

Universität für Bodenkultur

Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Institut für Agrar- und Forstökonomie



## Masterarbeit

zum Thema

### **Optimaler Ersatzzeitpunkt für Zuckerrübensvollernter und die optimale Betriebsgröße für Zuckerrübenroddegemeinschaften anhand des Beispiels der RRG Hörsching und Marchtrenk**

Verfasser:

**Stefan Johannes Pröll, Bakk. techn.**

Studienrichtung Agrar- und Ernährungswirtschaft

Betreuer:

**Univ. Prof. Dr. Jochen Kantelhardt**

**Univ. Ass. Dr. Martin Kapfer**

Institut für Agrar- und Forstökonomik

Wilhering, September 2014



## **Vorwort**

Ein besonderer Dank gilt dem Geschäftsführer der Rodegemeinschaft Hörsching Herrn Ing. Thomas Schürz und dem Geschäftsführer der OÖ Rübenbauerngenossenschaft Herrn DI Martin Bäck, die die Grundidee zu dieser Arbeit geliefert haben und mir stets mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind. Natürlich möchte ich mich auch bei meinen Betreuern am Institut für Agrar- und Forstökonomie bedanken, die es mir ermöglicht haben, die Arbeit zu verfassen und sie wissenschaftlich begleitet haben. Bedanken möchte ich mich auch bei all jenen, die für mich die erforderlichen Daten beschafft und die Korrekturlesearbeiten durchgeführt haben. Ein herzlicher Dank gilt meinen Eltern, die mich während des Studiums unterstützt und es überhaupt ermöglicht haben und nicht zuletzt natürlich meinen Freunden und Studienkollegen, die das Studium zu einer unvergesslichen Zeit gemacht haben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT</b> .....	<b>I</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>II</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>IV</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>V</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VI</b>
<b>KURZFASSUNG</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2 STAND DES WISSENS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Strukturwandel.....	3
2.2 Technischer Fortschritt .....	4
2.3 Nutzungsmöglichkeiten des technischen Fortschrittes für kleine Betriebe .....	5
2.3.1 Betriebliche Kooperation.....	5
2.3.2 Leistungszukauf .....	5
2.3.3 Gebrauchtmachines .....	5
2.3.4 Maschinengemeinschaft.....	5
2.4 Rodegemeinschaften .....	6
2.4.1 Allgemein .....	6
2.4.2 Rodegemeinschaften im oberösterreichischen Zentralraum .....	7
<b>3 DATENGRUNDLAGE UND METHODE</b> .....	<b>9</b>
3.1 Datengrundlage optimaler Ersatzzeitpunkt.....	9
3.2 Bestimmung des optimalen Ersatzzeitpunktes.....	18
3.2.1 Betriebswirtschaftliche Grundlagen .....	18
3.2.2 Beschreibung der Investitionsvarianten .....	22
3.2.3 Berechnung optimaler Ersatzzeitpunkt .....	24
3.3 Bestimmung optimale Betriebsgröße .....	34
3.3.1 Datengrundlage .....	34
3.3.2 Methodik optimale Betriebsgröße .....	39
3.3.2.1 Betriebswirtschaftlicher Ansatz .....	39

3.3.2.2	Statische Berechnung .....	40
3.3.2.3	Dynamische Berechnung - Risikoanalyse .....	40
3.3.2.4	Beschreibung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen .....	41
3.3.2.5	Zusammenfassung der Parameter .....	42
3.3.3	Beschreibung der Erntesystem-Varianten .....	43
3.3.4	Berechnung Betriebsgröße/ Einsatzfläche .....	44
<b>3.4</b>	<b>Kapazitätsplanung und Kosten der Kapazitätsausweitung .....</b>	<b>46</b>
3.4.1	Datengrundlage Kosten der Kapazitätsausweitung .....	46
3.4.2	Methodik .....	46
3.4.2.1	Betriebswirtschaftliche Grundlagen .....	46
3.4.3	Berechnung.....	47
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>49</b>
4.1	Optimaler Ersatzzeitpunkt .....	49
4.2	Optimale Betriebsgröße .....	56
4.2.1	Statische Berechnung .....	56
4.2.2	Dynamische Berechnung .....	56
4.3	Kapazitätsplanung und Kosten der Kapazitätsausweitung .....	58
<b>5</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>67</b>
7.1	Optimaler Ersatzzeitpunkt .....	67
7.2	Optimale Betriebsgröße .....	69
7.3	Kapazitätsplanung und Kosten der Kapazitätsausweitung .....	71

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Instandhaltungskosten in Relation zum Anschaffungswert nach Nutzungsdauer .....	14
Abbildung 2: Fahrer- und Treibstoffkostenentwicklung .....	16
Abbildung 3: Einteilung der Nachfolgeobjekte zur Nutzungsdauer- und Ersatzzeitpunktbestimmung .....	19
Abbildung 4: Verfügbare Rodetage für die RRG Hörsching .....	38
Abbildung 5: Korrelation zwischen Ertrag und Leistung .....	41
Abbildung 6: Entwicklung ökonom. Kenngrößen der Zuckerrübenernte (RRG Hörsching)....	50
Abbildung 7: Entwicklung ökonom. Kenngrößen der Zuckerrübenernte (RRG Marchtrenk) ..	52
Abbildung 8: Kostenvergleich der Varianten in €/ha/a.....	55
Abbildung 9: Wahrscheinlichkeitsverteilung der optimalen Betriebsgröße .....	57
Abbildung 10: Durchschnittskosten für Zuckerrübenvollernter/ha Erntefläche .....	58
Abbildung 11: Sprungfixe Kosten eines zusätzlichen Vollernters .....	59
Abbildung 12: Darstellung des Kostenverlaufs bei steigender Anzahl an Vollernter und Auslastung.....	59
Abbildung 13: Berechnungsergebnisse optimale Betriebsgröße einer @Risk-Iteration.....	70

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nutzungsdauer nach Lebensleistung .....	10
Tabelle 2: Zukünftige Instandhaltungskosten/Vollernter (RRG Hörsching).....	14
Tabelle 3: Anteilige Verschleißkosten nach Auslastung.....	15
Tabelle 4: Kostenentwicklung (€/ha) für Fahrer und Treibstoff.....	15
Tabelle 5: Zusammenfassung der Berechnungsansätze .....	33
Tabelle 7: Datenzusammenfassung zur Berechnung der optimalen Betriebsgröße .....	35
Tabelle 6: Annahme zur Ermittlung der verfügbaren Rodetage .....	38
Tabelle 8: Parameter der Monte Carlo-Simulation .....	42
Tabelle 9: Maximaler Produktionsumfang pro Variante.....	46
Tabelle 10: Gegenüberstellung der Kosten und Kapitalwerte und der optimalen Ersatzzeitpunkte.....	53
Tabelle 11: Abhängigkeit des Ersatzzeitpunkts vom Kalkulationszinssatz bei Fusion .....	53
Tabelle 12: Optimale Betriebsgröße pro Variante .....	56
Tabelle 13: Anteil der Instandhaltungskosten am Anschaffungswert .....	67
Tabelle 14: Gesamtkosten (in €) für die Rodegemeinschaften je nach Investitionszeitpunkt	67
Tabelle 15: Kapitalwerte (in €) der Investitionsvarianten je nach Investitionszeitpunkt.....	67
Tabelle 16: Durchschnittskosten (in €) der Vollernter im Laufe ihrer Nutzung.....	68
Tabelle 17: Mehrkosten bzw. Kostenersparnis (€/ha/a) der Investitionsvarianten im Vergleich .....	68
Tabelle 18: Auszug aus den Werten der Wahrscheinlichkeitsverteilung .....	69
Tabelle 19: Mögliche Werte zur Durchführung einer @Risk-Iteration.....	69
Tabelle 20: Überblick über die Durchschnittskosten der Vollernter .....	71
Tabelle 21: Durchschnitts- und Sprungfixkosten für Vollernter.....	72

## Abkürzungsverzeichnis

a	Anno	NS	Niederschlag (l/m <sup>2</sup> )
Abw.	Abweichung	ÖKL	Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung
AW	Anschaffungswert		
BBK	Bezirksbauernkammer		
BJ	Baujahr	ökonom.	ökonomisch
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft	RoTa	Rodetag
		RND	Restnutzungsdauer
		RRG	Rübenrodegemeinschaft
BR	Bodenrodung	RW	Restwert
ca.	circa	SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
etc.	et cetera		
exkl.	exklusive	Stabw.	Standardabweichung
Fa.	Firma	Stk.	Stück
GF	Geschäftsführer	t	Tonnen
ha	Hektar	u.a.	und andere/unter anderem
h	Stunde	Ust.	Umsatzsteuer
<i>i</i>	Zinssatz	u.U.	unter Umständen
inkl.	inklusive	VE	Vollernter
Invest.	Investition	verf.	verfügbar
IP	integrierte Produktion	vs.	versus
Kap.	Kapazität	Wo	Woche
KRB	Köpfrödebunker	WE	Wochenende
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft	WKÖ	Wirtschaftskammer Österreich
		ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
KWS	Klein Wanzleben Saat		
l/m <sup>2</sup>	Liter/Quadratmeter	ZP	Zeitpunkt
max.	maximal	z.B.	zum Beispiel
min.	minimal	ZR	Zuckerrübe
MR	Maschinenring	Ø	Durchschnitt oder Mittelwert
MW	Mittelwert	~	rund
ND	Nutzungsdauer in Jahren		

## Kurzfassung

In dieser Arbeit wird mit Hilfe der Kapitalwertmethode, der Methode des Kostenvergleichs und der minimalen Durchschnittskosten der optimale Ersatzzeitpunkt für die Zuckerrübenvollernter am Beispiel der beiden Rodegemeinschaften Hörsching und Marchtrenk ermittelt. Das besondere Augenmerk liegt auf der Darstellung der ökonomischen Auswirkungen einer Fusion der beiden Maschinengemeinschaften, da so ein Vollernter eingespart werden könnte. Dabei wird ein Modell zur Berechnung der Auswirkungen der Fusion auf die Kosten der Zuckerrübenenernte zu unterschiedlichen Zeitpunkten entwickelt und angewendet. Die Fläche, die innerhalb des Erntezeitraums von Anfang September bis 20. November maximal geerntet werden kann, wird indirekt, durch Ableitung der optimalen Betriebsgröße bestimmt. Da wesentliche, die Zuckerrübenenernte beeinflussende Faktoren wie z. B. die Witterung oder der Anbauumfang zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung Unsicherheiten aufweisen, werden die statischen Berechnungen um eine dynamische Betrachtung erweitert. Hier werden wesentliche, die Erntekapazität bestimmende Faktoren wie z. B. Ertrag und Witterung als Variablen aufgefasst. Deren Unsicherheit wird mit Verteilungsfunktionen, die die Eintrittswahrscheinlichkeiten wiedergeben, abgebildet. Sie bilden die Grundlage für eine Monte Carlo-Simulation. Mit dieser Methode der stochastischen Risikoanalyse wird das Risiko bestimmt, mit der bei gegebener Maschinenausstattung und Erntelogistik die Erntearbeiten bis zum 20. November nicht abgeschlossen werden können. Aufbauend darauf werden in der Arbeit die sprungfixen Kosten einer Kapazitätsausweitung berechnet. Die Ergebnisse dieser Masterarbeit dienen zum einen als Entscheidungsgrundlage für zukünftige Investitionen in den Rodegemeinschaften Hörsching und Marchtrenk. Darüber hinaus werden auch methodische Grundlagen zur Kapazitätsplanung in Maschinengemeinschaften entwickelt.

## **Abstract**

The goal of this paper is to determine the ideal moment for the replacement of the old sugar beet harvesters, which are used by the harvesting alliance "Hörsching and Marchtrenk". The main focus is on the display of the economic effects due to a fusion of both alliances since, in case of a fusion, one harvester could be saved. A model is being developed and applied in order to calculate the consequences of a fusion concerning the costs of the sugar beet harvest within different periods of time. The maximum area, which can be harvested within the period of crop from the beginning of September until the 20<sup>th</sup> of November, is being determined in an indirect way, throughout derivation of the best farm size. There are essential factors, such as weather or the amount of cultivation at the time of the decision of investment, which could influence the sugar beet harvest and consequently lead to unreliability. That is why dynamic considerations are added to the static calculations. Factors like yield or weather, which decide on the capacity of crop, are considered as variables. Their unreliability is being displayed using distribution functions which reflect the probability of occurrence. They form the basis for the Monte Carlo Method. The risk of not being able to finish the harvesting works until the 20<sup>th</sup> of November is determined with this method of stochastic risk analysis. Based on these results, the step costs of an increase in capacity are calculated. The outcome of this thesis should serve as a decision-making basis for the harvesting alliance "Hörsching and Marchtrenk" concerning further investments. Additionally, methodological basis for capacity planning is being developed.

# 1 Einleitung und Problemstellung

Die Kosten für Maschinen und Geräte, als Teil der Produktionskosten, können vorab kalkuliert werden und verschaffen Planungssicherheit. Die Maschinenkosten sind ein wesentlicher Punkt in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. Nach einer Studie der BBK Linz besteht bei vielen Betrieben ein erhebliches Einsparungspotential (GSTÖTTNER, 2006, 16).

Viele Betriebsführer setzen auf Maschinenkooperationen und Gemeinschaften um einerseits die Maschinenauslastung zu erhöhen und andererseits den technischen Fortschritt zu nutzen. Gerade für kleine Betriebe kann dies eine Alternative zur Eigeninvestition darstellen. Gemeinschaften können sehr unterschiedlich strukturiert sein. Sie reichen von einfach organisierten Maschinengemeinschaften bis hin zu komplexen Erntegemeinschaften. In einfachen Gemeinschaften steht die Nutzung von Traktoren, Bodenbearbeitungsgeräten, etc. durch die Mitglieder im Vordergrund. In Erntegemeinschaften wird oft zusätzlich die Einsatz- und Abfuhrplanung durchgeführt. Diese Planung ist umso komplexer je mehr Mitglieder der Gemeinschaft angehören und je mehr Schläge zu bewirtschaften sind.

Durch eine hohe jährliche Auslastung, dem damit verbundenen Verschleiß und das über die Dauer der Nutzung steigende Ausfallrisiko müssen Maschinen früher ersetzt werden. Der optimale Ersatzzeitpunkt wird außerdem von den - im Laufe der Nutzungsdauer - steigenden Reparaturkosten beeinflusst. Der Betriebsleiter muss die Kostenzusammensetzung der Maschinen und Geräte kennen, um den Zeitpunkt einer Reinvestition optimal setzen zu können. Die Kostenstruktur von Gemeinschaftsmaschinen und Geräten ist auf Grund der Aufzeichnungen zur Aufteilung der Kosten vielfach bekannt. Weiters können Aufzeichnungen einer vorhandenen Buchführung zur Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes beitragen.

In dieser Arbeit werden am Beispiel der Rübenrodegemeinschaften Hörsching und Marchtrenk mögliche Varianten entwickelt, mit welcher Maschinenausstattung die Ernte künftig durchgeführt werden könnte. Es kommen nur selbstfahrende Erntemaschinen (Köpfrodebunkermaschinen) in Frage, da sich diese im oberösterreichischen Zentralraum und darüber hinaus gegenüber den anderen am Markt verfügbaren Maschinen bewährt haben. Dies gilt vor allem für Erntegemeinschaften und Lohnunternehmen mit großen Ernteflächen. Der erste Schritt stellt dabei die Berechnung des optimalen Ersatzzeitpunktes der vier bestehenden Vollernter dar. Des Weiteren wird analysiert, ob eine Fusion der beiden Rodegemeinschaften und die Einsparung eines Vollernters ökonomisch vorteilhaft sind.

Im nächsten Schritt wird der Frage nach der optimalen Betriebsgröße nachgegangen. Hauptaugenmerk liegt hier auf der Frage, ob es möglich ist, die Ernte der derzeitigen Zuckerrübenfläche beider Gemeinschaften bis zum 20. November abzuschließen. Dies wird mittels Risikoanalyse über eine Monte Carlo-Simulation durchgeführt. Primär liegt das

Interesse in der Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeit die Ernte mit drei Vollerntern bis zum festgelegten Termin abzuschließen. Des Weiteren soll aus den Ergebnissen ersichtlich sein, ob die von MR GF Schürz festgelegte maximale Eintrittswahrscheinlichkeit von 25 % die Ernte nicht abschließen zu können unter- bzw. überschritten wird. Die sprungfixen Kosten bei Ausdehnung des Zuckerrübenanbaues bzw. Überschreitung des max. Produktionsumfanges (Erntefläche) eines Vollernters werden als letzter Schritt berechnet.

## 2 Stand des Wissens

In der Landwirtschaft ist ein Strukturwandel zu beobachten. Die Geschwindigkeit des Strukturwandels ist unter anderem von den züchterischen Fortschritten in der Pflanzen- und Tierproduktion, technischen Neuerungen bei Maschinen und Geräten, den Produkterlösen etc. abhängig.

### 2.1 Strukturwandel

Aus MUßHOFF und HIRSCHAUER (2011) geht hervor, dass sich der Strukturwandel in der Landwirtschaft auf die Betriebsgrößen, Arbeitskräfteausstattungen, Produktionsrichtungen, etc. auswirkt. Die Anzahl der kleinen Betriebe nimmt dabei stetig ab und die dadurch freiwerdenden Flächen ermöglichen es den großen Betrieben zu wachsen (MUßHOFF und HIRSCHAUER, 2011, 32).

Die Dimension in der der Strukturwandel in Österreich voranschreitet, wird in der Publikation des BMLFUW (2012) ersichtlich. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe ist im Zeitraum 1999 bis 2010 um 20 % gesunken. Die durchschnittlich bewirtschaftete Gesamtfläche ist von 31,5 ha im Jahr 1995 auf 42,4 ha im Jahr 2010 gestiegen. In der Betriebsklasse unter 5 ha ist der stärkste Rückgang (minus 47%) zu verzeichnen (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, 2012).

Aus dem Betriebsgrößenwachstum folgt ein Trend zu immer leistungsfähigeren Maschinen mit hochwertiger Technik (TAGUNG LANDTECHNIK IN DEN ACKERBAUGEBIETEN IN UNGARN, 2001, 16).

Laut KOESTER (2001) profitieren vor allem große Betriebe vom mechanisch-technischen Fortschritt, da das Minimum der totalen Durchschnittskosten eines neuen Produktionsverfahrens erst bei größeren Produktionsmengen erreicht werden kann (KOESTER, 2001, 6). Die Investition in neue, hochwertige Technik ist meist sehr kapitalintensiv. Kleinere Betriebe, die den technischen Fortschritt trotz des geringeren Produktionsumfangs nutzen möchten, müssen nach Alternativen suchen, um die Kosten ihrer Produktion gering zu halten.

## 2.2 Technischer Fortschritt

Der technische Fortschritt wird definiert als: „Herstellung neuartiger oder wesentlich verbesserter Produkte und Materialien sowie Anwendung neuer Verfahren, die eine rationellere Produktion der bekannten Produkte und Materialien erlaubt,...“ (KLODT und SCHÄFER, 2013).

Die technischen Fortschritte beeinflussen den Agrarsektor nicht nur im eigentlichen landwirtschaftlichen Produktionsprozess (z.B. neue Züchtungen), sondern auch auf Produkt- und Faktormärkten außerhalb der Landwirtschaft (z.B. neues Buchhaltungsprogramm) (KOESTER, 2001, 5).

In KOESTER (2001) wird die Klassifikation des technischen Fortschrittes nach BRINKMANN beschrieben. Dieser wird in den mechanisch-technischen, biologisch-technischen und organisatorisch-technischen Fortschritt unterteilt. Der „mechanisch-technische Fortschritt“ bewirkt eine Zeitersparnis im Betrieb, die entweder für nebenberufliche Tätigkeiten genutzt werden oder aber die Entlassung von Fremdarbeitskräften zur Folge haben kann. Als „biologisch-technischer Fortschritt“ sind züchterische Fortschritte anzusehen. Oftmals bewirken sie die Erhöhung der Faktorproduktivität. Die verbesserte Ausnutzung von vorhandenen Produktionskapazitäten über Kooperationen fallen in die Klassifikation „organisatorisch-technische Fortschritte“ (KOESTER, 2001, 6ff).

Laut ODENING und BOKELMANN (2001) sind mechanisch-technische Fortschritte meist mit einem Investitionsvorgang verbunden. Eine erhebliche Steigerung der Schlagkraft und der Arbeitsleistung wird oft nur mit kapitalintensiven, landtechnischen Neuerungen erreicht. Durch den technischen Fortschritt kann die Arbeitsleistung gesteigert werden. Bei gleichem Produktionsumfang werden Arbeitskapazitäten freigesetzt (ODENING und BOKELMANN, 2001, 190).

## **2.3 Nutzungsmöglichkeiten des technischen Fortschrittes für kleine Betriebe**

### **2.3.1 Betriebliche Kooperation**

MUßHOFF und HIRSCHAUER (2011) beschreiben eine Möglichkeit für Betriebe, die den technischen Fortschritt einer Maschine nutzen wollen, aber deren Mindestauslastung nicht erreichen. Die Betriebsleiter müssen sich die Frage stellen, ob die Investition in eine eigene Maschine oder in einer überbetrieblichen Zusammenarbeit erfolgen soll. Die Break-Even-Analyse stellt dabei eine Methode dar, die Mindestauslastung oder Mindesteinsatzfläche zu ermitteln (MUßHOFF und HIRSCHAUER, 2011, 269).

Laut PFADLER und RIEMANN (1987) kann durch die Kooperation die Mindesteinsatzfläche leichter erreicht werden. Die am Betrieb vorhandenen Kapazitäten werden durch den Einsatz in Lohnarbeit besser genutzt. Im Auftraggeberbetrieb werden Kosten durch den Verzicht auf eigene Kapazitäten eingespart (PFADLER und RIEMANN, 1987, 16).

### **2.3.2 Leistungszukauf**

Durch den Verzicht auf die Anschaffung eines Gerätes oder einer Maschine muss die Leistung zugekauft werden. Dies kann entweder von Lohnunternehmern oder von anderen landwirtschaftlichen Betrieben erfolgen. Die Vermittlung und Abrechnung kann über den Maschinen- und Betriebshilfering erfolgen oder direkt mit dem jeweiligen Auftragnehmer.

### **2.3.3 Gebrauchtmaschinen**

PFADLER und RIEMANN (1987) beschreiben weiters, dass durch den Einsatz von Gebrauchtmaschinen geringere Investitionskosten gegenüber Neumaschinen entstehen. Der Kaufpreis ist, wie auch die anfallenden Reparaturkosten und die Restnutzungsdauer, ein entscheidender Kalkulationspunkt. Die Feststellung der Betriebssicherheit und Bewertung eines erhöhten Ausfallrisikos müssen als Entscheidungsgrundlage mit einfließen (PFADLER und RIEMANN, 1987, 31ff).

### **2.3.4 Maschinengemeinschaft**

Durch Maschinengemeinschaften können kleine Betriebe den oftmals kapitalintensiven, mechanisch-technischen Fortschritt nutzen. Durch die Aufteilung der Festkosten auf die Mitglieder verringern sich die Gesamtkosten einer Einsatzeinheit für jedes einzelne Mitglied (PFADLER und RIEMANN, 1987, 16).

Die Organisation in der Maschinengemeinschaft ist unter anderem von den Maschinen abhängig. Eine Gemeinschaft kann verschiedene Zielsetzungen haben. Maschinengemeinschaften können von der Nutzung der Geräte bis hin zur Durchführung und Organisation der Ernte gehen. Weiters können auch - derzeit noch - teure Precision-

Farming-Systeme wie Parallelfahrssysteme und Ertragskartierung genutzt werden. Bei einer großen Anzahl an Mitgliedern müssen die (Ernte-) Abläufe festgelegt, Erntepläne erstellt werden und eine laufende Organisation während der Ernte stattfinden. Genaue Pläne sollen einen straffen Verlauf der Ernte und die Gleichbehandlung aller Mitglieder gewährleisten.

PFADLER und RIEMANN (1987) vertreten die Meinung, dass die gemeinsame Nutzung ein gewisses Maß an Flexibilität als Grundvoraussetzung an die Mitglieder stellt. Durch die höhere Auslastung der Geräte wird die bisherige Unabhängigkeit und Flexibilität eingeschränkt. Dabei können Wartekosten durch einen nicht optimalen Zeitpunkt des jeweiligen Arbeitsganges entstehen (PFADLER und RIEMANN, 1987, 29f).

## **2.4 Rodegemeinschaften**

### **2.4.1 Allgemein**

Zuckerrübenrodegemeinschaften in ihrer jetzigen Gestalt existieren in Oberösterreich seit Mitte der 1980er-Jahre. Die steigende Schlagkraft und Kapitalintensität der Zuckerrübenerntetechnik mit der Einführung der selbstfahrenden, sechsreihigen Köpfrödebunkermaschinen waren ausschlaggebend für die Gründung der Rodegemeinschaften.

Vor dem Aufkommen dieses Systems existierten zahlreiche kleinere Rodegemeinschaften, die mit zweireihig-selbstfahrendem, sechsreihig-abgesetztem und anderen Verfahren die Ernte durchführten. Einige existieren noch.

SCHULZ (1999) beschreibt, dass in Niederösterreich (Weinviertel) eine überregionale Zusammenarbeit notwendig wurde, um die entsprechend hohen Maschinenauslastungen zu erreichen. Durch die oftmalige Einbindung von Maschinenringen, die die Organisation, Einteilung, Verrechnung und Geschäftsführung durchführen, soll eine faire und korrekte Behandlung aller Mitglieder sichergestellt werden (SCHULZ, 1999, 39).

Die von Schulz beschriebene Rodegemeinschaft im Weinviertel und die Gemeinschaften in Hörsching und Marchtrenk sind hochorganisierte Gemeinschaften. Zu Beginn der Rodesaison wird ein genauer Rodeplan erstellt, in dem alle Zuckerrübenschläge der Mitglieder enthalten sind und die genaue Erntefolge festgelegt wird. Die Ernte wird in Vor-, Haupt- und Schlussrunde eingeteilt. Die Reihenfolge, zu welchem Zeitpunkt die einzelnen Schläge geerntet werden, kann während der Ernte wegen kranken Rübenbeständen, schlechter Befahrbarkeit des Bodens, etc. nur geringfügig abgeändert werden. Die Abrechnung der Ernte, Abfuhr und Organisation übernimmt für die RRG Hörsching der Maschinenring Eferding und für die RRG Marchtrenk der Maschinenring Wels. Abnehmer der Zuckerrüben ist die AGRANA Zucker GmbH mit ihren Werken in Tulln und Leopoldsdorf.

