

Mewes, Melanie; Sturm, Astrid; Johst, Karin; Drechsler, Martin; Wätzold, Frank

## Research Report

Handbuch der Software Ecopay zur Bestimmung kosteneffizienter Ausgleichszahlungen für Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Arten und Lebensraumtypen im Grünland

UFZ-Bericht, No. 01/2012

## Provided in Cooperation with:

Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ)

*Suggested Citation:* Mewes, Melanie; Sturm, Astrid; Johst, Karin; Drechsler, Martin; Wätzold, Frank (2012) : Handbuch der Software Ecopay zur Bestimmung kosteneffizienter Ausgleichszahlungen für Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Arten und Lebensraumtypen im Grünland, UFZ-Bericht, No. 01/2012, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/57851>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

## *UFZ-Bericht 01/2012*

### **Handbuch der Software Ecopay zur Bestimmung kosteneffizienter Ausgleichszahlungen für Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Arten und Lebensraumtypen im Grünland**

Melanie Mewes, Astrid Sturm, Karin Johst, Martin Drechsler & Frank Wätzold

Melanie Mewes, Astrid Sturm, Karin Johst, Martin  
Drechsler und Frank Wätzold

## Handbuch der Software



zur Bestimmung kosteneffizienter Ausgleichszah-  
lungen für Maßnahmen zum Schutz gefährdeter  
Arten und Lebensraumtypen im Grünland

*gefördert durch*



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

**b.tu**

Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus

 **HELMHOLTZ**  
ZENTRUM FÜR  
UMWELTFORSCHUNG  
UFZ

Freie Universität  Berlin

### ***Danksagung***

Die Software Ecopay ist im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanzierten Projektes „Software-basierte Entscheidungshilfe zur Bestimmung kosteneffizienter Kompensationszahlungen für Biodiversitätsschutzmaßnahmen in einer sich ändernden Umwelt“ (SOKO Bio) entstanden. Für die Unterstützung der DBU möchten wir uns herzlich bedanken, ohne sie wäre die Software nicht entstanden. Die Praxis- und Kooperationspartner des Projekts (Förderverein Naturschutz im Peenetal e.V., Dr. Jochen Bellebaum; Michael-Otto-Stiftung im NABU, PD Dr. Hermann Hötker; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dr. Raimund Warnke-Grüttner, Astrid Münnich; Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein, Tobias Meier) haben als Artenexperten, durch die Bereitstellung von Daten sowie als kritische und konstruktive Diskussionspartner mit Blick auf die Einsetzbarkeit der Software in der Naturschutzpraxis einen wichtigen Beitrag zur Entstehung von Ecopay geleistet. Ihnen gilt ebenfalls unser Dank. Bedanken möchten wir uns ebenfalls bei den Kolleginnen und Kollegen unserer Kooperationspartner, die für Fragen, insbesondere zur Validierung der Software, hilfreiche Antworten lieferten. PD Dr. Josef Settele, Department Biozönoseforschung, UFZ, stand uns als Schmetterlingsexperte zur Verfügung und gab uns in dieser Funktion wertvolle Einschätzungen, ihm sei ebenfalls herzlich gedankt. Für die tatkräftige Unterstützung bei der Programmierung der Software gilt unser Dank Andreas Weise und bei Amrei Aigner bedanken wir uns für die redaktionelle Unterstützung bei der Fertigstellung des Handbuchs.

### ***Download der Software***

Die Software Ecopay sowie Hinweise zur Installation lassen sich über folgende Seite herunterladen:

<http://page.mi.fu-berlin.de/austurm/SokoBio/software.html>

# Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	2
Download der Software .....	2

## Teil A Aufbau und Funktion der Software

<b>1 Einleitung.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Ziele und Struktur von Ecopay .....</b>	<b>11</b>
2.1 Überblick und Ziele von Ecopay .....	11
2.2 Die Software als Entscheidungshilfe .....	11
2.3 Der Ansatz einer flexiblen und adaptiven Software .....	14
2.4 Gesamtstruktur von Ecopay .....	15
<b>3 Charakteristika der Arten und Lebensraumtypen (Steckbriefe).....</b>	<b>17</b>
3.1 Grünlandarten und Lebensraumtypen in Ecopay .....	18
3.2 Steckbriefe .....	19
3.2.1 <i>Definition der Parameter für die Steckbriefe der Arten.....</i>	<i>19</i>
3.2.2 <i>Definition der Parameter für die Steckbriefe der Lebensraumtypen .....</i>	<i>24</i>
<b>4 Landnutzungsmaßnahmen.....</b>	<b>27</b>
4.1 Referenzsituation .....	27
4.2 Mahd .....	29
4.3 Streifenmahd .....	30
4.4 Ganzjahresstandweide.....	30
4.5 Saisonale Standweide.....	31
4.6 Umtriebsweide .....	32
4.7 Mähweide.....	32
<b>5 Landschaftsinformationen .....</b>	<b>32</b>
5.1 Landnutzung.....	33
5.2 (Boden-)Feuchtstufe.....	33
5.3 Grünlandzahlen .....	33
5.4 Höhenstufe .....	34
<b>6 Ökologisches Modell: Quantitative Bewertung des ökologischen Nutzens einer Landnutzungsmaßnahme.....</b>	<b>34</b>
6.1 Raum-zeitliche Skalen des ökologischen Modells.....	35
6.2 Der zeitliche Aspekt der Landnutzung: Bestimmung des lokalen ökologischen Nutzens.....	37
6.3 Der räumliche Aspekt der Landnutzung: Bestimmung des regionalen ökologischen Nutzens.....	39
6.4 Ökologische Modellkomponenten im Detail .....	40

6.4.1	<i>Berechnung von <math>Q_j^0</math></i> .....	40
6.4.2	<i>Berechnung von <math>S_j^w</math></i> .....	42
6.4.3	<i>Berechnung von <math>Q_j^w</math></i> .....	43
6.4.4	<i>Berechnung von <math>G_j^m</math></i> .....	45
6.4.5	<i>Die Einbeziehung einer zweiten Generation</i> .....	45
6.4.6	<i>Berücksichtigung von schützenswerten Lebensraumtypen</i> .....	46
6.4.7	<i>Beweidung im ökologischen Modell</i> .....	46
6.4.8	<i>Streifenmähd</i> .....	51
<b>7</b>	<b>Agrarökonomische Kostenrechnung</b> .....	<b>51</b>
7.1	Vorgehensweise zur Kostenberechnung .....	52
7.2	Datengrundlage der Kostenberechnung .....	54
7.3	Grünlandertrag .....	54
7.3.1	<i>Referenzwerte – Wiesen (Quantität, Qualität)</i> .....	56
7.3.2	<i>Referenzwerte – Weiden (Quantität, Qualität)</i> .....	57
7.3.3	<i>Grünlandertrag im Jahresverlauf</i> .....	58
7.3.4	<i>Energieertragsverlust bei verändertem Mähzeitpunkt</i> .....	63
7.3.5	<i>Energieertragsverlust bei Mähstreifen</i> .....	66
7.3.6	<i>Energieertragsverlust bei veränderter Beweidung</i> .....	67
7.3.7	<i>Energieertragsverlust bei veränderter Mähweide</i> .....	69
7.3.8	<i>Bewertung mit dem Zukauf von Kraftfutter</i> .....	70
7.4	Variable Kosten.....	70
<b>8</b>	<b>Simulierung und Optimierung</b> .....	<b>73</b>
8.1	Simulierung in Ecopay .....	73
8.1.1	<i>Effektivitätsanalyse von Agrarumweltprogrammen</i> .....	73
8.1.2	<i>Simulierung von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten</i> .....	75
8.2	Optimierung und Bestimmung der Kosteneffizienz von Agrarumweltprogrammen... 76	
8.2.1	<i>Option 1: Vorgabe des Budgets</i> .....	76
8.2.2	<i>Option 2: Vorgabe des Naturschutzzieles</i> .....	76
8.2.3	<i>Weitere Vorgaben zur Optimierung</i> .....	77
8.2.4	<i>Optimierungsverfahren</i> .....	77
<b>9</b>	<b>Technische Details</b> .....	<b>77</b>
9.1	Technische Grundlagen der Implementierung .....	77
9.2	Optimierungsalgorithmus.....	77

## **Teil B Anwendung von Ecopay**

<b>1</b>	<b>Anleitung zur Anwendung von Ecopay</b> .....	<b>79</b>
1.1	Allgemeines zur Anwendung .....	79
<b>2</b>	<b>Startseite</b> .....	<b>80</b>

<b>3</b>	<b>Menüleiste von Ecopay</b> .....	<b>80</b>
<b>4</b>	<b>Menüpunkt Steckbrief</b> .....	<b>81</b>
4.1	Erstellen eines neuen Steckbriefes .....	81
4.1.1	<i>Dateneingabefenster „Neuer Artensteckbrief Schmetterling“</i> .....	81
4.1.2	<i>Dateneingabefenster „Neuer Artensteckbrief Vogel“</i> .....	86
4.1.3	<i>Dateneingabefenster „Neuer Steckbrief Lebensraum“</i> .....	88
4.2	Laden von in der Datenbank vorhandenen Steckbriefen .....	92
4.2.1	<i>Menüauswahlpunkt Vogel</i> .....	93
4.2.2	<i>Menüauswahlpunkt Schmetterling</i> .....	94
4.2.3	<i>Menüauswahlpunkt Lebensraumstyp</i> .....	95
<b>5</b>	<b>Menüpunkt Grünland</b> .....	<b>96</b>
5.1	Einfügen eines neuen Grünlandtyps .....	96
5.2	Laden von in der Datenbank vorhandenen Grünlandtypen.....	97
<b>6</b>	<b>Menüpunkt Simulierung</b> .....	<b>99</b>
6.1	Simulierung von Agrarumweltprogrammen .....	100
6.2	Simulierung von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten .....	112
<b>7</b>	<b>Menüpunkt Optimierung</b> .....	<b>116</b>
7.1	Budgetminimierung für gegebenes Schutzziel .....	116
7.2	Zielmaximierung für gegebenes Budget .....	125
<b>8</b>	<b>Menüpunkt Visualisierung</b> .....	<b>129</b>

## Teil C Datenbank

<b>1</b>	<b>Allgemeines zur Datenbank</b> .....	<b>131</b>
<b>2</b>	<b>Datenbankstruktur Ecopay</b> .....	<b>131</b>
2.1	Tabelle „art“ .....	133
2.2	Tabelle „bundesland“ .....	134
2.3	Tabelle „energie_2mahd“ .....	134
2.4	Tabelle „energie_ertragsaenderung“ .....	135
2.5	Tabelle „ergebnis“ .....	135
2.6	Tabelle „graphic“ .....	136
2.7	Tabelle „gruenlandtyp“ .....	137
2.8	Tabelle „gruenland_pro_art“ .....	137
2.9	Tabelle „konfiguration“ .....	138
2.10	Tabelle „leistungsgruppen“ .....	138
2.11	Tabelle „maschinenkosten“ .....	139
2.12	Tabelle „maschinen_pro_verfahren“ .....	139
2.13	Tabelle „massnahmen“ .....	140

2.14 Tabelle „massnahme_gruenland“ .....	140
2.15 Tabelle „matrix_referenz“ .....	141
2.16 Tabelle „monatsviertel“ .....	141
2.17 Tabelle „pixel“ .....	142
2.18 Tabelle „qualitaet“ .....	142
2.19 Tabelle „trittmortalitaet“ .....	143
2.20 Tabelle „umriss“ .....	143
2.21 Tabelle „variable_kosten“ .....	144
2.22 Tabelle „verfahren“ .....	145
2.23 Tabelle „verfahren_mit_leistungsgruppe“ .....	145
2.24 Tabelle „viehart“ .....	146
2.25 Tabelle „vorkommen“ .....	146
2.26 Tabelle „vorkommen2“ .....	146
2.27 Tabelle „wuchshoehe“ .....	147
2.28 Tabelle „zwischen_speicher“ .....	147
<b>3 Exportieren von Daten aus der Datenbank .....</b>	<b>148</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>149</b>
<b>Autorenverzeichnis.....</b>	<b>152</b>



## Abbildungen

### Teil A Aufbau und Funktion der Software

Abb. 2-1: Gesamtstruktur von Ecopay .....	15
Abb. 3- 1: Zeitliche Abfolge der Reproduktionsphase für Vögel und Schmetterlinge.....	21
Abb. 4-1: Leitfaden für die Streifenmahd in Brandenburg (LUA BB 2010), Grafik: Kees Nuijten.....	30
Abb. 6-1: Grundschemata des ökologischen Modells.....	36
Abb. 6-2: Grundschemata des ökologischen Modellansatzes zur Bewertung des ökologischen Nutzens des Zeitpunktes einer Landnutzungsmaßnahme.....	38
Abb. 7-1: Jahresgang des absoluten Trockenmasseertrags im Grünland in dt TS/ha und des Energiegehaltes in MJ NEL pro kg erntebare TS in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt, schematisch bezogen auf den 1. Aufwuchs .....	58
Abb. 9-1: Veranschaulichung einer Funktion mit lokalem und globalem Maximum.....	78

## Tabellen

### Teil A Aufbau und Funktion der Software

Tab. 2-1: Zahlenbeispiel zur Veranschaulichung der Frage nach Kosteneffizienz .....	12
Tab. 3- 1: Schmetterlingsarten in Ecopay.....	18
Tab. 3- 2: Vogelarten in Ecopay .....	18
Tab. 3- 3: Lebensraumtypen in Ecopay .....	18
Tab. 3-4: Parameter für Vögel und Schmetterlinge in den Steckbriefen in Ecopay.....	25
Tab. 3-5: Parameter für Grünlandlebensraumtypen in den Steckbriefen in Ecopay .....	26
Tab. 4-1: Grünlandverfahren in der Referenzsituation und Beschreibung der Änderung für die Maßnahmen .....	27
Tab. 4-2: Übersicht der in Ecopay berücksichtigten Maßnahmen (insgesamt 475) aufgegliedert nach Parameterkombinationen, (MV = Monatsviertel) .....	29
Tab. 4-3: Faktoren für die Umwandlung von „Großvieheinheiten“ (1 GV = 500 kg Tierlebensmasse) in Tierzahlen nach KTBL (2005) geändert .....	31
Tab. 6-1: Anfälligkeitsfaktor $c_j^a$ für Gleichung (6-11).....	48
Tab. 6-2: Gleichgewichtsanteile von kurzem, mittellangem und langem Gras für verschiedene Grünlandwerte und Besatzdichten.....	50
Tab. 7-1: Posten einer Deckungsbeitragsrechnung .....	53
Tab. 7-2: In Ecopay berücksichtigte relevante Grünlandverfahren mit Bruttoerträgen in dt FM/ha (verändert nach LfULG 2010) für Ertragsniveaulasse niedrig und sehr hoch.....	54
Tab. 7-3: Annahmen für eine Zuordnung von Bruttoerträgen in dt FM/ha zu Grünlandzahlen in Ecopay, Ø Ertrag dt FM/ha pro Klasse nach Datenbank LfULG, für 1-Schnitt liegen keine Werte in der Datenbank vor .....	55
Tab. 7-4: Beispiel zur Berechnung des Nettoenergieertrags aus dem Frischmasseertrag in Anlehnung an Planungsrichtwerte Sachsen für eine 3-Schnittnutzung mit Nutzung des 1. Schnitts für Anweilksilage (AWS) und der anderen Schnitte für Heu .....	56

Tab. 7-5: Beispiel zur Berechnung des Nettoenergieertrags aus dem Frischmasseertrag in Anlehnung an Planungsrichtwerte Sachsen (2011) für eine Weide (vgl. Tab. 7-4).....	57
Tab. 7-6: Beispiel zur Berechnung des Nettoenergieertrags aus dem Frischmasseertrag in Anlehnung an Planungsrichtwerte Sachsen (2011) für eine Mähweide (vgl. Tab. 7-4) .....	57
Tab. 7-7: Ertragsänderung einer 2-Schnittnutzung in % für die vier Ertragsniveaus in Sachsen bei einer Verschiebung des Mahdzeitpunktes.....	60
Tab. 7-8: Futterwerte (Energieerträge) verschiedener Grünlandaufwüchse und Grünlandnutzungen an verschiedenen Schnittzeitpunkten in MJ NEL/kg TS nach DLG (1997). .....	61
Tab. 7-9: Standardisierte relative Qualitätsminderung einer 2-Schnittnutzung bei einer Verschiebung des Mahdzeitpunktes in Prozent in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt, für vier Ertragsniveaus (in Anlehnung an Mährlein 1993a, S. 39).. .....	62
Tab. 7-10: Beispielberechnungen: Ertragsänderung in % zu einer 3-Schnittnutzung bei einer Verschiebung der Mahdzeitpunkte in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt insgesamt (1. und 2. Schnitt) für vier Ertragsniveaus (Zusammenführung Tab. 7-7 und 7-9).....	64
Tab. 7-11: Verminderung der Energieerträge (gemittelt) gegenüber konventioneller Nutzung bei Wiesennutzung ohne Düngung sowie PSM-Einsatz in % in Sachsen (SMUL 2007).....	65
Tab. 7-12: Berechnung der Nettoerträge TS Heu in dt/ha für eine 1-Schnittnutzung zur Heugewinnung .....	65
Tab. 7-13: Beispielrechnung: Veränderung der Nettoenergieerträge in MJ NEL/ha von 3-Schnitt auf 1-Schnittnutzung bei unterschiedlichen Mahdterminen. Die Berechnungen für gerade Monatsviertel erfolgen entsprechend in Ecopay. ....	66
Tab. 7-14: Tierarten mit Angabe ihrer Lebendmasse, angegeben in Großvieheinheiten (1 GV = 500 kg Tierlebendmasse) sowie ihrer durchschnittlichen täglichen Aufnahmerate in MJ NEL umgerechnet nach KTBL 2005 .....	67
Tab. 7-15: Beispiele für Saatgutkosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen:.....	70
Tab. 7-16: Beispiele für Düngungskosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen (Düngekosten N 0,8 €/kg, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,8 €/kg, K <sub>2</sub> O 0,5 €/kg) .....	71
Tab. 7-17: Beispiele für Pflanzenschutzkosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen.....	71
Tab. 7-18: Beispiel für ein Verfahren Heuernte auf Grünland zur Berechnung der variablen Maschinenkosten (Mewes 2006).....	72
Tab. 7-19: Beispiele für Silierungskosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen.....	73

# Teil A Aufbau und Funktion der Software

## 1 Einleitung

In Deutschland wie auch in vielen anderen europäischen Ländern werden jedes Jahr erhebliche Summen für Agrarumweltprogramme ausgegeben (vgl. Kom 2011), mit denen Landwirte und andere Landnutzer dafür kompensiert werden, dass sie für sie mit Kosten verbundene Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Arten und Lebensräume in der Agrarlandschaft durchführen. Im Prinzip wird dieses Geld für einen sinnvollen und politisch gewollten Zweck ausgegeben, denn für einen erfolgreichen Arten- und Habitatschutz in Europa ist der Schutz der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften unabdingbar (vgl. ausführlich Plachter 1991, BMU 2007). Dies zeigt sich u.a. daran, dass viele gefährdete Arten und Habitate, die typisch für Agrarlandschaften sind, als Anhang II oder Anhang IV Arten der FFH-Richtlinie einen besonderen Schutzstatus genießen (vgl. Vogelschutzrichtlinie 1979, FFH-Richtlinie 1992, BMU 2011).

Aber sind die Agrarumweltprogramme auch so ausgestaltet, dass die Schutzziele tatsächlich umfassend erreicht werden? Und sind sie kosteneffizient ausgestaltet, d.h. so, dass für die vorhandenen finanziellen Mittel ein bestmöglicher Arten- und Habitatschutz erreicht wird? Ohne Zweifel haben die Agrarumweltprogramme für einige Arten zu einer Stabilisierung bzw. Erholung der Population geführt. Forschungsergebnisse lassen jedoch keinen Zweifel daran, dass dies nicht für alle Arten gilt und dass bei der Ausgestaltung der Programme ein erhebliches Verbesserungspotential besteht. Dieser Befund wird durch den Indikatorenbericht der Bundesregierung für eine nachhaltige Entwicklung bestätigt, demzufolge es in der Agrarlandschaft innerhalb der letzten 20 Jahre zu einem Rückgang der Artenvielfalt gekommen ist (Statistisches Bundesamt 2010).

Die Ausgestaltung der Agrarumweltprogramme wird aber zunehmend nicht nur aus Sicht des Naturschutzes kritisch hinterfragt, sondern auch aus der Perspektive des Steuerzahlers. In Zeiten hoher Staatsverschuldung und knapper öffentlicher Mittel ist es besonders wichtig, dass öffentliche Gelder so ausgegeben werden, dass es zu keiner Mittelverschwendung kommt, und dass die anvisierten Ziele auch kosteneffizient erreicht werden.

Es ist jedoch nicht einfach, wirksame und kosteneffiziente Agrarumweltprogramme zu entwickeln. Die wesentlichen Gründe hierfür sind, dass (I) nicht nur eine Art bzw. ein Lebensraum geschützt werden soll, sondern viele verschiedene Arten und Lebensräume, (II) hierfür sehr viele unterschiedliche Landnutzungsmaßnahmen mit unterschiedlichen Kosten und unterschiedlichen Wirkungen auf Arten und Lebensräume zur Auswahl stehen, und (III) sowohl die Kosten dieser Landnutzungsmaßnahmen als auch ihre Wirkungen räumlich differenziert auftreten können. Sollen nun für ein gegebenes Budget die Programme so ausgestaltet sein, dass der Schutz ausgewählter Arten und Lebensräume maximiert wird, so entsteht ein nicht-triviales Optimierungsproblem für den Entscheider, der für die Ausgestaltung der Programme zuständig ist.

Zur Lösung solcher komplexen Aufgabenstellungen können anwenderfreundliche numerische Simulierungs- und Optimierungsverfahren, wie die in diesem Handbuch beschriebene Soft-

ware „Ecopay“, einen wichtigen Beitrag leisten. Mit Hilfe von Ecopay können die Auswirkungen von 475 unterschiedlichen Landnutzungsmaßnahmen im Grünland (unterschiedliche Mahd-, Mähweide- und Weideregimes) auf 30 verschiedene gefährdete Vogel- und Schmetterlingsarten sowie sieben verschiedene Lebensraumtypen abgeschätzt sowie die dazugehörigen Kosten für die Landwirte (d.h. deren finanzieller Kompensationsbedarf) ermittelt werden. Außerdem kann der Anwender für ein gegebenes Budget die kosteneffiziente Kombination von Landnutzungsmaßnahmen bestimmen lassen, die den Schutz ausgewählter Arten und Lebensraumtypen maximiert. Alternativ kann der Anwender für ausgewählte Arten und Lebensraumtypen ein bestimmtes Schutzniveau vorgeben und von der Software die kosteneffiziente Kombination von Landnutzungsmaßnahmen bestimmen lassen, die das dafür notwendige Budget minimiert.

Um ein möglichst hohes Maß an Aktualität von ökonomischen und ökologischen Daten und Informationen sowie die Einbeziehung von neuestem Wissen zu ermöglichen, ist Ecopay als flexible und anpassungsfähige Software konzipiert. Dies bedeutet, dass ökologische und ökonomische Parameter der Software vom Anwender selbstständig verändert und an sich ändernde Gegebenheiten angepasst werden können.

Hervorzuheben ist, dass Ecopay als Entscheidungsunterstützung gedacht ist und die Ergebnisse der Software keine Entscheidungen präjudizieren sollen. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass auch noch andere Kriterien als „Erreichung der Schutzziele“ und „Kosteneffizienz“ bei der Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen eine Rolle spielen wie z.B. Verwaltungskosten. Trotz dieser Einschränkung sind wir davon überzeugt, dass Ecopay einen wichtigen Beitrag in der Diskussion um die Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen leisten kann, beispielsweise indem unterschiedliche, in der Diskussion befindliche Ausgestaltungsoptionen von Agrarumweltprogrammen auf ihre Kosteneffizienz und ihre Auswirkungen auf unterschiedliche Arten abgeschätzt werden.

Es ist zu betonen, dass ein sinnvoller Einsatz von Ecopay bei der Entscheidungsfindung über die Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen nur möglich ist, wenn der Anwender ein umfassendes Verständnis der Funktionsweise der Software erlangt hat. Mit Hilfe dieses Handbuchs soll ein solches Verständnis ermöglicht werden.

Ecopay ist eine frei verfügbare Software und es ist das Ziel der Entwickler der Software, dass Ecopay in der Wissenschaft und der Naturschutzpraxis in vielfältiger Weise zum Einsatz kommt. Wird Ecopay im praktischen Naturschutz angewandt, so bitten wir um eine kurze Mitteilung hierüber. Bei der Verwendung von Ecopay für wissenschaftliche Zwecke, möchten wir freundlich darum bitten, die benutzte Software in Veröffentlichungen zu zitieren. Auf entsprechende Publikationen wird in Zukunft auf der Webseite des SOKO Bio Projektes ([http://page.mi.fu-berlin.de/sturm/SokoBio/soko\\_bio\\_main.html](http://page.mi.fu-berlin.de/sturm/SokoBio/soko_bio_main.html)) hingewiesen.

Anwenderorientierte Softwareprogramme wie Ecopay sind bisher selten im Naturschutz und es gibt sicherlich ein erhebliches Entwicklungspotential. Vor diesem Hintergrund sind die Entwickler von Ecopay für kritische Kommentare und Verbesserungsvorschläge sowohl im Hinblick auf die Software als auch das Handbuch dankbar und freuen sich über Erfahrungsberichte über den Einsatz der Software.

## 2 Ziele und Struktur von Ecopay

### 2.1 Überblick und Ziele von Ecopay

Das Hauptziel von Ecopay ist es, die Gestaltung von Agrarumweltprogrammen für einen ökologisch wirksamen und kosteneffizienten Schutz von Arten und Lebensraumtypen im Grünland in den Bundesländern Sachsen und Schleswig-Holstein zu unterstützen. Unter Agrarumweltprogrammen<sup>1</sup> werden hier Programme verstanden, die Zahlungen an Landwirte für eine oder mehrere Landnutzungsmaßnahme(n) im Grünland zum Schutz von Arten und Lebensraumtypen enthalten. Zu diesen Maßnahmen gehören beispielsweise Mahdtermine zu vorgegebenen Zeiten, die sich positiv auf bestimmte Arten auswirken.

Mit ökologisch wirksam ist gemeint, dass Schutzziele tatsächlich erreicht werden. Unter Kosteneffizienz wird – in Abhängigkeit von der Fragestellung – entweder verstanden, dass (I) für ein zur Verfügung stehendes Budget der Erhalt der Schutzziele bestmöglich erreicht wird, oder (II) vom Nutzer der Software vorgegebene Schutzziele mit dem geringstmöglichen finanziellen Aufwand erreicht werden.

Die Schutzziele, die der Benutzer in der Software angeben kann, umfassen den Erhalt von gefährdeten Grünlandarten (15 Vogel- und 15 Schmetterlingsarten) und -lebensraumtypen (7 Lebensraumtypen<sup>2</sup>). Der Nutzer kann als Schutzziele eine, mehrere oder alle dieser Arten und Lebensraumtypen wählen und den Schutz der verschiedenen Arten und Lebensraumtypen gewichten, um seine Präferenzen für spezifische Schutzziele auszudrücken. Ecopay enthält insgesamt 475 verschiedene Landnutzungsmaßnahmen (verschiedene Mahd-, Mähweide- und Weideregimes), die über Agrarumweltprogramme gefördert werden könnten. Diese Maßnahmen können auch Vorschriften zur Verwendung von Düngemitteln beinhalten.

Im Prinzip ermöglicht Ecopay dem Anwender

- (I) die Beurteilung der Auswirkungen von bestehenden oder geplanten Agrarumweltmaßnahmen auf gefährdete Arten und Lebensraumtypen im Grünland in Sachsen und Schleswig-Holstein für unterschiedliche Budgets,
- (II) die Auswertung der Kosteneffizienz von bestehenden oder geplanten Agrarumweltmaßnahmen und
- (III) die Auswahl von Zielarten und -lebensraumtypen und den Gewinn von Informationen darüber, welches Agrarumweltprogramm diese Schutzziele für gewählte Budgets maximiert oder das Budget zur Erreichung dieser Ziele minimiert.

### 2.2 Die Software als Entscheidungshilfe

Das Ziel von Ecopay besteht darin, Entscheidungsträgern Informationen zur besseren Gestaltung von Agrarumweltprogrammen zur Verfügung zu stellen, und nicht, die Entscheidungen von Politikern, Behörden, Stiftungen oder Landwirtschaftsverbänden zu ersetzen oder vorwegzunehmen. Vor diesem Hintergrund ist die Software als Entscheidungshilfe oder -unter-

---

<sup>1</sup> Wir verwenden im Folgenden den Begriff Agrarumweltprogramme als einen Oberbegriff für alle Programme, die die Kompensation von Landwirten für arten- und habitatschützende Maßnahmen vorsehen, also z.B. Vertragsnaturschutzprogramme, Kulturlandschaftsprogramme, etc.

<sup>2</sup> Den Begriff Lebensraumtyp verwenden wir als Oberbegriff für einzeln definierte, schützenswerte Lebensräume. Dies umfasst sowohl die FFH-Lebensraumtypen als auch weitere gefährdete Grünlandtypen.

stützung zu verstehen. Für die Verwendung von Ecopay als Entscheidungshilfe ist es wichtig, sich sowohl die Vorteile der Software als auch ihre Begrenzungen vor Augen zu führen.

### ***Vorteile von Ecopay***

Die Gestaltung von kosteneffizienten Agrarumweltprogrammen zum Schutz von über 30 gefährdeten Grünlandarten und -lebensraumtypen auf Landesebene ist nicht trivial. Um zu veranschaulichen, dass die Auswahl von kosteneffizienten Landnutzungsmaßnahmen nicht unkompliziert ist, betrachten wir ein einfaches Zahlenbeispiel (Tabelle 2.1). Die erste Spalte enthält drei verschiedene (hypothetische) Landnutzungsmaßnahmen, die zweite Spalte zeigt den Nutzen der Maßnahmen, wenn sie auf einer Fläche von einem ha durchgeführt werden (zur Illustration nehmen wir vereinfachend an, dass der Nutzen gemessen und quantifiziert werden kann) und die dritte Spalte zeigt die Kosten der Maßnahmen pro ha.

Tab. 2-1: Zahlenbeispiel zur Veranschaulichung der Frage nach Kosteneffizienz

Art der Landnutzungsmaßnahme	Nutzen pro ha in Nutzeinheiten (N)	Erhaltungskosten pro ha in €
Maßnahme A	6 N	300 €
Maßnahme B	4 N	150 €
Maßnahme C	2 N	100 €

Mit Hilfe einer Auswahlstrategie, die nur den Nutzen der verschiedenen Maßnahmen beachtet, würde man Maßnahme A wählen, wohingegen eine Auswahlstrategie, die nur an den Kosten interessiert ist, die Wahl von Maßnahme C nahe legen würde. Allerdings berücksichtigt keine dieser Strategien, dass für Agrarumweltmaßnahmen typischerweise ein bestimmtes Budget zur Verfügung steht, und dass es am besten ist, den Nutzen im Rahmen dieser Budgetrestriktion zu maximieren, also die kosteneffiziente Lösung zu wählen. Nehmen wir zum Beispiel an, dass das Budget 600 € beträgt. Die rein nutzenorientierte Strategie würde dann einen Gesamtnutzen von 12 N erzeugen, die rein kostenorientierte Strategie würde auch zu 12 N führen, während die kosteneffiziente Strategie, die den Nutzen bei festgelegten Kosten maximiert, zu 16 N führen würde.

Es ist offensichtlich leicht, die kosteneffiziente Lösung in dem oben genannten numerischen Beispiel zu erkennen. Es wird jedoch deutlich komplizierter, wenn ein kosteneffizientes Agrarumweltprogramm für ein Bundesland identifiziert werden soll. Hier ist die potenzielle Anzahl von Landnutzungsmaßnahmen wesentlich höher (Ecopay vergleicht 475 Maßnahmen) und es gibt nicht nur ein einzelnes Schutzziel (Ecopay berücksichtigt 37 Arten und Lebensraumtypen). Darüber hinaus unterscheiden sich die Kosten für die 475 Maßnahmen sowie deren Auswirkungen auf Arten und Lebensraumtypen auch räumlich, d.h. in Abhängigkeit davon, wo sie durchgeführt werden (Ecopay berücksichtigt räumliche Unterschiede zwischen Flächen mit einer Größe von 6,25 ha (250m x 250m, für Details siehe Kapitel 5). Außerdem müssen kosteneffiziente Agrarumweltprogramme nicht nur für ein einzelnes Budget, sondern für eine Vielzahl von Budgets bestimmt werden.

Offensichtlich ist das menschliche Gehirn zu begrenzt, um all diese Informationen aufzunehmen und aus ihnen ökologisch wirksame und kosteneffiziente Agrarumweltprogramme zu bestimmen. Zu diesem Zweck ist jedoch eine Optimierungssoftware wie Ecopay geeignet. Ecopay enthält eine Fülle an Daten über räumlich differenzierte Kosten für 475 verschiedene

Landnutzungsmaßnahmen und kann deren Auswirkungen auf eine Vielzahl von Arten und Lebensraumtypen quantitativ abschätzen. Darüber hinaus kann Ecopay diese Daten in einem numerischen Optimierungsverfahren kombinieren, um kosteneffiziente Agrarumweltmaßnahmen als eine Funktion verschiedener Budgets zu ermitteln.

### ***Grenzen des Einsatzes von Ecopay***

Allerdings ist jede Software nur so gut wie die Informationen, die verfügbar sind und die sie enthält. In dieser Hinsicht ist folgendes anzumerken:

- Die kleinste räumliche Einheit ist bei Ecopay eine Fläche von 250m x 250m<sup>3</sup> (im Folgenden als Pixel bezeichnet), die auf der Auflösung der Landnutzungsdaten basiert (vgl. Kapitel 5). Dies bedeutet, dass mit der Software keine Vorschläge entwickelt werden können, wo *innerhalb* einer Rasterzelle von 250m x 250m Maßnahmen umgesetzt werden sollten. Ecopay schätzt hingegen ab, in welchen Pixeln innerhalb des jeweiligen Bundeslandes Maßnahmen vermutlich durchgeführt werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass für die Ausgestaltung der Agrarumweltmaßnahmen, die auf Länderebene entwickelt und implementiert werden, detailliertere Landnutzungsinformationen in der Regel auch nicht berücksichtigt werden.
- Da keine hof- oder feldspezifischen Kostendaten zur Verfügung stehen, werden regionale Durchschnittswerte für die Kosten herangezogen, die auch für die Berechnung der Agrarumweltmaßnahmen in den Bundesländern genutzt werden (vgl. Kapitel 7 für eine ausführliche Erklärung, wie die Kosten bestimmt werden). Aus diesem Grund und weil die Teilnahme an Agrarumweltprogrammen freiwillig ist, kann nicht genau vorhergesagt werden, welche landwirtschaftlichen Betriebe sich an einer bestimmten Maßnahme beteiligen bzw. in welchem Pixel eine bestimmte Maßnahme durchgeführt wird. Basierend auf den Durchschnittswerten kann jedoch für ein Bundesland der Anteil der Pixel, in denen Maßnahmen zur Stärkung der Artenvielfalt umgesetzt werden, und ihre räumliche Verteilung abgeschätzt werden.
- Die Abschätzung der Auswirkungen von Landnutzungsmaßnahmen auf die Arten basiert auf der Abschätzung des Einflusses der Maßnahmen auf die Habitatqualität während der Reproduktion der Arten im Grünland. Diese Habitatqualität berücksichtigt die mechanische Zerstörung von Gelegen durch eine Maßnahme, den Einfluss der Grashöhe auf den Reproduktionserfolg und maßnahmenunabhängige Ansprüche der Arten während ihrer Reproduktion auf Grünlandflächen. Die Bewertung der Habitatqualität bezogen auf die Reproduktion bedeutet nicht, dass andere Artansprüche als irrelevant angesehen werden. Die Begründung für die Fokussierung liegt vielmehr darin, dass die meisten Mahd- und Weideprogramme darauf abzielen, die reproduktiven Bedingungen der Arten zu verbessern, da sie während der Reproduktionszeit der Arten stattfinden. Daher konzentriert sich Ecopay auf das zentrale ökologische Kriterium bei der Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen auf der Ebene eines Bundeslandes für Grünlandmaßnahmen.

Weiterhin ist anzumerken, dass neben den Kriterien der ökologischen Wirksamkeit und Kosteneffizienz auch andere Kriterien für das Design von Agrarumweltprogrammen wichtig sind, die bei der Ausgestaltung entsprechend berücksichtigt werden sollten. Ein Beispiel für ein

---

<sup>3</sup> Da Zahlungen an Landwirte in Hektar angegeben werden, wird die Einheit Hektar auch als Flächeneinheit in Ecopay genutzt (es erfolgt eine interne Umrechnung der Fläche eines Pixels, die 6,25 ha entspricht, auf 1 ha).

solches Kriterium sind die Verwaltungskosten, die bei der Implementation der Programme sowie bei der Prüfung, ob sich die Landnutzer auch an die Programmvorgaben halten, entstehen.

Die beschriebenen Einschränkungen von Ecopay rechtfertigen jedoch nicht die Ablehnung der Software als Entscheidungshilfe. Die genannten Informationsgrenzen sind nicht spezifisch für Ecopay, sondern sie beschränken genauso andere Methoden oder Überlegungen zur Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen. Es stellt sich nicht die Frage: „Ist die Software ein unvollkommenes Werkzeug und sollte aus diesem Grund abgelehnt werden?“ Sondern die Frage ist vielmehr: „Ist die Entscheidung über die Gestaltung eines Agrarumweltprogramms auf Bundeslandebene besser mit oder ohne Software?“ Aus Sicht der Entwickler von Ecopay verbessert die Software die Informationsgrundlage für die Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen erheblich, trägt damit zur besseren Entscheidungsfindung bei und ist aus diesem Grund eine wertvolle Entscheidungshilfe.

### **2.3 Der Ansatz einer flexiblen und adaptiven Software**

Die ökologischen und ökonomischen Daten und Informationen, die in Ecopay enthalten sind, repräsentieren das beste verfügbare Wissen der Softwareentwickler zum Zeitpunkt der Entwicklung von Ecopay. Allerdings werden sich über die Zeit ein Teil der Daten oder alle Daten ändern und es werden neue, verbesserte Informationen zur Verfügung stehen mit der Folge, dass die Daten und Informationen in der Software veralten.

In Bezug auf die Kostendaten können sich zum Beispiel Preise ändern, die Einfluss auf die Kosten der Landnutzungsmaßnahmen haben. Ebenso können neue Informationen aus der ökologischen Forschung über das Verhalten einer Art verfügbar werden, die eine veränderte Bewertung der Auswirkungen der Landnutzungsmaßnahmen auf die Arten erfordern. Gleiches gilt auf längere Sicht auch für eine Veränderung des regionalen Klimas. Zum Beispiel kann durch ein wärmeres Klima die Brutzeit einer bestimmten Vogelart früher beginnen, was die Auswirkungen der Mahdtermine auf das Überleben der Art beeinflusst.

Um zu verhindern, dass Ecopay veraltet, wurde es so entwickelt, dass es flexibel genug ist, neue Informationen aufzunehmen. Dies bedeutet, dass die Anwender in der Lage sind, ökonomische und ökologische Daten und Informationen zu verändern, um die Software an veränderte ökologische und ökonomische Rahmenbedingungen anzupassen bzw. neues Wissen zu integrieren. Der Anwender hat dann die Möglichkeit zu analysieren, wie die ökologische Wirksamkeit und die Kosteneffizienz von Agrarumweltmaßnahmen sich als Antwort auf die Modifikation der Daten und Informationen ändern, und wie bestehende Maßnahmen gegebenenfalls entsprechend geändert werden müssen.

Außerdem kann der Wert einiger ökologischer oder ökonomischer Parameter in Fachkreisen oder bei Interessengruppen umstritten sein. Beispielsweise können Ökologen unterschiedliche Meinungen über die Auswirkungen eines bestimmten Weideregimes auf eine Schmetterlingsart haben. In einem solchen Fall kann mit Hilfe von Ecopay analysiert werden, in welchem Umfang eine divergierende Bewertung der Auswirkungen die ökologische Wirksamkeit und die Kosteneffizienz einer Agrarumweltmaßnahme verändern würde.



## 2.4 Gesamtstruktur von Ecopay

Die Gesamtstruktur der Software ist grafisch in Abbildung 2-1 dargestellt.

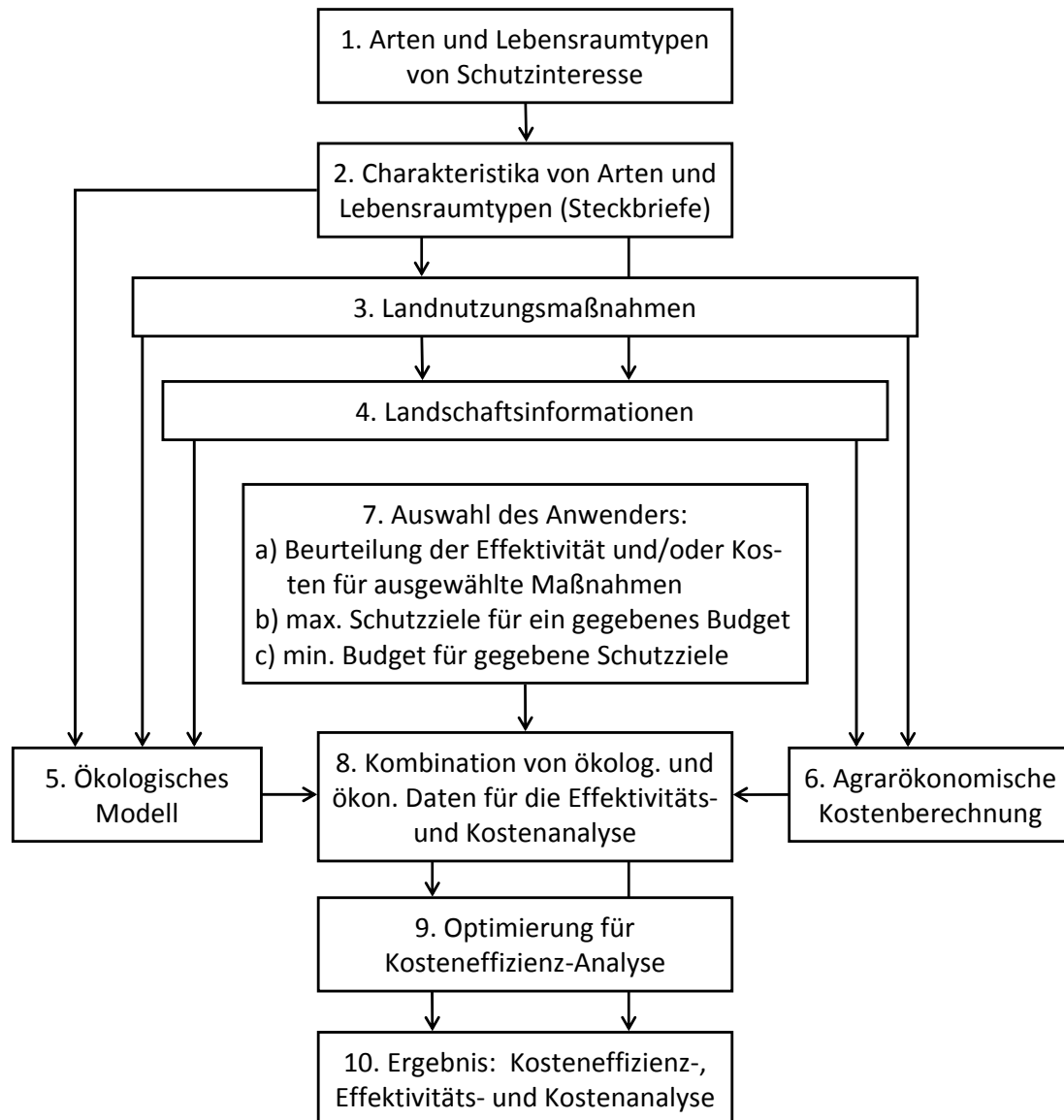


Abb. 2-1: Gesamtstruktur von Ecopay

Das übergeordnete Ziel von Ecopay ist es, zum Erhalt von im Grünland vorkommenden Arten und Lebensraumtypen beizutragen. Daher ist der Ausgangspunkt für die Software eine Liste von 30 bedrohten Arten und 7 Lebensraumtypen, die für den Naturschutz von Interesse sind (Abb. 2.1., Box 1). Für jede einzelne Art und jeden Lebensraumtyp enthält die Software einen Steckbrief (Abb. 2.1., Box 2) mit detaillierten Beschreibungen der Merkmale der Arten und Lebensraumtypen, die für die Identifizierung potentiell schützender Landnutzungsmaßnahmen und zur Abschätzung ihrer Auswirkungen auf die Art maßgeblich sind. Die Eigenschaften der Arten und Lebensraumtypen dienen als Input für das ökologische Modell und bestimmen teilweise die Landschaftsinformationen, die Ecopay benötigt, um die Wirkungen von Maßnahmen auf Arten zu bestimmen.

Darüber hinaus sind in Ecopay 475 verschiedenen Weide-, Mähweide- und Mahdregimes als mögliche Landnutzungsmaßnahmen (Abb. 2.1., Box 3) enthalten. Diese bestehen aus allen Maßnahmen, die das Potenzial haben, sich als ökologisch wirksame und/oder kosteneffiziente Schutzmöglichkeiten oder als Teil einer Kombination von Maßnahmen zu qualifizieren, die zusammen ein potenziell wirksames oder kosteneffizientes Agrarumweltprogramm bilden. Es sind auch Maßnahmen enthalten, die aus verschiedenen Gründen von Interesse für die Verwaltung oder andere Organisationen sein können, die für die Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen verantwortlich sind.

Die Merkmale der Arten und Lebensraumtypen sowie die ausgewählten Landnutzungsmaßnahmen bestimmen die erforderlichen Landschaftsinformationen (Abb. 2.1., Box 4), die für jedes Pixel vorliegen (z.B. Informationen über die Produktivität von Grünland, Höhe über dem Meeresspiegel, Landnutzung etc., vgl. Kapitel 4 und 5 für Details), und fließen in die agrarökonomische Kostenbewertung und das ökologische Modell ein.

