

## **Kosten- und Risikoanalyse der Bewirtschaftung eines Lichtackerackers als Produktionsintegrierte Kompensation**

Wie verhalten sich Kosten und Risiken bei drei verschiedenen  
Finanzierungsmodellen der Produktionsintegrierten Kompensation bei der  
Bewirtschaftung eines Lichtackers?

**Autoren (Matr.-Nr.):** Anna Heide Edner (156026), Felix Nöbler (155114)

**E-Mail:** anna.heide.edner@gmail.com, s-fenoes@uni-greifswald.de

**Studiengang:** Landschaftsökologie und Naturschutz (B.Sc.)

**Fachsemester:** 4

**Seminar:** Nachhaltige Landnutzung

**Seminarleitung:** Dr. Regina Neudert, Prof. Volker Beckmann

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methode</b>	<b>2</b>
2.1	Monte Carlo Simulation . . . . .	2
2.2	Deckungsbeitragsrechnung der Modelle . . . . .	2
2.3	Zeitreihenanalyse . . . . .	4
2.4	Analyse der Datengrundlage . . . . .	5
2.4.1	Zinsentwicklung . . . . .	7
2.4.2	Weizen . . . . .	7
2.4.3	Gerste . . . . .	8
2.4.4	Raps . . . . .	9
2.4.5	Hafer . . . . .	9
2.5	Berechnung der variablen Kosten . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>12</b>
4.1	Risikoträger: Eingriffsverursacher . . . . .	12
4.2	Risikoträger: Landwirt . . . . .	14
4.3	Risikoträger: Naturschutzbehörde . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>19</b>
	<b>Literatur</b>	<b>I</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AIC	Akaike-Informationskriterium
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average-Modell
BIC	Bayessches Informationskriterium
DB	Deckungsbeitrag
$DB_{konv.}$	Deckungsbeitrag konventioneller Bewirtschaftung
$DB_{Lichtacker}$	Deckungsbeitrag der Lichtackerbewirtschaftung
E	Ertrag
$KompZ_{fix}$	fixe Kompensationszahlung
$KompZ_{Markt}$	Kompensationszahlung nach Marktlage
$K_v$	variable Kosten
$K_{vLichtacker}$	variable Kosten der Lichtackerbewirtschaftung
$K_{vLKK}$	variable Kosten des Leistungs-Kostenrechners Pflanzenbau
$K_{vSDB}$	variable Kosten berechnet aus den Standarddeckungsbeiträgen
PIK	Produktionsintegrierte Kompensation

## Abbildungsverzeichnis

1	Prognose der Zinsentwicklung . . . . .	7
2	Variablen der Weizenproduktion . . . . .	8
3	Variablen der Gersteproduktion . . . . .	8
4	Variablen der Rapsproduktion . . . . .	9
5	Variablen der Haferproduktion . . . . .	10
6	Szenario Risikoträger Eingriffsverursacher . . . . .	11
7	Szenario Risikoträger Landwirt . . . . .	11
8	Szenario Risikoträger Naturschutzbehörde . . . . .	12
9	Szenario Risikoträger Landwirt, Veränderung des Faktors . . . . .	16

# Tabellenverzeichnis

1	Darstellung der drei Finanzierungsmodelle der Produktionsintegrierten Kom- pensation mit entsprechenden Risikoträgern . . . . .	3
2	Übersicht über die Datengrundlage der Feldfrüchte . . . . .	6
3	Vergleich der Standarddeckungsbeiträge bei konventioneller - und Lichtacker- bewirtschaftung . . . . .	7
4	Risikobewertung der verschiedenen Parteien aus Sicht der Autoren . . . . .	19

# 1 Einleitung

Der Allgemeine Grundsatz des *Bundesnaturschutzgesetzes* (2009, §13) lautet:

„Erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft sind vom Verursacher vorrangig zu vermeiden. Nicht vermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen sind durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen oder, soweit dies nicht möglich ist, durch einen Ersatz in Geld zu kompensieren.“

Eine Möglichkeit eine solche Ersatzmaßnahme durchzuführen, ist die Produktionsintegrierte Kompensation (PIK). Ziel dieser ist die ökologische Aufwertung landwirtschaftlicher Flächen unter der Prämisse, dass die Bewirtschaftung der Fläche beibehalten wird. Durch Zahlungen aus Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen stehen Landwirten finanzielle Mittel für eine ökologischere Bewirtschaftung oder für angepasste Maßnahmen auf deren Flächen zur Verfügung. Diese Maßnahmen werden in der Regel über 20-30 Jahre lang durchgeführt (Druckenbrod et al. 2012).

So kann ein Landwirt beispielsweise eine konventionell bewirtschaftete Ackerfläche im Zuge der Produktionsintegrierten Kompensation zur ökologischen Bewirtschaftung umstellen. Eine Option hierbei wäre es, den konventionellen Acker zu einem Schutzacker für Ackerwildkräuter bereitzustellen. Ziel dieser Bewirtschaftungsform ist es, möglichst artenreiche Habitate für die Segetalflora zu erschaffen und zu erhalten (Meyer et al. 2010).

Zur Segetal- bzw. Ackerbegleitflora zählen all jene Arten, die neben den angebauten Kulturpflanzen auf Ackerflächen als Begleitvegetation wachsen. Aus diesem Grund werden sie auch als Ackerunkraut, bzw. Ackerwildkraut bezeichnet. Sie sind an die Störungen durch Bodenbearbeitung und Fruchtfolgen angepasst und für Ihre Verbreitung von diesen abhängig. Des Weiteren bilden sie für viele Insekten die Nahrungsgrundlage und dienen anderen Organismen als Habitat oder gewähren ihnen mechanischen Schutz (Oelke 2003).

Die Artendiversität der Segetalflora ist in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen (Meyer et al. 2013; Meyer et al. 2015). Viele Ursachen liegen in den Methoden der modernen Landwirtschaft. Zum Beispiel kann eine sehr hohe Aussaatdichte von Getreide zu starken Konkurrenzdruck für Ackerwildkräuter führen (Rotchés-Ribalta et al. 2016). Viele Segetalfloraarten sind an extensive Bewirtschaftung angepasst, eine Intensivierung des Ackerbaus ist mit Verantwortlich für den Rückgang dieser Arten (Pinke und Gunton 2014).

Um die die Diversität der Segetalflora zu erhalten und zu schützen eignen sich vor allem Wildkräuterschutzäcker, auch Lichtäcker genannt. Bei diesen wird die Aussaatdichte der Getreidesorten (in der Regel Gerste, Weizen und Hafer) um bis zu 60% reduziert. Des Weiteren

ist der Einsatz von Herbiziden und Pestiziden untersagt, Düngemittel dürfen nur sehr eingeschränkt genutzt werden (LIFE Food & Biodiversity und Bodensee-Stiftung o.D.).

In der vorliegenden Arbeit soll eine Risikoanalyse anhand drei Finanzierungsmodelle mit entsprechenden Risikoträgern der Produktionsintegrierten Kompensation nach Czybulka (2011) durchgeführt und ausgewertet werden.

Hierfür wurden die Werte mit Hilfe des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) für einen fiktiven Lichtacker im Raum Mecklenburg-Vorpommern bestimmt. Da die Risikoanalyse möglichst realitätsnah sein soll, wurde ein Bewirtschaftungszeitraum von 20 Jahren festgelegt.

## **2 Methode**

In der vorliegenden Arbeit wird eine Risikoanalyse von Kosten für die Anlage eines Lichtackers auf der Ebene eines Landwirtes (sog. Mikrolevel, Anderson 1974) durchgeführt.

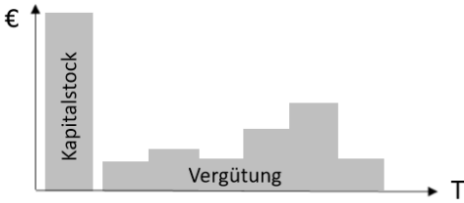

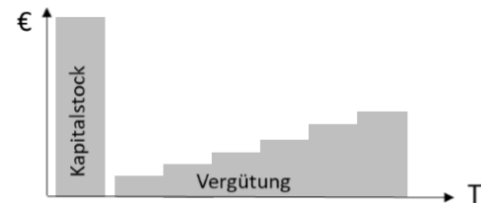
### **2.1 Monte Carlo Simulation**

Die Simulation beruht auf der Monte Carlo Methode nach Metropolis und Ulam (1949). Mit Hilfe dieser Arbeitsweise können Zusammenhänge berechnet werden, die analytisch nicht oder nur sehr schwer zu lösen sind. Ein Teil der Variablen der Simulation kann nicht vorhergesagt werden und ist vom Zufall abhängig (Lemieux 2009; Hardaker 2015). Das Konzept ist, dass ein Computer Pseudozufallszahlen zwischen null und eins generieren kann. Diese Zahlen heißen Pseudozufallszahlen, da sie in einem bestimmten Muster produziert werden, aber sich wie Zufallszahlen verhalten (Robert und Casella 2010). Diese Zufallszahlen können mit in die Wahrscheinlichkeitsfunktionen eingebaut werden. Bei hoher Stichprobenzahl kann die Verteilungsfunktion nach dem Gesetz der großen Zahlen näherungsweise bestimmt werden (Cragg 1987).