## 2.4.2 Rodegemeinschaften im oberösterreichischen Zentralraum

Laut SCHÜRZ (2013) besteht die **Rodegemeinschaft Hörsching** seit März 1991. Die Betriebe der Mitglieder befinden sich größtenteils in den Gemeinden Hörsching, Kirchberg-Thening, Leonding, Oftring, Pasching und Wilhering. Die Zuckerrübenschläge sind bis zu neun Kilometer von der Übernahmestation Hörsching entfernt.

Durch die Gründung der Rodegemeinschaft wird von den ein- oder zweireihig, meist gezogenen, und sechsreihig abgesetzten Verfahren auf ein selbstfahrendes, sechsreihiges Köpfrödebunkersystem der Firma Holmer umgestellt. Die Zuckerrübenernte kann dadurch einfacher, schlagkräftiger und effizienter durchgeführt werden. Durch das neue System werden die Erntequalität verbessert und die mechanisch-technischen Fortschritte nutzbar gemacht. Auf Grund der einfacheren internen Abwicklung erfolgt die Finanzierung zu 100 % aus Fremdkapital.

Die Erntefläche beträgt 1991 knapp 450 ha und wächst durch zwei größere Erweiterungsschritte um das Gemeindegebiet von Oftring auf derzeit ca. 600 ha an. In den vergangenen fünf Jahren wurden jährlich zwischen 150 und 170 Schläge von 99 Mitgliedern und zwei Betrieben, die nicht Mitglied der Gemeinschaft sind, geerntet. Die durchschnittliche Schlaggröße liegt zwischen 3,8 und 4,1 ha. Derzeit sind zwei sechsreihige Vollernter - HOLMER Terra Dos T2 (Baujahr 2003) - im Einsatz. Lohnrodungen außerhalb der Gemeinschaft werden kaum durchgeführt. Die Zuckerrübenproduzenten führen den Abtransport ihrer Rüben zur Übernahmestation meistens selbst durch. Ist es einem Landwirt nicht möglich, den Transport selbst zu erledigen, kann er dies an Mitglieder der Gemeinschaft auslagern. Die Abfuhrkoordination wird vom Maschinenring Eferding übernommen. Um eine reibungslose Abfuhr zu gewährleisten und den Nebenerwerbslandwirten die Planbarkeit zu erleichtern, wird seit 2007 zusätzlich zum Rodeplan ein Abfuhrplan erstellt. In der Sektion<sup>1</sup> Hörsching existiert, abgesehen von der Rodegemeinschaft, eine weitere Gemeinschaft, die mit einem zweireihigen Verfahren arbeitet. Einige wenige Landwirte erledigen die Ernte noch selbst mit einem einreihigen Verfahren. Über die Rodegemeinschaft wird die Ernte von 95% der Zuckerrüben in der Sektion Hörsching abgewickelt (SCHÜRZ, 2013).

Nach dem Beispiel der Rodegemeinschaft Hörsching und anderer entschloss man sich in dem Gebiet rund um Wels ebenfalls, eine Rodegemeinschaft zu gründen. Laut ZEHETNER (2013) wurde die Rodegemeinschaft Marchtrenk 1992 von Adolf Zehetner und 40 weiteren Mitgliedern gegründet und 1993 auf 99 erweitert. Die Betriebe sind über die Gemeinden Buchkirchen, Gunskirchen, Haiding, Holzhausen, Schwanenstadt, Wallern und

---

<sup>1</sup> geographisch definiertes Rübenanbaugebiet mit einem gemeinsamen Rübenlagerplatz (BÄCK, 2013)

Weißkirchen verteilt. Die Zuckerrübenschläge sind bis zu 20 km von der Übernahmestation in Marchtrenk entfernt. Die Rodegemeinschaft Marchtrenk ist gleich organisiert wie die Rodegemeinschaft Hörsching, allerdings wird in Marchtrenk kein Abfuhrplan erstellt (ZEHETNER, 2013).

Nach Daten der RRG MARCHTRENK (2013) wurden in den vergangenen zwei Jahren auf 157 bzw. 146 Schlägen mit einer Fläche von 501 bzw. 506 ha Zuckerrüben geerntet. Die durchschnittliche Schlaggröße betrug 3,2 bzw. 3,5 ha. In der RRG Marchtrenk sind zwei Vollernter des Typs Holmer Terra Dos T2 mit Baujahr 2004 und 2005 im Einsatz (M. RRG, 2013).

In welcher Form und mit welcher Maschinenausstattung die Rodegemeinschaften in Zukunft erhalten bleiben werden, kann noch nicht abgeschätzt werden. Durch die Reform des Zuckermarktes und dem Fall der Quotenregelung Ende 2016 ist die Entscheidung, welche Strategie in Bezug auf die Reinvestition angewendet werden soll, schwierig (SCHÜRZ, 2013). Laut BÄCK (2013) gestaltet sich die Prognose, welches Ausmaß der Zuckerrübenanbau im oberösterreichischen Zentralraum nach der Zuckermarktreform annehmen wird, schwierig. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass der Zuckerrübenanbau im derzeitigen Umfang bestehen bleibt (BÄCK, 2013).

Durch die bisherige Nutzungsdauer der bestehenden Vollernter und eine in unmittelbarer Zukunft anstehende Investition muss SCHÜRZ (2013) gemeinsam mit den anderen Verantwortlichen der Rodegemeinschaften nach Maßnahmen suchen, die die Erntekosten auf einem niedrigen Niveau halten. Auf Grund einer Ausdehnung der Zuckerproduktionskampagne, der Angrenzung der Gemeinschaftsgebiete und der ähnlichen Flächenstruktur wird über eine Fusionierung diskutiert. Die Notwendigkeit für jeweils zwei Vollernter in beiden Gemeinschaften wird dabei in Frage gestellt. Ob die Einsparung eines Vollernters sinnvoll und möglich ist muss geprüft werden. Kritisch zu bemerken ist, dass ein Teil der Flexibilität in der Ernte verloren gehen und die Rodekampagne später als bisher abgeschlossen werden könnte (SCHÜRZ, 2013).

## 3 Datengrundlage und Methode

### 3.1 Datengrundlage optimaler Ersatzzeitpunkt

Als Datengrundlage dienen die Aufzeichnungen des Maschinenringes Eferding für die RRG Hörsching (Betrachtungszeitraum 2003 bis 2012) und des Maschinenringes Wels für die RRG Marchtrenk (Betrachtungszeitraum 2004 bis 2012). Die unterschiedlichen Betrachtungszeiträume sind auf die Anschaffungszeitpunkte der Vollernter zurückzuführen.

#### Technische Lebensdauer

Die technische Lebensleistung wird als der Zeitraum definiert, in der das Potential nach maschinellen Nutzungseinheiten voll ausgeschöpft und die Maschine verschlissen ist (KTBL, 2012, 56). Als Lebensleistung werden 4.500 ha bei den vorhandenen und 5.000 ha bei den neuen Vollerntern angesetzt (SCHÜRZ, 2013). Der Unterschied von 500 ha ergibt sich aus technischen Verbesserungen, besseren und verschleißärmeren Materialien etc.

#### Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer nach Lebensleistung ist von der jährlichen Auslastung abhängig. In Tabelle 1 ist die Nutzungsdauer ( $ND = \frac{\text{Lebensleistung (ha)}}{\text{jährl. Auslastung (ha)}}$ ) nach Lebensleistung ersichtlich. Die Nutzungsdauer nach Lebensleistung ist höher als die ursprüngliche Plannutzungsdauer von 10 Jahren. Dieser Planungshorizont kann je nach Variante auf bis zu 20 Jahre verlängert werden, falls die Rahmenbedingungen für eine Reinvestition nicht gegeben sind. Diese können z.B. Vollernter in tadellosem technischem Zustand, ein starker Rückgang der Erntefläche, fehlende Investitionsförderungen u.a. sein. Für den Planungshorizont von 10 Jahren besteht laut den Verantwortlichen der RRG eine einschätzbare Einsatzsicherheit. Diese Herangehensweise ist sinnvoll, da man die Rahmenbedingungen am Zuckerrübenmarkt und etwaige Investitionsförderungen u.a. in 10 Jahren und darüber hinaus schwer einschätzen kann. Die Varianten - beschrieben in Kapitel 3.2.2 - unterscheiden sich in der Anzahl der eingesetzten Vollernter. In Variante I werden vier alte Vollernter, in Variante II vier neue Vollernter und in Variante III+IV drei neue Vollernter eingesetzt.

**Tabelle 1: Nutzungsdauer nach Lebensleistung**

	<b>Auslastung 250 ha/a</b>	<b>Auslastung 300 ha/a</b>	<b>Auslastung 370 ha/a</b>
<b>Variante I</b>	18 Jahre	15 Jahre	-
<b>Variante II</b>	20 Jahre	17 Jahre	-
<b>Variante III+ IV</b>	-	-	14 Jahre

Quelle: Eigene Darstellung

### **Anschaffungswert**

Der Anschaffungswert für die bestehenden Vollernter *Holmer Terra Dos T2* (BJ 2003) beträgt laut Aufzeichnung RRG Hörsching jeweils € 271.000 exkl. Ust. (H. RRG, 2013). Der Vollernter 1 (Bau- und Anschaffungsjahr 2004) der RRG Marchtrenk wurde um € 299.718 exkl. Ust. angeschafft. Der Anschaffungswert des Vollernters 2 (Baujahr 2005, Anschaffungsjahr 2008) lag bei € 195.051 exkl. Ust. (M. RRG, 2013). Der aktuelle Listenpreis für die Ersatzvollernter beträgt laut Hersteller ca. € 440.000. Über Rabatte und Preisnachlässe erwartet man sich um € 10.000 geringere Anschaffungskosten gegenüber dem Listenpreis. Es werden daher tatsächliche Kosten von € 430.000 exkl. Ust/ Maschine für die Berechnungen angesetzt (SCHÜRZ, 2013).

### **Restwert**

Laut KTBL (2012) wird der Restwert einer Maschine nach Ende der Nutzungsdauer mit null Euro beziffert. Dabei wird eine Auslastung an der Abschreibungsschwelle vorausgesetzt (KTBL, 2012, 56). Nach SCHÜRZ (2013) geht man für die Maschinen der Rodegemeinschaft, trotz der Auslastung unter der Abschreibungsschwelle ebenfalls von null Euro Restwert, nach Ablauf der Nutzungsdauer von 10 Jahren, aus. Begründet wird dies durch das unternehmerische Risiko, das u.a. durch den Fall der Quotenregelung besteht. Damit verbunden wäre ein möglicher Einbruch des Zuckermarktes wodurch die gebrauchten Vollernter unverkäuflich werden würden. Durch die fehlende Nachfrage wird angenommen, keinen Restwert mehr erzielen zu können. Weiters besteht durch die fortschreitende Nutzung ein erhöhtes Risiko eines irreparablen Maschinenschadens. Ein realistischer Restwert für die Vollernter der RRG Hörsching wäre ca. 40.000 €/Vollernter (SCHÜRZ, 2013). Dies wären ca. 9 % der Kosten eines neuen Vollernters. Nach dem Prinzip des vorsichtigen Kaufmannes geht man eher von einem niedrigeren als einem zu hohen Wert ausgeht d.h. für diese Berechnungen von 0 € Restwert.

Für Zeitpunkte  $t$  vor Ende der geplanten Nutzungsdauer gilt folgender Restwert:

$$RW_t = \frac{AW}{ND} \times RND$$

$RW_t$ ... Restwert zum Zeitpunkt  $t$

$\frac{AW}{ND}$ ... jährliche Abschreibung

$RND$ ... Restnutzungsdauer

Quelle: Eigene Darstellung

### Abschreibungsschwelle

Die Abschreibungsschwelle wird in HUIITH (1996) als jener Zeitpunkt beschrieben, zu dem die Abnutzung einer Maschine nach Leistung und nach Zeit dieselbe Nutzungsdauer ergibt.

$$\text{Abschreibungsschwelle} = \frac{ND \text{ nach Arbeit}(ha, h)}{ND \text{ nach Zeit } (a)}$$

$ND$  ... Nutzungsdauer

$ha$  ... Hektar

$h$  ... Stunden

$a$  ... Jahr

Quelle: Darstellung nach (HUIITH, 1996, 106)

Die Abschreibungsschwelle pro Jahr beträgt 450 ha für die bestehenden Vollernter beider Rodegemeinschaften und 500 ha für die Ersatzvollernter.

### Abschreibung

In den Rodegemeinschaften werden die Vollernter linear abgeschrieben (SCHÜRZ, 2013). Da in dieser Arbeit angenommen wird, dass keine Liquidationserlöse nach dem Ablauf der Nutzungsdauer zu lukrieren sind, wird der Restwert nicht berücksichtigt.

$$\text{jährl. Abschreibungsbetrag} = \frac{AW - RW}{ND}$$

$AW$  ... Anschaffungswert der Vollernter

$RW$  ... Restwert bzw. Liquidationserlöse am Ende der Nutzungsdauer

$ND$  ... Nutzungsdauer

Quelle: Darstellung nach SCHNEEBERGER (2011, 153)

### Kalkulatorischer Zinssatz

Auf Grund der derzeitigen wirtschaftlichen Situation in Europa und der vorherrschenden niedrigen Zinssätze wird, in Anlehnung an die Prognose der WKÖ (2013, 10), die Annahme getroffen, dass sich der Zinssatz in den kommenden 10 Jahren zwischen 0,5 und 3 % bewegen wird. Die Berechnungen werden mit einem durchschnittlichen Zinssatz von 2 % durchgeführt.

### Zinsansatz

Der Zinsansatz gibt die durchschnittlichen jährlichen Zinskosten für das eingesetzte Fremd- sowie auch Eigenkapital wieder (MUßHOFF und HIRSCHAUER, 2011, 252). Die, für Maschinen übliche Berechnungsweise unterstellt vereinfacht die Bindung von durchschnittlich 50 % des Anschaffungswertes (HUIITH, 1996, 103f).

$$K_{Zins} = \frac{AW + RW}{2} \times i$$

$K_{Zins}$ ...	jährliche Zinskosten
$\frac{AW + RW}{2}$ ...	durchschnittlich gebundenes Kapital
$i$ ...	kalkulatorischer Zinssatz in %

Quelle: Darstellung nach HUIITH (1996, 104)

### Unterbringung

Die Unterbringungskosten sind die Mieten an die Besitzer der Hallen, in der die Vollernter stationiert sind. In Vergangenheit wurde keine Inflationsanpassung vorgenommen. Dies soll in Zukunft mit einer jährlichen Indexsteigerung für die Miete von  $i = 3\%$  abgegolten werden. (SCHÜRZ, 2013).

$$K_U = K_{t-1} \times (1 + i)$$

$K_U$ ...	Kosten für Unterbringung
$K_{t-1}$ ...	Kosten für Unterbringung in Vorperiode
$i$ ...	Zinssatz für Indexbereinigung

Quelle: Eigene Darstellung

### Versicherungskosten

Die jährlichen, zukünftigen Versicherungskosten werden als Mittelwert der Versicherungskosten von 2008 bis 2012 angenommen. Durch Nachverhandlungen mit der Versicherungsgesellschaft konnte die jährliche Versicherungsprämie in den vergangenen Jahren gegenüber vom Anschaffungszeitpunkt gesenkt werden (SCHÜRZ, 2013). Das errechnete Mittel der Versicherungskosten stellt eine realistische Einschätzung dar.

$$Vk_t = \frac{\sum_{2008}^{2012} K_1 + \dots + K_5}{5}$$

$Vk_t$ ...	Versicherungskosten in Periode t
$K_1$ ...	Versicherungskosten im Jahr 2008
$K_5$ ...	Versicherungskosten im Jahr 2012

Quelle: Eigene Darstellung

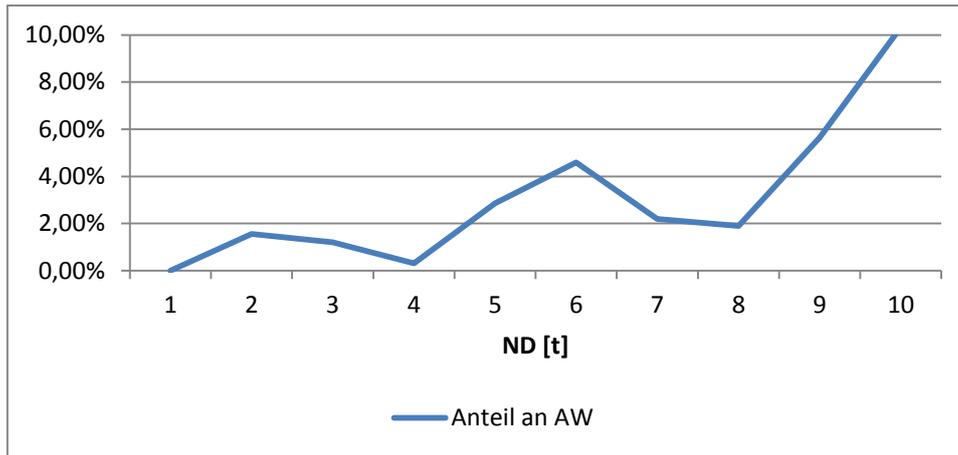
### **Leistungssteigerung Ersatzvollernter**

Die Leistungssteigerung (ha/h) eines neuen Vollernters wird in dieser Arbeit mit fünf Prozent angenommen (SCHÜRZ, 2013). Dies wird laut HOLMER durch neue Maschinenaggregate erreicht. Zum Einen sorgen hochleistungsfähige und individuell einstellbare Köpf-, Rode- und Reinigungsaggregate für höhere Durchsatzleistungen und Fahrgeschwindigkeiten. Zum Anderen wird dies durch eine Verringerung des Wenderadius um ca. 15 %, ein um vier m<sup>3</sup> größeres Bunkervolumen und ein feiner dosierbares Überladeband erreicht (HOLMER, 2004 und HOLMER, 2013b). Das Fabrikat Panther der Firma ROPA (2013) weist einen um ca. 30 % geringeren Wenderadius, gegenüber den bestehenden Vollerntern auf. Zusätzlich sorgt ein Hangausgleich dafür, dass sich der Vollernter bis zu sieben Prozent zum Seitenhang neigen kann (ROPA, 2013).

Nach JUNGMEIER (2013) und SCHÜRZ (2013) können dadurch Leerfahrten, Anrode-, Wende- und Überladezeiten verkürzt werden. In bestimmten Situationen und je nach Abfuhrsystem könnten höhere Mehrleistungen erzielt werden. Dies ist jedoch stark von Faktoren wie Bodenart, Niederschlagsmenge und Feuchtigkeitsgehalt des Bodens im Erntezeitraum, Topographie der Schläge, Geschicklichkeit des Maschinenbedieners etc. abhängig (JUNGMEIER, 2013 und SCHÜRZ, 2013).

### **Instandhaltung**

Zu den Instandhaltungskosten zählen die jährlichen Servicearbeiten (Öl- und Filterwechsel etc.), die Erneuerung von Verschleißteilen (Nachköpfmesser, Rodeschare, Siebsternzinken, u.a.) und sonstige Reparaturen. Die Höhe der Kosten unterliegen Schwankungen, da gewisse Verschleißteile jährlich und andere je nach Beanspruchung (Rodewalzen, Lager, etc.) nur ca. alle drei Jahre getauscht werden müssen. Die tatsächlichen Instandhaltungskosten der Ersatzvollernter können nicht vorausgesagt werden. Sie werden von den tatsächlichen Kosten der bestehenden Vollernter im Laufe ihrer bisherigen Nutzung abgeleitet. Sie werden in Relation ihres Anschaffungswertes und Nutzungsdauer gesetzt (Abbildung 1) (SCHÜRZ, 2013). Die genauen Werte sind Tabelle 13 (siehe Anhang) zu entnehmen.



**Abbildung 1: Instandhaltungskosten in Relation zum Anschaffungswert nach Nutzungsdauer**

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der RRG HÖRSCHING (2013)

Die zukünftigen Instandhaltungskosten der bestehenden Vollernter der RRG Horsching werden von Ing. Schürz mittels Kostenvoranschlägen für die bevorstehenden Reparaturarbeiten und in Absprache mit dem zuständigen Mechaniker wie folgt eingeschätzt (Tabelle 2):

**Tabelle 2: Zukünftige Instandhaltungskosten/Vollernter (RRG Horsching)**

Jahr	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ND	11	12	13	14	15	16	17	18
€/VE	50.000	40.000	30.000	40.000	30.000	40.000	30.000	30.000

Quelle: Darstellung nach Annahmen von SCHÜRZ (2013)

Bei der Einschätzung der Reparaturkosten wird angenommen, dass jährlich mindestens € 30.000 anfallen werden. In den Jahren 2013 und 2014 sind zusätzliche Kosten für Teile wie z.B. Fahrtriebepumpe, diverse Lager am Rodeaggregat, Elevatorgurt, etc., die in den Folgejahren nicht mehr anfallen sollten, eingerechnet. Ab dem Jahr 2014 wird alle zwei Jahre mit höheren Kosten für andere verschlissene oder kaputte Baugruppen gerechnet. Diese sind zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht vorhersehbar. Vor der letzten Rodesaison 2020 wird mit niedrigeren Kosten gerechnet, da nur mehr die notwendigsten Teile ausgetauscht bzw. Reparaturarbeiten durchgeführt werden, da danach die Vollernter nicht mehr genutzt werden.

Um einen einheitlichen Ansatz der zukünftigen Instandhaltungskosten für die Vollernter der RRG Marchtrenk zu gewährleisten, wurde die gleiche Kostenentwicklung in Abhängigkeit der Nutzungsdauer wie für die Vollernter der RRG Horsching gewählt. Um die divergierende Auslastung und damit den unterschiedlichen Verschleiß der Maschinen zu berücksichtigen, wurden die Instandhaltungskosten zusätzlich in Abhängigkeit der Rodefläche gesetzt.

Die Instandhaltungskosten bestehen zu jeweils 50 % aus Zeit- und Verschleißkosten (SCHÜRZ, 2013). Für Auslastungen unterhalb jener der Rodegemeinschaft Hörsching (< 300 ha/a) werden die Verschleißkosten, wie in Tabelle 3 dargestellt, angepasst. Die Ausgangsbasis (100 %) sind die Instandhaltungskosten (Zeit und Verschleiß) eines Vollernters der Rodegemeinschaft Hörsching.

**Tabelle 3: Anteilige Verschleißkosten nach Auslastung**

Auslastung/ Vollernter		Verschleißkosten
ab	300 ha	100 %
201	bis 300 ha	75 %
101	bis 200 ha	50 %
0	bis 100 ha	25 %

Quelle: Eigene Darstellung nach SCHÜRZ (2013)

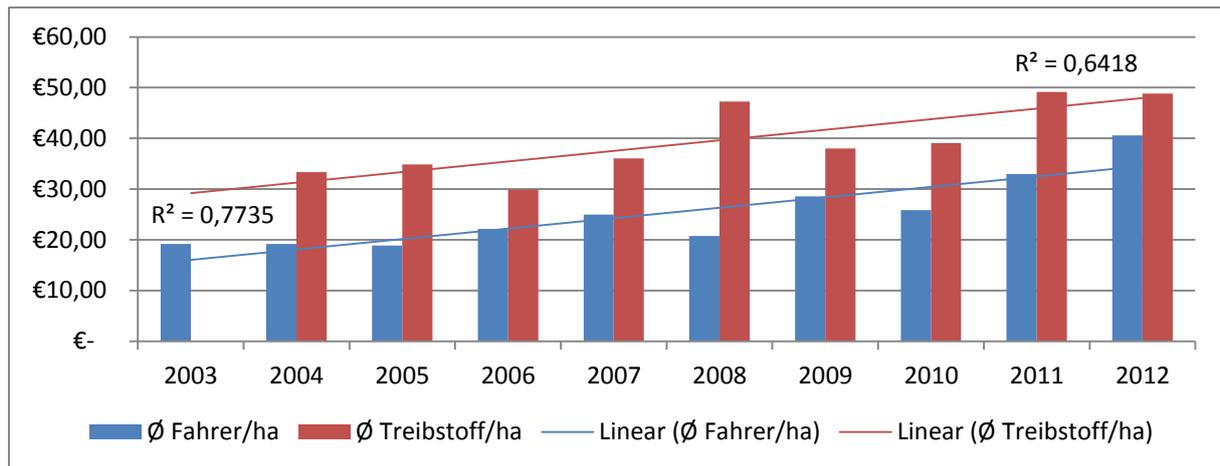
#### **Kosten für Maschinenbedienung (Fahrerkosten)**

Die künftigen Kosten/ha (Tabelle 4) werden aus der Trendlinienfunktion  $y = 2,0553x + 14,001$  aus den bisherigen Kosten (Abbildung 2) ermittelt. In den Kosten sind die Rode-, Überstell-, Reparatur- und Wartungsarbeiten während der Saison enthalten. Die Instandhaltungsarbeiten, die in den Monaten Februar und März durchgeführt werden, sind in den Instandhaltungskosten inbegriffen. Die Steigerung kommt hauptsächlich durch Lohnerhöhungen und steigender Hektarerträge und der damit verbundenen geringeren Flächenleistung zu Stande (SCHÜRZ, 2013). Durch das hohe ( $R^2=0,7735$  - näher bei 1 = 100 %) Bestimmtheitsmaß wird der lineare Zusammenhang zwischen Kostensteigerung und fortschreiten der Zeit (Jahre) begründet.

**Tabelle 4: Kostenentwicklung (€/ha) für Fahrer und Treibstoff**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
x=	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Fahrer</b>	36,61	38,66	40,72	42,78	44,83	46,89	48,94	51,00
<b>Treibstoff</b>	50,02	52,11	54,19	56,28	58,36	60,45	62,54	64,62

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung



**Abbildung 2: Fahrer- und Treibstoffkostenentwicklung**

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der RRG HÖRSCHING (2013)

### Treibstoffkosten

Die Treibstoffkosten/ha fließen nicht in die Berechnungen zum Kostenvergleich und Kapitalwert (Kapitel 3.2.3) ein, da angenommen wird, dass sie in gleicher Höhe wie bei den bestehenden Vollerntern anfallen. Nach HOLMER (2013) unterliegen die Motoren der vorhandenen Vollerntern der Abgasnorm Euro II. Die Motoren von Neumaschinen unterliegen der Abgasnorm Euro IV. Hier kommt bei Holmer und Ropa die SCR (Selektive Katalytische Reduktion) Technologie mit Ad Blue Abgasnachbehandlung zum Einsatz. Der Treibstoffverbrauch (Liter/h) der Motoren ist von Euro II auf Euro III gestiegen und konnte durch die Abgasnachbehandlung von Euro III auf Euro IV wieder reduziert werden (HOLMER, 2013a). Der Treibstoffverbrauch ist stark von Faktoren wie Feuchtegehalt des Bodens, topographische Beschaffenheit der Schläge, etc. abhängig (JUNGMEIER, 2013).