Mit Hilfe des ökologischen Modells (Abb. 2.1., Box 5) werden die Auswirkungen der unterschiedlichen Landnutzungsmaßnahmen auf die verschiedenen Arten und Lebensraumtypen bestimmt. Zu diesem Zweck werden die Daten aus den Steckbriefen genutzt, die die Merkmale der Arten und Lebensraumtypen enthalten. Das ökologische Modell liefert als Ausgabe für jeden Pixel eine quantitative Abschätzung der Auswirkungen der verschiedenen Maßnahmen auf Arten und Lebensraumtypen. Diese Information wiederum ist Teil des benötigten Inputs für die Analyse der ökologischen Wirksamkeit (Abb. 2.1., Box 8).

Mit Hilfe der agrarökonomischen Kostenbewertung wird eine Schätzung der Kosten der verschiedenen Landnutzungsmaßnahmen für jedes Pixel durchgeführt (Abb. 2.1., Box 6). Zusätzlich wird dadurch auch eine Abschätzung der ökologischen Wirksamkeit von Agrarumweltprogrammen möglich.

Der Anwender muss auswählen, welche Aufgabe Ecopay durchführen soll (Abb. 2.1., Box 7). Im Prinzip hat der Anwender drei Möglichkeiten:

- (a) die Abschätzung der ökologischen Wirksamkeit und/oder Kosten von Landnutzungsmaßnahmen sowie der ökologischen Wirksamkeit eines Agrarumweltprogramms. Dafür muss der Anwender die Landnutzungsmaßnahme(n) sowie die Zahlung(en) für die Maßnahme(n) an den Landnutzer eingeben.
- (b) die Maximierung ausgewählter Schutzziele für ein bestimmtes zur Verfügung stehendes Budget. Hierzu muss der Anwender das Budget auswählen und die Arten und/oder Lebensraumtypen, die erhalten werden sollen. Der Anwender kann auch ausgewählte Arten und/oder Lebensraumtypen stärker gewichten als andere, um seine Präferenzen für bestimmte Arten/Lebensraumtypen auszudrücken.
- (c) die Minimierung eines Budgets für eine ausgewählte Liste von Arten und/oder Lebensraumtypen. Erforderliche Eingaben des Anwenders sind ein Zielniveau für jede Art und jeden Lebensraumtyp, die von Interesse sind (vgl. Kapitel 8 zu Einzelheiten, wie das Zielniveau für Arten und Lebensraumtypen bestimmt wird).

Das von der Software produzierte Ergebnis (Abb. 2.1., Box 10) hängt von der durch den Anwender ausgewählten Aufgabe ab. Mit Ausnahme der Bestimmung der ökologischen Wirksamkeit von Landnutzungsmaßnahmen werden für jede gewählte Aufgabe ökologische (aus Box 5, Abb. 2.1.) und ökonomische Daten (aus Box 6, Abb. 2.1.) kombiniert. In der Effektivitätsanalyse bzw. Kostenanalyse (Auswahl a) können die ökologischen Auswirkungen und die

Kosten der Maßnahmen sowie die ökologischen Auswirkungen von Agrarumweltprogrammen bestimmt werden (Box 8, Abb. 2.1.).

Sowohl bei Möglichkeit (b) als auch bei Möglichkeit (c) erkennt die Software die Landnutzungsmaßnahme(n), die in ein kosteneffizientes Agrarumweltprogramm aufgenommen werden sollten, und die damit verbundene(n) Zahlung(en). Darüber hinaus liefert Ecopay Informationen darüber, welches Budget benötigt wird, um die eingegebenen Schutzziele zu erreichen (Möglichkeit (c)) bzw. welches Schutzniveau für die unterschiedlichen Arten und Lebensraumtypen für ein vorgegebenes Budget erreicht werden kann (Möglichkeit (b)).

Um die Kosteneffizienz eines Agrarumweltprogramms zu bestimmen, muss der Anwender in einem ersten Schritt die Auswirkungen des Programms auf Arten und Lebensraumtypen bestimmen. Diese Auswirkungen werden dann als Vorgabe für das Zielniveau für Lebensraumtypen und Arten in Möglichkeit (c) eingeben. Die Software ermittelt dann das kosteneffiziente Agrarumweltprogramm und das erforderliche Budget, und der Benutzer kann das Budget des kosteneffizienten Programms mit dem Budget des betrachteten Agrarumweltprogramms vergleichen und durch diesen Vergleich den Grad der Kosteneffizienz des Programms abschätzen.

### **3 Charakteristika der Arten und Lebensraumtypen (Steckbriefe)**

Ecopay berücksichtigt insgesamt 15 Vogelarten, 15 Schmetterlingsarten und 7 verschiedene Lebensraumtypen<sup>4</sup>. Für jede einzelne Art und jeden Lebensraumtypen enthält Ecopay einen Steckbrief mit einer detaillierten Beschreibung der Merkmale der Arten und Lebensraumtypen, die für die Abschätzung der Auswirkungen von Landnutzungsmaßnahmen relevant und als Vorgabe für das ökologische Modell erforderlich sind (vgl. auch Ausführungen in Kapitel 6). Neben einer Änderung schon bestehender Steckbriefe ist es möglich, neue Steckbriefe zu ergänzen (vgl. Teil B, Menüpunkt „Erstellen eines neuen Steckbriefs“). Im Folgenden werden zunächst die Grünlandarten und -lebensraumtypen vorgestellt, die in Ecopay berücksichtigt sind (Kapitel 3.1). Anschließend werden die Steckbriefe für die Arten und die Lebensraumtypen mit ihren Parametern erläutert (Kapitel 3.2).

---

<sup>4</sup> Den Begriff Lebensraumtyp verwenden wir als Oberbegriff für einzeln definierte, schützenswerte Lebensräume. Er umfasst sowohl die FFH-Lebensraumtypen als auch weitere gefährdete Grünlandtypen.

### 3.1 Grünlandarten und Lebensraumtypen in Ecopay

Eine Übersicht über im Grünland lebenden Arten und Grünlandlebensraumtypen, die in Ecopay berücksichtigt werden, ist in den Tabellen 3-1 bis 3-3 angegeben. Allgemeine Beschreibungen der im Basisdatensatz vorhandenen 15 Vogel- und 15 Schmetterlingsarten sowie der sieben Lebensraumtypen sind zusätzlich als Worddokumente bereitgestellt<sup>5</sup>.

Tab. 3-1: Schmetterlingsarten in Ecopay

Lateinischer Name	Deutscher Name
<i>Coenonympha glycerion</i>	Rotbraunes Wiesenvögelchen
<i>Cupido minimus</i>	Zwerg-Bläuling
<i>Erebia medusa</i>	Rundaugen-Mohrenfalter
<i>Erynnis tages</i>	Dunkler Dickkopffalter (=Kronwicken-Dickkopffalter)
<i>Euphydryas aurinia</i>	Goldener Scheckenfalter (=Abbis- Scheckenfalter)
<i>Hesperia comma</i>	Komma-Dickkopffalter
<i>Lasiommata maera</i>	Braunauge
<i>Lycaena hippothoe</i>	Lilagold-Feuerfalter
<i>Maculinea alcon</i>	Lungenezian-Ameisenbläuling
<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling
<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling
<i>Melitaea cinxia</i>	Wegerich-Scheckenfalter
<i>Polyommatus amandus</i>	Vogelwicken-Bläuling
<i>Polyommatus semiargus (=Cyaniris semiargus)</i>	Rotklee-Bläuling
<i>Zygaena trifolii</i>	Sumpfhornklee-Widderchen

Tab. 3-2: Vogelarten in Ecopay

Lateinischer Name	Deutscher Name
<i>Alauda arvensis</i>	Feldlerche
<i>Anas querquedula</i>	Knäkente
<i>Anthus pratensis</i>	Wiesenpieper
<i>Crex crex</i>	Wachtelkönig
<i>Galerida cristata</i>	Haubenlerche
<i>Gallinago gallinago</i>	Bekassine
<i>Limosa limosa</i>	Uferschnepfe
<i>Numenius arquata</i>	Großer Brachvogel
<i>Perdix perdix</i>	Rebhuhn
<i>Philomachus pugnax</i>	Kampfläufer
<i>Saxicola rubetra</i>	Braunkehlchen
<i>Tetrao tetrix</i>	Birkhuhn
<i>Tringa totanus</i>	Rotschenkel
<i>Upupa epops</i>	Wiedehopf
<i>Vanellus vanellus</i>	Kiebitz

Tab. 3-3: Lebensraumtypen in Ecopay

Lateinischer Name	Deutscher Name	FFH-Code*
<i>Festuco-Brometalia mit Bromion erecti</i>	Kalk-Trockenrasen	6210
<i>Nardetalia</i>	Artenreicher Borstgrasrasen	6230
<i>Molinion caeruleae</i>	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen u. tonig-schluffigen Böden	6410
<i>Cnidion dubii</i>	Brenndolden-Auenwiesen	6440
<i>Arrhenatheretalia, Arrhenatherion elatioris</i>	Flachland-Mähwiesen	6510
<i>Polygono-Trisetum</i>	Berg-Mähwiesen	6520
<i>Calthion</i>	Feuchtwiese	-

\* Nach EU-Habitat-Richtlinie

<sup>5</sup> Je nachdem, wie die Software zur Verfügung gestellt wird, befinden sich diese Dokumente auf der CD oder können über die Webseite heruntergeladen werden.

## 3.2 Steckbriefe

Für jede Art werden Informationen über Entwicklungszyklus und Habitatansprüche und für jeden Lebensraumtyp Informationen über Landnutzung und Habitatansprüche in einem Steckbrief zusammengefasst. Die Steckbriefe enthalten eine Liste mit Merkmalen der Arten und Lebensraumtypen, die mit Hilfe bestimmter Parametern beschrieben werden. Diese Parameter stellen eine notwendige Vorgabe für das ökologische Modell in Ecopay dar.

Die Steckbriefe, die direkt in Ecopay angezeigt werden, enthalten für alle Arten und Lebensraumtypen für jeden Parameter quantitative Daten. Diese Informationen entsprechen den Daten in der Datenbank und stellen die Grundkonfiguration dar (vgl. Teil C). Diese Grundkonfigurationsdaten der Steckbriefe können über die Steckbriefenster in Ecopay einfach geändert und abgewandelt werden, sie werden dann unter dem Namen des Benutzers in der Datenbank gespeichert (vgl. Teil B, Menüpunkt Steckbriefe). Für den Benutzer ist es auch möglich, Einträge in der Datenbank direkt zu ändern. Neben einer Änderung schon bestehender Steckbriefe lassen sich zusätzlich neue Steckbriefe erstellen (vgl. Teil B, Menüpunkt „Erstellen eines neuen Steckbriefs“). Zu beachten ist, dass es sich bei neu hinzukommenden Arten um Grünlandarten handeln muss, für die Grünland als Reproduktionshabitat wichtig ist (vgl. Kapitel 6). So ist gewährleistet, dass zusätzliche Arten in die bestehende Struktur des ökologischen Modells passen.

Die Steckbriefe für Vögel und Schmetterlinge unterscheiden sich wegen unterschiedlicher Lebensraumsansprüche der Artgruppen leicht voneinander. Während Vögel eine bestimmte Vegetationsstruktur brauchen, sind Schmetterlinge eher auf bestimmte Pflanzen angewiesen. Die Steckbriefe für die Lebensraumtypen unterscheiden sich wesentlich davon, da sie nicht auf Arten, sondern auf Ökosysteme bezogen sind. Die Tabellen 3-4 und 3-5 fassen die in Ecopay enthaltenen Parameter zusammen.

Als zeitliche Skala, die den Parametern zugrunde liegt, werden Monatsviertel (MV) verwendet, d. h. es wird angenommen, dass jeder Monat im Jahr aus vier Monatsvierteln besteht, und ein Monatsviertel in etwa 7,5 Tagen entspricht. Daraus folgt, dass ein Jahr immer insgesamt 48 Monatsviertel umfasst. Das erste Januarviertel entspricht somit Monatsviertel 1, das zweite Januarviertel ist Monatsviertel 2 und so weiter (s. ausführliche Erläuterung in Kapitel 6.1). Es werden zudem Jahre durchschnittlicher klimatischer Bedingungen vorausgesetzt.

### 3.2.1 Definition der Parameter für die Steckbriefe der Arten

Im Folgenden werden die einzelnen Parameter der Steckbriefe definiert und im Detail erläutert (vgl. auch Kapitel 6). Eine zusammenfassende Übersicht findet sich in Tab. 3-4.

#### *Name*

Der Name einer Art ist in deutsch und lateinisch angegeben. **Achtung!** Aufgrund taxonomischer Änderungen ist es möglich, dass verschiedene lateinische Gattungsname für die gleiche Art auftreten können. Deshalb ist es wichtig, den Namen einer Art ggf. unter den verschiedenen Gattungsnamen zu suchen, insbesondere bevor ein neuer Steckbrief angelegt wird.

#### *Eiablagewahrscheinlichkeit (Parameter p)*

Ausgangspunkt für das ökologische Modell ist die Reproduktion der einzelnen Arten. „p“ steht für den Parameter „Eiablagewahrscheinlichkeit“. In jedem Artensteckbrief ist für jedes Monatsviertel die Wahrscheinlichkeit eingetragen, mit der die Eiablage in diesem Monats-

viertel erfolgt. Die Summe aller verteilten Eiablagewahrscheinlichkeiten für eine Art muss 1 (=100%) betragen. Zum Beispiel findet die Eiablage des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.1 (=10%) im 27. und 32. MV statt (Mitte Juli und Ende August) und mit den Wahrscheinlichkeiten von 0.2 (=20%) in den Monatsvierteln dazwischen.

Manche Schmetterlinge haben eine kurze Lebenspanne als Falter von etwa 1 1/2 bis 3 Monaten und es sind zwei Generationen in einem Jahr möglich. Die Falter der ersten Generation legen die ersten Eier. Aus diesen Eiern schlüpft nach einer kurzen Entwicklungszeit die zweite Faltergeneration, die wiederum Eier ablegt. Deren Entwicklung dauert viel länger, einschließlich einer Überwinterung als Ei, Raupe, Puppe oder auch Falter. Folglich hängt die 2. Generation direkt von der ersten ab, d.h. wenn die 1. Faltergeneration stirbt oder deren Eier vollständig zerstört werden, gibt es keine 2. Generation. Im Steckbrief wird für beide Generationen zusammen eine Eiablagewahrscheinlichkeit von 1 (=100%) festgelegt. Zusätzlich wird Anfang und Ende der zweiten Eiablageperiode angegeben. Eine Umrechnung bzw. Normierung auf die einzelne Generation erfolgt in der Software.

In der Grundversion von Ecopay werden regionale Unterschiede (z. B. in Bezug auf den Beginn der Eiablage) zwischen den verschiedenen Bundesländern nicht berücksichtigt. Benutzer können regionales Wissen durch Änderungen von „p“ und das Abspeichern regionalspezifischer Steckbriefe einbauen.

***Nur für Vögel: Ersatzbrut („Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Ersatzbrut“, Parameter e)<sup>6</sup>***

Die meisten Vögel produzieren ein Nachgelege bzw. eine Ersatzbrut, wenn ihr erstes Gelege z.B. durch Mahd zerstört wird. Eine solche Ersatzbrut wird im ökologischen Modell (vgl. ausführlich 6.2) über den Parameter „e“ „Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Ersatzbrut“ bei Vögeln berücksichtigt, der die Wahrscheinlichkeit beschreibt, dass zusätzlich zu einer im Monatsviertel  $w$  erzeugten Kohorte eine Ersatzbrutkohorte erzeugt wird. Eine Ersatzbrut findet nur im ersten Monatsviertel nach Durchführung einer Maßnahme statt. Für Vögel, die kein Nachgelege produzieren, ist im Steckbrief  $e = 0$  gesetzt. Für Vögel, die ein Nachgelege produzieren, ist dieser Wert in der Basiskonfiguration auf  $e = 0.5$  gesetzt. Die Ersatzbrut ist zeitlich begrenzt, das heißt dass nach einem bestimmten Zeitpunkt kein Nachgelege mehr produziert werden kann (siehe nächster Parameter).

Für den Kiebitz wird keine Ersatzbrut berücksichtigt, weil es sehr unwahrscheinlich ist, dass er für seine Ersatzbrut wieder eine Grünlandfläche nutzt. Stattdessen weicht der Kiebitz eher auf Äcker aus, wie z. B. auf ein Maisfeld.

***Nur für Vögel: letztmögliches Monatsviertel für eine Ersatzbrut (Parameter  $w_e$ )***

Der Parameter „ $w_e$ “ bezeichnet das letzte Monatsviertel, in dem ein Nachgelege möglich ist.

***Gesamte Reproduktionsphase (Parameter  $n^{tot}$ )***

Für Vögel stellt die gesamte Reproduktionsphase, Parameter „ $n^{tot}$ “, die Anzahl der Monatsviertel dar, in denen die Jungtiere sich auf der Grünlandfläche aufhalten, ohne sie zu verlassen (Brut- und Nestlingsdauer, bzw. Führungszeit bis Jungtiere flügge sind).

Vögel können unterteilt werden in:

---

<sup>6</sup> Dieser Parameter wird nur für die Vögel berücksichtigt, da nur sie eine Ersatzbrut legen.

(a) Nestflüchter: Jungtiere verlassen das Nest kurz nach dem Schlüpfen und sind ab dem Zeitpunkt des Schlüpfens relativ mobil und

(b) Nesthocker: Jungtiere sind nach dem Schlüpfen hilflos und für einige Zeit nicht mobil.

Die gesamte Reproduktionsphase der Vögel umfassen die Summe der Brut- und Nestlingsdauer für Nesthocker und die Summe der Brut- und Führungszeit für Nestflüchter. Damit ist die Gesamtanzahl der Tage gemeint, die die Jungtiere im Habitat leben und es nicht verlassen.

Bei Schmetterlingen ist der Lebens- und Entwicklungszyklus sehr viel komplexer. Er besteht aus vier Abschnitten: Ei, Larve (Raupe), Puppe und Falter. Aus den Eiern schlüpfen zunächst Raupen, die verschiedene Raupenstadien durchlaufen, bevor sie sich ein letztes Mal häuten (= Verpuppung) und die Metamorphose zum Schmetterling durchlaufen. Eine Besonderheit bei den Bläulingen ist, dass sie wechselseitige Verbindungen mit Ameisen eingehen und einen Teil ihres Raupenstadiums in Ameisennestern verbringen. Die gesamte Reproduktionsphase bei den Schmetterlingen ist somit die Summe der Dauer der verschiedenen Entwicklungsstadien (Ei, Raupe, Puppe), bzw. bei den Bläulingen die Zeit bis zur weiteren Entwicklung im Ameisennest.

**Kritische Reproduktionsphase (Parameter  $n^1$ )**

Innerhalb der gesamten Reproduktionsphase gibt es eine kritische Zeitspanne, in der die Nachkommen der Arten nicht mobil sind. Dieser Zeitraum wird als „kritische Reproduktionsphase“ bezeichnet (Parameter  $n^1$ ). Für Vögel sind dies die Monatsviertel während der Brut- und einem Teil der Nestlingsdauer (vgl. gesamte Reproduktionsphase für Vögel) und für Schmetterlinge das Eistadium und je nach Art auch Raupen-/Puppenstadien (vgl. Abb. 3-1). Der Zeitraum, in dem Vögel mobil, aber nicht flügge sind, gehört nicht zur kritischen Reproduktionsphase. Dies ist für Mahdprogramme wie die Streifenmäh von Bedeutung, bei der davon ausgegangen wird, dass die Nestflüchter in einen ungemähten Streifen flüchten können.

Die folgende Abbildung zeigt die zeitliche Abfolge der Reproduktionsphase für Nesthocker und Schmetterlinge. Für Nestflüchter entspricht die kritische Reproduktionsphase der Brutdauer der Eier, weil sie nach dem Schlüpfen direkt das Nest verlassen.

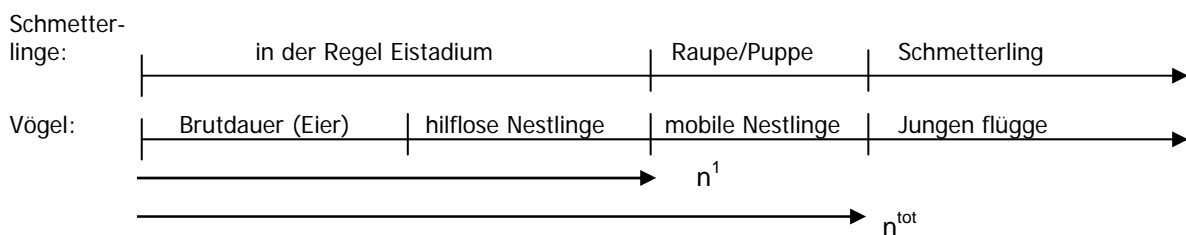


Abb. 3-1: Zeitliche Abfolge der Reproduktionsphase für Vögel und Schmetterlinge

Für die Schmetterlinge entspricht die kritische Reproduktionsphase in der Regel dem Eistadium. Ausnahmen sind der Dunkle und der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling, für die das Raupenstadium zum Teil in der kritischen Reproduktionsphase liegt, da die geschlüpften Raupen von den Blüten des Großen Wiesenknopfs (*Sanguisorba officinalis*) abhängig sind und sich erst kurz vor ihrer weiteren Entwicklung in Ameisennestern von der Pflanze fallen lassen.

### ***Habitateignung (Parameter $Q$ )***

Parameter  $Q$  steht für die Eignung des Habitats für die Arten. Die Habitateignung wird unterteilt in die Parameter  $Q^w$ , definiert als die maßnahmezeitpunktabhängige Habitateignung (w steht für die Zeit), und  $Q^o$ , definiert als die Habitateignung unabhängig vom Zeitpunkt der Maßnahmen. Das ökologische Modell in Ecopay berücksichtigt nur Arten (z.B. Wiesenvögel), für die der Lebensraum „Grünland“ für die Reproduktion von Bedeutung ist. Daher können Arten wie der Weißstorch, die Grünland nur als Nahrungshabitat verwenden, nicht mit dem ökologischen Modell in Ecopay berücksichtigt werden.

Die Habitateignung für eine Art wird mit Hilfe der folgenden Parameter beurteilt:

- (1) Stratifikation der Vegetation ( $T$ ),
- (2) Bodenfeuchte ( $F$ ),
- (3) räumliche Strukturelemente ( $S$ ), und
- (4) Prädation ( $P$ ).

Die Stratifikation der Vegetation (Höhe der Grünlandpflanzen)  $T$  hängt von dem Zeitpunkt der Durchführung der Maßnahme ab und fließt daher in Parameter  $Q^w$  ein. Im Gegensatz dazu sind die Parameter Bodenfeuchte  $F$ , das Vorkommen räumlicher Strukturelemente  $S$ , und Prädation  $P$ , unabhängig vom Zeitpunkt der Maßnahme und beeinflussen daher Parameter  $Q^o$  (vgl. Kapitel 6).

#### *(1) Stratifikation der Vegetation ( $T$ )*

Die Vegetationshöhe ist gemäß den Anforderungen der Arten in folgende Klassen unterteilt:

- S kurzes Gras (bis 10 cm)
- M mittellanges Gras (10-30 cm)
- L langes Gras (über 30 cm)

Für jede Höhenklasse ist die Anforderung der Art im Steckbrief mit den Werten 0, 0.5 und 1 gegeben. Ein Wert=0 bedeutet kein Vorkommen, ein Wert=0.5 ein mäßige und ein Wert=1 ein bedeutendes Vorkommen der Art bei dieser Vegetationshöhe. Anwender von Ecopay können genauere Einträge ergänzen.

#### *(2) Bodenfeuchte ( $F$ )*

Die Bodenfeuchte ist in folgende Klassen eingeteilt.

- t trocken
- i frisch
- f feucht

Für jede Bodenfeuchtekategorie ist die Anforderung der Art im Steckbrief mit den Werten 0, 0.5 und 1 gegeben. Ein Wert=0 bedeutet kein Vorkommen, ein Wert=0.5 ein mäßige und ein Wert=1 ein bedeutendes Vorkommen der Art bei dieser Vegetationshöhe. Anwender von Ecopay können genauere Einträge ergänzen.

#### *(3) Räumliche Strukturelemente ( $S$ )*

Einige Vogelarten benötigen als Lebensraum nicht nur Grünland, sondern auch Strukturelemente wie Hecken oder bestimmte Arten der Landnutzung wie Wald. Aufgrund begrenzter Datenverfügbarkeit sind in Ecopay jedoch nur folgende zusätzliche räumliche Strukturelemente berücksichtigt:

- W Wald
- G Wasser



## S Besiedlung

Jedes Grünlandpixel erhält einen Eintrag in der Datenbank, wenn es von einem Pixel mit Wald, Wasser oder Siedlung benachbart wird. Die Anforderung der Art kann mit neutral (das Auftreten von Strukturelementen spielt keine Rolle für die Art), notwendig (Strukturelemente sind essentiell) oder hilfreich (das Auftreten von Strukturelementen fördert die Art, ist aber nicht essentiell) eingetragen werden.

### (4) Prädation (P)

Vögel sind nicht nur durch landwirtschaftliche Nutzung, sondern auch durch Prädation z. B. von Füchsen bedroht. Um durch Prädation verursachte Verluste berücksichtigen zu können, wird ein zusätzlicher Parameter P für die maßnahmenzeitpunkunabhängige Habitategnung ( $Q^0$ ) eingeführt. Der Prädationsdruck kann von 0 = sehr hoher Prädationsdruck (Verlust ist 100%) bis 1 = kein Prädationsdruck variieren. Die Voreinstellung beinhaltet den Eintrag 1.

### **Für die Reproduktion bei Schmetterlingen: Grünlandtyp (G)**

Im Gegensatz zu den Vögeln, die vor allem durch die Vegetationsstruktur beeinflusst werden, hängt das Vorkommen von Schmetterlingen in der Regel von bestimmten Pflanzen(-arten) ab. Beispielsweise kann die Eiablage oft nur in Blüten, auf Blättern, an Stängeln oder Grashorsten einzelner oder mehrerer bestimmter Pflanzen stattfinden. Ohne diese Pflanzen ist die Habitategnung für ein Überleben der Schmetterlinge nicht gegeben. Bläulinge sind ein besonderer Fall, weil sie auch von dem Vorkommen von verschiedenen Ameisenarten abhängen. Bei den Maßnahmen müssen deshalb insbesondere die Auswirkungen auf die jeweiligen Pflanzen berücksichtigt werden.

Aus diesem Grund enthält der Steckbrief einen Parameter G, der den Anspruch der Schmetterlinge an die notwendigen Grünlandtypen für ihre Reproduktion angibt (vgl. Kapitel 6.4.4). Grünlandtypen werden durch eine bestimmte Zusammensetzung von Pflanzenarten charakterisiert und entwickeln sich unter einer bestimmten landwirtschaftlichen Nutzung bzw. Maßnahmen. Im Artsteckbrief der Schmetterlinge wird eine Liste von Grünlandtypen abgefragt und der Anwender muss die Grünlandtypen auswählen, die für die Art von Bedeutung sind. Falls Schmetterlinge nur auf mageren Standorten eines Grünlandtyps auftreten, z. B. magere Ausbildungen der Flachland-Mähwiese, sind diese Grünlandtypen in magere und normale Ausbildung unterteilt. Derzeit ist als Grenze zwischen diesen beiden Ausbildungen eines Grünlandtyps eine Grünlandzahl von 35 im Programmcode definiert (mager, schwachwüchsig = Grünlandzahl < 35, starkwüchsig = Grünlandzahl  $\geq$  35). Nicht jede Landnutzungsmaßnahme führt zu einem klassisch definierten Grünlandtyp wie z. B. zu einem FFH-Lebensraumtyp oder einer Feuchtwiese. Für diese verbleibenden Maßnahmen sind deshalb die beiden folgenden Grünlandtypen definiert: der Grünlandtyp „übriges Grünland“ für die verbleibenden Mahdmaßnahmen und der Grünlandtyp „übriges Grünland2“ für die verbleibenden Weidemaßnahmen.

Einige Schmetterlingsarten bedürfen in einem bestimmten Entwicklungsstadium der Existenz einer speziellen Pflanze. Zum Beispiel benötigt der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea teleius*) die Blüte des Großen Wiesenknopfs (*Sanguisorba officinalis*), der von Juni bis August blüht. Damit der Große Wiesenknopf für den Falter in der richtigen Blüte im Juli steht, ist ein spezielleres Mahdregime notwendig. Der erste Schnitt sollte zum Beispiel bis Mitte Juni erfolgen (dann steht der Große Wiesenknopf im Juli in Blüte), und der zweite Schnitt sollte nicht vor Mitte September folgen, wenn sich die Raupen des Hellen Wiesen-

knopf-Ameisenbläulings in Ameisennestern befinden. Nur ein Schnitt spät im Jahr ist auf sehr ertragreichen Standorten nicht wünschenswert, weil zuviel Biomasse entsteht. Um diesen Ansprüchen an die Landnutzung gerecht zu werden, wurde ein spezieller Maculinea-Grünlandtyp definiert. Ist eine weitere Ergänzung der Grünlandtypenliste notwendig, um den Anforderungen bestimmter Schmetterlingsarten gerecht zu werden, lassen sich über den Menüpunkt „Grünland“ weitere Grünlandtypen definieren (vgl. Teil B, Kapitel 5).

### ***Trittmortalität durch Nutztiere***

Weidetiere können durch ihren Tritt das Überleben der Nachwuchskohorten verringern. Diese Trittmortalität ist ebenfalls im ökologischen Modell erfasst und wird in Kapitel 6.4.7 erläutert. Die Daten zur Trittmortalität sind direkt in der Datenbank (vgl. Teil C) erfasst und werden nicht über den Steckbrief abgefragt.

### ***Ausbreitungsfähigkeit der Arten***

Basierend auf den tatsächlichen Vorkommen einer Art wird ihre Fähigkeit, sich auszubreiten und einen neuen Lebensraum in akzeptabler Zeit zu erreichen, im Steckbrief durch den Ausbreitungsradius  $r$  beschrieben (vgl. auch Kapitel 6.3). Für Vögel wird in der Basiskonfiguration davon ausgegangen, dass sämtliche neuen, durch eine passende Landnutzung geschaffenen Lebensräume in der Landschaft erreicht werden können, d.h. der Ausbreitungsradius innerhalb der Bundesländer ist unendlich. Wenn ein Vogelexperte den Ausbreitungsradius für eine Vogelart anders festlegen will, kann er diesen im Steckbrief eintragen.

Für die Schmetterlingsarten wurde für die Angabe eines Ausbreitungsradius Expertenwissen von Settele (schriftliche Mitteilung 17.11.2010) herangezogen. Um näherungsweise denkbare Ausbreitungsradien für die Schmetterlingsarten zu ermitteln, bezieht sich Settele auf eine Klassifizierung von Heikkinen et al. (2010), in der die Falter in fünf Kategorien eingeteilt werden: 1 = sehr ortstreu, 2 = ortstreu, 3 = begrenzt mobil, 4 = mobil, 5 = hohe Mobilität/wandernd. Die Einschätzung der Ausbreitungsfähigkeit basiert in Heikkinen et al. (2010) auf Informationen aus der Literatur, Feldexperimenten von Heikkinen et al. (2010), sowie Vergleichen mit ökologisch ähnlichen Arten.

Settele leitet aus den Daten die Standorttreue der Arten ab, wobei alle in Ecopay betrachteten Arten eine geringe oder eingeschränkte Mobilität zeigen. Zur Einschätzung der mittleren maximalen Mobilität lassen sich nach Settele (schriftliche Mitteilung 17.11.2010) für die 5er Skala grob folgende Werte festlegen: 1: 500-1000 m; 2: 1-2 km, 3: 3-5 km; 4: 5-10 km, 5: >10 km. Auf diese Weise konnte der Ausbreitungsradius der Schmetterlingsarten grob abgeschätzt werden. Liegen neue Erkenntnisse zum Ausbreitungsradius vor, kann der Anwender die Eingaben anpassen.

## **3.2.2 Definition der Parameter für die Steckbriefe der Lebensraumtypen**

Im Folgenden werden die einzelnen Parameter der Steckbriefe für die Lebensraumtypen definiert und erläutert. Eine zusammenfassende Übersicht findet sich in Tab. 3-5.

### ***Code***

Wenn es sich um einen der EU FFH-Richtlinie entsprechenden FFH-Lebensraumtyp handelt, wird der FFH-Code für diesen Lebensraumtyp angegeben, z.B. ist 6510 der FFH-Code für Flachland-Mähwiesen (vgl. Tabelle 3-3). Handelt es sich nicht um einen FFH-Lebensraumtypen, bleibt das Eingabefeld leer.

Tab. 3-4: Parameter für Vögel und Schmetterlinge in den Steckbriefen in Ecopay

Parameter	Definition
Name	<b>Name</b> der Art in deutsch und lateinisch
p	<b>Eiablagewahrscheinlichkeit</b> pro Monatsviertel (Werte von 0-1)
E	Nur für Vögel: Wahrscheinlichkeit einer <b>Ersatzbrut</b> (z.B. nach der Zerstörung des Geleges), (Werte von 0-1)
w <sub>e</sub>	Letztes Monatsviertel, in dem eine Ersatzbrut möglich ist
n <sup>tot</sup>	<b>Gesamte Reproduktionsphase</b> : Zeitspanne in Monatsvierteln, in denen eine Kohorte in einem Habitat lebt, ohne es zu verlassen; (einschließlich der kritischen Phase)
n <sup>1</sup>	<b>Kritische Reproduktionsphase</b> in Monatsvierteln für Vögel: Brut- und ein Teil der Nestlingsdauer Schmetterlinge: Eistadium und gegebenenfalls Raupen-/Puppenstadien
Q	Artspezifische Habitateignung, enthält Q <sup>w</sup> and Q <sup>o</sup>
Q <sup>o</sup>	Vom Zeitpunkt der Maßnahme unabhängige Habitateignung, enthält F, S, und P
F	<b>Bodenfeuchte</b> , Werte von 0-1, 0=kein Vorkommen, 1=bedeutendes Vorkommen t: trocken i: frisch f: feucht
S	nur für Vögel: <b>räumliche Strukturelemente</b> : neutral, fördernd oder essentiell W: Wald G: Wasser S: Siedlung
P	<b>Prädation</b> , Werte von 0-1, 0=kein Prädationsdruck, 1=sehr hoher Prädationsdruck
Q <sup>w</sup>	Vom Zeitpunkt der Maßnahme unabhängige Habitateignung, enthält T und G
T	<b>Stratifikation der Vegetation</b> , Werte von 0-1, 0=kein Vorkommen - 1=bedeutendes Vorkommen S: kurzes Gras (bis 10 cm) M: mittellanges Gras (10-30 cm) L: langes Gras (über 30 cm)
G	nur für Schmetterlinge: Auswahl der <b>Grünlandtypen</b> , die die Reproduktion ermöglichen Liste der Grünlandtypen in der Grundkonfiguration: Artenreiche Borstgrasrasen (FFH-Code 6230) Berg-Mähwiesen (FFH-Code 6520) Bergweiden Rotschwengel-Weißklee-Weiden Brenndolden-Auenwiesen (FFH-Code 6440) Dotterblumenwiesen (Feuchtwiesen, Calthion) Flachland-Mähwiesen (FFH-Code 6510) Kalk-Trockenrasen Maculinea-Grünlandtyp Pfeifengraswiesen (FFH-Code 6410) Übriges Grünland (sonstige Mahdmaßnahmen) Übriges Grünland 2 (sonstige Weidemaßnahmen) Vielschnittwiesen, Mähweiden Weidelgras-Weißklee-Weiden
r	<b>Radius</b> der Ausbreitungsfähigkeit der Art in km

**Name**

Der Name eines Lebensraumtyps ist in deutsch und lateinisch gegeben.

**Maßnahmeunabhängige Habitateignung (Parameter Q<sup>o</sup>)**

Die maßnahmeunabhängige Habitateignung „Q<sup>o</sup>“ für Lebensraumtypen unterscheidet sich von der Habitateignung für Arten. Die Prädation und die räumlichen Strukturelemente entfallen und es wird nur die Bodenfeuchte berücksichtigt.

### **Grünland- bzw. Lebensraumtyp (Parameter G)**

Im Steckbrief für die Lebensraumtypen entspricht der Parameter G dem über bestimmte Landnutzungsmaßnahmen festgelegten Lebensraumtyp und stellt somit eine Untereinheit der gesamten Grünlandtypen dar. Die Festlegung eines Lebensraumtyps erfolgt zunächst durch die Angabe der Höhenlage, bei der der Lebensraumtyp vorkommt. Es wird zwischen einer Höhe von unter und über 500 m ü.NN unterschieden, was der Abgrenzung von Flachland-Mähwiesen und Berg-Mähwiesen nach FFH-Richtlinie entspricht.

Anschließend werden alle Landnutzungsmaßnahmen angegeben, unter denen sich der spezifische Lebensraumtyp entwickelt, z.B. können einige Lebensraumtypen nur durch bestimmte Mahdregime erzeugt werden.

Die Maßnahmen sind definiert durch

- die Art des Nutzungsregimes wie Mahd, Weide oder Mähweide,
- die Zeit der ersten Nutzung in Monatsvierteln,
- den Abstand der zweiten zur ersten Nutzung (in Monatsvierteln 0, 4, 6, 8, 10), wobei 0 bedeutet, dass es nur eine Nutzung gibt,
- die Art des Viehbestandes bei Beweidung,
- die Besatzdichte bei Beweidung,
- die Notwendigkeit einer reduzierten oder keiner Düngung und
- der natürlichen Produktivität des Bodens. Unter Berücksichtigung der Grünlandzahl werden die Standorte in stark- und schwachwüchsig eingeteilt. Die Grenze zwischen diesen beiden Ausbildungen ist mit einer Grünlandzahl von 35 definiert (schwachwüchsig = Grünlandzahl < 35, starkwüchsig = Grünlandzahl ≥ 35).

Tab. 3-5: Parameter für Grünlandlebensraumtypen in den Steckbriefen in Ecopay

Parameter	Definition
Code	FFH-Code falls Lebensraumtyp nach FFH-Richtlinie, z.B. Lebensraumtyp 6210
Name	Name des Lebensraumtyps in deutsch und lateinisch
Q <sup>0</sup>	Vom Zeitpunkt der Maßnahme unabhängige Habitateignung, enthält F
F	Bodenfeuchte, 0=kein Vorkommen - 1=bedeutendes Vorkommen trocken frisch feucht
G <sup>m</sup>	Von der Landnutzungsmaßnahme abhängiger Lebensraumtyp Höhe, <500 m ü.NN, > 500 m ü.NN, oder unabhängig Auswahl der Maßnahmen, die den Lebensraumtypen erzeugen Art der Maßnahme (Mahd, Weide, Mähweide) Zeitpunkt der Maßnahme (Monatsviertel) Abstand zur 2. Nutzung (in Monatsvierteln 0, 4, 6, 8, 10) Bei Weideverfahren: Art des Viehbestandes Bei Weideverfahren: Besatzdichte Düngung (ja, nein) Stark- oder schwachwüchsiger Standort

## 4 Landnutzungsmaßnahmen

Ecopay enthält eine Auswahl von insgesamt 475 verschiedenen Mahd-, Weide- sowie Mähweideverfahren als mögliche Landnutzungsmaßnahmen zur Förderung der Biodiversität (vgl. Tab. 4-1 und 4-2). Diese Auswahl enthält alle Maßnahmen, die potentiell als kosteneffiziente und/oder ökologisch wirksame Schutzmaßnahme geeignet sind. Es sind auch Maßnahmen enthalten, die potenziell von Interesse für die Verwaltung sind, die für die Gestaltung von Agrarumweltmaßnahmen verantwortlich ist. Eine Restriktion ergibt sich jedoch dadurch, dass die Anzahl der Maßnahmen nicht zu groß sein darf, da sich mit steigender Maßnahmenzahl auch die Rechenzeit der Software erhöht. Der Anwender kann zusätzliche Maßnahmen über die Datenbank einfügen (siehe Tabelle „maßnahmen“ Teil C). Grundsätzlich werden nur die langfristigen Auswirkungen von Maßnahmen betrachtet und keine Zwischenstadien wie z.B. Aushagerungsprozesse berücksichtigt.

### 4.1 Referenzsituation

In Ecopay wird davon ausgegangen, dass es eine für den Landwirt betriebswirtschaftlich optimale *Referenzsituation* gibt, an der er sich mit der Bewirtschaftung orientiert, wenn er nicht im Rahmen von Agrarumweltprogrammen für die mit zusätzlichen Kosten verbundenen alternativen Landnutzungsmaßnahmen entschädigt wird. Die in Ecopay eingegangenen Definitionen dieser Referenzsituationen für Mahd, Weide und Mähweide für ein Bewirtschaftungsjahr basieren auf der landwirtschaftlichen Situation und den Daten des Landes Sachsen (vgl. Kapitel 7.2, vgl. Tab. 4-1) und werden im Folgenden einzeln erläutert.

Tab. 4-1: Grünlandverfahren in der Referenzsituation und Beschreibung der Änderung für die Maßnahmen

Referenzsituation	Beschreibung der Änderung für die Maßnahmen
<b>Mahd</b>	
3 Schnitte (Silage/2xHeu)	2 Schnitte (Silage/Heu) oder 1 Schnitt (Heu), Zeitpunkte der Mahd, reduzierte oder keine Düngung Streifenmahd, reduzierte oder keine Düngung
<b>Weide</b>	
Gesamter Grünflächenertrag wird von Viehbestand verwertet (maximale Nutzung), Ertragsdaten sind gegeben	Saisonale Standweide: keine Düngung, Start der Beweidung, Besatzdichte*, Weidetiertyp (lebhaft/ruhig) Umtriebsweide (auch Hutung durch Schafe): ähnlich wie Mahd: kurze, intensive Beweidung, lange Ruhezeiten, Start der Beweidung, Anzahl der Weidegänge (1 oder 2), reduzierte oder keine Düngung Ganzjahresstandweide: extensive Weidewirtschaft (Besatzdichte 0,3-1 GV/ha, Berechnung mit Ø 0,5 GV/ha), Fläche > 60 ha, keine Düngung, Mix von Weidetierarten, reduzierte oder keine Düngung
<b>Mähweide</b>	
1-Schnitt (Silage), s. oben Beweidung	Nach der Mahd Nutzung als Saisonale Standweide, Zeitpunkt der Mahd, reduzierte oder keine Düngung, Start der Beweidung, Besatzdichte*, Weidetiertyp (lebhaft/ruhig)

\*Es werden abhängig von der Ertragsfähigkeit der Standorte maximale Besatzdichten mit 1,5, 3 und 4 GV/ha berücksichtigt. Als Weidezeitraum wird der 1.4. bis 31.10. angenommen.

Das *Referenz-Mahdregime* besteht aus einer 3-Schnitt-Nutzung, wobei der erste Schnitt zur Gewinnung von Silage und die Schnitte zwei sowie drei für Heu genutzt werden (vgl. agrarökonomisches Kapitel). Die betriebswirtschaftlich optimalen Schnittzeitpunkte sind wie folgt

festgelegt: 1. Schnitt 19. Monatsviertel (entspricht 15. Mai), 2. Schnitt 25. MV (entspricht 1. Juli), 3. Schnitt 31. MV (entspricht 15. August).

*Weideverfahren* sind im Referenzzustand nur allgemein durch eine durchschnittliche Besatzstärke und den Gesamtertrag an Weidefutter definiert. Es gibt keine Vorgaben oder Einschränkungen für die Besatzdichte. In der Praxis wird häufig eine Mähweide, d.h. eine Kombination von Mahd und Weide, angewendet. Bei einer Grünlandnutzung als *Mähweide* erfolgt in der Referenzsituation zunächst ein Schnitt im 19. MV, der zur Gewinnung von Silage genutzt wird. Anschließend wird die Fläche ab dem 25. MV beweidet, wobei für die Beweidung wieder der Grünlandertrag für eine mittlere Besatzstärke angegeben ist.

Landwirtschaftliche Landnutzungsverfahren bestehen nicht nur aus dem direkten Mähen und/oder einer Beweidung, sondern aus vielen aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten. Zu Jahresbeginn wird ein Landwirt sein Grünland in der Regel walzen und schleppen, um es für die landwirtschaftliche Nutzung vorzubereiten. Im Laufe des Jahres finden außerdem Düngung und Pflanzenschutzmaßnahmen statt. Je nachdem, welches Landnutzungsverfahren durchgeführt wird, mäht der Landwirt das Grünland und/oder stellt Vieh darauf. Bei einer Nutzung als Weide ist der letzte Arbeitsschritt in der Regel eine Nachmahd, d.h. das Grünland wird nach der Weideperiode gemäht, um Weiderückstände zu beseitigen und Kot zu verteilen.

Die Maßnahmen in Ecopay konzentrieren sich auf das Mähen und Beweiden des Grünlandes (vgl. Tab. 4-1). Für die anderen Arbeitsschritte wird im Vergleich zur Referenzsituation folgendes angenommen: Walzen und Schleppen wird zeitlich begrenzt und nur bis Ende März zugelassen. Der Grund dafür ist, dass beide Arbeitsschritte zu dieser Zeit des Jahres nicht kritisch sind, weil die Brutzeit der Vögel noch nicht begonnen hat. Allerdings kann der Boden zu Beginn des Jahres zu nass für die Durchführung dieser Schritte sein, was das Wachstum und den Ertrag des Grünlandes negativ beeinflussen kann. Dieser Aspekt ist standort- sowie wetterabhängig, konkrete Daten fehlen hierzu und er wird im Allgemeinen auch nicht bei der Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen berücksichtigt. Daher vernachlässigt Ecopay mögliche ökonomische Auswirkungen dieser zeitlichen Begrenzung. Die Arbeitsschritte im Hinblick auf Phosphor- und Kaliumdüngung, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und die Nachmahd erfolgen nach den örtlichen Standortbedingungen und der gängigen Nutzung, d.h. es wird keine Änderung gegenüber der Referenzsituation angenommen.

Die Stickstoffdüngung (N-Düngung) wird in den Landnutzungsmaßnahmen in Ecopay berücksichtigt. Im Gegensatz zur Referenzsituation, die eine N-Düngung zulässt, ist eine N-Düngung entweder ganz verboten oder die Menge der N-Düngung wird verringert. Ein N-Verbot ist oft in den Maßnahmen von Agrarumweltprogrammen enthalten. Allerdings hängt nach Meinung von Experten die Eignung von Grünlandflächen für einige Arten von der Menge des verwendeten Düngers ab, so dass die Intensität der Düngung entscheidend sein kann und eine gewisse Düngung ggf. notwendig ist, um Flächen in einem für die Arten attraktiven Zustand zu halten. Zusätzlich zu einem N-Düngeverbot berücksichtigt Ecopay deshalb auch eine reduzierte N-Düngung wie sie in den sächsischen Daten (vgl. Kapitel 7.2) angegeben wird. In Ecopay beeinflusst die N-Düngung derzeit allerdings nur die agrar-ökonomische Berechnung. Es standen keine Daten zur Verfügung, um auch die Auswirkungen auf die Arten quantitativ beurteilen und ins ökologische Modell einfließen lassen zu können. Sollten hierzu Daten verfügbar werden, muss die Düngung zunächst ins ökologische Modell in Ecopay integriert werden (vgl. Kapitel 6).