### **2.2 Deckungsbeitragsrechnung der Modelle**

Um die Kosten für die Anlage eines Lichtackers zu berechnen, muss auf den Deckungsbeitrag (DB) zurückgegriffen werden. Der DB beschreibt die Leistung nach Abzug der variablen Kosten und deckt bei positiver Bilanz die Fixkosten (vgl. Formel 1, Hampicke 2013). Die variablen Faktoren sind Marktpreis, Ertrag und variable Kosten ( $K_v$ ) des landwirtschaftlichen Gutes. Die Fixkosten sind unabhängig von der Bewirtschaftungsart und werden nicht weiter

Tabelle 1: Darstellung der drei Finanzierungsmodelle der Produktionsintegrierten Kompensation mit entsprechenden Risikoträgern, verändert übernommen nach Czybulka (2011)

Fall	Modalität	Risikoträger
	Laufzeit fix, Kapitalstock variabel, Vergütung nach Marktlage	Eingriffsverursacher
	Laufzeit fix, Kapitalstock fix, Vergütung fix	Landwirt
	Laufzeit variabel, Kapitalstock fix, Vergütung nach Marktlage	Naturschutzbehörde

beachtet. Hier wird keine Vollkostenrechnung sondern eine reine Deckungsbeitragsrechnung durchgeführt (vgl. auch Geisbauer und Hampicke 2012).

$$DB_{ha} \frac{\text{€}}{ha} = \left( \text{Ertrag}_{ha} \frac{dt}{ha} * \text{Marktpreis}_{dt} \frac{\text{€}}{dt} \right) - K_v \frac{\text{€}}{ha} \quad (1)$$

Von dem Deckungsbeitrag entgangener Erlöse muss der Deckungsbeiträge der Lichtackerbewirtschaftung abgezogen werden. Das Ergebnis sind die Kosten der Kompensationszahlung nach Marktlage ( $KompZ_{Markt}$ , vgl. Formel 2). In der Simulation würde der Landwirt eine dreigliedrige Fruchtfolge aus Gerste, Weizen und Raps anbauen. Deshalb wird der durchschnittliche Deckungsbeitrag der drei Früchte berechnet, um die konventionelle Bewirtschaftungsform ( $DB_{konv.}$ ) abzubilden. Auf dem simulierten Lichtacker wird der Bauer Gerste, Weizen und Hafer anbauen. Auch hier wird der Durchschnitt der drei Deckungsbeiträge berechnet ( $DB_{Lichtacker}$ ). In der Formel 2 ist der Eingriffsverursacher der Risikoträger. Die Höhe der Kompensationszahlung ist ungewiss.

$$KompZ_{Markt} \frac{\text{€}}{ha} = \varnothing DB_{konv.} \frac{\text{€}}{ha} - \varnothing DB_{Lichtackerb.} \frac{\text{€}}{ha} \quad (2)$$

Im zweiten Szenario ist der Landwirt selbst der Risikoträger. Die fixe Kompensationszahlung

wird gleich dem Mittelwert der Kompensationszahlung nach Marktlage und mit einem Faktor multipliziert. Ergebnis ist die Abweichung von der Marktlagenvergütung (vgl. Formel 3). Der Faktor wird eingebaut, um das Risiko für den Landwirt zu minimieren. Es kann nicht davon ausgegangen werden kann, dass ein Landwirt die Maßnahme umsetzt, wenn er in nur 50 % der Fälle genauso viel oder mehr Geld erwirtschaftet als wenn er ganz normal weiter seine Fruchtfolge ohne die produktionsintegrierte Kompensation auf dem Acker anbaut. Deshalb wurde ein Faktor für die Risikoanalyse eingebaut, mit dem verschiedenen Varianten diskutiert werden können.

$$\text{Abweichung v. d. Vergütung} = \text{KompZ}_{fix} * \text{Faktor} - \text{KompZ}_{Markt} \quad (3)$$

Im dritten Szenario ist der Zeitraum der Bewirtschaftung nicht feststehend, daher ist die Naturschutzbehörde der Risikoträger. Um die Jahre der Bewirtschaftung auszurechnen wird mit der gleichen Datenlage weitergearbeitet. Jedes Jahr wird die Marktlagenvergütung von der fixen Kompensationsleistung abgezogen. Wenn die fixe Kompensationszahlung größer als die Marktlagenvergütung aus dem Jahr ist, dann wird das Land als Lichtacker bewirtschaftet. Wenn der Wert darunter fällt, dann hört der Landwirt mit der Maßnahme auf (vgl. Formel 4). Die Rechnung wurde für die Jahre 1 - 50 ausgeführt.

$$\begin{aligned} i &= 0; \\ \text{for}(a = 1; a \leq 50; a++) \\ &\quad \text{if}(\text{KompZ}_{fix} - \text{KompZ}_{Markt(a)} > 0) i++; \\ &\quad \text{KompZ}_{fix} = \text{KompZ}_{fix} - \text{KompZ}_{Markt(a)}; \\ &\quad \text{Bewirtschaftungsjahre} = i; \end{aligned} \quad (4)$$

Die drei Szenarien können zur Übersicht in einer Tabelle dargestellt werden (siehe Tab. 1 nach Czybulka (2011)).

## 2.3 Zeitreihenanalyse

Ziel ist es die genannten Deckungsbeiträge für die Zukunft zu prognostizieren. Einen Anhaltspunkt bilden Zeitreihen aus der Vergangenheit (Stier 2001; Kirchgässner et al. 2013) von Ertrag, Marktpreis und variablen Kosten. Wenn diese drei Faktoren für zukünftige Jahre ermittelt werden können, dann kann aus diesen Werten der Deckungsbeitrag berechnet werden. Die Simulation der drei Faktoren wird einzeln vorgenommen, um Tendenzen besser abbilden zu können.



Für die Zeitreihenanalyse gibt es verschiedene Softwarepakete. Hier wurde die Analyse mit Hilfe der Software R durchgeführt (R core team 2018). Speziell wurde das Forecast-Package von Hyndman et al. (2019) verwendet.

Die Daten wurden in R eingelesen und als Zeitserie formatiert. Daraufhin erfolgte die Auswahl eines passenden Prognosemodells. Hier wurden Autoregressive Integrated Moving Average-Modelle (ARIMA-Modelle) verwendet, ähnliche aber nicht gleiche Ergebnisse sollte das Modell der Exponentiellen Glättung, die auf der Holt Winters Methode beruht, erbringen (Box et al. 2015). Die beiden Methoden wurden zum Vergleich in R durchgeführt, bei der Holt Winters Methode ist der Gesamtbetrag der Kompensationszahlung etwas höher ausgefallen. ARIMA-Modelle bestehen aus drei Parametern: Erstens der Ordnung des autoregressiven-Prozesses, zweitens der Anzahl der Differenzierungen und drittens der Ordnung des Moving-Average-Prozesses.

Für die Modellierung ist es wichtig, dass die Zeitreihe stationär ist. Das heißt, dass sich der Mittelwert und die Varianz sich über die Zeit nicht ändert. Stationarität wird durch die Berechnung von Differenzen nach der Formel 5 erreicht. In unseren Fall war die Zeitreihe immer nach der Differenzierung erster Ordnung stationär.

$$\text{Differenzierung: } y_a = y_{a+1} - y_a \quad (5)$$

Daraufhin erfolgt die Auswahl der Ordnung von dem Moving-Average- und dem Autoregressive-Prozess. Eine autoregressiver Prozess wurde nicht festgestellt, es wurde immer die Moving-Average-Modell 1. Ordnung angewendet. Die Auswahl erfolgte nach dem Akaike- (AIC) und dem Bayessches Informationskriterium (BIC). Der AIC bewertet die Anpassungsgüte des Modells an die Daten und bestraft eine hohe Anzahl von Parametern. Bei dem BIC wird der Strafterm mit der Anzahl an Messwerten logarithmiert, um bei hohe Stichprobenzahl nicht unnötig viele Parameter zu zulassen.

Zusätzlich wurde überprüft wie gut vorstellbar die Prognosen sind. Bei hoher Abweichung wurde manuell ein Modell ausgewählt. Das Forecast-Package enthält auch die Funktion `auto.arima`. Diese wählt automatisch ein passendes Modell aus. Oft passte das Modell aber eher schlecht für die Daten.

## 2.4 Analyse der Datengrundlage

Datengrundlage für die Prognosen bieten die Standarddeckungsbeiträge der Datenbank des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.. In der Datenbank sind Daten-

reihen für Ertrag, Marktpreis und variable Kosten ab dem Jahr 2001 vorhanden. Der Bezugsraum wurde auf Mecklenburg-Vorpommern eingestellt und die Werte jeweils für die Früchte ausgelesen. In der Berechnung der Standarddeckungsbeiträge setzen sich die variablen Kosten zusammen aus dem Saatgut, zugekaufte Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und verschiedenen anderen Spezialkosten. Lohnkosten, Kosten für Mechanisierung und Gebäude werden nicht mitberechnet (Sauer und Hardeweg 2006).

Tab. 2 enthält eine Übersicht der Daten. Für Weizen, Gerste und Hafer wurden die Daten für eine Ertragsminderung von 60 % dargestellt. Für Raps wurden diese Werte nicht berechnet, da in der Simulation Raps nur in der konventionellen Variante angebaut wird. Raps hatte in den vergangenen 20 Jahren im Mittel den höchsten Deckungsbeitrag gefolgt von Weizen und Gerste. Hafer hatte den geringsten Deckungsbeitrag.