SCHÜRZ (2013) nimmt an, dass die höheren möglichen Flächenleistungen den höheren Treibstoffverbrauch pro Stunde relativieren. Die Treibstoffkosten werden bei der Reinvestition als gleich hoch eingestuft und sind somit für die Berechnungen für den Kostenvergleich und Kapitalwert nicht relevant (SCHÜRZ, 2013). Diese Annahme wird ebenfalls in SCHNEEBERGER (2011, 269) getroffen. Im Berechnungsmodell der minimalen Durchschnittskosten sind sie als Betriebskosten inbegriffen. Die Treibstoffkosten (Tabelle 4) werden mittels der Trendlinienfunktion  $y = 2,0853x + 27,085$  aus den bisherigen Kosten (Abbildung 2) errechnet. Gleich wie bei den Fahrerkosten kann durch das Bestimmtheitsmaß ( $R^2=0,6418$ ), das näher bei 100 als bei 0 % liegt ein linearer Zusammenhang zwischen Kostensteigerung und Saison erklärt werden. Aus dem Jahr 2003 sind keine Aufzeichnungen über die Kosten verfügbar.

Die Kosten für Organisation, Sitzungsgelder, Porto, Büromaterial, Telefon, Verwaltungsaufwandsgebühren und Aufwand Konto in den Aufzeichnungen der Rodegemeinschaften fließen nicht in die Berechnungen ein. Diese Kosten werden den Vollerntern nicht spezifisch zugeordnet. Es wird angenommen, dass sie nach einer Reinvestition in annähernd gleichem Ausmaß erhalten bleiben. Dies wird auch nach einer Fusion der Fall sein, da der Verwaltungs- und Organisationsaufwand in seinem derzeitigen Umfang annähernd bestehen bleibt (SCHÜRZ, 2013).

Die Annahmen und die berechneten Werte für die jeweiligen Kosten sollen ein möglichst genaues Abbild der Wirklichkeit wiedergeben. Die tatsächlichen Werte können auf Grund von unvorhergesehenen Reparaturen, Preissteigerungen von Ersatzteilen etc. von den verwendeten Werten abweichen.

## **3.2 Bestimmung des optimalen Ersatzzeitpunktes**

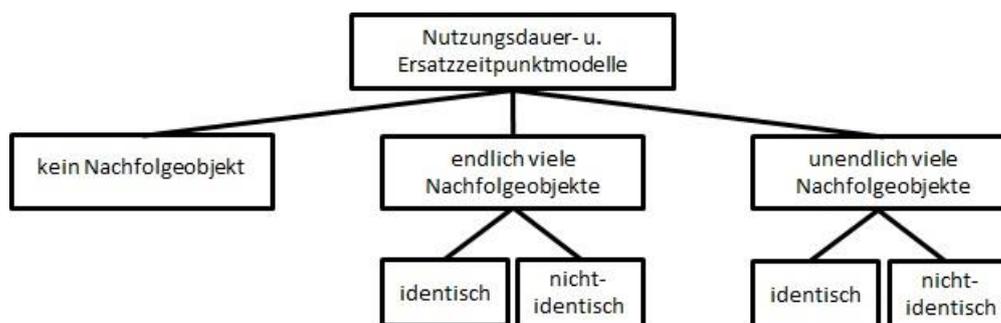
### **3.2.1 Betriebswirtschaftliche Grundlagen**

Laut SCHNEEBERGER (2011) soll die Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes klären, ob eine funktionsfähige Anlage jetzt oder erst zu einem späteren Zeitpunkt ersetzt werden soll. Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit und nach Alternativen ist dabei vorerst zweitrangig (SCHNEEBERGER, 2011, 299).

Werden am Betrieb vorhandene Maschinen durch neue ersetzt, wird nach KRUSCHWITZ (2003) zwischen zwei Investitionsmöglichkeiten unterschieden. Zum Einen liegt eine Ersatzinvestition vor, wenn die Investition in eine Anlage, deren Kapazität jener der vorhandenen Anlage entspricht, erfolgt. Dabei besteht der Vorteil, dass bei Analyse der Gewinnwirkung auf Einzahlungen und Erträge verzichtet werden kann und ausschließlich die negativen Erfolgselemente (Auszahlungen, Aufwand) betrachtet werden müssen. Zum Anderen spricht man von Rationalisierungs- und Erweiterungsinvestitionen, wenn eine Erhöhung der Kapazität erfolgt. Die Erfassung der positiven Erfolgselemente wird notwendig (KRUSCHWITZ, 2003, 16).

In REIMERS (1996) wird als Rationalisierungsinvestition das Beispiel Mähdrusch erläutert. Wenn eine bestehende durch eine leistungsstärkere Maschine ersetzt wird, kann mehr Erntemenge mit niedrigem Feuchtegehalt geerntet werden. Die Kostenersparnis durch den Wegfall der Lohn Trocknung müssen Kosten einer Neuinvestition gegengerechnet werden (REIMERS, 1996, 47).

In GOETZE (2008) werden zwei Zeitpunkte beschrieben, in denen Entscheidungen getroffen werden müssen. Vor Investition einer Anlage ist die Nutzungsdauerentscheidung bzw. ex-ante-Entscheidung zu treffen, um deren Vorteilhaftigkeit zu beurteilen. Nach Inbetriebnahme der Anlage wird als ex-post-Entscheidung festgelegt, wie lange die Nutzung ausgedehnt werden soll. Je nach Art der jeweiligen Ersatzanlage hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Auswirkung gegenüber der bestehenden Anlage entstehen unterschiedliche Typen von Nutzungsdauer und Ersatzzeitpunktmodellen. In Abbildung 3 sind grundlegende Punkte angeführt, die, je nach Nachfolgeobjekt, zur Modellauswahl herangezogen werden können (GÖTZE, 2008, 237).



**Abbildung 3: Einteilung der Nachfolgeobjekte zur Nutzungsdauer- und Ersatzzeitpunktbestimmung**

Quelle: Darstellung nach GÖTZE (2008, 238)

### Definition Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer ist in technische und wirtschaftliche Nutzungsdauer zu unterscheiden. REIMERS (1996) schreibt, dass die **technische Nutzungsdauer** von Aggregaten durch den Verschleiß von Einzelteilen geprägt wird. Sie kann beliebig lange erweitert werden, indem man ausfallende Einzelteile stetig ersetzt. Ein technisches Nutzungsende tritt erst ein, wenn gewisse Teile nicht mehr ersetzt werden können (REIMERS, 1996, 12).

„Den Zeitraum, während dessen eine maschinelle Anlage technisch einwandfreie Nutzungen abgeben kann, bezeichnet man als technische Nutzungsdauer.“ (WÖHE und DÖRING, 2008, 545)

Aus wirtschaftlicher Sicht ist es sinnvoll, die Anlage vor Ablauf der technischen Nutzungsdauer zu ersetzen, wenn die Annahme besteht, dass sich die Reparaturen nicht mehr lohnen (WÖHE und DÖRING, 2008, 545).

Die **wirtschaftliche oder optimale Nutzungsdauer** wird in GÖTZE (2008) als Zeitraum, indem die optimale Erfüllung der Unternehmensziele stattfindet, beschrieben. „Er ist stets kleiner als die oder gleich der technische(n) Nutzungsdauer.“ (GÖTZE, 2008, 236)

Laut WÖHE und DÖRING (2008) ist die wirtschaftlich sinnvolle Nutzungsdauer kein fest vorgegebener Zeitraum und muss daher als Entscheidungsvariable ermittelt werden. Sie sieht vor, die Investition zu beenden, wenn das Maximum des Kapitalwertes  $K_0$  erreicht ist (WÖHE und DÖRING, 2008, 545).

### Grundlagen zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer

Die Berechnungen der Nutzungsdauer und des Ersatzzeitpunktes der vorhandenen Vollernter sollten möglichst aussagekräftige bzw. abgesicherte Ergebnisse liefern. Um dies zu gewährleisten, werden verschiedene Modelle (Kapitel 3.2.3) angewendet. Hierfür sollten Nachfolgeobjekte vorab in eine Kategorie (Abbildung 3) zugeteilt werden um die geeignete Methode anzuwenden. In MUßHOFF und HIRSCHAUER (2011) wird beschrieben, dass eine Anlage **ohne Nachfolgeobjekt** solange genutzt wird, bis die Grenzkosten die Grenzleistungen übertreffen. Die Einzahlungen des operativen Bereiches, die Betriebskosten und Wiederveräußerungswerte fließen dafür in die Differenzrechnung ein (MUßHOFF und HIRSCHAUER, 2011, 288).

GÖTZE (2008) beschreibt den Lösungsweg für eine Anlage mit **endlichem, identischem Nachfolgeobjekt** mit der Kapitalwertberechnung. Sie wird bei allen Nutzungsdaueralternativen der Grundinvestition und der Investitionskette durchgeführt. Der Kapitalwert der Folgeinvestition wird auf den Beginn des Planungszeitraumes abgezinst. Über die kapitalwertmaximale Nutzungsdauer der Grundinvestition wird deren optimaler Ersatzzeitpunkt bestimmt (GÖTZE, 2008, 244f).

SCHNEEBERGER (2011) beschreibt zur Ermittlung des Ersatzzeitpunktes für die Ersatzanlage einer endlichen Kette einen Kostenvergleich. Dabei wird vorausgesetzt, dass die jährliche Leistung der Ersatzanlage annähernd der der bestehenden Anlage entspricht. Durch den technischen Fortschritt in den kommenden Jahren werden keine unmittelbaren Vorteile erwartet. Die Kosten der hinausgeschobenen Ersatzinvestition müssen den Kosten der Ersatzinvestition gegenübergestellt werden (SCHNEEBERGER, 2011, 299f).

Laut GÖTZE (2008) ist die optimale Nutzungsdauer identischer Objekte einer Kette mit **unendlich vielen Nachfolgeobjekten** gleich lang. Die Bestimmung wird ebenfalls mit der Kapitalwertmethode durchgeführt. Dabei wird auf eine Annuitätenberechnung zurückgegriffen. Wird die Annuität einer unendlichen Zahlungsreihe durch den Kalkulationszinssatz dividiert, erhält man deren Kapitalwert. Der maximale Kapitalwert einer unendlichen Kette ist erreicht, wenn die Nutzungsdauer der Anlage bestimmt ist, deren Annuität maximal ist. „Da alle Objekte identisch sind, stimmt die Annuität der Kette mit der eines einzelnen Objektes überein.“ (GÖTZE, 2008, 248)

Wie lange die Nutzungsdauer der Grundinvestition (= vorhandene Anlage oder Maschine) ex-ante angesetzt wird, bleibt dem Entscheidungsträger freigestellt. Nach PFADLER und RIEMANN (1987) bewirkt eine verlängerte Nutzungsdauer eine Verringerung der jährlichen Abschreibung und damit der festen Kosten. Die Reparaturaufwendungen und die möglichen Ausfallzeiten der Maschine steigen dagegen. Ein besonderer Fokus liegt auf der Reparaturkostenentwicklung, um den richtigen Ersatzzeitpunkt zu bestimmen. Es sollte nicht

mit zu langen Nutzungseinheiten kalkuliert werden (PFADLER und RIEMANN, 1987, 34f). Dies basiert auf der Annahme, dass bei zunehmender Nutzungsdauer das reparaturbedingte Ausfallsrisiko steigt, ein geringerer Wiederverkaufserlös zu erzielen ist und der technische Fortschritt nicht genutzt werden kann.

In HUIITH (1996) wird der Frage für Landwirte nach der Kapitalbedarfsplanung zur Ermittlung der optimalen Nutzungsdauer eine zentrale Rolle beigemessen. Über die Kapitalströme während der Nutzung wird ersichtlich, welche Beträge zur Kapitalrückgewinnung und Befriedigung der Zinsansprüche zur Seite gelegt werden können. Diese Beträge sind in den ersten Jahren höher, da mit weniger Reparaturrisiko und variablen Kosten zu rechnen ist. Je älter die Maschinen, umso mehr sinkt die Leistung auf Grund von Reparaturausfällen. Dadurch steht mit den steigenden Instandhaltungskosten weniger Kapital zur Deckung der Festkosten zur Verfügung (HUIITH, 1996, 104f).

SCHNEEBERGER (2011) sieht die Nutzungsintensität, die Art der Wartung, den Kalkulationszinssatz und die technische Ausführung der Maschine als wesentliche, die Nutzungsdauer beeinflussenden Faktoren (SCHNEEBERGER, 2011, 300).

Nach WÖHE und DÖRING (2008) stellen AfA-Tabellen und betriebsindividuelle Erfahrungen wichtige Anhaltspunkte dar, um die wirtschaftliche Nutzungsdauer abzuschätzen. Gleich wie in PFADLER und RIEMANN (1987) sollte nach dem Vorsichtsprinzip die geplante Nutzungsdauer eher kürzer als länger angesetzt werden (WÖHE und DÖRING, 2008, 754f). „Dies gilt besonders für Anlagegegenstände ..., die einem starken technischen Fortschritt ausgesetzt sind.“ (WÖHE und DÖRING, 2008, 755)

### 3.2.2 Beschreibung der Investitionsvarianten

Zur Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes sind die niedrigsten Gesamtkosten bzw. der höchste Kapitalwert im Betrachtungszeitraum 2013 bis 2020 für die beiden RRG Hörsching und Marchtrenk ausschlaggebend. Der späteste Ersatzzeitpunkt der vier bereits vorhandenen Vollernter in beiden Gemeinschaften wird in dieser Arbeit mit Ende der Rodekampagne 2020 angesetzt. Dies ist jener Zeitpunkt zu dem erwartet wird, die vorhandenen Vollernter auf Grund von Verschleiß und Abnutzung tauschen zu müssen. Für die Maschinen der Rodegemeinschaft Hörsching würde dies eine Übernutzung, bei gleichbleibender Rodefläche, von ca. 900 ha über die zuvor veranschlagte Gesamtlebensleistung bedeuten.

Laut SCHÜRZ (2013) stehen derzeit für die Reinvestition die beiden zweiachsigen Fabrikate „*Holmer Terra Dos T3*“ der Holmer Maschinenbau GmbH und „*Ropa euro- Panther*“ der Firma ROPA Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH zur Auswahl. Die technischen Daten und Auskünfte der Firmen dienen als Grundlage für die Annahme in den Berechnungen. Die Ernte mit den Vollerntern der Firma Holmer hat sich seit Bestehen der Gemeinschaft, auch bei extremen Witterungsverhältnissen, bestens bewährt. Die Maschinen und die Funktionsweise der Aggregate der Firma Ropa und der Firma Holmer weisen starke Ähnlichkeiten auf. Bei einer Reinvestition kommen nur die beiden Fabrikate in Frage, weil nur die genannten Hersteller die nötige und zeitgerechte Ersatzteilversorgung gewährleisten können (SCHÜRZ, 2013).

Folgend werden die drei, in Zusammenarbeit mit Herrn Ing. Schürz definierten, Investitionsvarianten bis 2020 beschrieben. Die Reinvestition soll in eine geringfügig technisch verbesserte Anlage erfolgen.

### **Variante I**

Die Nutzung der vier vorhandenen Vollernter wird (einschließlich) bis zur Erntesaison 2020 fortgesetzt. Die Instandhaltungs- und Servicearbeiten werden im bisherigen Ausmaß weiter geführt. Es werden nicht nur Verschleißteile getauscht, deren Abnutzung offensichtlich ist, sondern auch jene, die in unmittelbarer Zukunft gewechselt werden müssen. Dadurch soll eine reibungslose Ernte mit geringen Stehzeiten gewährleistet werden. Die Möglichkeit, die Vollernter einer Generalreparatur zu unterziehen wird aus dem Grund der zu hohen Kosten ausgeschlossen. Die Erfahrung der vergangenen Jahre hat gezeigt, dass es kein Problem ist, die Ernte bis zum 20. November abzuschließen. Je nach Wetterlage sind die Kapazitäten der Vollernter begrenzt (SCHÜRZ, 2013).

### **Variante II**

Die Ernte wird bis zum Ersatzzeitpunkt ( $t_R$ ) mit den vorhandenen Vollerntern durchgeführt. Nach dem Zeitpunkt ( $t_R$ ) findet eine Investition in jeweils zwei neue Vollernter in den Rodegemeinschaften Hörsching und Marchtrenk statt. Berücksichtigt man die unterstellte Leistungssteigerung der Ersatzvollernter, wäre es möglich, freie Kapazitäten zur Verfügung zu haben, vorausgesetzt der Zuckerrübenanbau bleibt in derzeitigem Umfang bestehen.

### **Variante III**

Laut SCHÜRZ (2013) wird durch die Ausweitung der Zuckerproduktionskampagne in den Zuckerfabriken der AGRANA Beteiligungs-AG der Start der Zuckerrübenrodekampagne von Ende auf Anfang September vorverlegt. Auf Grund des früheren Starts und der Vorgabe der Agrana bis 20. Oktober keinen Lageraufbau an den Übernahmestationen durchzuführen, wird die Rodekampagne um ca. vier Wochen verlängert. Dadurch entstehen bei den vorhandenen Vollerntern der Rodegemeinschaft Hörsching und Marchtrenk zusätzliche Kapazitäten (SCHÜRZ, 2013). Diese Tatsache ist die Grundlage zur Annahme für die Investitionsvariante III. Gleich wie in Variante II wird die Ernte bis zum Ersatzzeitpunkt ( $t_R$ ) mit den vorhandenen Vollerntern durchgeführt. Nach diesem Ersatzzeitpunkt fusionieren die beiden Rodegemeinschaften Hörsching und Marchtrenk. Im Zuge der Fusion werden drei neue Vollernter angeschafft.

### 3.2.3 Berechnung optimaler Ersatzzeitpunkt

Da bereits 95 % der Zuckerrübenfläche im Gebiet Hörsching durch die RRG durchgeführt wird und bei der RRG Marchtrenk ein ähnlich hoher Anteil erreicht wird, ist es schwierig, die jährliche Leistung (ha/Saison) pro Vollernter weiter zu erhöhen. Dies kann, abgesehen von geringfügigen saisonalen Schwankungen, nur durch die Einsparung eines Vollernters erreicht werden. Eine Leistungssteigerung (ha/Saison) wäre erstrebenswert, um bei Reinvestition die Durchschnittstückkosten niedrig zu halten. Nach SCHÜRZ (2013) kann die Leistung (ha/h), trotz des technischen Fortschrittes seit Anschaffung der bestehenden Vollernter, nicht maßgeblich gesteigert werden. Dies liegt vor allem am Abfuhrsystem, den landwirtschaftlichen Strukturen (durchschnittliche Schlaggröße, Wegenetz etc.) und den, über die Jahre hinweg hohen Rübeneträgen (SCHÜRZ, 2013).

Bei der Berechnung werden drei verschiedene Verfahren eingesetzt, um möglichst aussagekräftige und abgesicherte Ergebnisse zu erhalten. Beim Kostenvergleich nach SCHNEEBERGER (2011) wird der optimale Ersatzzeitpunkt von den geringsten Gesamtkosten für die beiden Rodegemeinschaften während des Zeitraums von 2013 bis 2020 abgeleitet (SCHNEEBERGER, 2011, 299f). Aus diesem Kostenvergleich werden die Gesamtkosten, Mehrkosten bzw. Kostenersparnisse pro Reinvestitionsvariante und Hektar Rodefläche ersichtlich.

Die in WÖHE und DÖRING (2008) beschriebene Kapitalwertmethode kommt als bewährtes Verfahren zur Rentabilitätsbeurteilung von Investitionen zum Einsatz (WÖHE und DÖRING, 2008, 537f). Das Modell der Kostenminimierung nach GÖTZE (2008) wird angewendet, um die optimale Nutzungsdauer eines Objektes in einer unendlichen Kette identischer Objekte zu ermitteln. (GÖTZE, 2008, 259ff). Die Ergebnisse des Modells der Kostenminimierung sollen Auskunft darüber geben, inwieweit die Nutzungsdauer bei einer auslaufenden Investition und einer fortlaufenden Investition abweichen.

### Kostenvergleich

Durch den Kostenvergleich wird die Frage, wann eine funktionierende Maschine ersetzt werden soll, beantwortet (SCHNEEBERGER, 2011). Unter der Annahme, dass in den nächsten Jahren kein technischer Fortschritt zu erwarten ist, wird über den Kostenvergleich die ökonomische Vorteilhaftigkeit ermittelt. Die jährlichen Kosten, die für den Betrieb der neuen Maschine anfallen, werden mit jenen Kosten, die durch den Betrieb der alten Maschine um eine weitere Periode (t+1) anfallen, verglichen. Diese setzen sich aus der Restwertminderung, der Kosten für das in der alten Maschine gebundene Kapital und den Betriebskosten zusammen. Für die jährlichen Kosten der Ersatzanlage wird die optimale Nutzungsdauer in einer unendlichen Investitionskette vorausgesetzt (SCHNEEBERGER, 2011, 299f).

$$K_B = ((RW_{t-1} - RW_t) + RW_{t-1} \times i + Bk_t) \geq / < / = K_E$$

$K_B \dots$	jährliche Kosten für bestehende Anlage
$K_E \dots$	jährliche Kosten für Ersatzanlage
$RW \dots$	Restwert der Anlage
$Bk_t \dots$	Betriebskosten in Periode t
$i \dots$	kalkulatorische Zinsen
$t \dots$	Periode t

Quelle: Eigene Darstellung nach SCHNEEBERGER (2011, 300)

Die Gesamtkosten der einzelnen Varianten werden gegenübergestellt. Der optimale Ersatzzeitpunkt einer Variante, ist jener Zeitpunkt t, der die geringsten Gesamtkosten aufweist. Die folgende Formel gilt sowohl für die bestehenden als auch für die Ersatzmaschinen.

$$K_0 = \sum_{t=0}^n \left( \frac{AW(-RW)}{ND} + \left( \frac{AW}{ND} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right) \times (1+i)^{-t}$$

$K_0 \dots$	Gesamtkosten zum Zeitpunkt 0
$AW \dots$	Anschaffungswert
$ND \dots$	Nutzungsdauer
$\frac{AW(-RW)}{ND} \dots$	jährliche Abschreibung über die Nutzungsdauer (RW = 0 €)
$RND \dots$	Restnutzungsdauer
$i \dots$	kalkulatorische Zinsen
$\left( \frac{AW}{ND} \times RND_{t-1} \right) \times i \dots$	Kosten für in Maschine gebundenes Kapital aus der Vorperiode
$K_U \dots$	Unterbringungskosten/a
$K_V \dots$	Versicherungskosten/a
$K_I \dots$	Instandhaltungskosten/a
$K_F \dots$	Fahrerkosten/a
$t \dots$	Periode t
$n \dots$	Ende der Nutzungsdauer

Quelle: eigene Darstellung

Die Gesamtkosten der einzelnen Varianten bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes berechnen sich wie folgt:

**Variante I**

$$\begin{aligned}
 K_0 = & 2 \times \sum_{t=t_0}^n \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{alt} RRG H.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & \sum_{t=t_0}^n \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{1alt} RRG M.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & \sum_{t=t_0}^n \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{2alt} RRG M.} \times (1+i)^{-t}
 \end{aligned}$$

**Variante II**

$$\begin{aligned}
 K_0 = & 2 \times \sum_{t=t_0}^x \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{alt} RRG H.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & \sum_{t=t_0}^x \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{1alt} RRG M.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & \sum_{t=t_0}^x \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{2alt} RRG M.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & 2 \times \sum_{t=tR}^{n-x} \left( \frac{AW}{z} + \left( \frac{AW}{z} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{neu} RRG H.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & 2 \times \sum_{t=tR}^{n-x} \left( \frac{AW}{z} + \left( \frac{AW}{z} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{neu} RRG M.} \times (1+i)^{-t}
 \end{aligned}$$

**Variante III**

$$\begin{aligned}
 K_0 = & 2 \times \sum_{t=t_0}^x \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{alt} RRG H.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & \sum_{t=t_0}^x \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{1alt} RRG M.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & \sum_{t=t_0}^x \left( \frac{AW}{y} + \left( \frac{AW}{y} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{2alt} RRG M.} \times (1+i)^{-t} + \\
 & 3 \times \sum_{t=tR}^{n-x} \left( \frac{AW}{z} + \left( \frac{AW}{z} \times RND_{t-1} \right) \times i + (K_U + K_V + K_I + K_F)_t \right)_{VE_{neu} RRG Fusion} \times (1+i)^{-t}
 \end{aligned}$$

$t_0...$	Beginn des Betrachtungszeitraumes (2013)
$t_A...$	Anschaffungsjahr des jeweiligen alten Vollernters
$t_E...$	Ende des Betrachtungszeitraumes (2020)
$t_R...$	Ersatzzeitpunkt der bestehenden Vollernter
$n...$	Nutzungsdauer von $t_0$ bis $t_E$
$x...$	Nutzungsdauer bis Ersatzzeitpunkt $t_R$
$y...$	Nutzungsdauer des jeweiligen alten Vollernters je Variante bis $t_R$ oder $t_E$ $= t_R \text{ od. } t_E - t_A + 1$
$z...$	geplante Nutzungsdauer der Ersatzvollernter (10 Jahre)
$VE_{alt} RRG H....$	Vollernter (BJ 2003) Rodegemeinschaft Hørsching
$VE_{1alt} RRG M....$	Vollernter 1 (BJ 2004) Rodegemeinschaft Marchtrenk
$VE_{2alt} RRG M....$	Vollernter 2 (BJ 2005) Rodegemeinschaft Marchtrenk
$VE_{neu} RRG H....$	Vollernter Rodegemeinschaft Hørsching bei Reinvestition
$VE_{neu} RRG M ....$	Vollernter Rodegemeinschaft Marchtrenk bei Reinvestition
$VE_{neu} RRG Fusion...$	Vollernter nach Fusion

Quelle: eigene Darstellung

### Kapitalwertmethode

In WÖHE und DÖRING (2008) wird die Ermittlung des Kapitalwertes als die gängigste Methode zur Beurteilung von Investitionsobjekten dargestellt. Die Zahlungen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erwartet werden, werden durch Abzinsen auf  $t_0$  vergleichbar gemacht. Ist der errechnete Kapitalwert positiv, wird man sich für die Investition entscheiden. Dieser kann nur positiv sein, wenn die Barwerte der erwarteten Kapitalrückflüsse höher als die Anschaffungsauszahlung  $A_0$  sind. Der Kapitalwert gibt Auskunft über die Reinvermögensvermehrung aus dem Investitionsobjekt. Über die nachstehende, stark vereinfachte Formel kann der Kapitalwert für eine Investition berechnet werden (WÖHE und DÖRING, 2008, 537f).

$$KW_0 = \sum_{t=0}^n (E_t - A_t) \times (1 + i)^{-t}$$

$KW_0...$	Kapitalwert zum Zeitpunkt 0
$E_t...$	Einzahlungen in Periode t
$A_t...$	Auszahlungen in Periode t
$i...$	kalkulatorischer Zinssatz
$t...$	Periode t
$n...$	Nutzungsdauer der Investition

Quelle: Darstellung nach WÖHE und DÖRING (2008, 537)

In der vereinfachten Darstellung der Kapitalwertformel sind die Aufwendungen für die Anschaffung der Maschine sowie die Liquidationserlöse nicht explizit angeführt. Die Anschaffungsauszahlungen werden im Gegensatz zum Kostenvergleich nicht jährlich über die Abschreibung berücksichtigt. Sie fließen am Anfang der Investition als Gesamtbetrag in die Berechnungen ein. Vereinfachend wird auf das Aufzinsen der Anschaffungsauszahlung der vorhandenen Vollernter auf  $t_0$  verzichtet. In der erweiterten Formel sind die Anschaffungsaufwendungen und die Liquidationserlöse in der Berechnung berücksichtigt.

$$KW_0 = -A_0 + \left( \sum_{t=0}^n (E_t - A_t) \times (1 + i)^{-t} \right) + L_n \times (1 + i)^{-n}$$

$KW_0...$	Kapitalwert zum Zeitpunkt 0
$A_0...$	Anschaffungsauszahlung
$E_t...$	Einzahlungen in Periode t
$A_t...$	Auszahlungen in Periode t
$i...$	kalkulatorischer Zinssatz
$L_n...$	Liquidationserlöse in Periode n
$t...$	Periode t
$n...$	Nutzungsdauer

Quelle: Darstellung nach WÖHE und DÖRING (2008, 538)

Das Ziel der Rodegemeinschaften ist die kostengünstige Abwicklung der Ernte (SCHÜRZ, 2013). Die Kredite die zur Deckung der Anschaffungskosten aufgenommen worden sind, werden über mehrere Jahre zurückbezahlt. Nach der Tilgung des Kredites sinken die Rodekosten/ha, da nur noch die Betriebskosten anfallen. In der Rodegemeinschaft entstehen keine Einzahlungsüberschüsse. Die Kosten (Fixkosten, variable Kosten, Organisationskosten u.a.) der jeweiligen Rodesaison werden auf die geerntete Fläche aufgeteilt. Anders als bei einem Lohnunternehmer oder Landwirt werden in der Rodegemeinschaft aus Gründen der einfacheren Handhabung und Organisation keine Rücklagen für Ersatzinvestitionen gebildet. Falls sich ein Mitglied bei Reinvestition entscheidet aus der Gemeinschaft auszusteigen, muss der zuvor gebildete Überschuss nicht aufgelöst und ausbezahlt werden (SCHÜRZ, 2013).

