr Einsatz besonders für biologisch-wirtschaftende Heumilchbetriebe empfohlen werden kann. Abschließend darf die Kaltbelüftungsvariante in dieser Untersuchung als „Allrounder“ bezeichnet werden, da sie sowohl bei niedrigen als auch hohen Kraftfutterpreisen wirtschaftlich konkurrenzfähig bleibt und vor allem bei mittleren bis hohen Kraftfutterpreisen und nicht zuletzt, aufgrund der geringeren Kapitalbindung im Vergleich zur Entfeuchtertrocknung, das wirtschaftlichste Produktionsverfahren ist.

Abstract

The presented study includes weather-related influences on profitability calculation of different hay-drying systems. For comparative analysis soil-drying, solar assisted barn hay drying with cold air system, and solar assisted hay drying with dehumidifier system were chosen. By means of an adapted climate model the respective quality yields of the entire basic forage for a period of 15 years are estimated and allocated to drying systems. Based on quality yields, the achievable milk yield of a feeding ration containing concentrate is determined and compared to the calculated costs. The computed feeding ration costs, respectively the achievable milk yield, supply the numbers for profitability contemplation. The results significantly show that no drying system emerges as economically dominant. With low prices for concentrate, soil-drying proves to be an economical method of production. This is due to low quality yields of basic forage, which can be supplemented cheaply. The dehumidifier, as the highest-cost production method, stays economically inefficient with low concentrate prices. However, profitability increases with rising prices for concentrate because of the highest attainable basic forage quality. With very high price levels for concentrate, the dehumidifier provides the cheapest food ration. This is why the application of this method can be recommended especially for organic dairy farms. Finally, the cold air-drying variant can be named as an all-rounder in this study because it stays economically competitive regardless of low or high concentrate prices, and because it is the most profitable production method with medium to high concentrate prices.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	II
Kurzfassung	III
Abstract.....	III
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VII
Tabellen im Anhang	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
1. Einleitung.....	1
2. Problemstellung.....	2
3. Daten und Methodik.....	4
3.1 Untersuchungsbeschreibung	4
3.2 Modellbetrieb.....	6
4. Beschreibung und Adaption bestehender Modelle.....	7
4.1 Terminologie.....	7
4.2 Phänologisches Modell.....	8
4.3 Datenaufbereitung	8
4.3.1 Bestimmung der Schnittnutzungstermine	9
4.3.2 Phänologisches Stadium zu den Schnittnutzungen.....	10
4.4 Klimatologisches Modell.....	11
4.4.1 Sättigungsdefizit der Luft.....	12
4.4.2 Bestimmung der Tagesarten	12
4.4.3 Korrigierte Auszählung der verfügbaren Erntegelegenheiten	13
4.4.4 Überblick über das korrigierte Auszählverfahren verfügbarer Erntegelegenheiten.....	15
5. Modell zur Bestimmung realisierbarer Schnittzeitpunkte	16
5.1 Restriktive Annahmen für die Bestimmung realisierter Schnittzeitpunkte im Überblick	16
5.2 Vorgang zur Bestimmung realisierbarer Schnittzeitpunkte	17
5.3 Praktische Umsetzung zur Bestimmung realisierbarer Schnittzeitpunkte	18
6. Berechnung der Qualitätserträge	20
6.1 Adaptierte Futterwerttabelle	20

6.2	Korrigierte Feldverluste	22
7.	Kostenberechnungen	24
7.1	Ökonomische Annahmen im Überblick	24
7.2	Maschinelle Ausstattung eingesetzter Arbeitsverfahren	26
7.3	Maschinen- und Arbeiterledigungskosten pro Flächeneinheit	26
7.4	Auslastungen der Erntegeräte	28
7.5	Kosten der Trocknungssysteme	31
7.6	Trocknungskosten	31
7.7	Durchschnittskosten inhaltsstofflicher Grundfutterkomponenten.....	31
7.8	Futtermitteln	32
7.8.1	Berechnung der Futtermitteln.....	32
7.8.2	Futtermittelnkosten und kalkulatorischer Gewinnbeitrag.....	35
8.	Ergebnisse	37
8.1	Klimatologische Auswertung	37
8.1.1	Vegetationsbeginn, Vegetationsende und Vegetationsdauer	37
8.1.2	Tagesarten und verfügbare Erntegelegenheiten.....	38
8.1.3	Geschätzte Schnittzeitpunkte und realisierte Schnittzeitpunkte	40
8.2	Qualitätserträge	42
8.3	Investitionskosten und jährliche Belastungen der Heutrocknungsanlagen.....	45
8.4	Maschinen- und Arbeiterledigungskosten pro Flächeneinheit	47
8.5	Kosten der Grundfutterproduktion.....	50
8.6	Rationskosten bei konstanter Milchleistung	54
8.7	Gewinnbeitrag bei konstanter Kraftfuttermitteln.....	57
8.8	Szenarien	60
8.8.1	Kraftfuttermittelnpreis	62
8.8.2	Strompreis	65
8.8.3	Milchpreis	67
8.8.4	Grundfutterqualität.....	70
9.	Diskussion	73
9.1	Modellbedingte Grenzen	73
9.2	Bewertung ökonomischer Ergebnisse	75
10.	Schlussfolgerung und Fazit	79

11. Literaturverzeichnis	83
12. Anhang.....	86

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beziehung zwischen aufwuchsbezogener Temperatursummen und Schnittterminen unterschiedlichen Nutzungsregimes	8
Abbildung 2: Bestimmung des Entwicklungsstadiums im Wirtschaftsgrünland	11
Abbildung 3: Charakteristik zur Bestimmung der Tagesarten	12
Abbildung 4: Schematische Darstellung des korrigierten Auszählverfahren der Erntegelegenheiten..	14
Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bestimmung des realisierten Schnittzeitpunktes	18
Abbildung 6: Berechnung der Maschinenstückkosten	27
Abbildung 7: Vegetationszeit und Tagesarten zwischen 2002 und 2016	38
Abbildung 8: Verfügbare Erntegelegenheiten, Temperatursummen, Niederschlagssummen sowie die Sättigungsdefizitsummen während der Ernteperiode (Mai-Oktober) von 2002 – 2016	39
Abbildung 9: Jährliche Qualitätserträge einzelner Trocknungsverfahren des 2-Chargensystems	43
Abbildung 10: Jährliche Qualitätserträge einzelner Trocknungsverfahren des 3-Chargensystems	44
Abbildung 11: Heustückkosten des 2-Chargensystems im 15-jährigen Zeitraum	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ertragsverteilung in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungsfrequenzen	20
Tabelle 2: Korrigierte Futterwerttabelle	21
Tabelle 3: Überleitung geschätzter phänologischer Phasen in die Vegetationsstadien der Futterwerttabelle	22
Tabelle 4: Korrektur der Feldverluste	23
Tabelle 5: Korrigierte TM-Erträge in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren	24
Tabelle 6: Daten zu der maschinellen Ausstattung eingesetzter Arbeitsverfahren	26
Tabelle 7: Systematik für die Berechnung der korrigierten Auslastung der eingesetzten Erntegeräte ..	29
Tabelle 8: Ermittlung des Restwertfaktors der eingesetzten Maschinen und Erntegeräte	30
Tabelle 9: Heueinfuhrgewichte in Abhängigkeit der Heutrocknungsverfahren	30
Tabelle 10: Kennzahlen technischer Einrichtungen von Heubelüftungsanlagen mit Boxentrocknung	31
Tabelle 11: Schätzgleichung der Futteraufnahme von Milchkühen	32
Tabelle 12: Kennzahlen der Vegetationsphasen zwischen 2002-2016	37
Tabelle 13: Berechnung geschätzter Schnittzeitpunkte von 2002 bis 2016	40
Tabelle 14: Abstrahierte Qualitätserträge des 2-Chargensystems in Abhängigkeit des Trocknungsverfahrens	42
Tabelle 15: Abstrahierte Qualitätserträge des 3-Chargensystems in Abhängigkeit des Trocknungsverfahrens	43

Tabelle 16: Dimensionierung der Heutrocknungsboxen.....	45
Tabelle 17: Investitionskosten und jährliche Belastungen der Boxentrocknung in Abhängigkeit des Heutrocknungsverfahrens und Chargensystem	46
Tabelle 18: Maschinenkosten in Abhängigkeit des Chargensystems und der Heutrocknungsverfahren	47
Tabelle 19: Technische Zusammensetzung eingesetzter Arbeitsverfahren	48
Tabelle 20: Maschinenkosten pro Flächeneinheit unter Berücksichtigung der Chargenfläche und des Trocknungsverfahrens.....	49
Tabelle 21: Arbeitserledigungskosten nach Kostentypen gegliedert	49
Tabelle 22: Produktionskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 2 Chargensystem	51
Tabelle 23: Produktionskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 3-Chargensystem.....	51
Tabelle 24: Erntekosten in Abhängigkeit des Chargensystems und gegliedert in fixe und variable Kosten	53
Tabelle 25: Rationskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 2-Chargensystem bei konstanten Milchleistungen.....	54
Tabelle 26: Rationskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 3-Chargensystem bei konstanten Milchleistungen.....	56
Tabelle 27: Kosten und Leistungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren im 2-Chargen-System bei konstanten Kraftfuttergaben	57
Tabelle 28: Kosten und Leistungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren im 3-Chargen-System bei konstanten Kraftfuttergaben	58
Tabelle 29: Erntekosten gegliedert in fixe und variable Kosten in Abhängigkeit verschiedener Trocknungsverfahren und Chargensystem bei einer Investitionsförderung.....	60
Tabelle 30: Einfluss veränderter Kraftfutterpreise auf die Rationskosten [€/Kuh*Tag] unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargensystems (ohne Förderung).....	62
Tabelle 31: Einfluss veränderter Kraftfutterpreise auf die Rationskosten [€/Kuh*Tag] unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargensystems (mit Förderung).....	64
Tabelle 32: Rationskosten [€/Kuh*Tag] der Belüftungstrocknungen bei veränderten Strompreisen im 2-Chargensystem	65
Tabelle 33: Einfluss veränderter Energiepreise auf die Erntekosten im 2-Chargensystem.....	66
Tabelle 34: Gewinnbeiträge bei konstanten Kraftfuttergaben und variierenden Milch bzw. Kraftfutterpreisen im 2-Chargensystem (ohne Förderung)	67
Tabelle 35: Gewinnbeiträge bei konstanten Kraftfuttergaben und variierenden Milch bzw. Kraftfutterpreisen im 2-Chargensystem (mit Förderung).....	69
Tabelle 36: Einfluss der Grundfutterqualität auf die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargensystems (ohne Förderung)	70

Tabelle 37: Einfluss der Grundfutterqualität auf die Rationskosten [€/Kuh*Tag] bei unterschiedlichen Kraftfutterpreisen.....	71
Tabelle 38: Einfluss der Grundfutterqualität auf die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargen-System (mit Förderung).....	72
Tabelle 39: Vergleich der realisierten Schnittzeitpunkte des Jahres 2014	74
Tabelle 40: Rationsberechnung auf Vollkostenbasis des 2-Chargensystems (ohne Förderung)	77
Tabelle 41: Rationsberechnung auf Vollkostenbasis des 2-Chargensystems (mit Förderung).....	78
Tabelle 42: Vergleich der Heustückkosten und der Substitutionswerte des Grundfutters	78

Tabellen im Anhang

Tabelle A - 1: Schwellenwerte für die Berechnung der verfügbaren Erntegelegenheiten in Abhängigkeit des Ernteverfahrens	86
Tabelle A - 2: Futterwerttabelle der LK Oberösterreich	86
Tabelle A - 3: Durchschnittswerte der Ergebnisse aus den Heuprojekten der Landwirtschaftskammer von 2010-2012.....	86
Tabelle A - 4: Monatlich-verfügbare Einfuhrgelegenheiten in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren	87
Tabelle A - 5: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Entfeuchtertrocknung mit 2-Chargen.....	88
Tabelle A - 6: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Kaltbelüftung mit 2-Chargen.....	88
Tabelle A - 7: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Bodentrocknung mit 2-Chargen	89
Tabelle A - 8: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Entfeuchtertrocknung mit 3-Chargen.....	89
Tabelle A - 9: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Kaltbelüftung mit 3-Chargen.....	90
Tabelle A - 10: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Bodentrocknung mit 3-Chargen	90
Tabelle A - 11: 15-jährige Ernteerträge in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 2-Chargensystem	91
Tabelle A - 12: 15-jährige Ernteerträge in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 3-Chargensystem	92
Tabelle A - 13: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 2-Chargensystem (ohne Förderung).....	93
Tabelle A - 14: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 3-Chargensystem (ohne Förderung).....	94

Tabelle A - 15: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 2-Chargensystem (mit Förderung)	95
Tabelle A - 16: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 3-Chargensystem (mit Förderung)	96
Tabelle A - 17: Kosten übriger Arbeitsverfahren der Grünlandbewirtschaftung.....	97
Tabelle A - 18: Investitionskosten des Heulagers.....	97

Abkürzungsverzeichnis

AfA	Absetzung für Abnutzung
Akh	Arbeitskraftstunde
AW	Anschaffungswert
AWI	Bundesanstalt für Agrarwirtschaft
dt	Dezitonne
FM	Frischmasse, Frischmasse
ha	Hektar
Korrel.....	Korrelationskoeffizient nach Pearson
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
kWh.....	Kilowattstunde
LfL	Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft
LFZ	Lehr- und Forschungszentrum
LK	Landwirtschaftskammer
m.ü.A	Meter über der Adria
Max	Maximum
Mean	arithmetisches Mittel
Min.....	Minimum
MJ	Mega Joule
ÖKL	Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung
std	Standardabweichung
Tiwag	Tiroler Wasserkraft AG
TM	Trockenmasse
TSDS.....	Tagessättigungsdefizitsumme
USt	Umsatzsteuer
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

1. Einleitung

Die heimische Landwirtschaft steht aufgrund veränderter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen und der zunehmenden Liberalisierung des Agrarsektors vor wirtschaftlichen Herausforderungen. Auch im Bereich der Milchviehhaltung müssen die Produktionsverfahren wirtschaftlich gestaltet sein sowie die landwirtschaftlichen Nutzflächen so effizient wie möglich verwertet werden, um kostengünstig produzieren zu können. Vergangene Erzeugerpreisentwicklungen für Milch bekräftigen die Dringlichkeit einer wirtschaftlichen und kosteneffizienten Gestaltung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren. Die Kostensenkung in der Produktion und die Effizienzsteigerung bei den im landwirtschaftlichen Betrieb eingesetzten Produktionsfaktoren bestimmen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit der betrieblichen Tätigkeiten und dienen zur Abfederung von Leistungseinbußen in Folge schwankender Marktpreise (AMA 2016a). Die Heumilchproduktion und ein zusätzlicher Umstieg von der konventionellen zur biologischen Wirtschaftsweise gewinnen zunehmend an Attraktivität, da für die Anlieferung von Heu- als auch Biomilch ein höherer Erzeugerpreis gewährt wurde bzw. wird als für jene der konventionellen Produktion (AMA 2016b). Die heimischen Molkereien boten im Jahre 2016 einen durchschnittlichen Biomilchzuschlag von 12 ct/kg Milch und einen Heumilchzuschlag von durchschnittlich 5 ct/kg je kg angelieferter Milch. Eine leistungsstarke Heumilchproduktion setzt jedoch hohe Qualitätsansprüche an das bereitgestellte Grundfutter, denn durch den Verzicht auf Silagefuttermittel ist eine Ergänzungsfütterung auf wenige Futtermittel beschränkt, wodurch die Milchleistung zusätzlich gesteigert werden kann. Aus diesem Grund werden die Qualitätsverluste aus der Grundfutterproduktion vermehrt mit einem erhöhten Kraftfuttereinsatz kompensiert, um hohe Milchleistungen zu erreichen. Vor allem im biologischen Bereich ist eine Kraftfutterergänzung aufgrund höherer Marktpreise mit erhöhten Kosten verbunden, weshalb die Erhöhung der Grundfutterqualität insbesondere für einen biologisch-wirtschaftenden Milchviehbetrieb an ökonomischer Bedeutung gewinnt (Resch 2014). Fütterungsexperten fordern bereits Energiegehalte von 6 MJ/kg TM und Proteingehalte von 14 % für das konservierte Raufutter beziehungsweise werden diese für Hochleistungsbetriebe erwartet (Pöllinger 2014). Allerdings zeigen Ergebnisse aus Futtermitteluntersuchungen, dass diese von den Fütterungsexperten geforderten Grundfutterqualitäten in der Praxis kaum erreicht werden können. Während die Belüftungstrocknungen konstant-hohe Grundfutterqualitäten liefern, ist vor allem bei der konventionellen Bodentrocknung mit erhöhten Qualitätseinbußen und mit wetterbedingten Schwankungen zu rechnen (Resch 2013a). Um diese Qualitätsschwankungen so gering wie möglich zu halten und sich nachhaltig ein qualitativ hochwertiges Grundfutter zu sichern, ist es durchaus sinnvoll, über eine Investition in eine Heutrocknungsanlage nachzudenken. Die Bereitstellung von entscheidungsrelevanten Informationen vor der Wahl einer Handlungsoption von mehreren Investitionsmöglichkeiten soll einerseits die zu treffende Entscheidung fundieren und diese andererseits auch in bestimmten Maße rechtfertigen bzw. bekräftigen. Entscheidungsrelevante Informationen bedürfen einer Quantifizierbarkeit wirtschaftlicher Auswirkungen

verschiedener Handlungsoptionen auf Betriebsebene. Im vorliegenden Fall sollen die wirtschaftlichen Auswirkungen auf die betrieblichen Tätigkeiten beschrieben werden, wenn das Grundfutter mittels Bodentrocknung, Kaltbelüftungs- oder Entfeuchterrocknung produziert wird. Diese Informationen können aus einer Kosten- und Leistungsrechnung gewonnen werden. Diesbezüglich müssten die Leistungs- und die Kostenstrukturen der spezifischen Trocknungsverfahren (Bodentrocknung, Kaltbelüftung und Entfeuchterrocknung) berechnet und jeweils gegenübergestellt werden, sodass Aussagen über die wirtschaftliche Vorzüglichkeit einzelner Heutrocknung getroffen werden können (Thaysen et al., 2014)

2. Problemstellung

Um die Kosten- und Leistungen den unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren sachgerecht und plausibel gegenüberstellen zu können, ist es notwendig, Kenntnis über die Qualität und den Ertrag des Grundfutters zu haben. Denn die Leistung des spezifischen Heutrocknungsverfahrens verhält sich proportional zur Qualität und Lagerbeständigkeit des geernteten Grundfutters (KTBL et al. 2016, S. 459). Qualität und Ertrag variieren zwischen den Heutrocknungsverfahren aufgrund verschiedener Trocknungssysteme mit samt derer technischen Einrichtungen und aufgrund wetterbedingter Einflüsse, derer die Trocknungsverfahren unterliegen. Die Unterschiede in der Grundfutterernte können deshalb in systembedingte und wetterbedingte Faktoren unterteilt werden. Die systembedingten Unterschiede der Grundfutterernte in Ertrag bzw. Qualität bezüglich unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren lassen sich bereits in Zahlen fassen, da diese beispielsweise aus Ergebnissen mehrjährige Praxisversuche des LFZ Raumberg-Gumpensteins abgeleitet werden können und bereits in Futterwerttabellen dargestellt sind (AWI 2018; Gruber et al. 2013; LfL 2017, 2018). Finden lediglich die bereits bekannten, systembedingten Qualitäts- und Ertragsunterschiede in der Wirtschaftlichkeitsanalyse Berücksichtigung, so bleiben die wetterbedingten Einflüsse in den Berechnungen unberücksichtigt und die wirtschaftlichen Analysen basieren auf rein-statischen Berechnungsmethoden. Aus diesem Grund wäre die Kenntnis über die jährlichen Erträge der Grundfutterernte in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren und deren jährliche Schwankungen unverzichtbar, um die wirtschaftliche Beurteilung der Heutrocknungsverfahren dynamisch gestalten zu können. Die während der Ernteperiode vorherrschende Witterung beeinflusst die produzierten Erntemengen und -qualitäten maßgeblich, zumal sie die Aufwuchsdauer einzelner Schnitte, den Eintritt verschiedener Vegetationsstadien und schließlich auch den Mähtermin und die gemähte Fläche bestimmt (Schaumberger 2011). Diese Faktoren wirken sich in weiterer Folge erheblich auf die Leistungs- und Kostenstruktur einzelner Trocknungsverfahren aus, weil die wetterbedingten Ansprüche der Grundfutterernte bezüglich spezifischer Trocknungsverfahren unterschiedlich sind. Zusätzlich könnte die wetterspezifische Flexibilität der Belüftungstrocknungen bei der Grundfutterproduktion monetarisiert werden, da sowohl auf die Leistungen (Grundfutterqualität und Erntemenge) als auch auf die Kosten der Grundfutterernte in den Berechnungen Rücksicht genommen wird. Anlässlich der geschilderten Zusammenhänge liegt das

Hauptaugenmerk nachfolgender Untersuchung in der Integration wetterbedingter Einflüsse in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen, um die verfahrensspezifischen Unterschiede erkenntlich zu machen und vergleichend gegenüberstellen zu können. Aufgrund dessen ergeben sich mehrere Fragenstellungen im Zuge dieser Wirtschaftlichkeitsanalyse, die zum Gegenstand folgender Untersuchung werden und welche anschließend beantwortet werden sollen:

1. Wie hoch sind die Leistungen und die Kosten der Heutrocknungsverfahren?
2. In welchem Umfang bewegen sich die wetterbedingten Einflüsse auf die Leistungen (Qualitätserträge) unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren?
3. Welches Produktionsverfahren erhöht die Wirtschaftlichkeit eines Milchviehbetriebes?

3. Daten und Methodik

3.1 Untersuchungsbeschreibung

Gegenstand nachfolgender Untersuchung ist die wirtschaftliche Beurteilung von drei verschiedenen Heutrocknungsverfahren. Die Heutrocknungsverfahren unterscheiden sich in den Ansprüchen an die wetterbedingten Parameter während der Feldtrocknung als auch bei der Nachtrocknung unter Dach und bei den dafür notwendigen technischen Anlagen. Verglichen werden die Trocknungsverfahren der Bodentrocknung, der Kaltbelüftungstrocknung mit Dachabsaugung und der Entfeuchtertrocknung mit Dachabsaugung.

Um die Leistungs- und Kostenstruktur der verschiedenen Produktionsverfahren bestimmen zu können, erfordert es vorerst einer genauen Kenntnis über die Erntemengen und die Qualität des produzierten Grundfutters. Diesbezüglich sind die jeweiligen Schnittnutzungen mit den Schnittterminen und die entsprechenden Aufwuchsstadien entscheidend. Der Eintritt phänologischer Phasen im Wirtschaftsgrünland kann mit dem **Phänologischen Modell** geschätzt werden. Die in einer Ernteperiode zur Verfügung stehenden Erntegelegenheiten werden mit dem **Klimatologischen Modell** generiert und durch die Kombination dieser bestehenden Modelle ist es möglich, praktisch realisierbare Schnittzeitpunkte abzuleiten. Zusätzlich kann das Aufwuchsstadium für den Zeitpunkt des **realisierten Schnittzeitpunktes** bestimmt und die Qualitätserträge des geernteten Grundfutters quantifiziert werden.

Den Qualitätsberechnungen folgend werden die jeweiligen Kosten für die verschiedenen Heutrocknungsverfahren berechnet. Die Kosten setzen sich aus den Maschinenkosten, den Trocknungskosten (Stromkosten), den kalkulatorischen Lohnkosten (Lohnansatz) und den Kosten für die technischen Ausstattungen von Heutrocknungsanlagen (jährliche Kostenbelastung) zusammen. Kosten für diverse Baulichkeiten, die unabhängig von der Heutrocknungsart anfallen würden, finden in den Kalkulationen keine Berücksichtigung. Dies sind sowohl fixe als auch variable Kosten für das Stallgebäude selbst und weiterer Gebäude, die zur Unterbringung von Maschinen und Erntegeräten dienen.

Durch Verteilung der jährlich anfallenden Kosten auf die geerntete Grundfuttermenge bzw. auf einzelne Qualitätserträge kann die Ernte bezüglich Ertrag und Qualität monetarisiert werden, indem die jeweiligen Stückkosten berechnet werden. Weiters ist es möglich, die Stückkosten in Abhängigkeit der unterschiedlichen Trocknungsverfahren zu vergleichen und das kostengünstigste Produktionsverfahren ersichtlich zu machen. Obgleich es zwischen den verschiedenen Trocknungsverfahren zu Kostenvorteilen kommt, darf dies nicht mit einem absoluten wirtschaftlichen Vorteil des Gesamtbetriebes gleichgesetzt werden, weil die Kosten der Futterration eines Milchviehbetriebes nicht zur Gänze berücksichtigt werden. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, die Kosten einer der spezifischen Betriebsstruktur (Milchleistung, Betriebsgröße,

Kraftfuttoreinsatz) entsprechenden Futterration zu berechnen, um sowohl die Kosten des selbst erzeugten Grundfutters und der zu ergänzenden Futtermitteln (Kraftfutter) zu beinhalten.

Aus diesem Grund werden zwei unterschiedliche Zugänge gewählt, wie die Kosten bzw. Leistungsstrukturen der Milchviehhaltung hinsichtlich der unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren monetär aufbereitet werden können. Einerseits wird eine definierte Leistung¹ (Milchleistungsniveau) als Zielvorgabe festgelegt und die dafür zur Verfügung stehenden Futtermittel mit Hilfe einer berechneten Rationsgestaltung so kombiniert, dass die geforderte Leistung umgesetzt werden kann. Andererseits wird die Einsatzmenge eines Futtermittels (Kraftfutter) konstant vorgelegt, woraus sich eine bestimmte Zusammensetzung von Grund- und Kraftfutter in der Ration ergibt. Diese Gesamtration bestimmt anschließend das Leistungsniveau einer Milchkuh. Die Zugänge unterscheiden sich stets in ihrer zugrunde liegenden Vorgaben. Ersterer unterstellt eine fixe Zielvorgabe und darauf aufbauend soll die erforderliche Ration bestimmt werden. Der andere Zugang legt einen bestimmten Kraftfuttoreinsatz fest, den der Landwirt gewillt ist einzusetzen bzw. die er für seine Herde als angemessen erachtet. Die sich daraus ergebende Futterration bestimmt ferner die Milchleistung und der daraus zu erwirtschaftende Milcherlös.

- Ausgehend von einer definierten jährlichen Milchleistung wird unter Anwendung einer Schätzgleichung zur Futteraufnahme von Milchkühen (Gruber et al. 2006) die erforderliche Rationsgestaltung berechnet (Grundfutteraufnahme vs. Kraftfuttoreinsatz). Auf Basis dieser Rationsgestaltung können die Rationskosten bestimmt und vergleichend gegenübergestellt werden. Eine Leistungsberechnung für die unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren entfällt hierbei, da die Milchleistung konstant gehalten wird.
- Durch Konstanthalten der Kraftfutturgaben wird die Grundfutteraufnahme durch die oben genannte Schätzgleichung bestimmt. Die Energie- bzw. Eiweißlieferung aus der gesamten Futteraufnahme impliziert die realisierbare Milchleistung und bei gegebenem Milchpreis auch den Milcherlös. Die Differenz zwischen Milcherlös und Rationskosten ergibt den kalkulatorischen Gewinnbeitrag pro Kuh und Tag. Mit diesem Zugang können sowohl die Leistungen als auch die entstehenden Kosten der bereitgestellten Rationen beziffert werden. Außerdem erscheint dieser Zugang praxisrelevanter, zumal es einfacher ist, die Kraftfuttermenge bei getrennter Vorlage von Grund- und Kraftfutter konstant zu halten bzw. auf eine bestimmte Menge zu dosieren als die Grundfuttermenge in genau berechneten Portionen vorzulegen.

Der Energiegehalt des vorgelegten Grundfutters ist ein wichtiger Indikator für die Zusammensetzung der Futterration, da die Grundfutteraufnahme mit steigendem Energiegehalt erhöht wird. Dieser Zusammenhang beschreibt einen Effekt der Grundfutterqualität auf die Rationskosten, denn mit steigendem Grundfutteranteil in der Futterration sinken die

¹ Der Leistungsbegriff wird hier synonym zum Ertragsbegriff verwendet und wird im wirtschaftlichen Kontext falsch verwendet, jedoch ist dieser in der landwirtschaftlichen Praxis üblich. Der Ertrag ist eine mengenmäßige Angabe und der monetarisierte Ertrag beschreibt die Leistung. Der hier verwendete Ertragsbegriff darf nicht mit dem Begriff des externen Rechnungswesens verwechselt werden.

Rationskosten, sofern die Produktion des eigenen Grundfutters kostengünstiger ist als der Zukauf von Kraftfutter bzw. die Energie- und Eiweißlieferung aus dem Grundfutter günstiger ist als aus dem Zukauf von betriebsfremden Futtermitteln. Außerdem erhöht sich mit steigendem Energiegehalt des Grundfutters die daraus erzielbare Milchleistung und das Kraftfutter könnte bei gleichbleibender Milchleistung reduziert werden, weshalb die Rationskosten weniger stark auf sich verändernde Kraftfutterpreise reagieren. Durch Veränderung der Vorleistungspreise bzw. Marktpreise sollen zudem die Auswirkungen auf die Rationskosten bzw. Leistungen (Milcherlös) aufgezeigt werden.

Dabei werden folgende **Szenarien** in den Berechnungen integriert:

Wie verändern sich die Leistungs- und Kostenstrukturen unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren,

- bei Änderung des Kraftfutterpreises.
- wenn durch eine Erhöhung des Strompreises die Produktionskosten der Belüftungstrocknungen ansteigen.
- wenn eine Förderung für die Investition in eine Heutrocknungsanlage lukriert wird und sich dadurch die jährlichen Kapitalkosten verringern
- wenn sich die Grundfutterqualitäten ändern.

3.2 Modellbetrieb

Angehend werden die Annahmen zu den Charakteristika des zu untersuchenden Betriebes und der unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren dargelegt.

- Milchviehbetrieb:

Standort: Jenbach (Inntal, Tiroler Unterland), 563 m.ü.A

Klimatologie: Durchschnittstemperatur 8,4 °C, Niederschlagssumme 1172 mm (ZAMG 2018)

Größe: 20 ha Grünlandfläche

Schlagkraft der Erntekette: 2-Chargen-Ernte (10 ha pro Erntegelegenheit), 3-Chargen-Ernte (ca. 7 ha pro Erntegelegenheit)

Nutzungsregime: 4-schnittig

Trocknungsverfahren: Bodentrocknung, Kaltbelüftung mit Dachabsaugung, Entfeuchertrocknung mit Dachabsaugung

Fütterung: Grundfutter ausschließlich Heu, Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter und Mineralstofffutter

4. Beschreibung und Adaption bestehender Modelle

4.1 Terminologie

Um angehend das System zur Bestimmung der realisierbaren Schnittzeitpunkte, aufbauend auf den bestehenden Modellen, übersichtlich bzw. verständlich aufzubereiten und weiteren Komplexitäten vorzubeugen, wird eingangs die für die inhaltliche Erfassung dienende Terminologie dargelegt.

Phänologisches Modell: Modell zur Schätzung eintretender Schnitttermine für das Wirtschaftsgrünland mittels aufsummierter Tagesdurchschnittstemperaturen, beginnend ab dem Vegetationsbeginn.

Klimatologisches Modell: Modell zur Bestimmung verfügbarer Erntegelegenheiten per Auszählverfahren. Verfügbare Erntegelegenheiten müssen die geforderten Schwellenwerte des Sättigungsdefizites erreichen und andere Wetterbedingungen erfüllen (Niederschlag, Bewölkungsgrad).

Geschätzter Schnittzeitpunkt: Der durch das phänologische Modell geschätzte Schnittzeitpunkt, der mit dem Eintritt der phänologischen Phase „Beginn Blüte“ des jeweiligen Aufwuchses gleichzusetzen ist

Korrigierter Schnittzeitpunkt: Der um das jeweils präferierte Vegetationsstadium, abweichend von der „Beginn Blüte“, korrigierte geschätzte Schnittzeitpunkt. Der korrigierte Schnittzeitpunkt beschreibt den vom Landwirt präferierten und selbst gewählten Zeitpunkt, an dem der Schnitt angesetzt werden soll.

Verfügbare Erntegelegenheit: Die durch das klimatologische Modell bestimmten verfügbaren Erntegelegenheiten. Es handelt sich dabei um Zeiträume, die allen an das Wetter gerichteten Anforderungen entsprechen, um den Feldbestand zu werben und anschließend auch zu bergen. Diese Zeiträume können sowohl 1-Tage-Perioden als auch Mehr-Tage-Perioden sein. Das ausgeschiedene Datum für eine Erntegelegenheit bezieht sich auf den Erntetag, an dem das Erntegut eingefahren werden kann.

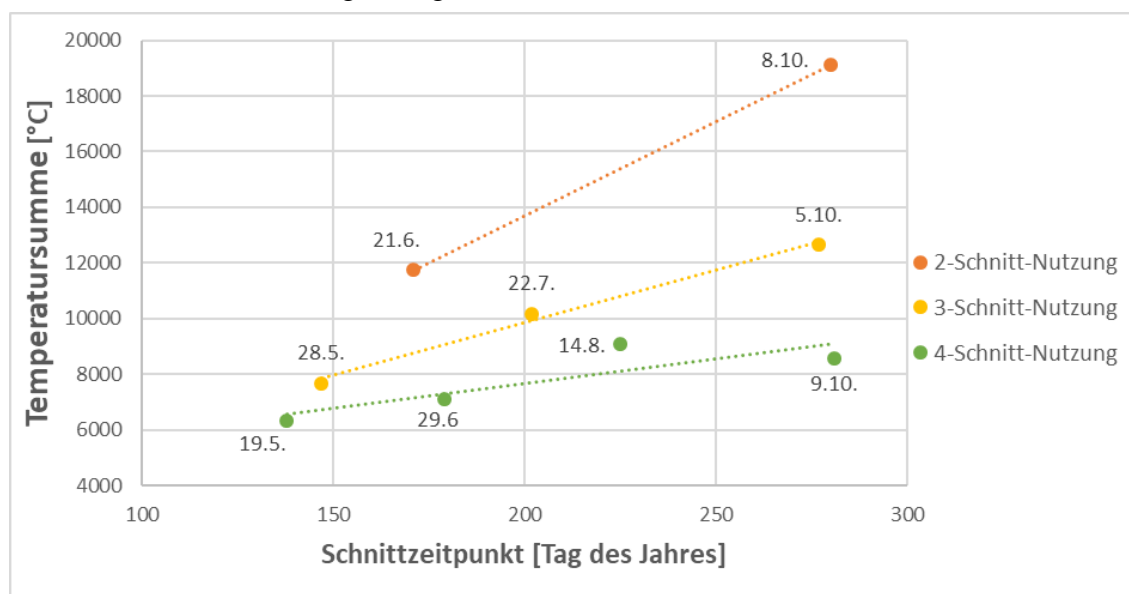
Realisierter Schnittzeitpunkt: Der tatsächlich realisierte Schnittzeitpunkt, welcher praktisch umsetzbar ist. Jener Zeitpunkt mit der geringsten zeitlichen Abweichung zwischen korrigiertem Schnittzeitpunkt (präferiertes Vegetationsstadium) und einer verfügbaren Erntegelegenheit.

4.2 Phänologisches Modell

In diesem Abschnitt wird die Systematik und die Vorgangsweise für die Bestimmung phänologischer Eintrittsphasen im Wirtschaftsgrünland anhand des Temperatursummenmodells nach Schaumberger (2011) erläutert und die Schätzung der jeweiligen Schnittzeitpunkte beschrieben.

4.3 Datenaufbereitung

Um eine Beziehung zwischen Temperatursummen (aufsummierte Tagesdurchschnittstemperaturen) und den Nutzungsterminen herzustellen, wurden langjährige Beobachtungen, in einem Zeitraum von 1990 bis 2009, herangezogen. Diese Beobachtungen stützen sich auf Daten der ZAMG-Messstationen und den Daten aus zahlreichen Versuchen des LFZ Raumberg-Gumpenstein, die sich über ganz Österreich erstreckten. Die Daten aus den Versuchsreihen des LFZ Raumberg-Gumpenstein beziehen sich auf Zwei-, Drei- und Vierschnittnutzungen. Die Daten (Datumsangaben) der einzelnen Schnittnutzungen wurden mit den Daten (Temperaturverlauf) der nächstgelegenen ZAMG-Messstation verglichen und so konnte ein Zusammenhang zwischen Erntetermin und der Höhe der bis zu diesem Zeitpunkt erreichten Temperatursumme abgeleitet werden. Die gemessenen Daten dieser Zusammenhänge - zwischen dem Zeitpunkt des Erntetermins und der Höhe der Temperatursumme - wurde in Abhängigkeit einzelner Nutzungsfrequenzen (Zwei-, Drei-, und Vierschnittnutzungen) zusammengefasst, woraus Medianwerte sowohl für die Temperatursummen als auch für die Eintritte der einzelnen Nutzungsterminen (Datum) gebildet wurden (Schaumberger 2011, S. 101 f.). Die Abhängigkeit der aufwuchsbezogenen Temperatursummen und den der Nutzungsfrequenz entsprechenden zentralen Ernteterminen ist in Abbildung 1 dargestellt.



Quelle: eigene Darstellung nach Schaumberger (2011, S. 102)

Abbildung 1: Beziehung zwischen aufwuchsbezogener Temperatursummen und Schnittterminen unterschiedlichen Nutzungsregimes

Bei der Interpretation der Daten, die in Abbildung 1 dargestellt sind, ist Bedacht darauf zu nehmen, dass es sich nicht um die aufsummierten Temperatursummen aller Schnittnutzungen handelt (kumuliert über die Schnitte), sondern um die für den jeweiligen Aufwuchs erforderliche bestimmte Temperatursumme in Abhängigkeit des Schnittsystems (Zwei-, Drei- und Vierschnittnutzung). Die medianen Temperatursummen beziehen sich also auf die erforderliche Temperatursumme für den jeweiligen Aufwuchs bzw. zwischen den Aufwüchsen².

4.3.1 Bestimmung der Schnittnutzungstermine

Die Berechnung der geschätzten Termine für die einzelnen Schnittnutzungen wird hierbei nur sehr vereinfacht skizziert und soll der besseren Übersicht und dem besseren Verständnis dienen. Für eine detaillierte Darstellung der Berechnungsmethoden und Prinzipien für die Schätzung der Schnittnutzungen wird auf die Ausführungen nach Schaumberger (2011, S. 102 ff.) verwiesen.

Soll einem Standort ein dem Standort entsprechendes Nutzungsregime zugeordnet werden, so wird zuerst die Temperatursumme, ausgehend vom Zeitpunkt des Vegetationsbeginns³ bis zu einem in Abbildung 1 dargestellten Medianwert des 1. Schnittes (Datum), gebildet. Anschließend wird diese Temperatursumme der Temperatursumme des zuvor gewählten Medianwertes gegenübergestellt. Übersteigt die aufsummierte Temperatursumme die doppelte Temperatursumme des gewählten Medianwertes, so ist der Standort nicht für das gewählte Nutzungsregime geeignet und muss zumindest dem nächst höheren Nutzungsregime zugeordnet werden. Wird eine festgelegte Temperatursummen-Untergrenze (im 1. Schnitt 50%, jeder weitere Schnitt 40%) des Medianwertes nicht erreicht, so übersteigt das gewählte Nutzungsregime die Ertragsfähigkeit des Standortes und der Standort muss einem niedrigeren Nutzungssystem untergeordnet werden.

Für die Bestimmung der Erntezeitpunkte werden die Abweichungen zu den in Abbildung 1 dargestellten Temperatursummen herangezogen. Allerdings wird kein funktionaler Zusammenhang zwischen Temperatursummen und Schnittzeitpunkten unterstellt, da dies in Extremfällen sehr starke Veränderungen der Schnittzeitpunkte⁴ zur Folge hätte. Es wurden deshalb die relativen Veränderungen der jährlichen Temperatursummen für die Berechnung der Abweichungen von den gegebenen Zentralwerten berücksichtigt, sodass die Verschiebung des Schnittzeitpunktes weniger sensibel auf sich verändernde Temperaturverläufe reagieren.

Wenn die Temperatursumme des langjährigen Medians nicht erreicht werden kann, so führt dies zu einer Verlängerung der Aufwuchsdauer und folglich auch zu einem späteren Nutzungstermin. Analog geschieht es im gegenteiligen Fall. Wird die langjährige Temperatursumme des

² Die erforderliche Temperatursumme für den 1. Schnitt im 4-Schnitt-System beträgt ca. 6300°C und für den 2. Schnitt ca. 7100°C, für die genauen Angaben siehe 8.1.3.

³ Der Zeitpunkt des Vegetationsbeginns bzw. -ende wurde nach der „Multicriterial Thermal Definition (MTD)“ bestimmt – siehe dazu die Ausführungen von Schaumberger (2011, S. 89 ff.).

⁴ Bei Frühjahrsperioden mit ungewöhnlich hohen Temperaturverläufen würde der 1. Schnitt bereits Mitte April erfolgen, was sich nicht mit der landwirtschaftlichen Praxis deckt.

Medians überschritten, so kommt es zu einer Verkürzung der Aufwuchsdauer und der jeweilige Schnitt kann früher angesetzt werden.

4.3.2 Phänologisches Stadium zu den Schnittnutzungen

Der unter 4.3 beschriebene Datensatz bietet die Grundlage für die Berechnung der durchschnittlichen Schnittzeitpunkte, verfügt allerdings über keine phänologischen Angaben zum Zeitpunkt der Schnittnutzungen. Aus diesem Grund muss das Aufwuchsstadium zum Zeitpunkt der Schnitttermine geschätzt werden, um die Qualitätserträge einzelner Aufwüchse bestimmen zu können. Da sich der Datensatz aus Versuchen in einem Zeitraum von 1990-2009 erstreckt und die Grünlandwirtschaft in den letzten Jahrzehnten von einer zunehmende Intensivierung, vor allem in den Gunstlagen, geprägt war, kann davon ausgegangen werden, dass sich auch die Bewirtschaftungsmethoden, einschließlich Schnittzeitpunkt und Nutzungsfrequenz, im Laufe dieses Zeitraums verändert haben (Diepolder 2012).

Eine intensivere Nutzung des Grünlands mit höheren Erträgen geht parallel mit einer Erhöhung der Nutzungsintensität, indem die erste Schnittnutzung frühzeitig erfolgt. Bei Vorverlegung des ersten Schnittes und der Steigerung der Nutzungshäufigkeit wird ersichtlich, dass die Aufwuchsdauer zwischen den Schnitten verkürzt und das Grünland in einem jüngeren Vegetationsstadium geworben und geerntet wird. Das optimale Verhältnis zwischen Ertrag und Qualität, also der Zeitpunkt mit dem höchsten Qualitätsertrag, ergibt sich im Aufwuchsstadium des „Ähren- und Rispenstadium“ und deshalb sollte die Ernte möglichst in dieser Vegetationsphase angestrebt werden (Resch 2014). Da die Ermittlung der Schnittzeitpunkte anhand des Vergleiches mit den langjährigen Durchschnittsdaten des Zeitraumes von 1990-2009 erfolgt und sich ab den 1990er Jahren eine zunehmende intensivere Nutzung des Wirtschaftsgrünlandes mit erhöhten Schnittnutzungen abzeichnete, wird in dieser Untersuchung davon ausgegangen, dass die durch das „Phänologische Modell“ geschätzten Schnitttermine mit dem Aufwuchsstadium „Beginn Blüte“ gleichgesetzt werden können. Diese Annahme ist darin begründet, dass sich die Schnittnutzungen in den letzten Jahren und Jahrzehnten zwar erhöhten und sich die Aufwuchsdauer einzelner Schnittnutzungen verkürzte, jedoch setzte dieser Trend der intensiveren Nutzung erst mit Beginn der 1990er Jahren ein, sodass der Datensatz von 1990-2009 eine relativ große Variabilität in den Schnittzeitpunkten und den zugehörigen phänologischen Phasen aufweist, jedoch zu einem Datensatz zusammengefasst wurde. Es besteht Grund zur Annahme, dass die frühzeitigen, intensiveren Nutzungen im jüngeren Aufwuchsstadium letzterer Jahre (2000er Jahre) durch die späteren Nutzungen im älteren Aufwuchsstadium früherer Jahre (Beginn 1990er) kompensiert werden und das Aufwuchsstadium des geschätzten Erntetermins

vom nach der derzeitigen Erkenntnis moderner Grünlandbewirtschaftung angestrebten Aufwuchsstadium des „Ähren- und Rispschieben“ auf „Beginn Blüte“ verlegt wird⁵.