Tabelle 2: Übersicht über die Datengrundlage der Feldfrüchte, in der rechten Spalte ist eine Ertragsminderung von 60 % eingerechnet ( $E * 0,4$ ), alle Werte in €/ha, der Zeitraum ist 2000 bis 2018, Datengrundlage ist Sauer und Hardeweg (2006)

	<b>Weizen</b>		<b>Gerste</b>		<b>Raps</b>	<b>Hafer</b>	
<b>Standarddeckungsbeitrag</b>		<u>E * 0,4</u>		<u>E * 0,4</u>			<u>E * 0,4</u>
- Mittelwert	696	32	548	4	654	371	35
- Max	1232	207	935	164	1177	629	118
- Min	345	-90	275	-108	379	198	-38
- Standardabweichung	270	88	211	68	247	123	43
<b>Leistung</b>							
- Mittelwert	1106	442	906	362	1109	561	224
- Max	1709	683	1368	547	1763	859	343
- Min	700	280	571	228	707	357	143
- Standardabweichung	329	128	260	104	332	141	56
<b>variable Kosten</b>							
- Mittelwert	410		358		455	190	
- Max	533		460		596	233	
- Min	310		258		313	139	
- Standardabweichung	74		73		97	31	

Verglichen wird nun der Durchschnitt der Deckungsbeiträge der beiden Bewirtschaftungsvarianten (siehe Tab. 3). In den letzten 20 Jahren war der Durchschnitt der Deckungsbeiträge von Raps, Weizen und Gerste 633 €. Demgegenüber liegt der Durchschnitt der Deckungsbeiträge von Weizen, Gerste und Hafer bei 538 €. Wird von dem Ertrag jeweils noch 60 % abgezogen, so ist der durchschnittliche Deckungsbeitrag der Lichtackerbewirtschaftung bei nur 24 €. Damit wird klar, dass kaum ein Landwirt ohne Förderung den Acker in dieser Art bestellen würde. Hier wurde eine Senkung der variablen Kosten bei der Lichtackerbewirtschaftung nicht mit eingerechnet (siehe dafür Kapitel 2.5)

Tabelle 3: Vergleich der Standarddeckungsbeiträge bei konventioneller - und Lichtackerbewirtschaftung, alle Werte in €/ha, Daten nach Sauer und Hardeweg (2006)

	<b>konv.: Weizen, Gerste, Raps</b>	<b>PIK: Weizen, Gerste, Hafer</b>
Mittelwert Deckungsbeitrag	633	538
- mit 60 % Ertragsminderung	-	24

### 2.4.1 Zinsentwicklung

Die Zinsentwicklung ist schwierig zu modellieren, da die Zinssätze zur Zeit sehr gering sind (GDV 2018, S. 117). Der Trend wurde entfernt, da sonst die Zinssätze dauerhaft im negativen liegen. Dadurch wird nach kurzer Zeit nur noch weißes Rauschen im Diagramm sichtbar (vgl. Abb. 1). Die prognostizierten Zinssätze liegen im Mittel bei 1,5 %. Normalerweise wird meistens von einem Zinssatz von 3 % ausgegangen. So wird der Zinssatz in der Berechnung wahrscheinlich eher unterschätzt. Für alle drei Szenarien ging der Zins mit in die Berechnung mit ein.

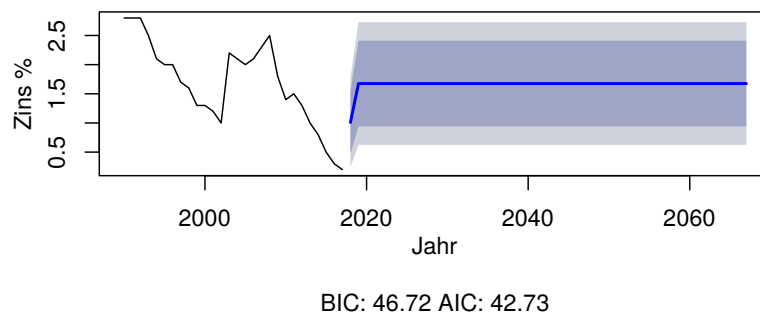


Abbildung 1: Prognose der Zinsentwicklung: ARIMA(0,0,1), Trend wurde entfernt, Quelle der Daten: Deutsche Bundesbank (GDV 2018, S. 117)

### 2.4.2 Weizen

Die Weizenpreise unterliegen starken Schwankungen (vgl. Abb. 2). Auch andere Autoren stellen das fest, zum Beispiel beschreibt Guddat et al. (2015), dass der Weizenpreis pro dt von 2005 bis 2007 von 5 auf über 20 € gestiegen ist. Generell lässt sich ein Trend der Preissteigerung erkennen.

Die Weizenerträge unterliegen periodische Schwankungen, jedoch geht auch der Trend zu höheren Erträgen. Im Diagramm sieht es nach einer Überschätzung des Trends aus. Das ist heute schwierig zu beurteilen, ob Ertragssteigerungen auf dem Acker in dem Maße möglich

sind.

Die variablen Kosten der Weizenproduktion weisen einen relativ starken Anstieg auf. Das Modell geht davon aus, dass in den nächsten 50 Jahren der Mittelwert der variablen Kosten pro Hektar und Jahr von 450 € auf über 800 € steigen werden.

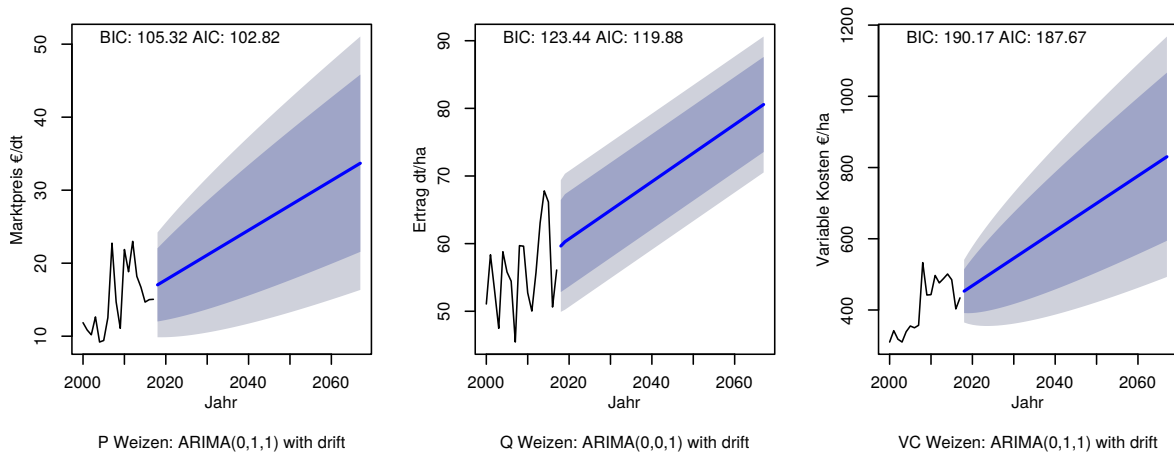


Abbildung 2: Variablen der Weizenproduktion, blaue Linie: Erwartungswert, dunkelgrau: 75%-Quantil, hellgrau: 90%-Quantil, Daten nach Sauer und Hardeweg (2006)

### 2.4.3 Gerste

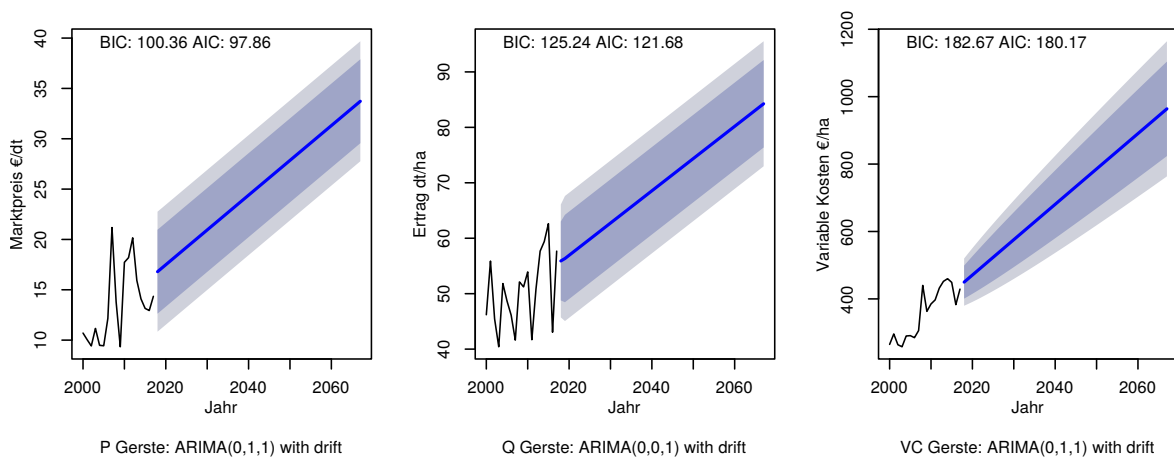


Abbildung 3: Variablen der Gersteproduktion, blaue Linie: Erwartungswert, dunkelgrau: 75%-Quantil, hellgrau: 90%-Quantil, Daten nach Sauer und Hardeweg (2006)

Der Preis für Gerste ist von 2000 bis 2018 von 10 €/dt auf 14 €/dt gestiegen. Dabei sind die jährlichen Schwankungen sehr hoch. Mit dem Modell wird erwartet, dass der Preis innerhalb von 50 Jahren auf über 35 €/dt steigen wird.

Die Ertragskurve scheint periodisch zu schwanken mit einen leichten Anstiegstrend.

Die variablen Kosten der Gerstenproduktion sind von 2000 bis 2018 von 280 €/ha auf 400 €/ha gestiegen. Die Varianz ist im Vergleich zu den anderen Graphen relativ niedrig. Auf

Grund des starken Trends wurde trotzdem bei dem Modell mit den Differenzen der Werte gerechnet.