Basierend auf den obigen Annahmen wäre zur Berechnung  $E_t = A_t$  anzusetzen. Die Auszahlungen werden in den Berechnungen des Kostenvergleichs und im Modell der minimalen Durchschnittskosten berücksichtigt. Um dies auch in der Kapitalwertmethode zu gewährleisten werden die Einzahlungen nicht berücksichtigt. Es kann folglich kein positiver Kapitalwert als Ergebnis entstehen.

**Variante I**

$$\begin{aligned}
 KW_0 = & \\
 & 2 \times \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^n (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tE} \times (1+i)^{-n} \right)_{VE\ alt\ RRG\ H} + \\
 & \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^n (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tE} \times (1+i)^{-n} \right)_{VE\ 1\ alt\ RRG\ M} + \\
 & \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^n (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tE} \times (1+i)^{-n} \right)_{VE\ 2\ alt\ RRG\ M}
 \end{aligned}$$

**Variante II**

$$\begin{aligned}
 KW_0 = & \\
 & 2 \times \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^x (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tR} \times (1+i)^{-x} \right)_{VE\ alt\ RRG\ H} + \\
 & \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^x (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tR} \times (1+i)^{-x} \right)_{VE\ 1\ alt\ RRG\ M} + \\
 & \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^x (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tR} \times (1+i)^{-x} \right)_{VE\ 2\ alt\ RRG\ M} + \\
 & 2 \times \left( -AW_{neu} \times (1+i)^{-x} + \sum_{t=tR}^{n-x} (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + (RW_{neu})_{tE} \times (1+i)^{-(n-x)} \right)_{VE\ neu\ RRG\ H} + \\
 & 2 \times \left( -AW_{neu} \times (1+i)^{-x} + \sum_{t=tR}^{n-x} (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + (RW_{neu})_{tE} \times (1+i)^{-(n-x)} \right)_{VE\ neu\ RRG\ M}
 \end{aligned}$$

**Variante III**

$$\begin{aligned}
 KW_0 = & \\
 & 2 \times \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^x (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tR} \times (1+i)^{-x} \right)_{VE\ alt\ RRG\ H} + \\
 & \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^x (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tR} \times (1+i)^{-x} \right)_{VE\ 1\ alt\ RRG\ M} + \\
 & \left( -\frac{AW_{alt}}{y} \times RND + \sum_{t=t_0}^x (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + \left( \frac{AW_{alt}}{y} \times RND \right)_{tR} \times (1+i)^{-x} \right)_{VE\ 2\ alt\ RRG\ M} + \\
 & 3 \times \left( -AW_{neu} \times (1+i)^{-x} + \sum_{t=tR}^{n-x} (E_t - (A_z + A_U + A_V + A_I + A_F)_t) \times (1+i)^{-t} + (RW_{neu})_{tE} \times (1+i)^{-(n-x)} \right)_{VE\ neu\ RRG\ F}
 \end{aligned}$$

Es wird die Annahme getroffen, dass bei Überschreitung der Plannutzungsdauer von 10 Jahren keine Liquidationserlöse zu erwarten sind.

Liquidationserlöse für bestehende Vollerter:

$$\frac{AW}{ND} \times RND = \begin{cases} 0 \text{ €; wenn } ND_{aktuell} > ND_{plan} \\ AW - \frac{ND_{aktuell}}{ND_{plan}} \times AW; \text{ wenn } ND_{aktuell} < ND_{plan} \end{cases}$$

$t_0...$	Anfang des Betrachtungszeitraumes (2013)
$t_A...$	Anschaffungsjahr des jeweiligen alten Vollernters
$t_E...$	Ende des Betrachtungszeitraumes (2020)
$t_R...$	Ersatzzeitpunkt der bestehenden Vollernter
$i..$	kalkulatorischer Zinssatz
$n...$	Nutzungsdauer von $t_0$ bis $t_E$
$x...$	Nutzungsdauer bis Ersatzzeitpunkt $t_R$
$y...$	Nutzungsdauer des jeweiligen alten Vollernters je Variante bis $t_R$ oder $t_E$ $= t_{R(E)} - t_A + 1$
$E_t...$	Einzahlungen in Periode $t = 0$ €
$A_Z...$	Auszahlungen für Zinsen in Periode $t$
$A_U...$	Auszahlungen für Unterbringung in Periode $t$
$A_V...$	Auszahlungen für Versicherung in Periode $t$
$A_I...$	Auszahlungen für Instandhaltung in Periode $t$
$A_F...$	Auszahlungen für Fahrer in Periode $t$
$AW...$	Anschaffungsauszahlung
$AW_{alt}...$	Anschaffungsauszahlung Vollernter alt zum Zeitpunkt $t_A$
$AW_{neu}...$	Anschaffungsauszahlung Vollernter neu zum Zeitpunkt $t_R$
$RND...$	Restnutzungsdauer ab $t_0$
$ND_{aktuell}...$	aktuelle Nutzungsdauer der bestehenden Vollernter
$ND_{plan}...$	geplante Nutzungsdauer von 10 Jahren
$RW...$	Restwert
$\frac{AW}{ND} \times RND...$	Restwert Vollernter alt zum Zeitpunkt $t_R$ bzw. $t_E$
$RW_{neu}...$	Restwert Vollernter neu $= \frac{ND - (t_{Ende} - t_{Ersatz})}{ND} \times AW$
$VE_{alt} RRG H...$	Vollernter der Rodegemeinschaft Hörsching
$VE_{1 alt} RRG M...$	Vollernter 1 (BJ 2004) Rodegemeinschaft Marchtrenk
$VE_{2 alt} RRG M...$	Vollernter 2 (BJ 2005) Rodegemeinschaft Marchtrenk
$VE_{alt} RRG F...$	Vollernter der fusionierten Rodegemeinschaft
$VE_{neu} RRG H...$	Vollernter der Rodegemeinschaft Hörsching bei Reinvestition
$VE_{neu} RRG M...$	Vollernter der Rodegemeinschaft Marchtrenk bei Reinvestition

Quelle: Eigene Darstellung

### Optimale Nutzungsdauer über das Modell der Kostenminimierung

In GÖTZE (2008) wird dieses Modell als eine vereinfachte Form der Kapitalwertmethode dargestellt. Die Erlöse bzw. Einzahlungen (Liquidationserlöse ausgenommen) werden bei dieser Methode nicht berücksichtigt. Sie werden bei Nutzungsdauer- und Ersatzzeitpunktentscheidungen meist nicht bis wenig beeinflusst. Die Einzahlungen bzw. Erlöse sind bei Fahrzeugen eines Fuhrparks und bestimmten Maschinen oft nicht explizit zurechenbar. Die Kostenunterteilung erfolgt in Kapitalkosten und Betriebskosten. Als Kapitalkosten  $C_t$  werden jene Kosten definiert, die anfallen, indem Liquidationserlöse sinken und später anfallen. Liquidationserlöse  $L_t$  können laut Ausgangslage nur für Universalanlagen, für die nach Nutzung ein Markt besteht, lukriert werden. Die Erlöse fallen am Ende der jeweiligen Periode an und müssen somit wie die Betriebskosten auf den Periodenanfang  $t$  bezogen werden (Zeitpunkt  $t-1$ ) (GÖTZE, 2008, 259ff).

$$C_t = L_{t-1} - L_t \times q^{-1}$$

$C_t \dots$	Kapitalkosten
$L_t \dots$	Liquidationserlöse
$q \dots$	$(1+i)$
$i \dots$	kalk. Zinssatz
$t \dots$	Periode $t$

Quelle: Darstellung nach GÖTZE (2008, 261)

GÖTZE (2008) führt die Zinskosten nicht explizit an, sondern bezieht sie in die Berechnung über die Abzinsung der Erfolgsgrößen ein. Die Betriebskosten  $B_t$  bilden den Sammelbegriff für Materialkosten, Personalkosten und andere.

Das konkrete Ziel der Kostenminimierung ist die Minimierung der Durchschnittskosten. Die optimale Nutzungsdauer ist bei einer unendlichen Kette identischer Objekte jene, bei der die zeitlichen Durchschnittskosten minimal sind. Zur Berechnung für die Periode  $t$  werden die kumulierten Barwerte der Kosten durch die Summe der Abzinsungsfaktoren dividiert (GÖTZE, 2008, 260f).

$$DK_t = \frac{K_1 * q^{-0} + K_2 * q^{-1} + \dots + K_t * q^{-t+1}}{q^{-0} + q^{-1} + \dots + q^{-t+1}} = \frac{\sum_{t=1}^t K_t * q^{-t+1}}{\sum_{t=1}^t q^{-t+1}}$$

$DK_t \dots$	Durchschnittskosten in Periode $t$
$K_t \dots$	Kosten in Periode $t$
$q \dots$	$1 +$ kalk. Zinssatz $i$

Quelle: Darstellung nach GÖTZE (2008, 261)

Als optimale Nutzungsdauer gilt das Ende der Periode t-1, die von einer Periode t gefolgt ist, in der die zeitlichen Grenzkosten höher sind als die Durchschnittskosten der Periode t-1 (GÖTZE, 2008, 262).

Anders als beim Kostenvergleich und der Kapitalwertmethode bleiben die Kosten der Ersatzvollernter unberücksichtigt. Die optimale Nutzungsdauer der vorhandenen Vollernter, als Glied in der Kette unendlicher, identischer Investitionsobjekte, wird unabhängig der Folgeinvestitionen ermittelt.

Durch die Annahme, nach der kalkulierten Nutzungsdauer keinen Restwert für die Maschinen anzusetzen, werden die Anschaffungskosten in voller Höhe den Kapitalkosten  $C_1$  der ersten Periode zugerechnet (GÖTZE, 2008, 261).

$$DK_t = \frac{(A + K_U + K_V + K_I + K_F + K_T)_1 * q^{-0} + (K_U + K_V + K_I + K_F + K_T)_2 * q^{-1} + \dots + \sum K_t * q^{-t+1}}{q^{-0} + q^{-1} + \dots + q^{-t+1}}$$

$DK_t \dots$	Durchschnittskosten in Periode t
$A \dots$	Anschaffungskosten in Periode 1
$K_U \dots$	Kosten für Unterbringung in Periode t
$K_V \dots$	Kosten für Versicherung in Periode t
$K_I \dots$	Kosten für Instandhaltung in Periode t
$K_F \dots$	Kosten für Fahrer in Periode t
$K_T \dots$	Kosten für Treibstoff in Periode t
$\sum K_t \dots$	Summe der Kosten in Periode t
$q \dots$	1+ Zinssatz $i$
$t \dots$	Periode t

Quelle: Eigene Darstellung nach GÖTZE (2008, 261)

In Tabelle 5 werden die Berechnungsmodelle zusammengefasst um deren Grundprinzip darzustellen.

**Tabelle 5: Zusammenfassung der Berechnungsansätze**

<b>Berechnungsmethode</b>	<b>Darstellung der Varianten durch ...</b>	<b>Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes über...</b>
<b>Kostenvergleich</b>	die Gesamtkosten	den Kostenvorteil
<b>Kapitalwertmethode</b>	die Kapitalwerte	die Reinvermögensvermehrung
<b>Kostenminimierung</b>	die Durchschnittskosten	die minimalen Durchschnittskosten

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.3 Bestimmung optimale Betriebsgröße

#### 3.3.1 Datengrundlage

Die Betriebsgröße gibt Auskunft über die Leistungsfähigkeit bzw. Kapazitäten eines Betriebes und ist auf Grund vieler Bestimmungsfaktoren eine relative Größe (STEVEN, 2013). „Die Betriebsgröße wird in der Landwirtschaft häufig mit der bewirtschafteten Fläche assoziiert.“ (SCHNEEBERGER, 2011, 440) „Aus der langfristigen Kostenkurve lässt sich jene Anlagengröße (Betriebsgröße) bestimmen, bei der eine definierte Ausbringungsmenge mit den niedrigsten Kosten produziert werden kann.“ (SCHNEEBERGER, 2011, 118) Hat ein Betriebsleiter Kenntnis über diese Zahlen, kann er die Betriebsplanung darauf abstimmen.

Im Mähdrusch, in Silierketten, in der Kartoffel- und Zuckerrübenernte u.a. spricht man statt der Ausbringungsmenge von der Einsatzfläche. Die tatsächliche optimale Betriebsgröße bzw. Einsatzfläche wird nicht nur von den geringsten Kosten sondern auch von anderen Parametern beeinflusst wie z.B.:

- Arbeitsbreite
- Fahrgeschwindigkeit
- Weg- und Rüstzeiten
- Durchsatz pro Stunde
- Abtank- u. Überladegeschwindigkeit
- Ertrag
- Erntefeuchtigkeit (Getreide)
- Verschmutzung (Zuckerrübe, Kartoffel, etc.)
- Bodenverhältnisse (Feuchtigkeit)
- Topographie der Schläge
- Erntetage
- Erntezeit pro Tag
- verfügbare Transportfahrzeuge
- Kapazitäten oder Ladungsvolumen der Transportfahrzeuge
- Entfernung zum Übernahmeort
- Kapazität der Übernahme
- Übernahmezeit pro Tag

Die Werte dieser Faktoren können von Jahr zu Jahr anders sein und die Einsatzfläche mehr oder weniger beeinflussen. Die verfügbaren Erntetage und die Übernahmekapazitäten sind dabei wesentlich beeinflussende Punkte.

In ein allgemeines Modell zur Betriebsgrößenberechnung, das keiner Liefer(zeit)begrenzung seitens des Abnehmers unterliegt, fließen weniger Faktoren ein als z.B. in jenes einer Zuckerrübenenernte mit direkter Anhängerverladung. Nachfolgend werden die leistungsbeeinflussenden Faktoren beschrieben, die für die Vollernter der RRG Hörsching und Marchtrenk gelten. Die Durchschnittswerte für die statische Berechnung sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

**Tabelle 6: Datenzusammenfassung zur Berechnung der optimalen Betriebsgröße**

<b>Richtfläche</b>	1.100 ha
<b>Ertrag</b>	ø 73,74 t
- Abweichung vom ø vor 20.Okt.	- 10 %
- Abweichung vom ø nach 20.Okt.	+ 10%
<b>Übernahmezeit an Station</b>	11,25 h
- Stehzüge vor 20.Okt.	ø 3,5
- Stehzüge nach 20.Okt.	ø 7
<b>Bruttotagesrodezeit</b>	ø 15 h
<b>Lagerkapazität Übernahmestelle</b>	40.000 t
<b>Liefermenge/Woche Sept. - 20.Okt.</b>	7.000 t
<b>Erntefläche bis 20.Okt.</b>	max. 40 % von Richtfläche
<b>Rodeleistung</b>	ø 0,824 ha/h
<b>Verfügbare Rodetage 20.Okt. - 20.Nov.</b>	
- inkl. Wochenende & Feiertage	ø 30,21 Tage
- exkl. Wochenende & Feiertage	ø 22,69 Tage

Quelle: Eigene Darstellung

### **Zuckerrübenenernte beeinflussende Faktoren in der RRG Hörsching und Marchtrenk**

Unter **Richtfläche** wird jene Fläche verstanden, die pro Saison zu ernten ist. Sie wird mit 1.100 ha (~ 600 ha Hörsching und ~ 500 ha Marchtrenk) angesetzt und dient zur Berechnung der maximal möglichen Erntefläche bis zum 20. Oktober auf Grund der Liefervorgaben der AGRANA Zucker GmbH. Die 1.100 ha leiten sich von der in den Saisonen 2010 bis 2013 tatsächlich geernteten Flächen ab.

Der **Zuckerrübenenertrag/ha** spielt eine wichtige Rolle für die Rodeleistung (ha/h) und der Lagerkapazitätenplanung. Die Ertragsdaten (t/ha) leiten sich von den Übernahmemengen der AGRANA (KEMPL, 2013) an den Übernahmepätzen Hörsching und Marchtrenk von 2002 bis 2012 ab. Es existieren seitens der AGRANA keine Daten über Ertragsunterschiede vor bzw. nach dem 20. Oktober. In Parzellen-Erntezeitversuchen der KWS Saat AG (KWS, o.J.) in Einbeck und Seligenstadt in den Jahren 2010 und 2011 liegt der Zuckerrübenenertrag

vor 20. Oktober zwischen vier und sieben Prozent unter dem Saisondurchschnitt. Nach dem 20. Oktober liegt er zwischen fünf und acht Prozent darüber. Die Ergebnisse stellen Richtwerte für die Annahmen dar. In der Praxis und für das statische Modell der Berechnung der optimalen Betriebsgröße trifft man vereinfacht die Annahme, dass die Erträge vor 20. Oktober um zehn Prozent unter dem (Saison-)Stationsdurchschnitt und nach 20. Oktober um zehn Prozent darüber liegen (SCHÜRZ, 2013).

Über den Zuckerrübenenertrag in Kombination mit der Richtfläche erhält man Informationen, die für die **Lieferbeschränkungen** und die **Lagerkapazität** entscheidend sind. Die einzelnen Lieferphasen (Frühlieferung, Folgelieferung, Anschlusslieferung, Hauptlieferung und Spätlieferung) und deren Liefermengengrenzen beschränken vor allem in der Zeit vor 20. Oktober die Saisonleistung der Vollernter. Es wird angenommen, dass bis 20. Oktober max. 40 % der kontrahierten Rübenfläche geerntet werden können (SCHÜRZ, 2013).

BÄCK (2013) sagt, dass im Zuge der Verlegung der Westbahnstrecke Linz - Wels die Schließung der beiden Zuckerrüben-Übernahmestationen Hörsching und Marchtrenk geplant ist. Ein neuer Rübenlagerplatz soll zentral in diesem Rübenanbaugebiet in Unterneufahrn errichtet werden. In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass die momentane Lagerkapazität von ca. 40.000 t auf beiden Stationen erhalten bleiben soll (BÄCK, 2013).

Laut SCHÜRZ (2013) werden ab dem Start der Zuckerrüben-Rodekampagne in der ersten Septemberwoche im Zweitagesrhythmus 21 Waggonladungen (à 50 t) vom Lagerplatz in Hörsching und 18 Waggonladungen in Marchtrenk per Bahn in die Zuckerfabrik transportiert. Dies entspricht einer wöchentlichen Liefermenge von ca. 7.000 t. Diese wird auf Grund der Lieferbeschränkungen nur überschritten, indem eine Puffermenge von 1.500 t von Rodebeginn bis 20. Oktober angelegt wird. Dadurch soll bei Schlechtwetterperioden die Aufbringung der nötigen Liefermenge gewährleistet werden (SCHÜRZ, 2013).

Die tägliche Anlieferung zu den Lagerplätzen ist zeitlich beschränkt. Dadurch ergeben sich für die **Rodezeit** und den **Abtransport** weitere Beschränkungen. Nach SCHÜRZ (2013) findet die Übernahme an der Station Hörsching von Montag bis Freitag von 07:00 bis 12:00 und 13:00 bis 17:30 (letzte Einwiegung 17:15) statt. Die Station Marchtrenk 30 Minuten Mittagspause und schließt um 17:00. An Samstagen läuft die Übernahme von 07:00 bis 12:00. Die Ernte wird um 06:00 am Feld begonnen. Die tägliche effektive Erntezeit, in der die Rüben an der Station übernommen werden, beträgt 11,25 h. Vor 20. Oktober werden nach Stationsschluss pro Vollernter durchschnittlich 3,5 Anhängerzüge („Stehzüge“) à Ø - 20 Tonnen reine Rübe beladen. Nach 20. Oktober wird die Anzahl auf durchschnittlich sieben Anhängerzüge erhöht, um angefangene Felder fertig roden zu können. Bei Boden-

bzw. Mietenrodung<sup>2</sup> wird eine Bruttotagesrodezeit von 15 Stunden angesetzt (SCHÜRZ, 2013). Durch die Mietenrodung wird von zusätzlich fünf Prozent Mehrleistung (ha/h) ausgegangen (EISENHUBER, 2013). Dies wird erreicht, da eine schnellere Entleerung des Bunkers auf Mieten als auf Anhänger erfolgt und keine Wartezeiten bei der Verladung entstehen.

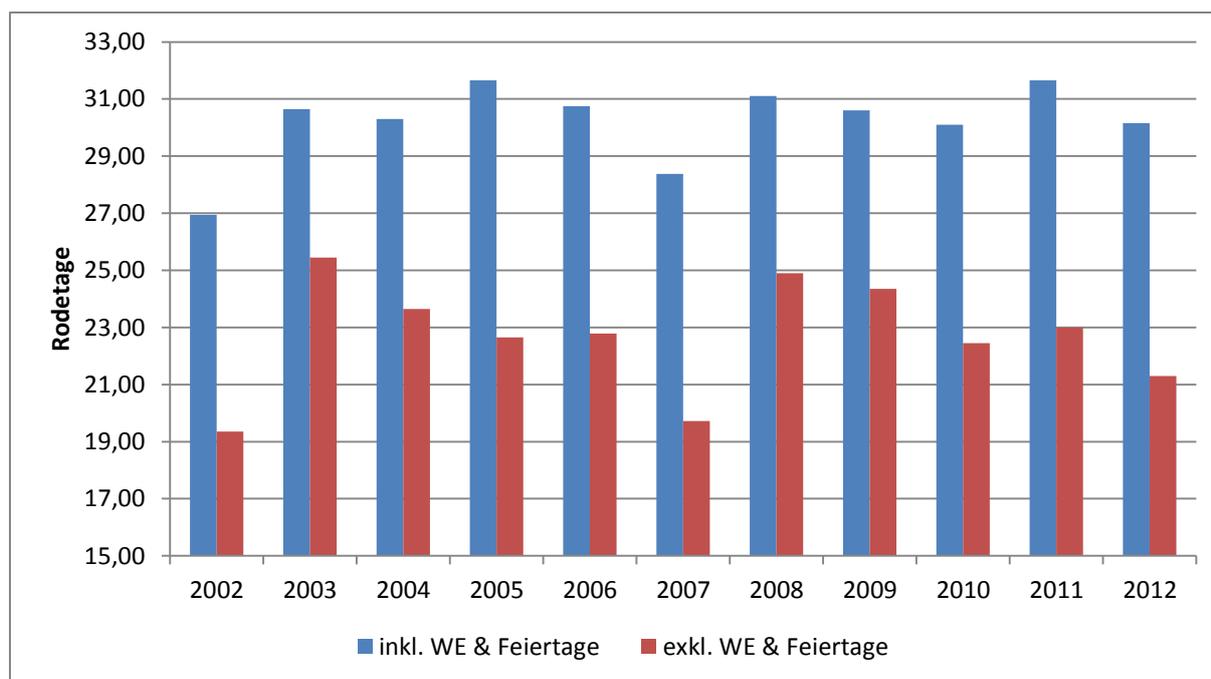
Unter dem Begriff **Leistungsfaktoren** werden all jene Faktoren zusammengefasst, die unmittelbar die Leistung des Vollernters beeinflussen. Die Flächenleistung (ha/h) der Vollernter korreliert negativ mit dem Zuckerrübenenertrag (t/ha). Des Weiteren ist sie von der Flächenstruktur, dem Wegenetz für den Abtransport und der Witterung (Niederschläge) abhängig. Laut JUNGMEIER (2013) stellt der Faktor „Vollernterfahrer“ einen weiteren limitierenden Faktor dar. Die Geschicklichkeit des Fahrers hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Gesamtleistung. Zeitfaktoren sind dabei die Anrode-, Wende- und Überladezeiten. Es ist zu beachten, dass die Flächenleistung nicht zu Lasten der Erntequalität über zu hohe Rodegeschwindigkeiten gesteigert wird. Diese Faktoren sollten in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen (JUNGMEIER, 2013). In den Rodegemeinschaften existieren keine Aufschlüsselungen der Rodezeiten in einzelne Einflussfaktoren. Die Ausgangsbasis für die Berechnungen ist die bisherige (2003 bis 2012) durchschnittliche Rodeleistung von 0,824 ha/h.