	Beginn Ähren und Rispschieben	Volles Ähren und Rispschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte/abgeblüht
Schossen				
20 - 30	31 - 45	46 - 55	56 - 70	> 70
Wuchstage				
			63. Tag = Median "Beginn Blüte"	

Quelle: eigene Darstellung nach Resch (2013b)

Abbildung 2: Bestimmung des Entwicklungsstadiums im Wirtschaftsgrünland

In Abbildung 2 ist der phänologische Verlauf des Wirtschaftsgrünlandes in einer Zeitleiste nach der Wuchsdauer abgetragen. Den einzelnen Aufwuchsstadien wird ein bestimmter Zeitraum nach Wuchstagen zugeordnet. Wenn die durch das phänologische Modell geschätzten Erntetermine dem Vegetationsstadium „Beginn Blüte“ gleichzusetzen sind, so lässt sich aus der Abbildung 2 erkennen, dass dieser Erntetermin dem 63. Tag des Aufwuchses entspricht. Dieser Tag ist der Medianwert⁶ des Vegetationsstadiums „Beginn Blüte“ und dient als Vergleichswert bzw. als Basis für die Eintrittsschätzung anderer Vegetationsstadien. Wird der errechnete Schnitttermin um 8 Tage vorverlegt, so befände man sich bezüglich dieser Abbildung im vollen Ähren- und Rispschieben. Analog dazu wird das Vegetationsstadium „Volle Blüte“ bestimmt, wenn man den Zeitpunkt des errechneten Schnitttermins um mindestens 8 Tage verlängert. Diese Zuordnung macht es möglich, den Beginn phänologischer Phasen zu schätzen und auch die einzelnen Phasen zeitlich voneinander abzugrenzen.

4.4 Klimatologisches Modell

Um die verfügbaren Erntegelegenheiten für einen spezifischen Standort bestimmen zu können, müssen einige klimatologische Einflussfaktoren bekannt sein. Diese Einflussfaktoren sind unter anderem die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit, der Bewölkungsgrad und der Niederschlag. Eine verfügbare Erntegelegenheit ist jenes Zeitfenster, in dem es möglich ist, den Feldbestand zu werben (mähen) und anschließend soweit abzutrocknen, um ein lagerstabiles Raufutter zu ernten bzw. künstlich unter Dach nachzutrocknen. Folgend wird das klimatologische Modell zur Bestimmung verfügbarer Feldarbeitstage nach Formayer et al. (2000) kurz beschrieben, um die Systematik des Modells verständlich darzulegen.

⁵ Die Prämissen dieser Annahme ist, dass die Schnittnutzungen früher Jahre (1990er) erst mit dem Eintritt der „Beginn der Blüte“ bzw. „Volle Blüte“ erfolgten und das Grünland in Bezug auf aktuelle Bewirtschaftungsmethoden in älteren phänologischen Phasen geworben wurde.

⁶ Um Fehler aufgrund inkonsistenter Annahmen zu vermeiden, wurde auch hier, wie im phänologischen Modell, der Medianwert als Vergleichswert herangezogen.

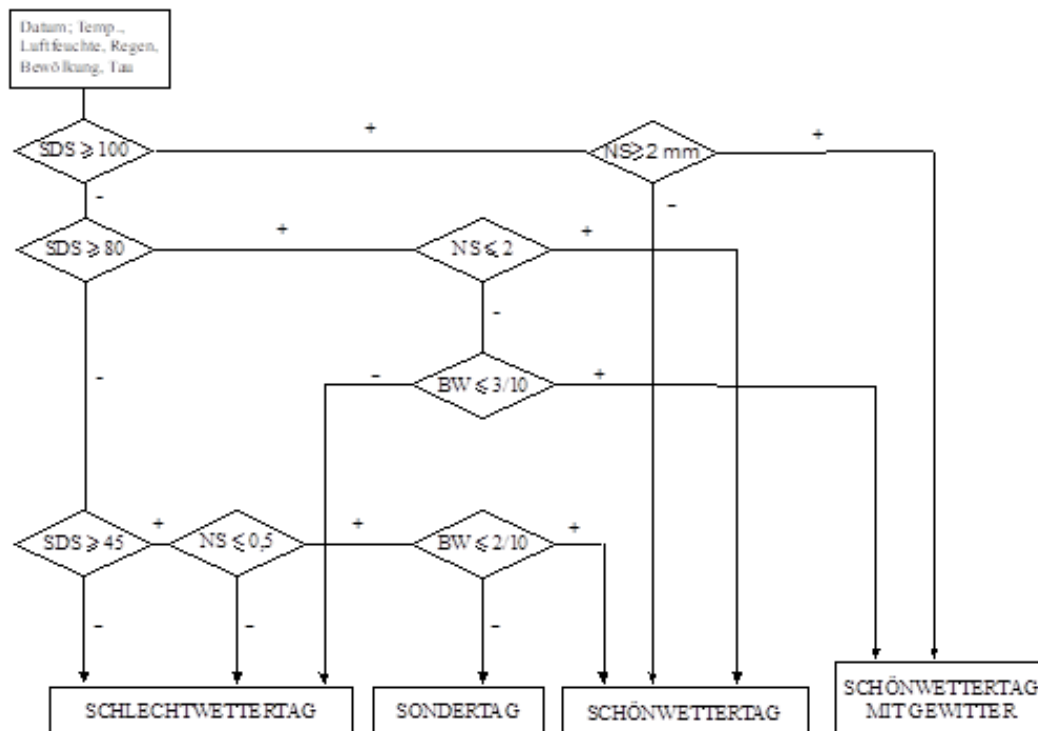
4.4.1 Sättigungsdefizit der Luft

Das Sättigungsdefizit dient als Maß für das potentielle Wasseraufnahmevermögen der Luft bzw. als ein Maß der potentiellen Verdunstung. Es beschreibt jene Wassermenge, die die Luft noch aufzunehmen vermag, bevor sie vollständig mit Wasser gesättigt ist. Vor allem im landtechnischen Bereich wird die Einheit g/m^3 verwendet. Berechnet wird das Sättigungsdefizit als Differenz zwischen aktuellem Dampfdruck und gesättigtem Dampfdruck (Formayer et al. 2000, S. 12).

Für die Bestimmung der verfügbaren Erntegelegenheiten ist das Sättigungsdefizit von entscheidender Bedeutung, da ein großes Sättigungsdefizit mit einer rascheren Abtrocknung des Erntegutes einhergeht, weil das im Schnittgut gebundene Wasser in die Atmosphäre entweichen muss, bevor das Schnittgut eingefahren werden kann.

4.4.2 Bestimmung der Tagesarten

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Bestimmung verschiedener Tagesarten mit den definierten Werten der wetterbedingten Parameter. Somit können die jeweiligen Tagesarten den einzelnen Tagen zugeordnet werden, sofern die dafür erforderlichen Wetterparameter bekannt sind.



Quelle: Formayer et al. (2000, S. 69)

Abbildung 3: Charakteristik zur Bestimmung der Tagesarten

SDS = Tagessättigungsdefizitsumme [g Wasser/m³ Luft]

NS = Niederschlag [mm]

BW = Bewölkungsgrad um 14 Uhr [1/10]

Die TSDS (Tagessättigungsdefizitsumme) wird errechnet, indem zu jeder vollen Stunde das Sättigungsdefizit gebildet wird und die Sättigungsdefizite aller Terminwerte bzw. über den gesamten Tag aufsummiert werden. Wie in Abbildung 3 ersichtlich, gelten Tage mit einer TSDS von mindestens 100 g/m³ und einer Niederschlagssumme von über 2 mm als ein „Schönwettertag mit Gewitter“. Auch als „Schönwettertage mit Gewitter“ gelten Tage mit einer TSDS zwischen 80 und 100 g/m³, einer Niederschlagssumme größer als 2mm und zusätzlich muss der Bewölkungsgrad um 14 Uhr geringer als 3/10 sein. Wäre der Bewölkungsgrad um 14 Uhr höher als 3/10, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es bereits nachmittags zu Niederschlägen kommt. Für eine detaillierte Beschreibung zur Bestimmung der Tagesarten und der Berechnungsmethoden für die jeweiligen TSDS wird auf die Arbeit von Formayer et al. (2000, S. 67 ff.) verwiesen. „Schönwettertage“ sind sowohl für die Futterwerbung als auch die Futterbergung geeignet, während „Schönwettertage mit Gewitter“ ausschließlich für die Futterbergung in Betracht kommen. Liegt ein „Sondertag“ zwischen zwei Schönwettertagen, so wird die Schönwetterperiode nicht unterbrochen, allerdings wird die TSDS des Sondertages nicht berücksichtigt, da es an diesen Tagen zu keiner nennenswerten Abtrocknung des Schnittgutes kommt. Übersteigt die TSDS eines Tages oder mehrerer aufeinander folgender Schönwettertage einen definierten Schwellenwert⁷, der für die Abtrocknung des Schnittgutes erforderlich ist, so spricht man von einer potentiellen Erntegelegenheit (Formayer et al. 2000, S. 69). Das Ertragsniveau (Bruttoertrag) des zur Untersuchung stehenden Standortes wurde mit 94,1 dt/ha⁸ in einem 4-schnittigen Nutzungssystem angenommen (AWI 2018). Diesbezüglich wurden die verfügbaren Erntetage nach den Schwellenwerte für eine Erntemenge von 30 dt TM ausgezählt.

4.4.3 Korrigierte Auszählung der verfügbaren Erntegelegenheiten

Die TSDS nach Formayer et al. (2000) errechnet sich aus der Summe der einzelnen Sättigungsdefizite zu Stundenwerten, also von 0 Uhr bis 24 Uhr eines Tages. Da sich dieser Zeitraum nicht mit dem eines typischen Feldarbeitstages deckt⁹, wird zu Beginn ein spezifischer Feldarbeitstag festgelegt, welcher in der landwirtschaftlichen Praxis als plausibel erscheint. Dieser erstreckt sich in diesem Falle von 9 Uhr bis 18 Uhr und beträgt 9 Stunden. Vergleicht man die summierten Sättigungsdefizite von 9 Uhr bis 18 Uhr mit der gesamten TSDS, so ergibt sich ein Anteil von 70 % der TSDS. Die Sättigungsdefizitsummen von 0 Uhr bis 9 Uhr bzw. von 18 Uhr bis 24 Uhr ergeben jeweils einen Anteil von 15 %. Soll untersucht werden, ob sich eine 1-Tage-Periode, sowohl die Futterwerbung als auch die Futterbergung erfolgt am gleichen Tag, als potentieller Erntetermin eignet, so muss die 70-%e-TSDS größer als der erforderliche

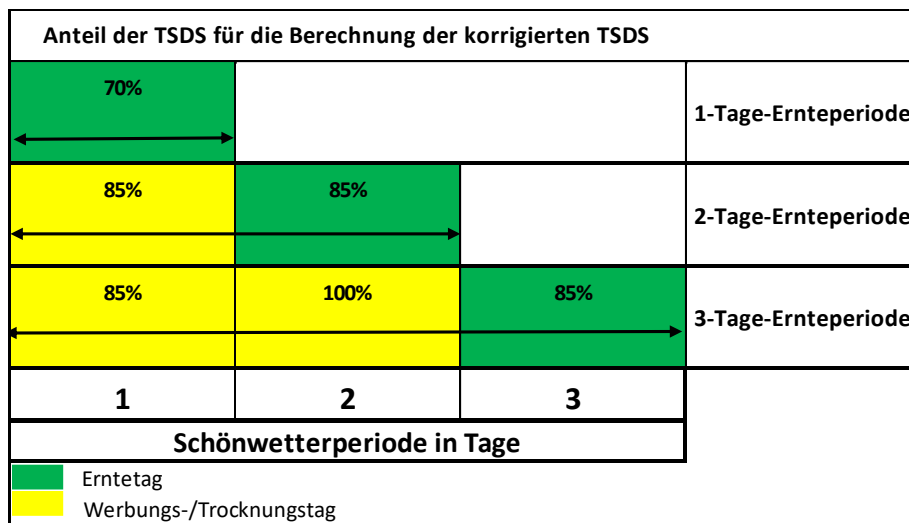
⁷ Die spezifischen Schwellenwerte werden dem Anhang beigelegt.

⁸ Die TM-Erträge aller vier Schnittnutzungen ergeben summiert 94,1dt/ha.

⁹ Praktisch unmöglich erscheint die Annahme, den Feldbestand um 0 Uhr zu mähen und am gleichen Tag um 24 Uhr zu bergen.

Schwellenwert sein. Bei zwei aufeinanderfolgenden Schönwettertagen werden die TSDS mit jeweils 85 % (70 % + 15 %) berücksichtigt, da der Feldbestand um 9 Uhr des einen Tages gemäht und bis 18 Uhr des Folgetages geerntet werden kann. Ab einer Schönwetterperiode von mindestens 3 aufeinanderfolgenden Tagen wird der erste und der letzte Tag mit 85 % und die dazwischenliegenden Tage mit 100 % ihrer TSDS berücksichtigt. Anschließend kann die Summe dieser Schönwetterperiode gebildet werden und mit dem erforderlichen Schwellenwert verglichen werden. Die Systematik des korrigierten Auszählverfahren wird in der untenstehenden Abbildung schematisch dargestellt.

Abbildung 4: Schematische Darstellung des korrigierten Auszählverfahren der Erntegelegenheiten.



Aufgrund der fehlenden Unterscheidung zwischen den Schwellenwerten der Kaltbelüftungsvariante und der Entfeuchtertrocknung, da die Ausführungen nach Formayer et al. (2000) nur einen Schwellenwert für die Belüftungstrocknung ausweisen, ist es erforderlich, das Auszählverfahren verfügbarer Erntetage für die Kaltbelüftungsvariante und die Entfeuchtertrocknung entsprechend anzupassen. Die Belüftungstrocknungen stellen während der Trocknungsphase unter Dach verschiedene Ansprüche an die wetterbedingten Parameter der Umgebung. Diese Parameter beziehen sich vor allem auf die Temperatur und die vorherrschende Luftfeuchtigkeit. Die Trocknungstechnik der Entfeuchtertrocknung ist von den wetterbedingten Einflüssen der Umgebung (Außenluft) nahezu unabhängig und deshalb kann auch bei einer eintretenden Schlechtwetterperiode mit ausgiebigen Niederschlägen nach der Einfuhr des Erntegutes ein qualitativ hochwertiges Grundfutter erzeugt werden. Die Trocknung des Erntegutes erfolgt bei der Kaltbelüftung durch eine Druckbelüftung mit Außenluft bzw. Umgebungsluft. Vor allem die Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft kann die Trocknungsdauer und die Qualität des Grundfutters maßgeblich beeinflussen. Deshalb scheiden bei der Kaltbelüftungstrocknung jene Tage als verfügbare Erntetage aus, wenn die zwei darauffolgenden Tage „Schlechtwettertage“ sind und es dabei zu einigen Niederschlägen kommt (>5 mm), wodurch eine rasche Unterdach-trocknung wegen der hohen Luftfeuchtigkeit verzögert wird.

4.4.4 Überblick über das korrigierte Auszählverfahren verfügbarer Erntegelegenheiten

Aufgrund des komplexen Modellaufbaus wird die Systematik und die chronologische Vorgangsweise für die Auszählung der Erntegelegenheiten zur besseren Übersicht nochmals zusammengefasst.

Ausgehend von einem beliebig gewählten Tag müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden, um potentielle Erntegelegenheiten zu determinieren:

- Der 1.Tag einer Erntegelegenheit ist ein „Schönwettertag.“
- „Schönwettertage mit Gewitter“ eignen sich ausschließlich als Bergegelegenheit.
- „Sondertage“ unterbrechen die Schönwetterperiode zwar nicht, jedoch kommt es zu keiner nennenswerten Abtrocknung, weshalb die TSDS nicht berücksichtigt werden darf.
- Wird bereits am 1. Tag der erforderliche Schwellenwert erreicht – so kann das Schnittgut auf die erforderliche Restfeuchte abgetrocknet und geborgen werden.
- Wird der erforderliche Schwellenwert nicht erreicht, werden die TSDS Schönwetterperiode solange aufsummiert bis der erforderliche Schwellenwert erreicht ist.
- Als Einfuhrtag bzw. einer verfügbaren Erntegelegenheit wird der letzte Tag dieser Schönwetterperiode, aufgrund dessen der festgelegte Schwellenwert der erforderlichen Sättigungsdefizitsumme überschritten wird. Dieser Tag entspricht dem Bergungstag, an dem die Ernte eingefahren werden kann.

5. Modell zur Bestimmung realisierbarer Schnittzeitpunkte

Kombiniert man das **Phänologische Modell** mit dem **Klimatologischen Modell**, so können tatsächlich **realisierbare Nutzungstermine** generiert werden. An diesem Zeitpunkt gibt es die größte zeitliche Überschneidung zwischen dem Eintritt eines vorher bestimmten Aufwuchsstadiums zum Zeitpunkt des präferierten Schnitttermins und einer verfügbaren Erntegelegenheit. Die Ergebnisse des phänologischen Modells bieten die Grundlage für die Bestimmung des Eintritts phänologischer Phasen im Wirtschaftsgrünland. Die durch das klimatologische Modell gelieferten verfügbaren Erntegelegenheiten bilden jene Zeitfenster ab, in denen es möglich ist, die Ernte einzufahren. Diese Zeitfenster erfüllen alle wetterbedingten Anforderungen einer des Heutrocknungsverfahrens entsprechenden Raufutterernte. Zu diesen Anforderungen zählt vor allem die ausreichende Abtrocknung des Schnittgutes für die Produktion eines lagerstabilen Raufutters bzw. für die anschließende künstliche Nachtrocknung.

5.1 Restriktive Annahmen für die Bestimmung realisierter Schnittzeitpunkte im Überblick

Die getroffenen restriktiven Annahmen sollen dem Landwirt bei der Bestimmung von realisierten Schnittzeitpunkten rationales Verhalten unterstellen und praxisferne Ergebnisse von Schnittterminen des phänologischen Modells, die bei einem ungewöhnlichen Temperaturverlauf im Frühjahr bzw. Herbst generiert würden, von vornherein ausschließen. Somit werden die Grenzen des Entscheidungsrahmens für den Landwirt festgesetzt. Die Annahmen wurden wie folgt festgelegt:

- *Schnittnutzungen* erfolgen naturgemäß *in der Vegetationsperiode*.
- *Kein Schnitttermin im April* bzw. *im November*. Wäre der errechnete Schnitttermin bereits im April, so wird der erste Termin im Mai als realisierter Schnittzeitpunkt herangezogen. Schnitttermine im November werden prinzipiell ausgeschlossen.
- *Chronologische Schnittfolge* sowohl beim 2-Chargen- als auch beim 3-Chargen-System (1. Charge des 1. Schnittes vor der 2. Charge und 3. Charge des 1. Schnittes usw.)
- Der Landwirt hat *Kenntnis über den Entwicklungsstand* des Feldbestandes und kann das Eintreten verschiedener Aufwuchsstadien abschätzen.
- Der vom Landwirt präferierte Schnitttermin (-8 Tage) darf um *maximal 5 Tage vorgelegt* werden. Dieser Zeitraum soll den einer annähernd zuverlässigen Wetterprognose abbilden, welche dem handelnden Landwirt bei seiner Entscheidung für die Festsetzung des Erntetermins zur Verfügung steht und maßgeblich beeinflusst. Zudem ist es praktisch nachvollziehbar, dass sich der in der Praxis realisierte Erntetermin nicht nach eintretenden Zeitpunkten richtet, sondern in bestimmten Zeitfenstern erfolgt und wetterbedingte Kompromisse das Verhalten eines Landwirts leiten.

- *Rationales Verhalten* des Landwirts: Eine frühere, aber sichere Ernte wird einer unsicheren Ernte zum optimalen (bevorzugten) Zeitpunkt (korrigierter Schnitttermin) vorgezogen. Außerdem würde das Risiko einer verspäteten Ernte mit minderer Qualität erhöht, da die Wetterprognosen für den optimalen Schnittzeitpunkt mit größeren Unsicherheiten behaftet sind, weil sie weiter in der Zukunft liegen und dadurch die Zuverlässigkeit der Angaben sinkt. Je weiter die Prognosen in die Zukunft reichen, desto weniger finden sie in der Entscheidung des Landwirts Berücksichtigung. Analog dazu werden Prognosen für den folgenden und darauf zweitfolgenden Tag mehr gewichtet und beeinflussen das Handeln des Landwirts maßgeblich, da diese Angaben subjektiv als zuverlässiger erscheinen und einen größeren Nutzen stiften. Der Landwirt versucht hierbei, sich nicht den zukünftigen unsicheren Entwicklungen auszusetzen und ist bestrebt, vom gegenwärtigen Zeitpunkt aus, die sicherste Variante zu wählen.
- Besteht in dem 5-Tage-Zeitraum vor Eintritt des optimalen Schnittzeitpunktes eine verfügbare Erntegelegenheit, so wird diese realisiert und der *Schnitt vorgezogen*.

5.2 Vorgang zur Bestimmung realisierbarer Schnittzeitpunkte

In einem ersten Schritt wird der Eintritt eines präferierten Vegetationsstadiums (z.B. „Ähren- und Rispschieben“) als Schnittnutzungszeitpunkt nach den Prinzipien des phänologischen Modells geschätzt. Anschließend wird dieser Zeitpunkt (korrigierter Schnittzeitpunkt) mit denen der verfügbaren Erntegelegenheiten verglichen und jene Übereinstimmung mit der kleinsten zeitlichen Abweichung gewählt. Dieser Zeitpunkt (Datum) beschreibt den **realisierten Schnittzeitpunkt**. Existieren keine verfügbaren Erntegelegenheiten zum Zeitpunkt des für die Schnittnutzung präferierten und selbst gewählten Vegetationsstadiums, muss der realisierte Schnittzeitpunkt verschoben werden – die Richtung der Verschiebung wird von der Größe der positiven bzw. negativen Abweichungen zwischen phänologischer Eintrittsphase und verfügbarer Erntegelegenheiten bestimmt. Kommt es zu einer Verzögerung des realisierten Schnittzeitpunktes, so muss das jeweilige Vegetationsstadium des realisierten Schnittzeitpunktes nach dem phänologischen Modell neu bestimmt werden und dem in Abbildung 2 dargestellten Schema zugeordnet werden.

5.3 Praktische Umsetzung zur Bestimmung realisierbarer Schnittzeitpunkte

In der Abbildung 5 ist der Ablauf zur Bestimmung des realisierten Schnittzeitpunktes abstrahiert dargestellt. Im vorliegenden Fall wird das Vegetationsstadium „Volles Ähren- und Rispschieben“ für die Schnittzeitpunkt präferiert.

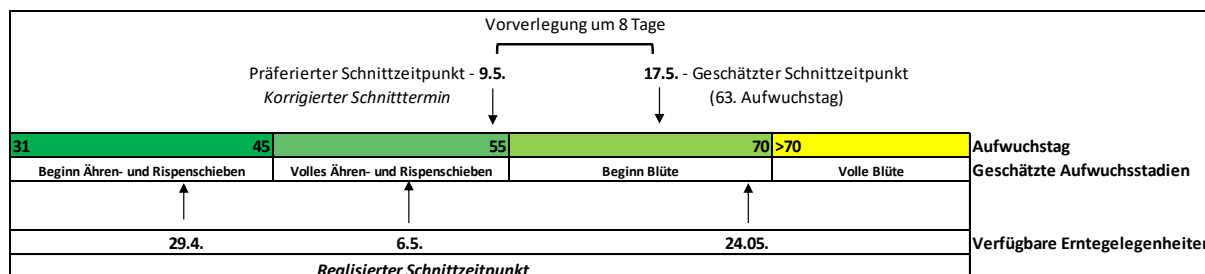


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bestimmung des realisierten Schnittzeitpunktes

Der durch das phänologische Modell geschätzte Schnitttermin (Datum) ist mit dem 63. Tag des Aufwuchses gleichzustellen. Dieser Schnittzeitpunkt wird um 8 Tage vorverlegt, sodass man sich laut Abbildung 2 im „Vollen Ähren- und Rispschieben“ befindet. Der **realisierte Schnittzeitpunkt** wird daraufhin auf den 52. Wuchstag vorverlegt, weil hierbei die Abweichung zwischen verfügbarer Erntegelegenheit und bevorzugtem Aufwuchsstadium (korrigiertem Schnittzeitpunkt) am geringsten ist und die größte zeitliche Übereinstimmung realisiert werden kann. Dieser zeitliche Abstand zwischen Vegetationsstadien und Schnitttermin zeigt sich auch in der landwirtschaftlichen Praxis, da es durchaus nachvollziehbar erscheint, dass der Zeitpunkt der Ernte nicht nur nach dem Eintritt spezifischer phänologischer Phasen erfolgt, sondern auch traditionell in bestimmten Zeitfenstern und nicht an exakt definierten Zeitpunkten geerntet wird (Schaumberger 2011, S. 130).

Der durch das phänologische Modell geschätzte Schnittzeitpunkt befindet sich im Aufwuchsstadium der „Beginn Blüte.“ Muss dem realisierten Schnittzeitpunkt eine phänologische Phase zugeordnet werden, so werden sowohl die Abweichungen des selbst gewählten, präferierten Vegetationsstadiums zum Schnittzeitpunkt (-8 Tage) als auch die Abweichung vom präferierten Vegetationsstadium (korrigierter Schnitttermin) und dem realisierten Schnittzeitpunkt (-3 Tage) zusammengezählt und dem Medianwert der „Beginn Blüte“ (63. Tag) hinzugerechnet. Der so errechnete Wuchstag wird einem Aufwuchsstadium nach Abbildung 2 zugeordnet. Auf diese Weise kann jedem realisierten Schnittzeitpunkt ein entsprechendes Aufwuchsstadium zugeordnet werden.

Im obigen Fall lautet die Berechnung des Wuchstages für den realisierten Schnittzeitpunkt:

63 (63. Wuchstag = Medianwert „Beginn Blüte“ – **Basistag**) – z.B. **17. Mai** (errechneter Schnittzeitpunkt nach phänologischem Modell)

+ (- **8** Tage = 55. Wuchstag; präferiertes Aufwuchsstadium für Schnittnutzung „Volles Ähren und Rispenschieben) – **9. Mai**

+ (- **3** = 52. Wuchstag des realisierten Schnitttermins minus dem 55. Wuchstag) – **6. Mai**

= **52. Tag bzw. „Volles Ähren- und Rispenschieben“ – 6. Mai**

Folglich wird unterstellt, dass der 1. Schnittzeitpunkt, wie aus dem obigen Beispiel ersichtlich, um insgesamt 11 Tage (52 – 63) früher erfolgt als der geschätzte Schnittzeitpunkt. Das bedeutet folglich auch, dass der 2. Aufwuchs um 11 Tage früher das dem geschätzten Schnittzeitpunkt entsprechenden Vegetationsstadium „Beginn Blüte“ erreicht und soll weiters dasselbe Vegetationsstadium, wie es oben präferiert wird, bestimmt werden, muss der geschätzte Schnittzeitpunkt um insgesamt 19 Tage (11+8) vorverlegt werden. Daraufhin beginnt der Abgleich der verfügbaren Erntegelegenheiten und des korrigierten Schnittzeitpunktes (um 19 Tage vorverlegt) analog zu den obigen Ausführungen und es wird jener Zeitpunkt bestimmt, der die kleinste Abweichung zwischen korrigiertem Schnittzeitpunkt und einer verfügbaren Erntegelegenheit aufweist. Zuletzt wird dem realisierten Schnittzeitpunkt ein geeignetes Aufwuchsstadium zugeordnet und die absolute Verzögerung bzw. Vorverlegung des Schnittzeitpunktes zwischen geschätztem Schnittzeitpunkte und dem realisierten Schnittzeitpunkt berechnet. Diese Abweichung ist wiederum der Ausgangspunkt für die Bestimmung des darauffolgenden Schnittzeitpunktes und für den Eintritt des durch das phänologische Modell geschätzte Vegetationsstadiums „Beginn Blüte“.

Abstrahierter Ablauf zur Bestimmung realisierter Schnittzeitpunkte

- 1.** Ausgangspunkt ist der durch das phänologische Modell **geschätzte Schnittzeitpunkt**. Dieser Tag (Datum) entspricht dem 63. Tag der phänologischen Aufwuchsdauer (siehe Abbildung 2).
- 2.** Das Datum des geschätzten Schnittzeitpunktes wird in Abhängigkeit des präferierten Aufwuchsstadiums zum Schnittzeitpunkt nach vor bzw. nach hinten verlegt.
- 3.** Diese Vorverlegung bzw. Verlängerung ergibt den **korrigierten Schnittzeitpunkt**. Dieses Datum wird mit den Daten der verfügbaren Erntegelegenheiten verglichen und jenes Datum mit der geringsten zeitlichen Abweichung zwischen korrigiertem Schnittzeitpunkt und einer verfügbaren Erntegelegenheit gewählt. Dies ergibt den **realisierten Schnittzeitpunkt**.
- 4.** Anschließend wird die absolute Abweichung zwischen geschätztem Schnittzeitpunkt und realisiertem Schnittzeitpunkt berechnet.

5. Diese absolute Abweichung bestimmt die Vorverlegung oder Verlängerung des geschätzten Schnittzeitpunktes (Beginn Blüte) des Folgeschnittes.
6. Dieses Datum bestimmt wieder den Ausgangspunkt für den Folgeschnitt und der Durchlauf beginnt wieder bei Punkt 2.

Das Resultat dieses Modells, mit der Kombination des phänologischen mit dem klimatologischen Modell, ist die Bestimmung der jeweiligen Schnittzeitpunkte in Abhängigkeit präferierter phänologischer Eintrittsphasen zum Zeitpunkt des Schnittes. Dadurch ist es möglich, die Qualitäten des geernteten Raufutters mittels einer Futterwerttabelle abzuschätzen. Außerdem können Unterschiede in der Raufutterqualität bezüglich der verschiedenen Trocknungsverfahren gefolgert werden, da vor allem die verfügbare Erntezeit den Zeitpunkt des realisierten Schnittes bestimmen und ob es überhaupt möglich ist, die Ernte in den gewünschten Aufwuchsstadien anzusetzen. Die qualitative Bewertung des geernteten Raufutters samt den Erträgen (Qualitätserträge) wird im nachfolgendem Kapitel beschrieben.

6. Berechnung der Qualitätserträge

Im folgenden Abschnitt wird die Methodik zur Berechnung der Qualitätserträge in Abhängigkeit der unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren beschrieben. Zudem wurde die vorliegende Futtertabelle nach den Ergebnissen des Heuprojektes von dem LFZ Raumberg-Gumpenstein im Zeitraum von 2010-2012 adaptiert und die Ertragsberechnungen nach den korrigierten Feldverlusten durchgeführt. Die Qualitätserträge erhält man durch Multiplikation des TM-Ertrags (kg) und der inhaltsstofflichen Ausbeute pro kg TM. Zusätzlich sind die Ertragsverteilungen einzelner Schnitte zu berücksichtigen, sodass die Erträge jeder Nutzung unterschiedlich gewichtet werden müssen. In der untenstehenden Tabelle sind die Ertragsverteilungen in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungsfrequenzen dargestellt.

Tabelle 1: Ertragsverteilung in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungsfrequenzen

	Ertragsverteilung		
	70-90dt TM	85-120dt TM	90-135dt TM
Aufwuchs	3-schnittig	4-schnittig	5-schnittig
1	40%	33%	25%
2	32%	26%	21%
3	28%	23%	20%
4		18%	18%
5			16%

Quelle: Gruber et al. (2013)

6.1 Adaptierte Futterwerttabelle

Um den unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren die entsprechende inhaltsstoffliche Zusammensetzung des Grundfutters zuordnen zu können, wurde die vorliegende Futterwerttabelle der LK Oberösterreich nach den Ergebnissen des Heuprojektes von 2010-2012 abgeändert, um so

qualitative Unterschiede in der Grundfutterqualität bezüglich der unterschiedlichen Trocknungsverfahren sichtbar zu machen. Diese Futterwerttabelle der LK Oberösterreich enthält inhaltsstoffliche Angaben für die Bodentrocknung sowie für die Kaltbelüftung. Allerdings fehlten Werte für die Entfeuchtertrocknung. Deshalb wurden aus den Ergebnissen des Heuprojektes Verhältniszahlen zwischen den Inhaltsstoffen der Kaltbelüftung und der Entfeuchtertrocknung berechnet und durch Multiplikation dieser Verhältniszahlen mit den Werten der Kaltbelüftungsvariante wurden Werte für die Entfeuchtertrocknung gewonnen. Die ausgehende Futterwerttabelle sowie die Ergebnisse des Heuprojektes sind im Anhang¹⁰ abgebildet.

Tabelle 2: Korrigierte Futterwerttabelle

			TM	XF	XP	nXP	NEL	
Aufwuchs		Vegetationsstadium	[g/kg FM]	[g/kg TM]			[MJ/kg TM]	
Bodentrocknung	1. Schnitt	Schossen	860	245	132	135	6,08	
		Rispenschieben	860	282	115	125	5,65	
		Mitte Blüte	860	315	98	118	5,27	
		Ende Blüte	860	350	82	108	4,84	
	2. Schnitt und weitere	Schossen	860	225	155	137	5,92	
		Mitte Blüte	860	260	140	129	5,61	
		Ende Blüte	860	295	120	121	5,31	
		Kaltbelüftung	1. Schnitt	Schossen	870	235	135	136
Beginn Blüte	870			275	120	126	5,69	
Mitte Blüte	870			310	100	119	5,34	
2. Schnitt und weitere	Schossen		870	205	160	142	6,17	
	Beginn Blüte		870	235	150	135	5,87	
	Mitte Blüte		870	270	145	130	5,55	
Entfeuchter	1. Schnitt		Schossen	870	228	143	139	6,29
			Beginn Blüte	870	267	127	129	5,80
		Mitte Blüte	870	301	106	121	5,45	
	2. Schnitt und weitere	Schossen	870	199	168	145	6,29	
		Beginn Blüte	870	228	158	138	5,99	
		Mitte Blüte	870	262	152	133	5,66	

Quelle: eigene Darstellung nach LK OÖ (2016) und adaptiert nach Resch (2013a, S. 14 f.)

Wie in der Tabelle 2 ersichtlich beziehen sich die Angaben der korrigierten Futterwerttabelle auf drei bzw. vier Vegetationsstadien, während durch das phänologische Modell fünf Vegetationsstadien geschätzt werden können. Aufgrund dieser Diskrepanz in der Anzahl der eintretenden Vegetationsstadien ist eine exakte Zuordnung der geschätzten Vegetationsstadien in jene der Futterwerttabelle nicht möglich. Deshalb müssen die geschätzten Vegetationsstadien möglichst genau auf ein in der Futterwerttabelle abgebildetes Vegetationsstadium übergeleitet werden, um die Qualität des Grundfutters bewerten zu können. In der unten abgebildeten Tabelle wird diese Zuordnung dargestellt.

¹⁰ Siehe dazu die Tabellen A-2 – A-3.

Tabelle 3: Überleitung geschätzter phänologischer Phasen in die Vegetationsstadien der Futterwerttabelle

<i>Trocknungsart</i>	<i>Schnitt</i>	Schossen	Beginn Ähren- und Rispenschieben	Volles Ähren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte
Bodentrocknung	1. Schnitt	Schossen	Schossen	Rispenschieben	Mitte Blüte	Ende Blüte
	2. Schnitt +	Schossen	Schossen	Mitte Blüte	Mitte Blüte	Ende Blüte
Belüftungstrocknung	1. Schnitt	Schossen	Schossen	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Mitte Blüte
	2. Schnitt +	Schossen	Schossen	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Mitte Blüte

In der obersten Zeile sind die nach spezifischen Aufwuchstagen bestimmten Vegetationsphasen nach Resch (2013b) dargestellt und in den Zeilen unterhalb werden die dazugehörigen Vegetationsphasen der ausgewählten Futtertabelle abgetragen.

Wie oben tabellarisch dargestellt, erfolgte die Zuordnung der jeweiligen Vegetationsstadien für beide Trocknungssysteme fast identisch, ausschließlich im 1. Schnitt der Bodentrocknung ist das Vegetationsstadium „Rispen-schieben“ abgebildet. Unter „Belüftungstrocknung“ wurde die Kaltbelüftung und die Entfeuchter-trocknung zusammengefasst, da die Vegetationsstadien der Futterwerttabelle für beide Verfahren ident sind. Die Überleitung der Vegetationsstadien erfolgte nach dem Grundsatz der Konformität für beide Trocknungsvarianten (Bodentrocknung, Belüftungstrocknung), um mögliche Fehlerquellen in den Ernteerträgen aufgrund einer nicht übereinstimmenden Zuordnung zwischen den Trocknungsarten zu vermeiden¹¹.

6.2 Korrigierte Feldverluste

Die Höhe der gesamten TM-Verluste¹² in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungserfahren wurde von den Daten der „Internet-Deckungsbeiträge(IDB)“ der AWI (Bundesanstalt für Agrarwirtschaft) bzw. von den Deckungsbeitragsrechnungen der LfL¹³ (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) übernommen (AWI 2018; LfL 2018). Die Feldverluste sind die Summe der mechanischen Verluste (Bröckel- und Rechverluste) und den Atmungsverlusten. Die Verluste durch Atmungsprozesse reduzieren sich durch eine rasche Abtrocknung nach erfolgtem Schnitt sehr schnell, sodass sie nach dieser ersten Abtrocknungsphase stark dezimiert werden und auch nach längerer Feldliegezeit kaum mehr zunehmen (Gindl 2002, S. 68). Deswegen wurden die Atmungsverluste aller Heutrocknungsvarianten in gleicher Höhe angenommen, weil man davon ausgehen kann, dass eine rasche Anfangstrocknung unabhängig von der jeweiligen Nachtrocknungsart erfolgen kann, zumal das geworbene Feldfutter ohnedies am Feld vorgetrocknet wird. Die nächste Tabelle zeigt die Berechnung der korrigierten Feldverluste. Ausgehend von den Daten der Deckungsbeitragsrechnungen der AWI bzw. LfL müssen zuerst die absoluten Atmungsverluste aus dem prozentualen Anteil der Feldverluste in Bezug auf die TM des Feldbestandes berechnet werden. Zusammen mit den Bröckel- und

¹¹ Es wäre nicht nachvollziehbar, wenn das geschätzte Vegetationsstadium „Ähren- und Rispenschieben“ einerseits bei der Bodentrocknung das Vegetationsstadium „Schossen“ abbilden würde und andererseits bei der Belüftungsvariante mit „Beginn Blüte“ gleichgesetzt würde – auf diese Weise entstünden qualitative Unterschiede in der Grundfutterqualität infolge inkonformer Überleitungen der Vegetationsstadien.

¹² Feld-, Trocknungs- und Lagerverluste

¹³ Die Deckungsbeitragsrechnungen der LfL werden im Gegensatz zu den Berechnungen der AWI auch für verschiedenste Belüftungstrocknungen angeboten.

Rechverlusten ergeben diese die Feldverluste. Nach Angaben der LfL werden die Feldverluste für die Entfeuchtertrocknung mit 12% des gesamten TM-Ertrages eines 4-schnittigen Nutzungssystems beziffert. Ergebnisse des LFZ Raumberg-Gumpenstein zeigten, dass die mechanisch-bedingten Verluste bei einer Entfeuchtertrocknung 196 kg/ha betragen. Werden diese Verluste mit vier multipliziert, erhält man die gesamten mechanischen Verluste pro ha eines Vierschnitt-Nutzungsregimes. Die Differenz zwischen den gesamten Feldverlusten der Entfeuchtertrocknung (12% des TM-Ertrags) und den Bröckel- und Rechverlusten ergeben somit die Atmungsverluste.

Tabelle 4: Korrektur der Feldverluste

Bröckel- und Rechverluste			
LFZ Raumberg- Gumpenstein	Entfeuchter	1,96	dt/ha
	Kaltbelüftung	2,72	dt/ha
	Bodentrocknung	3,86	dt/ha
Feldverluste nach LfL			
LfL	Entfeuchter	12%	% der TM
	Kaltbelüftung	12%	% der TM
	Bodentrocknung	15%	% der TM
	TM Feldbestand	102	dt/ha
	TM Halbheu (60% TM)	89,76	dt/ha
	Feldverluste (12%)	12,24	dt/ha
Entfeuchter	Masse Bröckel- und Rechverluste	7,84	dt/ha
	Masse Atmungsverluste	4,4	dt/ha
	Feldverluste korrigiert	12%	
Kaltbelüftung	Masse Bröckel- und Rechverluste	10,88	dt/ha
	Masse Atmungsverluste	4,4	dt/ha
	Feldverluste korrigiert	15%	
Bodentrocknung	Masse Bröckel- und Rechverluste	15,44	dt/ha
	Masse Atmungsverluste	4,4	dt/ha
	Feldverluste korrigiert	19%	

Quelle: eigene Berechnungen nach LfL (2018) und Pöllinger (2014)

Die korrigierten Feldverluste ergeben sich aus dem Quotienten¹⁴ der Masse der Bröckel- und Rechverluste zuzüglich der Atmungsverluste und der TM des Feldbestandes.

Die Gesamtverluste des TM-Ertrag, von der Feldarbeit bis zur Auslagerung aus dem Heustock, wurden folgend wieder analog zu den Angaben der AWI sowie LfL berechnet. Die

¹⁴ Beispiel Entfeuchtertrocknung: $(7,84 \text{ dt} + 4,4 \text{ dt}) / 102 \text{ dt} = 12 \%$.

Gesamtverluste schlagen sich wie folgt zu Buche: Bodentrocknung 25 %, Kaltbelüftung 21 % und Entfeuchtertrocknung mit 18 % bezogen auf den TM-Ertrag des Feldbestandes. Die Trockenmasseerträge für die Futtevorlage – TM-Feldbestand abzüglich der gesamten TM-Verluste - werden in der nachfolgenden Tabelle abgebildet.

Tabelle 5: Korrigierte TM-Erträge in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren¹⁵

Nutzungsregime	TM Feldbestand [dt TM/ha]	TM-Verluste gesamt			TM-Heu ab Lager [dt TM/ha]		
		BT	KB	ET	BT	KB	ET
1-schnittig	34,8	24,67%	20,87%	18,07%	26,21	27,54	28,51
2-schnittig	69,5	24,67%	20,87%	18,07%	52,35	55,00	56,94
3-schnittig	82,2	24,67%	20,87%	18,07%	61,92	65,05	67,34
4-schnittig	94,1	24,67%	20,87%	18,07%	70,89	74,47	77,09
5-schnittig	99,5	24,67%	20,87%	18,07%	74,95	78,74	81,52
6-schnittig	99,6	24,67%	20,87%	18,07%	75,03	78,82	81,60

BT...Bodentrocknung
KB...Kaltbelüftung
ET...Entfeuchtertrocknung

Quelle: eigene Berechnungen nach AWI (2018)

7. Kostenberechnungen

7.1 Ökonomische Annahmen im Überblick

Um wirtschaftliche und arbeitsspezifische Kennzahlen von Produktionsverfahren miteinander zu vergleichen, ist die konsequente Beibehaltung getroffener Annahmen in den Berechnungen entscheidend. In dieser Untersuchung gelten folgende Annahmen:

- Der kalkulatorische Zinssatz für das in den Maschinen, Anlagen und Gebäuden gebundene Kapital beträgt 3 %.
- Sämtliche Kostenkalkulationen erfolgen auf Nettopreisbasis, USt. und andere gesetzlichen Abgaben sind dabei nicht inkludiert.
- Bei Maschinen- und Anlagenkalkulationen wird eine Auslastung von maximal 100 % angenommen. Dies entspricht einem jährlichen Einsatzumfang maximal gleich der Auslastungsschwelle.
- Die AfA für Maschinen und Anlagen wird nach der wirtschaftlichen Nutzungsdauer berechnet (zeitabhängige Abschreibung).
- Der Preis von Dieselmotorkraftstoff wird mit 0,92 €/l angenommen, nach den ÖKL-Richtwerten für das Jahr 2018 (ÖKL 2018).
- Der Preis für den Schmierölverbrauch wird mit 3 €/l festgesetzt, der Schmierölbedarf wird mit 1 % des Dieselmotorkraftstoffverbrauchs beziffert.

¹⁵ Aufgrund gerundeter Angaben kann es zu abweichenden Ergebnissen bei den Berechnungen kommen.