Im Folgenden werden die verschiedenen denkbaren Maßnahmen innerhalb der Landnutzungsverfahren Mahd, Beweidung und Mähweide definiert (vgl. Tab. 4-2).

Tab. 4-2: Übersicht der in Ecopay berücksichtigten Maßnahmen (insgesamt 475) aufgegliedert nach Parameterkombinationen, (MV = Monatsviertel)

Landnutzungsverfahren	Parameter: Anzahl der Einstellungen	Anzahl der Maßnahmen/Kombinationen
Mahd	Zeitpunkt 1. Schnitt (MV 19-30): 12 Abstand zwischen 1. und 2. Schnitt (0,4,6,8,10 MV): 5 Düngung (reduziert/nein): 2	$12 \cdot 5 \cdot 2 = 120$
	nur ein Schnitt nach MV 30, Zeitpunkt (MV 31-40): 10 Düngung (reduziert/nein): 2	$2 \cdot 10 = 20$
Streifenmahd	Zeitpunkt 1. Schnitt (MV 19/20): 2 Abstand zwischen 1. und 2. Schnitt (0,4,6,8,10 MV): 5 Düngung (reduziert/nein): 2	$2 \cdot 5 \cdot 2 = 20$
Ganzjahresstandweide	Besatzdichte ( $\emptyset$ 0,5 GV/ha): 1 Mix an Weidetierarten: 1 Düngung (nein): 1	1
Saisonale Standweide	Weidebeginn (ungerade MV 13-29): 9 Besatzdichte (1,5/3/4 GV/ha): 3 Weidetiertyp (lebhaft/ruhig): 2 Düngung (nein): 1	$9 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 54$
Umtriebsweide	Zeitpunkt 1. Weidegang (MV 19-30): 12 Abstand zwischen 1. und 2. Weidegang (0,4,6,8,10 MV): 5 Düngung (reduziert/nein): 2	$12 \cdot 5 \cdot 2 = 120$
	nur ein Weidegang nach MV 30, Zeitpunkt (MV 31-40): 10 Düngung (reduziert/nein): 2	$2 \cdot 10 = 20$
Mähweide	Zeitpunkt 1. Schnitt (MV 19-28): 10 Weidebeginn (nach 6 MV): 1 Besatzdichte (1,5/3/4 GV/ha): 3 Weidetiertyp (lebhaft/ruhig): 2 Düngung (reduziert/nein): 2	$10 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 = 120$

## 4.2 Mahd

Im Unterschied zur Referenzsituation mit einer 3-Schnitt-Nutzung kann als Maßnahme nur eine 2-Schnitt- oder eine 1-Schnitt-Nutzung gewählt werden. Für die 2-Schnitt-Nutzung wird angenommen, dass der erste Schnitt für Silage, der zweite Schnitt für Heu verwendet wird. Wenn nur einmal gemäht wird, wird unterstellt, dass das Gras als Heu genutzt wird. Neben der Mahdhäufigkeit ist der Zeitpunkt des Mähens wichtig. Bei der 2-Schnitt-Nutzung wird angenommen, dass die besten Mahdtermine für den Landwirt, d.h. die, die den höchsten Ertrag produzieren, das 19. und 25. MV sind, bei einer 1-Schnitt-Nutzung das 19. MV. Diese Mahdtermine sind in der Regel nicht optimal für die Arten. Daher werden in Ecopay folgende Mahdzeitpunktverschiebungen berücksichtigt: ausgehend von dem besten Mahdtermin für den Landwirt werden Verzögerungen des ersten Schnittes in Monatsviertelschritten ausgehend vom 19. bis zum 40. MV berücksichtigt (vgl. Tab. 4-2). Auch unterschiedliche Abstände des zweiten Schnittes vom ersten werden berücksichtigt: Ecopay enthält Alternativen, in denen 0, 4, 6, 8 oder 10 MV später der 2. Schnitt auf den ersten folgt. Wenn z.B. als Abstand 4 MV gewählt werden und der 1. Schnitt im 24. MV durchgeführt wird, folgt der zweite Schnitt im 28. MV. Wenn der Landwirt nach dem 30. MV zum ersten Mal mäht, wird wegen des geringeren Ertrages nur ein Schnitt angenommen. Ein Abstand von 0 MV definiert die 1-Schnitt-Nutzung.

### 4.3 Streifenmahd

Die Maßnahme „Streifenmahd“, bei der bei der Mahd einzelne Grünlandstreifen ungemäht bleiben, dient als Alternative zu der Mahdzeitpunktverschiebung, die auf der gesamten Grünlandfläche durchgeführt wird. Die „Streifenmahd“ basiert auf einer Maßnahme des Bundeslandes Brandenburg, bei der in einer Zeitphase, in der der Wachtelkönig (*Crex crex*) seinen Nachwuchs aufzieht, beim Mähen Streifen ungeschnitten stehen gelassen werden. Der Landwirt kann so die Grünlandfläche zu den besten Terminen (in Ecopay angenommen als 19. und 20. MV) mähen und muss nur einige Grünlandstreifen stehen lassen.

Entsprechend der Leitlinien in Brandenburg (LUA BB 2010, siehe Abb. 4-1) ist die Streifenmahd in Ecopay so ausgestaltet, dass in einem Pixel zwei Streifen von ca. 10m x 220m nicht gemäht werden, das entspricht ca. 8% der Fläche eines Pixels. Somit können mehr als 90% der Fläche konventionell gemäht werden, während mindestens 8% als Streifen stehen bleiben. Zum Zeitpunkt des zweiten Schnittes darf der Landwirt die Streifen mitmähen. Die Maßnahme soll die Überlebenswahrscheinlichkeit der Küken während der 1. Mahd erhöhen.

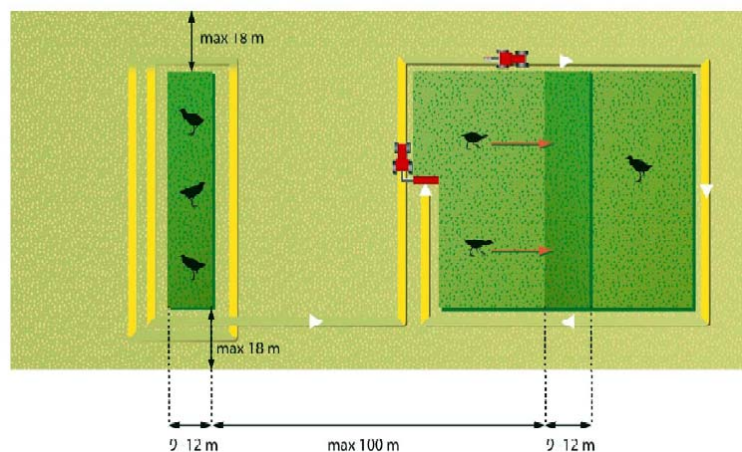


Abb. 4-1: Leitfaden für die Streifenmahd in Brandenburg (LUA BB 2010), Grafik: Kees Nuijten

In Ecopay wird davon ausgegangen, dass die Anwendung der Streifenmahd in einem Pixel im Vergleich zu einer Mahd der Gesamtfläche die Überlebenschancen der Küken während der kritischen Reproduktionsphase von 0% auf 25% erhöht und von 50 auf 75%, wenn der Zeitpunkt der Mahd außerhalb der kritischen, aber immer noch innerhalb der gesamten Reproduktionsphase liegt. Der Anwender kann diese Prozentsätze ändern und seinem Wissensstand anpassen (vgl. für Untersuchungen zu den Auswirkungen einer Streifenmahd auf den Wachtelkönig (*Crex crex*) und die Uferschnepfe (*Limosa limosa*) Broyer (2003), Tyler et al. (1998), Junker et al. (2007), Bellebaum et al. (2008), LUA BB (2010)). In Ecopay wird angenommen, dass sich eine Streifenmahd auf andere Grünlandvogelarten ähnlich auswirkt.

### 4.4 Ganzjahresstandweide

Bei einer Beweidung ist im Allgemeinen die Zusammensetzung der Weidetiere von entscheidender Bedeutung für die ökologischen Auswirkungen, da es zu Gelegeverlusten bei Vögeln aufgrund von Tritt bzw. dem Trampeln von Weidetieren kommen kann. Dabei verursachen lebhaftere Weidetiere in der Regel höhere Trittverluste als ruhigere Weidetiere (LÖLF 1983, nach Beintema et al. 1982, Beintema & Müskens 1987, vgl. Bölscher 1992, Rahmann 1998).



Bei der Ganzjahresstandweide kann von einer Mischung aus lebhaften und ruhigen Weidetieren auf der Weide ausgegangen werden, und die Trittverluste bei Vogelgelegen werden über die Durchschnittswerte der Trittverluste der einzelnen Weidetierarten berechnet. Bei gängigen Agrarumweltprogrammen wird eine extensive Ganzjahresbeweidung nur mit einer geringen Besatzdichte zwischen 0,3-1 GV (GV steht für „Großvieheinheit“ und entspricht einem Tier mit 500 kg Masse) pro Hektar gefördert. In Ecopay wird für die Berechnungen von durchschnittlich 0,5 GV pro Hektar ausgegangen. Eine Ganzjahresbeweidung findet zudem in der Regel nur auf großen zusammenhängenden Flächen (ca. >60 Hektar) statt. Die mögliche Nutzung benachbarter Pixel kann wegen der Wechselwirkungen bei der Optimierung aber nicht in Ecopay berücksichtigt werden. Deshalb wird der Anwender angehalten, dies bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten.

#### 4.5 Saisonale Standweide

Saisonale Standweiden können im Zeitpunkt des Weidebeginns, der Dauer der Weideperiode, der Besatzdichte und der Tierart variieren. In Ecopay wird angenommen, dass die Weideperiode in der Referenzsituation vom 1. April bis Ende Oktober dauert. Die Maßnahmen zur „saisonalen Standweide“ berücksichtigen neun unterschiedliche Starttermine des Weidebeginns, die vom 13. bis zum 29. MV reichen (alle ungeraden MV). Der Anwender kann die gegebenen Termine für den Weidebeginn ändern, wenn z.B. der Weidebeginn in der von ihm betrachteten Region anders liegt, indem er die Landnutzungsmaßnahmen in der Datenbank entsprechend anpasst bzw. erweitert (vgl. Teil C). Für alle Maßnahmen endet die Weideperiode am 31. Oktober. Dies bedeutet, dass derzeit alle unterschiedlichen saisonalen Beweidungsformen ein festes Enddatum haben, und nur ihr Start (und damit die Dauer der Beweidung) variiert. Der Grund für diese Annahme ist, dass für die ökologischen Auswirkungen nur der Beginn der Beweidung wichtig ist. Daher kann nach diesem kritischen Zeitpunkt der Landwirt die Wiese so lange wie möglich für sein Vieh nutzen. Der Endpunkt der Weideperiode ist nur im Programmcode der Software zu ändern.

Neben des Weidebeginns und der Länge der Weideperiode ist die Besatzdichte für die Maßnahmen zu definieren. Im Allgemeinen kann die Besatzdichte entweder als Anzahl von Tieren pro Hektar oder als GV pro Hektar definiert werden. Für die Umrechnung der Anzahl von Tieren in GV existieren verschiedene Umrechnungsfaktoren. In Ecopay verwenden wir GV pro Hektar und die Umwandlung erfolgt nach KTBL (2005), dargestellt in Tab. 4-3.

Tab. 4-3: Faktoren für die Umwandlung von „Großvieheinheiten“ (1 GV=500 kg Tierlebensmasse) in Tierzahlen nach KTBL (2005) geändert

Milchkühe	Jungrinder	Bullen	Mastrind	Schafe	Pferde	Ponys
Mittlere Tierlebensmasse GV/Tier						
Kuh + Rind > 2-jährig =1,2	Ø= ~0,5	> 2-jährig =2	Ø bis 2-jährig =0,8	> 1-jährig =0,1	> 3-jährig =1,1	Ø=0,7

In Ecopay werden drei maximal mögliche Besatzdichten, 1,5, 3 und 4 GV/ha unterschieden, je nach der Ertragsfähigkeit des Standortes (gegeben durch die Grünlandzahl pro Pixel). So wird berücksichtigt, dass eine ertragreichere Grünlandfläche mehr Vieh ernähren kann als eine weniger ertragreiche. In Ecopay werden Grünlandwachstum und -ertrag in drei Klassen eingeteilt und jeder Klasse eine maximale Besatzdichte zugeschrieben (vgl. Kapitel 6.4.7):

Grünlandzahl <35: 1,5 GV/ha maximale Besatzdichte, Grünlandzahl 35-54: 3 GV/ha maximale Besatzdichte, Grünlandzahl >54: 4 GV/ha maximale Besatzdichte.

Wie bei der Ganzjahresstandweide erwähnt, kann es bei einer Beweidung zu Trittverlusten kommen, die in Abhängigkeit von der Lebendigkeit der Weidetierart variieren. Deshalb wird bei den Maßnahmen der saisonalen Standweide auch die Weidetierart unterschieden, d.h. ob es sich um lebhafte oder eher ruhige Tiere handelt.

#### **4.6 Umtriebsweide**

Umtriebsweide (beinhaltet auch Hutung mit Schafen) bezieht sich auf eine regelmäßige Abfolge von kurzen intensiven Beweidungszeiten und langen Ruhezeiten. Es wird angenommen, dass jeder Weidegang ein Monatsviertel andauert und die Auswirkungen der intensiven Beweidung der der Mahd gleichen, d.h. der Viehbestand verwertet das ganze Gras und die Grashöhe wird nahezu homogen kurz. Für die kurzen Weidezeiten muss keine Besatzdichte in GV/ha definiert werden, weil davon ausgegangen wird, dass die Besatzdichte der maximal möglichen Aufnahme des Grünlandertrags entspricht. Dies bedeutet, dass der Grünlandertrag für die Tiere auf der Fläche genau ausreicht (ohne Kenntnis der genauen Besatzdichte oder Anzahl).

Variiert wird bei den Maßnahmen die Anzahl der Weidegänge sowie ihr Zeitpunkt (parallel zur 1- und 2-Schnitt-Nutzung bei der Mahd), d.h. ausgehend von einem ersten Weidegang im 19. MV werden in Ecopay Zeitpunktschiebungen des Weidegangs bis zum 40. MV berücksichtigt. Ein zweiter Weidegang kann in unterschiedlichen Abständen von 0, 4, 6, 8 oder 10 MV erfolgen. Nach dem 30. MV wird kein zweiter Weidegang angeboten.

#### **4.7 Mähweide**

In Ecopay wird der Mahdanteil der Mähweidemaßnahmen wie der erste Schnitt der 2-Schnitt-Nutzung (s. Mahd) als Silage berücksichtigt. Der Mahdzeitpunkt variiert vom 19.-28. Monatsviertel. Der Beweidungsteil folgt den Annahmen zur saisonalen Standweide, wobei von einem Weidebeginn im Abstand von 6 Monatsvierteln nach dem Schnitt ausgegangen wird.

### **5 Landschaftsinformationen**

Um die Ansprüche der Arten und Lebensraumtypen an die Qualität des Habitats sowie die Landnutzungsmaßnahmen einschließlich der damit verbundenen Kosten in Ecopay räumlich differenziert abbilden zu können, werden Landschaftsinformationen benötigt, d.h. Daten zu verschiedenen Parametern, die sich jedem Pixel zuweisen lassen. Im Folgenden werden die in Ecopay verwendeten Landschaftsinformationen kurz vorgestellt. Die Ausführungen im Handbuch sind darauf ausgerichtet, dem Anwender die Funktionsweise der Software möglichst kompakt und einfach nahezubringen und zu erläutern. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wird an dieser Stelle auf detaillierte Hintergrundinformationen und spezifische Erklärungen verzichtet und stattdessen auf Mewes (2010) verwiesen.

Liegen dem Anwender der Software genauere räumliche Landschaftsinformationen vor, können diese grundsätzlich in der Datenbank eingelesen werden. Für weitere Informationen hierzu stehen die Entwickler der Software zur Verfügung.

## 5.1 Landnutzung

Zur Anwendung der Software müssen Informationen zur Landnutzung, d.h. insbesondere zur Grünlandnutzung vorliegen. Für Ecopay wurde hierfür auf die Landnutzungsdaten von Corine Land Cover (CLC 2000, vgl. European Environment Agency 2004) zurückgegriffen, die frei zugänglich sind und europaweit einheitlich vorliegen. Für Ecopay wurde eine Auflösung der Rasterdaten von 250mx250m zugrunde gelegt und damit gleichzeitig die Pixelgröße in Ecopay auf 250mx250m festgelegt. Jedem Pixel in Ecopay wurde mit Hilfe der CLC2000-Daten zugewiesen, ob es Grünland ist und in der direkten Nachbarschaft ein Pixel mit der Nutzung Siedlung, Wasser, Wald als räumliches Strukturelement aufweist (vgl. Kapitel 3 und 6.4.1).

Zusätzlich wurden von den Landesämtern in Sachsen und Schleswig-Holstein Daten zur Verfügung gestellt, mit denen sich Grünlandflächen grob nach ihrer Hauptnutzung (Wiese, Weide, Mähweide) einteilen lassen. Somit besitzt jedes Grünlandpixel zusätzlich die Information, welche Hauptnutzung auf ihm stattfindet.

## 5.2 (Boden-)Feuchtestufe

Arten und Lebensraumtypen haben unterschiedliche Ansprüche an die Bodenfeuchte ihres Lebensraums. So kommt beispielsweise die Vogelart Bekassine nur auf feuchten Böden vor, während der Lebensraumtyp Halbtrockenrasen dagegen nur auf trockenen Standorten vorkommt. Die Ansprüche der Arten und Lebensraumtypen werden im Allgemeinen in die drei Feuchtestufen (vgl. Kapitel Steckbrief) trocken, mittel und feucht eingeteilt. Dieser Einteilung wird auch in Ecopay gefolgt. Um die Ansprüche der Arten und Lebensraumtypen in der Software berücksichtigen zu können, müssen auch Informationen über die Bodenfeuchte jeden Pixels verfügbar sein. Zur Ableitung dieser Informationen wurden Daten der nutzungs-differenzierten Bodenübersichtskarte BÜK 1000 N 2.3 (BGR 2007) für die beiden Bundesländer zugrunde gelegt (vgl. Mewes 2010).

Das Vorkommen einer der drei Feuchtestufen „trocken, mittel, feucht“ auf einem Pixel wird wie folgt angegeben: 0 entspricht nicht zutreffend, 0,5 z.T. zutreffend und 1 stark zutreffend. Bei den Böden, die sehr wahrscheinlich entwässert sind, wird die Feuchtestufe nach der Entwässerung angegeben (anstelle von „feucht“ „mittel“) und zusätzlich vermerkt, dass hier von einer Entwässerung ausgegangen wird (0 = keine Entwässerung, 1 = Entwässerung wahrscheinlich). Gleye (grundwasserbeeinflusst) und Pseudogleye (Staunässe) sind im Winter und Frühjahr meist feucht, im Sommer und Herbst dagegen eher trocken. Die Einstufung erfolgt in Anlehnung an Ad-hoc-AG Boden (2005, Tab. 83 S. 360) in die Stufe „feucht“. Aueböden, die in die Kategorie „feucht“ fallen, wenn sie überschwemmt sind, ansonsten eher der Stufe „mittel“ zugerechnet werden, werden sowohl als „feucht“ als auch als „mittel“ eingestuft. Die Einteilung und Ableitung der (Boden-)Feuchte ist mit der angegebenen Datengrundlage recht grob und gibt die tatsächlichen Gegebenheiten nur näherungsweise wieder. Liegen dem Anwender genauere räumliche Informationen zur Bodenfeuchte vor, können diese grundsätzlich in der Datenbank eingelesen werden.

## 5.3 Grünlandzahlen

Für eine räumliche Differenzierung der agrarökonomischen Erträge (vgl. Kapitel 7.3) und des potentiellen standörtlichen Ertragspotentials, das zur Differenzierung des ökologischen Parameters Wuchshöhe erforderlich ist (vgl. Kapitel 6.4.3) werden Daten zur Bodengüte für jedes

Pixel benötigt. Erst mit Hilfe dieser räumlichen Differenzierung ist es möglich, unterschiedliche Kosten für die Durchführung von Maßnahmen für jedes Pixel zu berechnen.

Als Datengrundlage werden Informationen zur Grünlandzahl auf Gemeindeebene herangezogen. Die Grünlandzahl stellt nach dem Bodenschätzungsgesetz für Deutschland eine auf den Reinertrag bezogene, für die Flächenbesteuerung gültige Verhältniszahl und durchschnittliche, gebietstypische Bodengüte dar. Sie reicht von 7, das für absolutes Unland steht, bis 88, das bestes Grünland bedeutet (vgl. allgemein Kuntze et al. 1994, S. 320 und Mewes 2010 zur Ermittlung der Wertzahlen gemäß Bodenschätzungsgesetz § 4 (1), (3)). Die Landesämter von Sachsen und Schleswig-Holstein haben entsprechende digitale Daten zu durchschnittlichen Grünlandzahlen pro Gemeinde zur Verfügung gestellt (vgl. Mewes 2010).

## **5.4 Höhenstufe**

Der Beginn der Vegetationsperiode hängt u.a. von der Höhenlage einer Region ab. Zudem kommen bestimmte Arten oder Lebensraumtypen nur bis oder ab einer bestimmten Höhenlage vor. In Ecopay wird vereinfachend nur eine Höhengrenze bei 500 m ü. NN berücksichtigt in Anlehnung an die Differenzierung zwischen den Vorkommen der FFH-Lebensraumtypen Flachland-Mähwiese und Berglandmähwiese. Jedem Pixel wird die Information zugewiesen, ob es über oder unter 500 m ü. NN liegt. Die Zuweisung der Höhengrenze wurde abgeleitet aus dem digitalen Landschaftsmodell DLM1000 Objektbereich Relief (BKG 2008).

## **6 Ökologisches Modell: Quantitative Bewertung des ökologischen Nutzens einer Landnutzungsmaßnahme**

Das in Ecopay implementierte ökologische Modell bewertet quantitativ die Auswirkungen von Landnutzungsmaßnahmen auf im Grünland lebende Arten und auf Grünlandlebensraumtypen. Ausgangspunkt dieser Abschätzung sind die Landnutzungsmaßnahmen (verschiedene Mahd-, Mähweide- und Weideregimes, vgl. Kapitel 4), die die Qualität des Grünlandes verändern, in dem die Eiablage oder Brut dieser Arten erfolgt, und somit den Reproduktionserfolg der Arten beeinflussen. Deshalb wird der ökologische Nutzen einer Landnutzungsmaßnahme durch ihren positiven oder negativen Einfluss auf den Reproduktionserfolg einer Art bewertet. Grünland ist nicht nur wichtig für die Reproduktion von Schmetterlings- oder Vogelarten, sondern gefährdete Grünlandtypen, im Folgenden Lebensraumtypen genannt, können selbst Schutzziele sein. Hierauf wird in Kapitel 6.4.6 näher eingegangen.

Für den Reproduktionserfolg spielt neben dem Ort, an dem die Landnutzungsmaßnahme durchgeführt wird, der Zeitpunkt der Maßnahme in Relation zur Brutzeit der betreffenden Art eine wichtige Rolle. Die Mahd beispielsweise verringert die Grashöhe und dadurch können Gelege von Vögeln für ihre natürlichen Feinde sichtbarer werden. Mähmaschinen können aber auch unmittelbar die Mortalität von Nestern oder Larven verursachen, je nachdem, zu welchem Zeitpunkt gemäht wird. Das gleiche gilt für Weidetiere und die Auswirkung ihrer Huftritte. Der Einfluss des Zeitpunktes einer Maßnahme hängt also vom Vorhandensein von Nestern und/oder Larven auf der Wiese ab und ein ungünstiger Zeitpunkt kann dazu führen, dass die Habitatqualität für die Fortpflanzung einer Art ungeeignet ist.

Die Quantifizierung dieser Habitatqualität ist Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen von bestimmten Landnutzungsmaßnahmen auf die verschiedenen Arten und Lebensraumtypen. Sie ist eine notwendige Vorleistung für die Beurteilung der ökologischen Auswirkungen

gen von Agrarumweltprogrammen im Grünland und für den Optimierungsprozess zur Ausgestaltung von kosteneffizienten Kompensationszahlungen. Daher ist die grundlegende Aufgabe der ökologischen Modellierung, die art- bzw. lebensraumtypspezifische ökologische Wirkung von sowohl einzelnen Landnutzungsmaßnahmen als auch Landnutzungsmustern in einer Landschaft zu quantifizieren. Da Agrarumweltprogramme bestimmte Landnutzungsmuster über große räumliche Skalen wie Landschaften, Regionen oder Bundesstaaten hervorrufen, ist die Quantifizierung ihrer art- bzw. lebensraumtypspezifischen ökologischen Wirkungen nicht einfach und wird von zwei großen Herausforderungen begleitet.

Erstens müssen das ökologische Modell und seine Ergebnisse allgemein genug sein, um eine Vielzahl von Arten, Lebensraumtypen und Landnutzungsmaßnahmen erfassen zu können, aber auch detailliert genug, um die Unterschiede zwischen den Arten, Lebensraumtypen und Landnutzungsmaßnahmen ausreichend berücksichtigen zu können. Zweitens muss das ökologische Modell eine hohe raum-zeitliche Komplexität verarbeiten können, die sich aus der Tatsache ergibt, dass der ökologische Nutzen für im Grünland lebende Arten und Lebensraumtypen sowohl von der Landnutzungsmaßnahme selbst abhängt, als auch davon, wann und wo diese Maßnahme in der Landschaft durchgeführt wird. Insbesondere der zeitliche Aspekt, d.h. der Zeitpunkt, wann eine Maßnahme durchgeführt wird, ist in Relation zur Reproduktionszeit der Arten ein wichtiger Indikator für die ökologische Wirkung einer Maßnahme und muss adäquat von der ökologischen Modellierung berücksichtigt werden. Im Folgenden wird beschrieben, wie diesen Herausforderungen begegnet wurde.

## 6.1 Raum-zeitliche Skalen des ökologischen Modells

Um der angesprochenen raum-zeitlichen Komplexität gerecht zu werden, müssen zuerst geeignete Skalen für Raum und Zeit gewählt werden (vgl. auch Abb. 6-1).

### *Zeitliche Skala*

Der Zeitpunkt einer Landnutzungsmaßnahme könnte grundsätzlich tagesgenau angegeben werden (z.B. Mahd am 12. Juli). Allerdings macht eine tägliche Zeitskala keinen Sinn, da viele ökologische Informationen nicht taggenau verfügbar sind (z.B. wird die Schlupfzeit von Schmetterlingen oder die Eiablagezeit von Vögeln über bestimmte Zeiträume, oft wochenweise, angegeben). Deshalb wird im ökologischen Modell die Zeit in Schritten von Monatsvierteln (d.h. grob gesagt Wochen) gemessen. Jeder Monat hat vier Viertel, und ein Monatsviertel besteht aus etwa 7,5 Tagen. Der Vorteil der Verwendung von Monatsvierteln statt Wochen ist, dass ein Jahr immer eine feste Anzahl von 48 Monatsvierteln hat und jeder Monat immer aus der gleichen Anzahl von 4 Monatsvierteln besteht. So kann die Zeit wie folgt skaliert werden: erstes Januarviertel = Monatsviertel 1, zweites Januarviertel = Monatsviertel 2 und so weiter bis zum letzten Dezemberviertel = Monatsviertel 48.

Diese Zeitskala begrenzt die große Vielzahl möglicher Zeitpunkte der Landnutzung (z.B. die Vielzahl von möglichen Mahdterminen) innerhalb eines Jahres (anstelle von 365 denkbaren Terminen auf einer täglichen Skala existieren jetzt nur noch 48 Termine). Da eine Landnutzungsmaßnahme auch durch den Zeitpunkt ihrer Durchführung charakterisiert ist, reduziert dies die Anzahl von möglichen Maßnahmen beträchtlich. Darüber hinaus hat diese Wahl den Vorteil, dass eine gewisse Flexibilität bei der zeitlichen Durchführung der Maßnahme für den Landwirt erhalten wird: die Maßnahme muss nicht an einem bestimmten Tag ausgeführt werden, sondern ist innerhalb des Monatsviertels (d.h. innerhalb von 7,5 Tagen) frei wählbar.

### Räumliche Skala

Die räumliche Skala muss an die Auflösung der verfügbaren räumlichen Informationen angepasst werden. Entsprechend der verfügbaren GIS-Daten zur Landnutzung für sowohl Sachsen als auch Schleswig-Holstein wurde die Landschaft in ein Gitter aus Flächenstücken der Größe 250m x 250m unterteilt, im folgenden Pixel genannt, so dass jedes Pixel einer Fläche von 6,25 ha entspricht.

### Ökologisches Modell

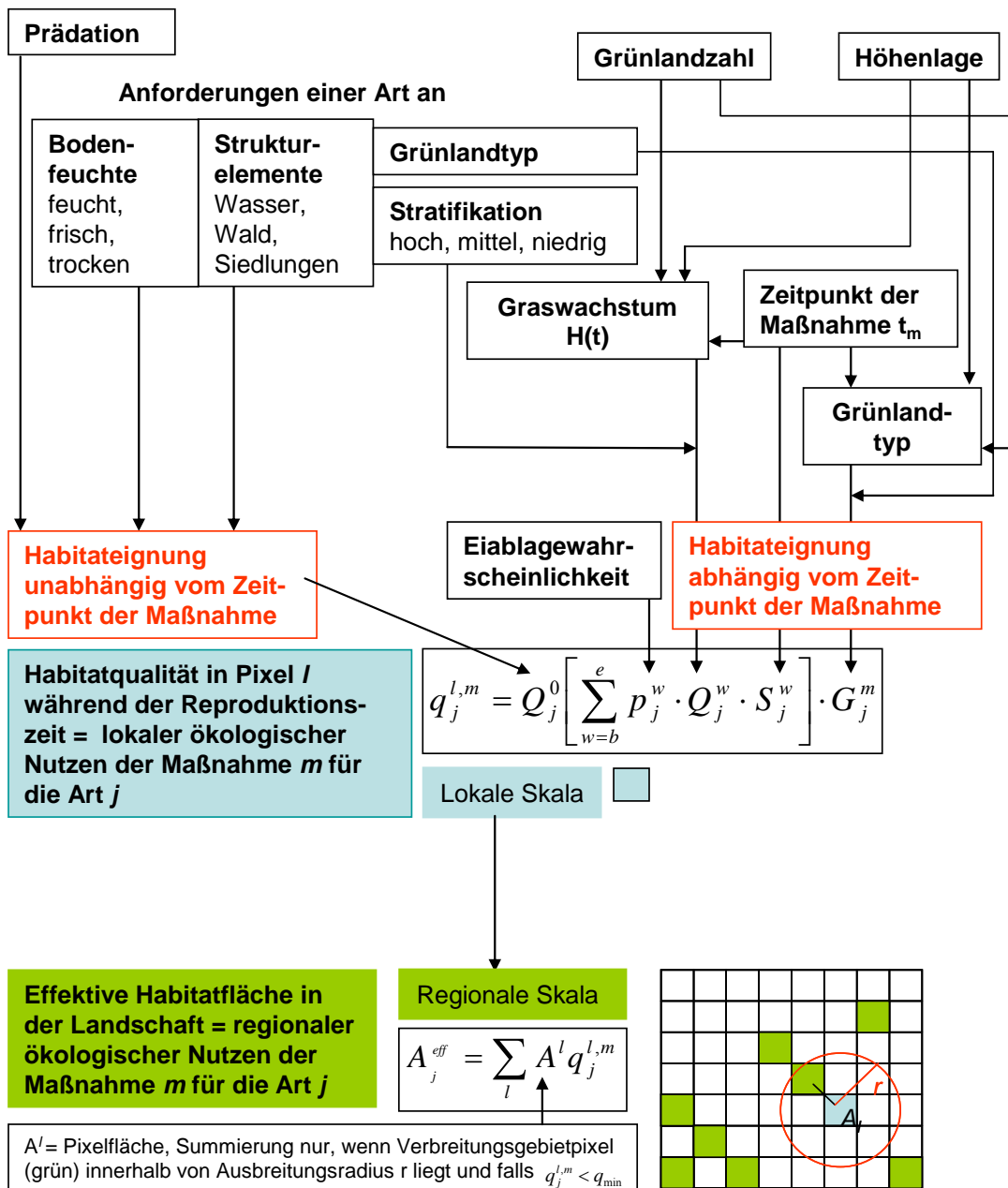


Abb. 6-1: Grundschemata des ökologischen Modells.

Alle raum-zeitlichen Informationen über sowohl Arten wie auch Maßnahmen basieren auf dieser raum-zeitlichen Skala. Der zeitliche Aspekt einer bestimmten Landnutzungsmaßnahme (d.h. wann eine Maßnahme innerhalb eines Jahres durchgeführt wird) wird auf der lokalen räumlichen Skala, d.h. auf der Skala eines Pixels, betrachtet. Der räumliche Aspekt der Land-

nutzung (d.h. auf welchem Pixel eine Maßnahme in der Landschaft durchgeführt wird) wird durch die Position dieses Pixels im Landschaftsgitter in Beziehung zum Vorkommen der Arten betrachtet. Dies wird im Detail in den folgenden Abschnitten 6.2-6.4 erklärt. Das Grundschema des ökologischen Modells wird in Abb. 6-1 gezeigt. Es veranschaulicht, wie die einzelnen Komponenten des Modells in Beziehung zueinander stehen und wie die zeitlichen und räumlichen Aspekte der Landnutzungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Der Kern des Modells ist die Formel der Gleichung (6-1), die im folgenden Abschnitt 6.2 erläutert wird.

Auf der lokalen Skala (Pixelfläche) wird der zeitliche Aspekt einer Landnutzungsmaßnahme (d.h. der Zeitpunkt der Maßnahme in Relation zur Reproduktionszeit der Arten) betrachtet. Auf der Landschaftsskala (gesamtes Gitter) wird der räumliche Aspekt einer Landnutzungsmaßnahme (d.h. ihre Position in der Landschaft in Beziehung zu den durch die Art besetzten Pixeln) betrachtet.

## 6.2 Der zeitliche Aspekt der Landnutzung: Bestimmung des lokalen ökologischen Nutzens

Da der zeitliche Aspekt der Landnutzung die Grünlandarten nur während ihrer Reproduktionszeit beeinflusst, verknüpfen wir den ökologischen Nutzen einer bestimmten Landnutzungsmaßnahme mit dem Reproduktionserfolg der Arten. Da sich Arten deutlich in ihrem absoluten Reproduktionserfolg unterscheiden (z.B. in der Zahl der Eier oder beim Überleben der Jungen) beschreiben wir den Einfluss einer Landnutzungsmaßnahme auf die Reproduktion durch eine relative Größe, die lokale Habitatqualität  $q_j^{l,m}$ . Sie kann für alle Arten nur Werte zwischen  $q_j^{l,m} = 0$  und  $q_j^{l,m} = 1$  annehmen.  $q_j^{l,m} = 0$  bedeutet, dass Maßnahme  $m$  die Habitatqualität in Pixel  $l$  für die Art  $j$  so ungeeignet macht, dass dort kein Reproduktionserfolg möglich ist.  $q_j^{l,m} = 1$  bedeutet, dass Maßnahme  $m$  die Habitatqualität in Pixel  $l$  optimal für die Reproduktion der Art  $j$  macht und damit zu dem für diese Art maximal möglichen Reproduktionserfolg führt. Über diese Habitatqualität wird also der Einfluss von Landnutzungsmaßnahmen auf den Reproduktionserfolg für verschiedene Arten vergleichbar.

Die lokale Habitatqualität  $q_j^{l,m}$  wird folgendermaßen berechnet:

$$q_j^{l,m} = Q_j^0 \left[ \sum_{w=b}^e p_j^w \cdot Q_j^w \cdot S_j^w \right] \cdot G_j^m \quad \text{Gl. (6-1)}$$

Sie besteht aus drei Komponenten. Die erste Komponente  $Q_j^0$  umfasst die abiotischen Eigenschaften der Habitateignung für die Reproduktion der Art  $j$  in Pixel  $l$ , die vom Zeitpunkt der Maßnahme innerhalb eines Jahres unabhängig sind. Zu diesen Eigenschaften gehören Prädationsdruck, Bodenfeuchte und das Vorhandensein räumlicher Strukturelemente. Eine detaillierte Beschreibung der Berechnung von  $Q_j^0$  erfolgt in Abschnitt 6.4.1.

Die zweite Komponente ist die in den eckigen Klammern in Gleichung (1) angegebene Summe. Zusammen mit der dritten Komponente  $G_j^m$  erfasst sie diejenigen Merkmale der Habitateignung, die vom Zeitpunkt der Maßnahme  $m$  abhängen.

Der Ausdruck in den eckigen Klammern beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit Kohorten von Nachkommen in den einzelnen Monatsvierteln erzeugt werden, und summiert diese.

Die Summe in den eckigen Klammern trägt der Tatsache Rechnung, dass das Wohlergehen *aller* Kohorten zusammen den Reproduktionserfolg einer Art und damit die Habitatqualität  $q_j^{l,m}$  bestimmt. Diese Kohorten werden durch Eiablage erzeugt, und zwar mit den Wahrscheinlichkeiten  $p_j^w$  pro Monatsviertel  $w$  für eine Art  $j$ . Die Eiablage beginnt zum Zeitpunkt  $b$  und endet zum Zeitpunkt  $e$  (in Monatsvierteln), wobei Jahre durchschnittlicher klimatischer Bedingungen vorausgesetzt werden. Da die Gesamtsumme dieser Wahrscheinlichkeiten gleich 1 (100%) ist, beschreibt sie für jede Art den relativen Reproduktionserfolg, der maximal möglich ist. Das Wohlergehen der einzelnen Kohorten von Nachkommen hängt davon ab, in welchem Monatsviertel  $w$  sie erzeugt werden. Daher sind die Größen im Ausdruck in den eckigen Klammern durch den zusätzlichen Index  $w$  charakterisiert. Das Wohlergehen der einzelnen Kohorten kann durch die zwei Einflussfaktoren  $Q_j^w$  und  $S_j^w$  gemindert werden.  $Q_j^w$  beschreibt den Einfluss der Grashöhe  $H(t)$  auf die Habitateignung für eine im Monatsviertel  $w$  generierte Kohorte und  $S_j^w$  beschreibt die direkte Mortalität dieser Kohorte, wenn eine Landnutzungsmaßnahme  $m$  in Monatsviertel  $t_m$  durchgeführt wird (diese direkte Mortalität kann z.B. durch Mähmaschinen oder das Trampeln der Weidetiere verursacht werden). Das grundlegende Schema, das dem ökologischen Ansatz für die Berechnung des Ausdrucks in den eckigen Klammern zugrunde liegt, ist in Abb. 6-2 dargestellt.

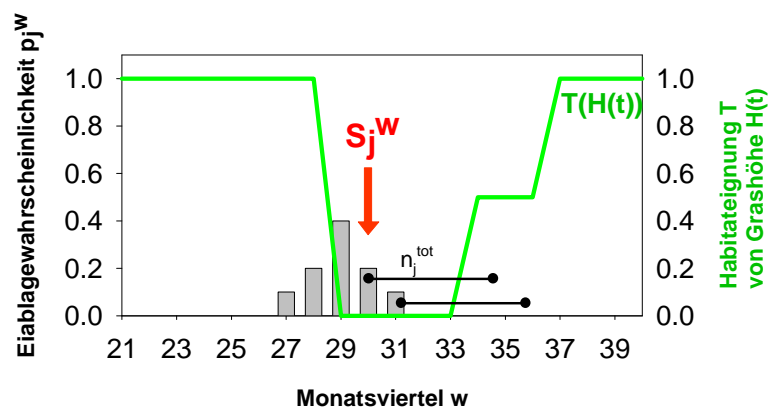


Abb. 6-2: Grundschemata des ökologischen Modellansatzes zur Bewertung des ökologischen Nutzens des Zeitpunktes einer Landnutzungsmaßnahme. Die zeitliche Relation zwischen dem Zeitpunkt einer Maßnahme und der Reproduktionsphase der Art (in Monatsvierteln  $w$ ) beeinflusst die Habitatqualität für die Reproduktion. Arten erzeugen mit einer zeitabhängigen Wahrscheinlichkeit Kohorten von Nachkommen (graue Balken). Diese bleiben für einen Zeitraum  $n_j^{tot}$  auf dem Grünland und sind innerhalb dieses Zeitraumes durch eine Landnutzungsmaßnahme beeinflussbar (die horizontalen Linien verdeutlichen dies für zwei Kohorten). Die Landnutzungsmaßnahme (hier im 30. Monatsviertel durchgeführt) verursacht eine direkte Mortalität  $S_j^w$  der bereits erzeugten Kohorten (veranschaulicht durch den roten Pfeil und näher erläutert in Abschnitt 6.4.2.). Darüber hinaus beeinflusst die Maßnahme die Grashöhe  $H(t)$  und damit die Habitateignung zur Reproduktion bezüglich der Grashöhe  $T(H(t))$ . Diese Stratifizierungseignung  $T(H(t))$  in Abhängigkeit von der Zeit ist die Grundlage für die Berechnung der Habitateignung  $Q_j^w$  bezüglich der Grashöhe über die gesamte Brutzeit  $n_j^{tot}$  (für Details siehe Abschnitt 6.4.3. und Gl. (6-6) und (6-7)).



Die meisten Vögel produzieren ein Nachgelege bzw. eine Ersatzbrut, wenn ihr erstes Gelege zerstört wird. Eine solche Ersatzbrut wird im ökologischen Modell berücksichtigt, wenn das Gelege im Monatsviertel, in dem die jeweilige Eiablage erfolgt, zerstört wird. Wird das Gelege erst später in der kritischen Reproduktionsphase zerstört, so lassen wir keine Ersatzbrut zu. Eine Ersatzbrut wird durch den Parameter  $e$  („Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Ersatzbrut“) dargestellt, der die Wahrscheinlichkeit beschreibt, dass zusätzlich zu einer im Monatsviertel  $w$  erzeugten Kohorte eine Ersatzbrutkohorte erzeugt wird:  $p_j^w \text{ gesamt} = p_j^w + e \cdot p_j^{w-1}$ . Eine Ersatzbrut findet nur im ersten Monatsviertel nach Durchführung einer Maßnahme statt und die Option für eine Ersatzbrut ist zeitlich begrenzt. Der Parameter  $e$  ist im Artsteckbrief hinterlegt. Für Vögel, die kein Nachgelege produzieren, ist im Steckbrief  $e = 0$  gesetzt. Für Vögel, die ein Nachgelege produzieren, ist dieser Wert auf  $e = 0.5$  gesetzt. Die Informationen über die zeitliche Begrenzung sind ebenfalls im Artsteckbrief hinterlegt. Anwender können diese Werte ändern.

Die dritte Komponente  $G_j^m$  in Gleichung (6-1) beschreibt die Übereinstimmung zwischen dem Grünlandtyp, der sich unter einer bestimmten Landnutzungsmaßnahme  $m$  entwickelt, und dem Grünlandtyp, der für die Reproduktion der Art  $j$  erforderlich ist (z.B. durch die Anwesenheit bestimmter Nahrungspflanzen), und hat entsprechend den Wert Eins oder Null.

Die Details der Berechnung von  $S_j^w$ ,  $Q_j^w$  und  $G_j^m$  werden jeweils in den Abschnitten 6.4.2., 6.4.3. und 6.4.4 erläutert.

Insgesamt erfasst die lokale Habitatqualität  $q_j^{l,m}$  in Gleichung (6-1) sowohl den Einfluss der abiotischen Bedingungen in einem Pixel (über  $Q_j^0$ ) als auch die Auswirkungen einer Landnutzungsmaßnahme  $m$  (über die Bedingungen in den eckigen Klammern und  $G_j^m$ ) auf die Reproduktion einer Art. Deshalb kann  $q_j^{l,m}$  als ein Maß für den arten- und maßnahmespezifischen lokalen (pro Pixel) ökologischen Nutzen betrachtet werden. Als eine relative Größe ist diese lokale Habitatqualität flexibel genug, um eine Vielzahl von Grünlandarten auf einer einheitlichen Basis zu beschreiben und zu bewerten, aber dennoch detailliert genug, um zwischen verschiedenen Arten und Maßnahmen differenziert genug zu unterscheiden.

### 6.3 Der räumliche Aspekt der Landnutzung: Bestimmung des regionalen ökologischen Nutzens

Die lokale Habitatqualität  $q_j^{l,m}$  bewertet den zeitlichen Aspekt einer Landnutzungsmaßnahme (d.h. wann eine Nutzung durchgeführt wird in Relation zur Reproduktionszeit einer Art) einfach und schnell, was für die Optimierung von Landschaften von großem Vorteil ist. Diese Anforderung stellt sich auch an die Einbindung des räumlichen Aspekts der Landnutzung (d.h. wo in der Landschaft die Maßnahme durchgeführt wird). Da eine Landnutzungsmaßnahme, die in einem Pixel in der Landschaft durchgeführt wird, nur dann von Vorteil für eine Art sein kann, wenn die Art dieses Pixel auch tatsächlich (in angemessener Zeit) erreichen kann, ist die Grundidee für die Beurteilung der räumlichen Lage einer Landnutzungsmaßnahme, dass der betreffende Pixel nur dann zum ökologischen Nutzen auf Landschaftsebene beitragen kann, wenn seine Konnektivität zu Verbreitungsgebieten der Art hoch ist. Informationen zum Verbreitungsgebiet einer Art werden pixelweise gespeichert, so dass jedes Pixel

als von einer Art besetzt bzw. nichtbesetzt identifiziert werden kann und damit ein „Verbreitungsgebietpixel“ ist oder nicht.