#### 2.4.4 Raps

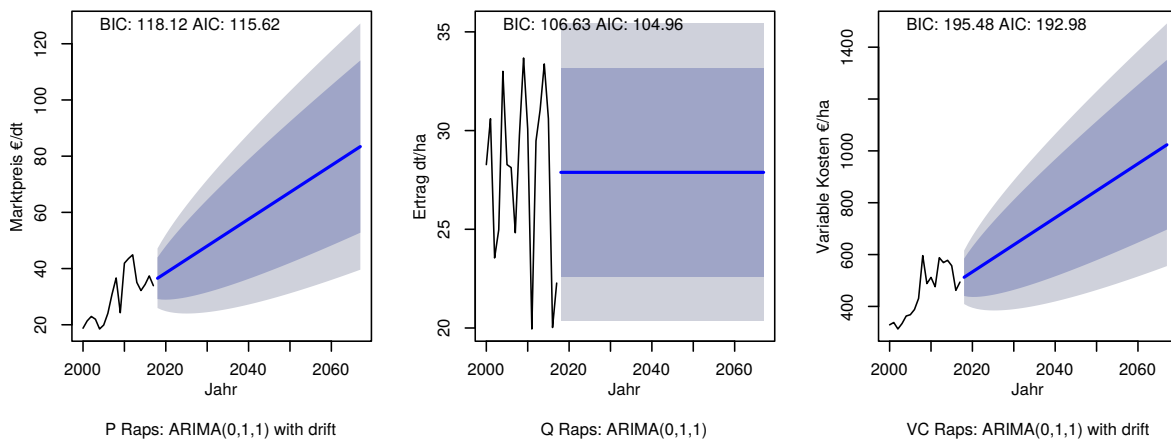


Abbildung 4: Variablen der Rapsproduktion, blaue Linie: Erwartungswert, dunkelgrau: 75%-Quantil, hellgrau: 90%-Quantil, Daten nach Sauer und Hardeweg (2006)

Der Rapspreis weist einen klaren Anstiegstrend und dabei nur relativ geringe Schwankungen auf. Der Preis ist von 200 bis 2018 um 75 % gestiegen.

Die Varianz des Rapsenertrages ist hoch. Der Trend der Ertragsfunktion wurde entfernt, da dieser negativ wäre. Das wird nicht erwartet. Die Funktion simuliert nun einfach weißes Rauschen um einen Mittelwert.

Die variablen Kosten der Rapsproduktion sind von 2000 bis 2018 von ungefähr 300 €/ha auf 500 €/ha gestiegen.

#### 2.4.5 Hafer

Der Haferpreis ist von 2000 bis 2018 nur um 2 €/dt auf 14 €/dt gestiegen, doch die meiste Zeit lag der Haferpreis deutlich über 14 €/dt. Innerhalb des Jahres 2018 ist der Haferpreis auf über 20 €/dt gestiegen (Zinke 2018), das ist auch Ausdruck für die starke Varianz in der Zeitreihe.

Der Haferertrag unterliegt starken Schwankungen, die Regressionsgerade weist kaum eine Steigung auf.

Die variablen Kosten der Haferproduktion sind in den letzten 20 Jahren um ein Drittel gestiegen. Der klare Trend spiegelt sich auch im Modell wieder.

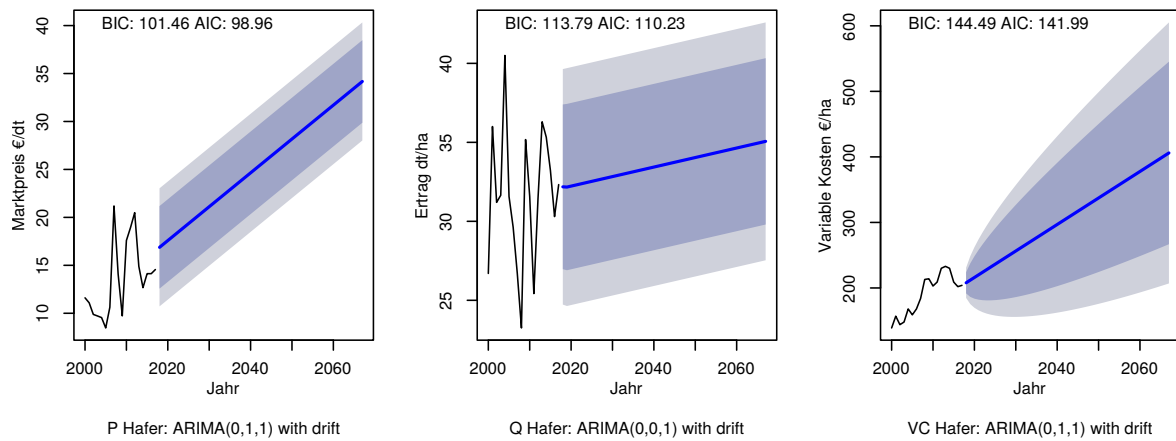


Abbildung 5: Variablen der Haferproduktion, blaue Linie: Erwartungswert, dunkelgrau: 75%-Quantil, hellgrau: 90%-Quantil, Daten nach Sauer und Hardeweg (2006)

## 2.5 Berechnung der variablen Kosten

In der Simulation wird davon ausgegangen, dass die variablen Kosten der Bewirtschaftung als Lichtacker geringer sind als bei konventioneller Bewirtschaftung. Es wird angenommen, dass keine Pestizide, keine Düngemittel und nur die Hälfte des Saatgutes verwendet wird.

$$K_{v_{Lichtacker}} = K_{v_{SDB}} - \text{Abzug} \quad (6)$$

$$\text{Abzug} = K_{v_{SDB}} * [(Pflanzenschutzmittel + \text{Dünger} + 0.5 * \text{Saatgut}) / K_{v_{LKK}}]$$

Nach dem Leistungs-Kostenrechner des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL 2018) kann bestimmt werden welche Anteile Pflanzenschutzmittel, Düngemittel und Saatgut an den gesamten variablen Kosten ( $K_{v_{LKK}}$ ) der jeweiligen Frucht haben. In dem Leistungs-Kostenrechner wurde eine Schlaggröße von 10 Hektar, leichter Boden mit niedrigem Ertragsniveau und die Hof-Feld-Entfernung von 2 Kilometer bei einer Mechanisierung von 67-kW eingestellt. Die Anteile der Kosten an den Gesamtkosten der variablen Kosten (im Falle des Saatgutes die Hälfte des Anteils) werden für jedes simulierte Jahr von aus dem Datensatz der Standarddeckungsbeiträge berechneten variablen Kosten ( $K_{v_{SDB}}$ , siehe dazu Kap. 2.4) abgezogen (siehe Abzug Formel 6). Es wird davon ausgegangen, dass die Daten methodisch ähnlich berechnet worden sind. Das Ergebnis sind variable Kosten für die Lichtackerbewirtschaftung ( $K_{v_{Lichtacker}}$ ).

In der Simulation wird keine Erhöhung der variablen Kosten durch die Lichtackerbewirtschaftung berechnet. Denkbar wären höhere Kosten für Saatgutreinigung und Unkrautbekämpfung.

### 3 Ergebnisse

Das Ergebnis der Simulation, wenn der Eingriffsverursacher der Risikoträger ist, wurde in Abbildung 6 dargestellt. Auf der x-Achse sind die Kosten der Bewirtschaftung eines Lichtackers dargestellt, unter der Berücksichtigung der prognostizierten Marktlage, nach der der Landwirt seine Erträge vergütet. Die y-Achse beschreibt die Dichte der Simulationen, die den entsprechenden Versuchsausgang erzielten. Die Roten Linien markieren die Grenzen des 90%-Quantilbereiches, die blaue Linie den Median.

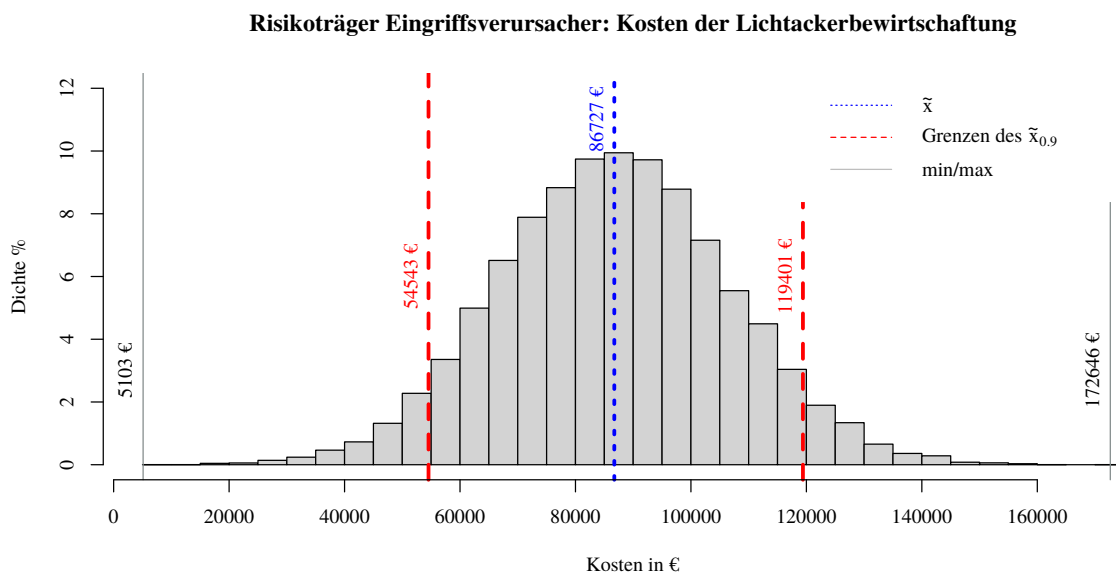


Abbildung 6: Szenario Risikoträger Eingriffsverursacher, Vergütung des Landwirtes nach prognostizierter Marktlage, 25000 Simulationen