- Die Stromkosten werden auf Basis eines Stromtarifs von 12,12 ct/kWh kalkuliert, übernommen vom Tarif „*Fair Online Landwirtschaft*“ der TIWAG (2018).
- Der Lohnansatz beträgt 15 €/Akh.
- Sämtliche Stückkosten bezüglich Ertrag und Qualität der Grundfüttererzeugung beziehen sich auf **Arbeiterledigungskosten**. Die Heustückkosten der Bodentrocknung werden auf Basis der Arbeiterledigungskosten berechnet, bei den Belüftungstrocknungen werden die Arbeiterledigungskosten um die Kosten der Anlagen und Gebäudeteile für die künstliche Heutrocknung und um die Energiekosten für den Betrieb der Belüftungsanlagen erhöht. Synonym wird in der Darstellung der Ergebnisse (siehe 8.5) die Bezeichnung „bezogen auf Arbeiterledigungskosten“ verwendet. Diese Bezeichnung bezieht sich auf die Produktions- bzw. Erntekosten, die auf Basis der Arbeiterledigungskosten berechnet wurden. Bei der Bodentrocknung entspricht dies exakt den Arbeiterledigungskosten, bei den Belüftungstrocknungen werden diese um die oben genannten Kosten der Trocknung und derer Komponenten erweitert.
- Der ausgehende Kraftfutterpreis wird mit 0,3 €/kg festgesetzt.
- Die in die Futtermittellieferung berücksichtigten Produktionskosten (Heustückkosten) sowie die Qualitäten des Grundfutters beziehen sich auf eine über den Zeitraum von 2002-2016 **errechnete Durchschnittsperiode**.
- Sämtliche Ergebnisse werden in gerundeten Zahlen angegeben. Aufgrund dessen werden die Ergebnisse unter Vorbehalt geringer Abweichungen dargelegt.

7.2 Maschinelle Ausstattung eingesetzter Arbeitsverfahren

Die technische Ausstattung der Arbeitsverfahren wurde der maschinellen Ausstattung eines Heutrocknungsversuch des LFZ Raumberg-Gumpensteins angepasst, um auf österreichische Verhältnisse Bedacht zu nehmen (Pöllinger 2014). Die technische Ausgestaltung der eingesetzten Arbeitsverfahren wurde daraufhin nach den ökonomischen Daten der KTBL-Datensammlung erweitert sowie die ökonomische Nutzungsdauer nach den Annahmen des ÖKL (2017) angepasst, um wiederum österreichische Verhältnisse in den Maschinendaten einzudecken. In Tabelle 6 sind die maschinenspezifischen Daten zusammengefasst.

Tabelle 6: Daten zu der maschinellen Ausstattung eingesetzter Arbeitsverfahren

Maschine	Merkmal	AW	ND-ökon.	Einheit	ND-techn.	Einheit	Reparaturkosten	Einheit	Energiebedarf	Einheit	Schmieröl	Einheit
Traktor	83 kW	70.000,00 €	17	Jahre	10.000	h	7,30 €	€/h	9,7	l/h	0,097	l/h
Traktor	67 kW	56.500,00 €	17	Jahre	10.000	h	6,70 €	€/h	7,8	l/h	0,078	l/h
Traktor	54 kW	46.000,00 €	17	Jahre	10.000	h	6,20 €	€/h	6,3	l/h	0,063	l/h
Heukran	30m x 5,0mt	23.000,00 €	15	Jahre	3.000	h	1,00 €	€/h	7	kW/h		
Ladewagen	25 m3 DIN	42.500,00 €	11	Jahre	20.000	t	0,25 €	€/t				
Kreiselzettwender	10,75m	22.500,00 €	11	Jahre	15.000	ha	1,90 €	€/ha				
Mittelschwader	6m	17.500,00 €	11	Jahre	6.200	ha	2,30 €	€/ha				
Front-Heck-Kombination mit Aufbereiter	6,2m	36.000,00 €	9	Jahre	8.750	ha	2,25 €	€/ha				

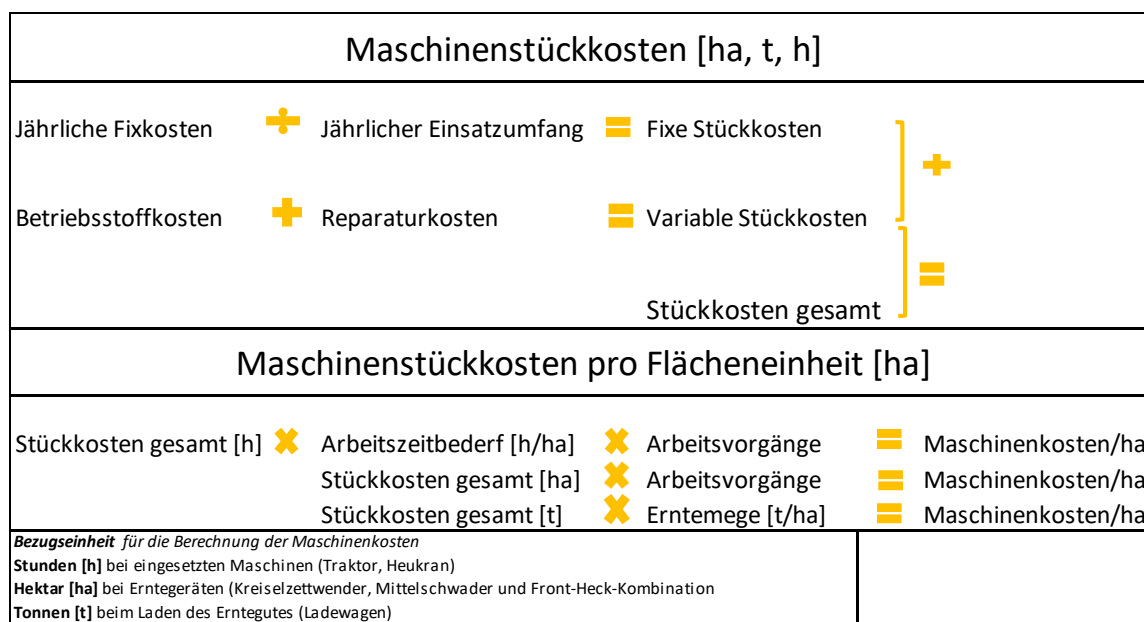
Quelle: eigene Darstellung nach KTBL et al. (2016)

7.3 Maschinen- und Arbeitserledigungskosten pro Flächeneinheit

Die Maschinenkostenberechnungen wurden nach den Kalkulationen des KTBL übernommen, da diese Kostenkalkulationen im Gegensatz zu den Berechnungen des ÖKL nicht auf reiner Stundenbasis durchgeführt wurden, sondern auch die Flächen- bzw. Masseleistung (spezifischer Einsatzumfang) verschiedener Erntegeräte berücksichtigen¹⁶. Diese Berücksichtigung ist vor allem bei jenen Erntegeräten relevant, wo sich auch die Reparaturkosten auf die Flächen- bzw. Masseleistung beziehen und die Stückkosten nach den geleisteten Einheiten berechnet werden (Kreiselzettwender, Mittelschwader und Mähwerk in ha sowie Ladewagen in t).

¹⁶ Die Berücksichtigung der beanspruchten Leistungseinheiten in Hektar bzw. Tonnen sind hierbei relevant, da diese Erntegeräte nicht auf Stundenbasis abgenützt werden, sondern aufgrund geleisteter Einheiten – ansonsten würde eine Front-Heck-Kombination schon bei der Anfahrt zum Feldstück abgenützt.

In der unterhalb dargestellten Abbildung werden die Maschinenstückkostenberechnungen vereinfacht dargestellt.



Quelle: eigene Darstellung nach KTBL et al. (2014, S. 106 ff.)

Abbildung 6: Berechnung der Maschinenstückkosten

Die jährlichen Fixkosten setzen sich vereinfacht aus der AfA und der Verzinsung für das durchschnittlich im Anlagevermögen gebundene Kapital (halbierter AW zuzüglich des Restwertes) zusammen. Bei exakter Berechnung entspricht dies der Annuität des eingesetzten Kapitals (AW) zu einem festgelegten Zinssatz über einer bestimmten Nutzungsdauer. Kann am Ende der Nutzungsdauer für die eingesetzten Maschinen und Erntegeräte ein Liquidationserlös realisiert werden, so wird das eingesetzte Kapital um den über die Nutzungsdauer diskontierten Liquidationserlös verringert und anschließend können die Kapitalkosten mit einer Annuitätsberechnung bestimmt werden. Die Berechnung der Annuität wird in der untenstehenden Formel dargestellt.

Formel 1: Annuitätenberechnung mit Restwert bzw. Liquidationserlös

$$A = \left(AW - \frac{RW}{(1+i)^n} \right) * \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$$

Quelle: eigene Darstellung nach KTBL et al. (2016)

A.....	Annuität
AW.....	Anschaffungswert
RW.....	Restwert/Liquidationserlös
i.....	kalkulatorischer Zinsfuß
n.....	Nutzungsdauer

Die variablen Kosten sind die Summe aus Betriebsstoffkosten und Reparaturkosten. Betriebsstoffkosten sind Kosten für den Treibstoffverbrauch (Dieselöl) und den Schmierölverschleiß. Die Reparaturkosten sind Kosten, die für die Aufrechterhaltung der maschinellen Einsatzbereitschaft und für den Austausch von diversen Verschleißteilen, in Abhängigkeit des jeweiligen Einsatzumfangs, aufgewendet werden müssen.

Wie aus dem Berechnungsschema für die Maschinenkosten pro Flächeneinheit ersichtlich, bestimmen sowohl die Arbeitsvorgänge als auch die Erntemengen die Höhe der Maschinenkosten. Die Arbeitsvorgänge sind die erforderlichen Wiederholungen eines Arbeitsschrittes, die je nach

Trocknungsverfahren voneinander abweichen können. Ergebnisse aus Versuchen des LFZ Raumberg-Gumpenstein zeigten, dass bei einer Entfeuchtertrocknung durchschnittlich nur 2 Mal, bei der Kaltbelüftungsvariante 3 Mal und bei der traditionellen Bodentrocknung 4 Mal gewendet werden muss. Zudem ergeben sich unterschiedliche Heueinfuhrgewichte in Bezug auf die Trocknungsverfahren, da das Erntegut z.B. bei der Entfeuchtertrocknung und der Kaltbelüftung mit einem durchschnittlichen Feuchtegehalt von 40 % (60 % TM.-Gehalt) eingefahren wird und sich die erntebedingten TM-Verluste in unterschiedlicher Höhe niederschlagen, sodass die Erntemengen differieren (Gruber et al. 2013). Die Arbeitserledigungskosten ergeben sich, wenn die Maschinenkosten pro Flächeneinheit um den Lohnansatz pro Hektar erhöht werden. Die Arbeitserledigungskosten beschreiben, wie effizient die zur Verfügung stehenden Arbeitskraftstunden (Arbeitskräfte) in den Arbeitsverfahren eingesetzt sind, indem die benötigte Arbeitszeit mit dem Lohnansatz multipliziert und den Maschinenkosten hinzugerechnet wird.

7.4 Auslastungen der Erntegeräte

Wie in den obigen Ausführungen beschrieben, gibt es Unterschiede in der zeitlichen und leistungsbezogenen Ausgestaltung der Arbeitsverfahren, da sie in Abhängigkeit der Heutrocknungsverfahren abweichen. Aus diesem Grund ergeben sich auch Unterschiede in der jährlichen Auslastung der Erntegeräte. Die jährlichen Auslastungen beeinflussen allerdings die Höhe der jährlichen Fixkosten, welche sich auf unterschiedliche Leistungseinheiten verteilen. Wegen dieses Umstandes müssen die Auslastungen der in den Arbeitsverfahren eingesetzten Erntegeräte korrigiert werden, sodass Auswirkungen in den Maschinenkosten dargestellt werden können. Die Systematik der korrigierten Auslastungen wird in Tabelle 7 veranschaulicht. Es wird ersichtlich, dass ausschließlich Auslastungen jener Erntegeräte korrigiert werden müssen, deren technische Nutzungsdauer sich nicht auf eine zeitliche Dimension (Stunden) beziehen, sondern die geleisteten Fläche- bzw. Masseeinheiten als Bezugsgröße dienen. Die sich differierenden Auslastungen des Heukrans bezüglich Belüftungs- und Bodentrocknung begründen sich darin, dass bei den Belüftungstrocknungen das Erntegut einmal mehr umgelagert werden muss als bei der herkömmlichen Bodentrocknung. Deshalb ist die Auslastung bei einer Belüftungstrocknung um ein Drittel höher als bei Bodentrocknungen. Es wird angenommen, dass das Erntegut bei einer Belüftungsvariante zuerst in die Belüftungsbox eingelagert wird, anschließend aus der Belüftungsbox in das Heulager umgelagert und zuletzt aus dem Heustock für die Futtervorlage ausgelagert werden muss. Bei der Bodentrocknung wird das Erntegut stets eingelagert und anschließend für die Futtervorlage wieder ausgelagert, wodurch der Heukran in geringerem Umfang beansprucht wird.

Kostenberechnungen

Tabelle 7: Systematik für die Berechnung der korrigierten Auslastung der eingesetzten Erntegeräte

	Maschine	Merkmal	AW	RW-Faktor	RW	ND-ökon ¹	Einheit	ND-techn	Einheit	Auslastung		Auslastung		Akh/ha	Auslastung		Auslastungsgrad
										schwelle	Einheit	geplant ¹	Einheit		korrigiert	Einheit	
3-Cha-gen-Ernte	Traktor	83 kW	70.000 €	0,10	7.000 €	17	Jahre	10.000	h	588	h/a	450	h/a	-	450	h/a	0,8
	Traktor	67 kW	56.500 €	0,10	5.650 €	17	Jahre	10.000	h	588	h/a	450	h/a	-	450	h/a	0,8
	Traktor	54 kW	46.000 €	0,10	4.600 €	17	Jahre	10.000	h	588	h/a	450	h/a	-	450	h/a	0,8
	Heukran	30m x 5,0mt	23.000 €	0,00	- €	15	Jahre	3.000	h	200	h/a	200	h/a	-	200	h/a	1,0
	Belüftungsheu	30m x 5,0mt	23.000 €	0,10	2.300 €	15	Jahre	3.000	h	200	h/a	150	h/a	-	150	h/a	0,8
	Bodenheu	30m x 5,0mt	23.000 €	0,10	2.300 €	15	Jahre	3.000	h	200	h/a	150	h/a	-	150	h/a	0,8
	Ladewagen ET	25 m3 DIN	42.500 €	0,25	8.500 €	11	Jahre	20.000	t	1818	t/a	150	h/a	0,53	977	t/a	0,5
	Ladewagen KB	25 m3 DIN	42.500 €	0,25	8.500 €	11	Jahre	20.000	t	1818	t/a	150	h/a	0,53	943	t/a	0,5
	Ladewagen BT	25 m3 DIN	42.500 €	0,20	8.500 €	11	Jahre	20.000	t	1818	t/a	150	h/a	0,48	689	t/a	0,5
	Kreiselzettwender ET	10,75m	22.500 €	0,25	5.625 €	11	Jahre	15.000	ha	1364	ha/a	100	h/a	0,17	294	ha/a	0,2
	Kreiselzettwender KB	10,75m	22.500 €	0,25	5.625 €	11	Jahre	15.000	ha	1364	ha/a	100	h/a	0,17	441	ha/a	0,3
	Kreiselzettwender BT	10,75m	22.500 €	0,20	4.500 €	11	Jahre	15.000	ha	1364	ha/a	100	h/a	0,17	588	ha/a	0,4
	Mittelschwader	6m	17.500 €	0,15	2.625 €	11	Jahre	6.200	ha	564	ha/a	100	h/a	0,26	385	ha/a	0,7
	Front-Heck-Kombination mit Aufbereiter	6,2m	36.000 €	0,20	7.200 €	9	Jahre	8.750	ha	972	ha/a	100	h/a	0,24	417	ha/a	0,4
	2-Cha-gen-Ernte	Traktor	83 kW	70.000 €	0,10	7.000 €	17	Jahre	10000	h	588	h/a	450	h/a	-	450	h/a
Traktor		67 kW	56.500 €	0,10	5.650 €	17	Jahre	10000	h	588	h/a	450	h/a	-	450	h/a	0,8
Traktor		54 kW	46.000 €	0,10	4.600 €	17	Jahre	10000	h	588	h/a	450	h/a	-	450	h/a	0,8
Heukran		30m x 5,0mt	23.000 €	0,00	- €	15	Jahre	3000	h	200	h/a	200	h/a	-	200	h/a	1,0
Belüftungsheu		30m x 5,0mt	23.000 €	0,10	2.300 €	15	Jahre	3000	h	200	h/a	150	h/a	-	150	h/a	0,8
Bodenheu		30m x 5,0mt	23.000 €	0,10	2.300 €	15	Jahre	3000	h	200	h/a	150	h/a	-	150	h/a	0,8
Ladewagen ET		25 m3 DIN	42.500 €	0,25	8.500 €	11	Jahre	20000	t	1818	t/a	150	h/a	0,54	958	t/a	0,5
Ladewagen KB		25 m3 DIN	42.500 €	0,25	8.500 €	11	Jahre	20000	t	1818	t/a	150	h/a	0,54	926	t/a	0,5
Ladewagen BT		25 m3 DIN	42.500 €	0,20	8.500 €	11	Jahre	20000	t	1818	t/a	150	h/a	0,49	675	t/a	0,5
Kreiselzettwender ET		10,75m	22.500 €	0,25	5.625 €	11	Jahre	15000	ha	1364	ha/a	100	h/a	0,15	333	ha/a	0,2
Kreiselzettwender KB		10,75m	22.500 €	0,25	5.625 €	11	Jahre	15000	ha	1364	ha/a	100	h/a	0,15	500	ha/a	0,4
Kreiselzettwender BT		10,75m	22.500 €	0,20	4.500 €	11	Jahre	15000	ha	1364	ha/a	100	h/a	0,15	667	ha/a	0,5
Mittelschwader		6m	17.500 €	0,15	2.625 €	11	Jahre	6200	ha	564	ha/a	100	h/a	0,26	385	ha/a	0,7
Front-Heck-Kombination mit Aufbereiter		6,2m	36.000 €	0,20	7.200 €	9	Jahre	8750	ha	972	ha/a	100	h/a	0,21	417	ha/a	0,4

1.....Angaben ÖKL
 BT.....Bodentrocknung
 KB.....Kaltbelüftung
 ET.....Entfeuchter

Quelle: eigene Berechnungen¹⁷ nach KTBL et al. (2016) und ÖKL (2017)

¹⁷ Aufgrund gerundeter Zahlen kann es zu Abweichungen bei der Berechnung der korrigierten Auslastungen kommen, vor allem bei den Angaben zu den Tonnagen.

Tabelle 7 zeigt die für die Maschinenkostenberechnung relevanten Kennzahlen. Es ist daraus abzulesen, dass sich die korrigierten Auslastungen, mit Ausnahme des Heukrans der Belüftungstrocknung, unterhalb der Auslastungsschwelle befinden, weshalb die Höhe der AfA vorbehaltlos nach der wirtschaftlichen Nutzungsdauer (zeitabhängige Abschreibung) berechnet wird (KTBL et al. 2014). Zudem wird das Verhältnis zwischen den in der wirtschaftlichen Nutzungsdauer beanspruchten Leistungseinheiten und dem maximalen technischen Nutzungspotential in den Berechnungen berücksichtigt. Denn dieses Verhältnis bestimmt den Gesamtverschleiß (Auslastungsgrad) innerhalb der wirtschaftlichen Nutzungsdauer, woraus ein Restwertfaktor abgeleitet bzw. der Restwert berechnet wird (Gazzarin und Lips 2013).

Der Ableitung des Restwertfaktors der Maschinen in Abhängigkeit der Beanspruchung innerhalb der wirtschaftlichen Nutzungsdauer zeigt die untenstehende Tabelle 8.

Tabelle 8: Ermittlung des Restwertfaktors der eingesetzten Maschinen und Erntegeräte

Auslastungsgrad		Restwertfaktor
von	bis	
0%	40%	25%
40%	60%	20%
60%	75%	15%
75%	85%	10%
85%	90%	5%
90%	100%	0%

Quelle: eigene Darstellung nach Gazzarin & Lips (2013)

Die für die jährliche Auslastung des Ladewagens bestimmenden Einfuhrgewichte werden wie folgt angegeben:

Tabelle 9: Heueinfuhrgewichte in Abhängigkeit der Heutrocknungsverfahren

Heugewicht pro ha und Schnitt (t/ha) bei Bergung (BT 86% TM; KB und Entf 60% TM)			
	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Entfeuchter
1-schnittig	3,26	4,93	5,10
2-schnittig	3,25	4,92	5,10
3-schnittig	2,57	3,88	4,02
4-schnittig	2,20	3,33	3,45
5-schnittig	1,86	2,82	2,92

Quelle: eigene Berechnungen nach AWI (2018)

7.5 Kosten der Trocknungssysteme

Um eine Kostenkalkulation für die technischen Einrichtungen der verschiedenen künstlichen Heutrocknungsverfahren und die sich daraus ergebenden jährlichen Fixkosten bzw. variablen Kosten durchführen zu können, wurden die Daten der KTBL-Datensammlung übernommen.

Tabelle 10: Kennzahlen technischer Einrichtungen von Heubelüftungsanlagen mit Boxentrocknung

Investitionsbedarf und Reparaturkosten				
Position	Kalkulationswert	Einheit	ND	Reparaturkosten
Boxenfläche	150 €	€/m ²	30 Jahre	1% des AW
Dachabsaugungsfläche	40 €	€/m ²	30 Jahre	1% des AW
Lüfter 14 kW	5.000 €	€/Stk.	15 Jahre	2% des AW
Entfeuchter 28 kW	32.000 €	€/Stk.	15 Jahre	2% des AW
Steuerung	7.000 €	€/Stk.	15 Jahre	2% des AW

Quelle: eigene Darstellung nach KTBL et al. (2017)

7.6 Trocknungskosten

Die Kosten für die künstliche Nachtrocknung unter Dach ergeben sich aus dem für die Abtrocknung des Erntegutes erforderlichen Energiebedarf multipliziert mit dem Preis pro Energieeinheit. Nach den Ergebnissen des LFZ Raumberg-Gumpenstein konnten die Trocknungskosten in folgender Höhe festgesetzt werden: Bei der Kaltbelüftung entstanden Trocknungskosten von 0,97 ct/kg Heu und bei der Entfeuchtertrocknung beliefen sich die Kosten auf 1,21 ct/kg Heu¹⁸. Der spezifische Energiebedarf pro dt Heu lag bei 8 kW für die Kaltbelüftung sowie bei 10 kW für die Entfeuchtertrocknung (Pöllinger 2014).

7.7 Durchschnittskosten inhaltsstofflicher Grundfutterkomponenten

Sind sowohl die Maschinenkosten bzw. Arbeiterledigungskosten als auch die Trocknungskosten für die Grundfutterbereitung bekannt, so lassen sich auch die Durchschnittskosten hinsichtlich einzelner Inhaltsstoffe bewerten, indem man die Gesamtkosten einer Ernteperiode durch die periodischen Qualitätserträge bzw. indem man die Gesamtkosten pro Flächeneinheit durch den Qualitätsertrag pro Flächeneinheit dividiert. Somit können die Kosten für die einzelnen Inhaltsstoffe des Grundfutters monetär bewertet werden und mit den Kosten anderer Futtermittel verglichen werden, sodass sich Substitutionswerte bzw. relative Marktwerte für das selbst erzeugte Grundfutter ableiten lassen. Mit dieser Methode kann eine ökonomische Vorzüglichkeit bzw. Nachteiligkeit in der eigenen Futterproduktion aufgezeigt werden und die Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der gesamten betrieblichen Tätigkeit sichtbar gemacht werden, indem die Kosten für die gesamte Futtervorlage (Futtermischung) inklusive Futterzukauf berechnet werden (KTBL et al. 2011, S. 58).

¹⁸ Der Strompreis wurde mit 0,12 €/kWh angenommen, siehe dazu 7.1.

7.8 Futtration

7.8.1 Berechnung der Futtration

Die Futtrationskosten werden nicht nur von der Futtrationsmenge, sondern auch von den darin enthaltenen Bestandteilen an Grund- und Kraftfutterkomponenten bestimmt. Die Futtrationsmenge wird vom Futtraufnahmevermögen in Abhängigkeit des Leistungsniveaus einer Milchkuh maßgeblich beeinflusst. Die Gesamtfuttraufnahme wird zugleich von mehreren Faktoren beeinflusst, innerhalb derer es zu Interdependenzen kommt. Deshalb werden diese auch in der nachfolgenden Formel zur Schätzung der Futtraufnahme bei Milchkühen berücksichtigt. Zu den beeinflussenden Faktoren gehören neben der Grundfutterqualität und der mengenmäßiger Anteil des Grundfutters in der Futtration außerdem die Rasse, die Lebendmasse, die Laktationszahl und der Laktationstag sowie der Kraftfuttereinsatz. Die in dieser Untersuchung angewandte Gleichung wurde farblich gekennzeichnet.

Tabelle 11: Schätzgleichung der Futtraufnahme von Milchkühen

Anwendungsbereich			getrennte Vorlage	getrennte Vorlage	TMR	TMR
Futtersituation			Standard	Heu etc.	Standard	Heu etc.
Parameter	Einheit	Gleichung	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 5	Nr. 6
Intercept			3,878	-0,557	2,274	-1,869
Effekt Land x Rasse		FV [D+A]	-2,831	-2,570	-2,169	-2,195
		BS [D+A]	-1,826	-2,006	-1,391	-1,562
		HFm [D+A]	-2,720	-2,604	-1,999	-2,052
		HFh [D+A]	-1,867	-1,573	-0,898	-0,911
		FV [CH]	-0,275	-0,371	-0,315	-0,338
		BS [CH]	-0,882	-0,959	-0,593	-0,692
		HF [CH]	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt der Laktationszahl	n	1	-0,728	-0,787	-0,658	-0,701
		2 - 3	0,218	0,281	0,236	0,270
		≥ 4	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt des Laktationstages	Tag	a	-4,287	-4,224	-5,445	-5,408
		b	4,153	4,088	5,298	5,274
		c	0,01486	0,01583	0,01838	0,01928
Modell: $a + b * (1 - \exp(-c * \text{Lakttag}))$						
Regressionskoeffizient für Lebendmasse	kg	a	0,0148	0,0142	0,0173	0,0166
		b ₁	-0,0000474	-0,0000431	-0,0000514	-0,0000480
		b ₂	0,000000904	0,000000783	0,000000999	0,000000826
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Regressionskoeffizient für Milchleistung	kg	a	0,0825	0,0723	0,2010	0,1895
		b ₁	0,0008098	0,0008151	0,0008080	0,0008201
		b ₂	-0,00000966	-0,00001065	-0,00001299	-0,00001385
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Regressionskoeffizient für Kraftfutter-Menge	kg TM	a	0,8962	0,8856	-	-
		b ₁	-0,0023289	-0,0021353	-	-
		b ₂	0,0000040634	0,0000038023	-	-
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Regressionskoeffizient für Kraftfutter-Anteil	% IT	a	-	-	0,0831	0,0613
		b ₁	-	-	-0,0002096	-0,0001743
		b ₂	-	-	0,000001213	0,000000748
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Reg.koeffizient NEL _{GF}	MJ/kg TM	-	0,8580	0,9830	0,8090	0,8606
Reg.koeffizient Heu	% GF	-	-	0,01154	-	0,00848
Reg.koeffizient Maissilage	% GF	-	-	0,00699	-	0,00961
Reg.koeffizient Grünfutter	% GF	-	-	0,00558	-	0,00324
Regressionskoeffizient XP/NEL-Verhältnis	g/MJ	XP/NEL	-	0,2053	-	0,2126
		(XP/NEL) ²	-	-0,002266	-	-0,002404
R ²	%	-	86,7	87,0	83,5	83,8
RSD	kg TM	-	1,32	1,30	1,46	1,45
CV	%	-	7,1	7,0	7,9	7,8
Korrekturfaktor	$IT_{\text{normiert}} = a + b * IT_{\text{predicted}}$		$0,47 + 0,930 * IT_a$	$0,38 + 0,932 * IT_a$	$0,71 + 0,920 * IT_a$	$0,67 + 0,918 * IT_a$

Quelle: Gruber et al. (2006)

Die in dieser Gleichung berücksichtigten und die Futteraufnahme beeinflussenden Faktoren finden dabei folgende Ausprägung:

- Milchviehrasse ist das **Fleckvieh** von Österreich bzw. Deutschland
- Die Rationsgestaltung basiert auf Milchkühen, welche sich in der **2-3. Laktation** befinden
- Der **Laktationstag** fällt auf den **150.** Tag. Die Auswahl dieses Laktationstags fiel im Hinblick darauf, dass die Energiebilanz in dieser Laktationsphase gemäß den Ausführungen von Gruber et al. (2006, S. 18) ausgeglichen ist und deshalb die oben gekennzeichnete Formel folgerichtig angewendet werden kann, wie es die unten beschriebenen Verfahren zur Bestimmung spezieller Futterrationen, spezifischer Milchleistungen und deren Rationskosten verdeutlichen (Energiebedarf soll durch die Energielieferung gedeckt sein).
- Die tägliche **Milchleistung** in Abhängigkeit der jährlichen Milchproduktion und dem 150. Laktationstag entsprechend wurden aus einer Tabelle, in der typische Laktationskurven unterschiedlichen Leistungsniveaus abgebildet sind, übernommen (Gruber et al. 2006, S. 17). Näherungsweise kann die für den 150. Laktationstag entsprechende Tagesmilchleistung hergeleitet werden, indem die jährliche Milchleistung durch die Zahl 300 dividiert wird¹⁹. In dieser Untersuchung wurde die Tagesmilchleistung näherungsweise berechnet, weil dabei auch andere von der Tabelle abweichende Milchleistungsniveaus zur Berechnung integriert werden können.
- Die **Kraftfuttermenge** wird entweder als konstant angenommen oder durch Fixierung der Milchleistung aus der Schätzgleichung errechnet
- Inhaltsstoffe des **Kraftfutters**: 7,2 MJ NEL/kg TM und 152 g nXP/kg TM
- Das **Grundfutter** besteht ausschließlich aus selbst erzeugtem **Heu**
- Die **Grundfutterqualitäten** werden von den Berechnungen der **Qualitätserträge** übernommen. Werden die mengenmäßigen Anteile des Grund- bzw. Kraftfutters in der Futterration mit den zugehörigen Stückkosten (Kosten bzw. Preis pro Mengeneinheit) multipliziert und anschließend die Summe gebildet, so erhält man die Futterrationskosten pro Milchkuh und Tag. Zu beachten ist dabei, dass die obige Gleichung die TM-Aufnahme von Milchkühen schätzt und diese durch den spezifischen TM-Anteil des Futtermittels (in % der FM) dividiert werden muss, bevor sie mit den Stückpreisen multipliziert werden. Ansonsten würden Futtermittel mit geringen TM-Gehalten nur mit ihren TM-Gewichten in den Futterrationskosten berücksichtigt, wie z.B. Silagefuttermittel.

¹⁹ Die näherungsweise Berechnung der Tagesleistungen unterscheidet sich von den in der Tabelle abgebildeten Werten nur minimal und hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Berechnungen.

Sollen die erforderlichen Kraftfuttergaben aus der obigen Gleichung bei einem fixen Milchleistungsniveau bzw. die Milchleistung aus einer fixen Kraftfuttergabe mit der dazugehörigen Grundfutteraufnahme abgeleitet werden, so müssen eingangs die für eine bestimmte Milchleistung entsprechenden Energie- und Eiweißlieferungen aus der Gesamtration definiert werden. Die Werte für den Erhaltungs- bzw. Leistungsbedarf an Energie (MJ NEL) und nutzbarem Rohprotein (nXP) wurden aus einer Tabelle für die Fütterung von Milchkühen übernommen (Lfl 2017). Der Erhaltungs- und Leistungsbedarf für eine Milchkuh von 650 kg Lebendmasse mit den Milchinhaltsstoffen von 4 % Fett und 3,2 % Eiweiß beträgt

- 37,7 MJ NEL und 3,3 MJ NEL/kg produzierter Milch bzw.
- 450 g nXP und 81 g nXP/kg produzierter Milch.

Soll bei einem gewünschten Milchleistungsniveau und einer vorgegebenen Qualität des Grundfutters der Kraftfutteranteil in der Ration bestimmt werden, so muss zuerst die erforderliche Energielieferung berechnet werden. Dafür wurde zuerst die obige Formel der Schätzgleichung in eine Excel Tabelle übertragen. Anschließend kommt die „Zielwertsuche“ aus der Excel-„Was-wäre-wenn-Analyse“-Funktion zur Anwendung. Die „Zielzelle“ ist dabei die Gleichung, welche die Energielieferung aus der Gesamtfuttermenge berechnet, welche sich auf eine Zelle außerhalb der Schätzgleichung bezieht. Der Wert, den diese Zelle annehmen soll, ist der für die fixierte Milchleistung erforderliche Energiebedarf und wird als „Zielwert“ eingegeben. Die „Veränderbare Zelle“ ist die Zelle der Kraftfuttermenge in der Schätzgleichung. Nun wird die Kraftfuttermenge so lange variiert bis der Wert der Zielzelle mit dem Zielwert übereinstimmt und der berechnete Kraftfutteranteil kann aus der Schätzgleichung abgelesen werden.

Die Milchleistung aus dem festgelegten Kraftfuttereinsatz und der dadurch implizierten Grundfutteraufnahme ergibt sich aus der Schätzgleichung, wenn der für die zu berechnende Milchleistung erforderliche Energiebedarf durch die gelieferte Energie, die durch das Kraftfutter bzw. Grundfutter bereitgestellt wurde, kompensiert wird. Das bedeutet, dass die der Milchleistung entsprechenden Energiemenge durch die Kraftfuttergabe und Grundfutteraufnahme gedeckt werden muss. Analog zu obigen Ausführungen findet auch hier die „Zielwertsuche“ Anwendung, um die aus der Gesamtration umsetzbare Milchleistung zu determinieren. „Zielzelle“ ist wiederum eine Zelle außerhalb der Schätzgleichung. In diese Zelle wird eine Formel integriert, welche die Kompensation des für die Milchleistung notwendigen Energiebedarfs und die Energielieferung aus den Futtermitteln beinhaltet. Dazu wird die Zelle der Milchleistung in der Schätzgleichung mit dem Leistungsbedarf an MJ NEL/kg Milch multipliziert und anschließend der Energieerhaltungsbedarf hinzugerechnet. Dieser Summe wird die Summe der Energielieferung aus der Futtermenge (Kraft- und Grundfutter) abgezogen. Die gelieferte Energiemenge errechnet sich, indem die Zellen der Kraft- bzw. Grundfuttermengen in der Schätzgleichung mit den jeweiligen Energiegehalten multipliziert werden. Die „Zielzelle“ soll den Wert Null annehmen („Zielwert“ ist Null), denn hierbei wird der erforderliche Energiebedarf durch die Futtermenge vollständig gedeckt. Es entsteht weder ein Energiedefizit noch ein Energieüberschuss.

Die „Veränderbare Zelle“ ist dabei die Zelle der Milchleistung in der Schätzgleichung. Nun folgt die iterative Annäherung zwischen erforderlicher und gelieferter Energie bis jene Milchleistung gefunden ist, bei der sich der Energiebedarf und die Energielieferung aufheben. Zuletzt kann die berechnete Milchleistung abgelesen werden.

Die fehlende Berücksichtigung des nutzbaren Rohproteins (nXP) in der obigen Schätzgleichung führt dazu, dass dieses nicht explizit in der Zielwertsuche berücksichtigt werden kann und die Futterrationen teilweise Eiweißüberschüsse (niedrigere Milchleistungen) und auch Eiweißdefizite (hohe Milchleistungen) aufweisen können. Darum wurde die für die jeweilige Milchleistung erforderliche Eiweißversorgung (nXP) separat und außerhalb dieser Zielwertsuche überprüft. Dies dient als Kontrolle, ob die geforderte leistungsabhängige Eiweißversorgung gewährleistet ist und ob milchleistungsbezogene Eiweißüberschüsse bzw. -defizite vorliegen.

7.8.2 Futterrationskosten und kalkulatorischer Gewinnbeitrag

Die Futterrationskosten werden berechnet, indem der mengenmäßige Anteil der in der Futterration enthaltenen Komponenten (Grund- und Kraftfutteranteil) mit den jeweiligen Stückkosten multipliziert und anschließend die Summe gebildet wird. Dabei muss auf die spezifischen Trockenmassegehalte eingesetzter Futtermittel geachtet werden, bevor die anteiligen Mengen mit den Stückpreisen multipliziert werden, weil die Stückpreise nicht auf Trockenmasse, sondern auf Frischmasse bezogen werden. Allerdings wird mit der Schätzgleichung die Futteraufnahme in TM quantifiziert. Per Division der TM-Aufnahme durch den spezifischen TM-Gehalt wird der FM-Anteil berechnet und durch anschließender Multiplikation der Stückpreise wird das in der Ration enthaltene Futtermittel monetarisiert.

Hervorzuheben ist bei der Berechnung der Futterrationskosten die unzulängliche Berücksichtigung vorangegangener Arbeitsverfahren der Grünlandbewirtschaftung und der darin eingesetzten Faktoren, die zu berücksichtigen wären, um die Vollkosten der Futterbereitstellung zu beziffern. Um die Grundfutterproduktion auf Vollkostenbasis zu berechnen, müssten in den Kalkulationen dieser Untersuchung noch folgende Kosten Berücksichtigung finden:

- Kosten der mechanischen Grünlandpflege wie das Abschleppen des Grünlandes oder fakultativ das Striegeln und Walzen des Grünlandes
- Kosten der Bestandserneuerung oder Förderung des Grünlandbestandes (Nachsaaten, Übersaaten, usw.)
- Kosten der Grünlanddüngung (Ausbringung des Wirtschaftsdüngers bzw. bei Bedarf des Mineralstoffdüngers)
- Faktorkosten für die eingesetzten Produktionsfaktoren wie Pacht für betriebsfremde bzw. Pachtansatz für betriebseigenen Grünlandflächen, Lohn für Fremdarbeitskräfte und Lohnansatz für die nicht-entlohnten Arbeitskräfte sowie die Verzinsung eingesetzten Kapitals zum Kalkulationszinsfuß. Die Faktorkosten für Boden müssten in den

Kalkulationen vollständig berücksichtigt werden. Die Kosten für Arbeit und Kapital müssten nur anteilmäßig für die, wie oben beschrieben, in den Kalkulationen fehlenden Arbeitsverfahren einkalkuliert werden. Denn in den Kostenberechnungen der einzelnen Arbeitsverfahren der Grundfütterernte wurden die Kapitalkosten und der Lohnansatz bereits einbezogen.

- Kapitalkosten und Instandhaltungskosten für das Stallgebäude bzw. für die Gebäudeteile des Heulagers
- Kosten der Verwaltung und Betriebsführung (Versicherungen, Steuerberatung, Tierarzt usw.)

Für die Verrechnung aller Kosten- und Leistungen eines Betriebszweiges im Rahmen der in Österreich angewandten Betriebszweigabrechnung wird auf die Ausführungen nach Hunger et al. (2006) verwiesen.

Aus Gründen einer erleichterten Lesbarkeit und Nachvollziehbarkeit wurde die Bezeichnung „**Rationskosten**“ beibehalten, obwohl es nicht um Vollkosten der Futterbereitstellung handelt. Analog dazu wurde in dieser Untersuchung der Begriff des „**kalkulatorischen Gewinnbeitrags**“ weiterhin verwendet.

Durch die Beschreibung der Begriffe „Rationskosten“ und „kalkulatorischen Gewinnbeitrag“ soll verdeutlicht werden, dass die Berechnungen der Rationskosten und der kalkulatorischen Gewinnbeiträge nicht alle für eine Vollkostenberechnung relevanten Kosten berücksichtigt werden, sondern nur die Kosten der Grundfütterernte (Grundfutterwerbung und -bergung) sowie die spezifischen Kosten, wodurch sich die Trocknungsverfahren unterscheiden²⁰, eingeflossen sind. Der Erlös der kalkulatorischen Gewinnbeitragsrechnung besteht ausschließlich aus dem Milcherlös.

²⁰ Dies wären Kosten der Belüftungsanlagen (Dachabsaugung, Trocknungsboxen, Lüfter, Entfeuchter, Steuerung) und des für die künstliche Trocknung erforderlichen Energiebedarfs (Strom).

8. Ergebnisse

8.1 Klimatologische Auswertung

8.1.1 Vegetationsbeginn, Vegetationsende und Vegetationsdauer

Die Tabelle 12 zeigt den Verlauf und die Dauer der Vegetationsperioden in einem Zeitraum von 2002 bis einschließlich 2016. Daraus wird ersichtlich, dass sowohl der Eintritt des Vegetationsbeginns und Vegetationsendes als auch die Dauer der Vegetationsphase starken Schwankungen unterworfen ist. Außerdem ist erkenntlich, dass die Standardabweichung des Vegetationsbeginns kleiner der Standardabweichung des Vegetationsendes ist. Diese Tatsache folgert, dass das arithmetische Mittel des Vegetationsbeginns aussagekräftiger ist als jenes des Vegetationsendes. Die Vegetationsdauer weist die größte durchschnittliche Streuung um den Mittelwert auf.

Tabelle 12: Kennzahlen der Vegetationsphasen zwischen 2002-2016

	Vegetationsbeginn [Datum]	Vegetationsende [Datum]	Vegetationsdauer [Tage]
05.03.2002	08.11.2002	249	
23.03.2003	18.10.2003	210	
13.03.2004	11.11.2004	244	
17.03.2005	13.11.2005	242	
24.03.2006	05.11.2006	227	
20.02.2007	14.11.2007	268	
21.02.2008	20.11.2008	274	
31.03.2009	21.10.2009	205	
22.02.2010	23.10.2010	244	
09.03.2011	14.11.2011	251	
12.03.2012	31.10.2012	234	
05.03.2013	26.11.2013	267	
02.03.2014	11.12.2014	285	
16.03.2015	24.11.2015	254	
18.03.2016	10.11.2016	238	
Min	20.2 2008	18.10 2003	205 2009
Mean	9.3 2011	10.11 2004	244 2010
Max	30.3 2009	11.12 2014	285 2014
std	11	14	21
Korrel	VegBeginn: VegEnde -0,41	VegBeginn: VegDauer -0,80	VegEnde: VegDauer 0,87

Betrachtet man das Datum des Vegetationsbeginns einzelner Jahre und die dazugehörige Vegetationsdauer, so kann kein kausaler Zusammenhang unterstellt werden, denn es gibt sowohl Jahre mit frühzeitigem Vegetationsbeginn und mit einem unterdurchschnittlich frühen als auch mit einem überdurchschnittlich späten Eintritt des Vegetationsendes. Allein ein früher Vegetationsbeginn steht in keinem ursächlichen Zusammenhang mit einer langen

Vegetationsperiode. Allerdings können Korrelationen ausgemacht werden. Diese beschreiben ein ähnliches Verhalten zweier Variablen oder eine annähernd gegengleiche Beziehung zwischen den Merkmalsausprägungen der Variablen. Die Korrelationskoeffizienten nach Pearson machen ersichtlich, dass ein früher Vegetationsbeginn mit einem späten Vegetationsende korreliert, ersichtlich am negativen Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten. Auch der Zusammenhang zwischen einem frühen Vegetationsbeginn und einer längeren Vegetationsdauer kann anhand der Pearson Korrelation kenntlich gemacht werden. Ohnedies erscheint es logisch nachvollziehbar, dass eine positive Beziehung zwischen Vegetationsende und Vegetationsdauer besteht, was auch durch den oben abgebildeten Korrelationskoeffizienten evident wird.

8.1.2 Tagesarten und verfügbare Erntegelegenheiten

Abbildung 7 zeigt den Verlauf der Vegetationszeit und die jährliche Anzahl bestimmter Tagesarten in einem Zeitraum von 2002-2016. Das gruppierte Balkendiagramm zeigt eine große jährliche Streuung in den Werten der Tagesarten bzw. der Vegetationsperioden. Allerdings lässt sich kein kausaler Zusammenhang zwischen bestimmten Tagesarten und Vegetationszeit zeigen. Die Jahre 2008, 2013 und 2014 zeigen eine überdurchschnittlich lange Vegetationsperiode, obwohl es in diesen Jahren mehr Schlechtwettertage als Schönwettertage gab. Andererseits gibt es Jahre, in denen das Verhältnis zwischen Schönwettertage und Schlechtwettertage deutlich über 100% liegt und die Vegetationsperiode trotzdem deutlich unter dem Durchschnitt liegt, wie es beispielsweise in den Jahren 2003 und 2009 zu beobachten ist.