Der regionale ökologische Nutzen wird definiert als die gesamte effektive Fläche  $A_j^{eff}$  in einer Landschaft für eine Art  $j$ , die durch ein bestimmtes, durch Ausgleichszahlungen hervorgerufenen Landnutzungsmuster entstanden ist.  $A_j^{eff}$  summiert alle Pixelflächen  $A^l$  multipliziert mit der jeweiligen lokalen Habitatqualität  $q_j^{l,m}$ :

$$A_j^{eff} = \sum_l A^l q_j^{l,m} \quad \text{Gl. (6-2)}$$

Die lokale Habitatqualität  $q_j^{l,m}$  aus Gleichung (6-1) reduziert die Pixelfläche  $A^l$  zu einer effektiven Fläche  $A^l q_j^{l,m}$  (z.B. bei  $q_j^{l,m} = 0.5$  wird nur 50% der Pixelfläche addiert). Die Konnektivität zu Verbreitungsgebietpixeln wird berücksichtigt, indem nur Flächen  $A^l q_j^{l,m}$  in Gleichung (6-2) addiert werden, in deren Radius  $r$  sich Verbreitungsgebietpixel befinden. Dieser Radius  $r$  beschreibt die Fähigkeit einer Art, sich zu verbreiten und in absehbarer Zeit ein neues Habitat zu erreichen. Für alle Vogelarten wird angenommen, dass neue, durch angepasste Landnutzung erzeugte Lebensräume immer erreicht werden können, was einem Ausbreitungsradius  $r$  von „unendlich“ entspricht (der Benutzer kann natürlich diese Vorgabe auch ändern). Für die Schmetterlingsarten wird der (endliche) Ausbreitungsradius  $r$  aus dem Steckbrief zur Berechnung von Gleichung (6-2) verwendet.

Die Aufsummierung der effektiven Pixelflächen  $A^l q_j^{l,m}$  in Gleichung (6-2) wird durch eine weitere Bedingung limitiert: Es werden nur diejenigen Pixelflächen addiert, die die Bedingung  $q_j^{l,m} > q_{min}$  erfüllen. Das bedeutet, dass eine Landnutzungsmaßnahme eine lokale Habitatqualität von mindestens  $q_{min}$  erreichen muss, um zum regionalen ökologischen Nutzen  $A_j^{eff}$  beitragen zu können. Der Grund für diese Einschränkung ist, dass ansonsten selbst eine extrem niedrige Habitatqualität zum ökologischen Nutzen beitragen würde und damit extrem niedrige Habitatqualitäten immer durch mehr Fläche kompensiert werden könnten. Ein solcher Ausgleich ist jedoch ökologisch begrenzt. Daher tragen Pixel mit einer lokalen Habitatqualität  $q_j^{l,m} < q_{min}$  nicht zur effektiven Gesamtfläche  $A_j^{eff}$  bei.

## 6.4 Ökologische Modellkomponenten im Detail

Im Folgenden wird die Berechnung der einzelnen Komponenten von Gleichung (6-1) im Detail beschrieben.

### 6.4.1 Berechnung von $Q_j^0$

Die Größe  $Q_j^0$  umfasst diejenigen Merkmale der lokalen Habitateignung, die unabhängig vom Zeitpunkt der Maßnahme sind. Dazu gehören Prädationsdruck  $P$ , Bodenfeuchte  $F$ , und das Vorhandensein räumlicher Strukturelemente  $S_m$ .

Die Auswirkungen dieser Merkmale werden in Relation zu den jeweiligen Artanforderungen gesetzt und zu einer zeitunabhängigen lokalen Gesamthabitateignung zusammengefasst:

$$Q_j^0 = \sqrt[3]{S_{mm} \cdot F \cdot P} \quad \text{Gl. (6-3)}$$

Gleichung (6-3) geht davon aus, dass alle Artenanforderungen an diese Merkmale erfüllt sein müssen, um eine hohe lokale Habitataignung  $Q_j^0$  zu erreichen. Die Berechnung der Komponenten  $P$ ,  $F$ , und  $S_{mm}$  wird nun im Detail erläutert.

### 1. Prädation

Der Prädationsdruck  $P$  kann besonders für Vögel wichtig sein. Da ein Habitat mit geringem Prädationsdruck besser zur Reproduktion geeignet ist, und ein sehr hoher Prädationsdruck zum vollständigen Verlust von Nachkommen führen kann, wird  $P$  auf einer Skala von  $P = 1$  (geringer Prädationsdruck) bis  $P = 0$  (hoher Prädationsdruck) gemessen. Wenn detaillierte Informationen über den Prädationsdruck fehlen bzw. er als für die Ausgestaltung des Agrarumweltprogramms als nicht relevant angesehen wird, sollte  $P = 1$  gesetzt werden, was äquivalent der Annahme ist, dass Prädation keine Auswirkungen hat.

### 2. Bodenfeuchte

Es werden drei verschiedene Feuchtestufen des Bodens unterschieden: feucht, frisch und trocken.

Die artenspezifischen Anforderungen an die Bodenfeuchte  $F$  werden dem Steckbrief entnommen und sind durch drei Werte beschrieben (vgl. Kapitel 3):

$F_j = 1$ : bedeutendes Vorkommen der Art  $j$ ; bevorzugt,

$F_j = 0.5$ : mäßiges Auftreten der Art  $j$ ; geeignet, und

$F_j = 0$ : kein Vorkommen der Art  $j$ ; ungeeignet.

Diese Werte werden für alle drei Feuchtestufen im Steckbrief hinterlegt.

Die tatsächlich vorkommenden Bodenfeuchtwerte  $z$  in einem Pixel werden den GIS-Daten entnommen. Da gleichzeitig mehrere Bodenfeuchtwerte  $z$  in einem Pixel auftreten können, werden folgende Kategorien pro Feuchtestufe pro Pixel definiert (vgl. auch Mewes 2010):

$z = 1$ : stark zutreffend,

$z = 0.5$ : teilweise zutreffend, und

$z = 0$ : nicht zutreffend.

Die gesamte Eignung eines Pixels bezüglich der Bodenfeuchte für eine Art  $F$  wird berechnet, indem die Artanforderungen  $F_j$  an die Bodenfeuchte mit deren tatsächlichen Vorkommen gewichtet werden:

$$F = (z^{feucht} F_j^{feucht} + z^{frisch} F_j^{frisch} + z^{trocken} F_j^{trocken}) / (z^{feucht} + z^{frisch} + z^{trocken}) \quad \text{Gl. (6-4)}$$

### 3. Räumliche Strukturelemente

Das Vorkommen und der Reproduktionserfolg einiger Arten sind mit dem Vorhandensein von bestimmten räumlichen Strukturelementen im Grünland und um das Grünland herum verbunden. In Ecopay sind die Strukturelemente Wasser, Wald und Siedlung berücksichtigt. Die Artanforderungen bezüglich dieser Strukturelemente werden in drei Kategorien eingeteilt:

$S_j = 1$  : notwendige Struktur (Art  $j$  ist darauf angewiesen)

$S_j = 0.5$  : hilfreiche Struktur (Art  $j$  braucht sie nicht, aber ihr Vorhandensein ist nützlich)

$S_j = 0$  : neutrale Struktur (Art  $j$  braucht sie nicht)

Das tatsächliche Vorhandensein solcher Strukturelemente in der Nähe des Pixels wird wieder den GIS-Daten entnommen: Das Modell berücksichtigt die nächsten Nachbarn ( $nn$ ) für jedes Pixel (d.h. die acht direkt umliegenden Pixel) in Bezug auf das Auftreten eines räumlichen Strukturelements (Wasser, Wald und Besiedlung). Dabei ist zu beachten, dass mehr als ein Element auftreten kann, da jedes Pixel acht Nachbarpixel hat. Wenn Wasser in mindestens einem der Nachbarpixel vorhanden ist, dann ist  $S_{nn}^{Wasser} = 1$ , anderenfalls reduziert seine Abwesenheit die Habitateignung entsprechend seiner Notwendigkeit für die Art  $S_{nn}^{Wasser} = 1 - S_j$ . Das gleiche Vorgehen gilt auch für die anderen Strukturelemente (Wald und Siedlung). Die gesamte Eignung eines Pixels bezüglich der Anwesenheit räumlicher Strukturelemente führt damit zu:

$$S_{nn} = \sqrt[3]{S_{nn}^{Wasser} \cdot S_{nn}^{Wald} \cdot S_{nn}^{Siedlung}} \quad \text{Gl. (6-5)}$$

#### 6.4.2 Berechnung von $S_j^w$

Die Größe  $S_j^w$  in Gleichung (6-1) beschreibt die direkte Mortalität einer Kohorte Nachkommen der Art  $j$  bei der Durchführung einer Landnutzungsmaßnahme  $m$  (vgl. auch Abb. 1). Darunter versteht man z.B. das Überfahren von Gelegen durch Mähmaschinen oder das Zertreten von Gelegen durch das Trampeln von Weidetieren ebenso wie die Mortalität der Larven von Schmetterlingen, denen durch die Mahd oder Beweidung die Nahrungspflanze entzogen wird. Um  $S_j^w$  angemessen zu bestimmen, müssen zwei Zeiträume innerhalb der Reproduktionszeit unterschieden werden:

Die gesamte Reproduktionsphase  $n_j^{tot}$  ist als die gesamte Zeitspanne definiert, während der Eier, Larven und Jungtiere im Grünland leben und es nicht verlassen können.

Die kritische Reproduktionsphase  $n_j^1$  ist als die Zeitspanne innerhalb  $n_j^{tot}$  definiert, während der die Nachkommen das Nest nicht verlassen können.

Wenn der Zeitpunkt der Mahd innerhalb der kritischen Reproduktionsphase  $n_j^1$  liegt, werden Mähmaschinen und Weidetiere eine starke Sterblichkeit der Nachkommen verursachen, da diese immobil sind und nicht entkommen können. Deshalb wird angenommen, dass die Überlebenschancen nach einer Mahd in dieser Phase sehr gering sind und  $S_j^w = 0$  gesetzt. Wenn der Zeitpunkt der Mahd außerhalb der kritischen Reproduktionsphase  $n_j^1$ , jedoch innerhalb

der gesamten Reproduktionsphase  $n_j^{tot}$  liegt, dann können einige Nachkommen dem mechanischen Einfluss der Mähmaschinen entkommen, da sie mobiler sind. Somit kann zumindest ein Teil der Nachkommen überleben und es wird  $S_j^w = 0.5$  gesetzt. Wenn der Zeitpunkt einer Maßnahme außerhalb der gesamten Reproduktionsphase  $n_j^{tot}$  liegt, dann verursacht diese keine direkte Sterblichkeit der Nachkommen und es gilt  $S_j^w = 1$ . Der Wert von  $S_j^w$  unter verschiedenen Beweidungsmaßnahmen richtet sich nach der Besatzdichte und der Art der Weidetiere und sein Entstehen wird ausführlich in Abschnitt 6.4.7 beschrieben.

### 6.4.3 Berechnung von $Q_j^w$

$Q_j^w$  beschreibt die Komponente der Habitateignung in Gleichung (6-1), die sich auf die Grashöhe  $H(t)$  bezieht. Obwohl alle im Grünland leben Arten das Grünland zur Reproduktion brauchen, unterscheiden sich Arten in ihren Anforderungen an die optimale Grashöhe für die Fortpflanzung. Zum Beispiel benötigen Wiesenbrüter eine Grashöhe, die für den Schutz ihrer Gelege günstig ist. Ebenso können Schmetterlinge blühende Pflanzen zur Eiablage benötigen, was bedeutet, dass das Gras hat eine bestimmte Höhe erreicht haben muss, damit sich diese Pflanzen entfalten und blühen können. Daher ist die Dynamik der Grashöhe im Laufe des Jahres unter den verschiedenen Landnutzungsmaßnahmen ein Schlüsselprozess für die Bewertung der zeitabhängigen Habitateignung  $Q_j^w$ . Im Folgenden wird zunächst erklärt, wie das Höhenwachstum des Grases  $H(t)$  im ökologischen Modell simuliert wird und wie der Zeitpunkt einer Maßnahme dieses beeinflusst. Danach wird der Grashöhe  $H(t)$  zum Zeitpunkt  $t$  eine artspezifische Eignung  $T(H(t))$  zugewiesen. Zum Schluss wird die Gesamteignung des Habitats bezüglich der Grashöhe  $Q_j^w$  über die gesamte Reproduktionsphase einer Art  $j$  berechnet.

#### 1. Beschreibung der Dynamik der Grashöhe $H(t)$

Der Einfachheit halber nehmen wir ein lineares Anwachsen der Grashöhe während der Zeit  $t$  (in Monatsvierteln MV) an:

$$H(t) = 5\text{cm} + h \cdot (t - t_0) \quad \text{Gl. (6-6)}$$

Das Wachstum der Grashöhe  $H(t)$  beginnt zum Zeitpunkt  $t_0$  bei einer Mindesthöhe von 5 cm. Der Parameter  $t_0$  variiert mit der Höhenlage eines Pixels, da die Vegetationsperiode in höheren Lagen später beginnt. Bei niedriger Höhenlage wird  $t_0 = 15. MV$  angenommen, in höherer Höhenlage  $t_0 = 17. MV$ .

Der Parameter  $h$  bestimmt den Höhenzuwachs des Grases pro Monatsviertel. Er ist abhängig von der Grünlandzahl auf dem entsprechenden Pixel, da das Graswachstum von den lokalen Bodenverhältnissen abhängt. Wir unterscheiden zwischen drei Kategorien von Graswachstum, gekennzeichnet durch bestimmte Bereiche von Grünlandzahlen (siehe auch Kapitel 5 und 7):

Langsames Wachstum:  $h = 2-3$  cm/MV bei Grünlandzahlen unter 35

Moderates Wachstum:  $h = 3-4$  cm/MV bei Grünlandzahlen von 35 bis 54

Schnelles Wachstum:  $h = 4-5$  cm/MV bei Grünlandzahlen über 54.

Bei einem Schnitt im Monatsviertel  $t_m$  wird die Grashöhe auf die Mindesthöhe von 5 cm reduziert und das Gras beginnt analog zu Gleichung (6-6) wieder nachzuwachsen:

$$H(t) = 5\text{cm} + h \cdot (t - t_m) \quad \text{Gl. (6-7)}$$

## 2. Zuordnung der Grashöhe $H(t)$ zu einer artenspezifischen Eignung $T(H(t))$

Die artenspezifischen Anforderungen an die Grashöhe  $T_S, T_M, T_L$  (Stratifikationsansprüche genannt) sind in drei Höhenklassen unterteilt:

S = kurzes Gras, wenn  $H(t) < 10\text{cm}$ ,

M = mittellanges Gras, wenn  $10\text{cm} \leq H(t) < 30\text{cm}$  und

L = langes Gras, wenn  $H(t) \geq 30\text{cm}$ .

Diese Klassen vereinfachen den Abgleich der Vielfalt aller möglichen Grashöhen  $H(t)$ , die sich aus Gleichung (6-7) ergeben, mit den Stratifikationsansprüchen der Arten  $T_S, T_M, T_L$ . Die Werte  $T_S, T_M, T_L$  sind im Steckbrief der Arten hinterlegt. Ein Wert=0 bedeutet kein Vorkommen der Art bei dieser Vegetationshöhe, ein Wert=0,5 ist mit einem mäßigen Vorkommen verbunden und ein Wert=1 entspricht einem bedeutenden Vorkommen der Art unter der entsprechenden Vegetationshöhenklasse. Entsprechend der Grashöhe  $H(t)$  und dem Stratifikationsanspruch der Art ändert sich also die Eignung des Habitates in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  wie folgt:

$$T(H(t)) = T_S \text{ falls } H(t) < 10\text{cm},$$

$$T(H(t)) = T_M \text{ falls } 10\text{cm} \leq H(t) < 30\text{cm} \text{ und}$$

$$T(H(t)) = T_L \text{ falls } H(t) \geq 30\text{cm}.$$

Abb. 6-2 veranschaulicht eine Funktion  $T(H(t))$ , wenn im 30. MV des Jahres gemäht wird.

Die Einführung von Grashöhenklassen reduziert die Komplexität der Beziehungen zwischen Grashöhe und Stratifikationsansprüchen der Arten erheblich. Ein Nachteil einer solchen Klassifizierung ist, dass die Werte  $T(H(t))$  springen, z.B. von  $T_S$  zu  $T_M$  – selbst bei kleinen Veränderungen der Grashöhe  $H(t)$ . Wir wählen deshalb den Wert  $h$  für den Graszuwachs in Gleichung (6-7) zufällig aus den angegebenen Bereichen für langsam, mäßig und schnell wachsendes Gras aus und verwenden einen Durchschnitt von zehn Simulationsläufen, um die resultierende Grashöhe  $H(t)$  zu bestimmen. Dies macht die aus dieser Grashöhe abgeleitete Stratifikationseignung  $T(H(t))$  zum Zeitpunkt  $t$  zuverlässiger.

## 3. Berechnung der Habitateignung bezüglich der Grashöhe $Q_j^w$ über die gesamte Reproduktionsphase $n_j^{\text{tot}}$

Die Grashöhe beeinflusst eine Art während der gesamten Reproduktionsphase  $n_j^{\text{tot}}$  (siehe Abschnitt 6.4.2). In dieser Zeit verändert sich die Stratifikationseignung  $T(H(t))$  durch das Wachstum der Vegetation  $H(t)$ . Daher ist die Gesamthabitateignung bezüglich der Grashöhe

$Q_j^w$  über die gesamte Reproduktionsperiode  $n_j^{tot}$  ein zeitlicher Durchschnitt der veränderlichen Stratifikationseignung  $T(H(t))$  beginnend mit dem Monatsviertel  $t=w$ , in dem die Eiablage einer Nachwuchskohorte erfolgt:

$$Q_j^w = \sum_{t=w}^{w+n_j^{tot}-1} \frac{T(H(t))}{n_j^{tot}} \quad \text{Gl. (6-8)}$$

Da jede Nachwuchskohorte in einem anderen Monatsviertel  $w$  erscheint, unterscheidet sich der zeitliche Durchschnittswert in Gleichung (6-8) für die einzelnen Kohorten. Er hat daher den Index  $w$  und muss in die Summation innerhalb der eckigen Klammern in Gleichung (6-1) aufgenommen werden.

#### 6.4.4 Berechnung von $G_j^m$

Die Größe  $G_j^m$  in Gleichung (6-1) beschreibt die Übereinstimmung zwischen dem Grünlandtyp, der sich unter einer bestimmten Landnutzungsmaßnahme  $m$  entwickelt, und dem Grünlandtyp, den eine Art  $j$  braucht. Grünlandtypen werden durch eine bestimmte Zusammensetzung von Pflanzenarten charakterisiert. Schmetterlinge sind z.B. auf ein spezielles Pflanzensortiment angewiesen, da Larven oft nur mit bestimmten Pflanzen ihren Nahrungsbedarf decken. Ob ein Grünlandtyp sich unter einer bestimmten Maßnahme auch entwickeln kann, hängt vom Typ der Maßnahme (Mahd oder Beweidung) ab, dem Zeitpunkt ihrer Anwendung (z.B. ob im Mai, Juni oder Juli gemäht wird) und der Häufigkeit der Durchführung (z.B. ob einmal oder zweimal pro Jahr gemäht wird). Auch der Einsatz oder Nichteinsatz von Düngemitteln spielt eine Rolle. Diese Informationen sind in Ecopay im Menüpunkt Grünlandtyp gespeichert und abrufbar. Die Zuordnung von Maßnahmen zu Grünlandtypen kann vom Anwender in diesem Menüpunkt geändert oder erweitert werden (nähere Erläuterungen siehe Teil B, Menüpunkt Grünland).

Im Artsteckbrief wird der Anspruch der Art an bestimmte Grünlandtypen abgefragt. Einer Maßnahme wird der Wert  $G_j^m = 1$  zugeordnet, wenn sie den Grünlandtyp für die betreffende Art  $j$  erzeugt oder der Wert  $G_j^m = 0$ , wenn sie den Grünlandtyp nicht erzeugt. Da die Reproduktion von Vögeln weitgehend durch die Vegetationshöhe bestimmt wird und relativ unabhängig von der pflanzlichen Zusammensetzung des Grünlandes ist, ist die Grünlandtypenabfrage im Artsteckbrief nur für Schmetterlinge nötig und für Vögel wird generell  $G_j^m = 1$  gesetzt.

#### 6.4.5 Die Einbeziehung einer zweiten Generation

Einige Schmetterlinge haben zwei Generationen pro Jahr. Die Überlebenden der ersten Generation reproduzieren noch im selben Jahr später in der Saison. Daher hängt die zweite Generation vom Wohlergehen der ersten Generation ab. Um dies zu berücksichtigen, wird die relative lokale Habitatqualität um einen zweiten Term in eckigen Klammern erweitert und mit dem Term der ersten Generation multipliziert. Die Variablen in diesem Term sind die gleichen wie für die erste Generation (Gl. (6-1)). Der Index  $s$  ( $s$  steht für die zweite Generation) wurde hinzugefügt, um die zweite von der ersten Generation zu unterscheiden:

$$q_j^{l,m} = Q_j^0 \left[ \sum_{w=a}^e p_j^w \cdot Q_j^w \cdot S_j^w \right] \cdot G_j^m \cdot \left[ \sum_{w=as}^{es} p_{S_j}^w \cdot Q_{S_j}^w \cdot S_{S_j}^w \right] \quad \text{Gl. (6-9)}$$

Die zusätzlichen Parameter müssen im Steckbrief hinterlegt sein, wenn eine zweite Generation möglich ist. Im Falle von Schmetterlingen mit extrem langen Gesamtreproduktionsperioden  $n_j^{tot}$ , kann die Zeitzählung bei der Berechnung von  $S_{S_j}^w$  und  $Q_{S_j}^w$  (siehe Abschnitte 6.4.2 und 6.4.3) die Frist von einem Jahr überschreiten. In diesem Fall passt Ecopay die Zeit entsprechend an, so dass Maßnahmen, die früh im folgenden Jahr durchgeführt werden, aber Einfluss auf die zweite Generation des Vorjahres haben, bei der Berechnung der Habitatqualität berücksichtigt werden. Dies gewährleistet, dass die lokale Habitatqualität in Gleichung (6-9) das Wohlbefinden beider Generationen vollständig erfassen kann.

#### 6.4.6 Berücksichtigung von schützenswerten Lebensraumtypen

Grünland ist nicht nur wichtig für die Reproduktion von Schmetterlings- oder Vogelarten, wie in Abschnitt 6.4.4 beschrieben, sondern bestimmte Lebensraumtypen des Grünlandes können selbst Schutzziele sein. Daher berücksichtigt die Software neben Vögeln und Schmetterlingen auch unterschiedliche Lebensraumtypen. Das für Vögel und Schmetterlinge entwickelte ökologische Modell in Gleichung (6-1) ist allgemein genug, um auch den ökologischen Nutzen einer Landnutzungsmaßnahme für die Entwicklung eines bestimmten Lebensraumtyps zu bewerten. Allerdings ist der Ausdruck in den eckigen Klammern in Gleichung (6-1) für Lebensraumtypen nicht relevant, da diese keine Kohorten von Nachkommen produzieren. Bei der Bestimmung der relativen lokalen Habitatqualität  $q_j^{l,m}$  müssen also nur zwei Komponenten berücksichtigt werden:

$$q_j^{l,m} = Q_j^0 \cdot G_j^m \quad \text{Gl. (6-10)}$$

Die erste Komponente  $Q_j^0$  erfasst wieder diejenigen Merkmale der Habitateignung, die unabhängig vom Zeitpunkt der Maßnahme im Jahr sind. Da Prädationsdruck und die Anwesenheit von Strukturelementen für die Entwicklung von Lebensraumtyp  $j$  in Pixel  $l$  irrelevant sind, wird die zeitunabhängige Habitateignung aus Gleichung (6-3) auf die Eignung bezüglich der Bodenfeuchte  $Q_j^0 = F$  reduziert (Details siehe Abschnitt 6.4.1).

Die zweite Komponente  $G_j^m$  in Gleichung (6-10) erfasst die vom Zeitpunkt einer Maßnahme  $m$  abhängige Habitateignung für die Entwicklung von bestimmten Lebensraumtypen  $j$  und wird, wie in Abschnitt 6.4.4 für die Grünlandtypen näher erläutert, über eine Zuordnung von Maßnahmen, die zu diesen Lebensraumtypen führen, eingegeben (vgl. Teil B, Dateneingabefenster „Neuer Steckbrief Lebensraumtyp“).

#### 6.4.7 Beweidung im ökologischen Modell

Die Beurteilung der ökologischen Auswirkungen von Beweidung kann generell auf der Basis des vorgestellten ökologischen Modells (Gl. (6-1)) erfolgen, erfordert jedoch eine modifizierte Berechnung der beiden Größen  $Q_j^w$  (Habitateignung bezüglich Grashöhe) und  $S_j^w$  (direkte Mortalität während der Durchführung einer Landnutzungsmaßnahme). Diese beiden Größen können sich bei Beweidung und Mahd unterscheiden.



Die Berechnung von  $Q_j^w$  ändert sich, weil sich unter Beweidung keine einheitliche (homogene) Grashöhe ausbildet, sondern Flächenstücke unterschiedlicher Grashöhe. Die Berechnung von  $S_j^w$  ändert sich, da die Sterblichkeit der Nachkommen  $S_j^w$ , die von trampelnden Weidetieren verursacht wird, sich von der unterscheidet, die Mähmaschinen verursachen.

Die Anpassung von  $Q_j^w$  und  $S_j^w$  an Weidemaßnahmen ist nicht einfach, da entsprechende ökologische Informationen über Auswirkungen der Beweidung selten oder gar nicht vorhanden sind. Um diesen Informationsmangel auszugleichen, teilen wir die Beweidungsmaßnahmen in zwei grundlegende Maßnahmen ein: (intensive) Umtriebsweide und extensive Beweidung. Diese werden im Folgenden kurz erläutert, um den ökologischen Modellansatz zu verstehen. Eine detaillierte Beschreibung der Beweidungsmaßnahmen erfolgt in Kapitel 4.

### ***Umtriebsweide***

Die Umtriebsweide wird durch eine kurze und intensive Weidezeit der Tiere mit langen Ruhephasen zwischen den Weidezeiten charakterisiert. Daher können die Auswirkungen der Umtriebsweide ähnlich denen einer Mahd angenommen werden: das Vieh weidet intensiv und schnell das gesamte Gebiet ab, so dass die resultierende Grashöhe überwiegend homogen kurz ist. Dies gilt auch für eine Schafbeweidung. Deshalb werden Umtriebsweide und Schafbeweidung im ökologischen Modell wie eine Mahd behandelt und ihre ökologischen Wirkungen wie in den vorhergehenden Abschnitten 6.4.2 und 6.4.3 bestimmt.

### ***Extensive Beweidung***

Extensive Beweidung umfasst die Maßnahmen „ganzjährige Beweidung“ und „saisonale Beweidung“. Für extensive Beweidung ist ein sehr großes Gebiet notwendig ( $> 60$  ha). „Ganzjährige Beweidung“ wird als eine Kombination aus verschiedenen Tieren (z.B. Rinder und Pferde) und durch eine niedrige Besatzdichte zwischen 0,3 und 1 GV/ha definiert. „Saisonale Beweidung“ unterscheidet sich von „ganzjähriger Beweidung“ in der Dauer der Weidezeit. Hier erfolgt die Weidebewirtschaftung nur von Anfang April bis Ende Oktober.

Die Auswirkungen der extensiven Beweidung sind nicht äquivalent denen einer Mahd und bedürfen einer genaueren Analyse, um  $Q_j^w$  und  $S_j^w$  angemessen zu bestimmen. Das wird in den beiden folgenden Absätzen detailliert erläutert.

#### ***1. Abschätzung von $S_j^w$***

Die direkte Mortalität  $S_j^w$  durch das Ausführen einer Landnutzungsmaßnahme wird im Falle der extensiven Beweidung durch das Trampeln der Weidetiere verursacht (vgl. Ausführungen in Mewes 2010). Diese Mortalität hängt von der Anzahl und dem Typ der Weidetiere ab und sollte daher eine Funktion der Besatzdichte  $D$  und des Weidetiertypus  $a$  sein. Wir gehen davon aus, dass das Überleben  $P_j^t$  der Kohorten der Art  $j$  pro Monatsviertel  $t$  eine negative Exponentialfunktion der Besatzdichte  $D$  ist:

$$P_j^t = \exp(-c_s^a D) \quad \text{Gl. (6-11)}$$

Diese Funktion gewährleistet, dass eine höhere Besatzdichte durch intensiveres Getrampel zu einer niedrigeren Überlebensrate pro Monatsviertel  $P_j^t$  einer Kohorte von Nachkommen führt.

Der Anfälligkeitsfaktor  $c_s^a$  in Gleichung (6-11) beschreibt, wie stark sich das Überleben bei zunehmender Besatzdichte  $D$  verringert.

$c_j^a$  hängt in erster Linie vom Typ der Weidetiere (gegeben durch den Index  $a$ ) ab, da auch bei gleicher Besatzdichte die durch Trampeln verursachte Mortalität unterschiedlich sein kann, je nachdem, ob z.B. Rinder, Pferde oder Schafe weiden. Der Einfachheit halber unterscheiden wir zwischen drei verschiedenen Weidetiertypen:  $a=1$  bedeutet „lebhaftere Weidetiere“ (junge Rinder, Schafe),  $a=2$  bedeutet „ruhigere Weidetiere“ (ältere Rinder) und  $a=3$  bedeutet eine Kombination aus beiden (=Viehmix). Jede Beweidungsmaßnahme wird durch eine dieser drei Weidetiertypen charakterisiert.

Darüber hinaus variiert der Anfälligkeitsfaktor  $c_s^a$  entsprechend der artspezifischen Anfälligkeit gegenüber dem Trampeln von Weidetieren (gegeben durch den Index  $s$ ), da auch bei gleicher Besatzdichte und Tierart Grünlandarten unterschiedlich beeinflusst werden können. Auf Grundlage der verfügbaren Informationen über Auswirkungen des Trampelns auf Kiebitz, Uferschnepfe und Rotschenkel (LÖLF 1983 nach Beintema et al. 1982, Beintema & Müskens 1987) stellen wir vier Kategorien der artspezifischen Anfälligkeit gegenüber trampelnden Tieren auf, die nach zunehmender Anfälligkeit bei gleicher Besatzdichte  $D$  geordnet sind:  $s=0$ : keine Anfälligkeit,  $s=1$ : Anfälligkeit gegenüber trampelnden Tieren wie Kiebitz,  $s=2$ : Anfälligkeit gegenüber trampelnden Tieren wie Uferschnepfe,  $s=3$ : Anfälligkeit gegenüber trampelnden Tieren wie Rotschenkel (vgl. Tabelle 6-1 für Details). Ein eigener Eintrag kann durch das Ergänzen weiterer Kategorien in der Datenbank angegeben werden (Tabelle „trittmortalitaet“, vgl. Teil C).

In der Datenbank ist in der Tabelle mit den Steckbriefinformationen jeder Art  $j$  eine dieser Anfälligkeitskategorien zugeordnet („trittmortalitaettyp“) (Tabelle „art“, vgl. Teil C). Auf Basis dieser Informationen wird von der Software der entsprechende Anfälligkeitsfaktor  $c_j^a$  aus Tabelle 6-1 ausgewählt.

Tab. 6-1: Anfälligkeitsfaktor  $c_j^a$  für Gleichung (6-11).  $c_j^a$  beschreibt, wie stark das Überleben einer Kohorte von Nachkommen pro Monatsviertel mit zunehmender Besatzdichte  $D$  abnimmt.  $c_j^a$  hängt von dem Weidetiertyp ( $a$ ) und der Anfälligkeit einer Art gegenüber Getrampel ( $s$ ) ab.

$c_s^a$	$a=1$ „lebhaftere Weidetiere“	$a=2$ : „ruhigere Weidetiere“	$a=3$ : „Kombination von lebhaften und ruhigen Weidetieren“
$s=0$ : keine Auswirkungen	0	0	0
$s=1$ : wie Kiebitz	0.28	0.052	0.1
$s=2$ : wie Uferschnepfe	0.55	0.09	0.15
$s=3$ : wie Rotschenkel	0.54	0.15	0.25

Die Größe  $P_j^t$  in Gleichung (6-11) beschreibt das Überleben einer Kohorte von Nachkommen als Funktion der Besatzdichte  $D$  und des Weidetiertypus  $a$  pro Monatsviertel  $t$ . Demzufolge ist das Überleben einer zum Zeitpunkt  $t=w$  durch Eiablage entstandenen Kohorte über die gesamte Reproduktionsperiode  $n_j^{tot}$  das Produkt aller Wahrscheinlichkeiten  $P_j^t$  während  $n_j^{tot}$ :

$$S_j^w = \prod_{t=w}^{w+n_j^{tot}-1} P_j^t \quad \text{Gl. (6-12)}$$

Da jede Kohorte in einem anderen Monatsviertel  $w$  entsteht, kann das Überleben der einzelnen Kohorten je nach dem Zeitpunkt der Beweidung stark voneinander abweichen.

## 2. Abschätzung von $Q_j^w$

Wie in Abschnitt 6.4.3. dargelegt, beschreibt  $Q_j^w$  die Habitateignung bezüglich der Grashöhe. Im Gegensatz zur Mahd, die eine homogene Grashöhe erzeugt, entstehen durch Beweidung heterogene Grashöhen. Dies bedeutet, dass im gleichen Pixel zum Zeitpunkt  $t$  alle Höhenklassen S, M und L in den Anteilen  $a_S(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$  vorhanden sein können. Daher kann die Habitateignung bezüglich der Grashöhe  $Q_j^w$  nicht auf nur eine Höhenklasse bezogen werden wie im Falle des Mähens, sondern hängt von den betreffenden Höhenklassenanteilen  $a_S(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$  in Relation zu den artenspezifischen Anforderungen an diese Höhenklassen  $T_S, T_M, T_L$  ab.

Das heterogene Muster von Grashöhen wird in der Berechnung der artenspezifischen Stratifikationseignung  $T(H(t))$  zum Zeitpunkt  $t$  (vgl. Abschnitt 6.4.3.) berücksichtigt, indem der Mittelwert über alle Stratifikationseignungen entsprechend ihrer Anteile zum Zeitpunkt  $t$  berechnet wird:  $T_{het}(H(t)) = a_S(t)T_S + a_M(t)T_M + a_L(t)T_L$ . Ähnlich wie bei Gleichung (6-8) wird nun die Habitateignung bezüglich der Grashöhe über die gesamte Reproduktionsperiode  $n_j^{tot}$  wieder durch den zeitlichen Mittelwert dieser Stratifikationseignungen bestimmt:

$$Q_j^w = \sum_{t=w}^{w+n_j^{tot}-1} \frac{T_{het}(H(t))}{n_j^{tot}} \quad \text{Gl. (6-13)}$$

Da jedoch ausreichende Informationen über die Dynamik der Heterogenität der Grashöhe bei Beweidung in Abhängigkeit von verschiedenen Besatzdichten fehlen und damit Informationen über die entsprechenden  $a_S(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$ , müssen Annahmen gemacht werden. Diese Annahmen können bei verbesserter Datenlage entsprechend modifiziert werden. Für eine erste Abschätzung der  $a_S(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$  werden zwei zeitlichen Phasen unterschieden: (1) die zeitliche Entwicklung der Heterogenität nach Beginn der Beweidung  $a_S(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$  und (2) die endgültige Gleichgewichtsverteilung der Höhenklassen  $\tilde{a}_S, \tilde{a}_M, \tilde{a}_L$ , die sich nach einer gewissen Zeit der Weidewirtschaft auf der Wiese eingestellt hat.

In der Handhabung dieser beiden Phasen unterscheiden wir zwischen den beiden extensiven Beweidungsmaßnahmen „ganzjährige Beweidung“ und „saisonale Beweidung“.

Die Maßnahme „ganzjährige Beweidung“ wird von einer durchschnittlichen Besatzdichte von 0,5 GV/ha begleitet und dauert während der gesamten Reproduktionszeit an. Wir vernachlässigen deshalb die vergleichsweise kurze erste Phase der zeitlichen Entwicklung nach dem Beginn der Beweidung und betrachten nur noch die zeitlich konstanten Anteile von kurzem, mittellangem und langem Gras  $\tilde{a}_S, \tilde{a}_M, \tilde{a}_L$ .

Für die Maßnahme „saisonale Beweidung“ können jedoch verschiedenen Besatzdichten  $D$  und Anfangszeitpunkte der Beweidung innerhalb des Jahres gewählt werden. Darüber hinaus erfolgt die „saisonale Beweidung“ über kürzere Zeiträume als die „ganzjährige Beweidung“. Insbesondere bei niedrigen Besatzdichten  $D$  dauert die erste Phase der zeitlichen Entwicklung  $a_S(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$  länger an und darf nicht mehr vernachlässigt werden. Deshalb betrachten

wir die zwei zeitlichen Phasen explizit und unterscheiden eine erste Phase mit zeitlich veränderlichen  $a_s(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$  und eine zweite Phase mit zeitlich konstanten Gleichgewichtswerten  $\tilde{a}_s$ ,  $\tilde{a}_M$ ,  $\tilde{a}_L$ . Diese müssen nach Besatzdichte  $D$  und Grünlandwert unterschieden werden.

Für diese Gleichgewichtswerte liegen begrenzt Informationen vor, die in Tabelle 6-2 entsprechend für maximale und minimale Besatzdichten  $D_{max}$  und  $D_{min}$  differenziert werden. Für Besatzdichten  $D$  zwischen  $D_{max}$  und  $D_{min}$  (in Schritten von 0,5 GV pro Hektar) verwendet Eco-pay eine lineare Regression, um die entsprechenden  $\tilde{a}_s$ ,  $\tilde{a}_M$ ,  $\tilde{a}_L$  zu berechnen.

Tab. 6-2: Gleichgewichtsanteile von kurzem, mittellangem und langem Gras für verschiedene Grünlandwerte und Besatzdichten

Grünlandzahl	Besatzdichte D	Gleichgewichtsanteile $\tilde{a}_s, \tilde{a}_M, \tilde{a}_L$ der Grashöhenklassen bei Beweidung		
		kurz $\tilde{a}_s$	mittel $\tilde{a}_M$	lang $\tilde{a}_L$
<35	$D_{min} = 0.5$ GV/ha	0.45	0.35	0.2
	$D_{max} = 1.5$ GV/ha	0.9	0.05	0.05
35-54	$D_{min} = 0.5$ GV/ha	1/3	1/3	1/3
	$D_{max} = 3$ GV/ha	0.9	0.05	0.05
>54	$D_{min} = 0.5$ GV/ha	0.2	0.35	0.45
	$D_{max} = 4$ GV/ha	0.9	0.05	0.05

Um die Phase  $a_s(t)$ ,  $a_M(t)$ ,  $a_L(t)$  der zeitlich veränderlichen Anteile von kurzem, mittellangem und langem Gras bei „saisonalen Beweidung“ zu beschreiben, unterscheiden wir zwischen drei Szenarien, die durch die Grashöhe zu Beginn der Beweidung definiert sind:

1. Die Beweidung beginnt im Monatsviertel  $t_m$  bei vorhandener kurzer Grashöhe, d.h.  $a_s(t_m) = 1$ :

In diesem Fall wächst das Gras nach Gleichung (6-7). Wird der Schwellenwert für die mittlere Grashöhe (10 cm) erreicht, dann wird der Anteil an kurzem Gras in dem heterogenen Grashöhenmuster mit dem entsprechenden  $\tilde{a}_s$  (Tab. 6-2) fixiert. Wird der Schwellenwert für die lange Grashöhe (30 cm) erreicht, wird entsprechend  $\tilde{a}_M$  fixiert und nur der Anteil  $\tilde{a}_L$  wächst weiter nach Gleichung (6-7).

2. Die Beweidung beginnt im Monatsviertel  $t_m$  bei vorhandener mittlerer Grashöhe, d.h.  $a_M(t_m) = 1$ :

In diesem Fall wächst nur ein Teil  $\tilde{a}_L$  weiter nach Gleichung (6-7), jedoch ausgehend von einem mittleren Grashöhenniveau von 10cm. Bezüglich der Proportionen  $\tilde{a}_M$  und  $\tilde{a}_s$  ist davon auszugehen, dass die Weidetiere die Grashöhe reduzieren und die Anteile  $\tilde{a}_s$  und  $\tilde{a}_M$  im folgenden Monatsviertel  $t = t_m + 1$  erreicht werden.

3. Die Beweidung beginnt im Monatsviertel  $t_m$  bei vorhandener langer Grashöhe, d.h.  $a_L(t_m) = 1$ :

In diesem Fall wird der Anteil  $\tilde{a}_L$  fixiert. Für die Anteile  $\tilde{a}_M$  und  $\tilde{a}_s$  kann man davon ausgehen, dass die Weidetiere die Grashöhe reduzieren und die Anteile  $\tilde{a}_s$  und  $\tilde{a}_M$  nach zwei Monatsvierteln, d.h. bei  $t = t_m + 2$ , erreicht werden. In der Zwischenzeit, also bei  $t = t_m + 1$ ,

wird davon ausgegangen, dass die Hälfte des Gleichgewichtsanteiles des kurzen Grases bereits erreicht wurde, d.h. dass  $a_s(t_m + 1) = \tilde{a}_s / 2$  ist. Die andere Hälfte  $\tilde{a}_s / 2$  gehört noch zur mittellangen Grashöhe, so dass deren Anteil  $a_M(t_m + 1) = \tilde{a}_M + \tilde{a}_s / 2$  ist.

### 6.4.8 Streifenmahd

Streifenmahd ist eine Maßnahme, bei der ein Teil der Grünlandfläche gemäht wird, während ein kleinerer Teil (Grünlandstreifen) stehen bleibt. In Ecopay definieren wir eine Streifenmahd als eine Mahd, bei der 8% des Grünlandes innerhalb eines betrachteten Pixels nicht gemäht werden (d.h. 0,5 Hektar von 6,25 Hektar).

Es kann angenommen werden, dass bei einer Streifenmahd die direkte Mortalität durch Mähmaschinen im Vergleich zu einer „vollständigen“ Mahd kleiner ist. Studien zum Wachtelkönig sowie zur Uferschnepfe bestätigen diese Annahme (vgl. Tyler et al. 1998, Broyer 2003, Junker et al. 2007) allerdings stehen detaillierte Informationen nicht zur Verfügung.

Wir nehmen deshalb an, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit bei der Streifenmahd generell größer ist als bei „vollständiger“ Mahd. Wir setzen  $S_j^w = 0.25$ , wenn der Zeitpunkt der Mahd in der kritischen Reproduktionsperiode  $n_j^1$  liegt (statt  $S_j^w = 0$  bei „vollständiger“ Mahd) und  $S_j^w = 0.75$ , wenn der Zeitpunkt der Mahd außerhalb von  $n_j^1$ , aber immer noch innerhalb der gesamten Reproduktionsperiode  $n_j^{tot}$  liegt (statt  $S_j^w = 0.5$  bei „vollständiger“ Mahd). Wird völlig außerhalb von  $n_j^{tot}$  gemäht, dann tritt wie bei „vollständiger“ Mahd keine direkte Mortalität durch Mähmaschinen auf und somit ist  $S_j^w = 1$ .

Weiterhin gehen wir davon aus, dass die Heterogenität der Grashöhe durch die Streifenmahd vernachlässigt werden kann, da nur 8% des Grünlandes in einem Pixel nicht gemäht wird. Daher kann die zeitabhängige Habitategnung in Abhängigkeit von der Grashöhe  $Q_j^w$  wie im Fall einer „vollständigen“ Mahd berechnet werden (siehe Abschnitt 6.4.3).

## 7 Agrarökonomische Kostenrechnung

Die agrarökonomische Kostenberechnung in Ecopay bestimmt, ob ein Landwirt bereit ist, eine Landnutzungsmaßnahme durchzuführen oder nicht. Es wird angenommen, dass ein Landwirt bereit ist, eine Maßnahme zu implementieren, wenn die Kosten ( $K$ ) des Landwirtes für die Durchführung der Maßnahme zuzüglich seiner Transaktionskosten ( $T$ ) durch eine Zahlung ( $Z$ ) für die Durchführung der Maßnahme mindestens ausgeglichen werden (vgl. Gl. (7-1); ob der Landwirt tatsächlich die Maßnahme durchführt bzw. wie die Software aus alternativen Maßnahmen auswählt, für die alle Gleichung 7.1 gilt, wird im Kapitel 8 ausführlich erläutert):

$$K - T \leq Z \quad \text{Gl. (7-1)}$$

Da homogene Ausgleichszahlungen je Maßnahme angenommen werden (d.h. jeder Landwirt bekommt eine Zahlung in gleicher Höhe für dieselbe Maßnahme), können die Zahlungen die Kosten auch übersteigen. In Ecopay wird zudem davon ausgegangen, dass Landwirte immer von der definierten „intensiven“ Referenzsituation aus kompensiert werden (zur Definition der Referenzsituation siehe Kapitel 4).

(I) Die Kosten ( $K$ ) werden pro Hektar bestimmt und entstehen für den Landwirt durch seinen Verzicht auf eine betriebswirtschaftlich optimale Nutzung bei Durchführung einer biodiversitätsfördernden Grünlandmaßnahme (d.h. eines bestimmten Mahd-, Weide- oder Mähweideverfahren). Die Berechnung dieser Kosten in Ecopay wird in diesem Kapitel genau erläutert.

(II) Die Teilnahme an einem Agrarumweltprogramm führt zu administrativer Arbeit auf Seiten des Landwirts. Dieser Kostenpunkt dient als Ausgleich für die Transaktionskosten ( $T$ ) pro Hektar, die aufgrund dieser administrativen Arbeit entstehen. Da keine Daten über unterschiedliche Transaktionskosten der Maßnahmen vorliegen, wird von einem durchschnittlichen, einheitlichen Betrag für alle Maßnahmen ausgegangen. Im Gegensatz zu den Kosten,  $K$ , die berechnet werden, muss der Anwender diesen einheitlichen Wert für die Transaktionskosten der Maßnahmenteilnahme in Ecopay eingeben.

(III) In Abhängigkeit von der Fragestellung muss entweder der Anwender eine Ausgleichszahlung ( $Z$ ) pro Hektar vorgeben (z.B. Ausgleichszahlungen, wie sie in derzeit bestehenden Programmen gezahlt werden), oder Ecopay berechnet die Ausgleichszahlung (z.B. im Rahmen der Bestimmung kosteneffizienter Kompensationszahlungen; vgl. dazu Kapitel 2).