Laut SCHÜRZ (2013) können in den Berechnungen zehn Prozent der Bruttotagesrodezeit als Überstell-, Reparatur- und sonstige Wartezeiten angesetzt werden. Durch die Ertragszunahme im Laufe der Rodekampagne wird ab 20. Oktober ein Leistungsverlust von fünf Prozent auf Grund langsamerer Rodegeschwindigkeit, längerer Überlade-, und Wegzeiten angesetzt. Durch neue Vollernter soll eine Steigerung der Flächenleistung um fünf Prozent erreicht werden (SCHÜRZ, 2013). Eine weitere Leistungssteigerung wird auf Grund der Flächenstruktur, der topographischen Lage und des Abfuhrsystems schwer zu erreichen sein.

Die **verfügbaren Rodetage** während einer Rodesaison sind ein weiterer Faktor für die Saisonleistung eines Vollernters. Anhand der ZAMG- Niederschlagsdaten (ZAMG, 2013) im Zeitraum 2002 bis 2012 wurden die verfügbaren Rodetage pro Saison ermittelt (Abbildung 4).

---

<sup>2</sup> Unter Boden- bzw. Mietenrodung versteht man, dass die geernteten Rüben nicht direkt auf Anhänger überladen werden um unmittelbar zur Übernahmestation transportiert zu werden. Stattdessen werden sie am Feldrand in Mieten gelagert und zu einem späteren Zeitpunkt entweder direkt in die Fabrik oder zu einem Übernahmeplatz gebracht.



**Abbildung 4: Verfügbare Rodetage für die RRG Hörsching**

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der ZAMG (2013)

In Tabelle 7 ist dargestellt wie die Rodetage ermittelt werden. 100 % Tagesleistung entsprechen einen Rodetag (ca. 10 ha pro Vollernter), 50 % einen halben Rodetag (ca. 5 ha pro Vollernter) usw.. Je nach Niederschlagsintensität verringert sich die Tagesleistung und dementsprechend verringert sich die Anzahl der gesamten verfügbaren Rodetage.

**Tabelle 7: Annahme zur Ermittlung der verfügbaren Rodetage**

NS [l/m <sup>2</sup> ]	Tagesleistung [%]	NS Vortag [l/m <sup>2</sup> ]	Tagesleistung [%]
0-5	100 %	> 12	50 %
6-10	65 %		
11-12	45 %		
> 12	0 %		
<b>Samstag</b>	60 %		

Quelle: Eigene Darstellung nach eigener Einschätzung und nach SCHÜRZ (2013)

Hauptaugenmerk liegt auf der Anzahl der Rodetage ohne Wochenende und Feiertage. Die verfügbaren Rodetage inkl. Wochenenden und Feiertagen sind nur bei Bodenrodung und Jahren mit hohen Niederschlägen relevant. Vor 20. Oktober wird auf Grund bestehender Liefermengenbeschränkungen nicht mit voller Wochenleistung (Montag bis Samstag) geerntet. Daher werden die verfügbaren Rodetage bis zu diesem Datum in den

Berechnungen nicht berücksichtigt. An Samstagen nach 20. Oktober wird auf Grund der verkürzten Öffnungszeiten an der Station von einer Tagesleistung von 60 % ausgegangen. Schürz (2013) nennt den 20. November als Zieltermin zur Beendigung der Erntearbeiten. Das steigende Risiko hoher Verschmutzungsgrade der Rüben und die zunehmende Frosthäufigkeit Ende November würden die Ernte- und Abfuhrarbeiten maßgeblich erschweren. Weiters wird an Feiertagen (Nationalfeiertag, Allerheiligen) und Sonntag üblicherweise keine Ernte durchgeführt (SCHÜRZ, 2013).

### **3.3.2 Methodik optimale Betriebsgröße**

#### **3.3.2.1 Betriebswirtschaftlicher Ansatz**

STEINHAUSER (1989) definiert die optimale Betriebsgröße als Gleichgewicht zwischen Grenzleistung (Grenzertrag) und Grenzkosten. Ein landwirtschaftlicher Betrieb hat seine optimale Größe bei jener Produktionsmenge erreicht, bei der die Erlöse einer zusätzlich erzeugten Einheit, deren Produktionskosten gleichen. Dies gilt für einen einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb, der bei der Wahl seiner Produktionsalternativen als Mengenanpasser agiert und auf Grund der Produktionsstruktur alleine keinen Einfluss auf die Produktpreise hat. Er passt die produzierte Menge den vorgegebenen Preisen an (STEINHAUSER, 1989, 301). Zur Ermittlung der Kosten eines Produktionsverfahrens bzw. Produktionsprogramm ist eine Vollkostenrechnung erforderlich (HUITH, 1996, 72). Die Wahl des Produktionsprogramms und dessen Umfang richten sich nicht nur nach den Erlösen aus den Produktpreisen sondern auch nach den produkt- und betriebsbezogenen Direktzahlungen (SCHNEEBERGER, 2011, 125). Weiters können Marktvorgaben wie Lieferquoten einen Einfluss auf das Produktionsprogramm haben.

Die optimale Betriebsgröße wird in dieser Arbeit als die optimale Einsatzfläche der Zuckerrübenvollernter aufgefasst. Die leistungsbegrenzenden Faktoren geben die Maximalgröße für die Rodegemeinschaft bzw. für einen Vollernter an. Im Umkehrschluss kann bei bekannter (Ernte-)Fläche eines Betriebes, Lohnunternehmers oder einer Gemeinschaft die erforderliche Mechanisierung ermittelt werden. Übersteigt die tatsächliche Größe die optimale Größe bzw. Einsatzfläche, können in der Worst-Case-Situation entstehende Terminkosten die Einsparungen durch bessere Maschinenauslastung übersteigen und somit den Vorteil zu Nichte machen.

Je mehr Fläche oder Einsatzstunden pro Maschineneinheit ein Betrieb zur Verrechnung ansetzen kann, umso niedriger sind seine fixen Durchschnittskosten (SCHNEEBERGER, 2011, 107). Auf Grund von Ausfallrisiken u.a. wird man die optimale eher unter der maximalen Betriebsgröße bzw. Einsatzfläche ansetzen müssen, auch wenn dadurch das volle Potential nicht ausgeschöpft werden kann. Die tatsächliche Größe ist von der Risikobereitschaft des Entscheidungsträgers abhängig.

### 3.3.2.2 Statische Berechnung

Zur statischen Berechnung der optimalen Betriebsgröße werden die beeinflussenden Parameter aus Tabelle 6 herangezogen und in die Formel (Kapitel 3.3.4) eingesetzt. Bei dem statischen Berechnungsmodell betrachtet man nur ein bestimmtes (Eintritts-)Szenario. In diesem Fall wird auf das Durchschnittsszenario eingegangen. Als Ergebnis erhält man die optimale Betriebsgröße in einem Jahr mit durchschnittlichem Rübenenertrag, Flächenleistung und Rodetagen. Der Durchschnitt sagt jedoch nichts über die tatsächlichen Werte und ihre Schwankungsbreite aus. Das Ergebnis kann als ungefährender Richtwert dienen, jedoch sollte man sich bei einer Investitionsentscheidung nicht zu sehr darauf verlassen. Um ein Ergebnis zu erhalten, das die Schwankungen der beeinflussenden Faktoren berücksichtigt, bedient man sich des dynamischen Berechnungsmodelles.

### 3.3.2.3 Dynamische Berechnung - Risikoanalyse

Die Höhe der in Tabelle 8 dargestellten Parameter sind der Bestandteil zur Berechnung der optimalen Betriebsgröße. Die Parameter unterliegen natürlichen Schwankungen und die tatsächliche Höhe der Werte ist schwierig vor auszuplanen. In dieser Arbeit wird eine stochastische Risikoanalyse (Monte Carlo-Simulation), zur Berechnung der Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeit mit dem eine bestimmte Fläche  $x$  geerntet werden kann, durchgeführt. Ist das Risiko bekannt, kann der Betriebsleiter je nach Risikobereitschaft die optimale Betriebsgröße bzw. die dazugehörige Maschinenausstattung wählen.

### Risikoanalyse mittels Monte Carlo-Simulation

„Die Monte Carlo-Simulation ist eine computergestützte mathematische Technik,..., das Risiko in quantitativer Analyse und Entscheidungsfindung nachzuweisen.“ (PALISADE, 2013a)

PALISADE (2013a) beschreibt, dass durch die quantitative Risikoanalyse dem Risiko Zahlenwerte zugeordnet und alle möglichen Ergebnisse dargelegt werden können. Eine Monte Carlo-Simulation zeigt extreme Möglichkeiten, was passieren könnte, wenn riskante, konservative oder moderate Entscheidungen getroffen werden. Es werden Modelle möglicher Ergebnisse durch Substitution einer Reihe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen jedes Unbestimmtheitsfaktors simuliert. Durch wiederholte Neuberechnung unter Einbeziehung neuer Zufallszahlensätze aus den Wahrscheinlichkeits-verteilungen erhält man eine Vielzahl an Ergebnissen. „Je nach Anzahl der Unbestimmtheiten ..., können auf diese Weise u. U. Tausende oder Zehntausende von Neuberechnungen während einer Monte Carlo-Simulation vorgenommen werden. ..., die Monte Carlo-Simulation generiert Verteilungen von möglichen Ergebniswerten.“ (PALISADE, 2013a)

Die stochastische Risikoanalyse steht im Gegensatz zur deterministischen Risikoanalyse. Laut PALISADE (2013b) werden bei der deterministischen Risikoanalyse mittels Szenarien der schlechteste, beste und wahrscheinlichste Fall berechnet. Sie weist einige Kritikpunkte auf. So werden Hunderte bis Tausende andere mögliche Resultate ignoriert. Es wird keine Aufschlüsselung der Eintrittswahrscheinlichkeiten einzelner Ergebnisse vorgenommen. „Das Abhängigkeitsverhältnis zwischen den Eingaben, die Auswirkung verschiedener Eingaben im Verhältnis zum Ergebnis und andere Nuancen werden einfach ignoriert, wodurch das Modell zu sehr vereinfacht und weniger genau wird.“ (PALISADE, 2013b).

Auf Grund der Vorteile stellt die stochastische Risikoanalyse mittels Monte Carlo-Simulation die geeignetste Methode für die Analyse in dieser Arbeit dar. Die Simulationen werden über das Programm „@Risk“, das als Risikoanalyse- und Simulations-Add-In für Microsoft® Excel 2010 erhältlich ist, durchgeführt.

### 3.3.2.4 Beschreibung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Zur Durchführung der Monte Carlo-Simulation müssen die Parameter, die Einfluss auf die Betriebsgröße ausüben, definiert werden. Den Parametern (Tabelle 8) wird die entsprechende Wahrscheinlichkeitsverteilung zugeordnet. In Tabelle 19 (siehe Anhang) sind mögliche Parameterwerte, unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeitsverteilung, zur Durchführung einer @Risk-Iteration aufgelistet. Über das Programm SPSS werden mögliche Korrelationen zwischen den einzelnen Parameter ermittelt. In Abbildung 5 ist die Korrelation zwischen Ertrag und Flächenleistung dargestellt. Der vorliegenden Korrelation von -0,507 wird die Signifikanz von 0,05 ausgewiesen. Dies bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit einer rein zufälligen Korrelation der beiden Parameter bei weniger als 5 % liegt.

#### → Korrelationen

[DatenSet0]

		Leistung	Ertrag
Leistung	Korrelation nach Pearson	1	-,507*
	Signifikanz (2-seitig)		,016
	N	22	22
Ertrag	Korrelation nach Pearson	-,507*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,016	
	N	22	22

\*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**Abbildung 5: Korrelation zwischen Ertrag und Leistung**

Quelle: Darstellung nach Ergebnis durch SPSS

### Dreiecksverteilung

Laut PALISADE (2013b) wird die, in der Monte Carlo-Simulation angewandte, Dreiecksverteilung als *Triangular* bezeichnet. Der minimalste, höchstwahrscheinlichste und maximalste Wert müssen vorab definiert sein (PALISADE, 2013b).

### Normalverteilung

PALISADE (2013b) beschreibt, dass die Normalverteilung in der Simulation kurz als *Normal* bezeichnet wird. Durch den Anwender werden der jeweilige Mittelwert des Parameters und die zugehörige Standardabweichung festgelegt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit der Werte in der Nähe des Mittelwertes sind dabei als am wahrscheinlichsten zu erachten (PALISADE, 2013b).

### Gleich- oder Uniformverteilung

In dieser Verteilung werden lediglich die Minimum- und Maximumwerte definiert. Alle Werte dazwischen haben die gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit (PALISADE, 2013b).

#### 3.3.2.5 Zusammenfassung der Parameter

In Tabelle 8 sind die Parameter der Monte Carlo-Simulation und die jeweiligen Wahrscheinlichkeitsverteilungen inkl. Werte dargestellt.

**Tabelle 8: Parameter der Monte Carlo-Simulation**

<b>Begrenzende Parameter</b>	<b>Zeitraum</b>	<b>Verteilung</b>	
Richtfläche		Dreiecksverteilung	Minimum: 960 ha Modus: 1.100 ha Maximum: 1.164 ha
Ertrag	(2003 - 2012)	Normalverteilung	ø 73,74 t/ha Stabw.: 7,39
Ertragsabweichung - bis 20.Okt.	(2010 - 2011)	Gleichverteilung	min.: - 4 % / max.: - 7 %
- ab 20.Okt.			min.: + 5 % / max.: + 8 %
Leistung	(2003 - 2012)	Normalverteilung	ø 0,824 ha/h Stabw.: 0,050
Rodetage 20.Okt. – 20.Nov. - inkl. WE & Feiertage	(2002 - 2012)	Normalverteilung	ø 30,21 Stabw.: 1,335
- exkl. WE & Feiertage			ø 22,69 Stabw.: 1,864

Quelle: Eigene Darstellung

### **3.3.3 Beschreibung der Erntesystem-Varianten**

Die in Kapitel 3.2.2 beschriebenen drei Investitionsvarianten werden in den Berechnungen zur optimalen Betriebsgröße als Erntesystem-Varianten bezeichnet und um eine Variante erweitert. Als Erntesystem wird die unterschiedliche Maschinenausstattung (alt, neu) und Anzahl der eingesetzten Vollernter verstanden. Die Lieferbeschränkungen und die verfügbaren Rodetage in Kapitel 3.1 wirken für alle vier Varianten stark beschränkend. Das Ziel für alle vier Varianten ist der Abschluss der Erntearbeiten bis zum 20. November.

#### **Variante I**

Die Ernte wird mit den vier bestehenden Vollerntern der Rodegemeinschaft Hörsching und Marchtrenk durchgeführt. Mit fortschreitender Nutzungsdauer steigt das Risiko eines reparaturbedingten Ausfalls der Vollernter. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass mit dieser Variante die Ernte bis 20. November abgeschlossen werden kann.

#### **Variante II**

Die vier bestehenden Vollernter werden durch vier neue Vollernter ersetzt. Diese weisen eine geringfügig höhere Leistung (ha/h) auf, wodurch zusätzliche Kapazitäten entstehen und die Saisonleistung gesteigert werden könnte.

#### **Variante III**

Die vier bestehenden Vollernter werden durch drei neue Vollernter ersetzt. Die Auslastung jedes einzelnen Vollernters wird erhöht. Dies hat jedoch zur Folge, dass die vorhandenen Kapazitäten knapp werden. In Jahren mit hohen Niederschlägen im Zeitraum von 20.10. bis 20.11. könnte der zeitgerechte Abschluss der Ernte zum Problem werden.

#### **Variante III mit Bodenrodung**

Die Ernte wird wie in Variante III mit drei Vollerntern durchgeführt. Der Großteil der Rüben (900 ha) wird gleich der Variante III direkt auf die Anhängerzüge überladen. Die restlichen 200 ha Zuckerrüben werden mittels Boden- oder Mietenrodung geerntet. Durch die Zwischenablage am Feld kann zu Zeiten (Nacht, Wochenende, Feiertage) nach dem 20. Oktober gerodet werden an denen keine Übernahme an der Station stattfindet. Bei der Verladung der Rüben am Feld zum Transport in die Zuckerfabrik besteht die Möglichkeit, eine zusätzliche Abreinigung durchzuführen.

### 3.3.4 Berechnung Betriebsgröße/ Einsatzfläche

Die Betriebsgröße oder Einsatzfläche/Saison ist, wie in Kapitel 3.3.2 beschrieben, von mehreren Parametern abhängig. Die Saisonleistung kann mit folgender vereinfachter Formel berechnet werden. Sie kann gleichermaßen auf Silierketten, den Mähdrusch, die Kartoffel- und Zuckerrübenenernte etc. angewandt werden.

$$A_t = M_t \times ha/h \times h/d \times Ed_t$$

$A_t$	Gesamterntefläche in Periode t
$M_t...$	Anzahl der eingesetzten Erntemaschinen in Periode t
$ha/h...$	Leistung einer Erntemaschine in Hektar pro Stunde
$h/d...$	Nettoarbeitsstunden pro Tag
$Ed_t...$	Verfügbare Erntetage in Periode t

Quelle: Eigene Darstellung

Im speziellen Fall der Zuckerrübenenernte mit Anhängerverladung und deren, in Kapitel 3.1 beschriebenen Vorgaben, werden für die Varianten Ableitungen von der allgemeinen Formel getroffen und um notwendige Variablen erweitert.

#### Variante I

$$A_t = VEalt_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{v}} \times (1 - Rz) + \frac{Stz_x \times L_{\emptyset}}{Em_x} \right) \times Rd/Wo + VEalt_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{v}} \times (1 - Rz) \times (1 - LV) + \frac{Stz_y \times L_{\emptyset}}{Em_y} \right) \times Rd_y$$

#### Variante II

$$A_t = VEneu_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{v}} \times (1 - Rz) \times (1 + ML) + \frac{Stz_x \times L_{\emptyset}}{Em_x} \right) \times Rd/Wo + VEneu_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{v}} \times (1 - Rz) \times (1 + ML) \times (1 - LV) + \frac{Stz_y \times L_{\emptyset}}{Em_y} \right) \times Rd_y$$

#### Variante III

$$A_t = VEneu_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{v}} \times (1 - Rz) \times (1 + ML) + \frac{Stz_x \times L_{\emptyset}}{Em_x} \right) \times Rd/Wo + VEneu_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{v}} \times (1 - Rz) \times (1 + ML) \times (1 - LV) + \frac{Stz_y \times L_{\emptyset}}{Em_y} \right) \times Rd_y$$

**Variante III mit Bodenrodung**

$$A_t =$$

$$VENEu_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{U}} \times (1 - Rz) \times (1 + ML) + \frac{Stz_x \times L_{\emptyset}}{Em_x} \right) \times Rd/Wo +$$

$$VENEu_t \times \left( ha/h \times h/d_{\bar{U}} \times (1 - Rz) \times (1 + ML) \times (1 - LV) + \frac{Stz_y \times L_{\emptyset}}{Em_y} \right) \times Rd_y +$$

$$VENEu_t \times (ha/h \times h/d_{BR} \times (1 - Rz) \times (1 + ML) \times (1 - LV) \times (1 + ML_{BR})) \times (Rdges_y - Rd_y)$$

$$Lieferbeschränkungen_t = \begin{cases} (\sum_x ha)_x \leq \text{Richtfläche} \times 40\% \\ (Em/Woche)_x \leq 6.825to + \left(\frac{1.500to}{w}\right) \\ (to_{An} - to_{Ab})_y \leq 40.000to \end{cases}$$

<i>VEalt<sub>t</sub>...</i>	Anzahl eingesetzte alte Vollernter in Periode t
<i>VENEu<sub>t</sub>...</i>	Anzahl eingesetzte neue Vollernter in Periode t
<i>ha/h...</i>	Ø- Leistung in Hektar pro Stunde (Vollernter alt)
<i>h/d<sub>U</sub>...</i>	Rodezeit pro Tag während Übernahme
<i>Rz...</i>	Rüstzeit (Überstell-, Instandhaltungs-, sonstige Zeiten) in %
<i>ML...</i>	Mehrleistung durch neue Vollernter in %
<i>ML<sub>BR</sub>...</i>	Mehrleistung durch Boden-, Mietenrodung in %
<i>LV...</i>	Leistungsverlust durch Mehrertrag im Zeitraum y gegenüber x
<i>Stz<sub>x</sub>...</i>	Ø- Anzahl der Steh- (Anhänger-)züge im Zeitraum x nach Übernahmezeit
<i>Stz<sub>y</sub>...</i>	Ø- Anzahl der Steh- (Anhänger-)züge im Zeitraum y nach Übernahmezeit
<i>L<sub>Ø</sub>...</i>	Ø- Ladung eines Anhängerzuges in Tonnen reine Rübe
<i>Em...</i>	Erntemenge in Tonnen
<i>Em<sub>x</sub>...</i>	Erntemenge im Zeitraum x in Tonnen pro Hektar
<i>Em<sub>y</sub>...</i>	Erntemenge im Zeitraum y in Tonnen pro Hektar
<i>Rd/Wo...</i>	Rodetage pro Woche von Saisonstart bis 20. Oktober
<i>Rd<sub>y</sub>...</i>	verfügbare Rodetage (ohne Wochenende und Feiertage) im Zeitraum y
<i>Rdges<sub>y</sub>...</i>	Gesamt verfügbare Rodetage (inkl. Wochenende und Feiertage) im Zeitraum y
<i>x...</i>	Zeitraum von Saisonstart bis 20. Oktober
<i>y...</i>	Zeitraum von 20. Oktober bis 20. November
<i>w...</i>	Wochen von Start Rodekampagne bis 20. Oktober
<i>t...</i>	Periode, Erntesaison t
<i>to...</i>	Zuckerrübenmenge in Tonnen
<i>to<sub>An</sub>...</i>	Zuckerrübenanlieferung an Übernahmestation in Tonnen
<i>to<sub>Ab</sub>...</i>	Zuckerrübenabtransport von Übernahmestation zur Zuckerfabrik in Tonnen

Quelle: Eigene Darstellung

Die obige Formel ist die Grundlage zur Durchführung der Monte Carlo-Simulation. Den, in Tabelle 8 definierten Variablen werden Zufallszahlen aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungen zugeordnet und in die Formel eingesetzt. Die Ergebnisse, die aus den Werteprobensätzen (Iterationen) resultieren, werden aufgezeichnet (PALISADE, 2013b). Es werden 10.000 Iterationen durchgeführt.

### 3.4 Kapazitätsplanung und Kosten der Kapazitätsausweitung

#### 3.4.1 Datengrundlage Kosten der Kapazitätsausweitung

Die Datengrundlage zur Ermittlung der sprungfixen Kosten bilden die Fixkosten und Instandhaltungskosten, die im Rahmen der Berechnung des optimalen Ersatzzeitpunktes für die Ersatzvollernter ermittelt wurden. Die Fahrer- und Treibstoffkosten pro Hektar werden in die Kosten der Kapazitätsausweitung nicht eingerechnet. Sie fallen mit oder ohne Kapazitätsausweitung an. Als jährliche Kosten werden die Durchschnittskosten der Ersatzvollernter über die geplante Nutzungsdauer von 10 Jahren angesetzt. Die Ergebnisse der statischen Berechnung der Betriebsgröße mit der Datengrundlage aus Tabelle 6 liefern die Grundlage für die Grenzen des Produktionsumfanges (max. Erntefläche/Vollernter). Die statischen Werte stammen aus dem gleichen Betrachtungszeitraum wie die Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Tabelle 8). Der Produktionsumfang wird in gleicher Weise wie die optimale Betriebsgröße in Kapitel 3.3.2 ermittelt. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse aus der statischen Berechnung der optimalen Betriebsgröße dargestellt. Sie sind neben den Fix- und Instandhaltungskosten die Grundlage zur Berechnung der Kapazitätsausweitung.

**Tabelle 9: Maximaler Produktionsumfang pro Variante**

	Variante I	Variante II	Variante III	Variante III + Bodenrodung
<b>max. Fläche</b>	1315,8 ha	1351,7 ha	1123,8 ha	1413,9 ha
<b>max. Fläche/ Vollernter</b>	328,95 ha	337,93 ha	374,6 ha	471,3 ha

Quelle: Eigene Darstellung

#### 3.4.2 Methodik

##### 3.4.2.1 Betriebswirtschaftliche Grundlagen

In MÜßHOFF und HIRSCHAUER (2011) werden die Sprungfixkosten auch als disproportionale Spezialkosten bezeichnet. Im Gegensatz zu den proportionalen (variablen) Kosten, die linear mit dem Produktionsumfang ansteigen, sind die Sprungfixkosten im Rahmen eines Produktionsumfanges für eine bestimmte Maschine fix. Die Erweiterung des max. Produktionsumfanges einer Maschine von  $x$  auf  $x+1$  würde die Anschaffung einer weiteren Maschine erforderlich machen. Die zusätzliche Anschaffung einer Maschine lässt die Kosten sprunghaft ansteigen (MÜßHOFF und HIRSCHAUER, 2011, 112f).

Betrachtet man die Gesamtkosten der notwendigen Maschinenausstattung eines Produktionsumfanges, spricht man von der Absolutkostenbetrachtung. Werden die

Absolutkosten auf die Produktionseinheiten umgelegt, werden die Durchschnittskosten pro Einheit ersichtlich. Als Beschäftigungsdegression wird bezeichnet, wenn z.B. ein Mähdrescher nicht für 100 ha sondern für 400 ha im Jahr genutzt wird. Die absoluten Kosten der Ernte können auf eine größere Fläche umgelegt werden, wodurch die Durchschnittskosten/ha sinken. Wird ein Mähdrescher durch einen größeren ersetzt und werden so die output-bezogenen Durchschnittskosten gesenkt, spricht man von Verfahrensdegression. „Für beide Effekte zusammen nutzt man die Begriffe ‘Größenvorteile’ und ‘Skaleneffekte’ (economies of scale).“ (MUßHOFF und HIRSCHAUER, 2011, 113).