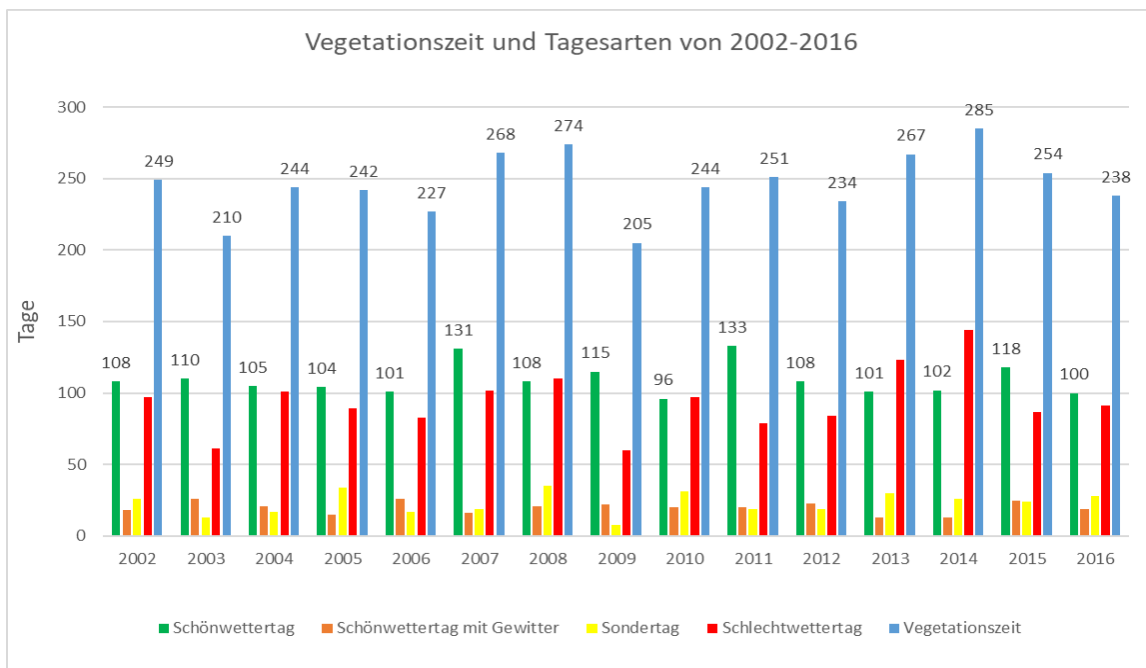


Abbildung 7: Vegetationszeit und Tagesarten zwischen 2002 und 2016

In Abbildung 8 sind die potentiellen Erntegelegenheiten und die dabei maßgeblich einwirkenden Wetterparameter gegenübergestellt. Bezieht man sich auf die in Linien abgetragenen Wetterparameter, so lässt sich ein positiver Zusammenhang zwischen Temperaturverlauf und Sättigungsdefizitsumme verzeichnen. Währenddessen verhält sich die Beziehung zwischen Temperaturverlauf sowie Sättigungsdefizitsumme und der Niederschlagssumme annähernd gegensätzlich. Dieses Verhältnis ist vor allem in den Jahren 2006, 2007, 2010 und 2015 erkennbar. Diese negative Korrelation lässt sich darauf zurückführen, weil sich das Sättigungsdefizit bei Zusammentreffen höherer Temperaturverläufen und geringeren Niederschlagsmengen vergrößert. Denn in Jahren hoher Temperaturen und geringen Niederschlägen wird die Verdunstung gefördert und das Wasseraufnahmevermögen der Luft vergrößert. Somit kommt es zu einer Erhöhung der Sättigungsdefizitsummen (Formayer et al. 2000, S. 12 ff.). In den Jahren mit einer großen Anzahl verfügbarer Erntegelegenheiten, wie 2003, 2006 oder 2015, lassen sich diese Wechselwirkungen tendenziell verfolgen. Die Anzahl der verfügbaren Erntegelegenheiten ist deshalb vor allem in jenen Jahren groß, in denen der Temperaturverlauf und die Niederschlagsmenge stark differieren.

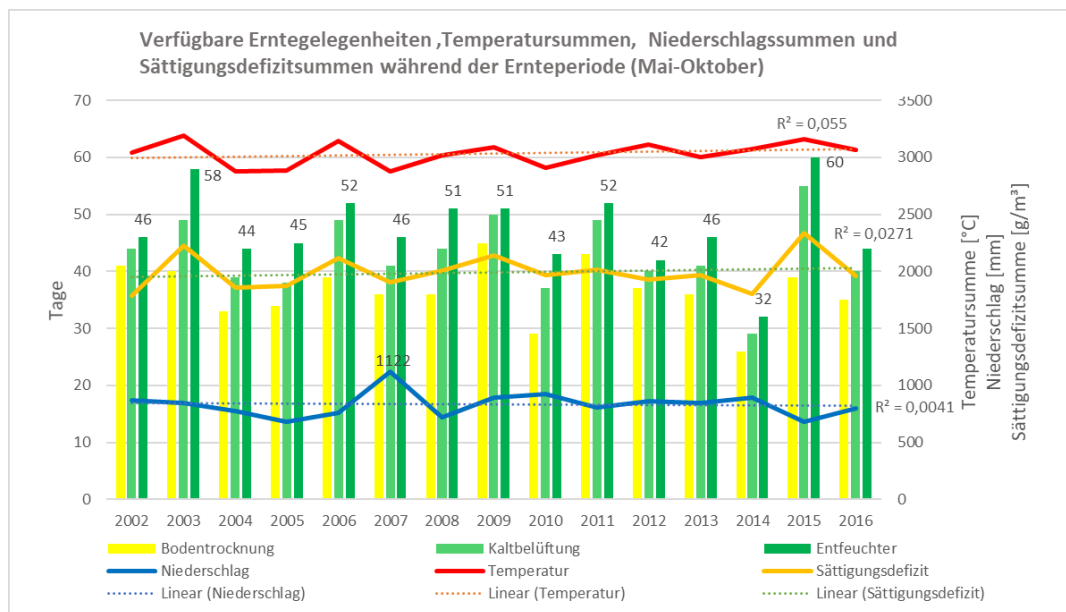


Abbildung 8: Verfügbare Erntegelegenheiten, Temperatursummen, Niederschlagssummen sowie die Sättigungsdefizitsummen während der Ernteperiode (Mai-Oktober) von 2002 – 2016

Bei der Betrachtung der Trendlinien für die Parameter Temperatur, Niederschlag und Sättigungsdefizit zeigt sich, dass es im untersuchten Zeitraum keine gravierenden Trendänderungen bzw. keine eindeutigen Trendentwicklungen gab. Eine eindeutige Trendrichtung kann aus den vorliegenden Daten nicht abgelesen werden, zumal die Bestimmtheitsmaße für die Parameter Temperatur, Niederschlag und Sättigungsdefizit sehr gering sind und ein sehr kleiner Datensatz vorliegt. Die Trendlinie des Temperaturverlaufs zeige im untersuchten Zeitraum eine leicht steigende Tendenz, ebenso die Trendlinie des Sättigungsdefizites in geringerem Ausmaß. Ausschließlich der Niederschlagsverlauf ließe auf keinen abweichenden Trend schließen und stagnierte auf gleichbleibendem Niveau.

Tabelle A - 4 gibt einen Überblick über die monatliche Auszählung verfügbarer Erntetage, geordnet nach den unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren und kann im Anhang betrachtet werden.

8.1.3 Geschätzte Schnittzeitpunkte und realisierte Schnittzeitpunkte

Die unterhalb ersichtliche Tabelle zeigt die berechneten Schnittzeitpunkte für die Jahre zwischen 2002 bis einschließlich 2016. Die diskreten Temperatursummen im Frühjahr übersteigen in den meisten Fällen die langjährigen Medianwerte für ein 4-schnittiges Nutzungsregime. Bei genauer Betrachtung der diskreten Temperatursummen ist ersichtlich, dass sich sowohl höhere Temperatursummen als auch geringere Temperatursummen, bezogen auf die langjährigen Medianwerte, über die Schnittnutzungen eines Jahres verteilen. Ausnahmen sind hingegen in den Jahren 2003, 2012 und 2015 zu sehen, da sämtliche Temperatursummen jene der medianen Werte überschreiten. Dieser hohe Temperaturverlauf zeigt sich auch in den frühesten Schnittnutzungen des 3. bzw. 4. Schnittes in den genannten Jahren, wie es die Spalten unterhalb des Schnittzeitpunktes aufbereiten. Die frühesten, mittleren und spätesten Nutzungen des jeweiligen Schnittes zeigen, dass die Streuung früher Nutzungen größer und mit den späteren Nutzungen geringer wird, da vor allem die Monate im Frühjahr bzw. Frühsommer (Mai-Juni) stärkere Temperaturschwankungen aufweisen als die Monate des Hochsommers (Juli-August).

Tabelle 13: Berechnung geschätzter Schnittzeitpunkte von 2002 bis 2016

Medianwerte Schnitttermin				Temperatursumme Medianwert [°C]				Temperatursumme diskret [°C]				Schnittzeitpunktveränderung [Tage]				Schnittzeitpunkt [Datum]			
1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
19.5.2002	29.6.2002	14.8.2002	9.10.2002	6314	7116	9075	8559	7299	8092	9040	7670	-4	-3	0	5	15.05.2002	25.06.2002	15.08.2002	14.10.2002
19.5.2003	29.6.2003	14.8.2003	9.10.2003	6314	7116	9075	8559	6384	8229	10325	9370	0	-4	-3	-2	18.05.2003	25.06.2003	10.08.2003	06.10.2003
19.5.2004	29.6.2004	14.8.2004	9.10.2004	6314	7116	9075	8559	6412	6258	7669	7269	0	5	7	7	18.05.2004	05.07.2004	21.08.2004	16.10.2004
19.5.2005	29.6.2005	14.8.2005	9.10.2005	6314	7116	9075	8559	6354	7389	8194	7575	0	-1	4	5	18.05.2005	28.06.2005	19.08.2005	15.10.2005
19.5.2006	29.6.2006	14.8.2006	9.10.2006	6314	7116	9075	8559	6175	6380	7939	7868	1	5	6	4	20.05.2006	04.07.2006	20.08.2006	13.10.2006
19.5.2007	29.6.2007	14.8.2007	9.10.2007	6314	7116	9075	8559	9149	9118	9948	8463	-11	-7	-2	1	07.05.2007	21.06.2007	11.08.2007	10.10.2007
19.5.2008	29.6.2008	14.8.2008	9.10.2008	6314	7116	9075	8559	7528	8111	9467	8366	-5	-3	-1	1	14.05.2008	25.06.2008	12.08.2008	11.10.2008
19.5.2009	29.6.2009	14.8.2009	9.10.2009	6314	7116	9075	8559	6511	6786	8044	8158	-1	2	5	2	18.05.2009	02.07.2009	20.08.2009	12.10.2009
19.5.2010	29.6.2010	14.8.2010	9.10.2010	6314	7116	9075	8559	6977	6981	8701	7966	-3	1	2	3	16.05.2010	30.06.2010	16.08.2010	13.10.2010
19.5.2011	29.6.2011	14.8.2011	9.10.2011	6314	7116	9075	8559	8165	8187	8880	9288	-7	-4	1	-2	11.05.2011	25.06.2011	15.08.2011	06.10.2011
19.5.2012	29.6.2012	14.8.2012	9.10.2012	6314	7116	9075	8559	7387	7783	9414	9311	-4	-2	-1	-2	14.05.2012	26.06.2012	13.08.2012	06.10.2012
19.5.2013	29.6.2013	14.8.2013	9.10.2013	6314	7116	9075	8559	6986	6438	8802	7952	-3	4	1	3	16.05.2013	04.07.2013	16.08.2013	13.10.2013
19.5.2014	29.6.2014	14.8.2014	9.10.2014	6314	7116	9075	8559	7728	7822	9122	8461	-6	-2	0	1	13.05.2014	26.06.2014	13.08.2014	10.10.2014
19.5.2015	29.6.2015	14.8.2015	9.10.2015	6314	7116	9075	8559	7121	7243	10275	9367	-3	0	-3	-2	15.05.2015	28.06.2015	10.08.2015	06.10.2015
19.5.2016	29.6.2016	14.8.2016	9.10.2016	6314	7116	9075	8559	6303	6773	8070	8246	0	2	5	2	20.05.2016	02.07.2016	19.08.2016	11.10.2016
Min																7.5.	21.6.	10.8.	6.10.
Mean																15.5.	28.6.	15.8.	11.10.
Max																20.5.	5.7.	21.8.	16.10.

Die Tabellen A-5 – A-10 enthalten die dargestellten realisierten Schnitttermine mit den dazugehörigen Aufwuchsstadien, welche folgend in die Qualitätsertragsberechnungen eingeflossen sind. Aufgrund der dimensionslosen (bezugslose) Größen der realisierten Schnittzeitpunkte wurden diese der Untersuchung folgend angehängt und können im Anhang betrachtet werden. Die Dimensionslosigkeit der realisierten Schnittzeitpunkt ist darin begründet, dass der alleinige Vergleich der Schnittzeitpunkte unterschiedlicher Jahre nicht aussagekräftig genug ist, um Rückschlüsse auf die Erntemengen und Grundfutterqualität zu ziehen, da sich einzelne Jahre in ihrer vegetativen Entwicklung (Vegetationsbeginn und -ende) und in den wetterbedingten Eigenschaften (Temperaturverlauf, Niederschlag) stark unterscheiden können. Die

Auswirkungen einzelner Schnitttermine werden erst in den Qualitätserträgen sichtbar, weil sich die Zeitpunkte der Schnittnutzungen in der Grundfutterqualität niederschlagen²¹. Allerdings ist es zulässig, die Unterschiede in den Schnittzeitpunkten bezüglich der verschiedenen Trocknungsverfahren kenntlich und verfahrensbedingte Einflüsse sichtbar zu machen. Es sind die realisierten Schnitttermine sowohl für das 2-Chargen- als auch für das 3-Chargen-System dargestellt und können vergleichend eingesehen werden. Unterschiede zwischen den Systemen können klar ausgemacht werden, denn hierbei wird die Schlagkraft eines Systems bzw. die Dringlichkeit einer leistungsfähigen Erntekette und den darin eingesetzten Arbeitsverfahren unterstrichen. Wird der jeweilige Schnitt unter mehreren Chargen eingefahren, so erhöht sich das Risiko einer qualitätsmindernden Ernte mit geringeren Qualitätserträgen und die Gefahr, dass sich die Nutzungen des 3. und 4. Schnittes aufgrund verspäteter Nutzung voriger Schnitte zu weit in den Herbst verlagern. Die weitere Konsequenz davon ist, dass nicht alle Flächen viermal genützt werden können und der 4. Schnitt unter schlechten Witterungsverhältnissen überhaupt nicht oder nur teilweise eingefahren werden kann, zumal verfügbaren Erntegelegenheiten in den Herbstwochen nur mehr in geringer Anzahl zur Verfügung stehen und zudem breit gestreut sind. Die Ernteauffälle nehmen vom 2-chargigen Nutzungssystem auf das 3-Chargen-System sichtlich zu. Angesichts dieser Auswirkungen ist die Flexibilität von Belüftungstrocknungen zu betonen, da diesen auch in schlechteren Jahren und kürzeren Herbstperioden mehrere Erntegelegenheiten zur Verfügung stehen, um größere Flächen des 4. Schnittes zu ernten. Vor allem mit der Entfeuchtertrocknung ist ein nahezu sicheres Ernten in den Herbstwochen gewährleistet wie es in den hinten angehängten Tabellen verfolgt werden kann. Dabei konnten im 2-Chargen-System zwar die gesamte Mähfläche über den untersuchten Zeitraum viermal genutzt werden, jedoch mussten auch im 3-Chargen-System mit diesem Trocknungsverfahren Auffälle verzeichnet werden.

²¹ Bei den realisierten Schnittzeitpunkten handelt es sich um schlichte Datumsangaben, die mit anderen Datumsangaben schwer vergleichbar sind, da eine bestimmte Bezugsbasis fehlt, zumal sie jährlichen Schwankungen unterworfen sind. Qualitätserträge aus der Heuproduktion können allerdings den Qualitätserträgen alternativer Produktionsverfahren gegenübergestellt werden und direkt verglichen werden.

8.2 Qualitätserträge

Die über den 15-jährigen Zeitraum erzeugten Qualitätserträge werden in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren und Chargensysteme in zwei Tabellen dargelegt. Man beschränkt sich hier allerdings auf Minimal-, Mittel- und Maximalwerte, um die Unterschiede der Qualitätserträge und der verfahrensspezifischen Kenndaten der Grundfütterernte deutlich erkenntlich zu veranschaulichen.

Tabelle 14: Abstrahierte Qualitätserträge des 2-Chargensystems in Abhängigkeit des Trocknungsverfahrens

2-Chargen	Trocknungsverfahren	Ausprägung	MJ NEL/ha*	MJ NEL gesamt	kg XP/ha*	kg XP gesamt	kg nXP/ha*	kg nXP gesamt	Gemähte Fläche	Erntemenge [kg Heu]
	2-Chargen	Entfeuchter	Min	45.239	904.787	1.130	22.597	1.031	20.623	80
∅			45.628	912.554	1.136	22.722	1.037	20.744	80	177.228
Max			45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
Kaltselbsttrocknung		Min	39.061	781.223	938	18.769	888	17.768	70	155.780
		∅	42.680	853.591	1.029	20.577	970	19.402	79	169.132
		Max	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
Bodentrocknung		Min	35.148	702.958	789	15.771	800	15.997	70	150.014
		∅	38.311	766.223	882	17.637	871	17.426	77	160.894
		Max	39.860	797.207	934	18.678	905	18.101	80	164.850

*Hektarbasis bezieht sich auf eine Nutzungsfrequenz von 4 Schnitten

Die obige Tabelle zeigt die verfahrensabhängigen Unterschiede der Qualitätserträge, der gemähten Ernteflächen und der produzierten Erntemengen. Bezüglich dieser Kennzahlen werden die absteigenden Erträge beginnend bei der Entfeuchertrocknung bis hin zur Bodentrocknung sichtbar. Diese unterschiedlichen Erträge sind zum einen auf die differentiellen, verfahrensabhängigen (systembedingte) Ernteverluste, wie sie eingangs schon in 6.2 beschrieben wurden, und zum einen auf witterungsbedingte Auswirkungen zurückzuführen. Es ist hierbei anzumerken, dass die Heuproduktion mit Belüftungstrocknungen witterungsunabhängiger erfolgt als jene mit dem Bodentrocknungsverfahren. Dieser Umstand ist auch in den Zahlen der gemähten Ernteflächen ersichtlich. Um die witterungsbedingten Einflüsse auf die Qualitätserträge einzelner Heutrocknungsverfahren auszumachen, sollten die Vegetationsstadien einzelner Schnitttermine miteinander verglichen werden. Durch den Vergleich der Vegetationsstadien einzelner Schnitttermine können die verfahrensspezifischen Witterungseinflüsse auf die Ertragsverhältnisse verschiedener Trocknungsverfahren sichtbar gemacht werden, denn darin spiegeln sich sowohl die Anzahl verfügbarer Erntegelegenheiten und als auch der dadurch realisierbare Schnittzeitpunkt wider, worin sich die Flexibilität eines Trocknungsverfahrens zeigt²². Weiters basieren qualitative Ertragsunterschiede auf unterschiedlichen Qualitätsausbeuten pro Erntemenge (kg TM), wie sie bereits in 6.1 mit der Korrektur der vorliegenden Futterwerttabelle beschrieben wurden. Diese verfahrensspezifischen Qualitätsausbeuten werden zu den systembedingten Unterschieden gezählt, welche durch das eigene Handeln und den eigenen Fähigkeiten nicht verändert werden können.

²² Siehe dazu die Tabelle A-5 – A-10 im Anhang.

Tabelle 15 zeigt die Qualitätserträge für das geerntete Grundfutter im 3-Chargensystem.

Tabelle 15: Abstrahierte Qualitätserträge des 3-Chargensystems in Abhängigkeit des Trocknungsverfahrens

Trocknungsverfahren	Ausprägung	MJ NEL/ha*	MJ NEL gesamt	kg XP/ha*	kg XP gesamt	kg nXP/ha*	kg nXP gesamt	Gemähte Fläche	Erntemenge [kg Heu]
2-Chargen Entfeuchter	Min	42.512	850.235	1.058	21.154	968	19.362	73	166.594
	∅	44.999	899.972	1.120	22.407	1.023	20.466	79	175.101
	Max	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
Kaltbelüftung	Min	37.165	743.305	884	17.678	848	16.957	67	150.644
	∅	41.570	831.410	999	19.977	946	18.918	76	165.708
	Max	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
Bodentrocknung	Min	32.406	648.121	741	14.817	735	14.700	60	135.177
	∅	36.958	739.160	844	16.873	841	16.812	74	156.278
	Max	39.733	794.655	925	18.508	902	18.033	80	164.850

*Hektarbasis bezieht sich auf eine Nutzungsfrequenz von 4 Schnitten

Bei der vergleichenden Betrachtung der vorgelegten Kennzahlen zwischen dem 2- bzw. 3-Chargensystem sind deutliche Unterschiede zu erkennen, mit teils großen Verschlechterungen zu Ungunsten des 3-chargigen Systems und vor allem der Bodentrocknung. Der Rückfall der Ernterträge und -qualitäten ist großteils auf die Witterungsabhängigkeit und der geringeren Schlagkraft der Erntekette eines 3-Chargensystems zurückzuführen. Evident wird allerdings, dass die Entfeuchtertrocknung den wetterbedingten Einflüssen in geringerem Maße ausgesetzt ist als die übrigen Trocknungsverfahren. Zudem kann der merkliche Einfluss einer schlagkräftigen Erntekette auf die geernteten Qualitätserträge mit den jeweiligen Erntemengen erkannt werden. Die Bedeutung einer schlagkräftigen Erntekette nimmt mit der Witterungsabhängigkeit des Ernteverfahrens zu. Das bedeutet: „Je witterungsabhängiger das Trocknungsverfahren, desto bedeutender wird die Schlagkraft der Erntekette als Voraussetzung einer qualitativ hochwertigen Ernte mit hohen Erntemengen.“

Um die jährlichen Unterschiede der Heutrocknungsverfahren auf die geernteten Qualitätserträge visuell aufzubereiten und farblich voneinander abzugrenzen, wurden diese zusätzlich in einer Grafik zusammengefasst und in Abhängigkeit des Chargensystems in den Abbildungen 9-10 dargestellt. In den gruppierten Balkendiagrammen werden die Qualitätserträge in MJ NEL pro ha und, kumuliert, über alle vier Schnitte abgetragen.

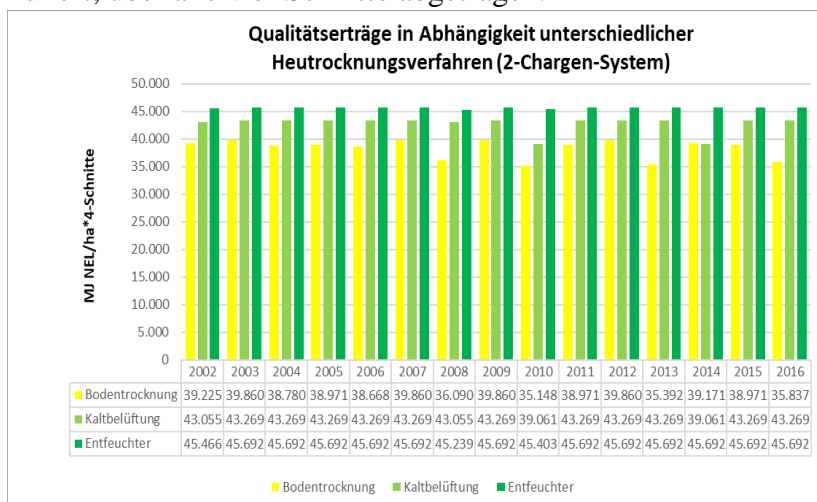


Abbildung 9: Jährliche Qualitätserträge einzelner Trocknungsverfahren des 2-Chargensystems

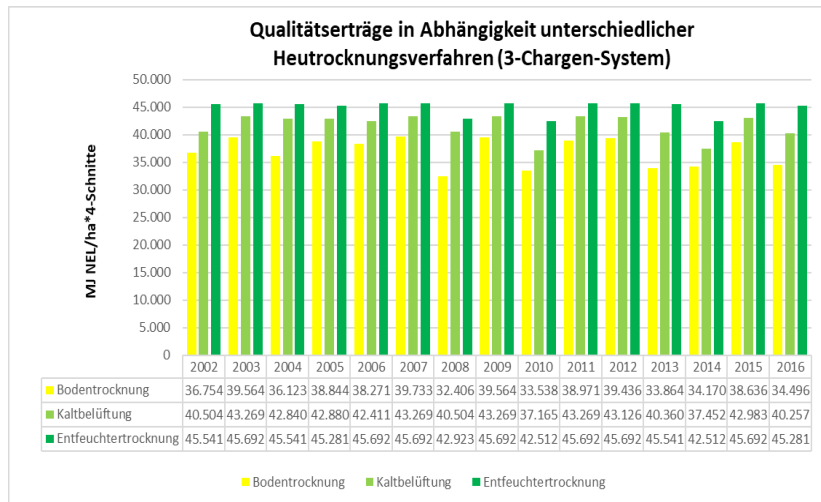


Abbildung 10: Jährliche Qualitätserträge einzelner Trocknungsverfahren des 3-Chargensystems

Dem Anhang werden außerdem die Tabellen A-11 – A-12 beigefügt, welche die jährlich geernteten Qualitätserträge in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren und Chargensysteme für einen Zeitraum von 15 Jahren, zwischen 2002 und einschließlich 2016, zeigen. Einige Spalten der Datentabellen wurden in einer Farbskala dargestellt, um die Unterschiede zwischen den Qualitäten und Jahren hervorzuheben. Das Farbspektrum reicht von grün bis rot, wobei grün-gekennzeichnete Zellen bessere Ausprägungen zeigen als die rötlich-gekennzeichneten Zellen. Die Qualitätserträge weisen im beobachteten Zeitraum starke Schwankungen auf, wobei diese zwischen der Entfeuchtertrocknung bis hin zur Bodentrocknung größer werden. Die Jahre 2003, 2007, 2009 und 2012 erweisen sich für alle drei Heutrocknungsverfahren als sehr gute Erntejahre mit den höchsten Qualitätserträgen. Interessant ist der direkte Zusammenhang zwischen geernteter Fläche bzw. Erntemenge und die qualitative Ausbeute unterschiedlicher Inhaltsstoffe. In Jahren geringerer Erntemengen sinkt auch der durchschnittliche Qualitätsertrag pro ha. Dieser Umstand ist wohl auf verspätete Termine der Schnittnutzungen zurückzuführen, welche die Qualitätserträge negativ beeinflussten. Anders ausgedrückt kann dieser Umstand wie folgt definiert werden: „Kann die gesamte Mähfläche im entsprechenden Nutzungsregime vollständig geerntet werden, so erhöhen sich auch die durchschnittlichen Qualitätserträge pro ha.“ Denn die Prämisse einer vollständigen Ernte der Mähflächen ist eine zeitgemäße Nutzung jeweiliger Schnitte und somit eine Erhöhung der qualitativen Ausbeute.

Per Division der durchschnittlichen Qualitätserträge pro Jahr durch die durchschnittlichen Jahreserträge werden die durchschnittlichen Qualitäten des geernteten Grundfutters beziffert, mit der Bezugsbasis kg/TM. Umgelegt für das spezifische Chargensystem und für die einzelnen Trocknungssysteme ergeben sich folgende Zahlen:

	2-Chargensystem	3-Chargensystem
Entfeuchter	5,92 MJ NEL/kg TM	5,91 MJ NEL/kg TM
Kaltbelüftung	5,80 MJ NEL/kg TM	5,77 MJ NEL/kg TM
Bodentrocknung	5,54 MJ NEL/kg TM	5,50 MJ NEL/kg TM

Aus den oben dargestellten Zahlen der Grundfutterqualitäten wird ersichtlich, dass die durchschnittlich geernteten Qualitäten chargenspezifisch nur gering voneinander abweichen. Jedoch kann hierbei die Entfeuchtervariante sowohl in absoluten als auch relativen Zahlen die geringsten Änderungen bzw. Qualitätsverluste vorweisen. Ein unentschlossener (risikoaverser) Entscheider würde deshalb die Investition in eine Belüftungsanlage auf ein 3-Chargensystem dimensionieren, da nur mit marginalen Qualitätsverlusten zu rechnen wäre und die Kapitalintensität bei einem 3-Chargensystem merklich geringer wäre. Diese geringere Kapitalintensität würde zudem die Fixkostenbelastung senken, wie es ferner in 8.5 erläutert wird.

8.3 Investitionskosten und jährliche Belastungen der Heutrocknungsanlagen

In Tabelle 16 sind die für die Dimensionierung der Boxengröße zu Grunde liegenden Richtwerte sowie die Kalkulationswerte für die dimensionierten Boxengrößen dargestellt, welche sich auf die Entfeuchtertrocknung stützen und analog dazu für die Kaltbelüftungsvariante übernommen wurden, da sich die Heueinfuhrgewichte nur gering voneinander unterscheiden. Entscheidend für die Dimensionierung der Boxengröße ist die Berechnung vom Einfuhrgewicht bzw. vom TM-Anteil des 1. Schnittes, da dieser sowohl der erste als auch der ertragsreichste Schnitt bezüglich der Gesamtmasse eines 4-schnittitigen Nutzungsregimes ist, wie es die Ertragsverteilung in Tabelle 1 zeigt.

Tabelle 16: Dimensionierung der Heutrocknungsboxen

Dimensionierung Boxengröße		
	Richtwerte	Kalkulationswert
Erstbeschickungshöhe [m]	1,5 - 2,5	2
Dichte Belüftungsheu [kg TM/m ³]	60 - 130	100
Dachabsaugungsfläche : Boxenfläche	3:1 - 5:1	4:1
Chargenfläche 2 Chargen [ha]		10
Chargenfläche 3 Chargen [ha]		7
	2 Chargen [10 ha]	3 Chargen [7 ha]
Trockenmasse 1. Schnitt [kg TM/ha]	2733	2733
Raumbedarf [m ³ /ha]	27	27
Boxengröße bei Erstbeschickungshöhe [m ²]	137	96
Kalkulationswert	140	100

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL et al. (2017)

Aus diesen Größendimensionen können die Investitionskosten²³ und die jährlichen Kosten bestimmt werden, welche in der untenstehenden Tabelle veranschaulicht werden. Aus den Berechnungen werden die Unterschiede der Investitionskosten und den jährlichen Kosten ersichtlich. Bei Verteilung der jährlichen Kosten der Belüftungstrocknungen pro m²-Boxenfläche werden die relativen Kostenvorteile der Kaltbelüftungstrocknung mit steigender Boxengröße geschmälert, was wiederum auf Effekte einer Fixkostendegression zurückzuführen ist. Der größte

²³ Hierbei wird bewusst der Begriff „Investitionskosten“ jenem der „Investitionssumme“ vorgezogen, da eine vermehrte Eigenleistung zu einer Kürzung der Investitionssumme führen kann und folglich kalkulatorische Größen in den Berechnungen einfließen.

Kostenpunkt, der sich in den jährlichen Kosten deutlich niederschlägt, sind die kalkulatorischen Kosten für den Entfeuchter und der dazugehörigen Steuerungstechnik.

Tabelle 17: Investitionskosten und jährliche Belastungen der Boxentrocknung in Abhängigkeit des Heutrocknungsverfahrens und Chargensystem

Entfeuchter 2 Chargen							
Merkmale	Position	Einheit	Kalkulationswert [€/Einheit]	Anschaffungskosten	Jährliche Fixkosten	Reparaturkosten jährlich	Jährliche Gesamtkosten
Boxenfläche	140	m ²	150 €	21.000 €	1.071 €	210 €	1.281 €
Dachabsaugungsfläche	560	m ²	40 €	22.400 €	1.143 €	224 €	1.367 €
Lüfter 14 kW	1	Stk.	5.000 €	5.000 €	419 €	100 €	519 €
Entfeuchter 28 kW	1	Stk.	32.000 €	32.000 €	2.681 €	640 €	3.321 €
Steuerung	1	Stk.	7.000 €	7.000 €	586 €	140 €	726 €
				87.400 €	5.900 €	1.314 €	7.214 €
Entfeuchter 3 Chargen							
Boxenfläche	100	m ²	150 €	15.000 €	765 €	150 €	915 €
Dachabsaugungsfläche	400	m ²	40 €	16.000 €	816 €	160 €	976 €
Lüfter 14 kW	1	Stk.	5.000 €	5.000 €	419 €	100 €	519 €
Entfeuchter 28 kW	1	Stk.	32.000 €	32.000 €	2.681 €	640 €	3.321 €
Steuerung	1	Stk.	7.000 €	7.000 €	586 €	140 €	726 €
				75.000 €	5.267 €	1.190 €	6.457 €
Kaltbelüftung 2 Chargen							
Merkmale	Position	Einheit	Kalkulationswert [€/Einheit]	Anschaffungskosten	Jährliche Fixkosten	Reparaturkosten jährlich	Jährliche Gesamtkosten
Boxenfläche	140	m ²	150 €	21.000 €	1.071 €	210 €	1.281 €
Dachabsaugungsfläche	560	m ²	40 €	22.400 €	1.143 €	224 €	1.367 €
Lüfter 14 kW	1	Stk.	5.000 €	5.000 €	419 €	100 €	519 €
				48.400 €	2.633 €	534 €	3.167 €
Kaltbelüftung 3 Chargen							
Boxenfläche	100	m ²	150 €	15.000 €	765 €	150 €	915 €
Dachabsaugungsfläche	400	m ²	40 €	16.000 €	816 €	160 €	976 €
Lüfter 14 kW	1	Stk.	5.000 €	5.000 €	419 €	100 €	519 €
				36.000 €	2.000 €	410 €	2.410 €

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL et al. (2017)

8.4 Maschinen- und Arbeiterledigungskosten pro Flächeneinheit

Tabelle 18 zeigt die Maschinenkosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsvarianten auf Basis verschiedener Bezugseinheiten. Die Kosten für die in den Arbeitsverfahren eingesetzten Traktoren und jene für den Einsatz des Mittelschwaders sind für alle Heutrocknungsvarianten ident. Der Grund für die unterschiedlichen Kosten bei den restlichen Erntegeräten ist auf die Höhe der beanspruchten Leistungseinheiten zurückzuführen, wie es bereits in 7.4 behandelt wurde.

Tabelle 18: Maschinenkosten in Abhängigkeit des Chargensystems und der Heutrocknungsverfahren

		Einheit	Fixe Stückkosten [€/Einheit]	Reparaturkosten [€/Einheit]	
	Traktor	83 kW	h	11,10 €	7,30 €
	Traktor	67 kW	h	8,96 €	6,70 €
	Traktor	54 kW	h	7,29 €	6,20 €
	Front Heck-Kombination	6,2m	ha	9,40 €	2,25 €
	Mittelschwader	6m	ha	4,38 €	2,30 €
Heukran		30m x 5,0mt			
2 - Chargen		BT	h	12,02 €	1,00 €
		KB/ET	h	9,63 €	1,00 €
	Kreiselzettwender	10,75m			
		BT	ha	3,12 €	1,90 €
		KB	ha	3,99 €	1,90 €
		ET	ha	5,98 €	1,90 €
	Ladewagen	25 m ³ DIN			
		BT	t	5,58 €	0,25 €
		KB	t	4,24 €	0,25 €
		ET	t	4,10 €	0,25 €
	3-Chargen	Kreiselzettwender	10,75m		
			BT	ha	3,54 €
		KB	ha	4,52 €	1,90 €
		ET	ha	6,77 €	1,90 €
Ladewagen		25 m ³ DIN			
		BT	t	5,47 €	0,25 €
	KB	t	4,17 €	0,25 €	
	ET	t	4,02 €	0,25 €	

BT...Bodentrocknung
KB...Kaltbelüftung
ET...Entfeuchter

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL et al. (2016)

Die unterschiedliche Auslastung der Erntegeräte führen dazu, dass sich die Fixkosten auf unterschiedliche Leistungseinheiten verteilen und sich so Effekte einer Fixkostendegression erkennen lassen. Dieser Effekt wird in den Fixkosten des Kreiselzettwenders bei der Bodentrocknung ersichtlich, da hierbei mindestens 4 Mal gewendet werden muss, wobei die Kaltbelüftung bzw. die Entfeuchtertrocknung ein nur 3- bzw. 2-maliges Wenden beanspruchen. Im Gegenzug kommt es bei den fixen Kosten des Ladewagens aufgrund der höheren Einfuhrgewichte bei den Belüftungsvarianten zu einer geringeren Fixkostenbelastung pro Tonnage-Erntegut. Allerdings gehen die erhöhten Einfuhrgewichte der Belüftungstrocknungen mit einer erhöhten Fixkostenbelastung pro Flächeneinheit einher, zumal die Fixkosten pro Tonnage mit dem höheren

Einfuhrgewicht multipliziert werden muss. Obgleich es zu geringen Effekten einer Fixkostendegression kommt, so werden diese meist mit einer Erhöhung der variablen Kosten, hierbei sind die Reparaturkosten hervorzuheben, wieder egalisiert, weshalb dieser Effekt kaum zu Tragen kommt. Die stärksten Einflüsse auf die Maschinenkosten pro Hektar sind auf Kosten für das Wenden bzw. das Laden des Erntegutes zurückzuführen, weil sich die Trocknungsverfahren hinsichtlich der Anzahl der Arbeitsvorgänge und der Einfuhrgewichte pro ha unterscheiden. Die für die Berechnung der Flächenstückkosten erforderliche Kenntnis der technischen Zusammensetzung eingesetzter Arbeitsverfahren wird in der Tabelle 19 dargelegt.

Tabelle 19: Technische Zusammensetzung eingesetzter Arbeitsverfahren

Arbeitsverfahren	Maschine		Erntegerät	
Mähen	Traktor	83 kW	Front-Heck-Kombination mit Aufbereiter	6,2m
Wenden	Traktor	67 kW	Kreiselzettwender	10,75m
Schwaden	Traktor	54 kW	Mittelschwader	6m
Laden	Traktor	83 kW	Ladewagen	25m ³ DIN
Entladen	Heukran	30mx5,0mt	-	-

Die Maschinenkosten pro Flächeneinheit für die eingesetzten Arbeitsverfahren werden in der unteren Tabelle summiert dargestellt. Die Flächenstückkosten der eingesetzten Arbeitsverfahren setzen sich aus den Traktor- bzw. Maschinenkosten (Traktor bzw. Heukran) und den Kosten der Erntegeräte zusammen. Die einzelnen Maschinenkosten ergeben sich, indem das Produkt aus dem spezifischen Zeitbedarf des Arbeitsschrittes pro ha und der erforderlichen Wiederholung eines Arbeitsvorgangs gebildet wird und anschließend mit den Kostentypen (fixe und Reparaturkosten) multipliziert werden. Die Betriebsstoffkosten pro ha errechnen sich aus dem Energiebedarf pro ha multipliziert mit dem Energiepreis pro Einheit und den nötigen Arbeitsdurchgängen. Die Kostenberechnungen der Erntegeräte weichen ein wenig von den Berechnungsschemata der Maschinenkosten ab, da die Stückkosten auf Hektar- bzw. Tonnenbasis berechnet wurden. Die einzelnen Kostentypen der Erntegeräte werden ausschließlich mit der erforderlichen Anzahl der Arbeitsdurchgänge multipliziert. Die Ausnahme bildet das Arbeitsverfahren „Laden“, denn hierbei werden die Kosten pro ha durch Multiplikation der spezifischen Einfuhrgewichte pro ha mit den einzelnen Stückkosten berechnet.

Tabelle 20: Maschinenkosten pro Flächeneinheit unter Berücksichtigung der Chargenfläche und des Trocknungsverfahrens

	Arbeitsverfahren	Zeit [h/ha]	Arbeitsvorgang [Anzahl/ha]	Traktor-/Maschinenkosten				Einfuhrgewicht [t]	Erntegerät		Maschinenkosten gesamt [€/ha]		
				Energiebedarf	Fixkosten	Reparaturkosten	Betriebsstoffkosten		Fixkosten	variable Kosten	BT	KB	ET
2-Chargen											101,31 €	96,49 €	89,99 €
	Mähen	0,21	1	4,25 l/ha	2,33 €	1,53 €	4,04 €		8,22 €	2,25 €	18,37 €	18,37 €	18,37 €
	Schwaden	0,24	1	2,83 l/ha	1,75 €	1,49 €	2,69 €		4,05 €	2,30 €	12,28 €	12,28 €	12,28 €
	Wenden BT	0,15	4	2,42 l/ha	5,38 €	4,02 €	9,20 €		12,48 €	7,60 €	38,68 €		
	Wenden KB	0,15	3	2,42 l/ha	4,03 €	3,02 €	6,90 €		11,97 €	5,70 €		31,62 €	
	Wenden ET	0,15	2	2,42 l/ha	2,69 €	2,01 €	4,60 €		11,96 €	3,80 €			25,06 €
	Laden BT	0,49	1	2,79 l/ha	5,44 €	3,58 €	2,65 €	2,20	12,28 €	0,55 €	24,50 €		
	Laden KB	0,54	1	3,31 l/ha	5,99 €	3,94 €	3,14 €	3,33	14,12 €	0,83 €		28,03 €	
	Laden ET	0,54	1	3,31 l/ha	5,99 €	3,94 €	3,14 €	3,45	14,15 €	0,86 €			28,09 €
Entladen BT	0,54	1	7 kW/h	6,49 €	0,53 €	0,46 €				7,48 €			
Entladen KB/ET	0,54	1	7 kW/h	5,20 €	0,54 €	0,46 €					6,20 €	6,20 €	
3-Chargen											106,00 €	100,83 €	93,96 €
	Mähen	0,24	1	4,25 l/ha	2,66 €	1,75 €	4,04 €		9,40 €	2,25 €	20,10 €	20,10 €	20,10 €
	Schwaden	0,26	1	2,83 l/ha	1,90 €	1,61 €	2,69 €		4,38 €	2,30 €	12,88 €	12,88 €	12,88 €
	Wenden BT	0,17	4	2,42 l/ha	6,09 €	4,56 €	9,20 €		14,16 €	7,60 €	41,61 €		
	Wenden KB	0,17	3	2,42 l/ha	4,57 €	3,42 €	6,90 €		13,56 €	5,70 €		34,15 €	
	Wenden ET	0,17	2	2,42 l/ha	3,05 €	2,28 €	4,60 €		13,54 €	3,80 €			27,27 €
	Laden BT	0,48	1	2,79 l/ha	5,33 €	3,50 €	2,65 €	2,20	12,03 €	0,55 €	24,06 €		
	Laden KB	0,53	1	3,31 l/ha	5,88 €	3,87 €	3,14 €	3,33	13,89 €	0,83 €		27,61 €	
	Laden ET	0,53	1	3,31 l/ha	5,88 €	3,87 €	3,14 €	3,45	13,87 €	0,86 €			27,62 €
Entladen BT	0,53	1	7 kW/h	6,37 €	0,53 €	0,45 €				7,35 €			
Entladen KB/ET	0,53	1	7 kW/h	5,10 €	0,54 €	0,45 €					6,09 €	6,09 €	

BT...Bodentrocknung
KB...Kaltbelüftung
ET...Entfeuchter

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL et al. (2016)

In untenstehender Tabelle wurden die Maschinenkosten um den Lohnansatz erweitert, wodurch sich die Arbeiterledigungskosten beziffern lassen. Dabei werden die gesamten Arbeiterledigungskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Trocknungsverfahren und Chargensysteme gegenübergestellt. Die Kosten der Arbeiterledigung werden in einzelne Kostentypen aufgliedert und für verschiedene Bezugsgrößen erstellt, um die Auswirkungen verschiedener Trocknungsverfahren auf die Arbeiterledigungskosten aufzuzeigen. Die Arbeiterledigungskosten werden auf reiner Hektarbasis, Hektarbasis über die gesamte Nutzungsfrequenz (4-schnittig) und summiert über die gesamte Ernteperiode (4 Schnitte/ha*20 ha) dargestellt.

Tabelle 21: Arbeiterledigungskosten nach Kostentypen gegliedert

		Maschinenkosten [€/ha]			Lohnansatz [€/ha]		Arbeiterledigungskosten		
		Fix	Variabel	Gesamt	h/ha	€/ha	€/ha	€/ha* 4-Schnitte	€/Ernte
Bodentrocknung	2-Chargen	58,43 €	42,89 €	101,32 €	2,08	31,20 €	132,52 €	530,08 €	10.601,60 €
Kaltbelüftung		57,68 €	38,83 €	96,51 €	1,98	29,70 €	126,21 €	504,84 €	10.096,80 €
Entfeuchter		56,34 €	33,65 €	89,99 €	1,83	27,45 €	117,44 €	469,76 €	9.395,20 €
Bodentrocknung	3-Chargen	62,32 €	43,68 €	106,00 €	2,19	32,85 €	138,85 €	555,40 €	11.108,00 €
Kaltbelüftung		61,33 €	39,48 €	100,81 €	2,07	31,05 €	131,86 €	527,44 €	10.548,80 €
Entfeuchter		59,81 €	34,17 €	93,98 €	1,90	28,50 €	122,48 €	489,92 €	9.798,40 €

Wie aus der obigen Tabelle ersichtlich ergeben sich Kostenvorteile für die Belüftungstrocknungen. In absoluten Zahlen gefasst können die Arbeiterledigungskosten bei der Kaltbelüftung um ca. 500 € und bei der Entfeuchtertrocknung um ca. 1300 € pro Jahr reduziert werden. Obgleich es hierbei zu Kostensparungen für die Belüftungstrocknungen kommt, ist analog dazu keine wesentliche Reduktion der gesamten Ernte bzw. Produktionskosten zu erwarten.