## 7.1 Vorgehensweise zur Kostenberechnung

Verzichtet ein Landwirt darauf, die für ihn aus betriebswirtschaftlicher Sicht optimale Grünlandnutzung durchzuführen, und entscheidet sich stattdessen für eine biodiversitätsfördernde Nutzung, entstehen ihm in der Regel Kosten. Diese Kosten werden in Ecopay als Teilbereichskalkulation über Deckungsbeitragsrechnungen berechnet, wie dies in Agrarumweltprogramme durchgeführt wird (vgl. Tab. 7-1). Der Deckungsbeitrag errechnet sich aus (1) der Marktleistung, die von dem Ernteertrag der Fläche erzielt wird (z.B. der Verkauf des geernteten Weizens), abzüglich (2) der zur Erzeugung des Ertrages angefallenen variablen Kosten. Vergleicht man den Deckungsbeitrag vor und nach der Umsetzung einer Maßnahme, erhält man die dem Landwirt durch die Nutzungsänderung entstandenen Kosten. Tab. 7-1 gibt einen Überblick über einzelne Posten einer Deckungsbeitragsrechnung.

(1) Im Grünland wird anders als bei einer Nutzung als Acker nicht direkt eine Marktleistung wie z.B. über den Verkauf von Weizen oder Raps zu Marktpreisen erzeugt, sondern es erfolgt in der Regel erst eine Veredlung über die Verfütterung des Grünlandaufwuchses. Die Marktleistung im Grünland hängt damit von der Wirtschaftsform und Ausgestaltung des einzelnen Betriebes ab, z.B. ob eine Milchvieh- oder Mutterkuhhaltung erfolgt oder es sich um einen Mastbetrieb handelt. Da die zur Berechnung der Marktleistung erforderlichen Daten betriebspezifisch sind (und zudem sehr komplexe Berechnungen erfordern), wird in der Praxis bei der Berechnung von Ausgleichszahlungen für Agrarumweltmaßnahmen eine vereinfachte Berechnung vorgenommen. Dazu wird der Nettoenergieertrag des Ertrags der Fläche vor und nach der Umsetzung der Maßnahme bestimmt und die Differenz wird über einen Zukauf von Kraftfutter bewertet. So erhält man einen Wert in Geldeinheiten, mit dem sich der Ertragsverlust näherungsweise angeben lässt. Diese Vorgehensweise wird in Ecopay übernommen. In Ecopay wird der Nettoenergieertrag in der Einheit Megajoule Nettoenergielaktation pro Hektar (MJ NEL/ha) angegeben.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass es ernährungsphysiologisch Grenzen gibt, inwieweit zum Ausgleich Kraftfutter eingesetzt werden kann. Zudem sind die Nut-

zungsmöglichkeiten des Aufwuchses von extensiv bewirtschaftetem Grünland in der Viehhaltung je nach ihrer Qualität stark eingegrenzt (vgl. z.B. Nitsche & Nitsche 1994).

(2) Die gesamten variablen Kosten setzen sich zusammen aus den Kosten für Saatgut, Pflanzenschutz und Düngung, variablen Maschinenkosten und Silierungskosten. In Sachsen wird zusätzlich die benötigte Arbeitszeit für das Grünlandverfahren vor und nach der Umsetzung einer Maßnahme in dem Posten Personalkosten verglichen (vgl. SMUL 2007). Diese Vorgehensweise wurde in Ecopay sowohl für Sachsen als auch Schleswig-Holstein übernommen und geht in die Gesamtberechnung mit ein. Die einzelnen Posten werden in Kapitel 7.4 genauer beschrieben.

Tab. 7-1: Posten einer Deckungsbeitragsrechnung

Bezeichnung	Einheit
Bruttoertrag Frischmasse (FM)	dt/ha
Nettoertrag Trockenmasse (TS)	dt/ha
Nettoenergiekonzentration MJ NEL im Mittel je dt TS	MJ NEL/dt
Nettoenergieertrag MJ NEL	MJ NEL/ha
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>
Saatgutkosten	€/ha
Pflanzenschutzkosten	€/ha
Düngungskosten	€/ha
Hagelversicherung	€/ha
variable Maschinenkosten	€/ha
Maschinenmiete	€/ha
Silierungskosten	€/ha
<b>Variable Kosten gesamt</b>	<b>€/ha</b>
<b>Marktleistung – Variable Kosten = Deckungsbeitrag</b>	<b>€/ha</b>
<b>Personalkosten für die Arbeit des Landwirts*</b>	<b>€/ha</b>

\* Bei der Berechnung der Agrarumweltmaßnahmen in Sachsen werden die eingesparten und zusätzlichen Personalkosten für die Arbeit des Landwirts bei einer Bewirtschaftungsänderung mit berücksichtigt (SMUL 2007).

Zusammengefasst sieht die Vorgehensweise für die Kostenberechnung die folgenden drei Schritte vor (vgl. Gl. (7-2)):

1. Berechnung der Referenzsituation: Für jedes Pixel wird über seine Grünlandzahl (vgl. Kapitel 5) ein standörtliches Ertragspotential festgestellt. Über dieses wird ein Referenz-Nettoenergieertrag  $E_{ref}$  in MJ NEL/ha berechnet in Abhängigkeit von dem Produktionsverfahren  $L$  (3-Schnittnutzung als Wiese, Beweidung oder Mähweide, vgl. Kapitel 4) ( $E_{refL}$ ). Außerdem werden die variablen Kosten dieses Referenzverfahrens ( $VK_{refL}$ ) in Euro/ha für alle Pixel berechnet und die Personalkosten für die Arbeit des Landwirts in Euro/ha angegeben ( $PK_{refL}$ ).

2. Für jedes Pixel werden die geänderten Nettoenergieerträge  $E_m$  in MJ NEL/ha, die variablen Kosten  $VK_m$  und Personalkosten  $PK_m$  in Euro/ha nach der Durchführung von einer Maßnahme  $m$  berechnet, wie z.B. Mahd zu einem späteren Zeitpunkt.

3. Für jedes Pixel wird die Ertragsdifferenz und die Differenz der variablen Kosten einschließlich der Änderung in den Personalkosten berechnet. Der Nettonenergieverlust in MJ NEL/ha wird aus Vereinfachungsgründen über einen Zukauf von Kraftfutter bewertet. Damit ist es möglich, über die folgende Gleichung (7-2) für jedes Pixel die entsprechenden Kosten ( $K$ ) in Euro/ha Geldverlust für eine Maßnahme  $m$  anzugeben ( $=K_m$ ):

$$K_m = \left[ (E_{refL} - E_m) \cdot KF \right] + (VK_{refL} - VK_m) + (PK_{refL} - PK_m) \quad \text{Gl. (7-2)}$$

Im Folgenden (Kapitel 7.2) wird zunächst kurz auf die Datengrundlage für die Berechnungen eingegangen. Anschließend wird die Berechnung des Grünlandertrages sowohl für die Refe-

renzsituation als auch bei der Durchführung von Maßnahmen erläutert (Kapitel 7.3) sowie die Berechnungen zu den variablen Kosten (Kapitel 7.4).

## 7.2 Datengrundlage der Kostenberechnung

Soweit möglich, wurden Daten aus **bestehenden Datenbanken genutzt sowie Richtwerte** wie sie z.B. vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) für die Berechnung von Kompensationszahlungen für Agrarumweltprogramme vorliegen (vgl. u.a. LfULG 2010, <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/254.htm>, vgl. [http://www.landwirtschaft.sachsen.de/bpsplan2007/asp/hauptgruppe.asp?id\\_hg=22&bez\\_hg=Gr%FCnland%2DFutternutzung&inten=1&verw=1](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/bpsplan2007/asp/hauptgruppe.asp?id_hg=22&bez_hg=Gr%FCnland%2DFutternutzung&inten=1&verw=1)). Der Grund hierfür ist, eine möglichst hohe Anwendungsrelevanz von Ecopay herzustellen. Aufgrund einer besseren Datenverfügbarkeit werden die Daten von Sachsen für die Berechnung zugrunde gelegt.

## 7.3 Grünlandertrag

Wie im Kapitel 4 dargestellt, werden in Ecopay unterschiedliche Mahd- Weide- und Mähweideverfahren berücksichtigt. Für die Referenzsituation sind die in Tab. 7-2 dargestellten Bruttoerträge in Dezitonnen Frischmasse pro Hektar (dt FM/ha) hinterlegt (LfULG 2010). Zusätzlich zu der Referenzsituation mit intensiver Nutzung sind auch die zugehörigen extensiveren Nutzungsformen aufgeführt (vgl. dazu die Erläuterung weiter unten). Die Bruttoerträge pro Verfahren sind insgesamt in vier Ertragsniveaunklassen (sehr hoch, hoch, mittel, niedrig) unterteilt, wobei keine räumlich explizite Zuteilung vorliegt. Für eine weitere räumliche Differenzierung der Ertragsniveaus, (d.h. der Information, welches Pixel welches Ertragsniveau besitzt) werden Grünlandzahlen zu Hilfe genommen (vgl. Kapitel 5). Folgende Zuordnung wird vorgenommen (vgl. auch Kapitel 6.4.3):

Grünlandzahlklasse <35 = Ertragsniveaunklasse niedrig,

Grünlandzahlklasse 35-44 = Ertragsniveaunklasse mittel,

Grünlandzahlklasse 45-54 = Ertragsniveaunklasse hoch und

Grünlandzahlklasse > 54 = Ertragsniveaunklasse sehr hoch.

Tab. 7-2: In Ecopay berücksichtigte relevante Grünlandverfahren mit Bruttoerträgen in dt FM/ha (verändert nach LfULG 2010) für Ertragsniveaunklasse niedrig und sehr hoch

Verfahren	Nutzung	Bruttoertrag [dt FM/ha] für Ertragsniveaunklasse niedrig und sehr hoch	
Referenzsituation – intensive Nutzung			
Wiese	3-Schnitt: 1. Schnitt Anweilsilage (40% des Ertrags), 2.+3. Schnitt Heu	325	450
Weide	Weidefutter (Besatzstärke 2,5 GV/ha)	360	500
Mähweide	1. Schnitt AWS (30% des Ertrags), Restnutzung Weidefutter	350	485
Grundlage der Berechnung für extensive Nutzung			
	halbes N-Düngeniveau, 2-Schnitt: 1. Schnitt Anweilsilage (40% des Ertrags), 2. Schnitt Heu	225	325
Wiese			
Weide	halbes N-Düngeniveau, Weidefutter (1,5 GV/ha Besatzstärke)	250	360
Mähweide	halbes N-Düngeniveau, 1. Schnitt Anweilsilage (35% des Ertrags), Restnutzung Weidefutter	240	350

Um für jede Grünlandzahl einen Durchschnittsertrag berechnen zu können, werden den Grünlandzahlklassengrenzen potentielle Erträge zugewiesen. In Tab. 7-3 finden sich die in Ecopay



gemachten Annahmen ausgehend von dem durchschnittlichen Grünlandertrag der jeweiligen Klasse (Einträge können – falls der Anwender über weitere Informationen verfügt – in der Datenbank geändert werden. Vgl. Teil C, Tabellen „leistungsgruppen“ und „verfahren“).

Um abzuleiten, wie hoch die Erträge für die anderen Grünlandzahlen einer Klasse sind, wird für die Ertragsniveaus mittel und hoch wie folgt vorgegangen: Die Differenz der Erträge der Klassengrenzen wird durch die Differenz der Grünlandzahlklassen geteilt, z.B. für 3-Schnitt mittleres Ertragsniveau:  $(375-325)/(44-34)=5$ . In dieser Klasse ist der Ertragungsschritt zur nächsten Grünlandzahl 5 dt FM/ha.

Für die beiden Niveaus niedrig und sehr hoch fehlen jeweils die Unter- und Obergrenze. Daher werden die Schrittgrößen der angrenzenden Klassen übernommen (vgl. Tab. 7-3). So lassen sich für jede Grünlandzahl entsprechende Bruttoerträge in dt FM/ha angeben (vgl. Teil C, Tabelle „verfahren“).

Tab. 7-3: Annahmen für eine Zuordnung von Bruttoerträgen in dt FM/ha zu Grünlandzahlen in Ecopay, Ø Ertrag dt FM/ha pro Klasse nach Datenbank LfULG, für 1-Schnitt liegen keine Werte in der Datenbank vor

Ertragsniveau	Grünlandzahl Zuordnung Klasse	Ø Ertrag dt FM/ha pro Klasse					
		Wiese		Weide*		Mähweide*	
		3-Schnitt	2-Schnitt	intensiv	extensiv	intensiv	extensiv
niedrig	< 35	325	225	360	250	350	240
mittel	35-44	350	250	390	275	375	265
hoch	45-54	400	300	450	310	430	295
sehr hoch	> 54	450	325	500	360	485	350
	Annahme: Erträge der Klassengrenzen in dt FM/ha						
	34	325	225	360	250	350	240
	44	375	275	420	293	403	280
	54	425	315	475	335	458	323
	Schritt zur nächsten Grünlandzahl pro Klasse in dt FM/ha						
niedrig	< 35	5	5	...	...	...	...
mittel	35-44	5	5				
hoch	45-54	5	3,8				
sehr hoch	> 54	5	3,8				

\* Intensiv: Angabe für 2,5 GV/ha Besatzstärke, extensiv: 1,5 GV/ha Besatzstärke, halbes Düngenniveau

Im Folgenden werden zunächst die Referenz-Erträge dargestellt (Kapitel 7.3.1 und 7.3.2), bevor die Entwicklung der Grünlanderträge im Jahresverlauf sowie die Trockenmasse- und Energiekonzentrationsänderungen bei einer Verschiebung von Mahdzeitpunkten vorgestellt werden (Kapitel 7.3.3). Es ist zu beachten, dass es mit zunehmender Höhe über Normalnull (ü. NN) zu einer Verkürzung der Vegetationsperiode kommt, was sich auf die Pflanzenbestände auswirkt. Deshalb wird in Ecopay in Bezug auf die Bewirtschaftung für Flächen über 500 m ü. NN angenommen, dass die Vegetationsperiode und damit das Graswachstum durchschnittlich zwei Wochen später beginnt als für Flächen unter 500 m ü. NN und die Vegetationsperiode zudem zwei Wochen früher endet. Die Auswirkungen auf den Ertrag sind über die zur Verfügung stehenden Daten zu den Grünlandzahlen implizit erfasst.

Eine Zusammenführung der Quantitäts- und Qualitätsverluste erfolgt in den Kapiteln 7.3.4-7.3.7. Der resultierende Nettoenergieverlust bei einer Mahdzeitpunktverschiebung wird abschließend in Kapitel 7.3.8 über den Zukauf von Kraftfutter bewertet. Damit liegt der erste Teil der Kosten zur Berechnung der Kompensationszahlungen vor (vgl. Tab. 7-1).

### 7.3.1 Referenzwerte – Wiesen (Quantität, Qualität)

Für die Referenzsituation sowie die aus verfahrenstechnischer Sicht optimalen Mahdzeitpunkte bei Zweischnitt- und Einschnittwiesen werden Werte aus der Planungsrichtlinie Sachsen für die vier verschiedenen Ertragsniveaus zugrunde gelegt. Zur Bewertung der Verfahren muss eine Umrechnung von Frischmasseerträgen zu Nettoenergieerträgen erfolgen. Für die Futterbauverfahren sind in der sächsischen Datenbank u.a. der Bruttoertrag Frischmasse [dt/ha], der Nettoertrag Trockenmasse [dt/ha], und der Nettonährstofftertrag [MJ ME/ha] angegeben. In der Literatur werden häufig Nettoenergielaktationswerte [MJ NEL] angegeben<sup>7</sup>. Dem folgt Ecopay und die MJ ME-Angaben werden in MJ NEL umgerechnet, um die Ertragsverluste anzugeben<sup>8</sup>. Tab. 7-4 zeigt ein Beispiel für eine Umrechnung ausgehend von der geernteten Frischmasse in dt/ha für eine 3-Schnittnutzung. Am Ende steht der Nettoenergieertrag für das Verfahren. Die vorgegebenen Werte zu Anzahl der Schnitte, Ertrag pro Ertragsniveau, Anteil der Schnittnutzungen am Gesamtertrag ((1) und (2) in Tab. 7-4) sowie die Nettoenergiekonzentration in MJ ME/dt TS ((12) und (13) in Tab. 7-4) sind in der Datenbank in der Tabellen „verfahren“ (siehe Teil C) abgelegt. Die Rechnungen selbst sind im Programmcode der Software eingebaut. Ein Überblick über die Erträge aller vier Ertragsniveaus (Umrechnung von Frischmasse zu Nettoenergieertrag, nach Planungsrichtwerte Sachsen) findet sich in Mewes (2010).

Tab. 7-4: Beispiel zur Berechnung des Nettoenergieertrags aus dem Frischmasseertrag in Anlehnung an Planungsrichtwerte Sachsen für eine 3-Schnittnutzung mit Nutzung des 1. Schnitts für Anwelksilage (AWS) und der anderen Schnitte für Heu

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Rechnung
	Anzahl Schnitte (1x AWS, 2x Heu)	3		Vorgegeben
	1. Nutzung = 40% des Gesamtertrages			Vorgegeben
(1)	Bruttoertrag Frischmasse AWS (40%)	180	dt/ha	0,4 · (3)
(2)	Bruttoertrag Frischmasse Heu (60%)	270	dt/ha	0,6 · (3)
(3)	Bruttoertrag Frischmasse gesamt	450	dt/ha	Vorgegeben
(4)	TS-Gehalt zur Ernte zu (1-3)	20	%	Vorgegeben
(5)	Bruttoertrag Trockenmasse AWS	36	dt/ha	(1) · (4) / 100
(6)	Bruttoertrag Trockenmasse Heu	54	dt/ha	(2) · (4) / 100
	Bruttoertrag Trockenmasse gesamt	90	dt/ha	Summe(5)(6)
(7)	TS-Verluste AWS zu (5)	15	%	Vorgegeben
(8)	Nettoertrag Trockenmasse AWS	31	dt/ha	(5) · [100 - (7)] / 100
(9)	TS-Verluste Heu zu (6)	20	%	Vorgegeben
(10)	Nettoertrag Trockenmasse Heu	43	dt/ha	(6) · [100 - (9)] / 100
(11)	Nettoertrag Trockenmasse gesamt	74	dt/ha	Summe(8)(10)
(12)	Nettoenergiekonzentration MJ ME je dt TS AWS	1070	MJ ME/dt	Vorgegeben
(13)	Nettoenergiekonzentration MJ ME je dt TS Heu	910	MJ ME/dt	Vorgegeben
(14)	Nettoenergiekonzentration MJ ME im Mittel je dt TS (40/60)	974*	MJ ME/dt	(12) · 0,4 + (13) · 0,6
	Nettonährstofftertrag MJ ME gesamt	72076**	MJ ME/ha	(11) · (14)
(15)	Umrechnung mit 0,61 MJ ME = 1 MJ NEL**			(14) · 0,61
	Nettoenergieertrag MJ NEL gesamt	43966	MJ NEL/ha	(11) · (15)

\* nach eigenen Berechnungen, in der Tabelle für Sachsen werden 977 MJ ME/dt bzw. 72300 MJ ME/dt angegeben

\*\* MJ NEL =  $0,6 \cdot [1 - 0,004 (q-57)]$  MJ ME, wobei q (Umsetzbarkeit) =  $ME/GE \cdot 100$ , GE = Bruttoenergie = Gesamtenergie eines Futtermittels, wird bei vollständiger Verbrennung als Wärme frei

<sup>7</sup> NEL steht für Netto-Energie-Laktation und ist ein Maß für die Energiedichte im Futter bezogen auf die Milchleistung. Gemessen wird in der Energieeinheit Megajoule (MJ) pro kg Trockenmasse (TS). Bei Mast- und Aufzuchtsrindern wird die umsetzbare Energie (ME) herangezogen.

<sup>8</sup> In den Planungsrichtwerten wird ein fester Umrechnungsfaktor von 1,65 für Futterenergie verwendet. (MJ ME/1,65 = MJ NEL) (schriftl. Mitteilung LfULG 2010).

### 7.3.2 Referenzwerte – Weiden (Quantität, Qualität)

Für die Referenzsituation der Weide und Mähweide werden ebenfalls die Werte aus der Planungsrichtlinie Sachsen für die vier verschiedenen Ertragsniveaus zugrunde gelegt (vgl. Kapitel 7-2 und Tab. 7-2). Bei der Weidenutzung wird davon ausgegangen, dass der angegebene Tierbesatz das gesamte Weidefutter verwertet. Zur Bewertung der Verfahren erfolgt eine Umrechnung von Frischmasseerträgen zu Nettoenergieerträgen. Tab. 7-5 gibt ein Beispiel für eine Umrechnung ausgehend von dem Bruttoertrag Frischmasse in dt/ha für eine Weide und Tab. 7-6 für eine Mähweide. Am Ende steht der Nettoenergieertrag für das Verfahren.

Bei der Weide sind die vorgegebenen Werte zum Bruttoertrag Frischmasse ((1) in Tab. 7-5) sowie die Nettoenergiekonzentration in MJ ME/dt TS ((6) in Tab. 7-5) in der Datenbank in der Tabelle „verfahren“ (siehe Teil C) abgelegt. Die Rechnungen selbst sind im Programmcode der Software eingebaut.

Tab. 7-5: Beispiel zur Berechnung des Nettoenergieertrags aus dem Frischmasseertrag in Anlehnung an Planungsrichtwerte Sachsen (2011) für eine Weide (vgl. Tab. 7-4)

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Rechnung
(1)	Bruttoertrag Frischmasse	360	dt/ha	Vorgegeben
(2)	TS-Gehalt zur Ernte Weidefutter zu (1)	18	%	Vorgegeben
(3)	Bruttoertrag Trockenmasse	65	dt/ha	(1)·(2)/100
(4)	TS-Verluste Weidefutter zu (3)	20	%	Vorgegeben
(5)	Nettoertrag Trockenmasse	52	dt/ha	(3)·[100-(4)]/100
(6)	Nettoenergiekonzentration MJ ME je dt TS Weidefutter	990	MJ ME/dt	Vorgegeben
(7)	Umrechnung mit 0,61 MJ ME= 1 MJ NEL	604	MJ NEL/dt	(6)·0,61
	Nettoenergieertrag MJ NEL gesamt	31408	MJ NEL/ha	(5)·(7)

Bei der Mähweide sind die vorgegebenen Werte zu Anzahl der Nutzungen, Anteil der Nutzungen am Gesamtertrag ((1) und (2) in Tab. 7-6) sowie die Nettoenergiekonzentration in MJ ME/dt TS ((13) und (14) in Tab. 7-6) sind in der Datenbank in der Tabelle „verfahren“ (siehe Teil C) abgelegt. Die Rechnungen selbst sind im Programmcode der Software eingebaut.

Tab. 7-6: Beispiel zur Berechnung des Nettoenergieertrags aus dem Frischmasseertrag in Anlehnung an Planungsrichtwerte Sachsen (2011) für eine Mähweide (vgl. Tab. 7-4)

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Rechnung
	Anzahl Schnitte AWS	1		
(1)	Bruttoertrag Frischmasse AWS (1/3)*	105		1/3·(3)
(2)	Bruttoertrag Frischmasse Weidefutter (2/3)*	245		2/3·(3)
(3)	Bruttoertrag Frischmasse gesamt	350	dt/ha	Vorgegeben
(4)	TS-Gehalt zur Ernte AWS zu (1)	20	%	Vorgegeben
(5)	Bruttoertrag Trockenmasse AWS	21	dt/ha	(1)·(4)/100
(6)	TS-Gehalt zur Ernte Weidefutter zu (2)	18	%	Vorgegeben
(7)	Bruttoertrag Trockenmasse Weidefutter	44	dt/ha	(2)·(6)/100
	Bruttoertrag Trockenmasse gesamt	65		Summe(5)(7)
(8)	TS-Verluste Weidefutter AWS zu (5)	15	%	Vorgegeben
(9)	Nettoertrag Trockenmasse AWS	18	dt/ha	(5)·[100-(8)]/100
(10)	TS-Verluste Weidefutter zu (7)	20	%	Vorgegeben
(11)	Nettoertrag Trockenmasse Weidefutter	35	dt/ha	(7)·[100-(10)]/100
(12)	Nettoertrag Trockenmasse gesamt	53		Summe(9)(11)
(13)	Nettoenergiekonzentration MJ ME je dt TS AWS	1010	MJ ME/dt	Vorgegeben
(14)	Nettoenergiekonzentration MJ ME je dt TS Weidefutter	1040	MJ ME/dt	Vorgegeben
(15)	Nettoenergiekonzentration MJ ME je dt TS im Mittel (1/3 und 2/3)	1030	MJ ME/dt	(13)·1/3+(14)·2/3
(16)	Umrechnung mit 0,61 MJ ME= 1 MJ NEL	628	MJ NEL/dt	(15)·0,61
	Nettoenergieertrag MJ NEL gesamt	33284	MJ NEL/ha	(12)·(16)

\* Die Anteile Silage und Weideertrag am Gesamtertrag betragen ca. 33 und 67%.

Ein Überblick über die Erträge aller vier Ertragsniveaus (Umrechnung von Frischmasse zu Nettoenergieertrag nach Planungsrichtwerte Sachsen) findet sich in Mewes (2010).

Mahdzeitpunktveränderungen im Grünland haben nicht nur direkte und indirekte Auswirkungen auf Arten (vgl. Kapitel 6), sondern führen in der Regel auch zu einer Ertrags- und Qualitätsminderung des Grünlandaufwuchses (vgl. z.B. Voigtländer & Jacob 1987). Dem Landwirt entstehen somit durch die geänderte Bewirtschaftung in der Regel Kosten je Hektar (vgl. z.B. Bahner 2005) durch den Ertragsrückgang auf der Fläche sowohl bezüglich Menge als auch Qualität des Ertrags gegenüber der vorherigen Nutzung. Zur Bestimmung des Grünlandertrags zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahr (die, z.B. bei einer Mahdzeitpunktverschiebung relevant sind), müssen sowohl der Trockenmasseertrag als auch der Energiegehalt im Jahresverlauf bekannt sein. Im Folgenden wird zunächst erklärt, wie der Masseertrag im Grünland im Jahresverlauf bestimmt wird, anschließend wird die Bestimmung des Energieertrags vorgestellt.

### 7.3.3 Grünlandertrag im Jahresverlauf

Im Frühjahr beginnt das Massenwachstum der Gräser und Kräuter und erreicht in Abhängigkeit von Höhenlage und Temperaturverhältnissen von Juni bis Mitte August seinen Höhepunkt (Opitz von Boberfeld 1994, vgl. zur täglichen Zuwachsrates der Trockenmasse im Jahresgang Ausführungen in Mewes 2010). Der absolute TS-Ertrag ist demnach eine zunächst stetig zunehmende Funktion mit einem Höhepunkt zwischen Juni und Mitte August und danach fallenden Werten zum Ende der Vegetationsperiode hin (vgl. Abb. 7-1).

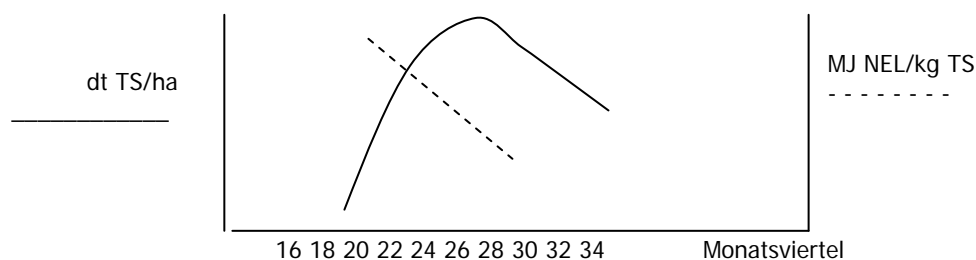


Abb. 7-1: Jahresgang des absoluten Trockenmasseertrags im Grünland in dt TS/ha und des Energiegehaltes in MJ NEL pro kg erntbarer TS in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt, schematisch bezogen auf den 1. Aufwuchs

Geerntet werden sollte, wenn Energiedichte und Verdaulichkeit des Grünlandes besonders hoch sind, der Rohfasergehalt aber noch niedrig ist. Dies entspricht nicht dem Zeitpunkt mit dem größten Masseertrag. Nach Mährlein (1993b, S. 237) wird seitens der Agrarwirtschaftsberatung seit langem als Termin für den ersten Schnitt in durchschnittlichen Jahren die zweite Maihälfte empfohlen. Ein späterer erster Schnitt erzielt zwar einen höheren Trockenmasseertrag aber die Qualität des Futters geht stark zurück (Reduktion der Energiekonzentration und des Rohproteingehaltes, Rohfaseranstieg mit Abnahme der Verdaulichkeit). Der Wachstumsverlauf zwischen zwei Nutzungen verläuft ähnlich der Jahreszuwachskurve: nach einer Regenerationsphase im Anschluss an die Nutzung kommt es zu einem starken Zuwachs bevor wieder ein Rückgang des Zuwachses einsetzt (Voigtländer & Jacob 1987).

### ***Absoluter Trockenmasse-Ertrag im Jahresgang – Berechnung für unterschiedliche Nutzungszeitpunkte***

In Ecopay werden unterschiedliche Startpunkte der Landnutzungsmaßnahmen berücksichtigt (vgl. Kapitel 4), z.B. wird eine fortlaufende Verschiebung des 1. Schnitts um jeweils ein Monatsviertel betrachtet sowie verschiedene Abstände des zweiten zum ersten Schnitt berücksichtigt (0, 4, 6, 8 oder 10 Monatsviertel). Die Mahdregimes 19-4 und 19-6 (d.h. der 1. Schnitt erfolgt im 19. Monatsviertel=Mitte Mai, der zweite Schnitt 6 Monatsviertel später=Ende Juni) stellen die durchschnittliche konventionelle 2-Schnitt-Nutzung dar.

Um Grünlandtrockenmasseerträge zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahresverlauf abbilden zu können, müssten eigentlich durchschnittliche **Ertragsfunktionen** für verschiedene Grünlandtypen zugrunde gelegt werden, die allerdings schwer zu ermitteln sind. Außerdem müsste eine zweite Ertragsfunktion für die Zeit nach dem 1. Schnitt entwickelt werden. Hierzu müssen insbesondere Kenntnisse zu Pflanzenbestand, Standort und Nutzungsweise vorliegen. Da ein solches Vorgehen auf Grund von mangelnder Datenverfügbarkeit nicht praktikabel ist, wird deshalb der Trockenmasse-Ertrag im Jahresgang wie folgt bestimmt:

Ausgehend von den durchschnittlichen Trockenmasseerträgen der Grünlandtypen werden die durchschnittlichen Auswirkungen der Veränderung der Schnittzeitpunkte als **TS-Verluste in Prozent vom Ausgangszustand** des 2-Schnitt-Verfahrens angegeben (nähere Ausführungen dazu in Mewes 2010).

Das bedeutet, dass der Trockenmasseertrag mit späterem Schnitt zunächst ansteigt (vgl. Jahresgang des Ertrages). In Anlehnung an die Untersuchungen von Dahmen (1990, vgl. Abb. 26, 27, 41, 42) werden mögliche Ertragsänderungen in % für die vier Ertragsniveaus zunächst je Monatsviertel abgeleitet (Tab. 7-7). Dabei findet ein Trockenmasseertragsanstieg bis zum Höhepunkt des Ertrages im Sommer (Annahme: durchschnittlich Mitte Juli = 27. Monatsviertel) für den 1. Schnitt statt. Für den 2. Schnitt wird angenommen, dass der Abstand zum 1. Schnitt in der Referenzsituation bei 6 Wochen liegt. Wird früher geschnitten, ist weniger Trockenmasse vorhanden, bei einem späteren 2. Schnitt ist mit einem leichten Zuwachs zu rechnen. Unter der Berücksichtigung, dass mit dem 1. Schnitt 40% und dem 2. Schnitt 60% des Gesamtertrages erzielt werden, lässt sich eine Änderung des Gesamtertrages insgesamt angeben (vgl. Tab. 7-7). Da die Entwicklung stark von den Standortbedingungen und der Bewirtschaftung im Detail abhängt, sind die Angaben als Näherung zu verstehen. Die vorgegebenen Werte zur Trockenmasseertragsänderung sind in der Datenbank in den Tabellen „energie\_2mahd“ (für die 2. Nutzung) und „energie\_ertragsaenderung“ (für die 1. Nutzung) (siehe Teil C) als Dezimalzahlen für die Prozentangaben hinterlegt, z.B. entsprechen 20% in Tab. 7-7 einem Datenbankeintrag von 0.2). Die Rechnungen selbst sind im Programmcode der Software eingebaut.

Um der räumlichen Varianz besser entsprechen zu können, sind entsprechend Tab. 7-3 den Ertragsniveaus Grünlandzahlen zugeordnet. Damit werden für alle Grünlandzahlen nach dem vorgestellten Vorgehen in der Software die Erträge berechnet. Die Rechnungen selbst sind im Programmcode der Software eingebaut.

Tab. 7-7: Ertragsänderung einer 2-Schnittnutzung in % für die vier Ertragsniveaus in Sachsen bei einer Verschiebung des Mahdzeitpunktes. Da es hier um den Vergleich der Erträge ohne und mit Mahdzeitpunktverschiebung geht, die Nutzung aber ansonsten identisch ist, kommt es in der Regel zu einer Erhöhung des geernteten Gesamttrockenmasseertrages. Zugrunde gelegt wird der TS-Ertrag der optimalen 2-Schnitt-Nutzung in Monatsviertel 19 (grau hinterlegt). Die Änderung wird für die ungeraden Monatsviertel vorgegeben. Im Softwarecode ist die Berechnung für die geraden Monatsviertel implementiert (z.B. für Monatsviertel 20:  $[(2)+(3)]/2$ ).

Rechnung		Trockenmasseertragsänderung in % für die vier Ertragsniveaus mit ihren zugeteilten Grünlandzahlen (nach Tab. 7-3)*			
Monatsviertel		Sehr hoch (54)	Hoch (49)	Mittel (39)	niedrig (34)
(1)	1. Schnitt (40% Anteil am Gesamtertrag): Faktor 0,4				
(2)	vorgegeben 19*	0	0	0	0
(3)	vorgegeben 21	20	15	15	10
(4)	vorgegeben 23	30	25	20	20
(5)	vorgegeben 25	40	35	30	25
	vorgegeben 27	50	45	40	30
	vorgegeben 29	40	35	30	25
	vorgegeben 31	25	20	20	20
	vorgegeben 33	0	0	0	0
(6)	2. Schnitt in Abhängigkeit vom 1. (60% Anteil am Gesamtertrag): 0,6				
(7)	vorgegeben 4	-8	-6	-6	-4
(8)	vorgegeben 6	0	0	0	0
(9)	vorgegeben 8	5	4	4	2
(10)	vorgegeben 10	8	6	6	4
Berechnet wird:	Beispiel für eine Änderung gesamt (1. + 2. Schnitt)				
(2)·(1)+(7)·(6)	19	4	-5	-4	-2
(2)·(1)+(8)·(6)		6	0	0	0
(2)·(1)+(9)·(6)		8	3	2	1
(2)·(1)+(10)·(6)		10	5	4	2

\* Entsprechend Tab. 7-3 lassen sich den Ertragsniveaus Grünlandzahlen zuordnen. Die Werte für die Grünlandzahlen zwischen den schon vorgegebenen Werten werden von der Software berechnet (vgl. Ausführungen zu Tab. 7-3).

### **Energie-Ertrag im Jahresgang - Berechnung für unterschiedliche Nutzungszeitpunkte**

Futterwerte von Grünlandbeständen können sehr unterschiedlich ausfallen, z.B. haben artenreiche Wiesen zum Teil mittlere bis gute Futterwerte von 5,0-6,0 MJ NEL, z.T. aber auch niedrige Werte von nur 4,3-5,0 MJ NEL. Energiegehalte von über 6,0 MJ NEL/kg TS sind nur von intensiv genutzten Wiesen zu erreichen wie artenarme Wiesen mit frühem Schnittzeitpunkt (Anfang-Mitte Mai) (Elsässer & Oppermann 2003). Grund für eine mögliche mittlere bis gute Futterqualität bei artenreichen Wiesen ist ihre Nutzungselastizität, d.h. die Futterqualität sinkt beim Altern der Bestände deutlich weniger schnell ab als bei artenarmen, grasdominierten Beständen (vgl. z.B. Elsässer & Oppermann 2003). Zu weiteren Ausführungen zur Qualitätsänderung des Ertrages bei unterschiedlichen Nutzungszeitpunkten vgl. Mewes (2010). Die Nutzungselastizität kann in Ecopay über die vorgegebenen Werte zur Qualitätsänderung berücksichtigt werden. In Tab. 7-8 sind zusammenfassend Futterwerte verschiedener Grünlandaufwüchse und Grünlandnutzungen an verschiedenen Schnittzeitpunkten in MJ NEL/kg TS nach DLG (1997) angegeben.

Tab. 7-8: Futterwerte (Energieerträge) verschiedener Grünlandaufwüchse und Grünlandnutzungen an verschiedenen Schnittzeitpunkten in MJ NEL/kg TS nach DLG (1997). Der Zeitpunkt von Ähren- und Rispenstücken kann je nach Standort sehr unterschiedlich sein! vgl. z.B. <http://naturbegleiter.org/graeserprojekt/beginn.php>

MJ NEL/kg TS Nutzungsart	1. Aufwuchs				2. Aufwuchs		
	Beginn Ähren/Rispenstücken	Volles Ähren/Rispenstücken	Beginn Blüte	Mitte bis Ende der Blüte	< 4 Wochen	4-6 Wochen	7-9 Wochen
Silage							
GL, 2-3 Nutzungen, gras-reich (obergrasbetont)	6,69	5,89	5,76	5,38	5,98	5,68	5,46
GL, 2-3 Nutzungen, klee- und kräuterreich	6,51	6,41	5,84	5,66	6,28	5,82	5,34
	Ende Juni/ Anfang Juli	Mitte/Ende Juli	August	September			> 7 Wochen
GL, 1-2 Nutzungen, späte 1. Nutzung, grasreich							3,55
GL, 1-2 Nutzungen, späte 1., klee- und kräuterreich	4,35		3,77	2,5			4,81
Heu							
GL, 2-3 Nutzungen, gras-reich (obergrasbetont)		5,32	4,93	4,55	5,71	5,28	4,76
GL, 2-3 Nutzungen, klee- und kräuterreich		5,54	5,31	4,96	5,67	5,28	4,66
	Ende Juni/ Anfang Juli	Mitte/Ende Juli	August	September			> 7 Wochen
GL, 1-2 Nutzungen, späte 1. Nutzung, grasreich	4,85	4,7	4,22				
GL, 1-2 Nutzungen, späte 1., klee- und kräuterreich	5,14	5,07	4,44				5,38

Um Grünlandenergieerträge zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahresverlauf abbilden zu können, muss die Ausgangssituation bestimmt werden. Für die Referenzsituation wird angenommen, dass die **erste Nutzung** zur Silagegewinnung am 15. Mai erfolgt und nach den sächsischen Planungsrichtwerten eine Energiekonzentration von 6,53 MJ NEL/kg TS in der Silage erzielt wird. Zum Zeitpunkt der zweiten Nutzung nach 4-6 Wochen können 5,55 MJ NEL/kg TS beim Heu erzielt werden. Eine Verzögerung des Schnittzeitpunktes hat wie oben dargelegt einen negativen Einfluss auf den Energiegehalt des Futters.

Da keine detaillierten Informationen vorliegen, ob z.B. ein Grünlandaufwuchs grasreich oder klee- und kräuterreich ist, können die Berechnungen nur eine durchschnittliche Annäherung an die tatsächlichen Werte darstellen. Wie bei der Berechnung der durchschnittlichen Trockenmasseerträgen der verschiedenen Grünlandtypen werden die Energieertragsverluste durch eine Veränderung der Schnittzeitpunkte qualitativ über einen Energieverlust in Prozent vom Ausgangszustand berechnet. Diese Berechnungen folgen Mährlein (1993a), für weitere Ausführungen vgl. Mewes (2010).

In Anlehnung an Mährlein (1993a) finden sich in Tab. 7-9 die standardisierten relativen Ertragsminderungen in Prozent in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt für die vier Ertragsniveaus in Sachsen. Für den **zweiten Schnitt** werden fünf verschiedene Abstände von der 1. Nutzung berücksichtigt (0, 4, 6, 8 oder 10 Monatsviertel nach der ersten Mahd, vgl. Kapitel 4). Für den zweiten Schnitt ist nach DLG (1997) davon auszugehen, dass im Zeitraum nach ca. 6 Wochen der optimale Zeitpunkt für eine zweite Schnittnutzung liegt, da hier die Kombination aus Trockensubstanzertrag und Energiekonzentration ihr Maximum erreicht.

Bei der Umrechnung der Masseerträge in Energieerträge wird nur geringfügig bei einer späten Nutzung zwischen den verschiedenen Ertragsniveaus unterschieden (vgl. Tab. 7-9). Der Referenzenergiefaktor entspricht **594,1 MJ NEL/dt** (bei einer Umrechnung von 0,61 MJ ME=1 MJ NEL). Dabei wurden für Silage 1070 MJ ME je dt TS AWS (=652,7 MJ NEL/dt) und für Heu 910 MJ ME je dt TS Heu (555,1 MJ NEL/dt) zugrunde gelegt (durchschnittlich bei einer Verteilung von Silage und Heuertrag von 40/60 am Gesamtertrag).

Tab. 7-9: Standardisierte relative Qualitätsminderung einer 2-Schnittnutzung bei einer Verschiebung des Mahdzeitpunktes in Prozent in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt, für vier Ertragsniveaus (in Anlehnung an Mährlein 1993a, S. 39). Die Änderung wird für die ungeraden Monatsviertel vorgegeben. Im Programmcode der Software ist die Berechnung für die geraden Monatsviertel eingebaut (z.B. für Monatsviertel 20: [(2)+(3)]/2).

Rechnung		Qualitätsminderung in % für die vier Ertragsniveaus mit ihren zugeteilten Grünlandzahlen (nach Tab. 7-3*)			
Monatsviertel		sehr hoch (54)	hoch (49)	mittel (39)	niedrig (34)
Ausgangswert	Silage 1070 MJ ME je dt TS AWS (=652,7 MJ NEL/dt)				
(1)	1. Schnitt (40% Anteil am Gesamtertrag): Faktor 0,4				
(2) vorgegeben	19	0	0	0	0
(3) vorgegeben	21	13	13	13	13
(4) vorgegeben	23	23	23	23	23
(5) vorgegeben	25	33	33	33	33
vorgegeben	27	38	38	38	38
vorgegeben	29	42	42	42	42
vorgegeben	31	52	52	52	52
vorgegeben	33	62	62	54	54
vorgegeben	35	62	62	54	54
(6)	2. Schnitt in Abhängigkeit vom 1. (60% Anteil am Gesamtertrag) = 0,6				
(7) vorgegeben	4	0	0	0	0
(8) vorgegeben	6	0	0	0	0
(9) vorgegeben	8	16	12	8	3
(10) vorgegeben	10	16	12	8	3
Ausgangswert	Heu 910 MJ ME je dt TS Heu (555,1 MJ NEL/dt)				
Berechnet wird:	Beispiel für eine Änderung gesamt (1. + 2. Schnitt)				
(2)·(1)+(7)·(6)	19	4	0	0	0
(2)·(1)+(8)·(6)		6	0	0	0
(2)·(1)+(9)·(6)		8	10	7	2
(2)·(1)+(10)·(6)		10	10	7	2

\* Entsprechend Tab. 7-3 lassen sich den Ertragsniveaus Grünlandzahlen zuordnen. Die Werte für die Grünlandzahlen zwischen den schon vorgegebenen Werten werden von der Software berechnet (vgl. Ausführungen zu Tab. 7-3).

Für die Bestimmung der Energieertragsminderung im Jahresverlauf wird auf die Futterwerte aus Tab. 7-8 zurückgegriffen. Die Werte von Silage beim 1. Schnitt bei einer 2-Schnittnutzung beginnen mit ca. 6,51 MJ NEL/kg TS und fallen nach DLG (1997) für Heu im 2. Schnitt bis auf einen Wert von 2,5 MJ NEL/kg TS im September. Dies entspricht einer relativen Minderung um 62%. Dass ertragsschwächere Standorte etwas artenreicher sind und dadurch möglicherweise weniger schnell an Qualität verlieren, wird nur für den 2. Schnitt berücksichtigt (vgl. Tab. 7-8, Heu).

Die in Tab. 7-9 angegebenen relativen Ertragsminderungen, die in Ecopay zugrunde gelegt werden, sind als Näherung zu verstehen, da die Entwicklung stark von den Standortbedingungen und der Bewirtschaftung im Detail abhängt. Die vorgegebenen Werte zur Ertragsände-



nung sind in der Datenbank in den Tabellen „energie\_2mahd“ (für die 2. Nutzung) und „energie\_ertragsaenderung“ (für die 1. Nutzung) (siehe Teil C) als Rückgang in Dezimalzahlen für die Prozentangaben hinterlegt, z.B. entsprechen 13% in Tab. 7-9 einem Datenbankeintrag von 0.13. Die Rechnungen selbst sind im Programmcode der Software eingebaut.

#### **7.3.4 Energieertragsverlust bei verändertem Mahdzeitpunkt**

Die Berechnung des Energieertragsverlustes bei einer veränderten Bewirtschaftung einer Wiese lässt sich wie folgt zusammenfassend. Es können verschiedene Produktionsverfahren mit optimalen Mahdzeitpunkten durchgeführt werden (3-, 2- oder 1-Schnittnutzung), wobei die 3-Schnittnutzung als Referenzsituation festgelegt wurde (vgl. Kapitel 4). Eine Mahdzeitpunktverschiebung bei einer 2- oder 1-Schnittnutzung hat wie dargelegt Auswirkungen auf Quantität und Qualität des Grünlandertrags. Die entstehenden verminderten Gesamtenergieerträge lassen sich mit dem Energieertrag der Referenzsituation vergleichen. Im Folgenden wird für die unterschiedlichen Mahd-Landnutzungsmaßnahmen gezeigt, wie dieser Differenzbetrag in Ecopay berechnet wird. Neben diesen direkten Verlusten an Futterenergie ist auch die qualitative Verschlechterung des erworbenen Futters von großer Bedeutung für die Verwertbarkeit. Dies wird in Ecopay nicht berücksichtigt, weil es stark von der betriebsspezifischen Ausstattung und Bewirtschaftungsweise der Landwirte abhängt.

Berücksichtigt werden bei den Landnutzungsmaßnahmen Mahdregimes mit reduzierter Düngung und ohne Düngung (vgl. Kapitel 4). Es wird zunächst die Ertragsveränderung für die „2-Schnittnutzung mit reduzierter Düngung“ vorgestellt und anschließend die Änderung bei einem Düngungsverbot. Die Ertragszahlen für eine reduzierte Düngung sind den sächsischen Planungsrichtwerten entnommen (Verfahren mit halbem Düngenniveau).