### 3.4.3 Berechnung

Die sprungfixen Kosten für die Ausdehnung des maximalen Produktionsumfanges (z.B. ha, Stk. etc.) einer Maschinen- oder Anlageneinheit von  $x$  auf  $x+1$  werden mit folgender Formel berechnet.

$$sK_{x+1} = Ka_{x+1} - Ka_x$$

$sK...$	sprungfixe Kosten
$Ka...$	jährliche Kosten absolut für jeweiligen Produktionsumfang
$x...$	max. Produktionsumfang mit einer Maschineneinheit
$x + 1...$	Erweiterung des Produktionsumfanges um eine Einheit

Quelle: Eigen Darstellung nach MUßHOFF und HIRSCHAUER (2011, 112f)

Zur Ermittlung der Sprungfixkosten der jeweiligen Variante in den Rodegemeinschaften wird die Formel erweitert. Zusätzlich werden in den Berechnungen die Instandhaltungskosten berücksichtigt. Die Vorgehensweise deckt sich nicht mit den Angaben in der Literatur. Sie wird in dieser Arbeit aber gewählt, da die Reparaturarbeiten aus Vorsicht (Kapitel 3.1) durchgeführt werden. So wird z.B. die Fahrtriebepumpe für den hydraulischen Fahrtrieb am Ende der Saison erneuert, obwohl die Möglichkeit besteht, noch 50 ha oder mehr mit der alten ernten zu können. Dies gilt auch für Verschleißteile, die schwierig zu ersetzen sind. Wann das technische Ende eines Bauteiles tatsächlich gekommen ist, kann man nur in den wenigsten Fällen genau einschätzen. Man will reparaturbedingte Ausfallszeiten während der Ernte so weit als möglich vermeiden. Ein Teil der Instandhaltungskosten entstehen durch Servicearbeiten wie z.B. der Ölwechsel und andere. Dieser muss in einem bestimmten Intervall (ein oder zwei Jahre) durchgeführt werden, unabhängig davon, ob in einer Saison 250 ha oder 330 ha geerntet werden.

$$sK_{x+1} = \left( \frac{\sum_{t=0}^n \left( \frac{AW - RW}{ND} + \frac{AW + RW}{2} \times i + K_U + K_V + K_I \right) \times (1 + i)^{-t}}{n} \right) \times VE_{x+1}$$

-

$$\left( \frac{\sum_{t=0}^n \left( \frac{AW - RW}{ND} + \frac{AW + RW}{2} \times i + K_U + K_V + K_I \right) \times (1 + i)^{-t}}{n} \right) \times VE_x$$

$$sK/FL_{x+1} = \frac{\left( \frac{\sum_{t=0}^n \left( \frac{AW - RW}{ND} + \frac{AW + RW}{2} \times i + K_U + K_V + K_I \right) \times (1 + i)^{-t}}{n} \right) \times VE_{x+1}}{FL_{x+1}}$$

-

$$\frac{\left( \frac{\sum_{t=0}^n \left( \frac{AW - RW}{ND} + \frac{AW + RW}{2} \times i + K_U + K_V + K_I \right) \times (1 + i)^{-t}}{n} \right) \times VE_x}{FL_x}$$

$sK_{x+1} \dots$	sprungfixe Kosten für gesamte Variante
$sK/FL_{x+1} \dots$	sprungfixe Kosten für die jeweilige Erweiterung der Produktionsumfanges
$AW \dots$	Anschaffungswert
$RW \dots$	Restwert
$ND \dots$	Nutzungsdauer
$i \dots$	Zinssatz
$\frac{AW - RW}{ND} \dots$	jährliche Abschreibung der Vollernter
$\frac{AW + RW}{2} \times i \dots$	Zinsansatz
$K_U \dots$	Unterbringungskosten in Periode t
$K_V \dots$	Versicherungskosten in Periode t
$K_I \dots$	Instandhaltungskosten in Periode t
$VE \dots$	Anzahl der Vollernter zum jeweiligen Flächenumfang
$FL_x \dots$	max. Flächenumfang pro Vollernter
$n \dots$	geplante Nutzungsdauer
$t \dots$	Periode t

Quelle: Eigene Darstellung

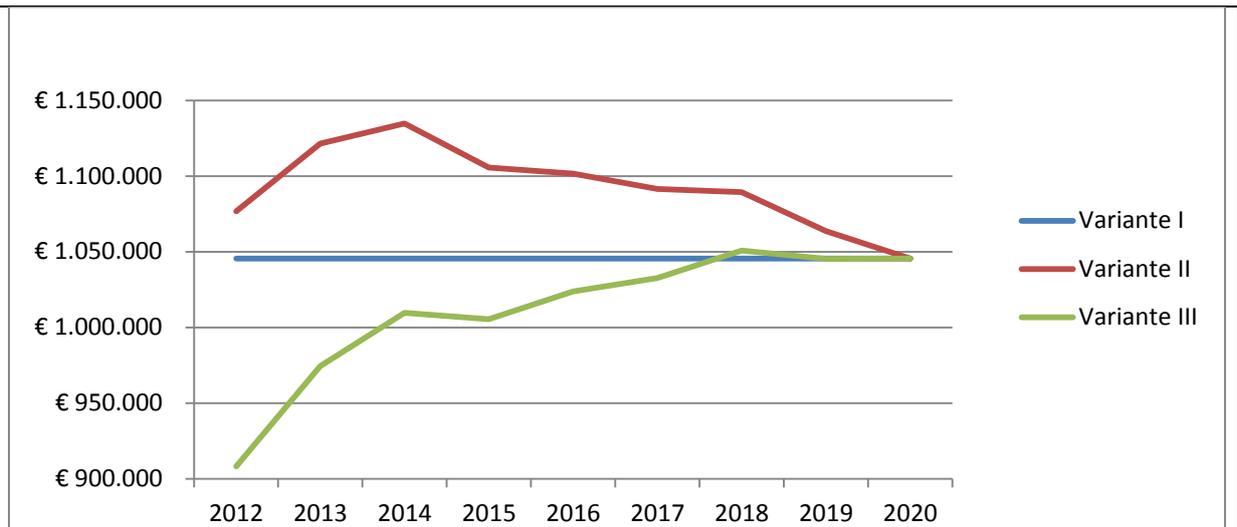
## 4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Berechnungen zum optimalen Ersatzzeitpunkt und zur Nutzungsdauer anhand der drei angewendeten Methoden dargestellt. Weiters wird auf die Ergebnisse der Risikoanalyse und der sprungfixen Kosten eingegangen. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden die Ergebnisse gerundet dargestellt und sind im Anhang in Tabelle 14 bis Tabelle 16 genau aufgelistet.

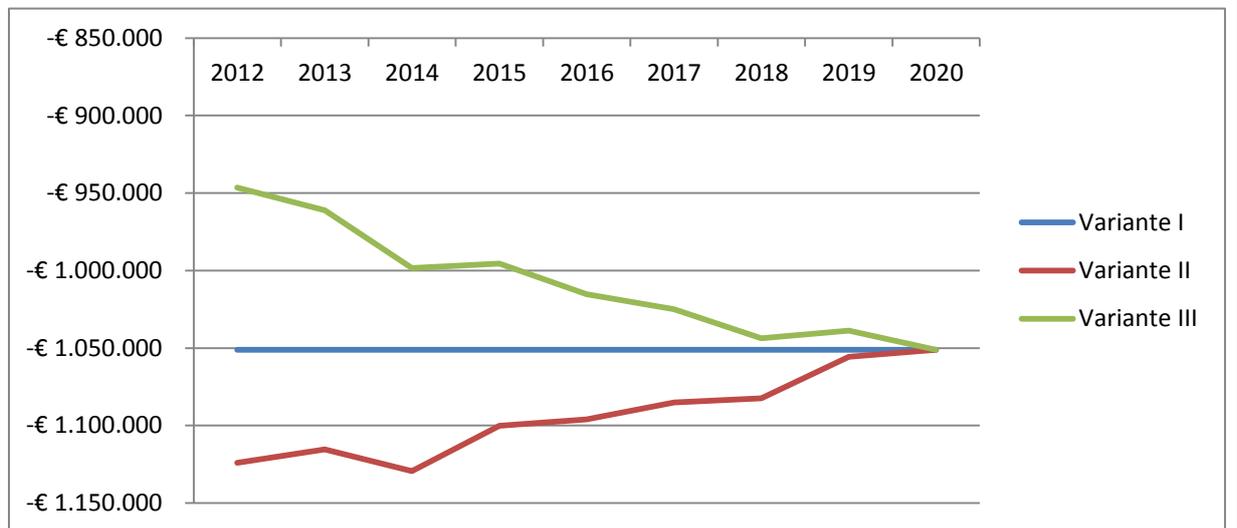
### 4.1 Optimaler Ersatzzeitpunkt

Die Ergebnisse des Kostenvergleichs und der Kapitalwertmethode (Abbildung 6) für die Vollernter der **RRG Hörsching** decken sich. Die geringsten Kosten von € 908.000 fallen dabei bei Fusionierung (Variante III) der Rodegemeinschaften nach der Erntesaison 2012 an. Der höchste Kapitalwert von - € 946.000 wird ebenfalls nach der Saison 2012 erreicht. Die höchsten Kosten (€ 1.135.000) und der niedrigste Kapitalwert (- € 1.130.000) entstehen bei Investition in Variante II nach der Saison 2014. Der hohe/niedrige Wert bei den Gesamtkosten und des Kapitalwertes bei 2013 und 2014 ist auf die hohen Instandhaltungskosten der vorhandenen Vollernter, die in dieser Zeit durch die hinausgeschobene Investition anfallen, zu erklären. Die Gesamtkosten (€ 1.046.000) und die Kapitalwerte (- € 1.051.000) im Jahr 2020 der Varianten II und III erreichen den gleichen Wert wie den der Variante I, da in diesem Fall bei allen drei Varianten die Ernte mit den vorhandenen Vollerntern durchgeführt wird. Somit ergibt sich für Variante II ein optimaler Ersatzzeitpunkt mit geringsten Kosten und höchstem Kapitalwert nach der Erntesaison 2020. Dies gilt auch für Variante I, da nach der Saison 2020 eine Investition in Ersatzvollernter auf Grund des Verschleißes und der alten Technik notwendig ist.

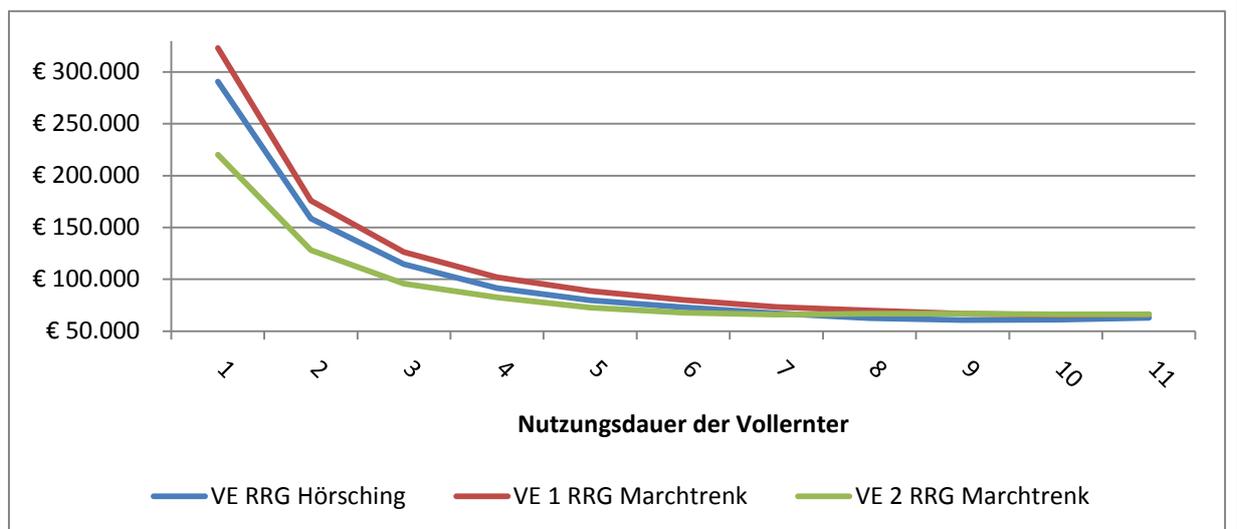
Wenn man von der unendlichen Investitionskette identischer Objekte ausgeht, wäre der optimale Ersatzzeitpunkt der beiden Vollernter bereits nach der Saison 2011 und neun Nutzungsjahren erreicht. Dies ist in Abbildung 6 im Verlauf der Durchschnittskosten ersichtlich. Der unterschiedliche Ersatzzeitpunkt ergibt sich aus den verschiedenen Betrachtungszeiträumen, zusätzlicher Kosten und eines anderen Berechnungsansatzes. Bei den Durchschnittskosten werden nur die bestehenden Maschinen und keine Folgeinvestition betrachtet und die Treibstoffkosten einbezogen. Bevor die Durchschnittskosten durch erhöhten Reparaturaufwand wieder steigen ist der Ersatzzeitpunkt erreicht.



**Gesamtkosten**



**Kapitalwerte**



**Durchschnittskostenverlauf**

Abbildung 6: Entwicklung ökonom. Kenngrößen der Zuckerrübenenernte (RRG Horsching)

Quelle: Darstellung nach eigenen Berechnungen

Für die beiden Vollernter der **RRG Marchtrenk** lässt sich bezüglich des Ersatzzeitpunktes die gleiche Aussage treffen wie für die der RRG Hörsching. Nach den Ergebnissen des Kostenvergleichs und der Kapitalwertmethode (Abbildung 7) ist der optimale Ersatzzeitpunkt nach der Saison 2012. Die geringsten Kosten von € 757.000 fallen wiederum (siehe vorher) bei Fusionierung (Variante III) der Rodegemeinschaften an. Der höchste Kapitalwert von - € 679.000 wird ebenfalls nach der Saison 2012 erreicht. Die höchsten Kosten von € 1.039.000 sind nach der Erntesaison 2014 bei Variante II zu verzeichnen. Der niedrigste Kapitalwert - € 950.000 entsteht bei Investition in Variante II nach der Saison 2012. Der höhere Wert bei den Gesamtkosten im Jahr 2014 ist wiederum auf die Reparaturkosten zurückzuführen. Der sprunghafte Anstieg von 2012 auf 2013 beim Kapitalwert bei Variante II ist vor allem auf die Liquidationserlöse und die anfallenden Reparaturkosten zu erklären. Die Gesamtkosten (€ 930.000) und die Kapitalwerte (- € 929.000) im Jahr 2020 der Varianten II und III erreichen wiederum den gleichen Wert wie die Variante I. Somit ergibt sich für Variante II ein optimaler Ersatzzeitpunkt mit geringsten Kosten und höchstem Kapitalwert nach der Erntesaison 2020. Dies gilt auch für Variante I, da nach der Saison 2020 eine Investition in Ersatzvollernter notwendig ist.

Der Verlauf der Durchschnittskosten in Abbildung 6 ergibt für den Vollernter 1 eine optimale Nutzungsdauer von 10 Jahren. Die minimalen Durchschnittskosten von € 65.700 werden dabei nach der Saison 2013 erreicht. Bei Vollernter 2 ist dies nach sieben Nutzungsjahren (Saison 2014) der Fall. Die Durchschnittskosten betragen € 65.900. Die Unterschiede in den Ergebnissen der optimalen Nutzungsdauer liegen in den unterschiedlichen Anschaffungskosten und in den Betriebskosten. Der unterschiedliche Ersatzzeitpunkt im Vergleich zu den Gesamtkosten und Kapitalwert erklärt sich wie oben bei den Ergebnissen der RRG Hörsching.

Berücksichtigt man - entgegen der Annahme - beim Kostenvergleich den **Restwert** von 40.000 € für die vorhandenen Vollernter, hätte dies lediglich in Bezug auf eine Ersatzinvestition in Variante II für die RRG Hörsching eine Auswirkung. Es wäre eine Ersatzinvestition in Variante II nach der Saison 2012 vorteilhaft, später nicht mehr. Bezieht man den Restwert in die Kapitalwertmethode ein hätte dies bei keiner Variante eine Auswirkung auf einen früheren oder späteren Ersatzzeitpunkt. Dies ist für beide Gemeinschaften gültig. Der Restwert fließt nicht in die Berechnungen der minimalen Durchschnittskosten ein, da man keine realistischen Zahlen für den tatsächlichen Restwert nach jeder einzelnen Periode hat. Aus Gründen der Einfachheit wird darauf verzichtet dies zu berechnen.

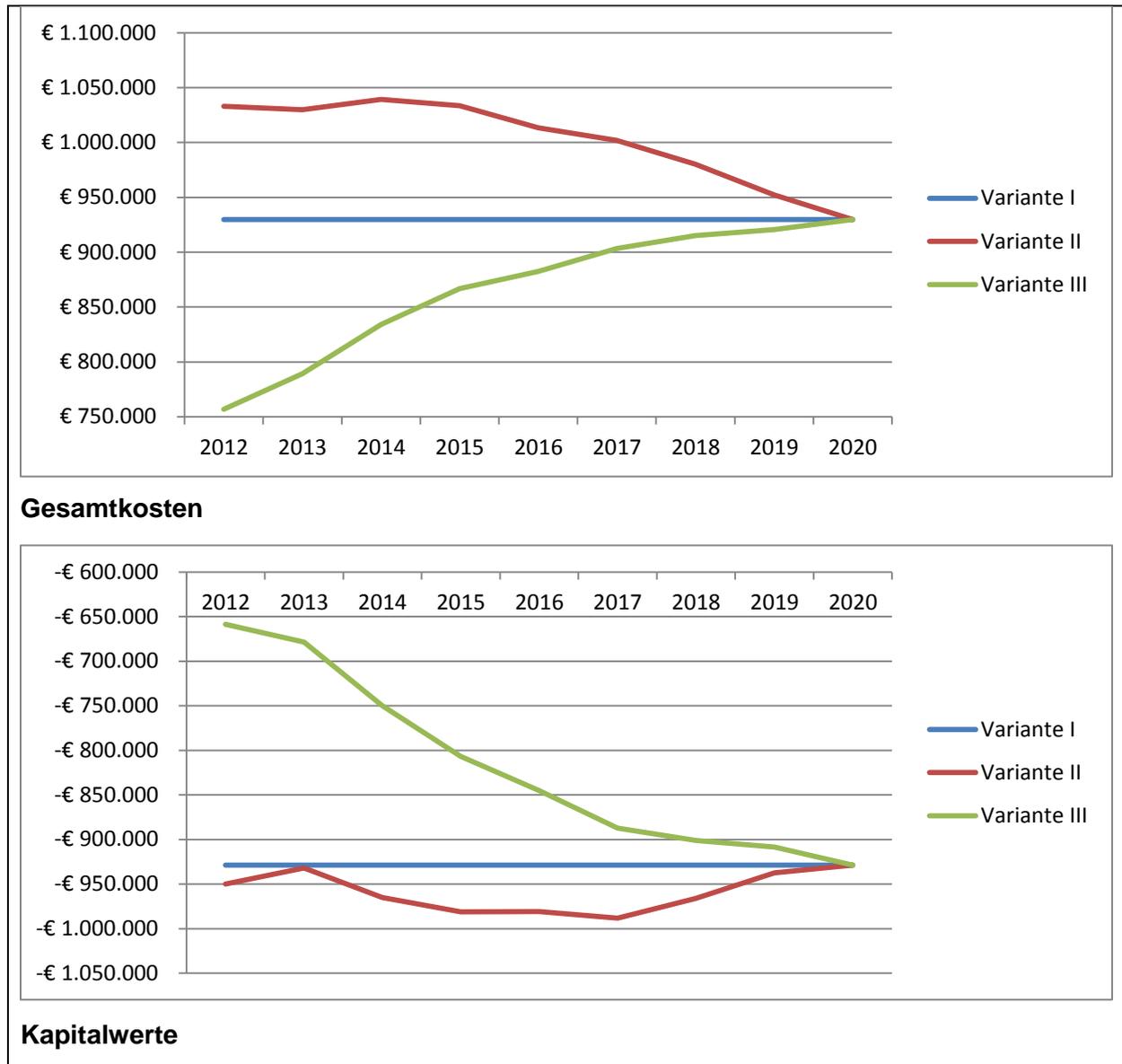


Abbildung 7: Entwicklung ökonom. Kenngrößen der Zuckerrübenernte (RRG Marchtrenk)

Quelle: Darstellung nach eigenen Berechnungen

In Tabelle 10 sind die Gesamtkosten und die Kapitalwerte der optimalen Ersatzzeitpunkte der jeweiligen Variante zusammengefasst. Die Abweichung zwischen den Gesamtkosten und den Kapitalwerten, abgesehen vom Vorzeichen, ergeben sich aus der Bewertung der Restwerte der vorhandenen, und der Ersatzvollernter, zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

**Tabelle 10: Gegenüberstellung der Kosten und Kapitalwerte und der optimalen Ersatzzeitpunkte**

	Kostenvergleich	Kapitalwert
<b>Variante I</b>		
Hörsching	2020   € 1.046.000	2020   - € 1.051.000
Marchtrenk	2020   € 930.000	2020   - € 929.000
<b>Variante II</b>		
Hörsching	2020   € 1.046.000	2020   - € 1.051.000
Marchtrenk	2020   € 930.000	2020   - € 929.000
<b>Variante III</b>		
Hörsching	2012   € 908.000	2012   - € 946.000
Marchtrenk	2012   € 757.000	2012   - € 679.000

Quelle: Eigene Darstellung

Ein veränderter Zinssatz hat auf den Ersatzzeitpunkt der Variante I, abgesehen von veränderten Werten der Kosten und des Kapitalwertes, keine Auswirkung. Ein niedrigerer Kalkulationszinssatz (< 2 %) würde sich nicht auf einen früheren Ersatzzeitpunkt bei Variante II (RRG Hörsching und Marchtrenk) auswirken. Die Abhängigkeit des Ersatzzeitpunktes für Vollernter bei Variante III von einem höheren Kalkulationszinssatz sind in Tabelle 11 ersichtlich. Ausgangssituation ist, dass bei einem kalkulatorischen Zinssatz von 2 % eine Fusion nach der Erntesaison 2012 stattfindet und ökonomisch sinnvoll ist. Durch einen höheren Zinssatz verschiebt sich die Vorteilhaftigkeit einer Fusion um die Anzahl, der in Tabelle 11 ersichtlichen, Saisonen nach hinten.

**Tabelle 11: Abhängigkeit des Ersatzzeitpunkts vom Kalkulationszinssatz bei Fusion**

Zinssatz	Kostenvergleich	Kapitalwert
Auswirkung auf Ersatzzeitpunkt/ (Fusion vorteilhaft 2012 bis):		
<b>3 %</b>	Hörsching: - 2 Saisonen (2017) Marchtrenk: keine	Hörsching: keine Marchtrenk: keine
<b>4 %</b>	Hörsching: - 5 Saisonen (2013) Ausnahme 2015 Marchtrenk: keine	Hörsching: -1 Saison (2017) (2019 – 2020) Marchtrenk: keine
<b>5 %</b>	Hörsching: - 6 Saisonen (2013) Marchtrenk: - 3 Saisonen (2016)	Hörsching: - 2 Saisonen 2014 u. 2018 (2013) Marchtrenk: keine
<b>6 %</b>	Hörsching: - 7 Saisonen (2012) Marchtrenk: - 4 Saisonen (2015)	Hörsching: - 5 Saisonen 2014 – 2018 (2013) Marchtrenk: keine

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung

Die Vorteilhaftigkeit einer Fusion besteht bis zu den jeweiligen Saisonen in Klammer bzw. hat ein höherer Zinssatz keine Auswirkung auf den optimalen Ersatzzeitpunkt. Der Unterschied in der Anzahl an Saisonen zwischen den Zinssätzen 4 und 5 % kommt daher, dass bis Ende Saison 2013 und in der Saison 2015 (Zinssatz 4 %) die Fusion vorteilhafter ist. Bei 5 % Zinsen ist der Vorteil einer Fusion bereits nach der Saison 2013 nicht mehr gegeben. In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass es nicht realistisch ist mit kalkulatorischen Zinsen von mehr als 3 % zu rechnen bzw. dass die Zinsen in absehbarer Zeit kein höheres Niveau annehmen werden. Die Zinssätze 4 bis 6 % sind rein zur Veranschaulichung aufgelistet.

In Abbildung 8 werden die Kosteneinsparungen und Mehrkosten der Investitionsalternativen miteinander verglichen. Die genauen Werte sind in Tabelle 17 (Anhang) ersichtlich. Bei Aufschub der Investition in zwei neue Vollernter können in der RRG Hörsching bis zu 19 €/ha/a und in der RRG Marchtrenk 27 €/ha/a eingespart werden. Bei Fusionierung der Rodegemeinschaften können in der RRG Hörsching Einsparungen bis zu 29 €/ha/a und in der RRG Marchtrenk bis zu 43 €/ha/a erreicht werden. Die Investition in drei Vollernter anstatt in vier bringt für die Mitglieder der RRG Hörsching eine Kostenersparnis um bis zu 35 €/ha/a. In der RRG Marchtrenk ist diese mit 69 €/ha/a fast doppelt so hoch.