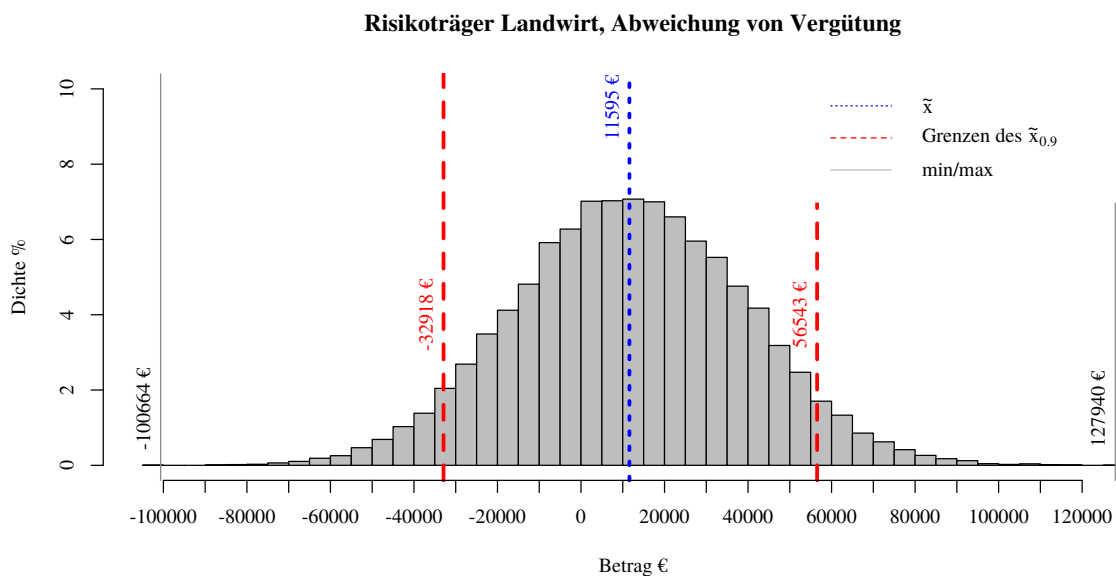


Abbildung 7: Szenario Risikoträger Landwirt: 95399 € Vergütung - Faktor: 1.1 , Zeitraum: 20 Jahre, 25000 Simulationen

Im zweiten Fall ist der Landwirt der Risikoträger. Der Median aus der Berechnung des ersten Falls wurde mit dem Faktor 1.1 multipliziert. Das Ergebnis ist in der Abbildung 7 dargestellt.

Im dritten dargestellten Fall (Tabelle 1) ist die Naturschutzbehörde der Risikoträger bei der angestrebten Maßnahme. Hierbei ist der Kapitalstock fix, die Vergütung erfolgt je nach Marktlage. Die Laufzeit ist jedoch nicht festgelegt (siehe Abb. 8).

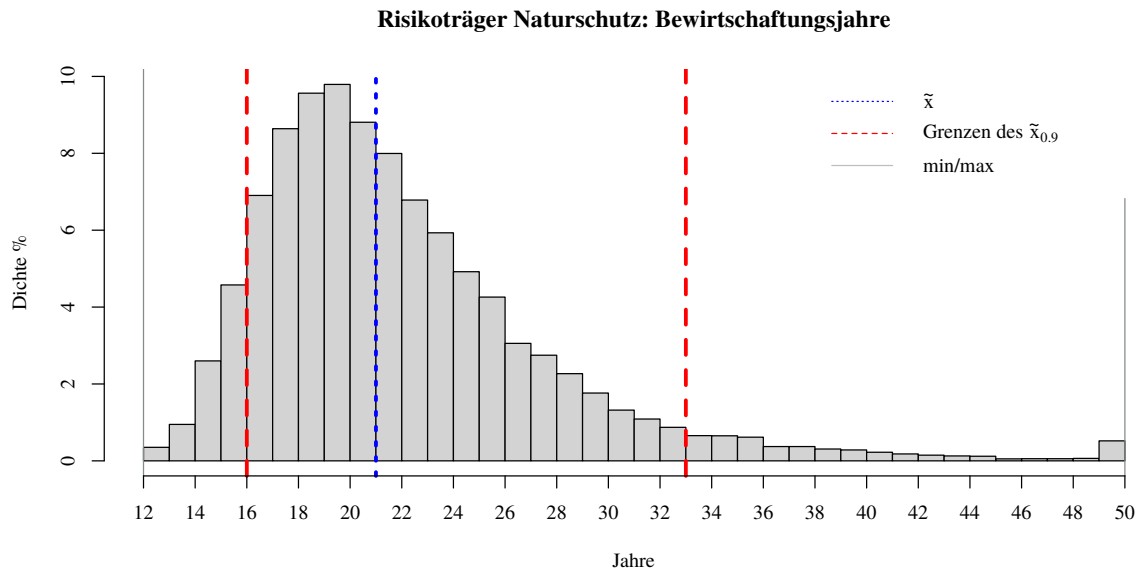


Abbildung 8: Szenario Risikoträger Naturschutzbehörde, fixe Zahlung: 95399 € (Faktor: 1.1), Vergütung nach prognostizierter Marktlage, 25000 Simulationen

## 4 Diskussion

### 4.1 Risikoträger: Eingriffsverursacher

Im ersten Fall (siehe Tabelle 1) ist der Eingriffsverursacher der Risikoträger der Kompensationsmaßnahme. Für die festgesetzte Laufzeit von 20 Jahren muss er alle anfallenden Kosten des Landwirtes zur Bewirtschaftung und Pflege der Ackerfläche tragen. Da die Vergütung der Ernte nach Marktlage erfolgt, der zu bezahlende Kapitalstock jedoch nicht festgelegt ist, erfährt der Eingriffsverursacher erst nach Ablauf der 20 Jahre den final bezahlten Betrag. Die reale, zu zahlende Kompensation setzt sich aus der Subtraktion von dem Mittelwert der Standarddeckungsbeiträge der Lichtackerbewirtschaftung von dem Mittelwert der Standarddeckungsbeiträgen konventioneller Bewirtschaftung zusammen.

Abbildung 6 zeigt, dass mit 90% Wahrscheinlichkeit, die im Endeffekt zu bezahlende Summe zwischen 54.000 € und 119.000 € liegt. Der Median liegt hier bei ca. 87.000 €. In Extremfällen kann die Summe jedoch auch außerhalb der Grenzen des 90%-Quantils schwanken.



So ist der zu zahlende Betrag abhängig von der Qualität der Ernte, dem aktuellen Marktpreis für Roggen/Weizen/Hafer, sowie den variablen Kosten des Landwirtes. Etwa 5 % der 25.000 durchgeführten Simulationen haben Kosten von über 119.000€ als Ergebnis. Der Maximalbetrag der Simulation ist ungefähr 173.000 €.

Aus diesem Grund ist es unmöglich, den zu leistenden Betrag bereits vorab an den Landwirt zu zahlen. Der Eingriffsverursacher kann also entweder monatlich eine, die in diesem Zeitraum anfallenden Kosten deckende, Summe an den Landwirt überweisen oder seine Zahlung jährlich leisten.

Der Mittelwert der gesamten Simulationen dividiert durch die Anzahl der Jahre ergibt ein ungenaues Ergebnis, da die Kosten im Laufe der Jahre steigen. Doch als Überschlag taugt die Rechnung, nach der Simulation wären das ca. 4300 € pro Jahr, welcher dem Landwirt Anfang des Jahres ausgezahlt werden würde. In der Statistiksoftware R können Mittelwerte für jedes Jahr problemlos berechnet werden.

Je nachdem, ob die bis zum Ende des Jahres anfallenden Kosten den gezahlten Betrag über- oder unterschritten haben, würde der Landwirt eine Nachzahlung erhalten oder müsste seinerseits das überschüssige Geld zurückzahlen, beziehungsweise einen entsprechend geringeren Betrag im Folgejahr erhalten. Um die genauen Kosten bestimmen zu können, muss der Landwirt zudem Buch über seine Einnahmen und Ausgaben führen. Dies würde des Weiteren dabei helfen eventuelle Betrugsversuche zu unterbinden.

Da der Eingriffsverursacher auch für die variablen Kosten aufkommen muss, hat der Landwirt nur einen geringen Anreiz, diese niedrig zu halten. Auch ein schlechter Ernteertrag wäre für ihn kaum von Bedeutung, da auch hier der Eingriffsverursacher den Schaden ausgleichen muss. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass bei dieser Art der Maßnahmen-Finanzierung gewisse Regeln vertraglich festgehalten werden, um eine Ausbeutung des Eingriffsverursachers durch den Landwirt zu unterbinden. Des Weiteren sind stichprobenartige Kontrollen von Nöten, um eventuelle Betrugsversuche zu verhindern.

So wäre es ohne Kontrollen für den Landwirt problemlos möglich sich nicht an die naturschutzrechtlichen Vorgaben zu halten und zum Beispiel Pestizide auf den Acker auszubringen, um sich die Ernte und deren anschließende Weiterverarbeitung zu erleichtern. Zudem wäre es denkbar, dass er sich auch bei den vorgeschriebenen Aussaatmengen nicht an die Vorgaben halten könnte. So wäre eine Form der Ernteunterschlagung möglich, bei der der Landwirt den Acker mit der konventionellen Aussaatdichte bewirtschaftet, aber nur die Hälfte des eigentlichen Ertrages als geerntet angibt. Auf diese Art und Weise würde der Landwirt nicht nur das Kapital des Eingriffsverursachers erhalten, sondern auch zusätzlich noch den Erlös für das

zusätzlich geerntete Getreide.

Allerdings bewirtschaften alle Landwirte, die sich dafür entscheiden das Konzept der Produktionsintegrierten Kompensation auf ihren Flächen anzuwenden, diese freiwillig nach dessen festgelegten Regeln. Der Anreiz, den Acker zum Beispiel als Lichtacker zu nutzen, kommt also von dem Landwirt selbst, sodass die Motivation, dies nach den entsprechenden Richtlinien zu tun, vorhanden sein sollte.

Des Weiteren ist diese Form der Risikoverteilung für den Landwirt mit am ansprechendsten. So hat er für einen langen Zeitraum eine sichere Einnahmequelle, die nicht von der Menge und Qualität der Ernte abhängig ist.