##### ***2-Schnittnutzung mit reduzierter Düngung***

Um die Auswirkungen einer 2-Schnittnutzung mit unterschiedlichen Mahdterminen insgesamt zu erhalten, werden die relativen Quantitätsänderungen und Qualitätsreduktionen (Tab. 7-7 und 7-9) zusammengeführt, d.h. die veränderten absoluten Trockensubstanzerträge (berechnet aus den Referenzerträgen einer „optimalen“ 2-Schnittnutzung Tab. 7-3 mit den Ertragsänderungen aus Tab. 7-7) werden mit den entsprechenden Qualitäten (Tab. 7-9) multipliziert und ergeben so die absoluten Gesamtenergieerträge in MJ NEL/ha. Diese lassen sich nun mit den Energieerträgen in der 3-Schnitt-Referenzsituation vergleichen und ergeben so den Energieverlust durch die veränderte Bewirtschaftung (vgl. Tab. 7-10). Die Rechnungen selbst sind im Programmcode der Software eingebaut. Die zugrunde gelegten Eingangswerte für die Berechnungen sind in den entsprechenden Datenbanktabellen „energie\_2mahd“ (für die 2. Nutzung), „energie\_ertragsaenderung“ (für die 1. Nutzung) und „verfahren“ hinterlegt und können verändert werden (vgl. Teil C). Der Einfluss der Annahmen zur Quantitäts- und Qualitätsänderung (Trockenmasse und Energiegehalte) von Grünland im Jahresgang wird in Mewes (2010) genauer beschrieben.

**Beispielrechnung:** Ertrag 2-Schnittnutzung 37 dt TS/ha (berechnet aus Tab. 7-3) · 1,02 (2 % Trockensubstanz-Ertragserhöhung bei der Mahdkombination 21-4 aus Tab. 7-7) = 37,74 dt TS/ha  
 Veränderter Ertrag 37,74 dt TS/ha · (0,95·594 MJ NEL/dt) (Qualitätsverlust bei der Mahdkombination 21-4 aus Tab. 7-9) = 21300 MJ NEL/ha als resultierender Energieertrag.

Dieser Energieertrag lässt sich nun mit dem Energieertrag der 3-Schnittnutzung (vgl. Berechnung in Tab. 7-4) vergleichen: 31.500 MJ NEL/ha – 21.300 MJ NEL/ha = 10.200 MJ NEL/ha  
 Verlust an Energieertrag durch die Umstellung von 3-Schnittnutzung auf 2-Schnittnutzung bei der Mahdkombination 21-4. Dies entspricht einem Energieertragsverlust von ca. 33% (vgl. Tab. 7-10).

Tab. 7-10: Beispielberechnungen: Ertragsänderung in % zu einer 3-Schnittnutzung bei einer Verschiebung der Mahdzeitpunkte in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt insgesamt (1. und 2. Schnitt) für vier Ertragsniveaus (Zusammenführung Tab. 7-7 und 7-9), grau hinterlegt: die von Sachsen gelieferten Zahlen zu 2-Schnitt im Vergleich zu 3-Schnitt. Die Berechnungen für gerade Monatsviertel erfolgen entsprechend in Ecopay.

Ø Referenz MJ NEL/ha	Ertragsrückgang in % nach den vier Ertragsniveaus (1. + 2. Schnitt) im Vergleich zu 3-Schnittnutzung				
	44000	38600	34500	31500	
	54	49	39	34	
Grünlandzahl nach Tab. 7-3					
Monatsviertel	Sehr hoch	Hoch	mittel	niedrig	
19	4	32	27	32	32
	6	29	25	29	30
	8	34	29	31	31
	10	32	28	30	30
21	4	30	27	32	33
	6	27	24	29	31
	8	33	29	31	32
	10	31	28	30	31
23	4	31	27	33	33
	6	28	25	31	32
	8	33	29	33	33
	10	32	29	32	32
25	4	31	28	34	35
	6	28	26	31	34
	8	35	30	34	34
	10	34	30	33	34
27	4	30	27	33	35
	6	27	25	31	34
	8	34	30	33	35
	10	33	29	32	34
29	4	34	31	36	38
	6	31	29	34	36
	8	38	33	37	37
	10	37	33	36	36
31	4	41	38	42	42
	6	38	36	40	40
	8	44	40	42	41
	10	43	40	41	41
33	4	47	43	49	49
	6	44	41	47	48

## 2-Schnittnutzung ohne Düngung

Bei den bisher dargestellten 2-Schnittnutzungsveränderungen ist eine reduzierte Düngung zulässig. Für ein vollständiges Düngungsverbot werden in SMUL (2007) folgende Angaben für die Änderung der Energieerträge gemacht (Tab. 7-11):

Tab. 7-11: Verminderung der Energieerträge (gemittelt) gegenüber konventioneller Nutzung bei Wiesennutzung ohne Düngung sowie PSM-Einsatz in % in Sachsen (SMUL 2007)

Wiese mit Verzicht auf Düngung sowie PSM-Einsatz	
Beschreibung	Minderung Energieertrag (gemittelt) gegenüber konventioneller Nutzung
erste Nutzung ab 15.06.	ca. 54%
erste Nutzung ab 15.07.	ca. 60%
Aushagerung – Düngungsverzicht N	ca. 48%
lange Nutzungsphase (10.06.-15.09.) – Düngungsverz. N	ca. 56%

Aus diesen Energieertragsverlusten in % gegenüber einer konventionellen Nutzung lassen sich die absoluten Energieerträge einer Nutzung ohne Düngung für die vier Ertragsniveaus berechnen. Außerdem lassen sich aus den Nutzungsbeschreibungen in SMUL (2007) die zugrunde gelegten entsprechenden Mahdregimes ablesen. Für diese können die Energieerträge der 2-Schnittnutzung mit reduziert Düngung angegeben werden (vgl. Tab. 7-10 mit Umrechnung auf absolute Erträge). Mit diesen Informationen lassen sich die Erträge einer 2-Schnittnutzung mit reduzierter Düngung mit denen einer Nutzung ohne Düngung vergleichen. **Grob überschlagen** lässt sich ableiten, dass ein **Düngungsverzicht** bei einer 2-Schnittnutzung zu einer **Ertragsverminderung von 20%** gegenüber einer reduzierten Düngung führt. Von einer genaueren Unterscheidung wird aufgrund der ungünstigen Datenlage abgesehen. Die Rechnung ist im Programmcode der Software eingebaut.

## 1-Schnittnutzung mit reduzierter Düngung

Um die Nettoenergieerträge einer 1-Schnittnutzung abbilden zu können, wird der Frischmasseertrag des 1. Schnittes der 2-Schnittnutzung zugrunde gelegt (vgl. Tab. 7-12). Da bei der 1-Schnittnutzung von einer Heuwerbung ausgegangen wird, werden entsprechend die Qualitäten nach DLG (1997) an Heu angepasst (vgl. Tab. 7-13). Die Berechnungen sind in Ecopay im Programmcode eingebaut. Die zugrunde gelegten Eingangswerte für die Berechnungen sind in den entsprechenden Datenbanktabellen „energie\_2mahd“ (für die 2. Nutzung), „energie\_ertragsaenderung“ (für die 1. Nutzung) und „verfahren“ hinterlegt.

Tab. 7-12: Berechnung der Nettoerträge TS Heu in dt/ha für eine 1-Schnittnutzung zur Heugewinnung

Verfahren 1-Schnittwiese (halbes N-Düngeniveau), 1x Heu				
Ertragsniveau	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig
Bruttoertrag FM in dt/ha	130	120	100	90
TS-Gehalt zur Ernte in %	20	20	20	20
Bruttoertrag TS in dt/ha	26	24	20	18
TS-Verluste Heu in %	20	20	20	20
Nettoertrag TS Heu in dt/ha	21	19	16	14

Tab. 7-13: Beispielrechnung: Veränderung der Nettoenergieerträge in MJ NEL/ha von 3-Schnitt auf 1-Schnittnutzung bei unterschiedlichen Mahdterminen. Die Berechnungen für gerade Monatsviertel erfolgen entsprechend in Ecopay.

Monatsviertel	Trockenmasseertragsänderung in % nach den vier Ertragsniveaus			
	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig
19	0	0	0	0
21	20	15	15	10
23	30	25	20	20
25	40	35	30	25
27	50	45	40	30
29	40	35	30	25
31	25	20	20	20
33	0	0	0	0
...				
	Qualität MJ NEL/kg, vgl. Tab. 7-8 Heu			
19	5,55	5,55	5,55	5,55
21	5,12	5,12	5,12	5,12
23	4,99	4,99	4,99	4,99
25	4,99	4,99	4,99	4,99
27	4,89	4,89	4,89	4,89
29	4,33	4,33	4,33	4,33
31	4,33	4,33	4,33	4,33
33	3,5	3,5	3,5	3,5
35	3,5	3,5	3,5	3,5
	Gesamter Nettoenergieertragverlust in % bei einer Umstellung von 3-Schnitt auf 1-Schnitt			
19	74	72	74	75
21	71	71	73	74
23	69	69	72	73
25	67	67	70	72
27	65	65	68	71
29	71	71	74	75
31	74	74	76	76
33	83	83	84	84
...				

### ***1-Schnittnutzung ohne Düngung***

Wie bei der Berechnung der Energieerträge einer 2-Schnittnutzung ohne Düngung wird angenommen, dass sich der **Ertrag um 20% gegenüber der 1-Schnittnutzung mit halbem Düngenniveau reduziert**. Die Berechnung ist in Ecopay im Programmcode eingebaut.

### **7.3.5 Energieertragsverlust bei Mahdstreifen**

Bei der Landnutzungsmaßnahme Mahd mit Mahdstreifen, die vor allem hinsichtlich des Wachtelkönigschutzes diskutiert und umgesetzt (vgl. Kapitel 4 und Mewes 2010), fällt auf den Mahdstreifen der Ertrag der ersten Nutzung bei einer 2-Schnittnutzung vollständig weg. Werden die Streifen bei der zweiten Nutzung gemäht, haben sie einen geringen Energieertrag, da das Gras überständig ist. Inwiefern der Landwirt diesen Ertrag nutzen kann, muss im Einzelfall entschieden werden. Für diesen Flächenanteil wird aus Gründen der Vereinfachung ein vollständiger Ertragsverlust unterstellt. Die Flächengröße, die von diesem Ertragsverlust betroffen ist, beträgt näherungsweise 8% einer Fläche (vgl. Kapitel 4). Die Berechnung ist in Ecopay im Programmcode eingebaut. Zusätzlich können die variablen Kosten der Restfläche betroffen sein, wenn es z.B. für den Landwirt zeitaufwendiger ist, mit ungemähten Streifen zu

mähen. Auf der anderen Seite entfällt die Bearbeitung auf diesen Streifen bei der 1. Mahd. Zu einer solchen denkbaren Veränderung der variablen Kosten fehlen Daten bzw. durchschnittliche Werte. Die variablen Kosten für die Mahdstreifen werden deshalb nicht gesondert in Ecopay berücksichtigt.

### 7.3.6 Energieertragsverlust bei veränderter Beweidung

Während Mahd mit ihren Auswirkungen sehr gut untersucht ist, besteht bei Beweidungsverfahren ein großer Forschungsbedarf zu quantitativen und qualitativen Ertragsveränderungen unter Berücksichtigung verschiedener Standortverhältnisse und Betrachtungszeiträume (vgl. Mährlein 1997). So lassen sich bei der Beweidung nicht die gleichen Berechnungsschritte zur ökonomischen Bewertung der Ertragsänderungen durchführen wie bei der Mahd. Stattdessen besteht eine Berechnungsmöglichkeit in der Gegenüberstellung von bisheriger Netto-Weideleistung und der Verwertung durch den reduzierten Bestand (Mährlein 1993a, 1997 mit Beispielrechnungen, vgl. Mewes 2010). Um den Unterschied im Grünlandertrag der Referenzsituation mit der Situation unter einer Maßnahme mit Standweide zu vergleichen, wird in Ecopay der Grünlandertrag bei der Durchführung einer Maßnahme mit Hilfe der täglichen Zunahmerate von MJ NEL der Weidetiere für die definierte Weidezeit der Maßnahme berechnet.

#### *Berechnung der Energieertragsverluste bei einer Umstellung auf eine saisonale Standweide*

Bei einer saisonalen Standweide werden die Referenzenergieerträge der Weidenutzung mit einer Besatzstärke von 2,5 GV/ha aus den Planungsrichtwerten von Sachsen zugrunde gelegt, die auf eine Weideperiode vom 1.4.-31.10. (=214 Tage) bezogen werden. Ausgehend hiervon werden die Energieertragsverluste (nicht-genutzte Weideleistung) über die Differenz des Referenzenergieertrages und dem Futterbedarf der aufgetriebenen Tiere für die vorgeschriebenen Besatzdichten sowie der Verschiebung des Weidebeginns in Anlehnung an Mährlein (1993a) berechnet.

Der Ansatz von Mährlein (1993a) erfordert, dass man eine tägliche Aufnahmerate für die jeweilige Viehart kennt. In Tab. 7-14 sind Tierarten mit Angabe ihrer Lebendmasse (in GV/Tier) sowie ihre durchschnittliche tägliche Aufnahmerate in MJ NEL angegeben. Die Daten sind zusammengestellt nach Mährlein (1993a, Färsen) und KTBL (2005, S. 636f, 642f, Tabellen nach GfE (Gesellschaft Ernährungsphysiologie) 1995, 2001).

Tab. 7-14: Tierarten mit Angabe ihrer Lebendmasse, angegeben in Großvieheinheiten (1 GV = 500 kg Tierlebendmasse) sowie ihrer durchschnittlichen täglichen Aufnahmerate in MJ NEL umgerechnet nach KTBL 2005

Tierart	Mittlere Tierlebendmasse GV/Tier	Tägliche Aufnahmerate MJ NEL
Milchkühe über 2 Jahre	1,2	>40 (s. Text) 71 (10 kg Milch) 104 (20 kg Milch)
(Jung-)Rinder bis 2 Jahre: Färsen	~0,5	40
Deckbulle über 2 Jahre	2	67
Mastrind (im Ø bis 2 Jahre)	0,8	50
Schafe über 1 Jahr	0,1	10

Eine detaillierte Unterscheidung der Tierart und daraus abgeleitet eine Fülle an unterschiedlichen Maßnahmen erscheint unpraktikabel und unnötig. Aus diesem Grund wird von einer

mittleren täglichen Aufnahmerate von 80 MJ NEL/GV ausgegangen. Dieser Wert ist in der Datenbank in Tabelle „viehart“ hinterlegt (siehe Teil C) und kann angepasst werden.

Entsprechend der definierten Aufnahmerate pro GV/ha und der vorgegebenen Besatzdichte in GV/ha für die verschiedenen Weide- und Mähweideregimes (eine Umrechnung von einer Anzahl an Tieren in GV/ha kann vom Anwender gemäß Tab. 4-3 durchgeführt werden) kann die Futterration und der verbrauchte Energieertrag für die Weidetage berechnet werden. Die Differenz zum Energieertrag der Referenzsituation stellt den Verlust dar, der durch die Maßnahmen (Festlegung Besatzdichte sowie Weidebeginn) entsteht. Die maximale Beweidungsdichte für die Landnutzungsmaßnahmen ist in Abhängigkeit der Ertragsfähigkeit der Standorte festgelegt worden. Als Maßnahmen werden die maximalen Beweidungsdichten mit 1,5, 3 und 4 GV/ha berücksichtigt. Die Berechnungen sind in Ecopay im Programmcode eingebaut.

**Beispielrechnungen** einer Nutzung mit Färsen:

(I) Keine Begrenzung des Weidebeginns, aber eine Obergrenze der Beweidungsdichte je nach Produktivität des Standortes

möglicher Beweidungszeitraum 1.4.-31.10. = 214 Tage

Tägliche Aufnahmerate pro GV im Durchschnitt: 80 MJ NEL

Zulässige Beweidungsdichte: z.B. 4 Färsen/ha = 2 GV/ha

Für Standorte mit einer Grünlandzahl zwischen 35 und 54 wird gerechnet:

Die Färsen benötigten  $2 \text{ GV/ha} \cdot 80 \text{ MJ NEL} \cdot 214 \text{ Tage} = 34.240 \text{ MJ NEL/ha}$  für den Beweidungszeitraum.

Pro ha stehen in der Referenzsituation 43.480 MJ NEL zur Verfügung, dies entspricht einem Energieertragsverlust von  $43.480 - 34.240 = 9.240 \text{ MJ NEL}$ , den es zu kompensieren gilt.

(II) Weidebeginn erst ab 15.6., Obergrenze der Beweidungsdichte je nach Produktivität des Standortes

möglicher Beweidungszeitraum 15.6.-31.10. = 139 Tage

Tägliche Aufnahmerate pro GV im Durchschnitt: 80 MJ NEL

Maximale Beweidungsdichte: z.B. 4 Färsen/ha = 2 GV/ha

Die Färsen benötigten  $2 \text{ GV/ha} \cdot 80 \text{ MJ NEL} \cdot 139 \text{ Tage} = 22.240 \text{ MJ NEL/ha}$  für den Beweidungszeitraum.

Pro ha stehen in der Referenzsituation 43.480 MJ NEL zur Verfügung, dies entspricht einem Energieertragsverlust von  $43.480 - 22.240 = 21.240 \text{ MJ NEL}$ , den es zu kompensieren gilt.

Sollte der Grünlandertrag auf der Fläche eines Pixels für die Aufnahmerate der Tiere mit der gewählten Besatzdichte und Weidezeit nicht ausreichen (d.h. die Besatzdichte ist zu hoch gewählt), führt dies dazu, dass die Maßnahme nicht für den Pixel zugelassen wird.

***Berechnung der Energieertragsverluste bei einer Umstellung auf Ganzjahresstandweide***

Es wird wie bei der Berechnung der saisonalen Standweide vorgegangen: vorgegeben ist eine Besatzdichte von 0,5 GV/ha sowie die Möglichkeit der Beweidung über 365 Tage (vgl. Kapitel 4). Über die durchschnittliche Tagesaufnahmerate (Annahme einer durchschnittlichen

Aufnahmerate von 80 MJ NEL/GV am Tag) lassen sich die Energieerträge berechnen, die für die Ganzjahresstandweide benötigt werden. Über den Vergleich mit den Referenzenergieerträgen lassen sich Verluste berechnen.

### ***Berechnung der Energieertragsverluste bei einer Umstellung der Koppel-/Umtriebsweide sowie Hutung***

Bei der Koppel-/Umtriebsweide sowie der Hutung wird angenommen, dass sie ähnlich wie eine Mahd wirkt, d.h. die Tiere werden für ein Monatsviertel auf die Fläche getrieben und weiden sie ab. Sollen die Tiere erst ab einem bestimmten Zeitpunkt auf der Fläche weiden, kommt es im Vergleich zu einem aus landwirtschaftlicher Sicht „optimalen“ Auftriebszeitpunkt wie bei einer Mahdzeitpunktverschiebung zu Quantitäts- und Qualitätsänderungen des Grünlands. Es werden näherungsweise die relativen Mengen- und Qualitätsänderungen des Ertrags der Mahdzeitpunktverschiebungen für die Berechnungen der Energieertragsverluste in Ecopay zugrunde gelegt.

Die Berechnung der Nettoenergieerträge folgt der in Tab. 7-5 beschriebenen Vorgehensweise für Weide. Es wird unterstellt, dass der Landwirt die Anzahl der weidenden Tiere entsprechend der auf dem Grünland verfügbaren Futtermenge anpasst. Im Gegensatz zu der Nutzung als Wiese gibt es keine Angaben darüber, wie viel % des Grünlandertrags mit der 1. und der 2. Nutzung gewonnen werden. Es wird näherungsweise davon ausgegangen, dass den einzelnen Nutzungen jeweils 50% des Gesamtertrags entsprechen. Dieser Wert lässt sich in der Datenbank in Tabelle „verfahren“ ändern. Der Energieverlust lässt sich näherungsweise wieder über den Kraftfutteransatz bewerten (vgl. Kapitel 7.1 und 7.3.8).

### **7.3.7 Energieertragsverlust bei veränderter Mähweide**

Eine Mischform zwischen Wiese und Weide stellt die Nutzung als Mähweide dar. In der Regel findet im Frühjahr ein Schnitt statt und es wird Winterfutter als Anwelksilage gewonnen. Anschließend wird die Fläche beweidet. Der Energieertrag setzt sich somit aus zwei unterschiedlichen Nutzungen zusammen.

Als Landnutzungsmaßnahme ist wieder eine Verschiebung des Mahdzeitpunktes mit den entsprechenden Energieertragsverlusten möglich. Es kann auf die Berechnungen zum 1. Schnitt bei der 2-Schnittnutzung zurückgegriffen werden. Dazu werden die geernteten Frischmasseerträge entsprechend Planungsrichtwerte Sachsen angepasst. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Nettoenergiekonzentration mit 1010 MJ ME/dt TS AWS geringer ist als bei der reinen Wiesenutzung (1070 MJ ME/dt). Diese Werte sind in der Datenbank in der Tabelle „verfahren“ (siehe Teil C) abgelegt und änderbar. Die Berechnungen sind in Ecopay im Programmcode eingebaut.

Anstelle eines 2. Schnittes wird bei der Mähweide die Fläche beweidet. Auch dabei spielt der Zeitpunkt eine Rolle und lässt sich mit dem Abstand zum 2. Schnitt vergleichen. In Ecopay wird angenommen, dass sowohl in der Referenzsituation als auch bei den Maßnahmen die Beweidung in einem Abstand von 6 Wochen erfolgt (vgl. Kapitel 4). Wie bei der saisonalen Beweidung wird auf der Basis dieser Angaben und einer täglichen Aufnahmerate an Energie der Tiere innerhalb der Software ausgerechnet, wie viel Energie insgesamt von der Fläche aufgenommen wird. Dieser Betrag und der der Mahd werden mit dem Gesamtenergieertrag der Referenzsituation verrechnet.

### 7.3.8 Bewertung mit dem Zukauf von Kraftfutter

Die für die verschiedenen Nutzungsverfahren berechneten Energieertragsdifferenzen werden nun mit dem Preis für den Zukauf von Kraftfutter bewertet, der bei der Berechnung der Agrarumweltmaßnahmen in Sachsen ca. 0,0262 €/MJ NEL Kraftfutter entspricht. Der Wert ist in der Datenbank in der Tabelle „verfahren“ (vgl. Teil C) abgelegt. Die Berechnungen sind in Ecopay im Programmcode eingebaut.

**Beispielrechnung:** Eine veränderte Bewirtschaftung führt im Vergleich zu der Referenzsituation zu einem Verlust von 15.000 MJ NEL/ha. Um diesen Verlust auszugleichen, muss für 393 Euro Kraftfutter zugekauft werden.

## 7.4 Variable Kosten

Wie bereits erläutert, werden die ökonomischen Berechnungen eng an den derzeit bestehenden Berechnungen für die Agrarumweltmaßnahmen angelehnt. Dazu wurden die im Internet verfügbaren Planungs- und Bewertungsdaten aus Sachsen<sup>9</sup> in Verbindung mit LfULG (2010) genutzt. Für die Referenzsituation der Wiesennutzung werden dabei die Kostendaten der Verfahren der 3-Schnittnutzungen (1 x AWS und 2 x Heu) zugrunde gelegt. Als Ausgangspunkt für einen veränderten Schnittzeitpunkt wird die Referenzsituation der 2-Schnittnutzung (halbes Düngenniveau) angenommen. Des Weiteren wird für die Berechnung der Verfahren ohne Düngung der Arbeitsgang zur Düngung weggelassen. Bei der 1-Schnittnutzung wird sich an SMUL (2007) orientiert. Basierend auf diesen Grundüberlegungen lassen sich neben den Energieertragsänderungen auch die veränderten variablen Kosten berechnen. Im Folgenden werden die einzelnen Posten der variablen Kosten mit den entsprechenden Erläuterungen nach LfULG (2010) vorgestellt (vgl. Tab. 7-1, und für weitere Ausführungen LfULG 2010). Sofern nichts anderes vermerkt ist, sind alle vorgestellten Werte in der Datenbank in der Tabelle „variable\_kosten“ (vgl. Teil C) abgelegt. Die Berechnungen selbst sind in Ecopay im Programmcode eingebaut.

### Saatgut

Die Saatgutkosten berechnen sich über  $\text{Saatstärke} \cdot \text{Saatgutpreis} = \text{Saatgutkosten}$ . Die Saatstärke entspricht dabei der ausgebrachten Saatmenge in kg/ha. Es wird eine Nutzungsdauer der Schnittwiese von fünf Jahren unterstellt, so dass zur Bestimmung der jährlich anzusetzenden Saatgutkosten die Gesamtkosten durch fünf geteilt werden (vgl. Beispiel Tab. 7-15).

Tab. 7-15: Beispiele für Saatgutkosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen:

Nutzungsdauer 5 Jahre	2-Schnittwiese (halbes N-Düngenniveau) Hügel; 225 dt FM; 5 ha	3-Schnittwiese AWS/Heu Hügel; 325 dt FM; 5 ha
Saatstärke	15,00 kg/ha	21,00 kg/ha
Saatgutpreis	2,50 EUR/kg	2,50 EUR/kg
Saatgutkosten	7,50 EUR/ha	10,50 EUR/ha

### Düngung

Für die Düngemittel sind durchschnittliche Netto-Einkaufspreise in Sachsen zugrunde gelegt. In den Düngekosten sind die Kosten für Transport, Umschlag und Lagerung der Düngemittel enthalten. Die Gesamtdüngekosten errechneten sich aus der Summe der Düngekosten der je-

<sup>9</sup> Die Verfahrensschritte und Kostendaten für die Silage- und Heugewinnung finden sich unter <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/254.htm/>, >konventionelle Wirtschaftsweise, >Produktionsrichtungen, >Futterbau, >Grünland-Futternutzung, >Wiese, >Verfahren anklicken, >Verfahren detailliert anzeigen, >berechnete Maschinenkosten.



weiligen eingesetzten Nährstoffe (vgl. Beispiel Tab. 7-16): Düngeraufwand [kg/ha] · Preis [€/kg] = Düngekosten [€/ha] des jeweiligen Nährstoffs). Für weitere Ausführungen sei auf LfULG (2010) verwiesen.

Tab. 7-16: Beispiele für Düngungskosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen (Düngekosten N 0,8 €/kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,8 €/kg, K<sub>2</sub>O 0,5 €/kg)

	2-Schnittwiese (halbes N-Düngeniveau) 250 dt FM; 5 ha	3-Schnittwiese AWS/Heu 350 dt FM; 5 ha
Düngeraufwand		
Stickstoff	6,6 kg/ha	93,3 kg/ha
Phosphor	22,5 kg/ha	40,2 kg/ha
Kalium	43 kg/ha	100,4 kg/ha
Düngekosten	44,78 EUR/ha	157 EUR/ha

### ***Pflanzenschutz***

In den Planungsdaten des LfULG wird ein Einsatz von Herbiziden berücksichtigt. Jedem Nutzungsverfahren sind zur Ermittlung der Pflanzenschutzkosten ein spezifischer Behandlungsumfang und spezifische Pflanzenschutzmittel unterstellt worden (vgl. Beispiel Tab. 7-17). Beim extensiven Grünland ist ein nichtselektives Blattherbizid und beim intensiven Grünland sind Mittel zur Ampferbekämpfung unterstellt.

Tab. 7-17: Beispiele für Pflanzenschutzkosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen

	Einheit	2-Schnittwiese (halbes N-Düngeniveau) 250 dt FM; 5 ha	3-Schnittwiese AWS/Heu Hügel; 350 dt FM; 5 ha
Anzahl Anwendungen Herbizid	Behandlung/ha	0,75	0,25
Preis pro Anwendung Herbizid	EUR/Behandlung	25	30
Pflanzenschutzkosten	EUR/ha	18,8	7,5

### ***Hagelversicherung***

Eine Hagelversicherung findet sich in den Verfahrenstabellen von Sachsen, es werden aber keine Kosten angesetzt. Der Parameter ist deshalb zwar in der Datenbank mit angelegt, momentan sind aber Kosten von 0 Euro eingegeben.

### ***Variable Maschinenkosten/Arbeitszeitbedarf***

Zur Ermittlung der variablen Maschinenkosten und des Arbeitszeitbedarfs werden alle Arbeitsgänge, die bei dem entsprechenden Grünlandverfahren anfallen, aufgelistet (vgl. Tab. 7-18). Für jeden der Arbeitsgänge werden die entsprechenden Kosten angegeben. Die Ermittlung der Planzahlen der variablen Maschinenkosten [€/ha] und der Arbeitszeitbedarfswerte [Akh/ha] wurden mit Hilfe der aktuellen KTBL-Datensammlungen (2004/05, 2006/07) durchgeführt. Die variablen Kosten setzen sich aus den Reparatur- und den Betriebsstoffkosten des jeweiligen Gerätes in Kombination mit einem Schlepper (Allradtraktor) zusammen. Die Werte sind in der Datenbank in der Tabelle „maschinenkosten“ (siehe Teil C) abgelegt. In der Tabelle „maschinen\_pro\_verfahren“ werden für ein bestimmtes Verfahren die Maschinenkosten entsprechend ihres Nutzungsanteils für das Verfahren definiert. Die Berechnungen selbst sind in Ecopay im Programmcode eingebaut.

Tab. 7-18: Beispiel für ein Verfahren Heuernte auf Grünland zur Berechnung der variablen Maschinenkosten (Mewes 2006)

Arbeitsgang	Beschreibung, Gerät in Kombination mit Allradtraktor
Wiese walzen	Cambridge-Walze, 2,75 t, 6 m
Schleppen	Grünlandegge, 4,0 m
Mineraldünger streuen	Düngerstreuer, angebaut, 1400 l, 1,6 t, 18 m, pneumatisch
Heu ernten/Mähen	Kreiselmähwerk, mit Mähgutaufbereitung, Frontanbau 3,2 m
Heu ernten/Wenden	Kreiseltzettwender, 6,5 m
Heu ernten/Schwaden	Kreiselschwader, 6,0 m
Heu ernten	Rundballenpresse, Ballendurchmesser max. 1,5 m Rundballenzange für Front- oder Heckanbau
Heu ernten/Transport	Dreiseitenkippanhänger bis 25 km/h, einachsige, 8 t (6 t), 2 Anhänger
Mulchen	Schlegelmulcher 4m

In Ecopay wird für die Maschinenkosten eine 5 ha-Parzellengröße angenommen (die Größe der Grünlandpixel entspricht 6,25 ha), und eine Hof-Schlag-Entfernung von 2 km unterstellt. Bei den Arbeitsgängen Bestellung, Düngung, Pflanzenschutz und Ernte sind in den Verfahrenskosten innerbetriebliche Transportaufwendungen berücksichtigt. Der Transport von Saatgut erfolgt mit einem, Dünger und Erntetransporte mit zwei Anhängern. Für alle Transporte wurde mit einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 25 km/h kalkuliert. Die Arbeitszeitbedarfswerte ergeben sich aus den unterstellten Arbeitsgängen und kalkulierten Transportzeiten für die unterstellten Transportentfernungen (weitere Ausführungen bei LfULG 2010).

### **Hangneigung**

In den Vorgebirgs- und Gebirgslagen führen Hanglagen und zunehmende Steinigkeit zu erschweren Arbeitsbedingungen. Aus diesem Grund werden die Maschinenkosten und die Lohnarbeitskosten in den Vorgebirgs- und Gebirgsregionen pauschal um 5% erhöht. Dieser Prozentsatz wird in dem zusätzlichen Parameter „Erschwerniszuschlag für Hangneigung“ eingetragen.

### **Lohnarbeit**

Alle Arbeitsgänge sind in Eigenmechanisierung voreingestellt (LfULG 2010, S. 16), d.h. der Landwirt führt die Arbeiten selbst durch und es sind momentan Kosten von 0 in der Datenbank eingegeben. Kosten für Fremdarbeit (=Lohnarbeit) lassen sich vom Anwender eingeben, wenn diese stattfindet.

### **Maschinenmiete**

Der Parameter findet sich als Option in den Verfahrenstabellen von Sachsen und ist deshalb in der Datenbank angelegt. Momentan werden Kosten für Maschinenmiete von 0 Euro berücksichtigt.

### **Silierungskosten**

50% der Grassilageherstellung erfolgt in Sachsen mit Siliermittel und 50% ohne – daher erfolgt der Ansatz in den Richtwerten mit einem Behandlungsanteil an Siliermittel von 50% (vgl. Tab. 7-19). Die Silierungskosten sind in der Datenbank entsprechend der sächsischen Daten eingegeben.

Tab. 7-19: Beispiele für Silierungskosten aus den Planungs- und Bewertungsdaten Sachsen

	2-Schnittwiese (halbes N-Düngeniveau) 250 dt FM; 5 ha	3-Schnittwiese AWS/Heu 350 dt FM; 5 ha
Anteil Behandlungen Siliermittel	50%	50%
Silierungskosten	10,20 EUR/ha	14,30 EUR/ha

**Weidekosten**

Kosten für Zäune, Tränken etc., die bei einer Nutzung des Grünlandes als Weide anfallen, werden unter dem Posten Weidekosten in der Datenbank geführt.

**Personalkosten**

Zur Berechnung zusätzlicher und eingesparter Personalkosten bei den einzelnen Verfahrensschritten wird ein Personalkostenansatz von 14 €/Akh (d.h. Euro pro Arbeitskraftstunde) zugrunde gelegt (SMUL 2007). Die Arbeitszeiten der einzelnen Arbeitsschritte, die bei einem Bewirtschaftungsverfahren anfallen, sind in der Datenbank in der Tabelle „maschinenkosten“ (siehe Teil C) abgelegt (vgl. Abschnitt variable Maschinenkosten/Arbeitszeitbedarf). In der Tabelle „maschinen\_pro\_verfahren“ wird der Arbeitszeitbedarf entsprechend des Nutzungsanteils für das Verfahren definiert, d.h. zum Beispiel, ob ein Arbeitsgang ein oder zweimal durchgeführt wird. Die Berechnungen selbst sind in Ecopay im Programmcode eingebaut.

**8 Simulierung und Optimierung**

In diesem Kapitel wird die zunächst Vorgehensweise bei der Simulierung (Teil A, Kapitel 8.1) und anschließend bei der Optimierung in Ecopay erläutert (Teil A, Kapitel 8.2). Unter Simulierung wird die Effektivitäts- und Kostenanalyse verstanden.

**8.1 Simulierung in Ecopay**

Der Anwender kann sowohl Agrarumweltprogramme im Hinblick auf ihre ökologische Wirkung und ihre Budgethöhe (Teil A, Kapitel 8.1.1) als auch die Maßnahmenwirksamkeit und die Kosten von Maßnahmen für ausgewählte Arten und Lebensraumtypen (Teil A, Kapitel 8.1.2) simulieren (vgl. Teil C, Kapitel 6).

**8.1.1 Effektivitätsanalyse von Agrarumweltprogrammen**

Eine wichtige Funktion von Ecopay ist die Simulierung der Wirkungen bestehender oder möglicher Agrarumweltprogramme auf ausgewählte Arten und Lebensraumtypen und die Bestimmung des resultierenden Gesamtbudgets. Wie in Kapitel 6 ausgeführt, werden in Ecopay die ökologischen Wirkungen von Programmen über die Größe der effektiven Habitatfläche für ausgewählte Arten und Lebensraumtypen abgeschätzt. Für jede Art<sup>10</sup>  $j$  wird mit Hilfe des ökologischen Modells die effektive Habitatfläche  $A_j^{eff}$  in Abhängigkeit von den Artenanforderungen und den von den Agrarumweltprogrammen determinierten Landnutzungsmaßnahmen bestimmt.

Ein spezifisches Agrarumweltprogramm ist über mehrere vom Anwender zu bestimmende Größen festgelegt. Diese Größen lassen sich in zwei Eingabebereiche unterteilen:

- 1 Der erste Eingabebereich bezieht sich auf die Auswahl einer oder mehrerer Landnutzungsmaßnahmen  $m$ , den dazugehörigen Zahlungen  $p_m$  und der jeweiligen Maximal-

<sup>10</sup> Die Bezeichnung „Art“ schließt im Folgenden auch die zu schützenden Lebensraumtypen ein.

fläche  $A_m^{\max}$ , auf der eine ausgewählte Maßnahme  $m$  in einem der beiden Bundesländer durchgeführt werden soll. Die Angabe einer Maximalfläche für jede ausgewählte Landnutzungsmaßnahme ist notwendig, damit die Software nicht allen Pixeln dieselbe Landnutzungsmaßnahme zuweisen kann. In Zusammenhang mit den Zahlungen  $p_m$  für die Durchführung einer Landnutzungsmaßnahme  $m$  kann man indirekt über die Maximalfläche  $A_m^{\max}$  ein maximales Budget für diese Maßnahme vorgeben.

- 2 Der zweite Eingabebereich beinhaltet die Auswahl der zu schützenden Arten  $j$  mit ihrer jeweiligen lokalen Mindesthabitatqualität  $q_j^{\min}$ . Diese muss für jede Art vom Anwender vorgegeben werden und stellt einen Mindestwert an Habitatqualität dar. Wie im Kapitel 6 erläutert, wird für jedes Pixel  $l$  vom ökologischen Modell die aus einer Landnutzungsmaßnahme  $m$  resultierende lokale Habitatqualität  $q_j^{l,m}$  berechnet. Für jede der ausgewählten Arten ergibt sich so ein Wert von  $q_j^{l,m}$  zwischen 0 (nicht geeignet für die Art) und 1 (sehr gut geeignet für die Art). Ob die durch eine Landnutzungsmaßnahme erzeugte Habitatqualität auf einem Pixel zu einer Fläche führt, die zur effektiven Habitatfläche einer Art dazugezählt wird, hängt von zwei Faktoren ab: erstens muss die vom ökologischen Modell berechnete Habitatqualität für eine Art  $j$  größer oder gleich der lokalen Mindesthabitatqualität sein, d.h.  $q_j^{l,m} \geq q_j^{\min}$ , zweitens muss das betrachtete Pixel in einer bestimmten Nähe zu Verbreitungspixeln, auf denen die Art vorkommt, liegen (dies ist vor allem bei Schmetterlingen mit ihrer begrenzten Ausbreitungsfähigkeit von Bedeutung, während bei Vögeln davon ausgegangen wird, dass sie mit ihrer Ausbreitungsfähigkeit alle geeigneten Pixel erreichen können; vgl. Kapitel 6). Ist eine der beiden Bedingungen für die Art  $j$  nicht erfüllt, so wird die Pixelfläche nicht zur effektiven Habitatfläche  $A_j^{\text{eff}}$  dazugezählt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten: In Ecopay wird ein Agrarumweltprogramm charakterisiert über die Auswahl der im Programm enthaltenen Landnutzungsmaßnahmen  $m$ , mit der jeweiligen zugeordneten Zahlung  $p_m$  und Maximalfläche  $A_m^{\max}$  sowie der Auswahl der zu schützenden Arten mit der für sie notwendigen Mindesthabitatqualität  $q_j^{\min}$ .

Nach Auswahl der Maßnahmen und der Arten sowie der dazugehörigen Vorgabe der Größen  $p_m$ ,  $A_m^{\max}$  und  $q_j^{\min}$  bestimmt die Software das daraus resultierende Landnutzungsmuster in der Region (Bundesland) über das folgende Verfahren:

1. Die Software identifiziert für jede ausgewählte Maßnahme  $m$  alle Pixel, für die die Differenz zwischen Zahlung und Kosten größer gleich 0 ist und für die mindestens eine Art die zugehörige Mindesthabitatqualität erreicht hat. Diese Pixel werden nach der Differenz von Zahlung und Kosten absteigend in einer Liste  $L_m$  für jede Maßnahme sortiert (z.B. gibt es bei fünf Maßnahmen die Listen  $L_1$  bis  $L_5$ ). Ist die Differenz von Zahlung und Kosten nicht größer gleich 0, so unterstellt Ecopay, dass auf dem Pixel weiter konventionell gewirtschaftet wird und keine Zahlung erfolgt.
2. Ecopay berücksichtigt nun nur noch die Pixel mit einer Differenz größer gleich 0 zwischen Zahlung und Kosten für mindestens eine ausgewählte Maßnahme  $m$ . Die endgültige Aufteilung der Maßnahmen auf die einzelnen Pixel erfolgt nun wie folgt: Aus jeder (Maßnahmen-)Liste  $L_m$  wird das erste Element (d.h. die höchste Differenz von Zahlung und Kosten für die

jeweilige Maßnahme) miteinander verglichen. Das erste Element mit der größten Differenz zwischen Zahlung und Kosten wird dem zugehörigen Pixel einmalig und fest zugeteilt. Der Algorithmus speichert, dass das Pixel vergeben ist. In der Liste, aus der die Maßnahme stammte (z.B.  $L_1$ ), wird zum nächsten Element der Liste weitergegangen. Bei den anderen Listen (im Beispiel  $L_2$  bis  $L_5$ ) wird weiter das erste Element betrachtet. Erneut werden die Differenzen zwischen Zahlung und Kosten verglichen, und das Pixel mit der größten Differenz, z.B. aus Maßnahmenliste  $L_2$ , bekommt den Zuschlag. Nun können zwei Situationen eintreffen:

(1) Das Pixel ist schon vergeben worden (im Beispiel bei der ersten Abfrage über  $L_1$ ) und wurde gespeichert. In diesem Fall passiert nichts und in der zugehörigen Liste  $L_2$  wird zum nächsten Element weitergegangen.

(2) Das Pixel ist noch nicht vergeben. Dann wird die Maßnahme einmalig und fest zugeteilt, das Pixel wird als vergeben gespeichert und es wird in der zugehörigen Liste  $L_2$  zum nächsten Element weitergegangen.

Dieses Verfahren wird fortgesetzt bis entweder (i) allen Pixeln, die die geforderte lokale Mindestqualität erfüllen, eine Maßnahme zugeordnet ist oder (ii) alle Maximalflächen  $A_m^{\max}$  erreicht wurden oder (iii) allen Pixeln mit einer positiven Differenz zwischen Zahlung und Kosten eine Maßnahme zugewiesen wurde (d.h. alle Listen  $L_m$  abgearbeitet sind). Alle Pixel, denen keine Maßnahme zugewiesen wurde (weil entweder ihre Maximalflächen erreicht wurden oder weil für keine Maßnahme die Zahlung die Kosten übersteigt), werden als konventionell bewirtschaftet registriert.

Die beschriebene Vorgehensweise basiert auf dem Gedanken, dass sich in der Realität die Landwirte bei derjenigen Maßnahme am intensivsten um die Teilnahme bemühen, bei der die Zahlung die Kosten am deutlichsten übersteigt. Dies gilt jedenfalls, solange die Maßnahme noch verfügbar ist, d.h.  $A_m^{\max}$  noch nicht erreicht ist. Danach werden die Landwirte sich bemühen, die Maßnahme, die für sie am zweitattraktivsten ist, zu bekommen, usw. Mit diesem Verfahren bekommen die Landwirte (soweit möglich) die von ihnen monetär präferierte Maßnahme zugeteilt.

Das Budget, welches auf der Ebene eines Bundeslandes benötigt wird, ergibt sich aus der Summe der Zahlungen  $p_m$  für die jeweiligen Maßnahmen  $m$  multipliziert mit der Anzahl der Pixel  $l_m$  auf denen die Maßnahmen durchgeführt werden (Gl. (8-1)):

$$B = \sum_m p_m l_m \quad \text{Gl. (8-1)}$$

Insgesamt liefert diese Effektivitätsanalyse das aus den Zahlungsvorgaben und der Maßnahmen- und Artenauswahl resultierende regionale Landnutzungsmuster, den daraus entstehenden ökologischen Nutzen für die zu schützenden Arten in Form der lokalen Habitatqualität aufsummiert für alle ausgewählten Arten und die Maßnahme, die auf dem einzelnen Pixel durchgeführt wird, sowie der effektiven (die Habitatqualität berücksichtigenden) Habitatflächen und das insgesamt aufgewendete Budget.

### 8.1.2 Simulierung von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten

Bei der Simulierung von Wirksamkeit und Kosten einzelner Maßnahmen wird jede Maßnahme für sich betrachtet. Das heißt, es werden für jedes Pixel der ökologische Nutzen mithilfe

der lokalen Habitatqualitäten  $q_j^{l,m}$  der ausgewählten zu schützenden Arten  $j$  für die ausgewählten Landnutzungsmaßnahme  $m$  sowie die Kosten für die ausgewählten Maßnahmen abgeschätzt.

## 8.2 Optimierung und Bestimmung der Kosteneffizienz von Agrarumweltprogrammen

Im Rahmen der Optimierung zur Bestimmung von kosteneffizienten Landnutzungsmustern in einer Region bzw. der Bestimmung von kosteneffizienten Agrarumweltprogrammen ist zu berücksichtigen, dass für die Zahlungen für die verschiedenen Maßnahmen ein bestimmtes Budget auf der Ebene des Bundeslandes benötigt wird. Bei der Bestimmung der Kosteneffizienz von Programmen kann der Anwender daher prinzipiell zwischen zwei Optionen wählen:

### 8.2.1 Option 1: Vorgabe des Budgets

Der Anwender gibt ein bestimmtes Budget  $B_0$  vor und die folgende Zielfunktion wird maximiert unter der Bedingung, dass das vorgegebene Budget nicht überschritten werden darf (Gl. (8-2)):

$$A = \sum_j w_j A_j^{eff} \rightarrow \max \quad \text{unter der Nebenbedingung } B \leq B_0 \quad \text{Gl. (8-2)}$$

Die Größe  $A$  ist die gewichtete Summe der effektiven Habitatflächen  $A_j^{eff}$  aller Arten, die der Anwender als zu schützende Arten bestimmt hat. Mit dem Gewichtungsfaktor  $w_j$  kann der Anwender die relative Wichtigkeit dieser Arten bestimmen. Wenn zum Beispiel  $w_1$  doppelt so groß ist wie  $w_2$ , dann bedeutet dies, dass die Art bzw. die Habitatfläche von Art 1 mit doppelt so großer Wichtigkeit in die Optimierung eingeht, wie die von Art 2. Die Gewichtungsfaktoren  $w_j$  sind mit Werten zwischen 1 und 100 anzugeben, die die Wichtigkeit des Schutzes der Art aus Sicht des Entscheiders widerspiegelt, wobei 1 unwichtig und 100 sehr wichtig entspricht (für weitere Erläuterungen siehe Teil B, Kapitel 7.2).