Berechnet man die Arbeiterledigungskosten für sämtliche Trocknungsverfahren auf Maschinenkostenbasis der Bodentrocknung und setzt diese in Bezug auf die gesamten Erntekosten des 2-Chargensystems, wie sie unterhalb in Tabelle 24 dargestellt sind - diese Erntekosten werden um die Maschinenkostendifferenz zwischen Bodentrocknung und den jeweiligen Belüftungstrocknung erhöht – so erhält man folgende Verhältniszahlen: Auf die Maschinenkosten entfallen bei der Bodentrocknung ca. 76 %, bei der Kaltbelüftung ca. 53% und bei der Entfeuchtertrocknung ca. 41 % der Erntekosten. Umgelegt auf die oben genannte Kosteneinsparungen würden die Erntekosten aliquot um folgende Zahlen reduziert: eine Kostenreduktion von 500 € bei der Kaltbelüftung ist mit einer anteilmäßigen Reduktion der Maschinenkosten von 6 % (500 €/8106 €), multipliziert mit dem Anteil der Maschinenkosten an den gesamten Erntekosten ergibt das eine anteilmäßige Gesamtreduktion der Erntekosten um ca. 3 % (6 %*53 %). Ergo: Die Maschinenkosteneinsparung konnten die Heustückkosten bei der Kaltbelüftungsvariante um ca. 3 % reduzieren. Analog dazu bedeutet dies für die Entfeuchtervariante: eine Kosteneinsparung von 1300 € geht mit einer 16%en Reduktion der Maschinenkosten einher (1300 €/8106 €), wodurch die gesamten Erntekosten um 6 % reduziert werden konnten (16 %*41%) und auch die Heustückkosten der Entfeuchtertrocknung um diesen Anteil gesenkt werden konnten. Würden die Maschinenkosten der Bodentrocknung um die jeweiligen Anteile der Kaltbelüftungstrocknung oder der Entfeuchtertrocknung gesenkt werden, so ergeben sich Erntekosteneinsparungen von ca. 5% bzw. 12%. Aus diesen Erläuterungen kann gefolgert werden, dass die Bodentrocknung als weniger kapitalintensives Produktionsverfahren am meisten von Kostensenkungen auf Maschinenbasis profitieren würde, da sich diese gemessen an den gesamten Erntekosten mit einem deutlich höheren Anteil (76 %) als bei den Belüftungstrocknungen (53 % bzw. 41 %) niederschlagen.

8.5 Kosten der Grundfutterproduktion

In folgenden Tabellen sind die Kosten der Grundfutterproduktion in Bezug unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren abgebildet. Darin finden die Maschinen- sowie Arbeiterledigungskosten, die Kosten der Trocknungssysteme (Kosten der Trocknungsboxen und Dachabsaugung) und die Trocknungskosten (Energiekosten) Berücksichtigung. Das Prädikat „bezogen auf Maschinenkosten“ bzw. „bezogen auf Arbeiterledigungskosten“ über den Spalten der berechneten Stückkosten der Grundfutterkomponenten beschreiben die jeweilige Kostenbasis, auf deren Grundlage die Stückkosten berechnet wurden. Werden die Stückkosten auf Maschinenkostenbasis bezogen, so werden zu den Maschinenkosten die Kosten der Trocknungssysteme (Kapital- und Reparaturkosten von den technischen Einrichtungen der Trocknungsanlagen) und die Energiekosten der Trocknung (Stromkosten) hinzugerechnet und anschließend durch die jeweiligen geernteten Qualitätserträge bzw. Heuerträge dividiert²⁴. Die Stückkosten auf Basis der „Arbeiterledigungskosten“ werden analog dazu berechnet, ausschließlich die Kostenbasis wird

²⁴ Bei der Bodentrocknung stimmt die Kostenbasis mit den „Gesamtkosten“ überein. Es werden die Stückkosten berechnet, indem entweder die Maschinenkosten oder die Arbeiterledigungskosten durch die jeweiligen Erträge dividiert werden.

von den Arbeitserledigungskosten (Maschinenkosten zuzüglich Lohnansatz) gebildet. Tabelle 22 fasst die Kosten der Grundfutterproduktion als Minimum-, Maximum- bzw. Mittelwerte zusammen und stellt diese den einzelnen Trocknungsverfahren gegenüber. Anzumerken ist hierbei, dass nicht alle Werte einer Ausprägung (Min, Ø, Max) von ein und demselben Jahr entstammen müssen, sondern sich unabhängig von einzelnen Jahren zusammensetzen. Diese Art der Darstellung soll dazu dienen, die Produktionskosten unter der Voraussetzung von besten, mittleren und schlechtesten Produktionsbedingungen zu gliedern und die Streuung zwischen einzelnen Ausprägungen abzuschätzen.

Tabelle 22: Produktionskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 2-Chargensystem

2-Chargen-System								bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitserledigungskosten			
Trocknungsverfahren	Ausprägung	Trocknungs system kosten	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
Entfeuchter	Min	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
	Ø	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,89 ct	79,83 ct	9,34 ct	2,06 ct	82,55 ct	90,42 ct	10,58 ct
	Max	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,83 ct	73,29 ct	80,30 ct	9,34 ct	2,07 ct	83,01 ct	90,95 ct	10,58 ct
Kaltbelüftung	Min	3.167 €	1.510 €	7.332 €	12.010 €	9.411 €	14.089 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
	Ø	3.167 €	1.640 €	7.669 €	12.476 €	10.005 €	14.812 €	1,46 ct	60,67 ct	64,34 ct	7,38 ct	1,74 ct	72,03 ct	76,38 ct	8,76 ct
	Max	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,54 ct	63,99 ct	67,59 ct	7,71 ct	1,80 ct	75,06 ct	79,29 ct	9,04 ct
Bodentrocknung	Min	-	-	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €	1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
	Ø	-	-	7.991 €	7.991 €	10.404 €	10.404 €	1,04 ct	45,39 ct	45,90 ct	4,97 ct	1,36 ct	59,07 ct	59,74 ct	6,47 ct
	Max	-	-	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,09 ct	48,68 ct	47,99 ct	5,12 ct	1,40 ct	62,53 ct	61,64 ct	6,57 ct

Die Kapitalintensität der Belüftungstrocknungen schlägt sich deutlich in den Stückkosten nieder, wobei die Entfeuchtertrocknung trotz höherer Ernteerträge die höchsten Kosten verursacht und der deutlich höhere Ernteertrag nicht ausreicht, um die Stückkosten soweit zu senken, dass sie sich den Stückkosten anderer Trocknungsverfahren annähern²⁵. Die Bodentrocknung erweist sich als die kostengünstigste Produktionsvariante, während sich die Kosten der Kaltbelüftungsvariante in der Mitte positionieren, mit leichter Tendenz in Richtung Bodentrocknung.

Tabelle 23 zeigt die zusammengefassten Produktionskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren für das 3-Chargensystem.

Tabelle 23: Produktionskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 3-Chargensystem

3-Chargen-System								bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitserledigungskosten			
Trocknungsverfahren	Ausprägung	Trocknungs system kosten	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
Entfeuchter	Min	6.457 €	2.019 €	7.291 €	15.767 €	8.982 €	17.458 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
	Ø	6.457 €	2.122 €	7.473 €	16.053 €	9.635 €	18.215 €	1,78 ct	71,68 ct	78,47 ct	9,17 ct	2,02 ct	81,31 ct	89,01 ct	10,40 ct
	max	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,85 ct	74,54 ct	81,43 ct	9,46 ct	2,05 ct	82,53 ct	90,17 ct	10,48 ct
Kaltbelüftung	Min	2.410 €	1.461 €	7.539 €	11.410 €	8.791 €	12.662 €	1,36 ct	56,42 ct	59,87 ct	7,09 ct	1,68 ct	70,02 ct	74,08 ct	8,41 ct
	Ø	2.410 €	1.607 €	7.925 €	11.942 €	10.080 €	14.097 €	1,42 ct	59,09 ct	62,38 ct	7,21 ct	1,70 ct	70,58 ct	74,51 ct	8,51 ct
	max	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,58 ct	66,59 ct	69,42 ct	7,57 ct	1,72 ct	71,81 ct	75,47 ct	8,54 ct
Bodentrocknung	Min	-	-	7.606 €	7.606 €	8.331 €	8.331 €	1,03 ct	44,24 ct	45,41 ct	5,14 ct	1,29 ct	56,14 ct	56,67 ct	6,16 ct
	Ø	-	-	8.228 €	8.228 €	10.306 €	10.306 €	1,11 ct	48,85 ct	48,95 ct	5,27 ct	1,39 ct	61,03 ct	61,20 ct	6,58 ct
	max	-	-	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,26 ct	55,27 ct	55,70 ct	5,63 ct	1,45 ct	64,53 ct	63,85 ct	6,74 ct

²⁵ Die höheren Ernteerträge der Entfeuchtertrocknung reichen nicht aus, um die Stückkosten soweit zu senken, dass das Heu billiger produziert werden kann als bei anderen Trocknungsverfahren. Der Effekt der Fixkostendegression reicht nicht aus, um die Produktionskosten anderer Trocknungsverfahren zu unterbieten.

Im Anhang können die jährlichen Produktionskosten für die einzelnen Trocknungsverfahren und bezüglich unterschiedlicher Chargensysteme betrachtet werden, welche in den Tabellen A-13 – A-14 monetär aufbereitet sind. Erstere Tabelle zeigt die Produktionskosten des 2-Chargensystem, letztere die für das 3-Chargensystem. Ausgewählte Zellen wurden dabei farblich gekennzeichnet, um unterschiedliche Ausprägungen über die Jahre hinweg hervorzuheben. Der Farbverlauf erstreckt sich von grün bis rot, wobei grün-schattierte Zellen bessere Ausprägungen aufweisen als rot-markierte Zellen. Die jährlichen Gesamtkosten der Entfeuchtertrocknung sind über die Jahre hinweg konstant, da im 2-Chargensystem die gesamte Mähflächen 4-schnittig genutzt werden konnten. Allerdings stiegen in manchen Jahren die Stückkosten des Grundfutters, da die Qualitätserträge in den betreffenden Jahren geringer ausfielen als in anderen Jahren. Die Kostenstrukturen bei der Kaltbelüftung verhalten sich etwas volatiler, sind jedoch bleiben über den langjährigen Zeitraum relativ konstant. In den Jahren 2010 bzw. 2014 stiegen die jeweiligen Stückkosten, da es in diesen Jahren zu Ernteaufschlägen kam und sich die Kosten auf geringere Qualitätserträge verteilten. Außerdem müssen in den Jahren erntebedingter Aufschläge die Fixkosten für Maschinen bzw. technische Anlagen der Boxentrocknung getragen werden, weshalb sich die Gesamtbelastungen nur um die anteilmäßigen variablen Kosten gekürzt werden. Dies sind die variablen Kosten für diverse Maschinen und Erntegeräte (Reparatur-, Betriebsstoffkosten) als auch Trocknungskosten (Energiekosten der Trocknung). Die Bodentrocknung zeigt die größte Variabilität in den jährlichen Kosten der Grundfutterproduktion, weshalb die Stückkosten teilweise großen Streuungen unterworfen sind. Die Schwankungsbreite der Stückkosten lassen sich dabei wiederum auf Ernteaufschläge zurückführen, wodurch es zu einem Anstieg der Stückkosten kam. Zudem wird ersichtlich, dass nicht nur die Gesamtkosten entscheidend für eine kostengünstige Grundfutterproduktion sind, sondern auch die geerntete Grundfuttermenge mit hohen Qualitätserträgen. Zusätzlich sind die Auswirkungen der jährlich anfallenden Fixkosten hervorzuheben, welche die Produktionskosten maßgeblich beeinflussen. Aus diesem Grund sollen die Fixkosten bei den Kalkulationen von Produktionsverfahren ausreichend berücksichtigt werden und auf diese Kosten großes Augenmerk gelegt werden, denn diese führen zu einer gleichbleibenden jährlichen Belastung und können entweder durch Erhöhung der Auslastung bzw. der Erntemengen oder durch kapitalschwächere Produktionsverfahren reduziert werden. Dieser Zusammenhang lässt sich durch die vergleichende Betrachtung der in Tabelle A-11 – A-12 dargestellten Qualitätserträge und den oben dargestellten Kosten der Grundfüttererzeugung erkennen. In Jahren höher Qualitätserträge steigen zwar die Gesamtkosten der Grundfütterernte aufgrund höherer Flächenleistungen, jedoch verringern sich die inhaltsstofflichen Stückkosten. Parallel dazu steigen die Stückkosten bei geringeren Qualitätserträgen infolge von Ernteaufschlägen.

In Tabelle A-14 sind die Kosten der Grundfutterproduktion für das 3-Chargensystem dargestellt. Die Kosten der Bodentrocknung sind bei diesem System gegenüber dem 2-Chargensystem leicht erhöht, jedoch konnten sie bei der Kaltbelüftung bzw. Entfeuchtertrocknung leicht gesenkt werden. Einerseits erhöhten sich die Maschinenkosten aufgrund der geringeren

Schlagkraft bzw. der niedrigeren Auslastung, andererseits reduzierten sich die Kosten für das Trocknungssystem wegen der geringeren Boxengröße, weshalb sich die Kosten der Belüftungstrocknung und die Kosten der Bodentrocknung in Abhängigkeit der Chargensysteme ambivalent verhalten. Dieses gegensätzliche Verhältnis kann in den untenstehenden Tabellen beobachtet werden.

Tabelle 24 unterteilt die Erntekosten in fixe und variable Kostentypen. Dabei ist ersichtlich, dass die Fixkosten bei den kapitalintensiven Produktionsverfahren der Belüftungstrocknungen verglichen mit den Fixkosten der Bodentrocknung maßgeblich steigen und sich bei der Entfeuchtertrocknung mehr als verdoppeln. Hingegen steigen die variablen Kosten in deutlich geringerem Ausmaß. Dies verdeutlicht die Bedeutsamkeit der Berücksichtigung anfallender Fixkosten in den Kalkulationen für die Auslastung eingesetzter Erntegeräte, was zu einer Degression der Fixkosten führt.

Tabelle 24: Erntekosten in Abhängigkeit des Chargensystems und gegliedert in fixe und variable Kosten

		Maschinenkosten			Kosten Trocknungssystem			Trocknungs- kosten	Lohn- ansatz	Erntekosten		
		fix	variabel	Σ	fix	variabel	Σ	Σ	Σ	fix	variabel	Σ
Bodentrocknung	3-Chargen	4.986 €	3.494 €	8.480 €	- €	- €	- €	- €	2.628 €	4.986 €	6.122 €	11.108 €
Kaltbelüftung		4.907 €	3.158 €	8.065 €	2.000 €	410 €	2.410 €	1.660 €	2.484 €	6.907 €	7.712 €	14.619 €
Entfeuchter		4.785 €	2.734 €	7.519 €	5.267 €	1.190 €	6.457 €	2.148 €	2.280 €	10.052 €	8.352 €	18.404 €
Bodentrocknung	2-Chargen	4.675 €	3.431 €	8.106 €	- €	- €	- €	- €	2.496 €	4.675 €	5.927 €	10.602 €
Kaltbelüftung		4.614 €	3.106 €	7.721 €	2.633 €	534 €	3.167 €	1.660 €	2.376 €	7.247 €	7.676 €	14.923 €
Entfeuchter		4.507 €	2.692 €	7.199 €	5.900 €	1.314 €	7.214 €	2.148 €	2.196 €	10.407 €	8.350 €	18.757 €

8.6 Rationskosten bei konstanter Milchleistung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Futterrationskosten²⁶ in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 2-Chargensystem dargelegt. Diese Rationskosten dienen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Heutrocknungsverfahren, um die realisierte Investitionsentscheidung ex-post zu überprüfen. Im Zuge dessen wurde ein bestimmtes Leistungsniveau zugrunde gelegt und anschließend versucht, das vorhandenen Grundfutter mit der jeweils geernteten Qualität bestmöglich in die Futterration zu integrieren und das optimale Verhältnis zwischen Grund- und Kraftfutter (GF bzw. KF) zu bestimmen. Die in diesen Berechnungen eingeflossenen Heustückpreise und Grundfutterqualitäten sind in Tabelle 22 abzulesen und beziehen sich auf Arbeiterledigungskosten. Der Kraftfutterpreis wurde wie in 7.1 dargelegt mit 0,3 €/kg angenommen.

Tabelle 25: Rationskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 2-Chargensystem bei konstanten Milchleistungen

	Milchleistung jährlich [kg]	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
	Entfeuchter					
	TM-Aufnahme [kg]	15,64	17,05	18,46	19,86	21,27
	GF	15,52 99%	14,84 87%	14,16 77%	13,48 68%	12,80 60%
	KF	0,13 1%	2,21 13%	4,30 23%	6,38 32%	8,47 40%
	MJ NEL-Aufnahme	93	104	115	126	137
	GF	91,79 99%	87,77 85%	83,75 73%	79,74 63%	75,72 55%
	NEL	0,91 1%	15,93 15%	30,95 27%	45,96 37%	60,98 45%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,93	2,56	3,18	3,81	4,44
	GF	1,88 98%	1,80 70%	1,72 54%	1,64 43%	1,55 35%
	KF	0,04 2%	0,75 30%	1,47 46%	2,18 57%	2,89 65%
Kaltbelüftung	Milchleistung jährlich [kg]	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
	TM-Aufnahme [kg]	15,79	17,19	18,59	19,99	21,38
	GF	14,99 95%	14,32 83%	13,66 73%	12,99 65%	12,32 58%
	KF	0,80 5%	2,87 17%	4,93 27%	7,00 35%	9,06 42%
	MJ NEL-Aufnahme	93	104	115	126	137
	GF	86,92 94%	83,05 80%	79,18 69%	75,31 60%	71,44 52%
	NEL	5,78 6%	20,65 20%	35,52 31%	50,39 40%	65,26 48%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,78	2,42	3,06	3,69	4,33
	GF	1,51 85%	1,44 60%	1,38 45%	1,31 35%	1,24 29%
	KF	0,27 15%	0,98 40%	1,68 55%	2,39 65%	3,09 71%
Bodentrocknung	Milchleistung jährlich [kg]	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
	TM-Aufnahme [kg]	16,09	17,47	18,85	20,23	21,61
	GF	13,91 86%	13,27 76%	12,63 67%	11,98 59%	11,34 52%
	KF	2,18 14%	4,20 24%	6,22 33%	8,24 41%	10,26 48%
	MJ NEL-Aufnahme	93	104	115	126	137
	GF	77,03 83%	73,47 71%	69,92 61%	66,36 53%	62,81 46%
	KF	15,67 17%	30,23 29%	44,78 39%	59,34 47%	73,89 54%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,79	2,43	3,07	3,71	4,35
	GF	1,05 59%	1,00 41%	0,95 31%	0,90 24%	0,85 20%
	KF	0,74 41%	1,43 59%	2,12 69%	2,81 76%	3,50 80%

²⁶ Die Futterrationskosten werden nicht auf Vollkostenbasis berechnet, siehe dazu 7.8.2.

Wie man aus den Rationskosten der obigen Tabelle entnehmen kann, verändern sich die Rationskosten mit Änderung der Milchleistung. Je höher die Milchleistung, desto höher der erforderliche Kraftfuttereinsatz und desto geringer die Grundfuttermenge, weil das eingesetzte Kraftfutter einen Teil des Grundfutters verdrängt (Gruber et al. 2006). Die Bodentrocknung erweist sich vor allem bei geringeren Milchleistungen als wirtschaftlich. Je höher die geforderte Milchleistung, desto größer die Annäherung der Entfeuchtertrocknung an die Rationskosten anderer Trocknungsverfahren. Allerdings ergeben sich stetig leichte Kostenvorteile für die Kaltbelüftungsvariante, während sich die Entfeuchtertrocknung auch bei sehr hohen Milchleistungen nicht an die Bodentrocknung annähern kann. Bei Betrachtung der Rationszusammensetzungen wird der direkte Zusammenhang zwischen Grundfutterqualität und der Anteil in der Futtration sichtbar. In der Rationsgestaltung der Entfeuchtertrocknung ist der Anteil des Grundfutters stets höher als bei anderen Varianten, wobei mit steigender Milchleistung der Kraftfuttereinsatz steigt und das Grundfutter substituiert wird. Deutlich sichtbar ist diese Substitution des Grundfutters vor allem bei der Bodentrocknung, wenn man das Verhältnis des Grund- und Kraftfutters in der Ration und die daraus resultierenden Kostenstrukturen betrachtet. So ergibt sich ein Verhältnis von knapp 50:50 (bei 9.000kg Milchleistung) zwischen Grund- und Kraftfutter in der Futtration. Dieses Verhältnis wirkt sich ferner wesentlich auf die Futtrationskosten auf, denn die Kraftfutterkosten kommen bereits auf einen Anteil von 80% der gesamten Rationskosten. Dies unterstreicht die wirtschaftliche Bedeutung des Kraftfutterpreises und dessen ökonomische Auswirkungen auf das jeweilige Produktionsverfahren. Die auf das Grund- bzw. Kraftfutter entfallenden Rationskosten in der obigen Tabelle machen den Einfluss von Kraftfutterpreisänderungen auf die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Trocknungsverfahren sichtbar. Der Einfluss des Kraftfutterpreises wird beginnend bei Entfeuchtertrocknung bis hin zur Bodentrocknung stets größer, weil der Kraftfutteranteil in der Ration höher ist als bei anderen Trocknungsverfahren. Aus diesem Grund reagieren die Rationskosten der Bodentrocknung stärker auf sich verändernde Kraftfutterpreise.

In der untenstehenden Tabelle werden die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren für das 3-Chargensystem dargestellt. Die Tabellen A-11 – A-12 zeigen die über den Beobachtungszeitraum geernteten Qualitätserträge, dargelegt in Abhängigkeit der Chargensysteme. In Anbetracht dieser Gegenüberstellung können die Qualitätsunterschiede der verschiedenen Heutrocknungsverfahren aufgezeigt werden und deren ökonomische Auswirkungen auf die berechneten Futtrationskosten in Verbindung mit einer veränderten Grundfutterraufnahme aufgrund verschiedener Grundfutterqualitäten sichtbar gemacht werden. Die verringerte Grundfutterqualität der Bodentrocknung im 3-Chargensystem zeigt hierbei eine beachtliche Auswirkung auf die Rationskosten, da die geringere Grundfutterraufnahme durch eine größere Kraftfuttermenge ausgeglichen werden muss. Dies zeigt eine verstärkte Sensibilität der Rationskosten auf sich verändernde Kraftfutterpreise.

Die Kaltbelüftung zeigt hierbei die kostengünstigste Futtervorlage, während die Rationskosten der Bodentrocknung und der Entfeuchtertrocknung nur minimale Abweichungen zeigen und sich nahezu auf gleichem Niveau bewegen.

Tabelle 26: Rationskosten unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren im 3-Chargensystem bei konstanten Milchleistungen

	Milchleistung jährlich [kg]	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
	Entfeuchter	Milchleistung jährlich [kg]	5.000	6.000	7.000	8.000
	TM-Aufnahme [kg]	15,64	17,06	18,47	19,87	21,28
	GF	15,52 99%	14,82 87%	14,14 77%	13,46 68%	12,78 60%
	KF	0,13 1%	2,25 13%	4,33 23%	6,42 32%	8,50 40%
	MJ NEL-Aufnahme	93	104	115	126	137
	GF	91,79 99%	87,53 84%	83,52 73%	79,51 63%	75,50 55%
	NEL	0,91 1%	16,17 16%	31,18 27%	46,19 37%	61,20 45%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,90	2,54	3,17	3,80	4,43
	GF	1,86 98%	1,77 70%	1,69 53%	1,61 42%	1,53 35%
	KF	0,04 2%	0,77 30%	1,48 47%	2,19 58%	2,90 65%
Kaltbelüftung	Milchleistung jährlich [kg]	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
	TM-Aufnahme [kg]	15,83	17,23	18,63	20,02	21,42
	GF	14,86 95%	14,19 83%	13,53 73%	12,86 65%	12,20 58%
	KF	0,98 5%	3,04 17%	5,10 27%	7,16 35%	9,22 42%
	MJ NEL-Aufnahme	93	104	115	126	137
	GF	85,66 92%	81,83 79%	78,00 68%	74,17 59%	70,34 51%
	NEL	7,04 8%	21,87 21%	36,70 32%	51,53 41%	66,36 49%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,79	2,42	3,06	3,70	4,34
	GF	1,45 81%	1,39 57%	1,32 43%	1,26 34%	1,19 28%
	KF	0,33 19%	1,04 43%	1,74 57%	2,44 66%	3,14 72%
Bodentrocknung	Milchleistung jährlich [kg]	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
	TM-Aufnahme [kg]	16,13	17,50	18,88	20,26	21,63
	GF	13,76 86%	13,12 76%	12,48 67%	11,84 59%	11,20 52%
	KF	2,37 14%	4,38 24%	6,40 33%	8,41 41%	10,43 48%
	MJ NEL-Aufnahme	93	104	115	126	137
	GF	75,65 83%	72,14 71%	68,63 61%	65,11 53%	61,60 46%
	KF	17,05 17%	31,56 29%	46,07 39%	60,59 47%	75,10 54%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,85	2,49	3,13	3,76	4,40
	GF	1,04 60%	0,99 42%	0,94 31%	0,90 27%	0,85 23%
	KF	0,81 47%	1,49 63%	2,18 73%	2,87 86%	3,56 98%

8.7 Gewinnbeitrag bei konstanter Kraftfuttergabe

In Tabelle 27 werden die Milcherlöse den Rationskosten bei konstanten Kraftfuttergaben gegenübergestellt und ein kalkulatorischer Gewinnbeitrag²⁷ pro Kuh bzw. kg erzeugter Milch abgeleitet. Zu beachten ist hierbei jedoch die unzulängliche Berücksichtigung einiger (kalkulatorischer) Kosten²⁸, die für die Berechnung eines kalkulatorischen Gewinnbeitrags miteinzubeziehen wären (Hunger et al. 2006). Mit dem berechneten kalkulatorischen Gewinnbeitrag soll eine Kennzahl generiert werden, die es ermöglicht, Auswirkungen unterschiedlicher Kraftfuttergaben auf die Kosten- und Leistungsstruktur in Abhängigkeit der eingesetzten Heutrocknungsverfahren ersichtlich zu machen. Diese Zugangsweise eignet sich besonders als ex-ante-Beurteilung eines Investitionsvorhabens, da die veränderten Kosten- und Leistungsstrukturen der betrieblichen Tätigkeit evident werden, wenn, ceteris paribus, die übrigen Betriebssysteme (Fütterungssystem) beibehalten werden und auch nicht verändert werden sollen.

Tabelle 27: Kosten und Leistungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren im 2-Chargen-System bei konstanten Kraftfuttergaben

	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Entfeuchter	Milchleistung jährlich [kg]	5.890	6.850	7.810	8.290
	TM-Aufnahme [kg]	16,91	18,26	19,60	20,28	20,95
	GF	14,91 88%	14,26 78%	13,60 69%	13,28 65%	12,95 62%
	KF	2,00 12%	4,00 22%	6,00 31%	7,00 35%	8,00 38%
	MJ NEL-Aufnahme	103	113	124	129	134
	GF	88,18 86%	84,33 75%	80,48 65%	78,55 61%	76,62 57%
	NEL	14,40 14%	28,80 25%	43,20 35%	50,40 39%	57,60 43%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	2,49	3,09	3,70	4,00	4,30
	GF	1,81 73%	1,73 56%	1,65 45%	1,61 40%	1,57 37%
	KF	0,68 27%	1,36 44%	2,05 55%	2,39 60%	2,73 63%
	Milcherlös [€/Kuh*Tag]	7,85	9,13	10,41	11,05	11,69
	Gewinnbeitrag [€/Kuh*Tag]	5,36	6,04	6,72	7,05	7,39
	Gewinnbeitrag [€/dt Milch]	27,3	26,4	25,8	25,5	25,3
Kaltbelüftung	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Milchleistung jährlich [kg]	5.570	6.540	7.510	8.000	8.480
	TM-Aufnahme [kg]	16,60	17,96	19,31	19,99	20,66
	GF	14,60 88%	13,96 78%	13,31 69%	12,99 65%	12,66 61%
	KF	2,00 12%	4,00 22%	6,00 31%	7,00 35%	8,00 39%
	MJ NEL-Aufnahme	99	110	120	126	131
	GF	84,68 85%	80,93 74%	77,18 64%	75,31 60%	73,43 56%
	NEL	14,40 15%	28,80 26%	43,20 36%	50,40 40%	57,60 44%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	2,15	2,77	3,39	3,70	4,00
	GF	1,47 68%	1,41 51%	1,34 40%	1,31 35%	1,28 32%
	KF	0,68 32%	1,36 49%	2,05 60%	2,39 65%	2,73 68%
	Milcherlös [€/Kuh*Tag]	7,43	8,72	10,01	10,67	11,31
	Gewinnbeitrag [€/Kuh*Tag]	5,27	5,95	6,63	6,97	7,30
	Gewinnbeitrag [€/dt Milch]	28,4	27,3	26,5	26,1	25,8
Bodentrocknung	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Milchleistung jährlich [kg]	4.910	5.900	6.890	7.380	7.880
	TM-Aufnahme [kg]	15,97	17,33	18,70	19,38	20,06
	GF	13,97 87%	13,33 77%	12,70 68%	12,38 64%	12,06 60%
	KF	2,00 13%	4,00 23%	6,00 32%	7,00 36%	8,00 40%
	MJ NEL-Aufnahme	92	103	114	119	124
	GF	77,34 84%	73,82 72%	70,30 62%	68,54 58%	66,79 54%
	KF	14,40 16%	28,80 28%	43,20 38%	50,40 42%	57,60 46%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,73	2,37	3,00	3,32	3,64
	GF	1,05 61%	1,00 42%	0,96 32%	0,93 28%	0,91 25%
	KF	0,68 39%	1,36 58%	2,05 68%	2,39 72%	2,73 75%
	Milcherlös [€/Kuh*Tag]	6,55	7,87	9,19	9,84	10,51
	Gewinnbeitrag [€/Kuh*Tag]	4,81	5,50	6,19	6,52	6,87
	Gewinnbeitrag [€/dt Milch]	29,4	28,0	26,9	26,5	26,2

²⁷ Milchpreis 0,4 €/kg und Kraftfutterpreis von 0,3 €/kg.

²⁸ Siehe dazu die Ausführungen in 7.8.2.

Die obige Tabelle zeigt die Auswirkungen einer konstant-gehaltenen Kraftfuttermenge und der implizierten Gesamtfutteraufnahme auf die Leistungs- und Kostenstruktur einer Milchkuh pro Tag. Aus der spezifischen Gesamtfutteraufnahme konnten die täglichen Rationskosten sowie eine entsprechende jährliche Milchleistung bestimmt werden, woraus die täglichen Erlöse abgeleitet sind. Der Erlös vermindert um die Rationskosten ergibt den täglichen Gewinnbeitrag und durch Umlegung dieses Beitrags auf die tägliche Milchleistung ergibt sich der Gewinnbeitrag pro kg produzierter Milch. Es wird ersichtlich, dass die Verfahren der Belüftungstrocknung deutlich höhere Erträge als die Bodentrocknung aufweisen, jedoch die Produktion auch höhere Kosten verursacht, weshalb stets höhere Rationskosten anfallen und höheren Erlösen auch höhere Kosten gegenüberstehen.

Untenstehende Tabelle zeigt die Leistungs- und Kostenstruktur bei konstanten Kraftfuttergaben für das 3-Chargensystem.

Tabelle 28: Kosten und Leistungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren im 3-Chargen-System bei konstanten Kraftfuttergaben

	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
Entfeuchter	Milchleistung jährlich [kg]	5.880	6.480	7.800	8.280	8.760
	TM-Aufnahme [kg]	16,90	18,25	16,59	20,27	20,94
	GF	14,90 88%	14,25 78%	13,59 69%	13,27 65%	12,94 62%
	KF	2,00 12%	4,00 22%	6,00 31%	7,00 35%	8,00 38%
	MJ NEL-Aufnahme	102	113	124	129	134
	GF	88,00 86%	84,15 75%	80,31 65%	78,38 61%	76,46 57%
	NEL	14,40 14%	28,80 25%	43,20 35%	50,40 39%	57,60 43%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	2,46	3,07	3,67	3,97	4,27
	GF	1,78 94%	1,70 67%	1,63 51%	1,59 42%	1,55 35%
	KF	0,68 36%	1,36 54%	2,05 65%	2,39 63%	2,73 62%
Milcherlös [€/Kuh*Tag]	7,84	8,64	10,40	11,04	11,68	
Gewinnbeitrag [€/Kuh*Tag]	5,38	5,57	6,73	7,07	7,41	
Gewinnbeitrag [€/dt Milch]	27,4	25,8	25,9	25,6	25,4	
Kaltbelüftung	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Milchleistung jährlich [kg]	5.490	6.460	7.430	7.920	8.400
	TM-Aufnahme [kg]	16,53	17,88	19,24	19,91	20,59
	GF	14,53 88%	13,88 78%	13,24 69%	12,91 65%	12,59 61%
	KF	2,00 12%	4,00 22%	6,00 31%	7,00 35%	8,00 39%
	MJ NEL-Aufnahme	98	109	120	125	130
	GF	83,76 85%	80,04 73%	16,32 14%	74,46 60%	72,61 56%
	NEL	14,40 15%	28,80 26%	43,20 36%	50,40 40%	57,60 44%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	2,10	2,72	3,34	3,65	3,96
	GF	1,42 79%	1,36 56%	1,29 42%	1,26 34%	1,23 28%
KF	0,68 38%	1,36 56%	2,05 67%	2,39 65%	2,73 63%	
Milcherlös [€/Kuh*Tag]	7,32	8,61	9,91	10,56	11,20	
Gewinnbeitrag [€/Kuh*Tag]	5,22	5,89	6,57	6,91	7,24	
Gewinnbeitrag [€/dt Milch]	28,5	27,4	26,5	26,2	25,9	
Bodentrocknung	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Milchleistung jährlich [kg]	4.810	5.800	6.800	7.290	7.790
	TM-Aufnahme [kg]	15,87	17,24	18,61	19,29	19,97
	GF	13,87 87%	13,24 77%	12,61 68%	12,29 64%	11,97 60%
	KF	2,00 13%	4,00 23%	6,00 32%	7,00 36%	8,00 40%
	MJ NEL-Aufnahme	91	102	113	118	123
	GF	76,29 84%	72,81 72%	69,32 62%	67,58 58%	65,84 54%
	KF	14,40 16%	28,80 28%	43,20 38%	50,40 42%	57,60 46%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	1,73	2,37	3,00	3,32	3,63
	GF	1,05 61%	1,00 42%	0,95 32%	0,93 28%	0,91 25%
KF	0,68 39%	1,36 58%	2,05 68%	2,39 72%	2,73 75%	
Milcherlös [€/Kuh*Tag]	6,41	7,73	9,07	9,72	10,39	
Gewinnbeitrag [€/Kuh*Tag]	4,68	5,37	6,07	6,40	6,75	
Gewinnbeitrag [€/dt Milch]	29,2	27,8	26,8	26,4	26,0	

Es kann hierbei beobachtet werden, dass sich die Gewinnbeiträge vor allem bei der Bodentrocknung verschlechtert haben, weil eine geringere Grundfutterqualität den Grundfutteranteil in der Futtration reduziert und eine geringere Milchleistung aus dem Grundfutter erzielt werden kann. Durch konstant-gehaltene Kraftfuttergaben kann die erzielte Milchleistung aus dem Grundfutter monetarisiert werden, da die Leistung aus dem Kraftfutter auf ein bestimmtes Niveau für alle Trocknungsverfahren festgesetzt ist. Somit ist Qualität und die damit einhergehende Verwertung des eingesetzten Grundfutters und des daraus erzielbaren Milcherlöses maßgebend für die Höhe des Gewinnbeitrages. Die unterschiedlichen Milchleistungen resultieren aus reinen Unterschieden in der Grundfutterqualität. Die Milchleistungen der Belüftungstrocknungen differieren bei geringem Kraftfuttermengen mehr und nähern sich mit steigenden Kraftfuttermengen an, da die Milchleistungen aus dem Grundfutter mit steigenden Kraftfuttermengen sinken, wodurch die Qualitätsunterschiede des Grundfutters einen geringeren Einfluss auf die aus der Futtration erzielbare Leistung verzeichnen. Die Differenz in der Milchleistung zur Bodentrocknung ist dabei allerdings beachtlich. So steigt die Milchleistung bei der Entfeuchtertrocknung um ca. 1000 kg pro Kuh und Jahr und bei der Kaltbelüftungstrocknung jährlich um knapp 700 kg pro Kuh. Mit steigendem Kraftfuttereinsatz nehmen die Abstände der erzielbaren Milchleistungen ab. Allerdings ist die Folgerung einer absoluten wirtschaftlichen Vorzüglichkeit der Entfeuchtertrocknung nicht zulässig, weil die Entfeuchtertrocknung auch die höchsten Rationskosten verursacht und die Differenzen in den Rationskosten bei den übrigen Trocknungsverfahren für den Kraftfuttereinsatz zur Verfügung stünden, wodurch eine höhere Milchleistung erzielt und der Milcherlös erhöht würde²⁹. Somit könnte auch der Gewinnbeitrag weiters gesteigert werden und sich den der Entfeuchtertrocknung angleichen oder sogar übertreffen, wie es die Tabellen 25-26 für die Bestimmung der Rationskosten bei gleichbleibenden Milchleistungen zeigen. Jedoch dient der errechnete Gewinnbeitrag als Kennzahl, um die Leistungen und Kosten verschiedener Heutrocknungsverfahren bei gleichbleibendem Kraftfuttereinsatz ersichtlich zu machen. Anders formuliert, kann die Verwertung des produzierten Grundfutters bei konstanten und betriebsspezifischen Kraftfuttermengen monetär bewertet werden und spiegelt sich in der Leistungs- und Kostenstruktur wider.

²⁹ Würden Rationen für die Kaltbelüftung bzw. Bodentrocknung auf Basis der Rationskosten der Entfeuchtertrocknung zusammengestellt, so ergeben sich fast identische Ergebnisse als bei den Rationsberechnungen für bestimmte Milchleistungsniveaus.

8.8 Szenarien

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Szenarienauswertung präsentiert, wie sie eingangs in 3.1 beschrieben wurden. Im Zuge eines Investitionsvorhabens ist es möglich, Fördergelder für die Umsetzung von Projektmaßnahmen aus dem „ÖPUL-Programm“ der „Ländlichen Entwicklung“ zu lukrieren, welche teils durch den „Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Ländliche Entwicklung“ (kurz ELER-Fonds) finanziert und teils von den EU-Mitgliedsstaaten bzw. deren Bundesländern kofinanziert werden (BMLFUW 2017, S. 67 ff.). Deshalb wurde auch die Möglichkeit einer geförderten Investitionsvariante in die Auswertungen integriert³⁰. Angenommen wurde eine Investitionsförderung in der Höhe von 30 % der Investitionskosten, woraufhin sich die jährlichen Fixkosten (Kapitalkosten) verringerten und die Produktionskosten gesenkt werden konnten. Die untenstehende Tabelle zeigt die Auswirkungen einer Investitionsförderung auf die Fixkostenbelastung der Belüftungstrocknungen, welche deutlich gesenkt werden können, wie es der Vergleich mit den Fixkosten in Tabelle 24 verdeutlicht.

Tabelle 29: Erntekosten gegliedert in fixe und variable Kosten in Abhängigkeit verschiedener Trocknungsverfahren und Chargensystem bei einer Investitionsförderung

		Maschinenkosten			Kosten Trocknungssystem			Trocknungs kosten	Lohn ansatz	Erntekosten		
		fix	variabel	Σ	fix	variabel	Σ	Σ	Σ	fix	variabel	Σ
Bodentrocknung	3-Chargen	4.986 €	3.494 €	8.480 €	- €	- €	- €	- €	2.628 €	4.986 €	6.122 €	11.108 €
Kaltbelüftung		4.907 €	3.158 €	8.065 €	1.400 €	410 €	1.810 €	1.660 €	2.484 €	6.307 €	7.712 €	14.019 €
Entfeuchter		4.785 €	2.734 €	7.519 €	3.687 €	1.190 €	4.877 €	2.148 €	2.280 €	8.472 €	8.352 €	16.824 €
Bodentrocknung	2-Chargen	4.675 €	3.431 €	8.106 €	- €	- €	- €	- €	2.496 €	4.675 €	5.927 €	10.602 €
Kaltbelüftung		4.614 €	3.106 €	7.721 €	1.843 €	534 €	2.377 €	1.660 €	2.376 €	6.458 €	7.676 €	14.134 €
Entfeuchter		4.507 €	2.692 €	7.199 €	4.130 €	1.314 €	5.444 €	2.148 €	2.196 €	8.637 €	8.350 €	16.987 €

Die Fixkosten des Trocknungssystems (Trocknungsanlage) reduzieren sich aufgrund der höheren Investitionskosten bei der Entfeuchtertrocknung deutlich mehr als bei der Kaltbelüftungsvariante, die relativen Reduktionen bewegen sich für beide Belüftungsvarianten in der Höhe der Investitionsförderung (30 %). Bezieht man die fixen Kosten des Trocknungssystems auf die fixen Erntekosten, so ergeben sich differente Verhältnisse zwischen den Belüftungsvarianten. Bei der Entfeuchtertrocknung setzt sich der überwiegende Teil der Ernte-Fixkosten aus den fixen Kosten des Trocknungssystems zusammen, wobei die fixen Trocknungssystemkosten der Kaltbelüftung nur einen untergeordneten Anteil an den fixen Erntekosten einnehmen. Im Zuge einer Investitionsförderung kommt es bei der Entfeuchtertrocknung zu einer größeren Senkung der Erntefixkosten als bei der Kaltbelüftungsvariante. Die Fixkostensenkung beträgt bei der Entfeuchtertrocknung 17 %, wobei diese bei der Kaltbelüftung nur 11 % beträgt. Werden die Erntekosten einer geförderten Investition mit denen ohne Förderung verglichen, so ergeben sich folgende Verhältnisse: 91 % bei der Entfeuchtertrocknung und 95 % bei der Kaltbelüftungstrocknung. Ergo: Die Entfeuchtervariante profitiert mehr von einer Investitionsförderung als

³⁰ Die Förderung von verschiedenen Projektmaßnahmen des „Ländlichen Entwicklungsprogramms“ und deren Voraussetzungen werden in einer Sonderrichtlinie des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus zusammengefasst. Siehe dazu den Punkt 9 dieser Sonderrichtlinie - „Investitionen in die landwirtschaftliche Erzeugung (4.1.1)“.

die Kaltbelüftungsvariante, da die Gesamtkosten (durch Fixkostensenkung des Trocknungssystems) um einen größeren Anteil gesenkt werden können. Dieser Zusammenhang kann auch in folgender Abbildung visualisiert werden. Die Abbildung stellt die Heustückkosten unterschiedlicher Trocknungsverfahren in einem Zeitraum von 2002 bis einschließlich 2016 gegenüber. Bei den Belüftungstrocknungen wird außerdem auf eine potentielle Investitionsförderung Rücksicht genommen, wodurch sich die Heustückkosten verringern. Durch den Vergleich der Heustückkosten mit und ohne Förderung wird unschwer erkennbar, dass sich die Heustückkosten der Entfeuchertrocknung in absoluten als auch relativen Zahlen mehr verringern als jene der Kaltbelüftung, da sich die punktierte Linie deutlich unterhalb der stetigen Linie befindet.

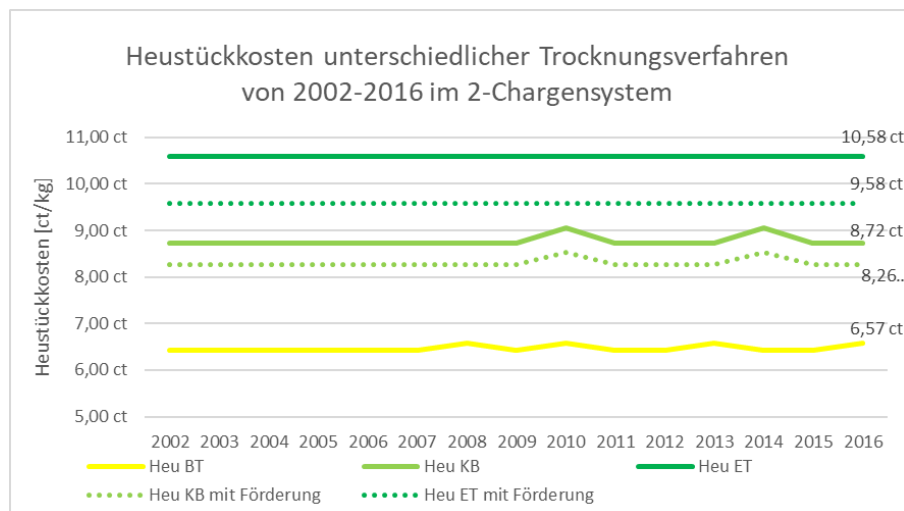


Abbildung 11: Heustückkosten des 2-Chargensystems im 15-jährigen Zeitraum

Im Anhang können die Tabellen A-15 – A-16 eingesehen werden, in denen die Auswirkungen einer Investitionsförderung auf die Grundfutterkosten sowie deren inhaltsstoffliche Komponenten beziffert werden.