Auch für die Naturschutzbehörden ist dieses Modell der Risikoverteilung vorteilhaft. Durch die Zahlungen des Eingriffsverursachers sind quasi alle Risiken bei der Bewirtschaftung der Fläche abgedeckt, sodass mit hoher Wahrscheinlichkeit sicher gewährleistet wird, dass der Acker für einen langen Zeitraum gemäß der Naturschutz-Richtlinien bewirtschaftet wird. Darüber hinaus hat der Landwirt bei diesem Modell einen hohen Anreiz diese Richtlinien einzuhalten, sodass Arbeitskapazitäten von Seiten der Naturschutzbehörden für regelmäßige Kontrollen der Fläche teilweise eingespart werden können.

Für den Eingriffsverursacher selbst hingegen ist diese Variante die Ungünstigste. Er ist nicht nur der alleinige Risikoträger, sondern hat über 20 Jahre hinweg immer wieder teilweise stark schwankende Beträge an den Landwirt zu zahlen. Die genauen Ausgaben sind im Voraus kaum kalkulierbar und der Eingriffsverursacher ist über den kompletten Zeitraum in gewisser Weise an das Gebiet gebunden.

Denkbarer wäre es, dass der Eingriffsverursacher eher bereit wäre, einen höheren Betrag zu zahlen, als den berechnete Mittelwert, um somit nur eine einmalige Zahlung zu leisten, ohne sich zukünftig weiter mit dem entsprechenden Gebiet befassen zu müssen.

## **4.2 Risikoträger: Landwirt**

Dies wird im zweiten Fall der drei Risikomodelle dargestellt (Tabelle 1). Hierbei sind sowohl Laufzeit und Kapitalstock als auch die Höhe der Vergütung festgelegt. Der Landwirt bekommt zu Beginn der angesetzten Laufzeit einen festen Geldbetrag überwiesen, mit dem er bis zum Ende der Laufzeit den Acker gemäß der Vereinbarungen der Naturschutz-Richtlinien der Produktionsintegrierten Kompensation bewirtschaften muss. Die Vergütung seiner Ernte ist hierbei jedoch nicht an den aktuellen Marktpreis gebunden, sondern mit den fixen Anfangsbetrag festgesetzt. Sinkt der Marktpreis für beispielsweise Gerste unter den festgelegten Betrag, macht der

Landwirt zusätzlichen Gewinn. Sollte der Marktpreis jedoch stark steigen, hat der Landwirt Verluste.

Für den Eingriffsverursacher ist diese Variante optimal. Auch wenn der zu leistende Betrag deutlich über dem eigentlichen Mittelwert liegen muss, um unvorhersehbare Risiken und Schäden auszugleichen, hat er nach der einmaligen Zahlung zu Beginn der Maßnahme keinerlei zeitlichen oder finanziellen Aufwand mehr bezüglich der Fläche. Des Weiteren kann er die Höhe des Geldbetrages mit festlegen und hat im Gegensatz zum ersten Fall von vornherein eine klare Übersicht über die anfallenden Kosten und kennt den final zu bezahlenden Betrag, an dem sich nach der vertraglichen Einigung auch nichts mehr ändern kann.

Der Landwirt hingegen ist in diesem Modell der alleinige Risikoträger. Sollte der an ihn gezahlte Kapitalstock nicht für den festgelegten Zeitraum ausreichen, muss er die zusätzlich anfallenden Kosten aus eigener Kraft tragen. Aus diesem Grund muss der an ihn bezahlte Betrag um einiges höher ausfallen, als der aus dem Prognosediagramm entnommene Mittelwert, um eventuelle Ernteaufschläge oder andere Schäden, sowie steigende Opportunitätskosten durch Kostenerhöhungen in der Produktion notfalls abdecken zu können, damit der Landwirt überhaupt den Anreiz hat, um seine Fläche nach diesem Modell zu bewirtschaften. Hierbei ist es schwierig zu beurteilen, um wie viel Prozent der gezahlte Betrag höher als die Marktlagenvergütung bei einer Bewirtschaftung des Ackers mit konventionellen Methoden sein müsste, damit der Landwirt bereit wäre, das Risiko zu übernehmen.

Abbildung 7 zeigt die Abweichung der Vergütung der Erträge des Landwirtes, wenn er den Acker als Lichtacker bewirtschaftet. Der fixe Betrag wurde aus dem Median der Kosten nach Szenario eins (siehe dazu Abb. 6) mal 110 % ermittelt. Es wird prognostiziert, dass die Abweichung mit 90% Wahrscheinlichkeit zwischen ca. -33.000 € und 57.000 € liegt. Der Median liegt bei dieser Variante bei ungefähr 12.000€. Je nach Höhe der fixen Vergütung können aber auch diese Zahlen deutlich schwanken. Zum Vergleich: Wenn der Faktor auf 1.3 erhöht wird, dann ändert sich der Median auf ungefähr 38.000 € (siehe Abb. 9).

Bei diesem Modell ist eine regelmäßige Kontrolle bezüglich der Einhaltung der Richtlinien zur Bewirtschaftung eines Lichtackers von Nöten. Für den Landwirt ist der Anreiz, die Maßnahme nicht gemäß der Naturschutz-Richtlinien auszuführen, in diesem Fall deutlich höher, als beim ersten Fall. So ist es hier für den Landwirt von größerer Bedeutung, die variablen Kosten möglichst gering zu halten und den Ertrag so hoch wie möglich ausfallen zu lassen, um einen möglichst hohen Gewinn zu erzielen.

Dies könnte wieder durch beispielsweise das Einsetzen von Pestiziden und Herbiziden, sowie einer höheren Aussaatdichte, als durch die Richtlinien zugelassen, erreicht werden. Hierbei

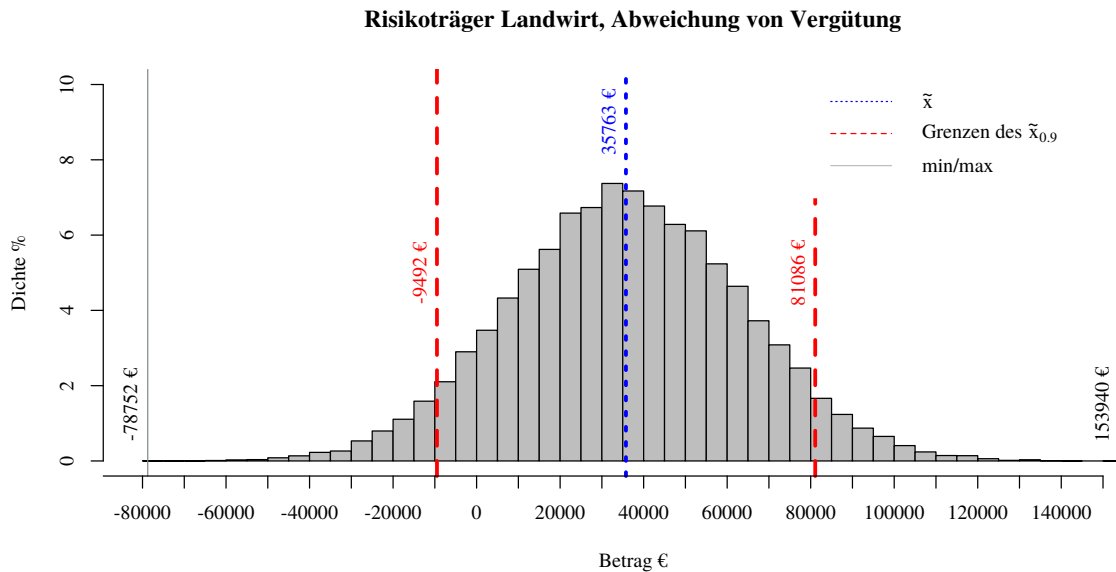


Abbildung 9: Szenario Risikoträger Landwirt: 95399 € Vergütung - Änderung des Faktors auf 1.3, Zeitraum: 20 Jahre, 25000 Simulationen

wäre es von Vorteil, wenn der Bauer nicht zu Beginn der Maßnahme den kompletten Festbetrag ausgezahlt bekommen würde, sondern in monatlichen oder jährlichen Raten. Für den Eingriffsverursacher wäre dies kaum Mehraufwand, da der finale Betrag bereits festgelegt ist und er das Geld zum Beispiel in Form eines Dauerauftrages an den Landwirt überweisen könnte. Für die Naturschutzbehörden würde dies jedoch bedeuten, dass sie Strafen in Form von Sanktionen verhängen und somit Betrugsversuche besser ahnden könnten.

Um das Risiko für den Landwirt zu minimieren, sollte er dennoch auch die Möglichkeit auf staatliche Unterstützung bekommen, zum Beispiel in Form einer Versicherung bei beispielsweise Hagel- oder anderweitigen Unwetterschäden. Des Weiteren muss ihm die Möglichkeit eröffnet werden, auch nach wie vor an Förderprogrammen der EU teilnehmen zu können, beziehungsweise sollte er aktiv dazu aufgefordert werden, jenes auch zu tun, um auch den Eingriffsverursacher finanziell zu entlasten. Ein Beispiel für solche Fördermaßnahmen, wäre die Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER). Hier werden vor allem Artenschutzmaßnahmen und extensive Bewirtschaftungsmodelle bezuschusst (May et al. o.D.), sodass eine als Lichtacker bewirtschaftete Fläche hierfür durchaus in Frage käme.

### 4.3 Risikoträger: Naturschutzbehörde

Auch diese Variante ist für den Eingriffsverursacher mit einem Minimum an Aufwand verbunden. So hat er wie im zweiten Fall einen vorher festgelegten Betrag zu zahlen, den er entweder

komplett auf einmal oder in Raten entrichten kann. Allerdings muss auch hier dieser um einiges höher als der Mittelwert ausfallen, um unvorhersehbare Mehrausgaben des Landwirtes abzudecken.