Ecopay berechnet aus diesen Vorgaben nun für das vorgegebene Budget  $B_0$  dasjenige Landnutzungsmuster, welches die Zielfunktion (Gl. (8-2)) maximiert. Außerdem schätzt die Software die notwendigen Zahlungen für die Durchführung der Maßnahmen ab, die notwendig sind, um dieses Muster zu erreichen bzw. dieses Landnutzungsmuster im betreffenden Bundesland zu implementieren.

### 8.2.2 Option 2: Vorgabe des Naturschutzzieles

Der Anwender gibt das Naturschutzziel vor, das mit dem Agrarumweltprogramm erreicht werden soll, und das für die Erreichung dieses Zieles notwendige Budget wird minimiert. Das Naturschutzziel wird in Form von Mindestgrößen für effektive Habitatflächen  $A_j^{\min}$  für alle vom Anwender als schützenswert eingestufte Arten  $j$  formuliert (Gl. (8-3)):

$$B \rightarrow \min \quad \text{unter der Nebenbedingung } A_j \geq A_j^{\min} \quad \text{für alle } j \quad \text{Gl. (8-3)}$$

Eine explizite Gewichtung der Arten ist nicht notwendig, da eine implizite Gewichtung durch die Mindestgröße für die effektive Habitatfläche  $A_j^{\min}$  einer jeden Art  $j$  gegeben ist.

### 8.2.3 Weitere Vorgaben zur Optimierung

Der Anwender muss nun noch entscheiden, ob die Bestimmung des kosteneffizienten Agrarumweltprogramms sich (1) auf von ihm vorher ausgewählte Landnutzungsmaßnahmen beschränkt oder ob (2) alle 475 in Ecopay enthaltenen Maßnahmen berücksichtigt werden sollen. **Achtung!** Die Optimierung ist ein langwieriger Prozess. Die Rechenzeit des Programms kann je nach Größe der Eingabe bis zu mehreren Tagen dauern, bis das Ergebnis vorliegt. Bei (1) muss der Anwender die entsprechenden Landnutzungsmaßnahmen auswählen und die Software bestimmt dann unter den ausgewählten Maßnahmen das kosteneffiziente Landnutzungsmuster und die dazugehörigen Kompensationszahlungen. Ein solches Vorgehen ist angebracht, wenn bereits eine Vorauswahl der möglichen Maßnahmen getroffen wurde (z.B. mithilfe der Simulierung von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten). Bei (2) berücksichtigt Ecopay bei der Bestimmung des kosteneffizienten Landnutzungsmusters und der dazugehörigen Kompensationszahlungen alle in Ecopay aufgenommenen Landnutzungsmaßnahmen.

### 8.2.4 Optimierungsverfahren

Die Bestimmung der Kosteneffizienz erfolgt bei beiden Optionen durch „simulated annealing“, einem numerischen Optimierungsverfahren. Hierbei wird der bei der Effektivitätsanalyse (Teil A, Kapitel 8.1) beschriebene Algorithmus für immer wieder unterschiedliche Zahlungen für die einzelnen Maßnahmen wiederholt. Die aus den Effektivitätsanalysen resultierenden Gesamtbudgets und ökologischen Nutzen werden miteinander verglichen und beurteilt. Eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens findet sich in Kapitel 9.

## 9 Technische Details

### 9.1 Technische Grundlagen der Implementierung

Die Software ist in C++ geschrieben und basiert auf den Microsoft MFC Klassen. Die Entwicklungsumgebung ist Visual C++. Als Datenbank wird MySQL von ORACLE verwendet, im speziellen die frei verfügbare Version „MYSQL Community Server Release 5.1“ mit dem ebenfalls freien C++ Connector von ORACLE (Version 1.0.5) (s. <http://www.mysql.com/>). Die Schnittstelle zwischen Datenbank und Ecopay ist im Datenbank Objekt (datenbank.cpp und datenbak.h) hinterlegt. Sollte MySQL durch eine andere Datenbank ersetzt werden, müssen in diesem Datenbankobjekt die Funktionen an die neue Datenbank angepasst werden. Auf der mitgelieferten CD befindet sich das ausführbare Programm (ecopay.exe). Der Quellcode von Ecopay ist auf Nachfrage frei erhältlich.

### 9.2 Optimierungsalgorithmus

Die Optimierung basiert auf dem „simulated annealing“- (auf Deutsch: Simulierte Abkühlung) Algorithmus. Es handelt sich um ein heuristisches Optimierungsverfahren, das wir anwenden, weil die Komplexität der Optimierung in Ecopay das konkrete ausrechnen eines Optimums nicht zulässt. Die Grundidee des „simulated annealing“ basiert auf einem Verfahren aus der Physik und ist einem Abkühlungsprozess nachempfunden. Lässt man ein erhitztes Metall langsam genug Abkühlen, so dass die Atome ausreichend Zeit haben, sich zu ordnen und stabile Kristalle zu bilden, dann wird ein energetischer Zustand nahe am Optimum erreicht.

Dieses Verfahren wurde von Kirkpatrick et al. (1983) als Optimierungsverfahren eingeführt, um ein globales Maximum (Minimum) für Funktionen aufzufinden, die mehrere lokale Maxima (Minima) besitzen (vgl. Abb. 9-1). In jedem Iterationsschritt der Optimierung wird zufällig eine Lösung für die Optimierung generiert. Diese Lösung wird mit der bisher besten Lösung verglichen. Ist die neue Lösung im Sinne des gesuchten Optimums besser als die bisherige, so wird die neue Lösung als Beste gespeichert und man erzeugt im nächsten Iterationsschritt eine neue zufällige Lösung. Ist die erzeugte Lösung schlechter als die bisher Beste, so wird zufällig entschieden, ob sie trotzdem als beste Lösung gespeichert wird. Das bedeutet, das Verfahren lässt auf dem Weg zum Optimum schlechtere Zwischenergebnisse zu, um die Wahrscheinlichkeit eines Verharrens in einem lokalen Maximum (Minimum) zu reduzieren.

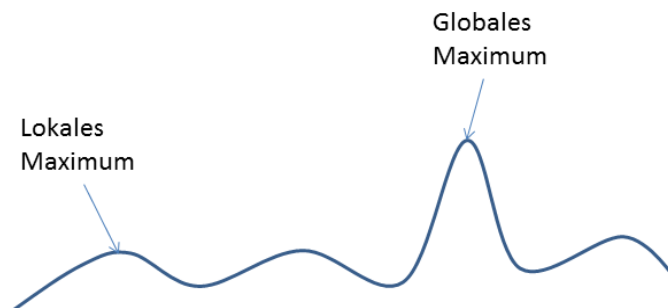


Abb. 9-1: Veranschaulichung einer Funktion mit lokalem und globalem Maximum



## **Teil B Anwendung von Ecopay**

### **1 Anleitung zur Anwendung von Ecopay**

**In diesem Kapitel wird Schritt für Schritt mit Hilfe von Screenshots erklärt, wie die einzelnen Fenster von Ecopay angewählt und bedient werden können. Auf Grund der Fülle der Screenshots sind nur solche nummeriert, die nicht ausschließlich für den nebenstehenden, erklärenden Text von Bedeutung sind, sondern auf die auch noch im späteren Text verwiesen wird. Einige Erläuterungen zu den Menüpunkten **Simulierung** und **Optimierung** sind identisch und sollen dem Leser das Hin- und Herblättern ersparen.**

#### **1.1 Allgemeines zur Anwendung**

Die Dateneingabe in Ecopay erfolgt sowohl über Editierfelder, d.h. dass die Eingabe über die Tastatur erfolgt wie z.B. die Eingabe eines Artnamens, als auch über Auswahlfelder, d.h., dass die zutreffende Option ausgewählt wird. Die Namen der Felder, für die eine Auswahl oder eine Eingabe zu erfolgen hat, stehen in Anführungsstrichen (z.B. „Steckbrief“).

Den Steckbriefen liegt ein Basisdatensatz in der Datenbank zugrunde, der nicht veränderbar ist. Dies gewährleistet, dass die Software immer funktionsfähig bleibt.

## 2 Startseite

Die Startseite gibt eine kurze Einführung in Ecopay und die Anwendungsmöglichkeiten der Software. Die einzelnen Menüpunkte lassen sich sowohl über die Startseite ansteuern, als auch über die Hauptmenüleiste der Software.

**Software zur Bestimmung kosteneffizienter Ausgleichszahlungen für Artenschutzmaßnahmen im Grünland**

Die Software Ecopay wurde in dem DBU-Projekt SOKO Bio als Entscheidungshilfe für die Bundesländer Sachsen und Schleswig-Holstein entwickelt zur Bestimmung ökologisch effektiver und kosteneffizienter Kompensationszahlungen für Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Grünlandarten und Lebensräume. Veränderte ökonomische und ökologische Rahmenbedingungen können integriert werden.

Je nach Fragestellung bietet Ecopay dem Nutzer eine Entscheidungshilfe bei

- Abschätzung der Auswirkungen von Landnutzungsmaßnahmen auf gefährdete Grünlandarten sowie dabei entstehende Kosten (Simulierung Maßnahmenwirksamkeit und Kosten),
- der Beurteilung der Auswirkungen von bestehenden oder geplanten Agrarumweltmaßnahmen auf gefährdete Arten und Lebensräume im Grünland für unterschiedliche Budgets (Simulierung Agrarumweltprogramm) und
- der Auswertung, welches Agrarumweltprogramm Ziele für vom Entscheider festgelegte Arten und Lebensraumtypen für ausgewählte Budgets maximiert oder das Budget für die Erreichung ausgewählter Ziele minimiert (Optimierung).

Die berücksichtigten Daten zu den ausgewählten gefährdeten Grünlandarten und Lebensraumtypen können unter Steckbrief laden eingesehen und verändert werden.  
Steckbriefe für weitere Grünlandarten und Lebensraumtypen können unter Neuer Steckbrief angelegt werden.  
Unter Grünland laden lässt sich die zugrunde gelegte Zuordnung, welche Maßnahmen einen bestimmten Grünlandtyp erzeugen, anzeigen und verändern. Zusätzlich können neue Grünlandtypen-Maßnahmen-Zusammenhänge über Grünland eingeben angelegt werden.

Detaillierte Informationen zum Aufbau und zur Nutzung von Ecopay entnehmen Sie bitte dem Handbuch.

Simulierung:   Optimierung:

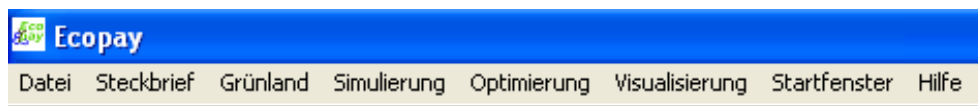
Steckbrief laden:    Neuer Steckbrief:

Grünland:

HELMHOLTZ ZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG UFZ  
Freie Universität Berlin  
b-tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus

## 3 Menüleiste von Ecopay

Die Menüleiste von Ecopay enthält die folgenden Menüpunkte:

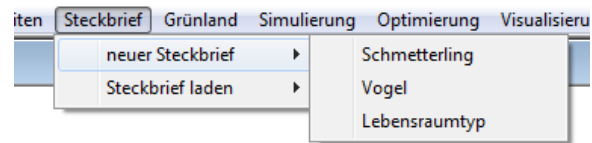


Unter dem Menüpunkt Datei lässt sich die Software schließen. Die weiteren Menüpunkte werden im Folgenden einzeln Schritt für Schritt vorgestellt.

## 4 Menüpunkt Steckbrief

In diesem Kapitel wird gezeigt, wie sich neue Steckbriefe hinzufügen oder bereits vorhandene Steckbriefe anzeigen lassen. Das Löschen von ganzen Steckbriefen kann nur über die Datenbank direkt erfolgen. Allgemeine Beschreibungen der im Basisdatensatz vorhandenen 15 Vogel- und 15 Schmetterlingsarten sowie der sieben Lebensraumtypen sind zusätzlich als Worddokumente bereitgestellt<sup>1</sup>.

Durch Anklicken des Menüpunktes „Steckbrief“ erhält man die Auswahl zwischen „neuer Steckbrief“ und „Steckbrief laden“.



### 4.1 Erstellen eines neuen Steckbriefes

„neuer Steckbrief“: Durch Anklicken des Menüpunktes „neuer Steckbrief“ öffnet sich die Auswahlliste für die Arten (Schmetterling, Vogel) und Lebensraumtypen, die als Schutzziele in Ecopay berücksichtigt werden können.

Durch Anklicken des jeweiligen Menüauswahlpunktes – „Schmetterling“, „Vogel“, „Lebensraumtyp“ – öffnet sich das spezifische Eingabefenster für das Erstellen eines neuen Steckbriefs der Art bzw. des Lebensraumtyps.

#### 4.1.1 Dateneingabefenster „Neuer Artensteckbrief Schmetterling“

Nach Anklicken des Auswahlpunktes „Schmetterling“ erscheint das Dateneingabefenster für den Steckbrief für Schmetterlinge. In diesem Fenster erfolgt für eine neue Schmetterlingsart die Dateneingabe zu den Parametern, die in das ökologische Modell (s. Teil A, Kapitel 6) fließen. Eine detaillierte Erläuterung zu den einzelnen einzugebenden Parametern findet sich in Teil A, Kapitel 3.

<sup>11</sup> Je nachdem, wie die Software zur Verfügung gestellt wird, befinden sich diese Dokumente auf der CD oder können über die Webseite heruntergeladen werden.

Im Folgenden wird das Dateneingabefenster für den Schmetterlingssteckbrief nach Parametergruppen (Rahmen mit roter Überschrift) erläutert.

### Name

- „Deutscher Name“: Bitte geben Sie den Namen der Art auf Deutsch ein.
- „Lateinischer Name“: Bitte geben Sie den Namen der Art auf Latein ein.

### Eiablage

- Zunächst muss die Eiablagewahrscheinlichkeit der Schmetterlingsart für die einzelnen Monatsviertel in % eingegeben werden. Die Eingabe muss ganzzahlig sein, d.h. Kommastellen sind nicht erlaubt. Monatsviertel ohne eine Eiablagewahrscheinlichkeit bekommen den Wert 0. Es ist darauf zu achten, dass die Gesamtsumme der Eiablagewahrscheinlichkeiten 100 ergeben muss, z.B. 4. Monatsviertel Mai 50, 1. und 2. Monatsviertel Juni 25.

Dies gilt auch für den Fall, dass eine Schmetterlingsart zwei Generationen pro Jahr hat. Die Eiablagewahrscheinlichkeiten sind entsprechend so zu wählen, dass sie für beide Generationen zusammen 100 ergeben. Die Gesamtsumme wird von der Software überprüft, wenn der Steckbrief für eine Schmetterlingsart gespeichert werden soll. Sollte die Summe nicht 100 ergeben, erscheint eine Fehlermeldung und Sie werden aufgefordert, Ihre Eingabe zu korrigieren.

- Besitzt eine Schmetterlingsart zwei Generationen pro Jahr und hängt der Reproduktionserfolg der zweiten Generation vollständig von dem Reproduktionserfolg der ersten Generation ab (siehe Teil A, Kapitel 6.4.5), wählen Sie bitte zusätzlich zu den Eiablagewahrscheinlichkeiten durch Anklicken in dem Auswahlfeld „Anfang“ den Anfang der Eiablage der zweiten Generation und in dem Auswahlfeld „Ende“ das Ende der Eiablage der zweiten Generation aus. Diese Angaben müssen sich mit den eingegebenen Eiablagewahrscheinlichkeiten decken: wird z.B. für eine zweite Generation der Start der Eiablage im 4. Monatsviertel Juli angegeben, darf die Eingabe im oberen Feld „4. Monatsviertel Juli“ nicht 0 betragen. Gleiches gilt für das Ende der Eiablage der zweiten Generation, z.B. muss bei einem ausgewählten Ende der Eiablage im 3. Monatsviertel September auch die letzte Eiablagewahrscheinlichkeit in diesem Monatsviertel eingetragen sein. Eine Umrechnung der Eiablagewahrscheinlichkeiten der beiden Generationen erfolgt im Programm intern. Sollten die beiden Generationen nicht zwingend voneinander abhängen, braucht kein Anfang und Ende der zweiten Eiablageperiode ausgewählt werden.

**Eiablage**

Eiablagewahrscheinlichkeit für die einzelnen Monatsviertel in %. Die Summe muss exakt 100% ergeben.

1. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="0"/>	4. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0"/>
2. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="0"/>	1. Monatsviertel August	<input type="text" value="0"/>
3. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="0"/>	2. Monatsviertel August	<input type="text" value="0"/>
4. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="0"/>	3. Monatsviertel August	<input type="text" value="0"/>
1. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="0"/>	4. Monatsviertel August	<input type="text" value="0"/>
2. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="0"/>	1. Monatsviertel September	<input type="text" value="0"/>
3. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="0"/>	2. Monatsviertel September	<input type="text" value="0"/>
4. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="0"/>	3. Monatsviertel September	<input type="text" value="0"/>
1. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0"/>	4. Monatsviertel September	<input type="text" value="0"/>
2. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0"/>	1. Monatsviertel Oktober	<input type="text" value="0"/>
3. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0"/>	2. Monatsviertel Oktober	<input type="text" value="0"/>

Falls die Schmetterlingsart zwei Generationen pro Jahr hat, wählen Sie bitte Anfang und Ende der zweiten Eiablageperiode.

Anfang:

Ende:

### Reproduktionsphase

- Kritische Reproduktionsphase: Bitte geben Sie die „Anzahl an Monatsvierteln“ ein, die die kritische Reproduktionsphase (vgl. Teil A, Kapitel 3) der Art dauert.

**Reproduktionsphase**

Kritische Reproduktionsphase: Anzahl an Monatsvierteln

Gesamte Reproduktionsphase: Anzahl an Monatsvierteln

Anzahl fuer 2. Generation, falls vorhanden:

Es ist eine ganzzahlige Eingabe erforderlich. (Ein Monatsviertel entspricht 7,5 Tagen.)

- Gesamte Reproduktionsphase: Bitte geben Sie die „Anzahl an Monatsvierteln“ ein, die die gesamte Reproduktionsphase der Art dauert. Es ist eine ganzzahlige Eingabe erforderlich. Falls die Art zwei Generationen hat, ist sowohl eine Angabe für die erste als auch die zweite Generation („Anzahl für 2. Generation, falls vorhanden“) notwendig, da sich die Dauer der Reproduktionsphasen der zwei Generationen unterscheiden kann. Gibt es nur eine Generation, wird das Eingabefeld „Anzahl für die 2. Generation, falls vorhanden“ frei gelassen, d.h. es erfolgt kein Eintrag.

### Ausbreitungsradius

- „Reichweite in km“: Geben Sie bitte den Ausbreitungsradius der Art in km ein. Hiermit definieren Sie, wie weit sich eine Art von ihrem Vorkommen ausgehend ausbreiten kann. Der Wert kann mit einer Kommastelle angegeben werden. **Achtung!** Bitte verwenden Sie anstelle eines Kommas einen Punkt für die Nachkommastelle.

### Ansprüche an maßnahmeabhängige Habitateignung

Es werden die Ansprüche der Art an die Habitateignung abgefragt, die sich in Abhängigkeit von dem Durchführen einer Maßnahme einstellen und für den Reproduktionserfolg der Art wichtig sind (vgl. Teil A, Kapitel 3.2.1 und 6.4.2-6.4.4).

- Vegetationsstratifikation: An dieser Stelle wird der Anspruch der Art an unterschiedliche Wuchshöhenklassen des Grünlandes spezifiziert. Ecopay unterscheidet drei Wuchshöhenklassen: „kurzrasig <10 cm“, „10cm < mittelhoch < 30 cm“, „hochwüchsig > 30 cm“. Kennzeichnen Sie bitte für jede dieser Wuchshöhenklassen mit einer Zahl zwischen 0 und 1 ihre Eignung für die Art. Der Wert kann mit einer Kommastelle angegeben werden. **Achtung!** Bitte verwenden Sie anstelle eines Kommas einen Punkt für die Nachkommastelle. Ein Wert von 0 bedeutet, dass die Wuchshöhe ungeeignet für die Art ist, 0.5 entspricht einer geeigneten Wuchshöhe und ein Wert von 1 gibt die bevorzugte Wuchshöhe an.

- Grünland: Das Vorkommen von Schmetterlingen hängt in der Regel stark von bestimmten Pflanzen ab. Dies wird in Ecopay durch die Abfrage nach geeigneten Grünlandtypen für die Art berücksichtigt. **Achtung!** Dies bedeutet gleichzeitig, dass in Ecopay ein Schmetterling nur auf Grünlandtypen vorkommen kann, die an dieser Stelle für ihn ausgewählt werden. Für alle anderen Grünlandtypen wird automatisch davon ausgegangen, dass der Schmetterling nicht auf ihnen vorkommt. Um die für die Art geeigneten Grünlandtypen auszuwählen, klicken Sie bitte auf den Pfeil (Drop Down) unter „Wählen Sie bitte geeignete Grünlandtypen für die Art aus“. Es öffnet sich eine Liste mit allen in der Datenbank hinterlegten Grünlandtypen. Sobald Sie einen Grünlandtyp anklicken, erscheint dieser in dem Feld „Liste ausgewählter Grünlandtypen“. Wiederholen Sie den Auswahlvorgang, bis sich alle von Ihnen gewünschte Grünlandtypen in dem Feld „Liste ausgewählter Grünlandtypen“ befinden. Möchten Sie einen Grünlandtypen wieder aus der Liste entfernen, erreichen Sie dies mit einem Doppelklick auf den Namen des Grünlandes im Feld „Liste ausgewählter Grünlandtypen“. Der angeklickte Grünlandtyp wird aus der Gesamtliste gelöscht. Sollten Sie bei der vorliegenden Auswahl einen spezifischen Grünlandtypen vermissen, so können Sie durch Anklicken des Hauptmenüpunktes „Grünland“ (s. Teil B, Kapitel 3) ein Eingabefenster öffnen, das Ihnen die Eingabe eines zusätzlichen Grünlandtyps ermöglicht (siehe weiter unten Teil B, Kapitel 5).

### Ansprüche an maßnahmeunabhängige Habitateignung

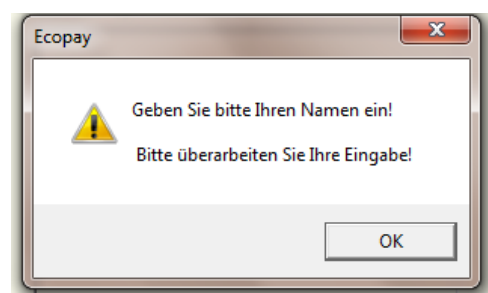
Es werden die Ansprüche der Art an die Habitateignung abgefragt, die unabhängig von dem Durchführen einer Maßnahme und für den Reproduktionserfolg der Art wichtig sind (vgl. Teil A, Kapitel 3.2.1 und 6.4.1).

- **Feuchtestufen:** An dieser Stelle wird der Anspruch der Art an unterschiedliche Feuchtestufen des Bodens spezifiziert. Ecopay unterscheidet drei Feuchtestufen: „trocken“, „frisch“ und „feucht“. Geben Sie bitte für jede dieser Feuchtestufen mit einer Zahl zwischen 0 und 1 ihre Eignung für die Art ein. Der Wert kann mit einer Kommastelle angegeben werden. **Achtung!** Bitte verwenden Sie anstelle eines Kommas einen Punkt für die Nachkommastelle. Ein Wert von 0 bedeutet, dass die Feuchtestufe ungeeignet für die Art ist, 0.5 entspricht einer geeigneten Feuchtestufe und ein Wert von 1 gibt die bevorzugte Feuchtestufe an.

„Die Eingabe der Daten erfolgte durch“: Nachdem Werte für alle Parameter eingegeben und/oder ausgewählt worden sind, müssen Sie noch einen Namen in das Feld „Die Eingabe der Daten erfolgte durch“ eingeben. Dieses Feld dient vor allem der Unterscheidung von unterschiedlich ausgefüllten Steckbriefen für die gleiche Art sowie der Zuordnung von Steckbriefen zu verschiedenen Anwendern, falls die Datenbank nicht exklusiv von nur einem Anwender benutzt wird. Eine Eingabe ist zwingend erforderlich.

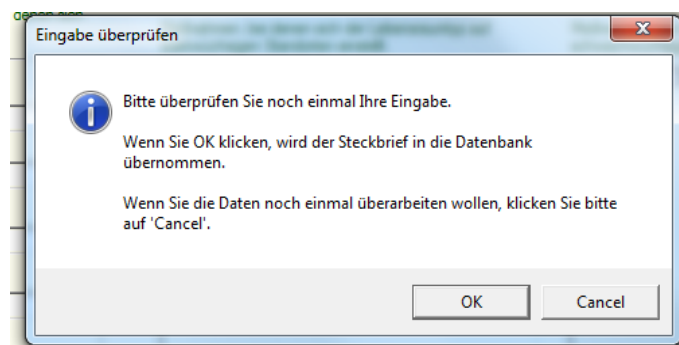
„Abbrechen“: Sie können das Steckbrief-Fenster schließen, ohne dass Ihre Eingabe gespeichert wird, indem Sie auf „Abbrechen“ klicken.

„Speichern“: Soll der Steckbrief mit den eingegebenen Daten gespeichert werden, klicken Sie bitte auf „Speichern“. Es erfolgt eine Überprüfung Ihrer Eingabe auf Vollständigkeit. Sollten notwendige Eingaben fehlen, reagiert das Programm mit einer Fehlermeldung und fordert Sie auf, die fehlende(n) Eingabe(n) zu vervollständigen. Fehlt zum Beispiel eine Eingabe im Feld „Die Eingabe der Daten erfolgte durch“, erscheint die nebenstehende Fehlermeldung.



War diese Überprüfung auf Vollständigkeit der Dateneingabe erfolgreich, werden Sie aufgefordert, Ihre Daten noch einmal auf Richtigkeit zu überprüfen.

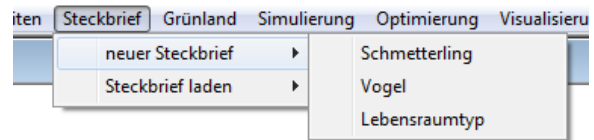
Erst nachdem Sie an dieser Stelle „OK“ geklickt haben, werden die Daten in die Datenbank übernommen.





### 4.1.2 Dateneingabefenster „Neuer Artensteckbrief Vogel“

Das Eingabefenster für die Artengruppe Vögel erreichen Sie, wenn Sie den Menüpunkt „Vogel“ anklicken.



An dieser Stelle werden nur die Eingabefelder vorgestellt, die sich von denen im Steckbriefeingabefenster für Schmetterlinge unterscheiden. Erläuterungen für die Dateneingabe zum Namen, den Eiablagewahrscheinlichkeiten, der Reproduktionsphasen, des Ausbreitungsradius, der Artansprüche an Vegetationsstratifikation sowie Feuchtestufen finden Sie im Kapitel „Neuer Artensteckbrief Schmetterling“, Teil B, Kapitel 4.1.1.

The screenshot shows the 'Neuer Artensteckbrief Vogel' window. It contains several input sections:

- Name:** Fields for 'Deutscher Name' and 'Lateinischer Name'.
- Eiablage:** A grid of 16 input fields for monthly quarters (e.g., '1. Monatsviertel März') and a dropdown for 'Letztes mögliches Monatsviertel, falls Ersatzbrut erfolgt'.
- Reproduktionsphase:** Fields for 'Kritische Reproduktionsphase' and 'Gesamte Reproduktionsphase'.
- Ausbreitungsradius:** A field for 'Reichweite in km'.
- Artansprüche an maßnahmeabhängige Habitataignung:**
  - Vegetationsstratifikation:** Legend (0=ungeeignet, 0.5=geeignet, 1=bevorzugt) and input fields for 'kurzrasig < 10 cm', '10 cm < mittelhoch < 30 cm', and 'hochwüchsig > 30 cm'.
  - Feuchtestufen:** Legend (0=ungeeignet, 0.5=geeignet, 1=bevorzugt) and input fields for 'trocken', 'frisch', and 'feucht'.
  - Räumliche Strukturelemente:** Radio buttons for 'neutral', 'fördernd', and 'essentiell' for 'Wald', 'Wasser', and 'Siedlung'.
  - Prädationsdruck:** Legend (0=vernichtender Einfluss, 1=kein Einfluss) and an input field.
- Footer:** 'Die Eingabe der Daten erfolgte durch' field, 'Speichern', and 'Abbrechen' buttons.



*Eiablage*

- Eiablagewahrscheinlichkeiten: Die Erläuterungen finden Sie in Teil B, Kapitel 4.1.1 beim Schmetterlingssteckbrief.
- Ersatzbrut: Falls es zum Verlust ihres Geleges kommt, produzieren einige Vogelarten eine Ersatzbrut. Trifft dies für die Art zu, für die der Steckbrief angelegt wird, geben Sie bitte die Wahrscheinlichkeit einer Ersatzbrut für die Art als ganzzahligen Wert in das Feld „Wahrscheinlichkeit einer Ersatzbrut in %“ ein. Kommastrichen sind somit nicht zugelassen. Zusätzlich wählen Sie bitte aus der Auswahlliste „Letztes mögliches Monatsviertel, falls Ersatzbrut erfolgt“, das letzte Monatsviertel im Jahr aus, in dem eine Ersatzbrut erfolgt. Bitte beachten Sie, dass Sie nicht nur ein Feld ausfüllen können, sondern es müssen entweder beide Felder zur Ersatzbrut ausgefüllt werden oder beide müssen ohne Eingabe bleiben.
- Eine zweite Generation, deren Bruterfolg ausschließlich vom Bruterfolg der ersten Generation abhängig ist, ist bei Vögeln nicht vorgesehen.

*Artansprüche an maßnahmeabhängige Habitateignung*

Es werden die Ansprüche der Art an die Habitateignung abgefragt, die sich in Abhängigkeit von dem Durchführen einer Maßnahme einstellen und für den Reproduktionserfolg der Art wichtig sind (vgl. Teil A, Kapitel 3.2.1 und 6.4.2-6.4.4). Bei den Vogelarten erfolgt deshalb im Gegensatz zu den Schmetterlingen keine direkte Zuordnung zu Grünlandtypen.

- Vegetationsstratifikation: Die Erläuterungen finden Sie in Teil B, Kapitel 4.1.1 beim Schmetterlingssteckbrief.

*Artansprüche an maßnahmeunabhängige Habitateignung*

Es werden die Ansprüche der Art an die Habitateignung abgefragt, die für den Reproduktionserfolg der Art wichtig sind, und deren Entstehen nicht von der Maßnahme abhängt (vgl. Teil A, Kapitel 3.2.1 und 6.4.1).

- Feuchtestufen: Die Erläuterungen finden Sie in Teil B, Kapitel 4.1.1 beim Schmetterlingssteckbrief.
- Räumliche Strukturelemente: Für Vögel wird zwischen drei räumlichen Strukturelementen unterschieden, die sich bei der vorliegenden Datenscharfe für die Grünlandpixel erfassen lassen. In der Datenbank ist für jedes Grünlandpixel erfasst, ob in seiner direkten Nachbarschaft ein Pixel mit Wald, Wasser oder einer Siedlung angrenzt. Den Einfluss dieser räumlichen Elemente auf die Art geben Sie bitte für Wald, Wasser und Siedlung einzeln an, indem Sie das Zutreffende anklicken.

„neutral“ bedeutet, dass das räumliche Strukturelement keinen Einfluss auf die Art hat.

„fördernd“ bedeutet, dass sich das Vorkommen des räumlichen Strukturelementes positiv auf die Art auswirkt.

„essentiell“ bedeutet, dass das räumliche Strukturelement für die Art zwingend erforderlich ist. Liegt kein entsprechendes Strukturelement in der Nachbarschaft des Grünlandpixels, so ist das Pixel für die Art nicht geeignet.

*Prädationsdruck*

- Erfassung des Prädationsdrucks auf die Art: An dieser Stelle wird die Empfindlichkeit der Art gegenüber einer Prädation eingestellt. Geben Sie bitte mit einer Zahl zwischen 0 und 11 den Einfluss von Prädation auf die Art ein. Der Wert kann mit einer Kommastelle angegeben werden. **Achtung!** Bitte verwenden Sie anstelle eines Kommas einen Punkt für die Nachkommastelle. Ein Wert von 0 bedeutet, dass die Prädation einen vernichtenden Einfluss auf die Art hat und ein Wert von 1, dass die Art nicht beeinflusst wird.

Prädationsdruck

Einfluss von Prädation. Der Wertebereich liegt zwischen 0 - 1 mit folgender Einteilung:

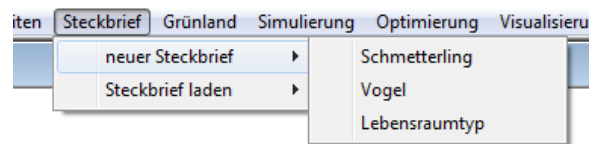
0 = vernichtender Einfluss    

1 = kein Einfluss

„Die Eingabe der Daten erfolgte durch“, „Speichern“, „Abbrechen“: Die Erläuterungen finden Sie in Teil B, Kapitel 4.1.1 beim Schmetterlingssteckbrief. (Diese Felder verhalten sich wie die entsprechenden Felder im Steckbrief für die Schmetterlinge. Auch die Abläufe des Speichervorgangs sind identisch.)

**4.1.3 Dateneingabefenster „Neuer Steckbrief Lebensraum“**

Das Eingabefenster für die Gruppe Lebensraumtyp erreichen Sie, wenn Sie den Menüpunkt „Lebensraumtyp“ anklicken.



An dieser Stelle werden nur die Eingabefelder vorgestellt, die sich von denen im Steckbriefeingabefenster für Schmetterlinge unterscheiden.

**Neuer Steckbrief Lebensraumtyp**

---

Name

FFH-Code     Deutscher Name     Lateinischer Name

---

**Anspruch an Feuchtstufe**

Der Wertebereich liegt zwischen 0 und 1 mit folgender Einteilung: 0 = ungeeignet, 0.5 = geeignet, 1 = bevorzugt

trocken     frisch     feucht

---

**Anspruch an Höhenlage**

Bitte wählen Sie die zutreffende Höhe aus:

hoch (>500m üNN)     tief (< 500m üNN)     unabhängig

---

Wählen Sie bitte die Maßnahmen aus, bei denen sich der Lebensraumtyp einstellt.

**Nutzung**

Art der Maßnahme

Startpunkt der Maßnahme

Abstand zur 1. Nutzung in MV

Tierart

Besatzdichte in

Düngung  ja     nein

Wüchsigkeit des Standorts  starkwüchsig     schwachwüchsig

Maßnahmen, bei denen sich der Lebensraumtyp auf starkwüchsigsten Standorten einstellt.

Maßnahmen, bei denen sich der Lebensraumtyp auf schwachwüchsigsten Standorten einstellt.

---

Die Eingabe der Daten erfolgte durch

### Name

- „FFH-Code“: Falls es sich um einen FFH-Lebensraumtypen handelt, geben Sie bitte den zugehörigen FFH-Code ein.
- „Deutscher Name“ und „Lateinischer Name“: Die Erläuterungen finden Sie in Teil B, Kapitel 4.1.1 beim Schmetterlingssteckbrief.

### Anspruch an Feuchtestufe:

Die Erläuterungen finden Sie in Teil B, Kapitel 4.1.1 beim Schmetterlingssteckbrief.

### Anspruch an Höhenlage

An dieser Stelle wird der Anspruch des Lebensraumtyps an die Höhenlage spezifiziert. Wählen Sie bitte aus, ob der Lebensraumtyp nur über 500 m ü.NN, nur unter 500 m ü.NN vorkommt oder ob er unabhängig von der Höhenlage des Grünlandpixels ist.

### Nutzung

An dieser Stelle wählen Sie die Maßnahmen aus, die dazu führen, dass sich der Lebensraumtyp einstellen kann. Dabei wird im Umkehrschluss für alle Maßnahmen, die nicht ausgewählt werden, davon ausgegangen, dass sich der Lebensraum für sie nicht einstellt. Die Spezifizierung der Maßnahme erfolgt schrittweise.

„Art der Maßnahme“: Als erstes wählen Sie die Art der Maßnahme aus. Alle zur Verfügung stehenden Maßnahmenarten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down) unter „Art der Maßnahme“. Klicken Sie auf die Art der Maßnahme, die Sie auswählen möchten.

„Startpunkt der Maßnahme“: Erst nachdem eine Maßnahmenart ausgewählt wurde, lässt sich die Liste der möglichen Startpunkte der Maßnahmen anzeigen. Dies liegt daran, dass sich die möglichen Maßnahmestartpunkte in Abhängigkeit von der Art der Maßnahme unterscheiden können. Alle für die gewählte Art der Maßnahme zur Verfügung stehenden Startpunkte erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf den Startpunkt, den Sie auswählen möchten.

„Abstand zur 1. Nutzung in MV“: Erst nachdem ein Startpunkt der Maßnahme ausgewählt wurde, lässt sich die Liste der möglichen Abstände zwischen der ersten und einer möglichen zweiten Nutzung einer Maßnahme anzeigen. Dies liegt wiederum daran, dass sich diese Abstände in

Wählen Sie bitte die Maßnahmen aus, bei denen sich der Lebensraumtyp einstellt.

Abhängigkeit von der Art der Maßnahme unterscheiden können. Alle für die gewählte Art der Maßnahme zur Verfügung stehenden Abstände von der 1. zur 2. Nutzung erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf den Abstand, den Sie auswählen möchten. Der Abstand ist in Monatsvierteln (MV) angegeben. Die Auswahl 0 bedeutet, dass nur eine Nutzung stattfindet.

„Tierart“ und „Besatzdichte in GV/ha“: Wenn die ausgewählte „Art der Maßnahme“ zu den Mähweide- oder Weideregimes gehört, müssen Sie nun die Tierart und die Besatzdichte wählen. Alle zur Verfügung stehenden Auswahlmöglichkeiten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf die Tierart (handelt es sich um ruhige oder lebhaftere Tiere oder eine Mischung aus beidem) und die Besatzdichte, die Sie auswählen möchten. Wurde als „Art der Maßnahme“ Mahd ausgewählt, wird sowohl die Auswahl für die Tierart als auch für die Besatzdichte ausgeblendet.

„Düngung“: Bitte wählen Sie aus, ob eine standortangepasste reduzierte Düngung erlaubt sein soll (Klick bei ja) oder nicht (Klick bei nein) (vgl. Teil A, Kapitel 4). Falls für die ausgewählte Nutzung nur eine Düngungseinstellung möglich ist, wird diese vom Programm voreingestellt und die Auswahl wird ausgeblendet.

„Wüchsigkeit des Standorts“: Da Landnutzungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Wüchsigkeit eines Standortes unterschiedliche Lebensraumtypen generieren, geben Sie an dieser Stelle an, ob die von Ihnen eingegebene Nutzung den Lebensraumtyp bei einem stark- oder schwachwüchsigen Standort erzeugt. Zum Beispiel kann ein 1-Schnitt-Mahdregime auf einem schwachwüchsigen Standort den gewünschten Lebensraumtyp erzeugen, während dies auf dem starkwüchsigen Standort durch die höhere Biomasse nicht ausreichend ist und stattdessen ein 2-Schnitt-Mahdregime notwendig wird. Durch Anklicken von entweder „stark-“ oder „schwachwüchsig“ wird die Maßnahme automatisch in die entsprechende Maßnahmenliste übernommen.

Möchten Sie eine Maßnahme aus einer der beiden Maßnahmenlisten löschen, erreichen Sie dies mit einem Doppelklick auf den Namen der Maßnahme in der Liste.

The screenshot shows a form titled 'Nutzung'. It contains several dropdown menus: 'Art der Maßnahme' (set to 'Mahd'), 'Startpunkt der Maßnahme' (set to '2. MV Juni, 22.'), 'Abstand zur 1. Nutzung in MV' (set to '8'), 'Tierart' (empty), and 'Besatzdichte in' (empty).

The screenshot shows the same 'Nutzung' form but with 'Ganzjahresweide' selected in the 'Art der Maßnahme' dropdown. The 'Startpunkt der Maßnahme' is '1. MV Januar, 1.', 'Abstand zur 1. Nutzung in MV' is '0', 'Tierart' is '3. Viehmix', and 'Besatzdichte in' is '0.50'. Below these are two sections: 'Düngung' with radio buttons for 'ja' (selected) and 'nein', and 'Wüchsigkeit des Standorts' with radio buttons for 'starkwüchsig' (selected) and 'schwachwüchsig'.

Wählen Sie bitte die Maßnahmen aus, bei denen sich der Lebensraumtyp einstellt

**Nutzung**

Art der Maßnahme

Startpunkt der Maßnahme

Abstand zur 1. Nutzung in MV

Tierart

Besatzdichte in

Düngung  
 ja  nein

Wüchsigkeit des Standorts  
 starkwüchsig  schwachwüchsig

Maßnahmen, bei denen sich der Lebensraumtyp auf starkwüchsigem Standorten einstellt.  
 Ganzjahresweide, 1/0,0.5 (GV), 0 (D)

Maßnahmen, bei denen sich der Lebensraumtyp auf schwachwüchsigem Standorten einstellt.

Wählen Sie bitte die Maßnahmen aus, bei denen sich der Lebensraumtyp einstellt

**Nutzung**

Art der Maßnahme

Startpunkt der Maßnahme

Abstand zur 1. Nutzung in MV

Tierart

Besatzdichte in

Düngung  
 ja  nein

Wüchsigkeit des Standorts  
 starkwüchsig  schwachwüchsig

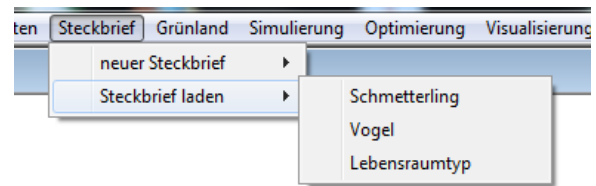
Maßnahmen, bei denen sich der Lebensraumtyp auf starkwüchsigem Standorten einstellt.  
 Ganzjahresweide, 1/0,0.5 (GV), 0 (D)

Maßnahmen, bei denen sich der Lebensraumtyp auf schwachwüchsigem Standorten einstellt.  
 Ganzjahresweide, 1/0,0.5 (GV), 0 (D)

„Die Eingabe der Daten erfolgte durch“, „Speichern“, „Abbrechen“: Die Erläuterungen finden Sie in Teil B, Kapitel 4.1.1 beim Schmetterlingssteckbrief. (Diese Felder verhalten sich wie die entsprechenden Felder im Steckbrief für die Schmetterlinge. Auch die Abläufe des Speichervorgangs sind identisch.)

## 4.2 Laden von in der Datenbank vorhandenen Steckbriefen

„Steckbrief laden“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Steckbrief laden“ öffnet sich die Auswahlliste für die Arten (Schmetterling, Vogel) und Lebensraumtypen, die als Schutzziele in Ecopay berücksichtigt werden können.

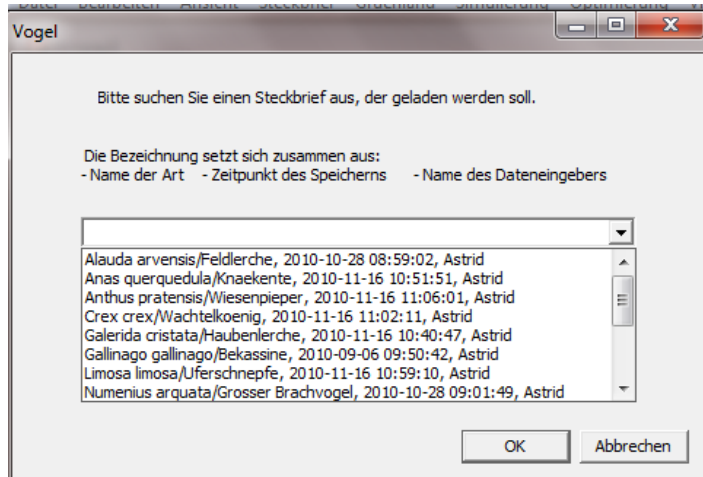


Durch Anklicken des jeweiligen Menüauswahlpunktes – „Schmetterling“, „Vogel“, „Lebensraumtyp“ – öffnet sich ein Auswahlfenster, das die in der Datenbank vorhandenen Arten bzw. Lebensräume der ausgewählten Gruppe anzeigt.

Für alle geladenen Steckbriefe gilt, unabhängig von der Art oder dem Lebensraumtyp, dass Sie durch Anklicken des Feldes „Datensatz bearbeiten“ die Eingaben in den Steckbriefen editieren und die Veränderungen als neuen Steckbrief für die Art speichern können. **Achtung!** Es wird bei „Datensatz bearbeiten“ immer ein duplizierter Steckbrief erstellt und es wird nicht der vorhandene Steckbrief in der Datenbank verändert.

### 4.2.1 Menüauswahlpunkt Vogel

Alle in der Datenbank vorhandenen Vogelarten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Bitte wählen Sie durch Anklicken die Art aus, deren Steckbrief Sie laden wollen. Wenn Sie zum Beispiel den Steckbrief des Kiebitzes laden wollen, wählen Sie aus der Liste den Kiebitz durch Anklicken aus und klicken Sie auf „OK“. Es erscheint der folgende Steckbrief des Kiebitzes:



**Name**

Deutscher Name:  Lateinischer Name:

**Eiablage**

Eiablagewahrscheinlichkeit für die einzelnen Monatsviertel in %. Die Summe muss exakt 100% ergeben.