In nachfolgenden Szenarien findet ausschließlich das 2-Chargensystem Berücksichtigung, auf die Implementation des 3-Chargensystems in folgenden Auswertungen wird auf weiteres verzichtet, da eine veränderte Kostenstruktur bzw. ein Kostenvorteil im 2-Chargensystem analog mit einem Kostenvorteil im 3-Chargensystem gleichzusetzen ist, zumal das 3-Chargensystem die kostengünstigere Investitionsvariante darstellt. Falls in den Auswertungen nichts anderes bekannt gegeben wird, handelt es sich um Rationskosten und kalkulatorische Gewinnbeiträge basierend auf den in 7.1 genannten Annahmen (Strompreis 12,12 ct/ kWh, Kraftfutterpreis 0,3 €/kg und Milchpreis 0,4 €/kg Milch).

8.8.1 Kraftfutterpreis

Folgend werden die Ergebnisse der Futterrationskosten bei einer Änderung des Kraftfutterpreises dargelegt und die Auswirkungen auf unterschiedliche Heutrocknungsverfahren erläutert. Die Ergebnisse sind in den untenstehenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 30: Einfluss veränderter Kraftfutterpreise auf die Rationskosten [€/Kuh*Tag] unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargensystems (ohne Förderung)

	Kraftfutterpreis [€/kg]		0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €
	Entfeuchter	Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	1,92 €	1,93 €	1,93 €	1,94 €
6.000			2,43 €	2,56 €	2,68 €	2,81 €	2,93 €
7.000			2,94 €	3,18 €	3,43 €	3,67 €	3,92 €
8.000			3,45 €	3,81 €	4,18 €	4,54 €	4,90 €
9.000			3,96 €	4,44 €	4,92 €	5,40 €	5,89 €
	Kraftfutterpreis [€/kg]		0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €
	Kaltbelüftung	Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	1,74 €	1,78 €	1,83 €	1,88 €
6.000			2,26 €	2,42 €	2,58 €	2,75 €	2,91 €
7.000			2,78 €	3,06 €	3,34 €	3,62 €	3,90 €
8.000			3,30 €	3,69 €	4,09 €	4,49 €	4,89 €
9.000			3,82 €	4,33 €	4,85 €	5,36 €	5,88 €
	Kraftfutterpreis [€/kg]		0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €
	Bodentrocknung	Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	1,67 €	1,79 €	1,91 €	2,04 €
6.000			2,19 €	2,43 €	2,67 €	2,91 €	3,15 €
7.000			2,72 €	3,07 €	3,42 €	3,78 €	4,13 €
8.000			3,24 €	3,71 €	4,18 €	4,65 €	5,12 €
9.000			3,77 €	4,35 €	4,94 €	5,52 €	6,10 €

Aus der Tabelle 30 wird der Einfluss von veränderten Kraftfutterpreisen auf die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren und Milchleistungsniveaus ersichtlich. Betrachtet man die Rationskosten der Entfeuchtertrocknung, so wird erkenntlich, dass die Kostennachteile bei geringeren Kraftfutterpreisen und niedrigeren Milchleistungsniveaus zunehmen. Dieser Umstand ist auf die günstigere Substitution des Grundfutters durch das Kraftfutter zurückzuführen. Vergleicht man die Rationskosten der Entfeuchtervariante mit den der Bodentrocknung, so ergeben sich Kostenvorteile für die Bodentrocknung bis zu einem Kraftfutterpreis von 0,30 €/kg, bei einem Kraftfutterpreis von 0,35 €/kg stagnieren die Rationskosten beider Trocknungsverfahren auf nahezu demselben Niveau und ab 0,4 €/kg Kraftfutter ergeben sich Kostenvorteile zugunsten der Entfeuchtertrocknung. Ab diesem Kraftfutterpreisniveau erweist sich die Entfeuchtertrocknung zunehmend als wirtschaftlicher und vor allem bei hohen Milchleistungsniveaus können merkliche Kostenvorteile ausgemacht werden. Durch den Vergleich der Rationskosten beider Belüftungstrocknungen werden die Kostenvorteile der Kaltbelüftung sichtbar, auch wenn diese vor allem bei hohen Kraftfutterpreisen und hohen Milchleistungen zum Teil nur sehr gering sind. Ab einem Kraftfutterpreis von 0,4 €/kg nähern sich die Rationskosten der Belüftungstrocknungen sehr stark an und ab einem Kraftfutterpreis von 0,45 €/kg pendeln sich die Rationskosten auf ungefähr dem gleichen Niveau ein. Dadurch kann auf eine steigende Konkurrenzfähigkeit der Entfeuchtertrocknung verwiesen werden und eine direkte Proportionalität zwischen der Wirtschaftlichkeit der Entfeuchtertrocknung und den

Kraftfutterpreisen sowie den geforderten Milchleistungen festgestellt werden. Die Kaltbelüftungsvariante kann gegenüber der Bodentrocknung bereits ab einem Kraftfutterpreis von 0,3 €/kg Kostenvorteile verzeichnen und bei weiter steigenden Kraftfutterpreisen sind die Rationskosten der Bodentrocknung stets höher als jene der Kaltbelüftungsvariante. Die geschilderten Zusammenhänge der Kostenstrukturen machen darauf aufmerksam, dass vor allem der Kraftfutterpreis mit dem dazugehörigen Anteil in der Futterration für die wirtschaftliche Betrachtung der verschiedenen Heutrocknungsverfahren herangezogen werden muss. Generell lässt sich die Aussage ableiten: „Je höher die Kraftfutterpreise und die angestrebte Milchleistung, desto wirtschaftlicher gestaltet sich eine Investition in eine Belüftungsanlage.“ Denn je höher die Milchleistung, desto höher der erforderliche Kraftfuttereinsatz und desto größer der Einfluss der Kraftfutterkosten auf die gesamten Rationskosten. Wie sich eine Investitionsförderung auf die Rationskosten bei veränderten Kraftfutterpreisen auswirkt, wird in der Tabelle 31 dargelegt. Daraus ist abzulesen, dass sich die Belüftungsvarianten bereits bei einem niedrigeren Kraftfutterpreis an die Rationskosten der Bodentrocknung annähern und die Kaltbelüftung bereits ab einem Kraftfutterpreis von 0,25 €/kg die kostengünstigere Futtervorlage bereitstellen kann, während die Entfeuchtertrocknung bei einer Milchleistung von 5.000 kg und einem Kraftfutterpreis von 0,3 €/kg erste Kostenvorteile erzielen kann. Eine mögliche Förderung der Investition hat wesentlichen Einfluss auf die wirtschaftliche Gestaltung von Belüftungstrocknungen und kann vor allem das Ausmaß bzw. den Eintritt der Kostenvorteile beeinflussen. So kann auch die Entfeuchtervariante schon früher mit der Kaltbelüftungsvariante konkurrieren, da sich die Rationskosten bereits ab einem Kraftfutterpreis von 0,35 € auf demselben Niveau befinden. Ab diesem Preisniveau entwickeln sich die Rationskosten stets zugunsten der Entfeuchtertrocknung und es ergeben sich absolute Kostenvorteile für die Entfeuchtervariante.

Tabelle 31: Einfluss veränderter Kraftfutterpreise auf die Rationskosten [€/Kuh*Tag] unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargensystems (mit Förderung)

Entfeuchter	Kraftfutterpreis [€/kg]	0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €	
	Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	1,74 €	1,75 €	1,76 €	1,76 €	1,77 €
		6.000	2,26 €	2,39 €	2,51 €	2,64 €	2,76 €
		7.000	2,78 €	3,02 €	3,27 €	3,51 €	3,75 €
		8.000	3,30 €	3,66 €	4,02 €	4,38 €	4,75 €
		9.000	3,81 €	4,30 €	4,78 €	5,26 €	5,74 €
Kaltbelüftung	Kraftfutterpreis [€/kg]	0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €	
	Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	1,66 €	1,70 €	1,75 €	1,79 €	1,84 €
		6.000	2,18 €	2,34 €	2,51 €	2,67 €	2,83 €
		7.000	2,70 €	2,98 €	3,26 €	3,54 €	3,82 €
		8.000	3,23 €	3,62 €	4,02 €	4,42 €	4,82 €
		9.000	3,75 €	4,26 €	4,78 €	5,29 €	5,81 €
Bodentrocknung	Kraftfutterpreis [€/kg]	0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €	
	Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	1,67 €	1,79 €	1,91 €	2,04 €	2,16 €
		6.000	2,19 €	2,43 €	2,67 €	2,91 €	3,15 €
		7.000	2,72 €	3,07 €	3,42 €	3,78 €	4,13 €
		8.000	3,24 €	3,71 €	4,18 €	4,65 €	5,12 €
		9.000	3,77 €	4,35 €	4,94 €	5,52 €	6,10 €

Die Bodentrocknung erweist sich vor allem bei niedrigeren Kraftfutterpreisen und geringeren Milchleistungen als wirtschaftliches Produktionsverfahren, da sich die stets höheren Kraftfutteranteile in der Ration günstiger ergänzen lassen und durch einen geringeren Anteil des Grundfutters, das in der Produktion einen absoluten Kostenvorteil gegenüber den anderen Heutrocknungsverfahren erzielen kann, zu einer günstigeren Rationsvorlage führt. Der Einfluss eines steigenden Kraftfutteranteils in der Ration bei steigenden Milchleistungen lässt sich veranschaulichen, indem man die Veränderungen der Rationskosten hoher Milchleistungen bei sich variierenden Kraftfutterpreisen betrachtet. Die Rationskosten hoher Milchleistungen entwickeln sich beginnend bei den Belüftungstrocknungen bis hin zur Bodentrocknung zunehmend volatiler, was auf den erhöhten Kraftfuttereinsatz bzw. des geringeren Grundfutteranteils mit einhergehender reduzierter Milchleistung aus dem Grundfutter bei der Bodentrocknung zu erklären ist.

8.8.2 Strompreis

In diesem Abschnitt werden die Auswirkungen von sich verändernden Strompreisen auf die Produktionskosten der Belüftungstrocknungen erläutert und der Einfluss auf die Rationskosten geschildert.

Tabelle 32: Rationskosten [€/Kuh*Tag] der Belüftungstrocknungen bei veränderten Strompreisen im 2-Chargensystem

	Strompreis [ct/kWh]	Ohne Förderung			Mit Förderung		
		12	15	18	12	15	18
Entfeuchter	Milchleistung [kg/Jahr]						
	5.000	1,93 €	1,98 €	2,03 €	1,75 €	1,80 €	1,86 €
	6.000	2,56 €	2,61 €	2,66 €	2,39 €	2,44 €	2,49 €
	7.000	3,18 €	3,23 €	3,28 €	3,02 €	3,07 €	3,12 €
	8.000	3,81 €	3,86 €	3,91 €	3,66 €	3,70 €	3,75 €
	9.000	4,44 €	4,49 €	4,53 €	4,30 €	4,34 €	4,38 €
Kaltbelüftung	Strompreis [€/kWh]	12	15	18	12	15	18
	Milchleistung [kg/Jahr]						
	5.000	1,78 €	1,82 €	1,87 €	1,70 €	1,74 €	1,79 €
	6.000	2,42 €	2,46 €	2,50 €	2,34 €	2,38 €	2,42 €
	7.000	3,06 €	3,09 €	3,13 €	2,98 €	3,02 €	3,06 €
	8.000	3,69 €	3,73 €	3,77 €	3,62 €	3,66 €	3,70 €
	9.000	4,33 €	4,36 €	4,40 €	4,26 €	4,30 €	4,33 €

Wie die Rationskosten in der obigen Tabelle bescheinigen, reagieren die Rationskosten in nur marginalen Umfang auf sich verändernde Energiekosten. Die Veränderungen beschränken sich ausschließlich auf maximal 10 ct-Schwankungen und der Einfluss eines steigenden Energiepreises auf die Rationskosten kann deshalb als gering eingestuft werden. Interessant ist dabei auch, dass sich die Auswirkungen bei steigenden Milchleistungen nicht verändern, sondern stets auf der 10 ct-Marke stagnieren. Dies ist darin zu begründen, weil sich die Rationszusammensetzungen mit steigender Milchleistung ändern und nach oben hin weniger Grundfutter in der Ration vorhanden ist, weshalb die Rationskosten weniger stark von den Grundfutterkosten beeinflusst werden.

Tabelle 33: Einfluss veränderter Energiepreise auf die Erntekosten im 2-Chargensystem

	Strompreis [ct/kWh]	Kaltbelüftung	Entfeuchter
Trocknungskosten	12	1.660 €	2.148 €
	15	2.054 €	2.658 €
	18	2.465 €	3.190 €
Erntekosten (ohne Förderung)	12	14.923 €	18.725 €
	Heustückkosten [ct/kg]	8,77 ct	10,57 ct
	15	15.327 €	19.245 €
	Heustückkosten [ct/kg]	9,00 ct	10,86 ct
Erntekosten (mit Förderung)	18	15.746 €	19.785 €
	Heustückkosten [ct/kg]	9,25 ct	11,16 ct
	12	14.134 €	16.955 €
	Heustückkosten [ct/kg]	8,30 ct	9,57 ct
Erntekosten (mit Förderung)	15	14.537 €	17.475 €
	Heustückkosten [ct/kg]	8,53 ct	9,86 ct
	18	14.957 €	18.015 €
	Heustückkosten [ct/kg]	8,78 ct	10,17 ct

Um den Einfluss von veränderten Energiepreisen auf die Höhe der Trocknungskosten sichtbar zu machen, wurden diese tabellarisch zusammengefasst und oberhalb in Tabelle 33 gegenübergestellt. Ein um 25 % erhöhter Energiepreis bzw. der Anstieg von 12 ct auf 15 ct/kWh oder von 15 ct auf 18 ct/kWh führt zu einer Steigerung der Trocknungskosten von ca. 400 € bei der Kaltbelüftungstrocknung und von ca. 500 € bei der Entfeuchtertrocknung. Die daraus resultierende Erhöhung der Erntekosten steht in wesentlich geringerem Ausmaß bezogen auf die energiepreisbedingte Veränderung der Trocknungskosten, denn die Trocknungskosten erhöhen sich proportional zu den veränderten Energiepreisen um 25 %. Hingegen verändern sich die Erntekosten der Belüftungstrocknungen, basierend auf den erhöhten Trocknungskosten, lediglich um 3%, weshalb die Heustückkosten genau um diesen Anteil steigen bzw. sinken. Daraus kann gefolgert werden, dass der geringe Anteil der Trocknungskosten an der jährlichen Gesamtbelastung der Grundfutterproduktion zu einer marginalen Erhöhung der Heustückkosten führt und sich verändernde Energiepreise nur bedingt bzw. sich nur gering in den Rationskoten niederschlagen.

8.8.3 Milchpreis

Folgende Tabelle stellt die Gewinnbeiträge³¹ (€/Kuh und Tag) verschiedener Heutrocknungsverfahren gegenüber. Es wurde ein Szenario implementiert, indem Veränderungen des Milchpreises mit Änderungen des Kraftfutterpreises kombiniert wurden, sodass sich ergebende Interdependenzen sichtbar gemacht werden können.

Tabelle 34: Gewinnbeiträge [€/Kuh*Tag] bei konstanten Kraftfuttergaben und variierenden Milch bzw. Kraftfutterpreisen im 2-Chargensystem (ohne Fütterung)

Milchpreis 0,3€/kg		Kraftfutterpreis [0,2€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	3,40 €	3,99 €	4,57 €	4,86 €	5,15 €
	Kaltbelüftung	3,72 €	4,30 €	4,88 €	5,17 €	5,45 €
	Entfeuchter	3,80 €	4,37 €	4,95 €	5,24 €	5,53 €
		Kraftfutterpreis [0,3€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	3,18 €	3,53 €	3,89 €	4,06 €	4,24 €
	Kaltbelüftung	3,50 €	3,85 €	4,20 €	4,38 €	4,55 €
	Entfeuchter	3,57 €	3,92 €	4,27 €	4,44 €	4,62 €
		Kraftfutterpreis [0,4€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
Bodentrocknung	2,95 €	3,08 €	3,21 €	3,27 €	3,34 €	
Kaltbelüftung	3,27 €	3,39 €	3,51 €	3,58 €	3,64 €	
Entfeuchter	3,34 €	3,46 €	3,59 €	3,65 €	3,71 €	
Milchpreis 0,4€/kg		Kraftfutterpreis [0,2€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	5,04 €	5,95 €	6,87 €	7,32 €	7,78 €
	Kaltbelüftung	5,58 €	6,48 €	7,38 €	7,84 €	8,28 €
	Entfeuchter	5,76 €	6,66 €	7,55 €	8,00 €	8,45 €
		Kraftfutterpreis [0,3€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	4,81 €	5,50 €	6,19 €	6,52 €	6,87 €
	Kaltbelüftung	5,35 €	6,03 €	6,70 €	7,04 €	7,37 €
	Entfeuchter	5,53 €	6,20 €	6,87 €	7,21 €	7,54 €
		Kraftfutterpreis [0,4€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
Bodentrocknung	4,59 €	5,04 €	5,50 €	5,73 €	5,96 €	
Kaltbelüftung	5,13 €	5,57 €	6,02 €	6,25 €	6,46 €	
Entfeuchter	5,30 €	5,75 €	6,19 €	6,41 €	6,63 €	
Milchpreis 0,5€/kg		Kraftfutterpreis [0,2€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	6,68 €	7,92 €	9,16 €	9,78 €	10,41 €
	Kaltbelüftung	7,44 €	8,66 €	9,88 €	10,50 €	11,11 €
	Entfeuchter	7,72 €	8,94 €	10,16 €	10,77 €	11,37 €
		Kraftfutterpreis [0,3€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	6,45 €	7,47 €	8,48 €	8,98 €	9,50 €
	Kaltbelüftung	7,21 €	8,21 €	9,20 €	9,71 €	10,20 €
	Entfeuchter	7,50 €	8,49 €	9,48 €	9,97 €	10,46 €
		Kraftfutterpreis [0,4€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
Bodentrocknung	6,22 €	7,01 €	7,80 €	8,19 €	8,59 €	
Kaltbelüftung	6,98 €	7,75 €	8,52 €	8,91 €	9,29 €	
Entfeuchter	7,27 €	8,03 €	8,79 €	9,17 €	9,56 €	

³¹ Für die Berechnung und die monetäre Aufbereitung der kalkulatorischen Gewinnbeiträge siehe 7.8.2 bzw. die Ergebnisse in 8.7.

Die obige Tabelle zeigt die Veränderungen des Gewinnbeitrages (€/ Kuh und Tag) unter dem Einfluss von schwankenden Milchpreisen und sich verändernden Kraftfutterpreisen bei konstant vorgelegten Kraftfuttermengen. Der Unterschied des Gewinnbeitrags werden hierbei ausschließlich von der Höhe der aus dem Grundfutter erzielbaren Milchleistung mit dem einhergehenden monetarisierten Milcherlös bestimmt, da die Milchleistung aus dem Kraftfutter für alle Trocknungsverfahren konstant gehalten wird. Der Gewinnbeitrag gewinnt an Bedeutung für die Investitionsentscheidung in eine Belüftungsanlage, wenn im Fütterungssystem selbst nichts geändert werden sollte bzw. nichts geändert werden wird. Das bedeutet, die Fütterung basiert unabhängig von der Art der Grundfutterproduktion (Bodentrocknung, Kaltbelüftung oder Entfeuchterrocknung) auf dem gleichen System bzw. es wird eine spezifische Menge des Kraftfutters festgesetzt, welche zum vorgelegten Grundfutter konstant ergänzt wird. Betrachtet man die Gewinnbeiträge bei einem Milchpreis von 0,5 €/kg und einem Kraftfutterpreis von 0,4 €/kg, so lassen sich Differenzen von über 1 € zwischen der Entfeuchtervariante und der Bodentrocknung erkennen, sodass bei gleichbleibendem Kraftfuttereinsatz das Grundfutter der Entfeuchterrocknung in der Ration besser verwertet wird und daraus mehr Leistung erzielt werden kann. Werden die Rationskosten der Entfeuchterrocknung als Bezugsbasis herangezogen, so könnte bei den übrigen Trocknungsverfahren, aufgrund der geringeren Rationskosten bei gleichbleibendem Kraftfuttereinsatz, zusätzlich Kraftfutter ergänzt werden, sodass sich die Rationskosten egalieren. Dies kann durch den Vergleich der Entfeuchterrocknung und der Bodentrocknung erfolgen, indem man die Gewinnbeiträge bei einem Milchpreis von 0,5 €/kg und einer Kraftfuttermenge von 2 kg TM (0,4 €/kg KF) bei der Entfeuchterrocknung denen von 4 kg TM Kraftfutter bei der Bodentrocknung gegenüberstellt. Hier wird sichtbar, dass die Gewinnbeiträge sehr nahekommen. Es wird gezeigt, dass aus der vorgelegten Ration bei gleichen Rationskosten ähnlich hohe Milchleistungen erzielt werden, wodurch sich die Gewinnbeiträge annähern. Diese Methode kommt der Berechnung der Rationskosten bei bestimmten Leistungsniveaus sehr nahe, wobei hier die Rationskosten gleichgehalten werden und somit die Menge der Gesamtration beschränkt wird. Allerdings kann gefolgert werden, dass bei höheren Kraftfuttermengen, jedoch gleichen Rationskosten, ähnliche Leistungen wie bei der Entfeuchterrocknung erzielt werden können.

Werden im Zuge der Investition Fördergelder lukriert, so erhöhen sich die Abstände der Gewinnbeiträge und die Belüftungstrocknungen verzeichnen zunehmend einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber der Bodentrocknung, wie es in der Tabelle 35 darlegt ist.

Tabelle 35: Gewinnbeiträge [€/Kuh*Tag] bei konstanten Kraftfuttergaben und variierenden Milch bzw. Kraftfutterpreisen im 2-Chargensystem (mit Förderung)

Milchpreis 0,3€/kg		Kraftfutterpreis [0,2€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	3,40 €	3,99 €	4,57 €	4,86 €	5,15 €
	Kaltbelüftung	3,64 €	4,22 €	4,81 €	5,10 €	5,39 €
	Entfeuchter	3,63 €	4,21 €	4,79 €	5,09 €	5,38 €
		Kraftfutterpreis [0,3€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	3,18 €	3,53 €	3,89 €	4,06 €	4,24 €
	Kaltbelüftung	3,42 €	3,77 €	4,12 €	4,30 €	4,48 €
	Entfeuchter	3,40 €	3,76 €	4,11 €	4,29 €	4,47 €
		Kraftfutterpreis [0,4€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	2,95 €	3,08 €	3,21 €	3,27 €	3,34 €
Kaltbelüftung	3,19 €	3,32 €	3,44 €	3,51 €	3,57 €	
Entfeuchter	3,17 €	3,30 €	3,43 €	3,50 €	3,56 €	
Milchpreis 0,4€/kg		Kraftfutterpreis [0,2€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	5,04 €	5,95 €	6,87 €	7,32 €	7,78 €
	Kaltbelüftung	5,50 €	6,40 €	7,31 €	7,77 €	8,21 €
	Entfeuchter	5,59 €	6,49 €	7,40 €	7,85 €	8,30 €
		Kraftfutterpreis [0,3€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	4,81 €	5,50 €	6,19 €	6,52 €	6,87 €
	Kaltbelüftung	5,27 €	5,95 €	6,63 €	6,97 €	7,30 €
	Entfeuchter	5,36 €	6,04 €	6,72 €	7,05 €	7,39 €
		Kraftfutterpreis [0,4€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	4,59 €	5,04 €	5,50 €	5,73 €	5,96 €
Kaltbelüftung	5,05 €	5,50 €	5,94 €	6,18 €	6,39 €	
Entfeuchter	5,13 €	5,58 €	6,03 €	6,26 €	6,48 €	
Milchpreis 0,5€/kg		Kraftfutterpreis [0,2€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	6,68 €	7,92 €	9,16 €	9,78 €	10,41 €
	Kaltbelüftung	7,36 €	8,58 €	9,81 €	10,43 €	11,04 €
	Entfeuchter	7,55 €	8,78 €	10,00 €	10,61 €	11,23 €
		Kraftfutterpreis [0,3€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	6,45 €	7,47 €	8,48 €	8,98 €	9,50 €
	Kaltbelüftung	7,13 €	8,13 €	9,13 €	9,64 €	10,13 €
	Entfeuchter	7,32 €	8,32 €	9,32 €	9,82 €	10,32 €
		Kraftfutterpreis [0,4€/kg]				
	Kraftfutter [kg TM/Tag]	2	4	6	7	8
	Bodentrocknung	6,22 €	7,01 €	7,80 €	8,19 €	8,59 €
Kaltbelüftung	6,90 €	7,68 €	8,45 €	8,84 €	9,22 €	
Entfeuchter	7,10 €	7,87 €	8,64 €	9,02 €	9,41 €	

8.8.4 Grundfutterqualität

Folgend werden die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Trocknungsverfahren und verschiedener Grundfutterqualitäten bei einem Milchleistungsniveau von 7.000 kg/Kuh und Jahr dargelegt und der Einfluss der Grundfutterqualitäten auf die Änderung der Rationskosten behandelt.

Tabelle 36: Einfluss der Grundfutterqualität auf die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargensystems (ohne Förderung)

	Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
	Entfeuchter						
	TM-Aufnahme [kg]	19,37	19,22	19,04	18,84	18,60	18,34
	GF	11,27 58%	11,84 62%	12,44 65%	13,07 69%	13,75 74%	14,47 79%
	KF	8,11 42%	7,38 38%	6,60 35%	5,76 31%	4,85 26%	3,87 21%
	MJ NEL-Aufnahme	115	115	115	115	115	115
	GF	56,34 49%	61,55 54%	67,16 59%	73,21 64%	79,75 70%	86,82 76%
	NEL	58,36 51%	53,15 46%	47,54 41%	41,49 36%	34,95 30%	27,88 24%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	4,13	3,95	3,76	3,55	3,32	3,08
	GF	1,37 33%	1,44 36%	1,51 40%	1,59 45%	1,67 50%	1,76 57%
	KF	2,76 67%	2,52 64%	2,25 60%	1,96 55%	1,65 50%	1,32 43%
Kaltbelüftung							
	Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
	TM-Aufnahme [kg]	19,35	19,20	19,02	18,82	18,59	18,33
	GF	11,19 58%	11,76 61%	12,35 65%	12,99 69%	13,66 74%	14,38 78%
	KF	8,16 42%	7,44 39%	6,67 35%	5,83 31%	4,93 26%	3,95 22%
	MJ NEL-Aufnahme	115	115	115	115	115	115
	GF	55,95 49%	61,13 53%	66,71 58%	72,73 63%	79,24 69%	86,27 75%
	NEL	58,75 51%	53,57 47%	47,99 42%	41,97 37%	35,46 31%	28,43 25%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	3,91	3,72	3,52	3,30	3,06	2,79
	GF	1,13 29%	1,18 32%	1,24 35%	1,31 40%	1,38 45%	1,45 52%
	KF	2,78 71%	2,54 68%	2,27 65%	1,99 60%	1,68 55%	1,35 48%
Bodentrocknung							
	Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
	TM-Aufnahme [kg]	19,31	19,15	18,98	18,78	18,55	18,30
	GF	11,04 57%	11,61 61%	12,20 64%	12,83 68%	13,50 73%	14,21 78%
	KF	8,26 43%	7,55 39%	6,78 36%	5,95 32%	5,06 27%	4,09 22%
	MJ NEL-Aufnahme	115	115	115	115	115	115
	GF	55,22 48%	60,35 53%	65,87 57%	71,84 63%	78,28 68%	85,25 74%
	KF	59,48 52%	54,35 47%	48,83 43%	42,86 37%	36,42 32%	29,45 26%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	3,65	3,45	3,23	3,00	2,74	2,46
	GF	0,83 23%	0,87 25%	0,92 28%	0,97 32%	1,02 37%	1,07 43%
	KF	2,82 77%	2,57 75%	2,31 72%	2,03 68%	1,72 63%	1,39 57%

Die obige Tabelle unterstreicht die wirtschaftliche Bedeutung der Grundfutterqualität in Bezug auf die Futterrationskosten. Es wird unschwer erkennbar, dass die Steigerung der Grundfutterqualität mit einer erhöhten Grundfutteraufnahme und einer Reduktion des Kraftfuttereinsatzes einhergeht. Um die kapitalintensiven Belüftungstrocknungen ökonomisch effizient zu gestalten, ist es unverzichtbar, hohe Grundfutterqualitäten zu erzeugen und die Qualitätsunterschiede zu der Bodentrocknung hin zu maximieren, sodass die Rationskosten bei den Belüftungstrocknungen gesenkt werden können. Die vergleichende Betrachtung der Rationskosten bei unterschiedlichen Grundfutterqualitäten zeigt eine Reduktion der Rationskosten von ca. 0,2-0,3 € bei gleichzeitiger Zunahme der Grundfutterqualität um 0,2 MJ NEL/kg TM. Diese Veränderungen verhalten sich bei allen Trocknungsverfahren ähnlich. Die unterschiedlichen TM-Anteile des Grund- und Kraftfutters in den Rationen lassen sich auf unterschiedliche TM-Gehalte

im Grundfutter zurückführen. Belüftungsheu enthält einen TM-Gehalt von 87 % und Bodenheu von 86 % der FM. Zusätzlich können sich aufgrund der iterativen Berechnungen der Futteraufnahme Rundungsfehler entstehen, welche sich durch das Modell der Schätzgleichung ergeben. Die obige Tabelle bestätigt einmal mehr die Dringlichkeit einer hohen Grundfutterqualität und deren wirtschaftliche Bedeutung für einen Milchviehbetrieb. Obgleich die Rationskosten bei einer verbesserten Grundfutterqualität absolut nur gering voneinander abweichen (0,3 €), so ergibt sich trotzdem eine jährliche Kostensenkung von 2700 €, kumuliert bei einer Herdengröße von 30 Milchkühen und einer angenommenen Laktationszeit von 300 Tagen. Diese Kosteneinsparung stellt eine beachtliche Summe dar und eine geringe Senkung der täglichen Rationskosten darf deshalb nicht unterschätzt werden. Generell kann die Aussage getroffen werden, dass die Kosteneinsparung durch Erhöhung der Grundfutterqualität bei steigenden Kraftfutterpreisen zunimmt. Dies lässt sich auf eine zunehmende Substitution des Kraftfutters durch das Grundfutter mit steigender Qualität zurückführen, was eine Verminderung der Rationskosten bedeutet. Aus ökonomischer Sicht sollte deshalb vor allem bei hohen Kraftfutterpreisen der Fokus auf eine hohe Grundfutterqualität gelegt werden, um die wirtschaftliche Effizienz eines Betriebes zu steigern (Eilers 2013). Aus diesem Grund gewinnt die Investition in eine Belüftungstrocknung bei hohen Kraftfutterpreisen vermehrt an Attraktivität. Die Reduktion der Rationskosten bei steigender Grundfutterqualität bzw. die Erhöhung der Rationskosten bei erhöhtem Kraftfutterpreis sind in Tabelle 37 zu betrachten.

Tabelle 37: Einfluss der Grundfutterqualität auf die Rationskosten [€/Kuh*Tag] bei unterschiedlichen Kraftfutterpreisen

Ohne Förderung

		Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
Kraftfutterpreis [€/kg]	0,2	Bodentrocknung	2,71 €	2,59 €	2,46 €	2,32 €	2,17 €	2,00 €
		Kaltbelüftung	2,98 €	2,88 €	2,76 €	2,63 €	2,50 €	2,35 €
		Entfeuchter	3,21 €	3,12 €	3,01 €	2,90 €	2,77 €	2,64 €
	0,3	Bodentrocknung	3,65 €	3,45 €	3,23 €	3,00 €	2,74 €	2,46 €
		Kaltbelüftung	3,91 €	3,72 €	3,52 €	3,30 €	3,06 €	2,79 €
		Entfeuchter	4,13 €	3,95 €	3,76 €	3,55 €	3,32 €	3,08 €
	0,4	Bodentrocknung	4,59 €	4,31 €	4,00 €	3,67 €	3,32 €	2,93 €
		Kaltbelüftung	4,84 €	4,57 €	4,27 €	3,96 €	3,62 €	3,24 €
		Entfeuchter	5,05 €	4,79 €	4,51 €	4,21 €	3,88 €	3,52 €

Mit Förderung

		Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
Kraftfutterpreis [€/kg]	0,2	Bodentrocknung	2,71 €	2,59 €	2,46 €	2,32 €	2,17 €	2,00 €
		Kaltbelüftung	2,92 €	2,81 €	2,69 €	2,56 €	2,42 €	2,27 €
		Entfeuchter	3,08 €	2,98 €	2,87 €	2,75 €	2,62 €	2,47 €
	0,3	Bodentrocknung	3,65 €	3,45 €	3,23 €	3,00 €	2,74 €	2,46 €
		Kaltbelüftung	3,85 €	3,66 €	3,45 €	3,23 €	2,98 €	2,72 €
		Entfeuchter	4,00 €	3,82 €	3,62 €	3,40 €	3,17 €	2,91 €
	0,4	Bodentrocknung	4,59 €	4,31 €	4,00 €	3,67 €	3,32 €	2,93 €
		Kaltbelüftung	4,78 €	4,50 €	4,21 €	3,89 €	3,54 €	3,17 €
		Entfeuchter	4,92 €	4,66 €	4,37 €	4,06 €	3,72 €	3,35 €

Tabelle 38 zeigt den Einfluss unterschiedlicher Grundfutterqualitäten auf die Rationskosten bei Gewährung einer Investitionsförderung für die technischen Einrichtungen der Belüftungstrocknungen.

Tabelle 38: Einfluss der Grundfutterqualität auf die Rationskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren des 2-Chargen-System (mit Förderung)

	Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
	Entfeuchter	TM-Aufnahme [kg]	19,37	19,22	19,04	18,84	18,60
	GF	11,27 58%	11,84 62%	12,44 65%	13,07 69%	13,75 74%	14,47 79%
	KF	8,11 42%	7,38 38%	6,60 35%	5,76 31%	4,85 26%	3,87 21%
	MJ NEL-Aufnahme	115	115	115	115	115	115
	GF	56,34 49%	61,55 54%	67,16 59%	73,21 64%	79,75 70%	86,82 76%
	NEL	58,36 51%	53,15 46%	47,54 41%	41,49 36%	34,95 30%	27,88 24%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	4,00	3,82	3,62	3,40	3,17	2,91
	GF	1,24 31%	1,30 34%	1,37 38%	1,44 42%	1,51 48%	1,59 55%
	KF	2,76 69%	2,52 66%	2,25 62%	1,96 58%	1,65 52%	1,32 45%
Kaltbelüftung	Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
	TM-Aufnahme [kg]	19,35	19,20	19,02	18,82	18,59	18,33
	GF	11,19 58%	11,76 61%	12,35 65%	12,99 69%	13,66 74%	14,38 78%
	KF	8,16 42%	7,44 39%	6,67 35%	5,83 31%	4,93 26%	3,95 22%
	MJ NEL-Aufnahme	115	115	115	115	115	115
	GF	55,95 49%	61,13 53%	66,71 58%	72,73 63%	79,24 69%	86,27 75%
	NEL	58,75 51%	53,57 47%	47,99 42%	41,97 37%	35,46 31%	28,43 25%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	3,85	3,66	3,45	3,23	2,98	2,72
	GF	1,07 28%	1,12 31%	1,18 34%	1,24 38%	1,30 44%	1,37 50%
	KF	2,78 72%	2,54 69%	2,27 66%	1,99 62%	1,68 56%	1,35 50%
Bodentrocknung	Grundfutterqualität [MJ NEL/kg TM]	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00
	TM-Aufnahme [kg]	19,31	19,15	18,98	18,78	18,55	18,30
	GF	11,04 57%	11,61 61%	12,20 64%	12,83 68%	13,50 73%	14,21 78%
	KF	8,26 43%	7,55 39%	6,78 36%	5,95 32%	5,06 27%	4,09 22%
	MJ NEL-Aufnahme	115	115	115	115	115	115
	GF	55,22 48%	60,35 53%	65,87 57%	71,84 63%	78,28 68%	85,25 74%
	KF	59,48 52%	54,35 47%	48,83 43%	42,86 37%	36,42 32%	29,45 26%
	Rationskosten [€/Kuh*Tag]	3,65	3,45	3,23	3,00	2,74	2,46
	GF	0,83 23%	0,87 25%	0,92 28%	0,97 32%	1,02 37%	1,07 43%
	KF	2,82 77%	2,57 75%	2,31 72%	2,03 68%	1,72 63%	1,39 57%

Die obige Tabelle bekräftigt die qualitativen Unterschiede des Grundfutters zwischen der Bodentrocknung und der Belüftungstrocknungen als Voraussetzung, um die Rationskosten aneinander anzunähern. Bei einer Entfeuchtertrocknung muss die Grundfutterqualität beim gewählten Milchleistungsniveau von 7.000 kg (jährlich pro Kuh) knapp 0,4 MJ NEL/kg TM gegenüber der Bodentrocknung gesteigert werden, um die Rationskosten auf gleicher Höhe zu halten. Bei der Kaltbelüftungsvarianten werden geringere Ansprüche an die Grundfutterqualität gesetzt, um den Rationskosten der Bodentrocknung gleichzukommen. Ein Unterscheid in der Grundfutterqualität von 0,2 MJ NEL/kg TM würde hierbei ausreichen, um die Rationen in gleicher Kostenhöhe vorzulegen als bei der Bodentrocknung. Es ist jedoch unzulässig, die oben beschriebenen Unterschiede der Grundfutterqualitäten zwischen der Bodentrocknung und den Belüftungstrocknungen als gleichbleibend anzunehmen. Denn nur bei den gewählten Parametern, 7000 kg jährliche Milchleistung und Kraftfutterpreis von 0,3 €/kg, finden die geforderten Qualitätsunterschiede ihre Gültigkeit. Je höher der Kraftfutterpreis, desto größer ist der Einfluss der Grundfutterqualität auf die Rationskosten und desto geringer wird der geforderte

Qualitätsunterschied zwischen der Bodentrocknung und den Belüftungstrocknungen, da die Verluste der Grundfutterqualität durch stets teurer-werdende Kraftfütterergänzungen kompensiert werden müssen. Aus diesen Darstellungen kann gefolgert werden, dass der Einfluss der Grundfutterqualitäten auf die Rationskosten mit steigenden Kraftfutterpreisen zunehmen.

9. Diskussion

9.1 Modellbedingte Grenzen

Die anhand der oben beschriebenen Modelle generierten Ergebnisse unterliegen modellbedingten Fehlerquellen, die sich aufgrund der getroffenen Annahmen ergeben. Außerdem bleiben weitere relevante Einflussfaktoren unberücksichtigt. Das Modell zur Eintrittsschätzung phänologischer Phasen im Wirtschaftsgrünland basiert ausschließlich auf Temperaturverläufen. Die Ertragsfähigkeit und die Wüchsigkeit des Wirtschaftsgrünlandes wird jedoch auch maßgeblich von der Wasserverfügbarkeit im Boden und somit von der Niederschlagsmenge des Standortes bestimmt (Schaumberger 2011, S. 11 ff.). Der Niederschlag bleibt im „Phänologischen Modell“ jedoch unberücksichtigt, was zu Verzerrungen in der praktischen Bedeutsamkeit der Ergebnisse führen kann. Denn in Jahren ungewöhnlich hoher Temperaturverläufen bei gleichzeitiger Wasserknappheit werden analog dazu kurze Aufwuchsphasen und sehr frühe Schnitttermine berechnet. Bezieht man sich auf die in der Abbildung 8 abgetragenen Linien der Temperatur und Niederschlagsmenge, so wird erkennbar, dass die wetterbedingte Konstellation hoher Temperaturen und geringer Niederschlagsmengen während der Ernteperiode nur in Extremfällen zutreffend war. In nur 3 Jahren (2006, 2008 und 2015) von insgesamt 15 Jahren des beobachteten Zeitraums ist dieser Umstand annähernd zu verfolgen. Aus diesem Grund kann die Niederschlagsmenge als stark-limitierender Faktor für die Wüchsigkeit am gewählten Standort verneint werden, da über die Jahre hinweg hohe Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode verzeichnet wurden und das Modell für den gewählten Standort trotz der alleinigen Berücksichtigung des Temperaturverlaufes angewendet werden kann. Das Ausmaß der modellbedingten Verzerrungen (Abstände) in den Ergebnissen bleiben für alle Trocknungsverfahren gleich, da dem Modell dieselben Annahmen zugrunde gelegt worden sind. Dies impliziert, dass auch die Abstände zwischen den Ergebnissen der unterschiedlichen Trocknungsverfahren gleichbleibend sind und sich unabhängig von den im Modell berücksichtigten Faktoren ergeben. Deshalb kann diesbezüglich die Aussage getroffen werden, dass die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Trocknungsverfahren trotz der unzulänglichen Berücksichtigung anderer Einflussvariablen sichtbar gemacht werden können, da die dem Modell unterstellten Annahmen konsistent getroffen und beibehalten wurden.

Die Ergebnisse bezüglich Schnittzeitpunkt, Erntemengen und deren qualitativen Erträge sowie die gemähten Flächen liefern praxisrelevante Daten, welche durchwegs als nachvollziehbar erscheinen und die Unterschiede der Trocknungsverfahren vereinfacht durch das Modell darstellen können. Durch den Vergleich der Ergebnisse dieser Untersuchung mit anderen bereits in

der Literatur vorhandenen Zahlen (AWI 2018; Diepolder et al. 2013; LfL 2018) lässt sich die Plausibilität der Ergebnisse bestätigen, wodurch die praktische Anwendbarkeit des Modells weiters legitimiert wird. Zudem wurden die Werte der Futterwerttabelle durch aktuelle Versuchsergebnisse erweitert, weshalb auf die bereits in der Praxis erreichten Qualitäten Rücksicht genommen wird und die Ergebnisse praktisch realisierbare Unterschiede zwischen den Trocknungsverfahren widerspiegeln. Doch wie jedes Modell stößt auch das vorliegende an seine Grenzen, um die realen Verhältnisse darstellen zu können. Die Darstellung realer Gegebenheiten wird vor allem von den modellbedingten Annahmen zu den Entwicklungsstadien eingeschränkt. Die Zuordnung des Aufwuchsstadiums zum Zeitpunkt des realisierten Schnittermis erfolgt in festgelegten Zeiträumen nach Aufwuchstagen, innerhalb derer sich die phänologische Phase nicht ändert. Diese Zuordnung kann in Abbildung 2 eingesehen werden. Die Bestimmung der phänologischen Phasen einzelner Schnittzeitpunkte erfolgt in diskreten Zeiträumen und deswegen können die stetigen Entwicklungen des Grünlandes nicht abgebildet und keine fließenden Übergänge in den abfolgenden Vegetationsstadien ermöglicht werden. Analog dazu bedeutet dies für die gelieferten Ergebnisse, dass bereits bei einer Verzögerung des Schnittermis um einen Tag mit hohen Qualitätsverlusten zu rechnen ist, weil der realisierte Schnitttermin einem späteren Vegetationsstadium zuzuordnen ist und die Qualitätserträge markant sinken. Wegen dieser starren Zuordnung der Aufwuchsstadien kann es in Extremfällen zu Folgefehlern kommen. Dieser Folgefehler kann einzig und allein im 2-Chargen-System des Jahres 2014 ausgemacht werden, in dem die gemähte Fläche der Bodentrocknung größer ist als jene der Kaltbelüftungsvariante, wie es der Vergleich der Tabellen A-6 und A-7 zeigt. Der Grund dieser konträren Ergebnisse liegt in der Berücksichtigung der absoluten Verzögerungen der Schnittzeitpunkte für die Eintrittsschätzung des Folgeschnittes. Die Tabelle 39 soll diesen Umstand verdeutlichen und das Verständnis folgender Ausführungen unterstützen.