Darüber hinaus ist auch für den Landwirt diese Version der Risikoverteilung profitabel. Wieder ist ihm ein festes Einkommen für einen längeren Zeitraum gesichert, allerdings hängt es hier von seiner eigenen Fähigkeit zu wirtschaften ab, für wie lange er im Zuge der produktionsorientierten Maßnahme arbeiten kann. Da die Laufzeit nicht festgelegt ist, endet die Maßnahme folglich, sobald der Kapitalstock aufgebraucht ist.

Das Risiko für den Naturschutz beläuft sich demzufolge darauf, dass die Maßnahme nur für kurze beziehungsweise deutlich kürzere Zeit durchgeführt wird, als bei den anderen beiden Varianten. Allerdings besteht bei guter Marktlage ebenfalls die Möglichkeit, dass die Maßnahme auch deutlich über den in den anderen beiden Modellen festgesetzten Zeitraum hinweg durchgeführt werden kann.

Abbildung 8 zeigt, dass bei einem fixen Kapitalstock von rund 79.774€ die Laufzeit für die Bewirtschaftung eines Lichtackers, nach den von uns festgesetzten Maßstäben, in 90% der Fälle zwischen 16 und 33 Jahren liegen kann. Am wahrscheinlichsten ist eine Laufzeit von etwa 21 Jahren. In extremen Fällen mit etwa 5% Wahrscheinlichkeit, kann die Laufzeit aber auch nur 10 Jahre betragen, allerdings im Gegenzug auch über 50 Jahre. Auf der x-Achse ist hier der Zeitraum in Jahren dargestellt, in dem die Maßnahme laufen kann. Die y-Achse beschreibt auch hier den Prozentsatz, mit dem die entsprechenden Ergebnisse simuliert wurden.

Die Chance auf eine deutlich längere bis mehr als doppelt so lange Laufzeit ist also tatsächlich vorhanden, wenn auch recht gering. Eine geringfügig längere Laufzeit hingegen, von ca. 24 Jahren, ist durchaus nicht unwahrscheinlich.

Um mögliche Risiken und Schäden finanziell abzudecken, sollte man bei der Festlegung des Kapitalstocks jedoch nicht mit den am wahrscheinlichsten 21 Jahren rechnen, sondern vorab die Finanzierung von etwa 25 Jahren planen, um ein gewisses Polster für unberechenbare Kosten gewährleisten zu können und somit die Wahrscheinlichkeit eines verfrühten Abbruchs der Maßnahme zu minimieren.

Hierbei muss jedoch festgelegt werden, dass die variablen Kosten, die der Eingriffsverursacher mit seinem Kapital finanziert, nur explizit auf den entsprechenden Acker bezogen werden dürfen, um einen eventuellen Missbrauch des Geldes für andere Vorhaben des Landwirtes zu unterbinden. In allen drei dargestellten Fällen wurden nur die variablen Kosten berücksichtigt, die auch bei der konventionellen Bearbeitung des Ackers anfallen würden, wie beispielsweise die Kosten für den Kauf und die Ausbringung des Saatgutes und dessen Ernte.

Nicht mit in die Kalkulation eingeflossen sind jedoch die Kosten, die unter Umständen anfallen, wenn der Lichtacker auf Grund der offeneren Reihen und geringeren Saatgutdichte zu stark verkrautet und die Ernte somit erheblich erschwert wird. Das Saatgut müsste in diesem Fall zudem aufwändig und mit speziellen Maschinen gereinigt und aufbereitet werden.

Hier muss vorab geklärt werden, inwiefern der Eingriffsverursacher auch für die Anschaffung der dafür benötigten neuen Technik den Landwirt finanziell unterstützen muss und inwiefern entsprechende Technik überhaupt von Nöten ist. Dabei muss auch die Spezifität der Investition berücksichtigt werden. So hat der Landwirt einen besonders hohen Anreiz, die Maßnahme möglichst lange auszuführen, wenn er die Kosten für entsprechende spezielle Maschinen selbst tragen muss und somit daran interessiert ist, diese auch gewinnbringend über einen längeren Zeitraum zu nutzen. Ebenfalls geklärt werden muss, was mit dem Restbetrag passiert, wenn kein vollständiges Jahr mehr finanziert werden kann. Dieses Geld sollte nach Meinung der Autoren zweckgebunden für den Naturschutz verwendet werden.

Die Standortspezifität spielt jedoch in keinem der drei Modelle eine übergeordnete Rolle, da es aus Naturschutzaspekten nicht von Bedeutung ist, wo die Maßnahme ausgeführt wird, solange sie überhaupt und korrekt realisiert wird. Einige Böden beziehungsweise Standorte sind für die entsprechende Fauna und Flora besser geeignet, als andere, jedoch ist hier davon auszugehen, dass sich nur Landwirte, mit den entsprechenden Voraussetzungen, für die Ausführung der entsprechenden Maßnahme bewerben. Zudem liegt es nahe, dass kein Landwirt seine besten Flächen in einen Lichtacker umwandeln würde, sondern eher die mit leichten Böden und entsprechend niedrigerem Ertrag. Da die Segetalflora jedoch nährstoffarme Standorte bevorzugt, ist dies von Vorteil. Zudem ist hier der Konkurrenzdruck auf Grund der geringeren Verfügbarkeit von Nährstoffen geringer und es werden bessere Nischenstandorte geschaffen (Meyer et al. 2010).

## 5 Fazit

Tabelle 4: Risikobewertung der verschiedenen Parteien aus Sicht der Autoren, Bewertung reicht von sehr positiver Einschätzung (++) über neutral (~) zu negativer Einschätzung (-)

Risikoträger	Bewertung		
<b>Eingriffs- verursacher</b> 20 Jahre ? Betrag	Eingriffsverursacher	geringer Betrag, doch lange Bindung, trägt Risiko	-
	Landwirt	festgesetzter Zeitraum/Planbarkeit	++
	Naturschutzbehörde	Maßnahme wird sicher 20 Jahre durchgeführt	++
<b>Landwirt</b> 20 Jahre fixer Betrag	Eingriffsverursacher	höherer Betrag, keine Bindung	+
	Landwirt	festgesetzter Zeitraum/Planbarkeit, trägt Risiko	~
	Naturschutzbehörde	Maßnahme wird sicher 20 Jahre durchgeführt, Landwirt wird versuchen Kosten sehr niedrig zu halten - suboptimale Bewirtschaftung möglich	+
<b>Naturschutz- behörde</b> ? Jahre fixer Betrag	Eingriffsverursacher	höherer Betrag, keine Bindung	+
	Landwirt	Zeitraum ungewiss (schlechte Planbarkeit), bei spezifischen Investitionen: Landwirt hat Interesse an langer Laufzeit	+
	Naturschutzbehörde	Anlage des Restgeldes?, Maßnahmenzeitraum nicht kalkulierbar - Anschlussmaßnahme schwieriger planbar	-

Bei allen drei dargestellten Fällen ist eine großzügige Kalkulation des Kapitals vor Beginn der Maßnahme entscheidend. So will keine der drei Parteien (Eingriffsverursacher, Landwirt, Naturschutzbehörde) der alleinige Risikoträger sein.

Fall 1, in dem der Eingriffsverursacher das Risiko trägt, ist vermutlich die am seltensten gewählte Option. So hat er hier nicht nur den höchsten Aufwand, da er über die komplette Laufzeit hinweg an die Maßnahme finanziell gebunden ist, sondern zugleich auch die größte Unsicherheit, da der finale Betrag erst nach Ablauf des festgelegten Zeitraumes feststeht. Als Eingriffsverursacher hat er jedoch die Entscheidungsgewalt, welches Projekt er als Kompensationsmaßnahme finanzieren möchte und wird deshalb in der Regel von dieser Variante absehen und eher zu Fall 2 oder 3 tendieren, auch wenn er hier durch entsprechend erhöhte Geldbeträge, um eventuelle Risiken ausgleichen zu können, deutlich mehr bezahlen muss, als im ersten Fall. Für die anderen beiden Parteien (Landwirt und Naturschutzbehörde) ist dies jedoch die beste Variante. Der Landwirt hat vollkommene finanzielle Sicherheit und die Umsetzung der Maß-

nahme über 20 Jahre ist für den Naturschutz gewährleistet (siehe Tab. 4).

Im 2. Fall ist der Landwirt der Risikoträger. Dementsprechend wird er sich nur mit ausreichender Absicherung für die Umsetzung der Maßnahme bereit erklären. Jedoch ist bei guter Kalkulation und einer entsprechend hohen Kapitalmenge als Sicherheitsaufschlag die Bereitschaft der Landwirte vermutlich durchaus vorhanden, das Risiko zu tragen.

Mit der dritten Variante, in der die Naturschutzbehörden die Risikoträger sind, könnte man deutlich mehr Landwirte gewinnen, als im zweiten Fall und zugleich auch die Nachfrage des Eingriffsverursachers befriedigen. Zwar besteht die Gefahr, dass die Maßnahme deutlich kürzer ausgeführt wird, als in den anderen beiden Fällen festgesetzt, jedoch kann dieses Risiko durch ausreichend großzügige Kapitalkalkulationen erheblich minimiert werden. Zudem besteht die nicht unerhebliche Chance, dass die Maßnahme so sogar noch länger laufen kann, als bei den anderen beiden Fällen.