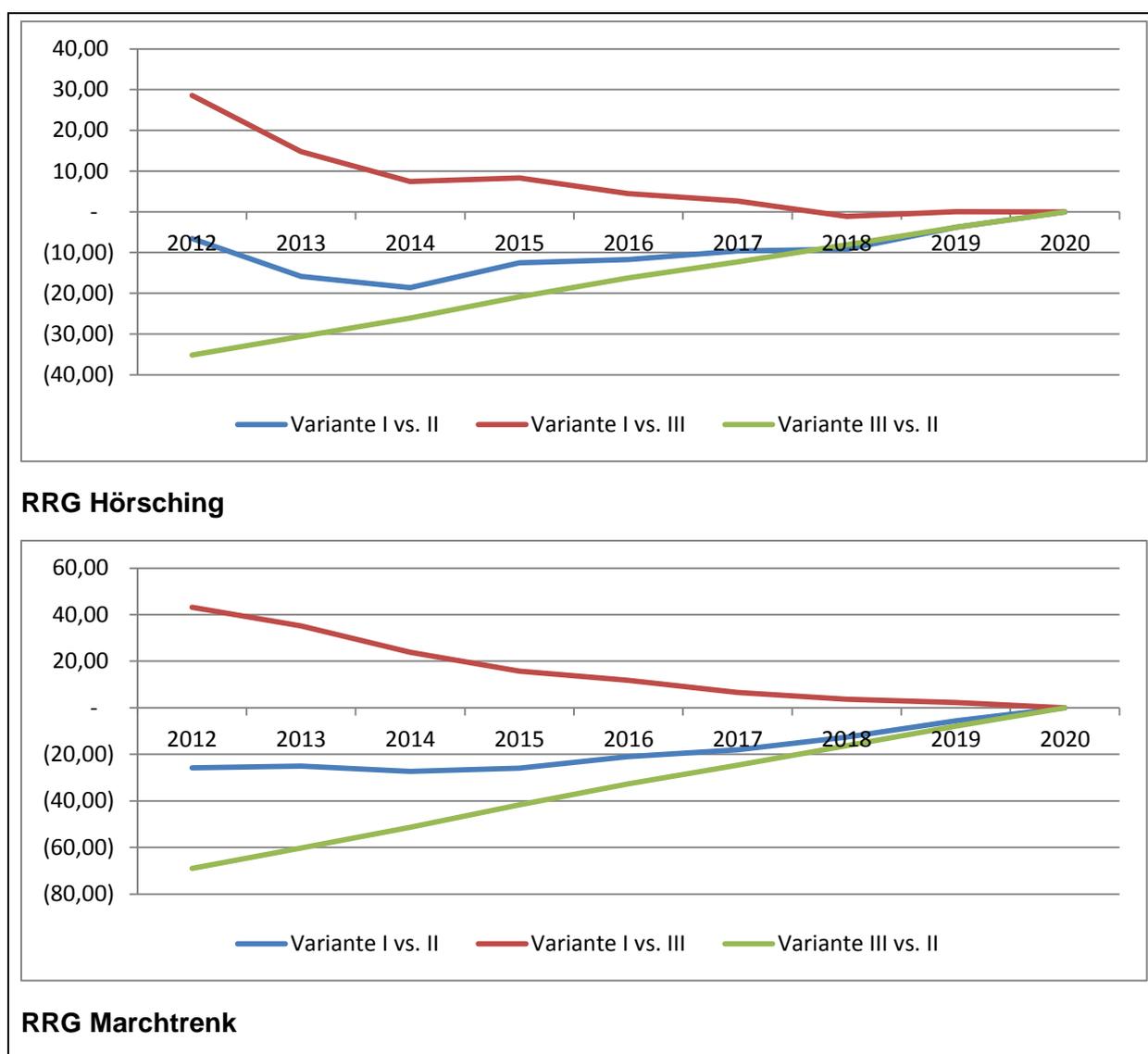


Abbildung 8: Kostenvergleich der Varianten in €/ha/a

Quelle: Eigene Darstellung

## 4.2 Optimale Betriebsgröße

### 4.2.1 Statische Berechnung

In Tabelle 12 sind die optimalen Betriebsgrößen der vier Varianten nach der statischen Betrachtung der begrenzenden Faktoren dargestellt. Geht man von der Richtfläche 1.100 ha aus, ist bei der statischen Betrachtung zu bemerken, dass der Zuckerrübenanbau ohne weiteres um 200 – 300 ha ausgeweitet werden könnte bzw. genügend freie Kapazitäten zur Verfügung stehen. Lediglich bei Variante III ohne Bodenrodung ist mit den 1.100 ha das Limit fast erreicht.

**Tabelle 12: Optimale Betriebsgröße pro Variante**

	Variante I	Variante II	Variante III	Variante III + Bodenrodung
<b>max. Fläche</b>	1315,8 ha	1351,7 ha	1123,8 ha	1413,9 ha
<b>max. Fläche/ Vollernter</b>	328,95 ha	337,93 ha	374,6 ha	471,3 ha

Quelle: Eigene Darstellung

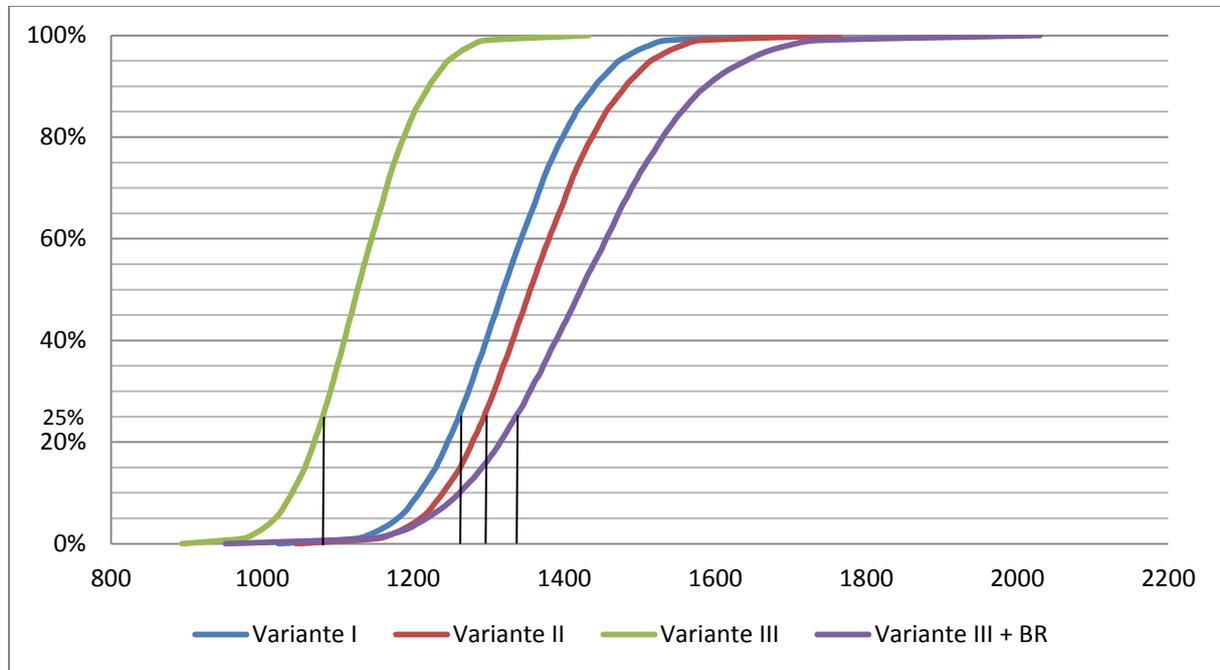
### 4.2.2 Dynamische Berechnung

Die Ergebnisse der optimalen Betriebsgröße wurden über die Monte Carlo-Simulation mit dem @Risk Excel Add-In ermittelt. Die Abbildung 9 zeigt die Wahrscheinlichkeitsverteilung der möglichen Ergebnisse der Erntesystem-Varianten.

Für risikoaverse Entscheidungsträger stellt die Variante III bei fünf Prozent Eintrittswahrscheinlichkeit mit 1.017 ha Erntefläche die geringste optimale Betriebsgröße dar. Bei der in Kapitel 1 definierten Eintrittswahrscheinlichkeit von max. 25 % für die Variante III ist die optimale Betriebsgröße bei 1.081 ha gegeben. Um die vorhandene Richtfläche von 1.100 ha mit der Variante III zu ernten, muss man mit der Wahrscheinlichkeit von 35 %, die Ernte bis zum festgelegten Zeitpunkt nicht abschließen zu können, rechnen. Wird die Variante III mit Bodenrodung gewählt, sinkt die Wahrscheinlichkeit, die Ernte der Richtfläche bis 20. November nicht abzuschließen, auf unter ein Prozent. Die Linie der Variante III + BR ist gegenüber der anderen Linien glatter, da hier mit 900 ha Erntefläche während der regulären Rodezeit (Montag bis Samstag) und der verfügbaren Rodetage ohne Wochenende und Feiertage gerechnet wird. Gegenüber den anderen drei Varianten bedeutet dies eine Entlastung von 200 ha wodurch die flachere Kurve zu Stande kommt.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit, die Ernte der derzeitigen Fläche mit der momentan zum Einsatz kommenden Variante I nicht zeitgerecht abzuschließen, liegt bei unter einem

Prozent. Geht man von 25 % und der Richtfläche aus, stehen bei Variante I noch 161 ha, bei Variante II 194 ha und bei Variante III mit Bodenrodung 236 ha als freie Kapazitäten zur Verfügung. In Tabelle 18 (siehe Anhang) sind die genauen Werte der Wahrscheinlichkeitsverteilungen ersichtlich. Ein Ergebnis einer @Risk-Iteration ist zur Veranschaulichung - in Abbildung 13 - dargestellt.

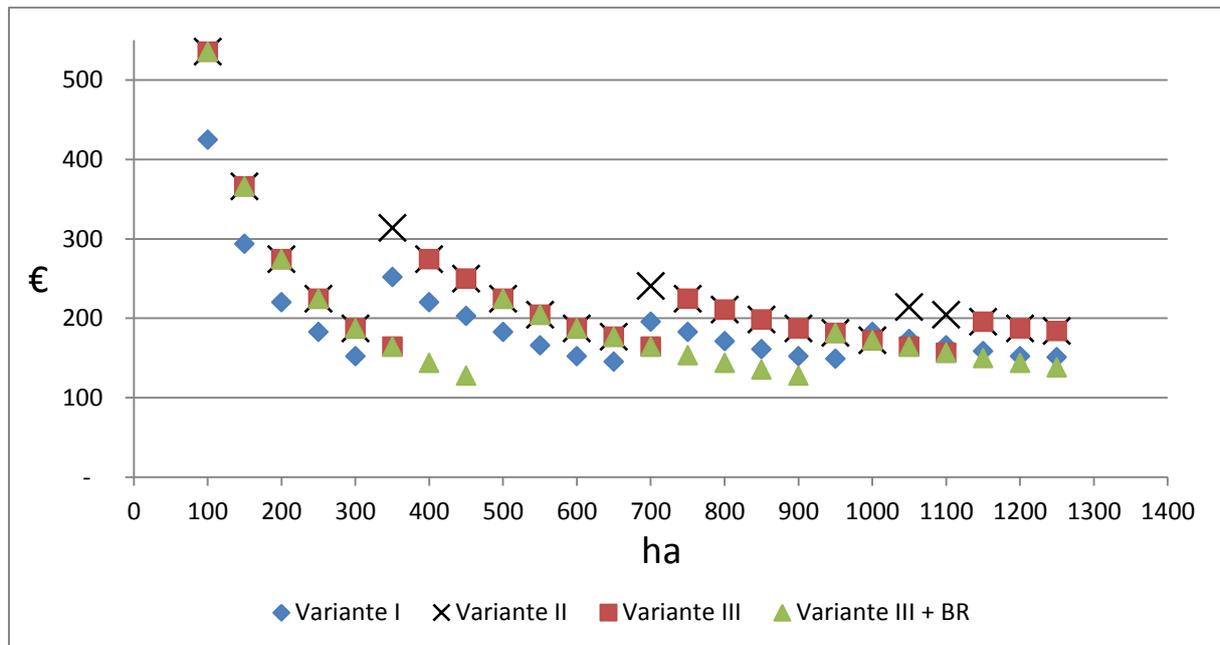


**Abbildung 9: Wahrscheinlichkeitsverteilung der optimalen Betriebsgröße**

Quelle: Darstellung nach @Risk- Ausgabedaten

### 4.3 Kapazitätsplanung und Kosten der Kapazitätsausweitung

In Abbildung 10 sind die Durchschnittskosten in Abhängigkeit zur Einsatzfläche ersichtlich. Betrachtet man den Verlauf der Punkte, weist Variante II mit den vier neuen Vollerntern die höchsten Durchschnittskosten/ha auf. Bei Variante III mit Bodenrodung fallen die geringsten Durchschnittskosten an. In Tabelle 20 (siehe Anhang) sind die genauen Werte der eingesetzten Vollernter dargestellt.



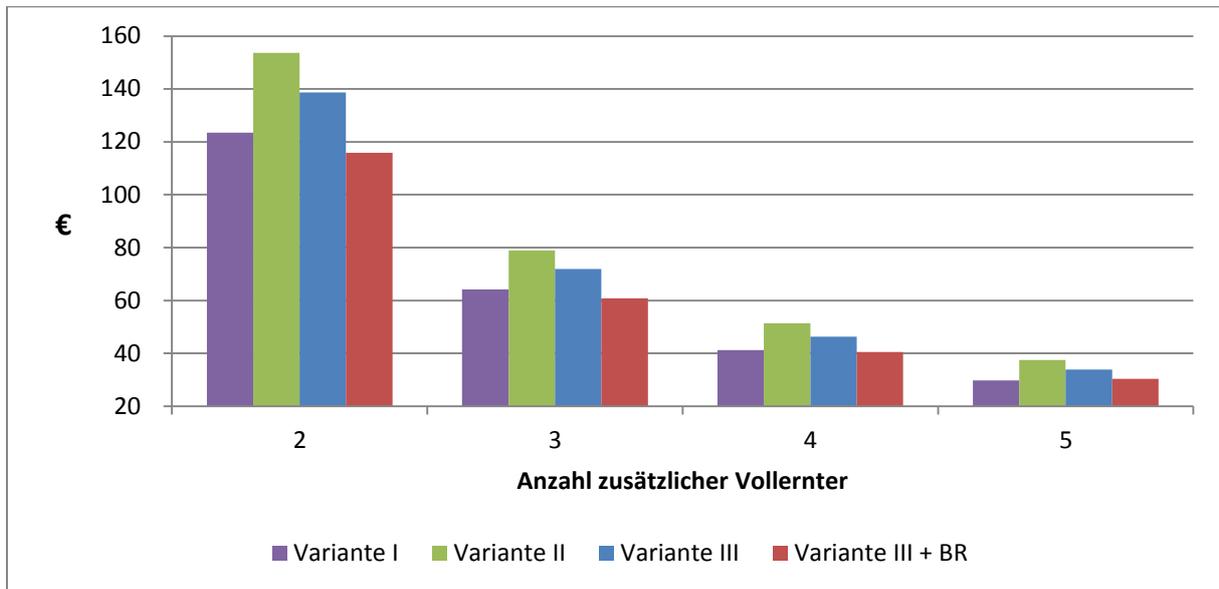
**Abbildung 10: Durchschnittskosten für Zuckerrübenvollernter/ha Erntefläche**

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung

Übersteigt die vorhandene Erntefläche die Kapazitäten eines oder mehrerer Vollernter, muss ein zusätzlicher Vollernter angeschafft werden. Die sprungfixen Kosten in Abbildung 11 geben dabei an, um wieviel teurer die Ernte eines zusätzlichen Hektars über der maximalen Auslastung eines Vollernters kommt. Entscheidend für die Sprungfixkosten sind die zusätzlich anfallenden Fix- und Instandhaltungskosten.

Die höchsten Sprungfixkosten von € 154 sind mit Variante II bei Anschaffung eines zweiten Vollernters zu verzeichnen. Der Kostensprung entsteht bei der Ausdehnung der Erntefläche von 338 ha auf 339 ha. Die niedrigsten Sprungfixkosten von € 30 sind bei der Ausweitung der Erntefläche von 1.885 ha auf 1.886 ha bei Variante III mit Bodenrodung ermittelt worden. Abbildung 12 zeigt die minimale und maximale Auslastung mit der jeweiligen Anzahl an eingesetzten Vollerntern und der durchschnittlichen Kosten (exkl. Fahrer- und Treibstoffkosten). Mit steigender Anzahl an Vollernter mit unterstellter Flächenverfügbarkeit ist eine Kostendegression bei minimaler Auslastung ersichtlich. In Tabelle 21 (Anhang) sind

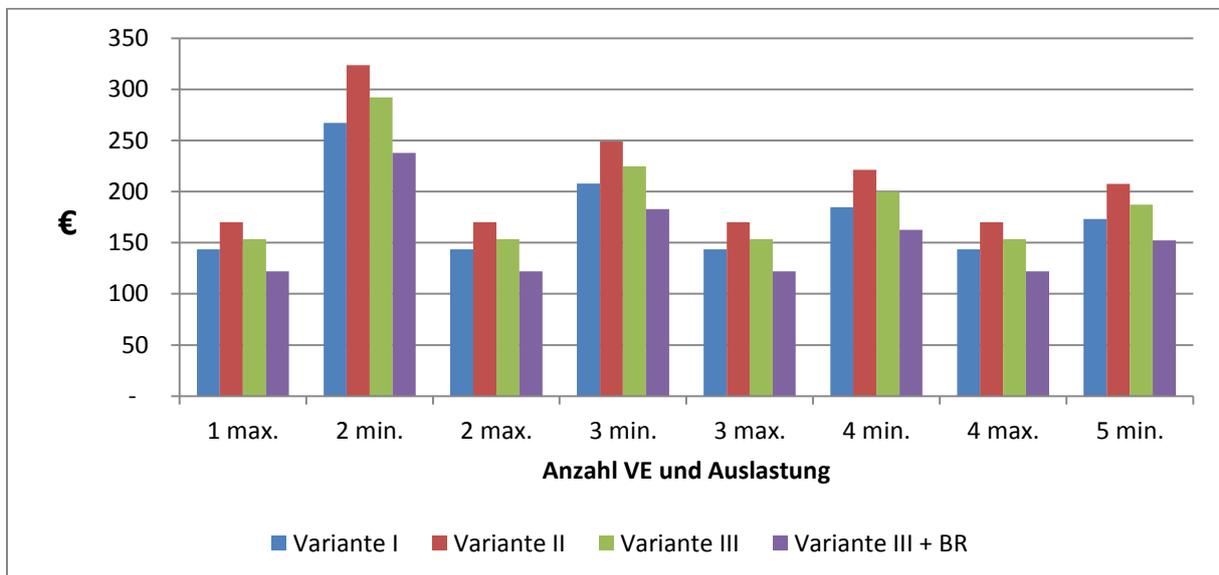
die genauen Werte der sprungfixen und Durchschnittskosten der Abbildung 11 und Abbildung 12 dargestellt.



**Abbildung 11: Sprungfixe Kosten eines zusätzlichen Vollernters**

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung

In Abbildung 12 sind die sprungfixen Kosten bei minimaler und maximaler Auslastung der Vollernter dargestellt.



**Abbildung 12: Darstellung des Kostenverlaufs bei steigender Anzahl an Vollernter und Auslastung**

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung

## 5 Diskussion

In diesem Kapitel sollen die angewandten Methoden und die Daten diskutiert werden. Die Daten zur Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes konnten durch die Zusammenarbeit mit den Maschinenringen Eferding und Wels erhoben werden. Durch die Aufzeichnungen der Rodegemeinschaften, die von den Maschinenringen durchgeführt werden, wurden die relevanten Kostenkomponenten herausgefiltert.

Die zukünftigen Instandhaltungskosten der (Ersatz-)Vollernter sind schwierig zu schätzen. In den Aufzeichnungen der Rodegemeinschaften werden die Instandhaltungskosten nicht für jede Maschine getrennt erfasst. Die Aufgliederung auf die beiden Vollernter der RRG Hörsching stellte auf Grund des gleichen Baujahres und Modells kein Problem dar. Für die Vollernter der RRG Marchtrenk war dies durch die unterschiedlichen Anschaffungs- und Baujahre der Vollernter und die Vornutzung des Vollernters 2 schwieriger. Hierzu musste zur Aufteilung der gesamten Instandhaltungskosten auf eigene Einschätzungen und auf jene von MR-Geschäftsführer Schürz zurückgegriffen werden. Alle anderen zukünftigen Kosten waren durch die Datensätze leicht einschätz- und kalkulierbar.

Die Rodegemeinschaften sind vorrangig daran interessiert, die Kosten für die definierten Investitionsvarianten zu erfahren. Darum sind für sie die Ergebnisse des Kostenvergleiches am aussagekräftigsten. Die Rentabilität und Kapitalrückgewinnung steht dabei, anders als bei Lohnunternehmen oder Landwirten die im alleinigen Besitz einer Maschine sind, im Hintergrund. Dies ist der Fall, da kein Mitglied der Rodegemeinschaft Kapital zur Investition vorschießen muss. Für die Zielgruppe der Lohnunternehmer und Landwirte, die an einer Information über die Reinvermögensvermehrung aus dem Investitionsprojekt interessiert sind, ist die Kapitalwertmethode die geeignetste Methode. Durch die Kombination des Kostenvergleichs und der Kapitalwertmethode konnten die Ergebnisse beidseitig abgesichert werden. In Bezug auf die Kapitalwertmethode ist es auf Grund der nicht vorhandenen Hektar- oder Stundensätze (Kapitel 3.2.3) in dieser Arbeit nicht möglich einen positiven Kapitalwert der Investitionsvarianten zu erreichen. Dadurch stellt nicht der, wie in der Literatur beschrieben, höchste positive Kapitalwert einer Investitionsalternative die optimale Lösung dar. Stattdessen wird der höchste negative Kapitalwert als Lösung herangezogen. Der positive Kapitalwert gibt an, welche Reinvermögensvermehrung aus der Investition zu erwarten ist (WÖHE und DÖRING, 2008, 538).

Da der Betrachtungszeitraum bis zum Ende der Rodesaison 2020 läuft, werden die Vollernter nach eigener Ansicht als Objekte in einer Kette endlicher, identischer Objekte eingestuft. Der Zuckerrübenanbau wird wahrscheinlich trotz des Wegfalles der Quotenregelung bestehen bleiben. Geht man davon aus, werden auch über das Jahr 2020 hinaus Zuckerrübenvollernter in den beiden Rodegemeinschaften eingesetzt. Durch diese

Betrachtungsweise können die Vollernter als Objekte in einer Kette unendlicher, identischer Objekte angesehen werden. Durch die Methode der minimalen Durchschnittskosten (Kapitel 3.2.3) wird ermittelt, ob die optimale Nutzungsdauer vom optimalen Ersatzzeitpunkt durch die unterschiedliche Betrachtungsweise abweicht. Welche Methode grundsätzlich zur Rentabilitätsberechnungen von Investitionen, abgesehen von dieser Arbeit, angewendet wird hängt vor allem von den Interessen des Betreibers ab.

Vergleicht man die Ergebnisse des Kostenvergleiches und der Kapitalwertmethode, kann man ein eindeutiges Resümee ziehen. Aus ökonomischer Sicht hätte die Fusionierung der beiden Rodegemeinschaften und Anschaffung von drei neuen Vollerntern vor der Rodesaison 2013 stattfinden müssen. Mit der Investition fallen pro Maschine um durchschnittlich 68 % höhere jährliche Abschreibungskosten als bei den vorhandenen Vollerntern an. Durch die Einsparung eines Vollernters und der geringeren Instandhaltungs- und Fahrerkosten sind die zu erwartenden Kosten trotzdem geringer.

Kann eine Fusionierung nicht realisiert werden, ist nach den Ergebnissen des Kostenvergleichs und der Kapitalwertmethode die Variante I für beide Rodegemeinschaften zu bevorzugen. Mit zunehmender Nutzung steigt das Reparatur- und Ausfallrisiko während der Rodesaison. Häufen sich die Reparaturarbeiten, könnten für die Mitglieder Nachteile hinsichtlich des optimalen Rodetermines entstehen bzw. die gewohnte Flexibilität eingeschränkt werden.

Die Investition in zwei neue Vollernter bzw. in Variante II ist erst nach der Erntesaison 2020 oder bei Totalausfällen der derzeit eingesetzten Vollernter eine Investitionsalternative. Könnte der Anschaffungswert der Ersatzvollernter durch Preisverhandlungen oder den Ankauf von Gebrauchtmaschinen deutlich reduziert werden, wäre die Variante II der Variante I vorzuziehen. Damit dies eintritt, müsste der Anschaffungswert für die Ersatzvollernter der RRG Hörsching um ca. 25 % geringer sein. Die Vollernter der RRG Marchtrenk müssten um ca. 30 % günstiger erhältlich sein. Eine solch beträchtliche Reduzierung des Anschaffungswertes wird man eher durch die Anschaffung eines gebrauchten Vollernters und nicht über Preisverhandlungen erzielen können. Falls man entgegen der Annahme keinen Restwert für die vorhandenen Vollernter zu erzielen doch einen realistischen Liquidationserlös von ca. 40.000 €/Vollernter lukrieren kann, wären dies ca. 9 % der Kosten für einen neuen Vollernter. Die Schwelle von 25 % bzw. 30 % kann auch dadurch nicht überschritten werden. In Kombination mit Rabatten, gebrauchten Vollerntern und Investitionsförderungen könnte diese Schwelle jedoch überschritten werden und die Variante II der Variante I vorteilhafter sein.

Bei der Anschaffung eines gebrauchten Vollernters steigen wiederum je nach Alter und Vornutzung das Ausfallrisiko und die Reparaturkosten an. Diese Aspekte gilt es bei der

Kaufentscheidung abzuwägen. Eine Veränderung des kalkulatorischen Zinssatzes hätte keine Auswirkungen auf die Ersatzentscheidung.

Betrachtet man das Modell der Kostenminimierung, wäre es sinnvoll gewesen, die Vollernter der RRG Hörsching bereits nach der Saison 2011 zu ersetzen. Die Nutzung des Vollernters 1 der RRG Marchtrenk sollte nach der Saison 2013 beendet werden. Die optimale Nutzungsdauer des Vollernters 2 ist mit Ende der Saison 2014 erreicht.

Die Ergebnisse der Berechnung des optimalen Ersatzzeitpunktes belegen, dass aus Kostengründen eine Fusionierung der beiden Rodegemeinschaften so schnell wie möglich stattfinden sollte. Falls dies nicht möglich sein sollte, ist es ebenfalls aus Kostengründen besser, mit den vorhandenen Vollerntern noch bis zur Saison 2020 zu arbeiten. Aus Gründen des steigenden Ausfallsrisikos und der Überalterung der Maschinen sollte trotzdem eine frühere Reinvestierung in Betracht gezogen werden.