Tabelle 39: Vergleich der realisierten Schnittzeitpunkte des Jahres 2014

Beginn Blüte Schnitt Charge	Jahr 2014	13. Mai		26. Jun		13. Aug		10. Okt	
		1. Schnitt		2. Schnitt		3. Schnitt		4. Schnitt	
		1. Charge	2. Charge	1. Charge	2. Charge	1. Charge	2. Charge	1. Charge	2. Charge
Realisierter Schnitttermin	Kaltbelüftung	06. Mai	09. Mai	07. Jun	10. Jun	02. Aug	18. Aug	28. Sep	-
Schnittverzögerung		-7	-4	-12	-12	1	17	-13	
Realisierter Schnitttermin	Bodentrocknung	06. Mai	10. Mai	08. Jun	15. Jun	02. Aug	18. Aug	29. Sep	10. Okt
Schnittverzögerung		-7	-3	-11	-8	0	13	-11	-13

Die realisierten Schnittzeitpunkte und die dazugehörigen Verschiebungen bezüglich der in der ersten Zeile abgetragenen zentralen Schnittzeitpunkte weichen in den ersten zwei Schnitten nur gering zwischen den Trocknungsverfahren ab. Die Daten des 3. Schnittes zeigen dafür größere Differenzen. Die 2. Charge des 3. Schnittes wird bei der Kaltbelüftung um 17 Tage und bei der Bodentrocknung um 13 Tage verspätet geerntet. Aufgrund dieser unterschiedlichen Verzögerung ergeben sich unterschiedliche Eintrittstermine (geschätzter Schnittzeitpunkt) für die 2. Charge des 4. Schnittes. Bei der Bodentrocknung kann die maximale Vorverlegung³² (8+5 Tage) des Schnittes für die 2. Charge des 4. Schnittes ausgenützt werden und folglich kann der

³² Siehe dazu 5.1.

4. Schnitt zur Gänze eingefahren werden. Würde man die 2. Charge des 4. Schnittes bei der Kaltbelüftungsvariante zum selben Zeitpunkt ansetzen, so wird die maximale Vorverlegung des Schnittzeitpunktes (17 Tage) überschritten und ein Ernteanfang an diesem Zeitpunkt nicht mehr ermöglicht. Im betreffenden Jahr stehen zudem keine weiteren verfügbaren Erntegelegenheiten für die Kaltbelüftung im Oktober zur Verfügung, um die 2. Charge des letzten Schnittes noch zu ernten. Dieser Ernteausfall entspricht zwar nicht unbedingt der landwirtschaftlichen Praxis, jedoch dürfen die modellbedingten Annahmen und Restriktionen nicht individuell abgeändert werden, sodass die Ergebnisse zu Gunsten eines Trocknungsverfahrens verzerrt würden.

Bei den Berechnungen der Futterrationen sei weiters darauf hingewiesen, dass die in dieser Untersuchung angewandte Gleichung zur Schätzung der TM-Aufnahme bei Milchkühen ausschließlich die inhaltsstofflichen Werte für den Rohproteingehalt als auch den Energiegehalt berücksichtigen. Für die Berechnung der sich aus der vorgelegten Ration implizierenden Milchleistungen wird zudem ausschließlich der Energiegehalt als Bezugsbasis herangezogen. Im Zuge dessen werden weitere wichtige inhaltsstoffliche Komponenten ausgeschlossen und finden in den Berechnungen keine Berücksichtigung, obwohl sich die inhaltsstoffliche Zusammensetzung des produzierten Grundfutters in Abhängigkeit der verschiedenen Heutrocknungsverfahren maßgeblich unterscheiden. Unterschiede ergeben sich vor allem in der Struktur (Rohfasergehalte), Rohfett-, Zucker, β -Carotin- und andere Vitamingehalte (Buchgraber 2014). In Weiterer Folge bleiben auch die mit der Fütterung in Verbindung stehenden tiergesundheitlichen Auswirkungen auf eine Milchviehherde (Zwischenkalbezeit, Fruchtbarkeit, Nutzungsdauer etc.) unberücksichtigt, woraus sich folglich abermals Kosten in unterschiedlicher Höhe in Bezug auf die gesamte Milchviehhaltung ergeben würden.

9.2 Bewertung ökonomischer Ergebnisse

Da sich die vorliegenden Kostenberechnungen weder auf Vollkosten- noch auf Teilkostenbasis beziehen, ist ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Kostenberechnungen erschwert. Aus diesem Grund werden die berechneten Stückkosten um die anteiligen Stückkosten jener Kostenfaktoren erweitert, welche für eine Vollkostenberücksichtigung erforderlich sind. Dazu wird auf bereits berechnete Werte der KTBL-Kalkulationen (KTBL et al. 2014) und der Pauschal-kostensätze des BMLFUW (BMLFUW 2015) zurückgegriffen, um vereinfacht die Vollkosten abzuleiten. Die bereits berücksichtigten Kosten müssen um folgende jährliche Kosten erweitert werden:

- Kosten für das Abschleppen des Grünlands: 333 € (Tabelle A - 17)
- Kosten für die Gülleausbringung: 4.710 € (Tabelle A - 17)
- Jährliche Kosten des Heulagers: 11.252 € (Tabelle A - 18)
- Pachtansatz: 16.000 € (20ha zu je 800 €)

Daraus resultiert eine jährliche Gesamtkostenerhöhung von 32.295 €. Umgelegt auf die durchschnittlich geernteten Erträge des 2-Chargensystems bedeutet dies eine Heustückkostenerhöhung von:

- 18,22 ct/kg bei der Entfeuchtertrocknung (Ø 177.228 kg Erntemenge)
- 19,09 ct/kg bei der Kaltbelüftungstroeknung (Ø 169.132 kg Erntemenge)
- 20,07 ct/kg bei der Bodentrocknung (Ø 160.894 kg Erntemenge)

Die Vollkosten der Heuproduktion errechnen sich aus der Summe der Heustückkosten des 2-Chargensystems und den oben bezifferten Erhöhungen der Heustückkosten. Die Vollkosten einzelner Heutrocknungsverfahren belaufen sich auf folgenden Stückkosten:

- 28,80 ct/kg bei der Entfeuchtertroeknung (27,80 ct/kg mit Förderung)
- 27,81 ct/kg bei der Kaltbelüftungsvariante (27,35 ct/kg mit Förderung)
- 26,54 ct/kg bei der Bodentrocknung

Werden die oben berechneten Heustückkosten mit den berechneten Zahlen der LK Niederösterreich verglichen, so kann durchaus von validen Zahlen gesprochen werden und die vorliegenden Ergebnisse stellen praxisrelevante Kosten dar (Biedermann 2016). Aufgrund des regional in unterschiedlicher Höhe angesetzten Pachtansatzes kann es zu Unterschieden in der Vollkostenbetrachtung kommen, weshalb auch gleichsam die Heustückkosten regionsbedingt abweichen können. Die obige Vollkostenberechnung der Heuproduktion in Abhängigkeit unterschiedlicher Trocknungsvarianten verstärkt den Effekt einer Fixkostendegression bei vollständiger Berücksichtigung aller produktionsrelevanter Kosten, wodurch sich die Heustückkosten der kapitalintensiven Trocknungssysteme aufgrund der höheren Ernteerträge stark an jene der Bodentrocknung annähern. Die Heuproduktion mit der Entfeuchtertroeknung war anfangs um ca. 4 ct/kg Heu teurer als das durch die Bodentrocknung erzeugte Heu. Durch Vollkostenberücksichtigung verringerte sich dieser Abstand auf ca. 2,3 ct/kg Heu bzw. auf 1,3 ct/kg Heu bei einer Investitionsförderung. Bei der Kaltbelüftung beliefen sich die anfänglichen Kostennachteile auf ca. 2,2 ct/kg Heu und reduzierten sich auf 1,3 ct/kg Heu bzw. auf 0,8 ct/kg Heu mit einer geförderten Investition in die Belüftungsanlage.

Durch Interpretation der berechneten Vollkosten läge der Entschluss nahe, dass die in dieser Untersuchung dargelegten Ergebnisse zu Lasten der Belüftungstroeknungen ausgelegt würden und dass die Belüftungstroeknungen früher ökonomische Vorteile gegenüber der Bodentrocknung verzeichnen, als sie in dieser Untersuchung konstatiert wurden.

Werden die untersuchten Ergebnisse mit den Ergebnissen auf Vollkostenbasis verglichen, so konnten die in dieser Untersuchung berechneten Ergebnisse validiert werden. Trotz der Berechnungen auf Vollkostenbasis können dieselben Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse geliefert werden. Es ergeben sich lediglich leichte Unterschiede in den Ergebnissen bei niedrigen Kraftfutterpreisen bzw. sehr hohen Kraftfutterpreisen. Die Wirtschaftlichkeit der

Bodentrocknung bei niedrigen Kraftfutterpreisen wird in diesem Zusammenhang bestätigt und weiters bekräftigt. Außerdem kann die ökonomische Effizienz der Entfeuchtertrocknung bei (sehr) hohem Preisniveau des Kraftfutters aufgezeigt werden. Die Kaltbelüftungstrocknung präsentiert sich als ein wirtschaftliches Produktionsverfahren, sowohl in Richtung der Bodentrocknung bei niedrigen Kraftfutterpreisen, als auch in Richtung der Entfeuchtertrocknung bei hohen Kraftfutterpreisen. Bei mittleren Niveaus der Kraftfutterpreise erweist sich die Kaltbelüftung als ökonomisch effizientestes Verfahren. Außerdem wird die Bedeutsamkeit einer Investitionsförderung für den wirtschaftlichen Betrieb einer Entfeuchtertrocknung evident, denn ohne lukrierter Investitionsförderung kann die Entfeuchtertrocknung ausschließlich bei sehr hohen Kraftfutterpreisen ökonomische Vorteile gegenüber anderen Trocknungsverfahren erzielen. Im Gegensatz dazu ist der wirtschaftliche Betrieb einer Kaltbelüftungsanlage nicht im gleichen Ausmaß auf eine Förderungsgewährung beschränkt und die Heuproduktion gestaltet sich auch ohne Förderung als wirtschaftlich konkurrenzfähig. Die Ergebnisse auf Vollkostenbasis werden in den Tabellen unterhalb dargelegt.

Tabelle 40: Rationsberechnung auf Vollkostenbasis des 2-Chargensystems (ohne Förderung)

	Kraftfutterpreis [€/kg]	0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €
		Entfeuchter				
Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	5,17 €	5,18 €	5,19 €	5,19 €	5,20 €
	6.000	5,54 €	5,67 €	5,79 €	5,92 €	6,04 €
	7.000	5,91 €	6,15 €	6,40 €	6,64 €	6,88 €
	8.000	6,28 €	6,64 €	7,00 €	7,36 €	7,73 €
	9.000	6,64 €	7,12 €	7,61 €	8,09 €	8,57 €
Kaltbelüftung						
Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	5,02 €	5,07 €	5,11 €	5,16 €	5,20 €
	6.000	5,39 €	5,56 €	5,72 €	5,88 €	6,05 €
	7.000	5,77 €	6,05 €	6,33 €	6,61 €	6,89 €
	8.000	6,14 €	6,54 €	6,94 €	7,33 €	7,73 €
	9.000	6,51 €	7,03 €	7,54 €	8,06 €	8,57 €
Bodentrocknung						
Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	4,91 €	5,04 €	5,16 €	5,28 €	5,41 €
	6.000	5,29 €	5,53 €	5,76 €	6,00 €	6,24 €
	7.000	5,66 €	6,02 €	6,37 €	6,72 €	7,08 €
	8.000	6,04 €	6,51 €	6,98 €	7,44 €	7,91 €
	9.000	6,42 €	7,00 €	7,58 €	8,17 €	8,75 €

Die Tabelle 40 zeigt die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Bodentrocknung bis zu einem Kraftfutterpreis von 0,3 €/kg, wenn keine Fördermittel für die Investition in eine Belüftungsanlage lukriert werden können. Ab einem Kraftfutterpreis von 0,35 €/kg bietet die Kaltbelüftungstrocknung die günstigste Futtervorlage und ab einem Kraftfutterpreis von 0,45 €/kg liegen die Rationskosten der Entfeuchtertrocknung und die der Kaltbelüftungstrocknung auf demselben Niveau.

Tabelle 41: Rationsberechnung auf Vollkostenbasis des 2-Chargensystems (mit Förderung)

	Kraftfutterpreis [€/kg]		0,25 €	0,30 €	0,35 €	0,40 €	0,45 €
			Entfeuchter	Milchleistung [kg/Jahr]	5.000	4,99 €	5,00 €
		6.000	5,37 €	5,50 €	5,62 €	5,75 €	5,87 €
		7.000	5,75 €	5,99 €	6,23 €	6,48 €	6,72 €
		8.000	6,12 €	6,48 €	6,85 €	7,21 €	7,57 €
		9.000	6,50 €	6,98 €	7,46 €	7,94 €	8,42 €
Kaltbelüftung	Kraftfutterpreis [€/kg]	5.000	4,94 €	4,99 €	5,03 €	5,08 €	5,12 €
	Milchleistung [kg/Jahr]	6.000	5,32 €	5,48 €	5,64 €	5,81 €	5,97 €
		7.000	5,69 €	5,97 €	6,26 €	6,54 €	6,82 €
		8.000	6,07 €	6,47 €	6,87 €	7,26 €	7,66 €
		9.000	6,45 €	6,96 €	7,48 €	7,99 €	8,51 €
Bodentrocknung	Kraftfutterpreis [€/kg]	5.000	4,91 €	5,04 €	5,16 €	5,28 €	5,41 €
	Milchleistung [kg/Jahr]	6.000	5,29 €	5,53 €	5,76 €	6,00 €	6,24 €
		7.000	5,66 €	6,02 €	6,37 €	6,72 €	7,08 €
		8.000	6,04 €	6,51 €	6,98 €	7,44 €	7,91 €
		9.000	6,42 €	7,00 €	7,58 €	8,17 €	8,75 €

Durch eine gewährte Investitionsförderung für die Belüftungstrocknungen verschieben sich die wirtschaftlichen Vorteile zu Gunsten der Belüftungstrocknungen. Allerdings bestätigt sich die Wirtschaftlichkeit der Bodentrocknung bei geringen Kraftfutterpreisen. Die Rationskosten der Kaltbelüftung gestalten sich als kostengünstigstes Trocknungsverfahren bei Kraftfutterpreisen zwischen 0,3-0,35 €/kg. Die Entfeuchtertrocknung kann schließlich ab einem Kraftfutterpreisniveau von 0,4 €/kg die günstigste Futtervorlage bereitstellen.

Der Grund, weshalb die Ergebnisse trotz unterschiedlicher Kostenbasis mehrheitlich dieselben Rangfolgen zwischen den Trocknungsverfahren liefern, liegt im veränderten Verhältnis zwischen den Heustückkosten der einzelnen Heutrocknungsverfahren und in den veränderten Substitutionswerten des Grundfutters, so wie sie in der Tabelle 42 veranschaulicht sind.

Tabelle 42: Vergleich der Heustückkosten und der Substitutionswerte des Grundfutters

	Heustückkosten					Energienstückkosten				
	vorher		nachher		Energiegehalt MJ NEL/kg TM	vorher		nachher		
	ct/kg TM	%	ct/kg TM	%		ct/MJ NEL	%	ct/MJ NEL	%	
ET	12,16 ct	162%	33,10 ct	107%	5,92	2,05 ct	151%	5,59 ct	100%	
KB	10,02 ct	133%	31,84 ct	103%	5,80	1,74 ct	127%	5,49 ct	99%	
BT	7,52 ct	100%	30,86 ct	100%	5,54	1,36 ct	100%	5,57 ct	100%	
	Substitutionswerte GF									
	Kraftfutter		% der GF-Kosten		Änderung [100%]					
	ct/MJ NEL	ct/kg TM GF	vorher	nachher		ct/MJ NEL	%	ct/MJ NEL	%	
ET	4,73	28,00 ct	230%	85%	-2,72					
KB	4,73	27,43 ct	274%	86%	-3,18					
BT	4,73	26,20 ct	348%	85%	-4,10					

Die Auswirkungen der Vollkostenberücksichtigung auf die Rationskosten kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Heustückkosten verringerten sich bei den Belüftungstrocknungen in relativer Hinsicht am meisten und nähern sich sogar auch absolut an jene der Bodentrocknung an. Bezogen auf die Kosten pro Energieeinheit liegen die Werte aller Heutrocknungsverfahren in etwa auf dem gleichen Niveau, wobei die Kaltbelüftung auch in absoluten Zahlen die kostengünstigste Energielieferung aus dem Grundfutter bereitstellt.
- Die Substitutionswerte des Grundfutters zeigen den energetischen Wert (MJ NEL/kg TM) des Grundfutters, der durch den Preis der Energielieferung aus dem Kraftfutter³³ ausgedrückt wird. Die Zahlen der oberen Tabelle machen die massive Reduktion des Substitutionswertes der Bodentrocknung sichtbar, nachdem die Vollkosten in den Berechnungen integriert wurden. Dieser Umstand beschreibt die verhältnismäßig deutlich günstigere Substitution des Grundfutters durch Kraftfutterergänzungen bei der Bodentrocknung, welche sogar mehr als um das 4-fache gesunken ist.

Die geschilderten Umstände können darauf reduziert werden, dass die Belüftungstrocknungen in der Grundfutterproduktion relative Kostenvorteile³⁴ gegenüber dem Bodentrocknungsverfahren erwirtschaften, während die Kraftfutterergänzungen bei der Bodentrocknung relative Kostenvorteile verzeichnen können.

Obleich die Rationskosten in dieser Untersuchung nicht auf Vollkostenbasis berechnet wurden, so gelangen beide Untersuchungsmethoden - unter dem Vorbehalt marginaler Abweichungen, wie sie oberhalb diskutiert wurden - zu denselben Ergebnissen bzw. Rangfolgen der Wirtschaftlichkeitsanalysen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen erscheint die in dieser Untersuchung angewandte Berechnungsmethodik zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung verschiedener Heutrocknungsverfahren als geeignetes Instrument, um folgerichtig auf die wirtschaftliche Vorzüglichkeit schließen zu können. Zusätzlich ergibt sich der Vorteil einer vereinfachten Berechnung, da nicht alle relevanten Kosten berücksichtigt werden müssen. Es werden nur jene Arbeitsverfahren in den Kalkulationen integriert, in denen sich die Trocknungsverfahren unterscheiden. In der vorliegenden Untersuchung wurden ausschließlich die Kosten der Grundfutterernte und der Trocknung kalkuliert.

10. Schlussfolgerung und Fazit

Wie die vorgelegten Ergebnisse bescheinigen, gibt es deutliche Unterschiede in der Leistungs- und Kostenstruktur in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren. Die Entfeuchtertrocknung kann hierbei die höchsten Leistungen erzielen, ausgedrückt in Qualität und Mengen der Grundfutterernte. Allerdings stehen ihnen auch die größten Kosten gegenüber, weshalb die alleinige Leistungs- und Kostenstruktur nicht ausreicht, um auf eine wirtschaftlichere Produktion schließen zu können. Vielmehr ist die effiziente Verwertung des Grundfutters in der

³³ Kraftfutterpreis 0,3 €/kg, TM-Gehalt 88%, 7,2 MJ NEL/kg TM.

³⁴ Die Kaltbelüftung kann bei den Kosten der Energieeinheit sogar absolute Kostenvorteile erzielen.

Futtermenge eines Milchviehbetriebes ausschlaggebend. Die Höhe des in der Futtermenge enthaltenen Grundfutters wird vor allem von dessen Qualität beeinflusst. Die unterschiedliche Grundfutterqualität in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren resultieren aus systembedingten (Feld-, Trocknungs- und Lagerverluste) sowie aus wetterbedingten Verlusten, welche zwischen den Trocknungsverfahren deutlich abweichen können. Die wetterbedingten Einflüsse auf die Qualitätserträge können nicht direkt aus deren unterschiedlichen Höhen abgeleitet werden. Diesbezüglich müssten die Unterschiede der Qualitätserträge, welche aus den unterschiedlichen Ernteerträgen bedingt durch unterschiedliche Feldverluste resultieren, herausgerechnet werden und zusätzlich um die systembedingten qualitativen Unterschiede der Grundfutterqualitäten, welche in der Futterwertabelle abgebildet sind, vermindert werden. Dies wäre mit einem enormen Rechenaufwand verbunden, der bedingt durch die getroffenen Annahmen zusätzliche Fehlerquellen impliziert. Die wetterbedingten Auswirkungen auf die Qualitätserträge können am plakativsten veranschaulicht werden, indem die Vegetationsstadien zu den realisierten Schnittterminen herangezogen und den einzelnen Trocknungsverfahren gegenübergestellt werden. Denn das Vegetationsstadium der realisierten Schnitttermine bestimmt mit welcher Qualität die geernteten Grundfuttermengen bewertet werden, woraus sich der Qualitätsertrag errechnet. Die Tabellen der realisierten Schnitttermine mit den dazugehörigen Vegetationsstadien, welche im Anhang einzusehen sind, zeigen die wetterbedingte Flexibilität der Belüftungstrocknungen gegenüber der traditionellen Bodentrocknung. Die Grünlandflächen können bei den Belüftungstrocknungen durchschnittlich im jüngeren Stadium geerntet werden, da hierbei auch mehr verfügbare Erntegelegenheiten gegeben sind. Allerdings ist dieser Umstand nicht gleichbedeutend mit dem Urteil, dass das Produktionsverfahren der traditionellen Bodentrocknung keine hohen Grundfutterqualitäten erzeugen kann. Die Grundfutterqualitäten sind jedoch größeren Schwankungen unterworfen als bei den Belüftungsvarianten, welche auf die wetterbedingten Einflüsse zurückzuführen sind. Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich folglich aus der Qualität des Grundfutters samt den dazugehörigen Kosten und der Verwertung des produzierten Grundfutters in der Futtermenge mit der daraus erzielbaren Leistung, welche in Geldwert durch den Milcherlös ausgedrückt wird. Ad hoc kann kein Produktionsverfahren als die wirtschaftlichste Variante ausgeschieden werden. Faktoren wie Betriebsstruktur, Wirtschaftsweise und angestrebtes, herdenspezifisches Milchleistungsniveau spielen eine maßgebende Rolle dafür, welches Produktionsverfahren die Wirtschaftlichkeit eines Milchviehbetriebes erhöhen kann. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, welches Heutrocknungsverfahren bei gegebenen Betriebsstrukturen und Marktpreisen der Vorleistungsgüter (Zukauf von betriebsfremden Futtermitteln) eingesetzt werden soll:

- Die Bodentrocknung fördert die Wirtschaftlichkeit eines Heumilchbetriebes, sofern sich die Kraftfutterpreise im unteren Niveau bewegen. Ab einem Kraftfutterpreisniveau von ca. 0,25-0,3 €/kg – abhängig von der Förderungsvoraussetzung der Belüftungstrocknungen - verliert die Bodentrocknung an wirtschaftlicher Konkurrenzfähigkeit zu Gunsten der Kaltbelüftungsvariante. Aus diesem Grund ist die Bodentrocknung ausschließlich

für konventionell-wirtschaftende Milchviehbetriebe zu empfehlen, um die Wirtschaftlichkeit der betrieblichen Tätigkeit zu fördern (AMA 2018).

- Die Kaltbelüftungstrocknung bewegt sich, unabhängig von der Höhe des Milch-Erzeugerpreises und des Kraftfutterpreises, im wirtschaftlichen Mittelfeld der Trocknungsverfahren. Dieser Darstellung zufolge kann abgeleitet werden, dass die Kaltbelüftungsvariante sowohl bei niedrigen Kraftfutterpreisen mit der Bodentrocknung als auch bei hohen Kraftfutterpreisen mit der Entfeuchtertrocknung wirtschaftlich Schritt halten kann. Unbedeutend ist die Voraussetzung, ob für die technischen Anlagen eine Förderung gewährt wird. Befindet sich das Niveau der Kraftfutterpreise zwischen 0,3-0,35 €/kg und 0,4-0,45 €/kg, je nach Fördervoraussetzung, so erhöht sich die wirtschaftliche Tätigkeit eines Milchviehbetriebes, wenn das Grundfutter mit der Kaltbelüftungstrocknung produziert wird. Für die praktischen Empfehlungen heißt dies, dass die Kaltbelüftungstrocknung als annähernd risikolose Investitionsmöglichkeit für einen risikoneutralen Entscheider empfohlen werden kann, da die Kapitalbindung deutlich geringer ist als bei der Entfeuchtertrocknung. Anlässlich dieses breit-gefächerten wirtschaftlichen Einsatzbereiches darf die Kaltbelüftungstrocknung durchwegs als der „Allrounder“ unter den Heutrocknungsverfahren deklariert werden. Es gestaltet sich jedoch schwierig, eine eindeutige Praxisempfehlung bezüglich der betrieblichen Wirtschaftsweise abzugeben, weil sich die Kaltbelüftungsvariante durch eine geförderte Investitionsmöglichkeit bereits bei einem Kraftfutterpreis von 0,25 €/kg in ökonomischer Hinsicht stark an die Bodentrocknung annähert und darüber hinaus wirtschaftlicher betrieben werden kann. Auch im oberen Bereich der Kraftfutterpreise ist der wirtschaftliche Betrieb einer Kaltbelüftungstrocknung gegeben, zumal sie nur geringe wirtschaftliche Verluste gegenüber der Entfeuchtertrocknung verzeichnen kann. Kurzum bestätigt sich das Attribut des „Allrounders“ für die Kaltbelüftungstrocknung und kann nahezu unabhängig von der Wirtschaftsweise, jedoch mit leichten Tendenzen zur biologischen Bewirtschaftung, ökonomisch-effizient im Betrieb eingesetzt werden.
- Durch die hohe Kapitalbindung und die dadurch einhergehenden hohen jährlichen Kapitalkosten beschränkt sich der wirtschaftliche Betrieb einer Entfeuchtertrocknung auf die Prämisse hoher Kraftfutterpreise. Die Wirtschaftlichkeit der Entfeuchtertrocknung wird in hohem Maße von einer Investitionsförderung bestimmt. Ohne Investitionsförderung kann sich die Entfeuchtertrocknung erst ab einem Kraftfutterpreis von 0,45 €/kg als wirtschaftlichstes Heutrocknungsverfahren präsentieren, obwohl die ökonomischen Vorteile nur gering gegenüber der Kaltbelüftungsvariante ausfallen. Unverzichtbar für die Förderung des wirtschaftlichen Betriebes einer Entfeuchtertrocknung ist deshalb eine Lukrierung einer Investitionsförderung, wodurch die Wirtschaftlichkeit schlagartig erhöht wird bzw. die wirtschaftlichen Einbußen auch bei niedrigen Kraftfutterpreisen deutlich dezimiert werden. Praktische Empfehlungen zur Errichtung einer

Heutrocknungsanlage mit Entfeuchtersystem richten sich an biologisch wirtschaftende Betriebe, welche den Fokus ihrer betrieblichen Tätigkeit auf die spezialisierte Heumilchproduktion mit großem Augenmerk auf höchste Grundfutterqualität legen, um den Kraftfuttereinsatz so effizient wie möglich zu gestalten bzw. gegebenenfalls zu reduzieren und die Leistung aus dem Grundfutter zu maximieren.

Die Integration von wetterbedingten Einflüssen auf die Qualitätserträge unterschiedlicher Trocknungsverfahren verlieh den Wirtschaftlichkeitsanalysen einen dynamischen Charakter. Dieser Zugang der dynamischen Wirtschaftlichkeitsberechnungen bietet eine neue Grundlage, um verschiedenen Produktionsverfahren miteinander vergleichen zu können, zumal auch andere nicht monetäre Größen (Qualitätserträge, Grundfutterqualität) in den Analysen berücksichtigt wurden. Durch die Berücksichtigung der Qualitätserträge eines festgelegten Zeitraums wurde es ermöglicht, die Gesamtheit der Unterschiede in den Qualitätserträgen während dieses Zeitraums zu periodisieren. Aus diesem Grund wurden die Werten einer Durchschnittsperiode herangezogen. Dadurch konnte vermieden werden, dass der Wirtschaftlichkeitsberechnung jene Periode zugrunde gelegt wurde, in der die wetterbedingten Einflüsse auf die Qualitätserträge (äußerst) zu Lasten bzw. zu Gunsten eines Trocknungsverfahrens auszulegen wären. Außerdem wird dieser Zugang eines Wirtschaftlichkeitsvergleiches ein weiter Vorteil zuteil, denn es bestimmen nicht nur die als statisch angenommen Annahmen über die wirtschaftliche Vorzüglichkeit verschiedener Heutrocknungsverfahren, sondern auch deren dynamische Entwicklungen bzw. Veränderungen über einen definierten Zeithorizont. In anderen Worten ausgedrückt kommt durch die dynamische Betrachtung zum Ausdruck, ob sich die statisch angenommen Unterschiede in den getroffenen Annahmen (unterschiedliche Werte für die Erträge sowie die in der Futterwerttabelle dargestellte inhaltsstoffliche Zusammensetzung des Grundfutters) auch so in der Praxis zeigen. Diese Ausführungen sollen also die Antwort auf die Frage bieten, ob sich die statisch angenommenen Unterschiede in der Grundfutterqualität zwischen den Trocknungsverfahren, siehe unter 6.1 die adaptierte Futterwerttabelle, über die Jahre hinweg gleich verhalten und welche Auswirkungen die wetterbedingten Einflüsse zeigen. Es kann im Zuge dieser Untersuchung sehr anschaulich gezeigt werden, dass es sehr wohl deutliche Unterschiede in den jährlichen Qualitätserträgen gibt und dass die Abstände zwischen den Trocknungsverfahren keineswegs als konstant angenommen werden dürfen, da die wetterbedingte Einflüsse jährlich schwanken.

Das KTBL integriert bereits Klimadaten in den Leistungs- bzw. Kostenrechnungen, wie zum Beispiel die verfügbaren Erntegelegenheiten für die Kapazitätsplanung (jährlich-möglicher Einsatzumfang) von landwirtschaftlichen (Spezial-) Maschinen (KTBL et al. 2016). Für die Kalkulationen von diversen Produktionsverfahren und deren vergleichende Betrachtung erscheint es durchwegs sinnvoll, vermehrt wetterbedingte Einflüsse miteinzubeziehen. Einerseits um die wetterbedingte Flexibilität einzelner Verfahren darstellen zu können und andererseits die wetterbedingten Auswirkungen auf die Produktionsverfahren ersichtlich zu machen, indem sie durch Integration in die Leistungs- und Kostenrechnung monetarisiert werden können.

11. Literaturverzeichnis

- AMA. (2016a). *Erzeugermilchpreise - Jahresbericht 2005-2015*. (Agrarmarkt Austria, Hrsg.).
- AMA. (2016b). *Jahresbericht für das Jahr 2015*. (Agrarmarkt Austria, Hrsg.).
- AMA. (2018). Agrarmarkt Austria - Marktinformation Getreide und Ölsaaten. <https://www.ama.at/Marktinformationen/Getreide-und-Olsaaten/Preise>. Zugegriffen: 22. Mai 2018
- AWI. (2018). *AWI-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten - Bodenheu*. (Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Hrsg.). <https://idb.awi.bmlfuw.gv.at/bodenheu.html>. Zugegriffen: 24. Januar 2018
- Biedermann, G. (2016). *Was muss Heu kosten?* (Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Hrsg.). <https://noe.lko.at/was-muss-heu-kosten+2500+2546855>. Zugegriffen: 16. Mai 2018.
- BMLFUW. (2015). Pauschalkostensätze - Baukosten im landwirtschaftlichen Bauwesen. In Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (Hrsg.), *Beilage zur Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Umsetzung von Projektmaßnahmen im Rahmen des Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014-2020*.
- BMLFUW. (2017). *Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Umsetzung von Projektmaßnahmen im Rahmen des Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014-2020*. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Hrsg.). https://www.bmnt.gv.at/land/laendl_entwicklung/foerderinfo/sonderrichtlinien_auswahlkriterien/srl_le_2014-2020.html. Zugegriffen: 10. April 2018.
- Buchgraber, K. (2014). Vergleichende Bewertung von Heu- und Grassilage hinsichtlich ausgewählter Inhaltsstoffe. In *19. Alpenländisches Expertenforum 2014*.
- Diepolder, M. (2012). Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung - Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung. In *39. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2012* (S. 1–8).
- Diepolder, M., Raschbacher, S., & Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). (2013). Nutzungsintensität und Gülleeinsatz bei Grünland - Versuchsergebnisse zur Wirkung unterschiedlicher Kombinationen im Bayerischen Wald. In *Fachmagazin Schule und Beratung*. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/nutzungsintensitaet_und_guelleeinsatz_bei_gruenland.pdf. Zugegriffen: 14. Mai 2018.
- Eilers, U. (2013). Weniger Kraftfutter, mehr Erfolg. In *Der kritische Agrarbericht 2013* (S. 19–23). http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lravs/Tierhaltung/Weniger%20Kraftfutter%20mehr%20Erfolg_Beitrag%20zum%20kritischen%20Agrarbericht%202013.pdf. Zugegriffen: 15. März 2017.
- Formayer, H., Weber, A., & Froschauer, R. (2000). *Ermittlung der verfügbaren Feldarbeitstage für die Landwirtschaft in Österreich*.
- Gazzarin, C., & Lips, M. (2013). *Maschinenkostenbericht 2013 - Berechnung und Grunddaten der Maschinenkosten*. (Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung, und Forschung WBF (Agroscope), Hrsg.).
- Gindl, G. (2002). Zeitgemäße Heubereitung und Heuqualität in der Praxis. In *8. Alpenländisches Expertenforum*.

- Gruber, L., Pries, M., Schwarz, F., Spiekers, H., & Staudacher, W. (2006). *Schätzung der Futtermaterialeinnahme bei der Milchkuh*. (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. (DLG) - Arbeitskreis Futter und Fütterung & Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten in der DLG, Hrsg.).
- Gruber, L., Resch, R., Schauer, A., Steiner, B., & Fasching, C. (2013). Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. In Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.), *Abschlussbericht Heuprojekt - Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität*.
- Hunger, F., Kirner, L., Paller, F., & Schneeberger, W. (2006). *Kostenrechnung im landwirtschaftlichen Betrieb - Anleitung zur Verrechnung aller Leistungen und Kosten auf die Betriebszweige*. (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Hrsg.).
- KTBL, Achilles, W., Eurich-Menden, B., Eckel, H., Frisch, J., Fritzsche, S., et al. (2016). *Betriebsplanung Landwirtschaft 2016/17 - KTBL Datensammlung*. (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Hrsg.) (25. Auflage.).
- KTBL, Bohne, B., Braun, J., Funk, M., Hofmann, M., Jackschitz-Wild, S., et al. (2017). *Belüftungsheu - Qualität-Verfahren-Kosten*. (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Hrsg.).
- KTBL, Schroers, J., & Sauer, N. (2011). *Die Leistungs-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung*. (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Hrsg.).
- KTBL, Spiekers, H., Thaysen, J., Fübbecke, A., Grube, J., Berg, W., et al. (2014). *Futterbau - Produktionsverfahren planen und kalkulieren*. (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Hrsg.).
- Landwirtschaftskammer Oberösterreich. (2016). *Futterwerttabelle für Wiederkäuer*. https://ooe.lko.at/media.php?filename=download%3D%2F2016.11.08%2F14785976999411.pdf&rn=Futterwerttabelle_f%FCr_Wiederk%E4uer.pdf. Zugegriffen: 22. Januar 2018.
- LfL. (2017). *Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkuh, Zuchtrinder, Schafe und Ziegen*. (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Hrsg.). https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/gruber_tabelle_fuetterung_milchkuehe_zuchtrinder_schafe_ziegen_lfl-information.pdf. Zugegriffen: 20. März 2018.
- LfL. (2018). *LfL-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten - Belüftungsheu*. (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Hrsg.). <https://www.stmelf.bayern.de/idb/belueftungsheu.html>. Zugegriffen: 24. Januar 2018.
- ÖKL. (2017). *ÖKL-Richtwerte 2017*. (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Hrsg.). <http://oekl.at/richtwerte-online/>. Zugegriffen: 2. Januar 2018.
- ÖKL. (2018). *ÖKL-Richtwerte 2018*. (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Hrsg.). <http://oekl.at/oekl-richtwerte/berechnungsgrundlagen-18/>. Zugegriffen: 10. März 2018.
- Pöllinger, A. (2014). Heutrocknungsverfahren im Vergleich. In *19. Alpenländisches Expertenforum* (S. 35–44).

- Resch, R. (2013a). Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe - Ergebnisse aus LK-Heuprojekten. In *40. Viehwirtschaftliche Fachtagung*.
- Resch, R. (2013b). Was Wiesenfutter wert ist. *UFA-Revue*, 4.
https://issuu.com/landi/docs/d_ur0413_composit/58. Zugegriffen: 16. Mai 2018.
- Resch, R. (2014). Optimale Grundfutterqualität durch verlustarme Konservierung.
<https://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloads-veranstaltungen/viewdownload/1802-3583-wt-praxisheu/13186-optimale-grundfutter-qualitaet-durch-verlustarme-konservierung.html>. Zugegriffen: 11. August 2017.
- Schaumberger, A. (2011). *Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland*. (Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Hrsg.).
- TIWAG. (2018). *Produkt Fair Online Landwirtschaft*. (Tiroler Wasserkraft AG, Hrsg.).
<https://www.tiwag.at/geschaeftskunden-bis-100000-kwh/strom/fair-online-landwirtschaft/>. Zugegriffen: 10. März 2018.
- ZAMG. (2018). Klimadaten Österreich von 1971-2000.
http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm. Zugegriffen: 4. Januar 2018.

12. Anhang

Tabelle A - 1: Schwellenwerte für die Berechnung der verfügbaren Erntegelegenheiten in Abhängigkeit des Ernteverfahrens³⁵

Ernteverfahren	Ertragsmenge [dt TM/ha]	Schwellenwert [g/m ³]	
		1. Schnitt	Schwellenwert [g/m ³] weitere Schnitte
Silage	30	90	72
	40	110	84
	50	133	-
Belüftung	30	174	129
	45	210	163
	60	245	-
Boden	30	250	181
	45	280	229
	60	292	-

Quelle: Formayer et al. (2000, S. 61)

Tabelle A - 2: Futterwerttabelle der LK Oberösterreich

Heu	TM	XF	NDF	ADF	XP	nXP	UDP	RNB	NEL	ME	XS+XZ	XL	Ca	P	Mg	K	Na	Mn	Zn	Cu
	g	g	g	g	g	g	%	g	MJ	MJ	g	g	g	g	g	g	g	mg	mg	mg
Heu																				
1. Schnitt																				
Schossen	860	245	500	261	132	135	20	0	6,08	10,16	120	30	5,2	3,4	2,0	25	0,4	111	37	7
Rispenschieben	860	282	555	296	115	125	20	-2	5,65	9,59	110	30	4,4	2,9	1,8	22	0,4	104	35	7
Mitte Blüte	860	315	605	329	98	118	25	-3	5,27	9,05	105	23	4,0	2,5	1,6	20	0,4	98	33	6
Ende Blüte	860	350	655	361	82	108	25	-4	4,84	8,43	100	20	3,8	2,0	1,5	16	0,4	92	31	6
2. Schnitt und folgende																				
Schossen	860	225	470	245	155	137	20	3	5,92	9,94	120	30	7,2	3,5	2,6	26	0,4	142	43	8
Mitte Blüte	860	260	520	276	140	129	20	2	5,61	9,53	110	28	5,8	3,4	2,1	24	0,4	111	37	7
Ende Blüte	860	295	575	301	120	121	20	0	5,31	9,10	100	29	4,5	2,9	1,8	22	0,6	98	34	7
Heu, belüftet																				
1. Schnitt																				
Schossen	870	235	490	253	135	136	20	0	6,17	10,27	120	28	5,2	3,4	2,0	25	0,4	89	40	8
Beginn Blüte	870	275	550	292	120	126	20	-1	5,69	9,63	110	26	4,4	2,9	1,8	22	0,4	83	39	8
Mitte Blüte	870	310	605	319	100	119	25	-3	5,34	9,14	105	23	4,0	2,5	1,6	20	0,4	77	33	7
2. Schnitt und folgende																				
Schossen	870	205	440	226	160	142	20	3	6,17	10,29	120	30	7,2	3,5	2,6	26	0,4	93	43	8
Beginn Blüte	870	235	490	258	150	135	20	2	5,87	9,88	110	28	5,8	3,4	2,1	24	0,4	87	40	8
Mitte Blüte	870	270	535	291	145	130	20	2	5,55	9,46	100	29	4,5	2,9	1,8	22	0,6	81	35	8

Quelle: LK Oberösterreich (2016)

Tabelle A - 3: Durchschnittswerte der Ergebnisse aus den Heuprojekten der Landwirtschaftskammer von 2010-2012

Trocknungsverfahren	XF	XP	nXP	NEL
	Ø [g/kg TM]			[MJ/kg TM]
Bodentrocknung	260,57	132,23	127,13	5,57
Kaltbelüftung	258,33	134,27	127,80	5,60
Entfeuchtertrocknung	250,67	141,67	130,53	5,70
XF...Rohfaser				
XP...Rohprotein				
nXP...nutzbares Rohprotein				
NEL...Nettoenergielaktation				

Quelle: Resch (2013a)

³⁵ Das Ertragsniveau für den untersuchenden Standort wurde mit 94,1 dt/ha in einem 4-schnittigen Nutzungssystem angegeben. Deshalb wurden die verfügbaren Erntetage nach den Schwellenwerten für eine Erntemenge von 30 dt TM ausgezählt.

Tabelle A - 4: Monatlich-verfügbare Einfuhrgelegenheiten³⁶ in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren

Jahr	Monat	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Jahr	Monat	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Entfeuchter
2002	5	5	7	8	2010	5	3	3	4
	6	12	13	13		6	8	11	11
	7	9	9	9		7	9	13	15
	8	9	9	9		8	6	6	6
	9	4	4	4		9	2	3	5
10	2	2	3	10	1	1	2		
2003	5	4	5	7	2011	5	7	8	8
	6	9	9	11		6	6	7	7
	7	9	10	12		7	6	6	6
	8	12	19	19		8	9	10	11
	9	6	6	8		9	12	14	15
10	0	0	1	10	3	4	5		
2004	5	2	3	6	2012	5	7	7	7
	6	7	8	8		6	7	9	10
	7	7	8	8		7	7	7	7
	8	9	11	12		8	9	10	10
	9	6	6	7		9	5	5	6
10	2	3	3	10	2	2	2		
2005	5	6	7	9	2013	5	2	2	4
	6	9	12	12		6	6	7	9
	7	7	7	9		7	14	17	17
	8	4	4	4		8	10	10	10
	9	5	5	6		9	4	5	5
10	3	3	5	10	0	0	1		
2006	5	3	4	5	2014	5	5	6	7
	6	7	9	9		6	10	12	12
	7	14	19	19		7	5	5	6
	8	4	4	4		8	3	3	3
	9	9	9	11		9	2	2	3
10	2	4	4	10	1	1	1		
2007	5	7	9	9	2015	5	4	4	6
	6	8	8	9		6	6	10	10
	7	12	14	15		7	13	18	18
	8	6	6	8		8	11	16	17
	9	2	2	3		9	3	5	7
10	1	2	2	10	2	2	2		
2008	5	10	12	12	2016	5	4	5	6
	6	6	9	11		6	5	5	5
	7	7	7	9		7	8	10	10
	8	10	11	13		8	9	10	11
	9	3	3	4		9	8	10	10
10	0	2	2	10	1	0	2		
2009	5	9	10	10					
	6	7	6	6					
	7	9	10	10					
	8	11	12	13					
	9	6	9	9					
10	3	3	3						

Quelle: eigene Darstellung nach Resch (2013a, S. 14 f.)

³⁶ Es handelt sich hier um die Einfahrtage und diese beziehen sich auf den letzten Tag einer verfügbaren Erntegelegenheit, welche sich über eine 1-Tage-Periode als auch über eine Mehrtage-Periode erstrecken kann. Dies ist auch der Grund, weshalb die Anzahl der monatlichen Einfahrtage in Abhängigkeit unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren abweichen können, weil einzelne Erntegelegenheiten vom Ende des einen Monats bis in den Anfang des darauffolgenden Monats reichen können. Zu beobachten sind diese Diskrepanzen in der Anzahl der verfügbaren Einfahrtage in den Jahren 2009 bzw. 2016. Für die Systematik zur Auszählung verfügbarer Erntegelegenheiten wird auf die Ausführungen unter dem Punkt 4.4 verwiesen.