Wir sehen deshalb das höchste Potenzial in der dritten Variante. Hier sind sowohl die Anforderungen des Eingriffsverursachers erfüllt als auch ausreichend Sicherheiten für den Landwirt vorhanden. Das Risiko für den Naturschutz ist zwar vorhanden, jedoch gilt auch hier die Tatsache, dass die Landwirte freiwillig die Kompensationsmaßnahme auf ihrem Acker anwenden und somit motiviert sind, diese richtig und möglichst lange auszuführen. Mit dem 3. Fall besteht zudem die Chance, dass die Maßnahme länger als prognostiziert ausgeführt werden kann, was nicht nur dem Landwirt zugutekommt, der dadurch zum Beispiel länger finanzielle Sicherheit erhält, sondern auch für die Aspekte des Naturschutzes vorteilhaft ist. Je länger die Maßnahme durchgeführt wird, umso effektiver ist sie für die Segetalflora und für weitere Artengruppen, da diese so mehr Zeit hat sich zu etablieren und zu verbreiten.

Die Tabelle zeigt jedoch, dass die wahrscheinlichste Risikoverteilung die zweite Variante ist, da hier keine der drei Parteien einen deutlichen Nachteil hat. Der Landwirt ist zwar der Risikoträger, hat aber bei entsprechend hohen Kapitalkalkulationen genügend Absicherung, um sich bereit zu erklären die Maßnahme auszuführen.

In allen drei Varianten ist es möglich, dass die Maßnahme auch nach Ablauf der finanzierten Zeit weiter durchgeführt wird. Auf besonders wertvollen Flächen ist dies unumgänglich, da viele gefährdete Segetalfloraarten nur noch auf kleine Areale beschränkt sind. Möglichkeiten dafür ergeben sich aus dem Vertragsnaturschutz.



# Literatur

- Anderson, Jock R. (1974). „Simulation: Methodology and Application in Agricultural Economics“. In: *Review of Marketing and Agricultural Economics* 42.01, S. 1–53. URL: <https://ideas.repec.org/a/ags/remaae/9675.html>.
- Bundesnaturschutzgesetzes (2009). *BNatSchG: Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist*.
- Box, George E. P., Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel und Greta M. Ljung (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control (Wiley Series in Probability and Statistics)*. Wiley. ISBN: 978-1-118-67502-1. DOI: 10.1002/9781118619193.
- Cragg, John G. (1987). „Monte Carlo Methods“. In: *Palgrave Macmillan (eds) The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan, London, S. 1–3. DOI: 10.1007/978-1-349-20865-4\_22.
- Czybulka, Detlef, Hrsg. (2011). *Produktionsintegrierte Kompensation: Rechtliche Möglichkeiten, Akzeptanz, Effizienz und naturschutzgerechte Nutzung*. Greifswald: Druckhaus Panzig.
- Druckenbrod, Catharina, Achim Schäfer, Reinhard Stock und Anett Wagner (2012). *Produktionsintegrierte Kompensation: Rechtliche Möglichkeiten, Akzeptanz, Effizienz und naturschutzgerechte Nutzung*. Bd. Band 86. Initiativen zum Umweltschutz. Berlin: Erich Schmidt Verlag. ISBN: 3503138323.
- Geisbauer, Christin und Ulrich Hampicke (2012). *Ökonomie schutzwürdiger Ackerflächen: Was kostet der Schutz von Ackerwildkräutern*. Greifswald: DUENE e.V. URL: <http://www.schutzaecker.de/files/files/?1157&de>.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2018). „Entwicklung des durchschnittlichen Zinssatzes für Spareinlagen (Sparbuchzinsen) in Deutschland in den Jahren 1975 bis 2017“. In: *Statistisches Taschenbuch der Versicherungswirtschaft*. ISSN: 0936-1960.
- Guddat, Christian, Joachim Degner, Karin Marschall, Wilfried Zorn und Reinhard Götz (2015). *Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterweizen*. Hrsg. von Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Jena. URL: [http://www.tll.de/www/daten/publikationen/leitlinien/ll\\_ww.pdf](http://www.tll.de/www/daten/publikationen/leitlinien/ll_ww.pdf).
- Hampicke, Ulrich (2013). *Kulturlandschaft und Naturschutz: Probleme-Konzepte-Ökonomie (German Edition)*. Springer Vieweg. ISBN: 978-3-8348-1276-6. DOI: 10.1007/978-3-8348-8236-3.

- Hardaker, J. B. (2015). *Coping with risk in agriculture: Applied decision analysis*. Third edition. Boston MA: CABI. ISBN: 9781780642406. DOI: 10.1079/9780851998312.0000.
- Hyndman, Rob, George Athanasopoulos, Christoph Bermeier, Gabriel Caceres und Leanne Chhay (2019). *Package 'forecast': Forecasting Functions for Time Series and Linear Models*. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/index.html>.
- Kirchgässner, Gebhard, Jürgen Wolters und Uwe Hassler (2013). *Introduction to Modern Time Series Analysis*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-33435-1. DOI: 10.1007/978-3-642-33436-8.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (2018). *Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau*. URL: <https://daten.ktbl.de/dslkrpflanze/postHv.html>.
- Lemieux, Christiane (2009). *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Sampling*. New York, NY: Springer New York. ISBN: 978-0-387-78164-8. DOI: 10.1007/978-0-387-78165-5.
- LIFE Food & Biodiversity und Bodensee-Stiftung (o.D.). *ACTION FACT SHEET für BERA-TER: Lichtacker – geringere Saatkichte*. URL: [https://www.business-biodiversity.eu/bausteine.net/f/8887/LIFEFoodBiodiversity\\_AFS\\_Berater\\_Lichtacker.pdf](https://www.business-biodiversity.eu/bausteine.net/f/8887/LIFEFoodBiodiversity_AFS_Berater_Lichtacker.pdf).
- May, Helge, Annette Schröter, Judith Sengespeik, Britta Häfemeier, Stephanie Palapies und Angelika Prawda (o.D.). *Fördermöglichkeiten für Projekte: Überblick über die Finanzierungsmodelle*. Hrsg. von NABU. URL: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/naturschutz/deutschland/15310.html>.
- Metropolis, Nicholas und Stanislaw Ulam (1949). „The monte carlo method“. In: *Journal of the American Statistical Association* 44.247, S. 335–341. ISSN: 0162-1459. DOI: 10.2307/2280232.
- Meyer, Stefan, Erwin Bergmeier, Thomas Becker, Karsten Wesche, Benjamin Krause und Christoph Leuschner (2015). „Detecting long-term losses at the plant community level - arable fields in Germany revisited“. In: *Applied Vegetation Science* 18.3, 432–442. ISSN: 1402-2001. DOI: 10.1111/avsc.12168.
- Meyer, Stefan, Karsten Wesche, Benjamin Krause und Christoph Leuschner (2013). „Changes in the arable flora in recent decades and their possible impacts on farmland birds“. In: *Julius-Kuhn-Archiv* 442. Hrsg. von Hoffmann, J. Workshop on Farmland Birds - Ecological Basis for the Evaluation of Biodiversity Targets in Agricultural Lands, Julius Kuhn Inst, Kleinmachnow, Germany, March 01-02.2013, 64–78. ISSN: 1868-9892. DOI: 10.5073/jka.2013.442.005.

- Meyer, Stefan, Karsten Wesche, Christoph Leuschner, Thomas van ELSEN und Jürgen Metzner (2010). „Schutzbemühungen für die Segetalflora in Deutschland – Das Projekt „100 Äcker für die Vielfalt““. In: *Treffpunkt Biologische Vielfalt IX Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt* BfN-Skripten 265, S. 59–64. URL: [www.schutzaecker.de/files/files/?889&de](http://www.schutzaecker.de/files/files/?889&de).
- Oelke, Maren (2003). „Untersuchungen zur genetischen Diversität am Beispiel der Segetalart *Euphorbia exigua* L. auf unterschiedlichen Standorten des Norddeutschen Tieflandes“. Diplomarbeit. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin.
- Pinke, Gyula und Richard M. Gunton (2014). „Refining rare weed trait syndromes along arable intensification gradients“. In: *Journal of Vegetation Science* 25.4, 978–989. ISSN: 1100-9233. DOI: 10.1111/jvs.12151.
- R core team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. URL: <https://www.r-project.org/>.
- Robert, Christian und George Casella (2010). *Introducing Monte Carlo Methods with R*. New York, NY: Springer New York. ISBN: 978-1-4419-1582-5. DOI: 10.1007/978-1-4419-1576-4.
- Rotchés-Ribalta, R, J M Blanco-Moreno, L Armengot und F X Sans (2016). „Responses of rare and common segetal species to wheat competition and fertiliser type and dose“. In: *Weed Research* 56.2, S. 114–123. DOI: 10.1111/wre.12191.
- Sauer, Norbert und Bernd Hardeweg (2006). *Standarddeckungsbeiträge (SDB): Kalkulation der Rechenwerte zur Betriebsklassifizierung nach der EU-Typologie*. Hrsg. von Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Darmstadt. URL: [https://daten.ktb1.de/sdb/pdf/SDB\\_Methode.pdf](https://daten.ktb1.de/sdb/pdf/SDB_Methode.pdf).
- Stier, Winfried (2001). *Methoden der Zeitreihenanalyse*. Springer-Lehrbuch. Berlin und Heidelberg: Springer. ISBN: 9783540417002. DOI: 10.1007/978-3-642-56709-4.
- Zinke, Olaf (2018). „Hafer extrem knapp und teuer: Hafer ist im Dürrejahr 2018 in Deutschland extrem knapp. Die Preise sind seit dem Sommer kräftig nach oben geschossen.“ In: *Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH. agrarheute*. URL: <https://www.agrarheute.com/markt/marktfruechte/hafer-extrem-knapp-teuer-548868>.

Alle Internetlinks wurden zuletzt am 29. August 2019 abgerufen.

## Eigenständigkeitserklärung

Wir versichern, dass wir diese Seminararbeit ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt haben, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form in keinem anderen Seminar vorgelegt wurde. Alle Ausführungen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Die Seminararbeit ist von allen Gruppenmitgliedern zu gleichen Teilen angefertigt worden.

Greifswald, der 29. August 2019

Felix Nöplw

Greifswald, der 29. August 2019

Anna Edner 