Die optimale Betriebsgröße ist für jeden Landwirt, Lohnunternehmer und Geschäftsführer einer Gemeinschaft eine entscheidende Planungsgrundlage. Er muss darüber Bescheid wissen um die nötigen Investitionen durchzuführen. Zur Ermittlung müssen möglichst realistische Werte angenommen werden. In dieser Arbeit konnten die Flächenleistungen der bestehenden Vollernter aus den Aufzeichnungen der Rodegemeinschaften abgeleitet werden. Die Beurteilung und Einschätzung von leistungsbeeinflussenden Faktoren auf Grund nicht vorhandener Aufzeichnungen und Untersuchungen gestalteten sich schwierig. Es konnten keine auf das Gebiet RRG Hörsching und Marchtrenk übertragbare Informationen auf den Einfluss der Parameter Vollernterfahrer, die topographische Ausrichtung der Schläge und des Wegenetz zum Abtransport auf die Rodeleistung gefunden werden. Sie sind pauschal in der durchschnittlichen jährlichen Flächenleistung inbegriffen. Um Annahmen über die Höhe der Mehrleistung der neuen Vollernter und die Mehrleistung bei Bodenrodung treffen zu können, musste auf die Einschätzungen, Erfahrungen und Auswertungen des GF Ing. Schürz und des MR Agrarbetreuers Ing. Eisenhuber zurückgegriffen werden. Unter Umständen kann sicherlich eine höhere Mehrleistung (ha/h) durch neue Vollernter erreicht werden, als in dieser Arbeit angenommen. Um wieviel höher diese im Gebiet Hörsching und Marchtrenk tatsächlich sein könnte, konnte im Zuge der Erstellung dieser Arbeit nicht ermittelt werden.

Daten und Karten über verfügbare Feldarbeitstage liegen an den Instituten für Meteorologie und Landtechnik an der Universität für Bodenkultur auf. Diese beziehen sich jedoch rein auf die Grünlandwirtschaft zur Silage- und Heuwerbung und sind auf die Zuckerrübenerte eingeschränkt bzw. nicht übertragbar. Der Betrachtungszeitraum dieser Daten erstreckt sich

bis längstens Mitte September. Die selbst ausgewerteten Wetterdaten der ZAMG Station Hörsching bilden eine realistische Grundlage für die getroffenen Annahmen.

Die Fachliteratur beschäftigt sich, abgesehen von einigen Artikeln in Fachzeitschriften, wenig mit der aktuellen Zuckerrübenvollerntetechnik. Berechnungsansätze für Mindesteinsatzflächen zur Kostenkalkulation sind in der Literatur vorhanden. Deshalb wurde ein Modell zur Berechnung der optimalen Betriebsgröße, das auf die Rodegemeinschaften Hörsching und Marchtrenk angewandt werden kann selbst entwickelt.

Durch die Entwicklung eines eigenen Modells in Kombination mit der Monte Carlo-Simulation konnten die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die jeweiligen Ergebnisse ermittelt und dargestellt werden. Die Ergebnisse aus der Monte Carlo-Simulation sind sehr aussagekräftig und von hoher Relevanz. Je nach Variante und Risikobereitschaft können die Entscheidungsträger die optimale Betriebsgröße für die Rodegemeinschaften aus den Ergebnissen ablesen.

Die Ergebnisse der Monte Carlo-Simulation haben in Bezug auf die Varianten I und II die Erfahrungen der Praxis bestätigt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit, die Ernte von 1.100 ha nicht im definierten Zeitraum abschließen zu können, liegt bei Variante I bei ca. 0,5 % und bei Variante II bei ca. 0,2 %. Um die maximale Erntefläche in Bezug auf die definierten 25 % Eintrittswahrscheinlichkeit auszunutzen ist bei Variante I eine Ausdehnung der Rodefläche um 161 ha und bei Variante II um 194 ha möglich. Wie hoch eine mögliche Ausdehnung ausfallen wird, ist von Anbaupausen in Bezug auf Nematoden, Produktionsprogramme wie IP-Rübe, Aufhebung der Quotenregelung, den topographisch nicht zum Rübenanbau geeignete Schläge und andere abhängig. Eine Ausdehnung über die 25 % wird auf Grund der geringen Risikobereitschaft der Verantwortlichen unwahrscheinlich sein.

Betrachtet man die Ergebnisse in Bezug auf die Variante III, muss eine Fusionierung in Bezug auf das definierte maximale Risiko von 25 % (Kapitel 1) abgelehnt werden. Will man den ökonomischen Vorteil der Fusion trotzdem in Anspruch nehmen, muss entweder auf das höhere Risiko eingegangen oder das derzeitige Konzept der Rodetätigkeit abgeändert werden. Dies kann einerseits durch die Ausdehnung der Rodearbeiten in die Nacht und auf das Wochenende und andererseits durch längere Übernahmezeiten an den Stationen erfolgen. Die Kombination der Variante III mit Bodenrodung wird zukünftig zum Thema werden, da seitens der Agrana der Wunsch nach einer zusätzlichen Abreinigung der Rüben vor dem Transport in die Zuckerfabrik immer lauter wird (SCHÜRZ, 2013).

Die Ergebnisse der Monte Carlo-Simulation können in Bezug auf freie Kapazitäten zu einem wichtigen Entscheidungskriterium werden. Dies ist in Hinblick auf die Möglichkeit der Ausweitung der Erntefläche bei zunehmendem Industrierübenanbau oder nach der

Abschaffung der Quotenregelung 2016 und der Eingliederung von Betrieben oder kleineren Gemeinschaften in die RRG interessant.

Die statischen Ergebnisse der optimalen Betriebsgröße liefern in dieser Arbeit die Grenzen des max. Produktionsumfangs zur Ermittlung der sprungfixen Kosten. Grundsätzlich ist es schwierig welche Werte dafür herangezogen werden. Diese könnten auch von Parametern eines Best- oder Worst-Case-Szenarios stammen. Sollte die maximale Einsatzfläche einer Maschine genau um ein Hektar überschritten werden, wird sich der Lohnunternehmer, Landwirt, Betriebsleiter etc. zuerst Alternativen überlegen um die Investition zu vermeiden. Möglich wäre z.B. die Zusammenarbeit mit einem anderen Lohnunternehmer, Landwirt, Gemeinschaften, die Arbeitszeit pro Tag zu erhöhen, der Verzicht auf das zusätzliche Hektar etc. sein bevor ein zusätzlicher Vollernter angeschafft wird. Vor allem, wenn die Überschreitung nur in einem Jahr stattfindet und nicht dauerhaft ist, wäre dies ratsam. Da es schwierig ist die Grenze zur maximalen Einsatzfläche zu ziehen bzw. sie durch Berechnungen mit praxisnahen Werten zu ermitteln, sind die sprungfixen Kosten ein theoretischer Wert.

Wird die maximale Erntefläche trotzdem überschritten und können keine Alternativen gefunden werden, würde über die unterstellte Nutzungsdauer von zehn Jahren und den max. Produktionsumfang – ausgehend von der statischen Berechnung - die Anschaffung eines zusätzlichen Vollernters rentieren. Dies trifft für alle vier Varianten zu. Zu begründen ist dies damit, dass den sprungfixen Kosten von max. 184,8 €/ha brutto (154 €/ha netto) ein Erlösentgang von ca. 3.300 €/ha brutto Quotenrübe ( $\varnothing$  73,74 t/ha; Preis Ende November 45 €/t brutto; Stand: 2013) gegenüberstehen würde. Am Beispiel der Rodegemeinschaften würde dies für 3 auf 4 oder 4 auf 5 Vollerntern bedeuten, dass die sprungfixen Kosten von 36 bis 55,2 €/ha brutto (30 bis 46 €/ha netto) den Deckungsbeitrag von 1.583 €/ha brutto um den Bruttobetrag der sprungfixen Kosten reduziert (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT, 2014). Dies ist nicht wünschenswert, sollte jedoch für die Landwirte in der Rodegemeinschaft nicht zu einer Existenzbedrohung führen.

## 6 Literaturverzeichnis

- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, U. U. W. (2012): Agrarstrukturhebung: Tendenz zu größeren und weniger Betrieben. <http://www.lebensministerium.at/land/produktion-maerkte/agrarstrukturhebung.html> (25.11.2013). Wien.
- BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT (2014): Projekt Internetdeckungsbeiträge. Deckungsbeitrag Zuckerrübe. <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/idb/zuckerrueben.html> (01.06.2014). Wien
- BÄCK, M. (2013): Schriftverkehr und Besprechungen mit DI Martin Bäck, GF OÖ Rübenbauerngenossenschaft (Jänner - Juni).
- EISENHUBER, J. (2013): mündliche Mitteilung Ing. Johannes Eisenhuber (Agrarbetreuer MR St. Marien und Umgebung) Mai.
- GÖTZE, U. (2008): Investitionsrechnung. 6., durchges. und aktualisierte Aufl., Berlin [u.a.]: Springer.
- HOLMER (2004): Prospekt - Holmer Terra Dos. [http://www.holmer-maschinenbau.de/fileadmin/user\\_upload/produkte/terra-dos\\_t2/prospekte/DOS\\_Deutsch.pdf](http://www.holmer-maschinenbau.de/fileadmin/user_upload/produkte/terra-dos_t2/prospekte/DOS_Deutsch.pdf) (29.11.2013).
- HOLMER (2013a): mündliche Mitteilung Herr Hochmayr, Mitarbeiter technische Auskunft (04.06.2013). Holmer Maschinenbau GmbH.
- HOLMER (2013b): Prospekt- Terra Dos T3. [http://www.holmer-maschinenbau.de/fileadmin/user\\_upload/produkte/terra-dos\\_t3/prospekte/Terra\\_DosT3.pdf](http://www.holmer-maschinenbau.de/fileadmin/user_upload/produkte/terra-dos_t3/prospekte/Terra_DosT3.pdf) (29.11.2013).
- HUITH, M. (1996): Betriebsmanagement für Landwirte. München: BLV-Verl.-Ges.
- JUNGMEIER, G. (2013): mündliche Mitteilung Gerald Jungmeier (Fa. Holmer Vertrieb Österreich) April - Mai.
- KEMPL, F. (2013): Datenbekanntgabe durch Herrn DI Friedrich Kempl, Zuckerforschung AGRANA Zucker GmbH (11.01.2013).
- KLODT, H.; SCHÄFER, A. (2013): Technischer Fortschritt. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54612/technischer-fortschritt-v8.html> (19.07.2013).
- KOESTER, U. (2001): Technischer Fortschritt und Agrarpreise. [http://www.agric-econ.uni-kiel.de/Abteilungen/marktlehre/courses/Wintersemester/Agrarpreisbildung\\_auf\\_EU-Maerkten/Mat/WS01\\_02/4\\_2\(Kap8\).pdf](http://www.agric-econ.uni-kiel.de/Abteilungen/marktlehre/courses/Wintersemester/Agrarpreisbildung_auf_EU-Maerkten/Mat/WS01_02/4_2(Kap8).pdf) (19.07.2013).
- KRUSCHWITZ, L. (2003): Investitionsrechnung. 9., neu bearb. Aufl., München ; Wien: Oldenbourg.
- KTBL (2012): Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/13 - Datensammlung. 23. Auflage, Darmstadt: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverl.
- KWS (o.J.): Ergebnisse Erntezeitversuche in Einbeck und Seligenstadt 2010/11 - Mitteilung durch Herrn DI Michael Jungmeier (Beratungsstellenleiter Zuckerrübe Österreich). KWS Saat AG.
- MUßHOFF, O.; HIRSCHAUER, N. (2011): Modernes Agrarmanagement. 2., überarb. u. erw. Aufl., München: Vahlen.

- ODENING, M.; BOKELMANN, W. (2001): Agrarmanagement. 2. Aufl., Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.
- PALISADE (2013a): Monte Carlo-Simulation. [http://www.palisade.com/risk/de/monte\\_carlo\\_simulation.asp](http://www.palisade.com/risk/de/monte_carlo_simulation.asp) (14.06.2013).
- PALISADE (2013b): Risikoanalyse. <http://www.palisade.com/risk/de/risikoanalyse.asp> (14.06.2013).
- PFADLER, W.; RIEMANN, A. (1987): Existenz sichern durch überbetrieblichen Maschineneinsatz. Bonn: AID.
- REIMERS, T. (1996): Ein Beitrag zur Investitionsrechnung für Landmaschinen. Kiel: Wiss.-Verl. Vauk.
- ROPA (2013): Prospekt - Ropa Panther. [http://www.ropa-maschinenbau.de/sites/default/files/documents\\_down/brochures/Panther/ROPA%20Panther%20Prospekt%20P700001D.pdf](http://www.ropa-maschinenbau.de/sites/default/files/documents_down/brochures/Panther/ROPA%20Panther%20Prospekt%20P700001D.pdf) (03.12.2013).
- RRG, H. (2013): Datenaufzeichnung über Kosten und Rodeleistungen im Zeitraum 2003 - 2012 der RRG Hörsching. MR Eferding.
- RRG, M. (2013): Datenaufzeichnung über Kosten und Rodeleistungen im Zeitraum 2004 - 2011 der RRG Marchtrenk. MR Wels.
- SCHNEEBERGER, W. (2011): Betriebswirtschaftslehre für Agrarökonomen. Wien: Facultas.WUV.
- SCHULZ, M. (1999): Mechanisierungsvarianten aus der Sicht eines MR-Obmannes und Bauern. In: Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (Hrsg.): Kosteneinsparung bei Mechanisierung und Stallbau: Tagungsband anlässlich des ÖKL-Kolloquiums im November 1998. Landtechnische Schriftenreihe ; 216. Wien, Österr. Kuratorium für Landtechnik u. Landentwicklung (ÖKL). 37 - 42.
- SCHÜRZ, T. (2013): Schriftverkehr und Besprechungen mit Ing. Thomas Schürz, GF MR Eferding u. Organisation RRG Hörsching (Jänner - Juni).
- STEINHAUSER, H. (1989): Allgemeiner Teil Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. 4., durchges. Aufl., Stuttgart: Ulmer.
- STEVEN, M. (2013): Optimale Betriebsgröße. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/2619/betriebsgroesse-v6.html> (05.12.2013).
- TAGUNG LANDTECHNIK IN DEN ACKERBAUGEBIETEN IN UNGARN, S. U. Ö. E. (2001): Landtechnik in den Ackerbaugebieten in Ungarn, Slowakei und Österreich. Wieselburg: Bundesanstalt für Landtechnik (BLT).
- WKÖ (2013): Wirtschaftslage und Prognose. <http://wko.at/statistik/prognose/prognose.pdf> (01.06.2013).
- WÖHE, G.; DÖRING, U. (2008): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 23., vollst. neu bearb. Aufl., München: Vahlen.
- ZAMG (2013): Niederschlagsdaten ZAMG Station Hörsching 1995 - 2012, übermittelt durch Herrn Mag. Dr. Herbert Formayer, Institut für Meteorologie und Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit an der Universität für Bodenkultur Wien (11.03.2013).
- ZEHETNER, H. (2013): Mitteilung durch Herrn Zehetner, Mitglied der Rodegemeinschaft Marchtrenk und Vollernterfahrer (Dezember).

## 7 Anhang

Tabelle 13: Anteil der Instandhaltungskosten am Anschaffungswert

ND (in Jahren)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anteil an AW (in %)	0	1,55	1,20	0,31	2,86	4,60	2,20	1,89	5,65	10,32

Quelle: Eigene Darstellung

### 7.1 Optimaler Ersatzzeitpunkt

Tabelle 14: Gesamtkosten (in €) für die Rodegemeinschaften je nach Investitionszeitpunkt

Invest. ZP	Hörsching			Marchtrenk		
	Variante I	Variante II	Variante III	Variante I	Variante II	Variante III
2012	1.045.506	1.076.862	908.254	929.753	1.032.888	756.878
2013	1.045.506	1.121.498	974.543	929.753	1.029.912	789.189
2014	1.045.506	1.134.824	1.009.770	929.753	1.039.293	834.066
2015	1.045.506	1.105.673	1.005.401	929.753	1.033.630	866.882
2016	1.045.506	1.101.744	1.023.866	929.753	1.013.447	882.612
2017	1.045.506	1.091.535	1.032.690	929.753	1.001.988	903.472
2018	1.045.506	1.089.508	1.050.737	929.753	980.176	915.031
2019	1.045.506	1.063.715	1.045.364	929.753	952.151	920.692
2020	1.045.506	1.045.506	1.045.506	929.753	929.753	929.753

Quelle: Darstellung nach eigenen Berechnungen

Tabelle 15: Kapitalwerte (in €) der Investitionsvarianten je nach Investitionszeitpunkt

Invest. ZP	Hörsching			Marchtrenk		
	Variante I	Variante II	Variante III	Variante I	Variante II	Variante III
2012	- 1.051.075	- 1.123.921	- 946.410	- 928.867	- 949.900	- 658.628
2013	- 1.051.075	- 1.115.456	- 961.161	- 928.867	- 931.906	- 678.601
2014	- 1.051.075	- 1.129.280	- 998.419	- 928.867	- 965.103	- 749.921
2015	- 1.051.075	- 1.100.177	- 995.599	- 928.867	- 981.123	- 806.996
2016	- 1.051.075	- 1.095.951	- 1.015.242	- 928.867	- 980.945	- 845.256
2017	- 1.051.075	- 1.085.181	- 1.024.947	- 928.867	- 988.104	- 887.210
2018	- 1.051.075	- 1.082.386	- 1.043.642	- 928.867	- 966.056	- 900.959
2019	- 1.051.075	- 1.055.662	- 1.038.727	- 928.867	- 937.442	- 908.410
2020	- 1.051.075	- 1.051.075	- 1.051.075	- 928.867	- 928.867	- 928.867

Quelle: Darstellung nach eigenen Berechnungen

Tabelle 16: Durchschnittskosten (in €) der Vollernter im Laufe ihrer Nutzung

<i>ND (in Jahren)</i>	<i>Hörsching</i>	<i>VE 1 Marchtrenk</i>	<i>VE 2 Marchtrenk</i>
1	290.820	323.046	220.133
2	158.718	176.001	128.257
3	114.618	126.177	95.830
4	91.461	102.038	82.615
5	79.792	88.644	72.755
6	72.966	80.012	67.786
7	67.167	73.282	65.888
8	62.702	70.031	66.852
9	60.841	66.975	66.828
10	61.044	65.650	66.119
11	62.755	66.251	66.358
12	63.551	66.188	65.995
13	63.651	65.622	66.366
14	64.461	65.759	67.971
15	64.676	65.442	69.636
16	65.485	64.021	71.346
17	65.778	63.955	73.091
18	66.112	66.123	74.863
19	67.151	68.261	76.654
20	68.256	70.371	78.459

Quelle: Darstellung nach eigenen Berechnungen

Tabelle 17: Mehrkosten bzw. Kostenersparnis (€/ha/a) der Investitionsvarianten im Vergleich

<i>Invest. ZP</i>	<i>Variante I vs. II</i>		<i>Variante I vs. III</i>		<i>Variante III vs. II</i>	
	<i>Hörsching</i>	<i>Marchtrenk</i>	<i>Hörsching</i>	<i>Marchtrenk</i>	<i>Hörsching</i>	<i>Marchtrenk</i>
2012	- 6,53	- 25,78	28,59	43,22	- 35,13	- 69,00
2013	- 15,83	- 25,04	14,78	35,14	- 30,62	- 60,18
2014	- 18,61	- 27,38	7,44	23,92	- 26,05	- 51,31
2015	- 12,53	- 25,97	8,36	15,72	- 20,89	- 41,69
2016	- 11,72	- 20,92	4,51	11,79	- 16,22	- 32,71
2017	- 9,59	- 18,06	2,67	6,57	- 12,26	- 24,63
2018	- 9,17	- 12,61	- 1,09	3,68	- 8,08	- 16,29
2019	- 3,79	- 5,60	0,03	2,27	- 3,82	- 7,86
2020	-	-	-	-	-	-

Quelle: Darstellung nach eigenen Berechnungen

## 7.2 Optimale Betriebsgröße

Tabelle 18: Auszug aus den Werten der Wahrscheinlichkeitsverteilung

<i>Risiko</i>	<i>Variante I</i>	<i>Variante II</i>	<i>Variante III</i>	<i>Variante III+BR</i>
			<i>in ha</i>	
0%	1.022	1.045	894	952
5%	1.180	1.210	1.017	1.218
10%	1.208	1.240	1.040	1.261
15%	1.230	1.262	1.057	1.291
20%	1.246	1.279	1.069	1.316
25%	1.261	1.294	1.081	1.336
30%	1.273	1.307	1.091	1.355
35%	1.285	1.319	1.100	1.372
40%	1.297	1.332	1.109	1.389
45%	1.308	1.344	1.118	1.406
50%	1.319	1.355	1.126	1.422
55%	1.331	1.367	1.135	1.439
60%	1.343	1.380	1.145	1.456
65%	1.356	1.393	1.155	1.472
70%	1.368	1.406	1.165	1.489
75%	1.382	1.420	1.175	1.509
80%	1.398	1.437	1.188	1.531
85%	1.416	1.456	1.202	1.556
90%	1.441	1.481	1.221	1.588
95%	1.473	1.515	1.246	1.641
100%	1.713	1.764	1.433	2.030

Quelle: Darstellung nach den Ergebnissen der Monte Carlo-Simulation

Tabelle 19: Mögliche Werte zur Durchführung einer @Risk-Iteration

<b>Parameter</b>		<b>Gebiet RRG Hörsching u. Marchtrenk</b>
Richtfläche	ha	1.083,33
Ertrag	t/ha	73,74
Übernahmemenge	t	79.885
Leistung	ha/h	0,824
Rodetage 20.Okt-20. Nov. [ohne WE+ Feiertag]	Tage	22,69
Rodetage 20.Okt-20. Nov. [inkl. WE+ Feiertag]	Tage	30,21
Abw. Ø Ertrag vor 20. Okt.	%	- 5,27%
Abw. Ø Ertrag nach 20. Okt.	%	+ 6,48%

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten einer @Risk-Iteration

			Variante I	Variante II	Variante III	Variante III + BR	
bis 20. Okt.	ha/ Tag	ha	37,37	39,03	29,28	29,28	
	ha/ VE	ha	9,34	9,76	9,76	9,76	
	RoTa/Wo	max	2,70	2,58	3,44	3,44	
	Σ theor. möglich	ha	719,33	719,33	719,33	719,33	
	Anteil an Richtfläche	%	65%	65%	65%	65%	
	Σ max. möglich	ha	440	440	440	440	
	Anteil an Richtfläche	%	40%	40%	40%	40%	
20. Okt bis 20. Nov	Restfläche	ha	660	660	660	660	
	Möglich (o.BR)	ha	881	917	688	688	
	ha/Tag	ha	38,82	40,41	30,31	30,31	
	ha/ VE	ha	9,71	10,10	10,10	10,10	
	RoTa bis Ende	Tage	17,00	16,33	21,78	21,78	
	Diff. Verfüg.-Nötig		5,69	6,36	0,91	0,91	
	inkl. We/Feiertag	max	13,21	13,87	8,43	8,43	
	Übernahmestation bis 20. Nov						
	Anlieferung/ Tag	to	3.048	3.173	2.379	2.379	
	Anlieferung Gesamt	to	51.821	51.821	51.821	51.821	
	Abtransport	to	31.200	31.200	31.200	31.200	
	verbl. Lagerkapazität	to	19.379	19.379	19.379	19.379	
Σ Fläche max.	ha	1321,0	1356,9	1127,7	1422,2		
Fläche BR möglich		0	0	0	294,47		
Freie Kapaz.	ha	237,6	273,6	44,4	338,8		

Abbildung 13: Berechnungsergebnisse optimale Betriebsgröße einer @Risk-Iteration

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung in Excel

### 7.3 Kapazitätsplanung und Kosten der Kapazitätsausweitung

Tabelle 20: Überblick über die Durchschnittskosten der Vollernter

<b>Ø - Vollernterkosten €/ha</b> (exkl. Fahrer- und Treibstoffkosten)								
<i>ha</i>	<i>VE Stk.</i>	<i>Variante I</i>	<i>VE Stk.</i>	<i>Variante II</i>	<i>VE Stk.</i>	<i>Variante III</i>	<i>VE Stk.</i>	<i>Variante III + BR</i>
100	1	425	1	536	1	536	1	536
150	1	294	1	366	1	366	1	366
200	1	220	1	274	1	274	1	274
250	1	183	1	225	1	225	1	225
300	1	152	1	187	1	187	1	187
350	2	252	2	314	1	164	1	164
400	2	220	2	274	2	274	1	144
450	2	203	2	250	2	250	1	128
500	2	183	2	225	2	225	2	225
550	2	166	2	204	2	204	2	204
600	2	152	2	187	2	187	2	187
650	2	145	2	177	2	177	2	177
700	3	196	3	241	2	164	2	164
750	3	183	3	225	3	225	2	153
800	3	171	3	211	3	211	2	144
850	3	161	3	198	3	198	2	135
900	3	152	3	187	3	187	2	128
950	3	149	3	182	3	182	3	182
1000	4	183	3	172	3	172	3	172
1050	4	174	4	214	3	164	3	164
1100	4	166	4	204	3	157	3	157
1150	4	159	4	195	4	195	3	150
1200	4	152	4	187	4	187	3	144
1250	4	151	4	184	4	184	3	138

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung

Tabelle 21: Durchschnitts- und Sprungfixkosten für Vollernter

<b>Ø - Vollernterkosten in €/ha</b> (exkl. Fahrer- und Treibstoffkosten)								
<b>VE Stk.</b>	<b>ha</b>	<b>Variante I</b>	<b>ha</b>	<b>Variante II</b>	<b>ha</b>	<b>Variante III</b>	<b>ha</b>	<b>Variante III + BR</b>
<b>1</b>	100	425	100	536	100	536	100	536
<b>1 max.</b>	329	144	338	170	375	153	471	122
<b>2 min.</b>	330	267	339	324	376	292	472	238
<b>2 max.</b>	658	144	676	170	749	153	943	122
<b>3 min.</b>	659	208	677	249	750	225	944	183
<b>3 max.</b>	987	144	1014	170	1124	153	1414	122
<b>4 min.</b>	988	185	1015	221	1125	200	1415	162
<b>4 max.</b>	1316	144	1352	170	1498	153	1885	122
<b>5 min.</b>	1317	173	1353	208	1499	187	1886	152
<b>sprungfixe Kosten €/ha</b>								
<b>2</b>	329	123	339	154	376	139	472	116
<b>3</b>	659	64	677	79	750	72	944	61
<b>4</b>	988	41	1015	51	1125	46	1415	41
<b>5</b>	1317	30	1353	38	1499	34	1886	30

Quelle: Darstellung nach eigener Berechnung