Tabelle A - 7: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Bodentrocknung mit 2-Chargen

1. Schnitt		2. Schnitt		3. Schnitt		4. Schnitt	
1. Charge	2. Charge	1. Charge	2. Charge	1. Charge	2. Charge	1. Charge	2. Charge
03.05.2002	09.05.2002	01.06.2002	12.06.2002	21.07.2002	29.07.2002	02.10.2002	27.10.2002
Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte
07.05.2003	09.05.2003	02.06.2003	04.06.2003	19.07.2003	21.07.2003	17.09.2003	19.09.2003
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
19.05.2004	26.05.2004	27.06.2004	04.07.2004	01.08.2004	03.08.2004	05.10.2004	29.10.2004
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte
13.05.2005	21.05.2005	14.06.2005	18.06.2005	30.07.2005	10.08.2005	10.10.2005	13.10.2005
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Beginn Blüte
12.05.2006	08.06.2006	14.06.2006	10.07.2006	31.07.2006	16.08.2006	22.09.2006	20.10.2006
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volle Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volle Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte
26.04.2007	28.04.2007	06.06.2007	08.06.2007	26.07.2007	28.07.2007	22.09.2007	24.09.2007
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte
04.05.2008	07.05.2008	09.06.2008	20.06.2008	25.07.2008	03.08.2008	03.04.2009	
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volle Blüte	
08.05.2009	10.05.2009	09.06.2009	11.06.2009	26.07.2009	29.07.2009	20.09.2009	22.09.2009
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
11.05.2010	24.05.2010	24.06.2010	27.06.2010	10.08.2010	15.08.2010	04.10.2010	
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte	Beginn Blüte	
06.05.2011	08.05.2011	07.06.2011	15.06.2011	27.07.2011	01.08.2011	17.09.2011	18.09.2011
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
02.05.2012	04.05.2012	03.06.2012	07.06.2012	24.07.2012	27.07.2012	17.09.2012	26.09.2012
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte
15.05.2013	18.05.2013	20.06.2013	01.07.2013	22.07.2013	31.07.2013	23.09.2013	
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	
06.05.2014	10.05.2014	08.06.2014	15.06.2014	02.08.2014	18.08.2014	29.09.2014	09.10.2014
Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
12.05.2015	18.05.2015	12.06.2015	24.06.2015	16.07.2015	25.07.2015	12.09.2015	16.09.2015
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
09.05.2016	22.05.2016	22.06.2016	23.06.2016	08.08.2016	14.08.2016	24.09.2016	
Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	

Tabelle A - 8: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Entfeuchtertrocknung mit 3-Chargen

1. Schnitt			2. Schnitt			3. Schnitt			4. Schnitt		
1. Charge	2. Charge	3. Charge	1. Charge	2. Charge	3. Charge	1. Charge	2. Charge	3. Charge	1. Charge	2. Charge	3. Charge
03.05.2002	08.05.2002	10.05.2002	02.06.2002	12.06.2002	13.06.2002	23.07.2002	29.07.2002	01.08.2002	01.10.2002	27.10.2002	29.10.2002
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volle Blüte	Volle Blüte
06.05.2003	08.05.2003	17.05.2003	02.06.2003	03.06.2003	16.06.2003	19.07.2003	20.07.2003	26.07.2003	16.09.2003	18.09.2003	20.09.2003
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
12.05.2004	18.05.2004	20.05.2004	18.06.2004	27.06.2004	29.06.2004	30.07.2004	02.08.2004	03.08.2004	03.10.2004	06.10.2004	29.10.2004
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volle Blüte
12.05.2005	14.05.2005	20.05.2005	14.06.2005	16.06.2005	18.06.2005	10.08.2005	12.08.2005	18.08.2005	09.10.2005	12.10.2005	16.10.2005
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volle Blüte	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben
07.05.2006	11.05.2006	16.05.2006	08.06.2006	12.06.2006	20.06.2006	26.07.2006	27.07.2006	31.07.2006	21.09.2006	23.09.2006	25.09.2006
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
25.04.2007	27.04.2007	29.04.2007	06.06.2007	07.06.2007	09.06.2007	28.07.2007	31.07.2007	05.08.2007	21.09.2007	23.09.2007	08.10.2007
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte
03.05.2008	05.05.2008	07.05.2008	02.06.2008	08.06.2008	10.06.2008	19.07.2008	25.07.2008	28.07.2008	12.10.2008	21.10.2008	
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volle Blüte	Volle Blüte	
08.05.2009	10.05.2009	12.05.2009	11.06.2009	12.06.2009	14.06.2009	29.07.2009	31.07.2009	01.08.2009	19.09.2009	21.09.2009	23.09.2009
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
10.05.2010	23.05.2010	25.05.2010	24.06.2010	25.06.2010	27.06.2010	10.08.2010	15.08.2010	20.08.2010	04.10.2010		
Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volle Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte	Volle Blüte	Beginn Blüte		
30.04.2011	06.05.2011	08.05.2011	05.06.2011	07.06.2011	15.06.2011	27.07.2011	01.08.2011	12.08.2011	13.09.2011	23.09.2011	27.09.2011
Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
01.05.2012	03.05.2012	08.05.2012	03.06.2012	06.06.2012	08.06.2012	24.07.2012	27.07.2012	01.08.2012	17.09.2012	21.09.2012	26.09.2012
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben
09.05.2013	15.05.2013	17.05.2013	17.06.2013	20.06.2013	27.06.2013	26.07.2013	27.07.2013	28.07.2013	21.09.2013	24.09.2013	22.10.2013
Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volle Blüte
06.05.2014	09.05.2014	19.05.2014	07.06.2014	10.06.2014	22.06.2014	28.07.2014	02.08.2014	18.08.2014	28.09.2014	09.10.2014	
Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volle Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	
08.05.2015	11.05.2015	13.05.2015	11.06.2015	12.06.2015	13.06.2015	21.07.2015	25.07.2015	28.07.2015	13.09.2015	30.09.2015	02.10.2015
Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte
08.05.2016	10.05.2016	22.05.2016	22.06.2016	23.06.2016	24.06.2016	14.08.2016	16.08.2016	19.08.2016	23.09.2016	26.09.2016	16.10.2016
Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Beginn Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte	Volle Blüte	Volles Ahren- und Rispenschieben	Volles Ahren- und Rispenschieben	Beginn Blüte

Tabelle A - 9: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Kaltbelüftung mit 3-Chargen

Table with columns for 1. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge), 2. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge), 3. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge), and 4. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge). Rows show dates from 2002 to 2016 and growth stages like 'Volles Ahren- und Rispschieben' and 'Beginn Blüte'.

Tabelle A - 10: Realisierte Schnitttermine mit den entsprechenden Aufwuchsstadien der Bodentrocknung mit 3-Chargen

Table with columns for 1. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge), 2. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge), 3. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge), and 4. Schnitt (1. Charge, 2. Charge, 3. Charge). Rows show dates from 2002 to 2016 and growth stages like 'Volles Ahren- und Rispschieben' and 'Beginn Blüte'.

Tabelle A - 11: 15-jährige Ernteerträge in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 2-Chargensystem

Entfeuchter, 2 Chargen

	Mähfläche gesamt [ha]	Schnitthäufig keit	TM- Feldbestand [dt/ha]	Verluste gesamt	MJ/ha	MJ gesamt	kg XP/ha	kg XP gesamt	kg nXP/ha	kg nXP gesamt	Gemähte Fläche	Ernte menge [kg Heu]
2002	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.466	909.317	1.134	22.670	1.035	20.694	80	177.228
2003	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2004	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2005	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2006	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2007	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2008	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.239	904.787	1.130	22.597	1.031	20.623	80	177.228
2009	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2010	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.403	908.059	1.132	22.650	1.034	20.674	80	177.228
2011	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2012	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2013	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2014	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2015	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2016	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
Min					45.239	904.787	1.130	22.597	1.031	20.623	80	177.228
Ø					45.628	912.554	1.136	22.722	1.037	20.744	80	177.228
Max					45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228

Kaltbelüftung, 2 Chargen

	Mähfläche gesamt [ha]	Schnitthäufig keit	TM- Feldbestand [dt/ha]	Verluste gesamt	MJ/ha	MJ gesamt	kg XP/ha	kg XP gesamt	kg nXP/ha	kg nXP gesamt	Gemähte Fläche	Ernte menge [kg Heu]
2002	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.055	861.095	1.040	20.798	980	19.596	80	171.186
2003	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2004	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2005	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2006	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2007	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2008	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.055	861.095	1.040	20.798	980	19.596	80	171.186
2009	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2010	20	4-schnittig	94,1	20,87%	39.061	781.223	938	18.769	888	17.768	70	155.780
2011	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2012	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2013	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2014	20	4-schnittig	94,1	20,87%	39.061	781.223	938	18.769	888	17.768	70	155.780
2015	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2016	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
Min					39.061	781.223	938	18.769	888	17.768	70	155.780
Ø					42.680	853.591	1.029	20.577	970	19.402	79	169.132
Max					43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186

Bodentrocknung, 2 Chargen

	Mähfläche gesamt [ha]	Schnitthäufig keit	TM- Feldbestand [dt/ha]	Verluste gesamt	MJ NEL/ha	MJ NEL gesamt	kg XP/ha	kg XP gesamt	kg nXP/ha	kg nXP gesamt	Gemähte Fläche	Ernte menge [kg Heu]
2002	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.225	784.490	901	18.025	892	17.836	80	164.850
2003	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.860	797.207	934	18.678	905	18.101	80	164.850
2004	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.780	775.601	881	17.628	884	17.672	80	164.850
2005	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.971	779.429	894	17.883	889	17.774	80	164.850
2006	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.668	773.368	879	17.580	879	17.573	80	164.850
2007	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.860	797.207	934	18.678	905	18.101	80	164.850
2008	20	4-schnittig	94,1	24,67%	36.090	721.799	832	16.637	818	16.353	70	150.014
2009	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.860	797.207	934	18.678	905	18.101	80	164.850
2010	20	4-schnittig	94,1	24,67%	35.148	702.958	789	15.771	800	15.997	70	150.014
2011	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.971	779.429	894	17.883	889	17.774	80	164.850
2012	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.860	797.207	934	18.678	905	18.101	80	164.850
2013	20	4-schnittig	94,1	24,67%	35.392	707.849	805	16.097	806	16.128	70	150.014
2014	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.171	783.427	898	17.955	890	17.807	80	164.850
2015	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.971	779.429	894	17.883	889	17.774	80	164.850
2016	20	4-schnittig	94,1	24,67%	35.837	716.738	825	16.494	815	16.292	70	150.014
Min					35.148	702.958	789	15.771	800	15.997	70	150.014
Ø					38.311	766.223	882	17.637	871	17.426	77	160.894
Max					39.860	797.207	934	18.678	905	18.101	80	164.850

Tabelle A - 12: 15-jährige Ernteerträge in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 3-Chargensystem

Entfeuchter, 3 Chargen

	Mähflächen gesamt [ha]	Schnitthäufig keit	TM- Feldbestand [dt/ha]	Verluste gesamt	MJ/ha	MJ gesamt	kg XP/ha	kg XP gesamt	kg nXP/ha	kg nXP gesamt	Mähfläche	Ernte menge [kg Heu]
2002	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.541	910.827	1.135	22.694	1.036	20.717	80	177.228
2003	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2004	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.541	910.827	1.135	22.694	1.036	20.717	80	177.228
2005	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.281	905.626	1.131	22.611	1.032	20.636	80	177.228
2006	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2007	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2008	20	4-schnittig	94,1	18,07%	42.923	858.455	1.064	21.286	975	19.491	73	166.594
2009	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2010	20	4-schnittig	94,1	18,07%	42.512	850.235	1.058	21.154	968	19.362	73	166.594
2011	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2012	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2013	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.541	910.827	1.135	22.694	1.036	20.717	80	177.228
2014	20	4-schnittig	94,1	18,07%	42.512	850.235	1.058	21.154	968	19.362	73	166.594
2015	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228
2016	20	4-schnittig	94,1	18,07%	45.281	905.626	1.131	22.611	1.032	20.636	80	177.228
Min					42.512	850.235	1.058	21.154	968	19.362	73	166.594
Ø					44.999	899.972	1.120	22.407	1.023	20.466	79	175.101
Max					45.692	913.846	1.137	22.743	1.038	20.765	80	177.228

Kaltbelüftung, 3 Chargen

	Mähflächen gesamt [ha]	Schnitthäufig keit	TM- Feldbestand [dt/ha]	Verluste gesamt	MJ/ha	MJ gesamt	kg XP/ha	kg XP gesamt	kg nXP/ha	kg nXP gesamt	Mähfläche	Ernte menge [kg Heu]
2002	20	4-schnittig	94,1	20,87%	40.504	810.071	974	19.480	921	18.412	73	160.915
2003	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2004	20	4-schnittig	94,1	20,87%	42.840	856.791	1.025	20.493	975	19.504	80	171.186
2005	20	4-schnittig	94,1	20,87%	42.880	857.601	1.037	20.744	977	19.542	80	171.186
2006	20	4-schnittig	94,1	20,87%	42.411	848.213	1.018	20.359	969	19.370	80	171.186
2007	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2008	20	4-schnittig	94,1	20,87%	40.504	810.071	974	19.480	921	18.412	73	160.915
2009	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2010	20	4-schnittig	94,1	20,87%	37.165	743.305	884	17.678	848	16.957	67	150.644
2011	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186
2012	20	4-schnittig	94,1	20,87%	43.126	862.525	1.041	20.821	981	19.619	80	171.186
2013	20	4-schnittig	94,1	20,87%	40.360	807.197	960	19.197	917	18.342	73	160.915
2014	20	4-schnittig	94,1	20,87%	37.452	749.039	900	18.006	854	17.072	67	150.644
2015	20	4-schnittig	94,1	20,87%	42.983	859.651	1.027	20.538	977	19.549	80	171.186
2016	20	4-schnittig	94,1	20,87%	40.257	805.147	970	19.403	917	18.336	73	160.915
Min					37.165	743.305	884	17.678	848	16.957	67	150.644
Ø					41.570	831.410	999	19.977	946	18.918	76	165.708
Max					43.269	865.385	1.043	20.865	983	19.664	80	171.186

Bodentrocknung, 3 Chargen

	Mähflächen gesamt [ha]	Schnitthäufig keit	TM- Feldbestand [dt/ha]	Verluste gesamt	MJ/ha	MJ gesamt	kg XP/ha	kg XP gesamt	kg nXP/ha	kg nXP gesamt	Mähfläche	Ernte menge [kg Heu]
2002	20	4-schnittig	94,1	24,67%	36.754	735.083	839	16.787	836	16.718	73	154.959
2003	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.564	791.281	921	18.413	900	17.992	80	164.850
2004	20	4-schnittig	94,1	24,67%	36.123	722.451	814	16.272	823	16.453	73	154.959
2005	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.844	776.877	886	17.713	885	17.706	80	164.850
2006	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.271	765.422	861	17.214	870	17.397	80	164.850
2007	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.733	794.655	925	18.508	902	18.033	80	164.850
2008	20	4-schnittig	94,1	24,67%	32.406	648.121	742	14.841	735	14.700	60	135.177
2009	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.564	791.281	921	18.413	900	17.992	80	164.850
2010	20	4-schnittig	94,1	24,67%	33.538	670.761	741	14.817	762	15.249	67	145.068
2011	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.971	779.429	894	17.883	889	17.774	80	164.850
2012	20	4-schnittig	94,1	24,67%	39.436	788.729	912	18.243	896	17.924	80	164.850
2013	20	4-schnittig	94,1	24,67%	33.864	677.283	763	15.252	771	15.423	67	145.068
2014	20	4-schnittig	94,1	24,67%	34.170	683.393	767	15.332	776	15.514	67	145.068
2015	20	4-schnittig	94,1	24,67%	38.636	772.723	882	17.633	881	17.618	80	164.850
2016	20	4-schnittig	94,1	24,67%	34.496	689.915	788	15.766	784	15.688	67	145.068
Min					32.406	648.121	741	14.817	735	14.700	60	135.177
Ø					36.958	739.160	844	16.873	841	16.812	74	156.278
Max					39.733	794.655	925	18.508	902	18.033	80	164.850

Tabelle A - 13: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 2-Chargensystem (ohne Förderung)

Entfeuchter, 2 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeits erledigungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,82 ct	73,05 ct	80,03 ct	9,34 ct	2,06 ct	82,74 ct	90,64 ct	10,58 ct
2003	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2004	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2005	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2006	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2007	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2008	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,83 ct	73,29 ct	80,30 ct	9,34 ct	2,07 ct	83,01 ct	90,95 ct	10,58 ct
2009	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2010	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,82 ct	73,12 ct	80,10 ct	9,34 ct	2,07 ct	82,81 ct	90,73 ct	10,58 ct
2011	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2012	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2013	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2014	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2015	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
2016	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
Min	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,82 ct	79,76 ct	9,34 ct	2,05 ct	82,47 ct	90,33 ct	10,58 ct
Ø	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,81 ct	72,89 ct	79,83 ct	9,34 ct	2,06 ct	82,55 ct	90,42 ct	10,58 ct
Max	7.214 €	2.148 €	7.199 €	16.561 €	9.395 €	18.757 €	1,83 ct	73,29 ct	80,30 ct	9,34 ct	2,07 ct	83,01 ct	90,95 ct	10,58 ct

Kaltbelüftung, 2 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeits erledigungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,46 ct	60,33 ct	64,03 ct	7,33 ct	1,73 ct	71,75 ct	76,15 ct	8,72 ct
2003	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2004	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2005	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2006	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2007	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2008	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,46 ct	60,33 ct	64,03 ct	7,33 ct	1,73 ct	71,75 ct	76,15 ct	8,72 ct
2009	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2010	3.167 €	1.510 €	7.332 €	12.010 €	9.411 €	14.089 €	1,54 ct	63,99 ct	67,59 ct	7,71 ct	1,80 ct	75,06 ct	79,29 ct	9,04 ct
2011	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2012	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2013	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2014	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
2015	3.167 €	1.510 €	7.332 €	12.010 €	9.411 €	14.089 €	1,54 ct	63,99 ct	67,59 ct	7,71 ct	1,80 ct	75,06 ct	79,29 ct	9,04 ct
2016	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
Min	3.167 €	1.510 €	7.332 €	12.010 €	9.411 €	14.089 €	1,45 ct	60,14 ct	63,81 ct	7,33 ct	1,72 ct	71,52 ct	75,89 ct	8,72 ct
Ø	3.167 €	1.640 €	7.669 €	12.476 €	10.005 €	14.812 €	1,46 ct	60,67 ct	64,34 ct	7,38 ct	1,74 ct	72,03 ct	76,38 ct	8,76 ct
Max	3.167 €	1.660 €	7.721 €	12.547 €	10.097 €	14.923 €	1,54 ct	63,99 ct	67,59 ct	7,71 ct	1,80 ct	75,06 ct	79,29 ct	9,04 ct

Bodentrocknung, 2 Chargen						bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeits erledigungskosten			
	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten		[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,03 ct	44,97 ct	45,45 ct	4,92 ct	1,35 ct	58,82 ct	59,44 ct	6,43 ct
2003	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2004	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,05 ct	45,98 ct	45,87 ct	4,92 ct	1,37 ct	60,14 ct	59,99 ct	6,43 ct
2005	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,04 ct	45,33 ct	45,61 ct	4,92 ct	1,36 ct	59,28 ct	59,65 ct	6,43 ct
2006	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,05 ct	46,11 ct	46,13 ct	4,92 ct	1,37 ct	60,30 ct	60,33 ct	6,43 ct
2007	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2008	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €		1,06 ct	46,14 ct	46,94 ct	5,12 ct	1,37 ct	59,27 ct	60,30 ct	6,57 ct
2009	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2010	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €		1,09 ct	48,68 ct	47,99 ct	5,12 ct	1,40 ct	62,53 ct	61,64 ct	6,57 ct
2011	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,04 ct	45,33 ct	45,61 ct	4,92 ct	1,36 ct	59,28 ct	59,65 ct	6,43 ct
2012	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2013	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €		1,08 ct	47,69 ct	47,60 ct	5,12 ct	1,39 ct	61,26 ct	61,14 ct	6,57 ct
2014	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,03 ct	45,15 ct	45,52 ct	4,92 ct	1,35 ct	59,05 ct	59,54 ct	6,43 ct
2015	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,04 ct	45,33 ct	45,61 ct	4,92 ct	1,36 ct	59,28 ct	59,65 ct	6,43 ct
2016	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €		1,07 ct	46,54 ct	47,12 ct	5,12 ct	1,38 ct	59,78 ct	60,53 ct	6,57 ct
Min	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €		1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
Ø	7.991 €	7.991 €	10.404 €	10.404 €		1,04 ct	45,39 ct	45,90 ct	4,97 ct	1,36 ct	59,07 ct	59,74 ct	6,47 ct
Max	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €		1,09 ct	48,68 ct	47,99 ct	5,12 ct	1,40 ct	62,53 ct	61,64 ct	6,57 ct

Anhang

Tabelle A - 14: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 3-Chargensystem (ohne Förderung)

Entfeuchter, 3 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitsleistungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinenkosten	Jährliche Gesamtkosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamtkosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,77 ct	71,05 ct	77,83 ct	9,10 ct	2,02 ct	81,09 ct	88,83 ct	10,38 ct
2003	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
2004	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,77 ct	71,05 ct	77,83 ct	9,10 ct	2,02 ct	81,09 ct	88,83 ct	10,38 ct
2005	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,78 ct	71,31 ct	78,13 ct	9,10 ct	2,03 ct	81,39 ct	89,18 ct	10,38 ct
2006	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
2007	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
2008	6.457 €	2.019 €	7.291 €	15.767 €	8.982 €	17.458 €	1,84 ct	74,07 ct	80,90 ct	9,46 ct	2,03 ct	82,02 ct	89,57 ct	10,48 ct
2009	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
2010	6.457 €	2.019 €	7.291 €	15.767 €	8.982 €	17.458 €	1,85 ct	74,54 ct	81,43 ct	9,46 ct	2,05 ct	82,53 ct	90,17 ct	10,48 ct
2011	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
2012	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
2013	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,77 ct	71,05 ct	77,83 ct	9,10 ct	2,02 ct	81,09 ct	88,83 ct	10,38 ct
2014	6.457 €	2.019 €	7.291 €	15.767 €	8.982 €	17.458 €	1,85 ct	74,54 ct	81,43 ct	9,46 ct	2,05 ct	82,53 ct	90,17 ct	10,48 ct
2015	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
2016	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,78 ct	71,31 ct	78,13 ct	9,10 ct	2,03 ct	81,39 ct	89,18 ct	10,38 ct
Min	6.457 €	2.019 €	7.291 €	15.767 €	8.982 €	17.458 €	1,76 ct	70,90 ct	77,65 ct	9,10 ct	2,01 ct	80,92 ct	88,63 ct	10,38 ct
Ø	6.457 €	2.122 €	7.473 €	16.053 €	9.635 €	18.215 €	1,78 ct	71,68 ct	78,47 ct	9,17 ct	2,02 ct	81,31 ct	89,01 ct	10,40 ct
Max	6.457 €	2.148 €	7.519 €	16.124 €	9.799 €	18.404 €	1,85 ct	74,54 ct	81,43 ct	9,46 ct	2,05 ct	82,53 ct	90,17 ct	10,48 ct
Kaltbelüftung, 3 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitsleistungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinenkosten	Jährliche Gesamtkosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamtkosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	2.410 €	1.560 €	7.802 €	11.773 €	9.670 €	13.641 €	1,45 ct	60,43 ct	63,94 ct	7,32 ct	1,68 ct	70,02 ct	74,08 ct	8,48 ct
2003	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,36 ct	56,42 ct	59,87 ct	7,09 ct	1,69 ct	70,06 ct	74,35 ct	8,54 ct
2004	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,37 ct	57,45 ct	60,36 ct	7,09 ct	1,71 ct	71,34 ct	74,95 ct	8,54 ct
2005	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,37 ct	56,75 ct	60,24 ct	7,09 ct	1,70 ct	70,48 ct	74,81 ct	8,54 ct
2006	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,39 ct	57,82 ct	60,78 ct	7,09 ct	1,72 ct	71,81 ct	75,47 ct	8,54 ct
2007	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,36 ct	56,42 ct	59,87 ct	7,09 ct	1,69 ct	70,06 ct	74,35 ct	8,54 ct
2008	2.410 €	1.560 €	7.802 €	11.773 €	9.670 €	13.641 €	1,45 ct	60,43 ct	63,94 ct	7,32 ct	1,68 ct	70,02 ct	74,08 ct	8,48 ct
2009	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,36 ct	56,42 ct	59,87 ct	7,09 ct	1,69 ct	70,06 ct	74,35 ct	8,54 ct
2010	2.410 €	1.461 €	7.539 €	11.410 €	8.791 €	12.662 €	1,58 ct	66,59 ct	69,42 ct	7,57 ct	1,70 ct	71,62 ct	74,67 ct	8,41 ct
2011	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,36 ct	56,42 ct	59,87 ct	7,09 ct	1,69 ct	70,06 ct	74,35 ct	8,54 ct
2012	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,36 ct	56,54 ct	60,01 ct	7,09 ct	1,69 ct	70,22 ct	74,52 ct	8,54 ct
2013	2.410 €	1.560 €	7.802 €	11.773 €	9.670 €	13.641 €	1,46 ct	61,32 ct	64,18 ct	7,32 ct	1,69 ct	71,05 ct	74,37 ct	8,48 ct
2014	2.410 €	1.461 €	7.539 €	11.410 €	8.791 €	12.662 €	1,57 ct	65,38 ct	68,96 ct	7,57 ct	1,69 ct	70,32 ct	74,17 ct	8,41 ct
2015	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,37 ct	57,32 ct	60,22 ct	7,09 ct	1,70 ct	71,18 ct	74,78 ct	8,54 ct
2016	2.410 €	1.560 €	7.802 €	11.773 €	9.670 €	13.641 €	1,46 ct	60,27 ct	64,21 ct	7,32 ct	1,69 ct	70,30 ct	74,39 ct	8,48 ct
Min	2.410 €	1.461 €	7.539 €	11.410 €	8.791 €	12.662 €	1,36 ct	56,42 ct	59,87 ct	7,09 ct	1,68 ct	70,02 ct	74,08 ct	8,41 ct
Ø	2.410 €	1.607 €	7.925 €	11.942 €	10.080 €	14.099 €	1,42 ct	59,09 ct	62,38 ct	7,21 ct	1,70 ct	70,58 ct	74,51 ct	8,51 ct
Max	2.410 €	1.660 €	8.065 €	12.135 €	10.549 €	14.619 €	1,58 ct	66,59 ct	69,42 ct	7,57 ct	1,72 ct	71,81 ct	75,47 ct	8,54 ct
Bodentrocknung, 3 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitsleistungskosten			
	Maschinenkosten	Jährliche Gesamtkosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamtkosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]		
2002	8.189 €	8.189 €	10.182 €	10.182 €	1,11 ct	48,78 ct	48,98 ct	5,28 ct	1,39 ct	60,66 ct	60,91 ct	6,57 ct		
2003	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,03 ct	44,47 ct	45,51 ct	5,14 ct	1,40 ct	60,33 ct	61,74 ct	6,74 ct		
2004	8.189 €	8.189 €	10.182 €	10.182 €	1,13 ct	50,32 ct	49,77 ct	5,28 ct	1,41 ct	62,57 ct	61,89 ct	6,57 ct		
2005	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,05 ct	46,23 ct	46,25 ct	5,14 ct	1,43 ct	62,71 ct	62,74 ct	6,74 ct		
2006	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,07 ct	47,57 ct	47,07 ct	5,14 ct	1,45 ct	64,53 ct	63,85 ct	6,74 ct		
2007	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,03 ct	44,24 ct	45,41 ct	5,14 ct	1,40 ct	60,02 ct	61,60 ct	6,74 ct		
2008	7.606 €	7.606 €	8.331 €	8.331 €	1,26 ct	55,18 ct	55,70 ct	5,63 ct	1,29 ct	56,14 ct	56,67 ct	6,16 ct		
2009	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,03 ct	44,47 ct	45,51 ct	5,14 ct	1,40 ct	60,33 ct	61,74 ct	6,74 ct		
2010	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,22 ct	55,27 ct	53,70 ct	5,44 ct	1,38 ct	62,47 ct	60,70 ct	6,38 ct		
2011	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,05 ct	45,79 ct	46,07 ct	5,14 ct	1,43 ct	62,11 ct	62,50 ct	6,74 ct		
2012	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,04 ct	44,89 ct	45,69 ct	5,14 ct	1,41 ct	60,89 ct	61,97 ct	6,74 ct		
2013	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,21 ct	53,69 ct	53,09 ct	5,44 ct	1,37 ct	60,69 ct	60,02 ct	6,38 ct		
2014	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,20 ct	53,41 ct	52,78 ct	5,44 ct	1,35 ct	60,38 ct	59,66 ct	6,38 ct		
2015	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,06 ct	46,44 ct	46,48 ct	5,14 ct	1,44 ct	62,99 ct	63,05 ct	6,74 ct		
2016	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,19 ct	51,94 ct	52,20 ct	5,44 ct	1,34 ct	58,71 ct	59,00 ct	6,38 ct		
Min	7.606 €	7.606 €	8.331 €	8.331 €	1,03 ct	44,24 ct	45,41 ct	5,14 ct	1,29 ct	56,14 ct	56,67 ct	6,16 ct		
Ø	8.228 €	8.228 €	10.306 €	10.306 €	1,11 ct	48,85 ct	48,95 ct	5,27 ct	1,39 ct	61,03 ct	61,20 ct	6,58 ct		
Max	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,26 ct	55,27 ct	55,70 ct	5,63 ct	1,45 ct	64,53 ct	63,85 ct	6,74 ct		

Tabelle A - 15: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 2-Chargensystem (mit Förderung)

Entfeuchter, 2 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeits erledigungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,63 ct	65,24 ct	71,48 ct	8,35 ct	1,87 ct	74,93 ct	82,09 ct	9,58 ct
2003	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2004	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2005	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2006	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2007	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2008	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,63 ct	65,46 ct	71,72 ct	8,35 ct	1,88 ct	75,17 ct	82,37 ct	9,58 ct
2009	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2010	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,63 ct	65,30 ct	71,54 ct	8,35 ct	1,87 ct	75,00 ct	82,17 ct	9,58 ct
2011	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2012	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2013	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2014	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2015	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
2016	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
Min	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,04 ct	71,23 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,69 ct	81,81 ct	9,58 ct
Ø	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,62 ct	65,10 ct	71,30 ct	8,35 ct	1,86 ct	74,76 ct	81,89 ct	9,58 ct
Max	5.444 €	2.148 €	7.199 €	14.791 €	9.395 €	16.987 €	1,63 ct	65,46 ct	71,72 ct	8,35 ct	1,88 ct	75,17 ct	82,37 ct	9,58 ct

Kaltbelüftung, 2 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeits erledigungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,37 ct	56,53 ct	60,00 ct	6,87 ct	1,64 ct	67,95 ct	72,12 ct	8,26 ct
2003	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2004	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2005	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2006	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2007	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2008	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,37 ct	56,53 ct	60,00 ct	6,87 ct	1,64 ct	67,95 ct	72,12 ct	8,26 ct
2009	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2010	2.377 €	1.510 €	7.332 €	11.220 €	9.411 €	13.299 €	1,44 ct	59,78 ct	63,15 ct	7,20 ct	1,70 ct	70,85 ct	74,85 ct	8,54 ct
2011	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2012	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2013	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2014	2.377 €	1.510 €	7.332 €	11.220 €	9.411 €	13.299 €	1,44 ct	59,78 ct	63,15 ct	7,20 ct	1,70 ct	70,85 ct	74,85 ct	8,54 ct
2015	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
2016	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
Min	2.377 €	1.510 €	7.332 €	11.220 €	9.411 €	13.299 €	1,36 ct	56,35 ct	59,79 ct	6,87 ct	1,63 ct	67,74 ct	71,88 ct	8,26 ct
Ø	2.377 €	1.640 €	7.669 €	11.686 €	10.005 €	14.022 €	1,37 ct	56,83 ct	60,27 ct	6,91 ct	1,64 ct	68,18 ct	72,31 ct	8,29 ct
Max	2.377 €	1.660 €	7.721 €	11.758 €	10.097 €	14.134 €	1,44 ct	59,78 ct	63,15 ct	7,20 ct	1,70 ct	70,85 ct	74,85 ct	8,54 ct

Bodentrocknung, 2 Chargen					bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeits erledigungskosten			
	Maschinen kosten	Jährliche Gesamt kosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamt kosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,03 ct	44,97 ct	45,45 ct	4,92 ct	1,35 ct	58,82 ct	59,44 ct	6,43 ct
2003	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2004	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,05 ct	45,98 ct	45,87 ct	4,92 ct	1,37 ct	60,14 ct	59,99 ct	6,43 ct
2005	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,04 ct	45,33 ct	45,61 ct	4,92 ct	1,36 ct	59,28 ct	59,65 ct	6,43 ct
2006	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,05 ct	46,11 ct	46,13 ct	4,92 ct	1,37 ct	60,30 ct	60,33 ct	6,43 ct
2007	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2008	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €	1,06 ct	46,14 ct	46,94 ct	5,12 ct	1,37 ct	59,27 ct	60,30 ct	6,57 ct
2009	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2010	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €	1,09 ct	48,68 ct	47,99 ct	5,12 ct	1,40 ct	62,53 ct	61,64 ct	6,57 ct
2011	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,04 ct	45,33 ct	45,61 ct	4,92 ct	1,36 ct	59,28 ct	59,65 ct	6,43 ct
2012	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
2013	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €	1,08 ct	47,69 ct	47,60 ct	5,12 ct	1,39 ct	61,26 ct	61,14 ct	6,57 ct
2014	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,03 ct	45,15 ct	45,52 ct	4,92 ct	1,35 ct	59,05 ct	59,54 ct	6,43 ct
2015	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,04 ct	45,33 ct	45,61 ct	4,92 ct	1,36 ct	59,28 ct	59,65 ct	6,43 ct
2016	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €	1,07 ct	46,54 ct	47,12 ct	5,12 ct	1,38 ct	59,78 ct	60,53 ct	6,57 ct
Min	7.677 €	7.677 €	9.861 €	9.861 €	1,02 ct	43,40 ct	44,78 ct	4,92 ct	1,33 ct	56,76 ct	58,57 ct	6,43 ct
Ø	7.991 €	7.991 €	10.404 €	10.404 €	1,04 ct	45,39 ct	45,90 ct	4,97 ct	1,36 ct	59,07 ct	59,74 ct	6,47 ct
Max	8.106 €	8.106 €	10.602 €	10.602 €	1,09 ct	48,68 ct	47,99 ct	5,12 ct	1,40 ct	62,53 ct	61,64 ct	6,57 ct

Tabelle A - 16: Kosten der Grundfutterproduktion in Abhängigkeit der Trocknungsverfahren im 3-Chargensystem (mit Föderung)

Entfeuchter, 3 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitsleistungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinenkosten	Jährliche Gesamtkosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamtkosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,60 ct	64,08 ct	70,20 ct	8,21 ct	1,85 ct	74,13 ct	81,21 ct	9,49 ct
2003	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
2004	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,60 ct	64,08 ct	70,20 ct	8,21 ct	1,85 ct	74,13 ct	81,21 ct	9,49 ct
2005	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,61 ct	64,32 ct	70,48 ct	8,21 ct	1,86 ct	74,41 ct	81,52 ct	9,49 ct
2006	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
2007	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
2008	4.877 €	2.019 €	7.291 €	14.187 €	8.982 €	15.878 €	1,65 ct	66,65 ct	72,79 ct	8,52 ct	1,85 ct	74,60 ct	81,47 ct	9,53 ct
2009	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
2010	4.877 €	2.019 €	7.291 €	14.187 €	8.982 €	15.878 €	1,67 ct	67,07 ct	73,27 ct	8,52 ct	1,87 ct	75,06 ct	82,01 ct	9,53 ct
2011	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
2012	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
2013	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,60 ct	64,08 ct	70,20 ct	8,21 ct	1,85 ct	74,13 ct	81,21 ct	9,49 ct
2014	4.877 €	2.019 €	7.291 €	14.187 €	8.982 €	15.878 €	1,67 ct	67,07 ct	73,27 ct	8,52 ct	1,87 ct	75,06 ct	82,01 ct	9,53 ct
2015	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
2016	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,61 ct	64,32 ct	70,48 ct	8,21 ct	1,86 ct	74,41 ct	81,52 ct	9,49 ct
Min	4.877 €	2.019 €	7.291 €	14.187 €	8.982 €	15.878 €	1,59 ct	63,95 ct	70,04 ct	8,21 ct	1,84 ct	73,97 ct	81,02 ct	9,49 ct
Ø	4.877 €	2.122 €	7.473 €	14.472 €	9.635 €	16.635 €	1,61 ct	64,62 ct	70,74 ct	8,27 ct	1,85 ct	74,25 ct	81,29 ct	9,50 ct
Max	4.877 €	2.148 €	7.519 €	14.544 €	9.799 €	16.824 €	1,67 ct	67,07 ct	73,27 ct	8,52 ct	1,87 ct	75,06 ct	82,01 ct	9,53 ct

Kaltbelüftung, 3 Chargen							bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitsleistungskosten			
	Kosten Trocknungs system	Trocknungs kosten (Stromkosten)	Maschinenkosten	Jährliche Gesamtkosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamtkosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	1.810 €	1.560 €	7.802 €	11.172 €	9.670 €	13.041 €	1,38 ct	57,35 ct	60,68 ct	6,94 ct	1,61 ct	66,94 ct	70,82 ct	8,10 ct
2003	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,29 ct	53,55 ct	56,82 ct	6,74 ct	1,62 ct	67,19 ct	71,30 ct	8,19 ct
2004	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,30 ct	54,52 ct	57,28 ct	6,74 ct	1,64 ct	68,41 ct	71,88 ct	8,19 ct
2005	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,30 ct	53,86 ct	57,17 ct	6,74 ct	1,63 ct	67,58 ct	71,74 ct	8,19 ct
2006	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,32 ct	54,88 ct	57,68 ct	6,74 ct	1,65 ct	68,86 ct	72,38 ct	8,19 ct
2007	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,29 ct	53,55 ct	56,82 ct	6,74 ct	1,62 ct	67,19 ct	71,30 ct	8,19 ct
2008	1.810 €	1.560 €	7.802 €	11.172 €	9.670 €	13.041 €	1,38 ct	57,35 ct	60,68 ct	6,94 ct	1,61 ct	66,94 ct	70,82 ct	8,10 ct
2009	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,29 ct	53,55 ct	56,82 ct	6,74 ct	1,62 ct	67,19 ct	71,30 ct	8,19 ct
2010	1.810 €	1.461 €	7.539 €	10.810 €	8.791 €	12.062 €	1,50 ct	63,20 ct	65,89 ct	7,18 ct	1,62 ct	68,23 ct	71,13 ct	8,01 ct
2011	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,29 ct	53,55 ct	56,82 ct	6,74 ct	1,62 ct	67,19 ct	71,30 ct	8,19 ct
2012	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,30 ct	53,66 ct	56,95 ct	6,74 ct	1,63 ct	67,33 ct	71,46 ct	8,19 ct
2013	1.810 €	1.560 €	7.802 €	11.172 €	9.670 €	13.041 €	1,38 ct	58,20 ct	60,91 ct	6,94 ct	1,62 ct	67,93 ct	71,09 ct	8,10 ct
2014	1.810 €	1.461 €	7.539 €	10.810 €	8.791 €	12.062 €	1,49 ct	62,05 ct	65,44 ct	7,18 ct	1,61 ct	66,99 ct	70,65 ct	8,01 ct
2015	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,30 ct	54,40 ct	57,15 ct	6,74 ct	1,63 ct	68,26 ct	71,71 ct	8,19 ct
2016	1.810 €	1.560 €	7.802 €	11.172 €	9.670 €	13.041 €	1,39 ct	57,58 ct	60,93 ct	6,94 ct	1,62 ct	67,21 ct	71,12 ct	8,10 ct
Min	1.810 €	1.461 €	7.539 €	10.810 €	8.791 €	12.062 €	1,29 ct	53,55 ct	56,82 ct	6,74 ct	1,61 ct	66,94 ct	70,65 ct	8,01 ct
Ø	1.810 €	1.607 €	7.925 €	11.342 €	10.080 €	13.497 €	1,35 ct	56,08 ct	59,20 ct	6,85 ct	1,62 ct	67,56 ct	71,33 ct	8,14 ct
Max	1.810 €	1.660 €	8.065 €	11.535 €	10.549 €	14.019 €	1,50 ct	63,20 ct	65,89 ct	7,18 ct	1,65 ct	68,86 ct	72,38 ct	8,19 ct

Bodentrocknung, 3 Chargen					bezogen auf Maschinenkosten				bezogen auf Arbeitsleistungskosten			
	Maschinenkosten	Jährliche Gesamtkosten	Arbeits erledigungs kosten	Jährliche Gesamtkosten	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]	[ct/MJ NEL]	[ct/kg XP]	[ct/kg nXP]	[ct/kg Heu]
2002	8.189 €	8.189 €	10.182 €	10.182 €	1,11 ct	48,78 ct	48,98 ct	5,28 ct	1,39 ct	60,66 ct	60,91 ct	6,57 ct
2003	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,03 ct	44,47 ct	45,51 ct	5,14 ct	1,40 ct	60,33 ct	61,74 ct	6,74 ct
2004	8.189 €	8.189 €	10.182 €	10.182 €	1,13 ct	50,32 ct	49,77 ct	5,28 ct	1,41 ct	62,57 ct	61,89 ct	6,57 ct
2005	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,05 ct	46,23 ct	46,25 ct	5,14 ct	1,43 ct	62,71 ct	62,74 ct	6,74 ct
2006	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,07 ct	47,57 ct	47,07 ct	5,14 ct	1,45 ct	64,53 ct	63,85 ct	6,74 ct
2007	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,03 ct	44,24 ct	45,41 ct	5,14 ct	1,40 ct	60,02 ct	61,60 ct	6,74 ct
2008	7.606 €	7.606 €	8.331 €	8.331 €	1,26 ct	55,18 ct	55,70 ct	5,63 ct	1,29 ct	56,14 ct	56,67 ct	6,16 ct
2009	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,03 ct	44,47 ct	45,51 ct	5,14 ct	1,40 ct	60,33 ct	61,74 ct	6,74 ct
2010	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,22 ct	55,27 ct	53,70 ct	5,44 ct	1,38 ct	62,47 ct	60,70 ct	6,38 ct
2011	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,05 ct	45,79 ct	46,07 ct	5,14 ct	1,43 ct	62,11 ct	62,50 ct	6,74 ct
2012	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,04 ct	44,89 ct	45,69 ct	5,14 ct	1,41 ct	60,89 ct	61,97 ct	6,74 ct
2013	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,21 ct	53,69 ct	53,09 ct	5,44 ct	1,37 ct	60,69 ct	60,02 ct	6,38 ct
2014	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,20 ct	53,41 ct	52,78 ct	5,44 ct	1,35 ct	60,38 ct	59,66 ct	6,38 ct
2015	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,06 ct	46,44 ct	46,48 ct	5,14 ct	1,44 ct	62,99 ct	63,05 ct	6,74 ct
2016	7.898 €	7.898 €	9.257 €	9.257 €	1,19 ct	51,94 ct	52,20 ct	5,44 ct	1,34 ct	58,71 ct	59,00 ct	6,38 ct
Min	7.606 €	7.606 €	8.331 €	8.331 €	1,03 ct	44,24 ct	45,41 ct	5,14 ct	1,29 ct	56,14 ct	56,67 ct	6,16 ct
Ø	8.228 €	8.228 €	10.306 €	10.306 €	1,11 ct	48,85 ct	48,95 ct	5,27 ct	1,39 ct	61,03 ct	61,20 ct	6,58 ct
Max	8.480 €	8.480 €	11.108 €	11.108 €	1,26 ct	55,27 ct	55,70 ct	5,63 ct	1,45 ct	64,53 ct	63,85 ct	6,74 ct

Tabelle A - 17: Kosten übriger Arbeitsverfahren der Grünlandbewirtschaftung

Arbeitsverfahren	Traktor	Häufigkeit n/ha	Maschinenkosten		Lohnansatz		Arbeits erledigungs kosten €/ha
			fix €/ha	variabel €/ha	Akh/ha	€/ha	
Gülleausbringung mit Schleppschlauchverteiler 10m ³ ; 20m ³ /ha	83 kw	4	21,65 €	24,32 €	0,86	12,90 €	4.710 €
Abschleppen des Grünlands 6m	45 kW	1	3,30 €	7,96 €	0,36	5,40 €	333 €

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL et al. (2014)

Tabelle A - 18: Investitionskosten des Heulagers

Investitionskosten Heulager	
	Kalkulationswert
Trockenmasse Ernte ¹ [kg]	150.000
Dichte Belüftungsheu [kg TM/m ³]	100
Raumbedarf [m ³]	1.500
Beschickungshöhe [m]	4,5
Gebäudelänge	25
Gebäudebreite + 3m Gangbreite ² [m]	16
Grundfläche [m ²]	400
Kosten Heulager [€/m ²]	261
Kosten Dachstuhl [€/m ²]	200
Gesamtkosten Heulager [€]	184.400
Jährliche Kapitalkosten; ND 30 Jahre [€]	9.408
Jährliche Reparaturkosten; 1% [€]	1.844
Jährliche Gesamtkosten [€]	11.252
¹gerundete Erntemenge der Entfeuchter Trocknung in kg TM	
²zur erforderlichen Breite des Heulagers wird zusätzlich ein 3 m-breiter Gang zur Entladung einkalkuliert	

Quelle: eigene Berechnungen nach BMLFUW (2015)