1. Monatsviertel März	<input type="text" value="5.0"/>	1. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="5.0"/>
2. Monatsviertel März	<input type="text" value="5.0"/>	2. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="0.0"/>
3. Monatsviertel März	<input type="text" value="5.0"/>	3. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="0.0"/>
4. Monatsviertel März	<input type="text" value="10.0"/>	4. Monatsviertel Juni	<input type="text" value="0.0"/>
1. Monatsviertel April	<input type="text" value="10.0"/>	1. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0.0"/>
2. Monatsviertel April	<input type="text" value="15.0"/>	2. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0.0"/>
3. Monatsviertel April	<input type="text" value="15.0"/>	3. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0.0"/>
4. Monatsviertel April	<input type="text" value="10.0"/>	4. Monatsviertel Juli	<input type="text" value="0.0"/>
1. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="5.0"/>	1. Monatsviertel August	<input type="text" value="0.0"/>
2. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="5.0"/>	2. Monatsviertel August	<input type="text" value="0.0"/>
3. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="5.0"/>	3. Monatsviertel August	<input type="text" value="0.0"/>
4. Monatsviertel Mai	<input type="text" value="5.0"/>		

Wahrscheinlichkeit einer Ersatzbrut in %:

Letztes mögliches Monatsviertel, falls Ersatzbrut erfolgt:

**Reproduktion**

Kritische Reproduktionsphase: Anzahl an Monatsvierteln

Gesamte Reproduktionsphase: Anzahl an Monatsvierteln

**Ausbreitungsradius**

Reichweite in km:

Die Eingabe der Daten erfolgte durch:

**Artansprüche an maßnahmeabhängige Habitatausstattung**

**Vegetationsstratifikation**

Der Wertebereich liegt zwischen 0 und 1 mit folgender Einteilung:  
 0 = ungeeignet  
 0.5 = geeignet  
 1 = bevorzugt

kurzrasig < 10 cm:

10 cm < mittelhoch < 30 cm:

hochwüchsig > 30 cm:

**Artansprüche an maßnahmeunabhängige Habitatausstattung**

**Feuchtestufen**

Der Wertebereich liegt zwischen 0 und 1 mit folgender Einteilung:  
 0 = ungeeignet  
 0.5 = geeignet  
 1 = bevorzugt

trocken:

frisch:

feucht:

**Strukturelemente**

Wald:  neutral  fördernd  essentiell

Wasser:  neutral  fördernd  essentiell

Siedlung:  neutral  fördernd  essentiell

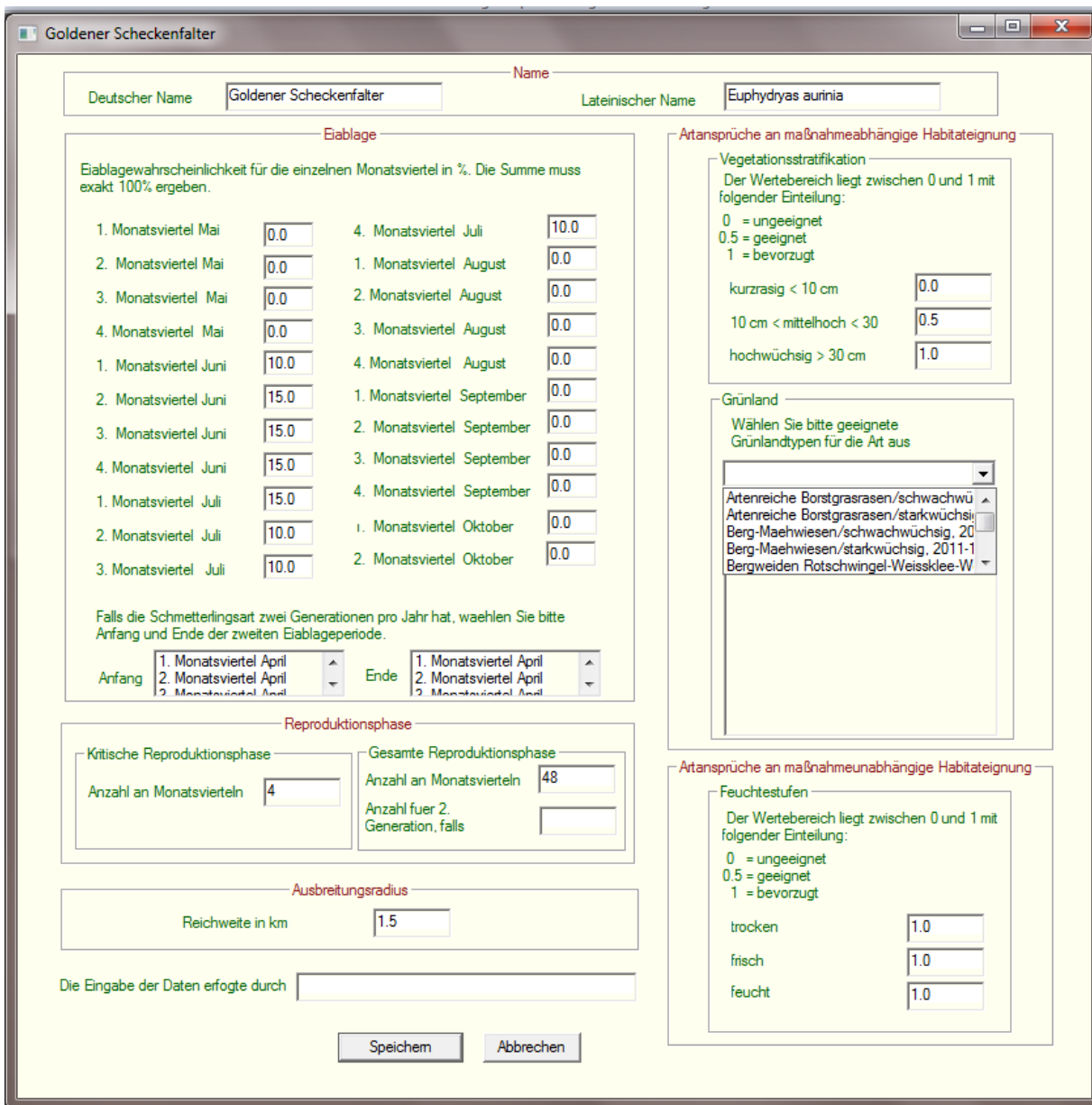
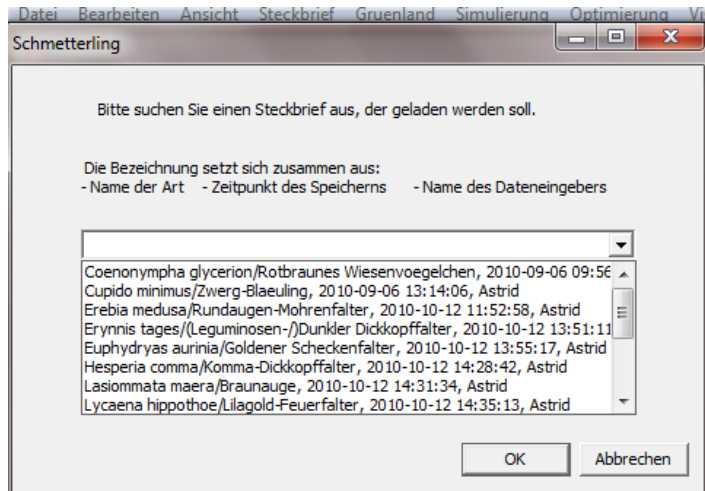
**Prädationsdruck**

Einfluss von Prädation. Der Wertebereich liegt zwischen 0 - 1 mit folgender Einteilung:  
 0 = vernichtender Einfluss  
 1 = kein Einfluss



### 4.2.2 Menüauswahlpunkt Schmetterling

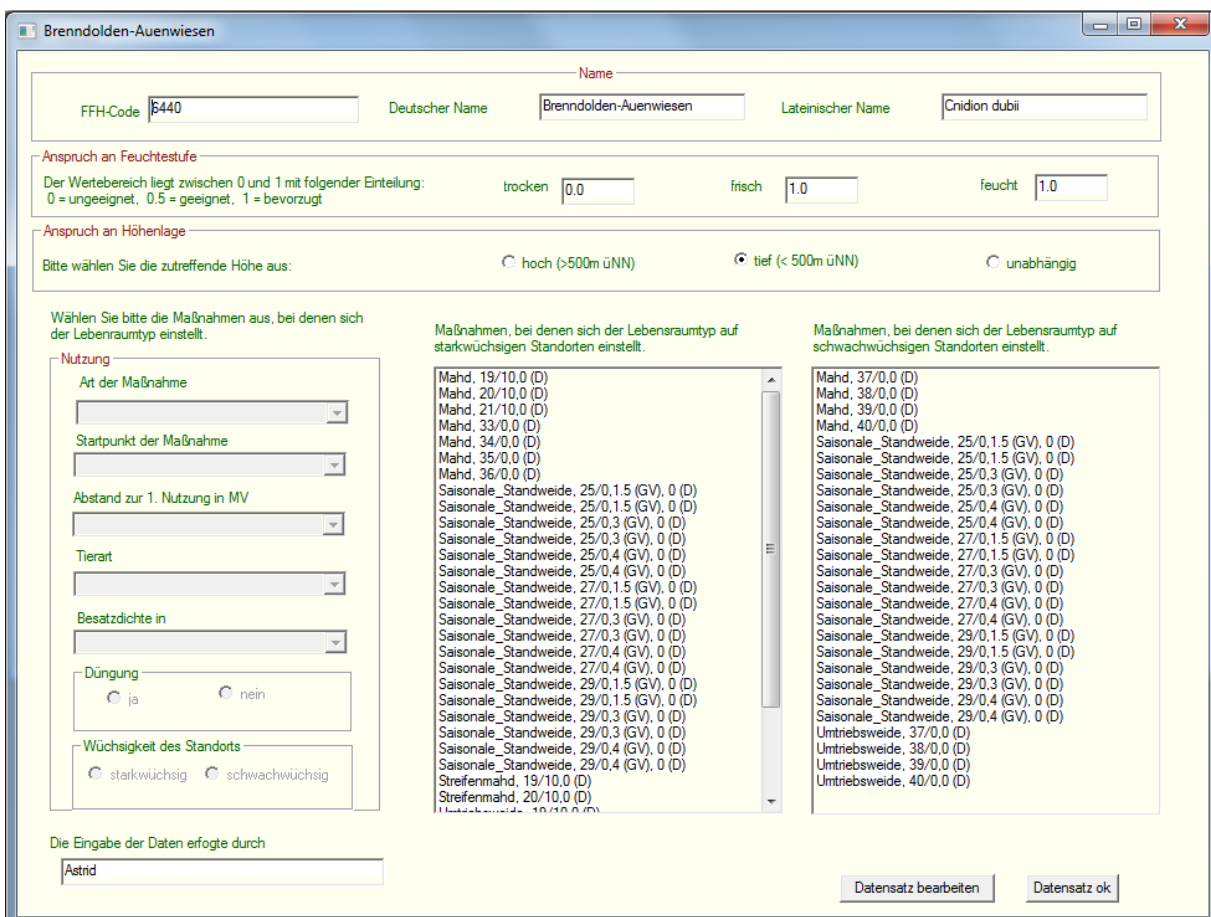
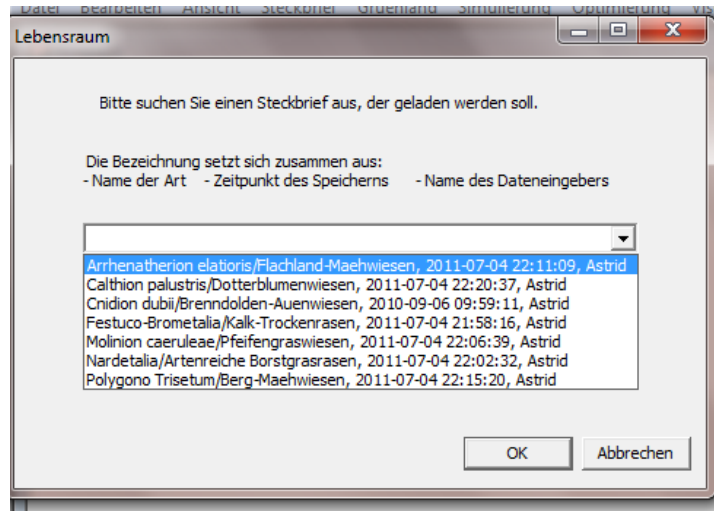
Alle in der Datenbank vorhandenen Schmetterlingsarten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Bitte wählen Sie durch Anklicken die Art aus, deren Steckbrief Sie laden wollen. Wenn Sie zum Beispiel den Steckbrief des Goldenen Scheckenfalters laden wollen, wählen Sie aus der Liste den Goldenen Scheckenfalter durch Anklicken aus und klicken Sie „OK“. Es erscheint der folgende Steckbrief:





### 4.2.3 Menüauswahlpunkt Lebensraumstyp

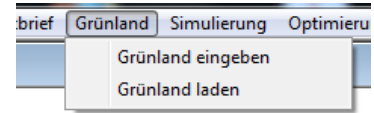
Alle in der Datenbank vorhandenen Lebensraumtypen erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Bitte wählen Sie durch Anklicken den Lebensraumtypen aus, dessen Steckbrief Sie laden wollen. Wenn Sie zum Beispiel den Steckbrief der Brenndolden-Auenwiese laden wollen, wählen Sie aus der Liste die Brenndolden-Auenwiese durch Anklicken aus und drücken Sie „OK“. Es erscheint der folgende Steckbrief der Brenndolden-Auenwiese:



## 5 Menüpunkt Grünland

In diesem Kapitel wird gezeigt, wie sich neue Grünlandtypen hinzufügen oder bereits vorhandene Grünlandtypen anzeigen lassen. Das Löschen von ganzen Grünlandtypen kann nur über die Datenbank direkt erfolgen.

„Grünland“: Über die zu schützenden Grünland-Lebensraumtypen hinaus (s. Steckbrief Lebensraumtyp, Teil B, Kapitel 4.1.3 und 4.2.3) gibt es noch weitere Grünlandtypen, die für die Grünlandansprüche von Schmetterlingen (s. Steckbrief Schmetterlinge, Teil B, Kapitel 4.1.1 und 4.2.3) wichtig sind bzw. sein können. Deshalb sind in der Datenbank neben den Lebensraumtypen, die automatisch zu den Grünlandtypen zählen, weitere Grünlandtypen hinterlegt bzw. lassen sich definieren. Durch Anklicken des Menüpunktes „Grünland“ erhält man die Auswahl zwischen „Grünland eingeben“ und „Grünland laden“.



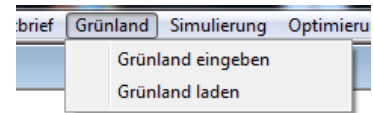
### 5.1 Einfügen eines neuen Grünlandtyps

„Grünland eingeben“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Grünland eingeben“ öffnet sich das Eingabefenster für Grünland. An dieser Stelle lassen sich neue Grünlandtypen definieren. Das Eingabefenster ist identisch mit dem Steckbrief-Eingabefenster für Lebensraumtypen. Dort findet sich eine genaue Beschreibung der einzelnen Eingabeschritte (Teil B, Kapitel 4.1.3).

**Achtung!** Es gibt allerdings einen signifikanten Unterschied zur Eingabe bei den Lebensraumtypen. Sobald Sie „Speichern“ anklicken, wird der Grünlandtyp separat für stark- und schwachwüchsige Standorte angelegt, da einzelne Schmetterlingsarten nur auf einer bestimmten Ausprägung eines Grünlandtypen vorkommen (z.B. nur auf schwachwüchsigen=mageren Standorten).

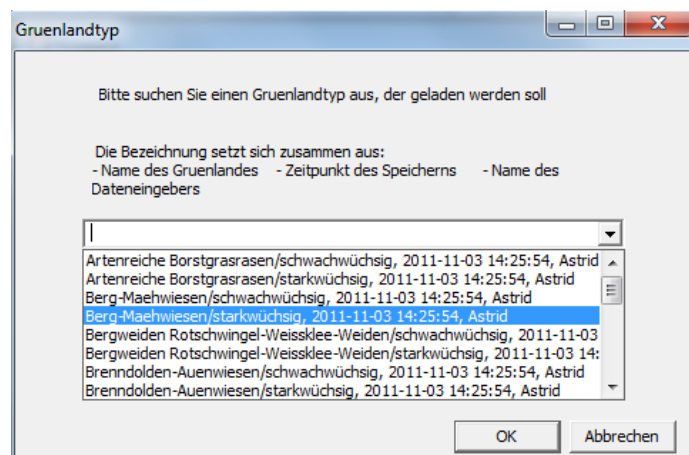
## 5.2 Laden von in der Datenbank vorhandenen Grünlandtypen

„Grünland laden“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Grünland laden“ öffnet sich die Auswahlliste für die Grünlandtypen, die in der Datenbank hinterlegt sind. Sobald Sie unter „Grünland eingeben“ einen neuen Grünlandtypen in die Datenbank geschrieben haben, steht dieser ebenfalls in der Auswahlliste und kann geladen werden.



Alle in der Datenbank vorhandenen Grünlandtypen erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Bitte wählen Sie durch Anklicken den Grünlandtypen aus, den Sie laden wollen.

Wenn Sie zum Beispiel die Berg-Mähwiesen/starkwüchsige laden wollen, markieren Sie diese in der Liste durch Anklicken und drücken Sie „OK“.



Es erscheint das folgende Fenster mit den spezifischen Parametern der Berg-Mähwiesen/starkwüchsige:

Berg-Maehwiesen/ starkwüchsig

Grünlandtyp

FFH-Code  Deutscher Name  Lateinischer Name

Anspruch an Feuchtestufe

Der Wertebereich liegt zwischen 0 und 1 mit folgender Einteilung:  
0 = ungeeignet, 0.5 = geeignet, 1 = bevorzugt

trocken  frisch  feucht

Anspruch an Höhenlage

Bitte wählen Sie die zutreffende Höhe aus:

hoch (>500m üNN)  tief (< 500m üNN)  unabhängig

Wählen Sie bitte die Maßnahmen aus, bei denen sich der Grünlandtyp einstellt

Nutzung

Art der Maßnahme

Startpunkt der Maßnahme

Abstand zur 1. Nutzung in MV

Tierart

Besatzdichte in

Düngung  ja  nein

Ausprägung des Bodens  starkwüchsig  schwachwüchsig

Maßnahmen, bei denen sich der Grünlandtyp auf starkwüchsigem Standorten einstellt.

Maßnahmen, bei denen sich der Grünlandtyp auf schwachwüchsigem Standorten einstellt.

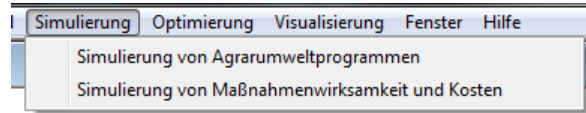
Die Eingabe der Daten erfolgte durch

Sie können durch Anklicken des Feldes „Datensatz bearbeiten“ die Eingaben für den Grünlandtypen editieren und als neuen Grünlandtypen speichern. **Achtung!** Es wird bei „Datensatz bearbeiten“ immer ein duplizierter Grünlandtyp erstellt und es wird nicht der vorhandene in der Datenbank verändert.

## 6 Menüpunkt Simulation

**In diesem Kapitel wird gezeigt, wie man entweder Agrarumweltprogramme oder Maßnahmenwirksamkeit und Kosten von Maßnahmen für ausgewählte Arten und Lebensraumtypen simulieren kann.**

„Simulation“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Simulation“ erhält man die Auswahl zwischen „Simulation von Agrarumweltprogrammen“ und „Simulation von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten“.



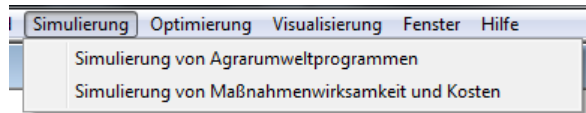
Der Unterschied zwischen den zwei Simulationvorgängen ist, dass bei der „Simulation von Agrarumweltprogrammen“ für jede ausgewählte Maßnahme auch eine (Ausgleichs-)Zahlung eingegeben wird. Die Maßnahmen konkurrieren miteinander und über die Zahlungen und Kosten einzelner Maßnahmen ordnet Ecopay jedem Pixel eine Maßnahme zu. Eine genaue Erläuterung des zugrunde liegenden Algorithmus finden Sie in Teil A, Kapitel 8.

Bei der „Simulation von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten“ wird jede Maßnahme einzeln für sich betrachtet. Das heißt, es werden für jedes Pixel der ökologische Nutzen sowie die Kosten für die ausgewählten Maßnahmen abgeschätzt.

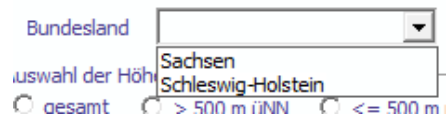
Die Dateneingabe erfolgt sowohl über Editierfelder, d.h. dass die Eingabe über die Tastatur erfolgt wie z.B. die Eingabe der Transaktionskosten, als auch über Auswahlfelder, d.h., dass die zutreffende Eingabe aus mehreren Alternativen ausgewählt wird.

## 6.1 Simulation von Agrarumweltprogrammen

„Simulation von Agrarumweltprogrammen“:  
 Durch Anklicken des Menüpunktes „Simulation von Agrarumweltprogrammen“ öffnet sich das folgende Fenster zur Simulation:

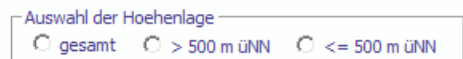


„Bundesland“: Alle in der Datenbank vorhandenen Bundesländer erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Bitte wählen Sie durch Anklicken das Bundesland aus, für das die Simulation erfolgen soll.



### Auswahl der Höhenlage

Bitte wählen Sie durch Anklicken die gewünschte Höhenlage für diejenigen Grünlandpixel aus, die in der Simulation berücksichtigt werden sollen:



- „gesamt“: Es werden alle Grünlandpixel betrachtet.
- „> 500 m ü.NN“: Es werden nur Grünlandpixel betrachtet, die über 500 m ü.NN liegen.
- „<= 500 m ü.NN“: Es werden nur Grünlandpixel betrachtet, die auf oder unter 500 m ü.NN liegen.

### Auswahl der Maßnahme(n)

Die Auswahl der Maßnahme(n) erfolgt für die verschiedenen Simulierungs- und Optimierungsmöglichkeiten immer gleich.

„Art der Maßnahme“: Als erstes wählen Sie die Art der Maßnahme aus. Alle zu Verfügung stehenden Maßnahmenarten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down) unter „Art der Maßnahme“. Klicken Sie auf die Art der Maßnahme, die Sie auswählen möchten.

„Startpunkt der Maßnahme“: Erst nachdem eine Maßnahmenart ausgewählt wurde, lässt sich die Liste der möglichen Startpunkte der Maßnahmen anzeigen. Dies liegt daran, dass sich die möglichen Maßnahmestartpunkte in Abhängigkeit von der Art der Maßnahme unterscheiden können. Alle für die gewählte Art der Maßnahme zur Verfügung stehenden Startpunkte erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf den Startpunkt, den Sie auswählen möchten.

„Abstand zur 1. Nutzung in MV“: Erst nachdem ein Startpunkt der Maßnahme ausgewählt wurde, lässt sich die Liste der möglichen Abstände zwischen der ersten und einer möglichen zweiten Nutzung einer Maßnahme anzeigen. Dies liegt daran, dass sich diese Abstände in Abhängigkeit von der Art der Maßnahme unterscheiden können. Alle für die gewählte Art der Maßnahme zur Verfügung stehenden Abstände von 1. zu 2. Nutzung erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf den Abstand, den Sie auswählen möchten. Der Abstand ist in Monatsvierteln (MV) angegeben. Die Auswahl 0 bedeutet, dass nur eine Nutzung stattfindet.

„Tierart“ und „Besatzdichte in GV/ha“: Wenn die ausgewählte „Art der Maßnahme“ zu den Mähweide- oder Weideregimes gehört, müssen Sie nun die Tierart und die Besatzdichte wählen. Alle zur Verfügung stehenden Auswahlmöglichkeiten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf die Tierart (handelt es sich um ruhige oder lebhaftere Tiere oder eine Mischung aus beidem) und die Besatzdichte, die Sie auswählen möchten. Wurde als „Art der Maßnahme“ Mahd ausgewählt, wird sowohl die Auswahl für die Tierart als auch für die Besatzdichte ausgeblendet.

„Düngung“: Bitte wählen Sie aus, ob eine standortangepasste reduzierte Düngung erlaubt sein soll (Klick bei ja) oder nicht (Klick bei nein) (vgl. Teil A, Kapitel 4). Falls für die ausgewählte Nutzung nur eine Düngungseinstellung möglich ist, wird diese vom Programm voreingestellt und die Auswahl wird ausgeblendet.

Sobald Sie alle Einstellungen für eine Maßnahme ausgewählt haben, erscheint die Maßnahme automatisch in dem Eingabefeld „Ausgewählte Maßnahme“.

Bitte wählen Sie gewünschte Maßnahmen aus

Art der Maßnahme

Startpunkt der Maßnahme

Art der Maßnahme

Mahd  
Umtriebsweide  
Saisonale\_Standweide  
Maehweide  
Ganzjahresweide  
Streifenmahd

Art der Maßnahme

Mahd

Startpunkt der Maßnahme

3. MV Mai, 19.  
4. MV Mai, 20.  
1. MV Juni, 21.  
2. MV Juni, 22.  
3. MV Juni, 23.  
4. MV Juni, 24.

Art der Maßnahme

Mahd

Startpunkt der Maßnahme

2. MV Juni, 22.

Abstand zur 1. Nutzung in MV

0  
4  
6  
8

Art der Maßnahme

Saisonale\_Standweide

Startpunkt der Maßnahme

3. MV Mai, 19.

Abstand zur 1. Nutzung in MV

0

Tierart

2,ruhig

Besatzdichte in GV/ha

1.5  
3.0  
4.0



The screenshot shows the Ecopay interface. On the left, there is a sidebar with the following options:

- Auswahl der Hoehenlage:  gesamt,  > 500 m üNN,  <= 500 m üNN
- Bitte wählen Sie gewünschte Maßnahmen aus:
  - Art der Maßnahme: Saisonale\_Standweide
  - Startpunkt der Maßnahme: 3. MV Mai, 19.
  - Abstand zur 1. Nutzung in MV: 0
  - Tierart: 2,ruhig
  - Besatzdichte in GV/ha: 3.0
  - Düngung:  ja,  nein

On the right, the main form has the following fields:

- Ausgewählte Maßnahme: Saisonale\_Standweide, 19/0,3 (GV), 0 (D)
- Zahlung Euro pro ha: [Empty input field]
- Maximale Fläche in ha für diese Maßnahme: [Empty input field]

Below these fields is a button labeled "Werte übernehmen". At the bottom, there are three empty list boxes labeled "Liste ausgewählter Maßnahmen", "Liste der Zahlungen pro ha", and "Liste der Anzahl an Pixeln, auf denen eine Maßnahme durchgeführt wird."

Sollten Sie feststellen, dass Sie die ausgewählte Maßnahme doch nicht in die Simulation eingehen lassen sondern wieder löschen möchten, ignorieren Sie bitte die weiteren Editierfelder und wählen auf dem oben beschriebenen Weg eine neue Maßnahme aus. Die zu löschende Maßnahme wird automatisch überschrieben.

Soll die ausgewählte Maßnahme in die Simulation eingehen, gehen Sie bitte als nächstes zu den Editierfeldern „Zahlung Euro pro ha“ und „Maximale Fläche in ha für diese Maßnahme“.

This screenshot shows the same form as above, but with the following values entered:

- Ausgewählte Maßnahme: Saisonale\_Standweide, 19/0,3 (GV), 0 (D)
- Zahlung Euro pro ha: 350
- Maximale Fläche in ha für diese Maßnahme: 1000

The "Werte übernehmen" button is still present below the input fields.

„Zahlung Euro pro ha“: Tragen Sie bitte die Zahlung ein, die für die Durchführung dieser Maßnahme an den Landnutzer gezahlt werden soll. Der Wert kann mit einer Kommastelle angegeben werden. **Achtung!** Bitte verwenden Sie anstelle eines Kommas einen Punkt für die Nachkommastelle.

„Maximale Fläche in ha für diese Maßnahme“: Geben Sie bitte die maximale Fläche an, auf der die Maßnahme durchgeführt werden darf. Der Wert muss ganzzahlig sein und wird von der Software in eine maximale Anzahl an Pixel umgerechnet, auf denen die Maßnahme durchgeführt wird. Durch die Angabe einer maximalen Fläche für eine Maßnahme soll verhindert werden, dass im Extremfall nur eine Maßnahme auf allen Pixeln durchgeführt wird (vgl. Teil A, Kapitel 8). Wünschen Sie keine Begrenzung einer Maßnahme, können Sie dies über die Eingabe eines sehr hohen Wertes, der z.B. der gesamten zugrundeliegenden Grünlandfläche des Landes (für Sachsen sind dies ca. 194.000 ha) entspricht, erreichen.

„Werte übernehmen“: Klicken Sie nun „Werte übernehmen“ an, damit die Maßnahme in die „Liste ausgewählter Maßnahme“ für die Simulation übernommen wird. Sie können weitere Maßnahmen für die Simulation auswählen, indem Sie den beschriebenen Vorgang für jede Maßnahme wiederholen.

This screenshot shows the final state of the form after clicking the "Werte übernehmen" button. The input fields are now populated with the values from the previous screenshot, and the lists below have been updated:

- Ausgewählte Maßnahme: [Empty input field]
- Zahlung Euro pro ha: [Empty input field]
- Maximale Fläche in ha für diese Maßnahme: [Empty input field]

The "Werte übernehmen" button is now greyed out. The lists below are:

- Liste ausgewählter Maßnahmen: Saisonale\_Standweide, 19/0,3 (GV), 0 (D)
- Liste der Zahlungen pro ha: 350
- Liste der Anzahl an Pixeln, auf denen eine Maßnahme durchgeführt wird: 160 ( 1000 ha)



Möchten Sie eine Maßnahme aus der „Liste der ausgewählten Maßnahmen“ löschen, erreichen Sie dies über einen Doppelklick auf den Maßnahmennamen in der Liste. Die Maßnahme wird wieder in die Editierfelder „Ausgewählte Maßnahme“, „Zahlung Euro pro ha“ und „Maximale Fläche in ha für diese Maßnahme“ übernommen. Sie haben jetzt die Möglichkeit, die Zahlung und/oder die maximale Fläche für die Maßnahme zu ändern und durch Anklicken von „Werte übernehmen“ die Maßnahme erneut in die Liste aufzunehmen, oder die Maßnahme einfach zu löschen (durch Überschreiben, s.o.).

#### Auswahl der Art(en) und Lebensraumtypen

Die Auswahl der Art(en) und Lebensraumtypen erfolgt für die verschiedenen Simulierungs- und Optimierungsmöglichkeiten immer gleich. Die Verwendung des Begriffs Arten in den Screenshots und der Software schließt auch die Lebensraumtypen mit ein.

„Deutscher Name“/„Lateinischer Name“: Als erstes wählen Sie den Namen der Art oder des Lebensraumtyps aus. Alle zur Verfügung stehenden Arten erhalten Sie in alphabetischer Sortierung durch Anklicken des Pfeils (Drop down) sowohl unter „Deutscher Name“ als auch unter „Lateinischer Name“. Klicken Sie entweder unter „Deutscher Name“ oder unter „Lateinischer Name“ auf die Art oder den Lebensraumtyp, die oder den Sie auswählen möchten. Unabhängig davon, ob Sie die Auswahl in lateinisch oder deutsch getroffen haben, erscheint der Name der Art automatisch in beiden Sprachen in dem entsprechenden Auswahlfeld.

The image shows three sequential screenshots of a web application interface for selecting species and life space types. Each screenshot is titled "Bitte wählen Sie die zu schützenden Arten aus".

- Left screenshot:** The "Deutscher Name" dropdown is open, showing a list of life space types: "(Leguminosen-/)/Dunkler Dickkopffalter", "Artenreiche Borstgrasrasen", "Bekassine", and "Berg-Maehwiesen". The "Lateinischer Name" dropdown is empty. The "Gespeichert am" dropdown is empty. The "Mindestqualität pro Pixel" field is set to 0. The "Für Art" field is empty.
- Middle screenshot:** The "Deutscher Name" dropdown is empty. The "Lateinischer Name" dropdown is open, showing a list of species: "Alauda arvensis", "Anas querquedula", and "Anthus pratensis". The "Gespeichert am" dropdown is empty. The "Mindestqualität pro Pixel" field is set to 0. The "Für Art" field is empty.
- Right screenshot:** Both the "Deutscher Name" and "Lateinischer Name" dropdowns are closed. The "Deutscher Name" dropdown now displays "Bekassine" and the "Lateinischer Name" dropdown displays "Gallinago gallinago". The "Gespeichert am" dropdown is empty. The "Mindestqualität pro Pixel" field is set to 0. The "Für Art" field is empty.

„Gespeichert am“: Falls mehr als nur ein Steckbrief für die Art oder den Lebensraumtyp hinterlegt ist (vgl. Teil B, Kapitel 4), erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down) die unterschiedlichen Speicherdaten für die Art- oder Lebensraumsteckbriefe. Bitte wählen Sie den Steckbrief aus, der für die Simulation genutzt werden soll. Ist nur ein Steckbrief vorhanden, so wählen Sie bitte diesen aus.

Sobald Sie ein Speicherdatum und einen Namen für eine Art ausgewählt haben, erscheint der deutsche Name der Art in dem Feld „für Art“.

The image shows a close-up of the "Gespeichert am" dropdown menu. The dropdown is open, showing a list of dates and times. The date "2010-09-06 09:50:42" is highlighted in blue. Below the list, there is a text prompt: "Bitte geben Sie die Mindestqualität für die Art an, die jeder Pixel erfüllen muss. Dann drücken Sie den".

„Mindestqualität pro Pixel“: Die Mindestqualität bezieht sich auf die lokale Habitatqualität für eine Art oder einen Lebensraumtyp auf einem Pixel. Bitte geben Sie eine Zahl zwischen 0 und 1 ein, mit der eine Mindestqualität pro Pixel für die ausgewählte Art festgelegt wird, die eingehalten werden muss, damit eine Maßnahme auf einem Pixel ausgeführt werden kann (vgl. Teil A, Kapitel 6.3). Der Wert kann mit zwei Nachkommastellen angegeben werden. **Achtung!** Bitte verwenden Sie anstelle eines Kommas einen Punkt für die Nachkommastelle. Ein Wert von 0 bedeutet, dass die lokale Habitatqualität ungeeignet für die Art bzw. den Lebensraumtyp ist, 1 steht für die beste Qualität.

Bitte geben Sie die Mindestqualität für die Art an, die jeder Pixel erfüllen muss. Dann drücken Sie den "Werte übernehmen" Knopf.

Mindestqualität pro Pixel (0 ungenügend, 1 beste Qualität)

Für Art

„Werte übernehmen“: Klicken Sie nun „Werte übernehmen“ an, damit die Art oder der Lebensraumtyp in die „Liste ausgewählter Arten“ für die Simulation übernommen wird. Sie können weitere Arten und Lebensraumtypen für die Simulation auswählen, indem Sie den beschriebenen Vorgang wiederholen.

Liste ausgewählter Arten	Liste der Mindestqualitäten
Gallinago gallinago	0.02

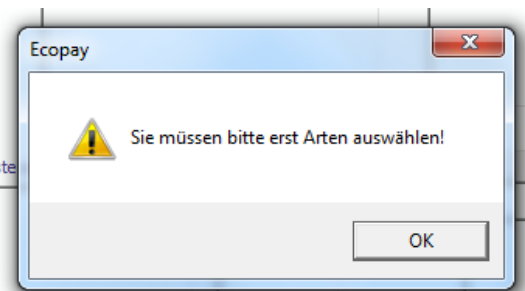
Soll eine Art oder ein Lebensraumtyp aus der „Liste ausgewählter Arten“ gelöscht werden, erreichen Sie dies durch einen Doppelklick auf den Namen der Art oder des Lebensraumtyps.

„Eingabe der Transaktionskosten (Euro/ha) (gilt für alle Maßnahmen)“: Bitte geben Sie in dem Editierfeld einen ganzzahligen Wert für mögliche Transaktionskosten ein. Es werden einheitliche Transaktionskosten für alle Maßnahmen angenommen.

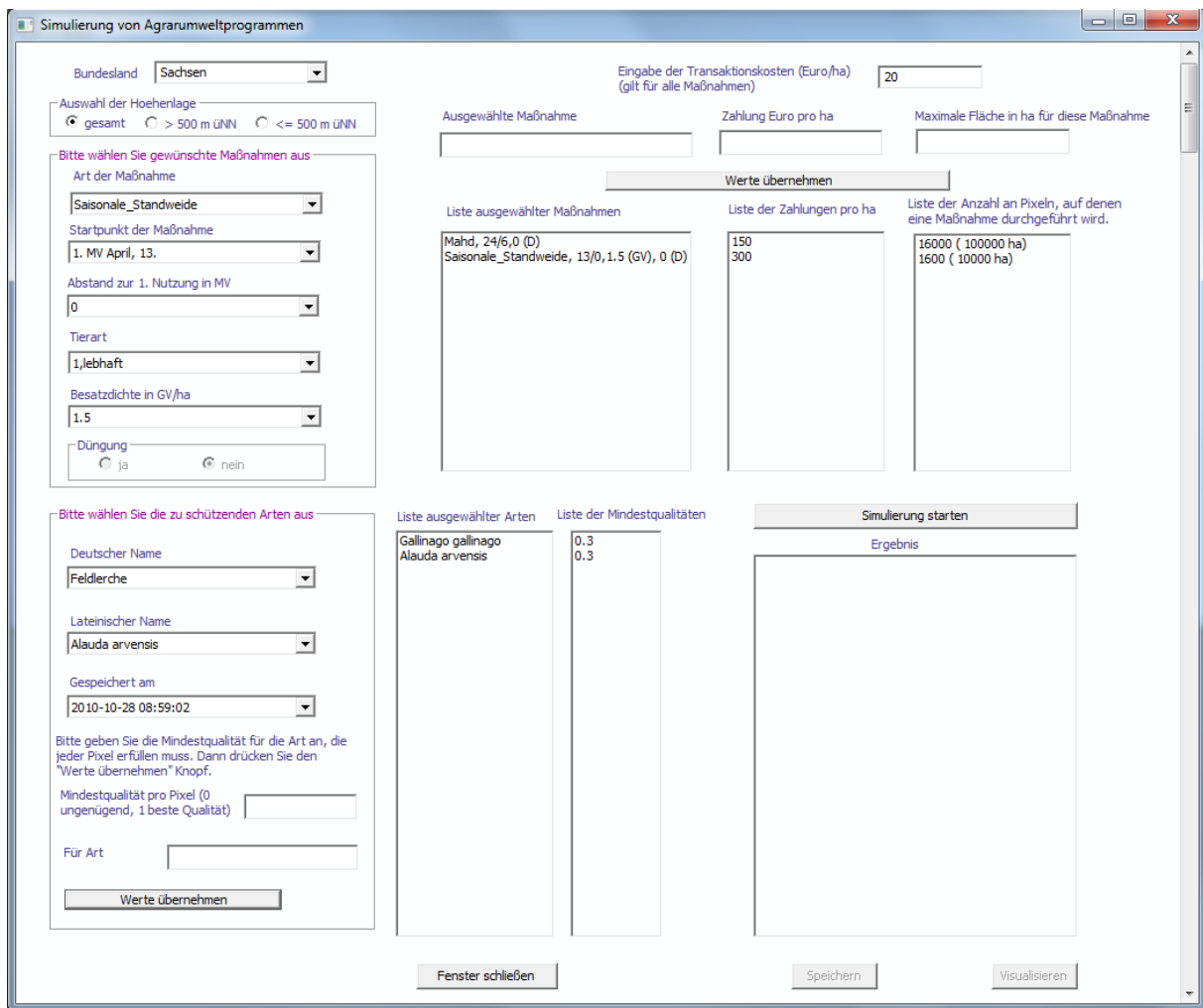
Eingabe der Transaktionskosten (Euro/ha) (gilt für alle Maßnahmen)

„Simulation starten“: Sobald mindestens eine Maßnahme und mindestens eine Art oder ein Lebensraumtyp ausgewählt sowie ein Bundesland, die Auswahl der Höhenlage und die Transaktionskosten angegeben wurden, können Sie durch Klicken von „Simulation starten“ die Simulation beginnen.

Sollten Sie eine der Eingaben vergessen haben, erscheint eine Fehlermeldung und Sie können Ihre Eingabe korrigieren. Nebenstehend ist ein Beispiel für eine Fehlermeldung bei fehlender Arten- bzw. Lebensraumtypenauswahl.



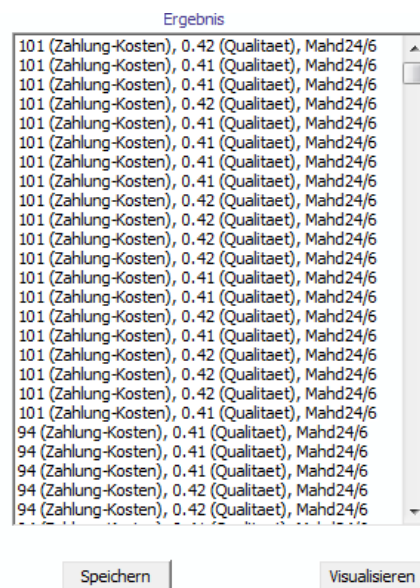
Der folgende Screenshot zeigt beispielhaft eine Simulation von zwei Maßnahmen für zwei Arten:



Sobald die Simulation abgeschlossen ist, erscheint unter „Ergebnis“ eine Auflistung aller Pixel, die unter den getroffenen Vorgaben an dem Agrarumweltprogramm teilnehmen würden.

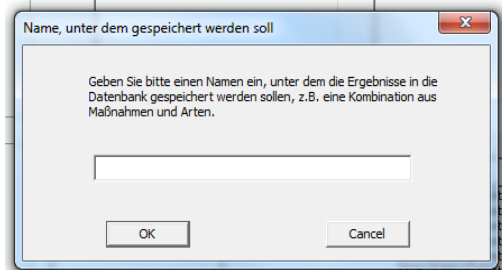
Für jedes Pixel werden die Differenz zwischen Zahlung und Kosten, die lokale Habitatqualität aufsummiert für alle ausgewählten Arten und die Maßnahme, die auf dem Pixel durchgeführt wird, angegeben. Aus dieser Maßnahme resultieren die Werte für Zahlung-Kosten und die aufsummierte lokale Habitatqualität pro Pixel. Am Ende der Ergebnisliste steht das Gesamtbudget des Agrarumweltprogramms.

Nach der Simulation sind die beiden Felder „Speichern“ und „Visualisieren“ aktiviert. **Achtung!** Nur wenn Sie das Ergebnis der Simulation speichern, können Sie es nach dem Schließen des Simulationsfensters erneut laden und visualisieren sowie die Einzelwerte des Ergebnisses aus der Datenbank exportieren (Tabellen „konfiguration“, „ergebnis“ für die Kosten und



„qualitaet“ für die lokale Habitatqualität der einzelnen Arten oder Lebensraumtypen, vgl. Teil C).

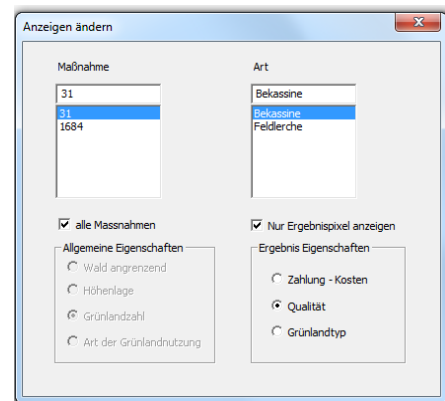
„Speichern“: Wenn Sie „Speichern“ anklicken, öffnet sich ein Eingabefenster, in dem Sie den Namen eingeben, unter dem das Simulationsergebnis gespeichert werden soll. Anschließend klicken Sie bitte „OK“. Wollen Sie den Vorgang abbrechen, klicken Sie auf „Cancel“.



„Visualisieren“: Wenn Sie „Visualisieren“ anklicken, öffnet sich ein Fenster mit einer Karte des ausgewählten Bundeslandes. Das Ergebnis der Simulation wird in dieser Karte dargestellt (siehe folgende Screenshots B-1-3 mit Ergebnissen für die oben stehende Simulation). Im Visualisierungsfenster steht oben links der Name der Art bzw. des Lebensraumtyps, für den die Ergebnisse visualisiert werden. Oben rechts im Fenster stehen die Identifikations(ID)-Nummer der Maßnahme sowie der Maßnahmenname. Das Auswahlfenster „Anzeigen ändern“ zeigt Ihnen alle Optionen, die für die Visualisierung der Ergebnisse zur Verfügung stehen. Näheres zur Legende erfahren Sie in der folgenden Beschreibung der einzelnen Optionen.

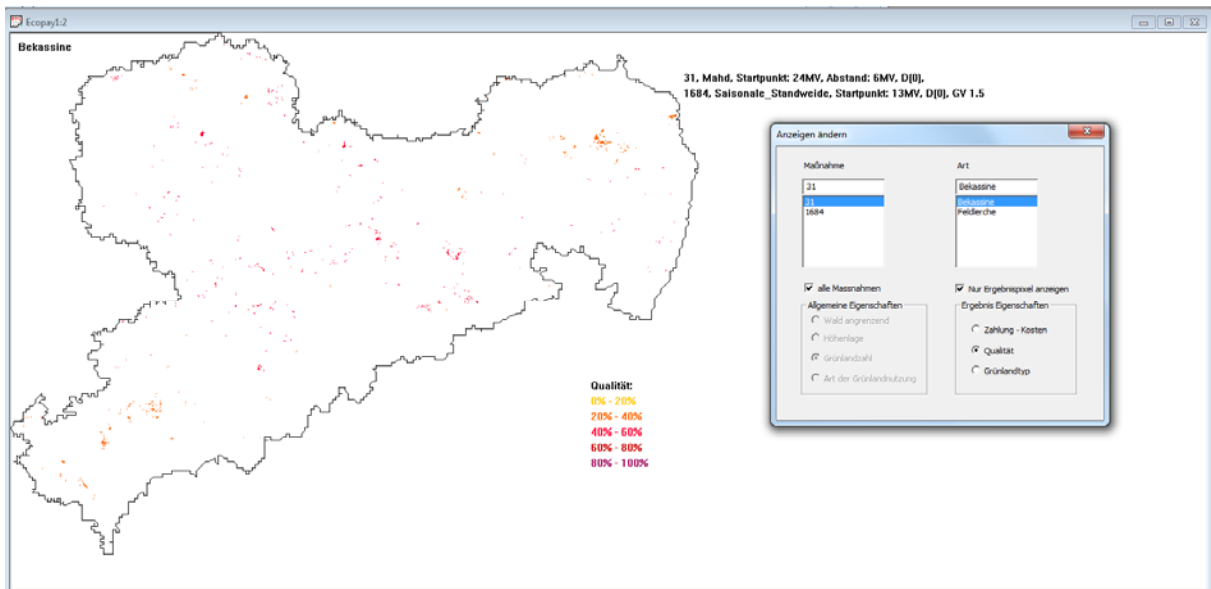
### Visualisierungsmöglichkeiten im Einzelnen

„Maßnahme“: Die angegebenen Zahlen stellen die Identifikations (ID)-Nummern der Maßnahmen in der Datenbank dar (vgl. Teil C). Durch Anklicken einer ID-Nummer in der Liste wählt man die dazugehörige Maßnahme aus, deren Ergebnispixel farblich kenntlich gemacht werden. Im Visualisierungsfenster werden oben rechts die ID-Nummer sowie der Maßnahmenname angegeben.

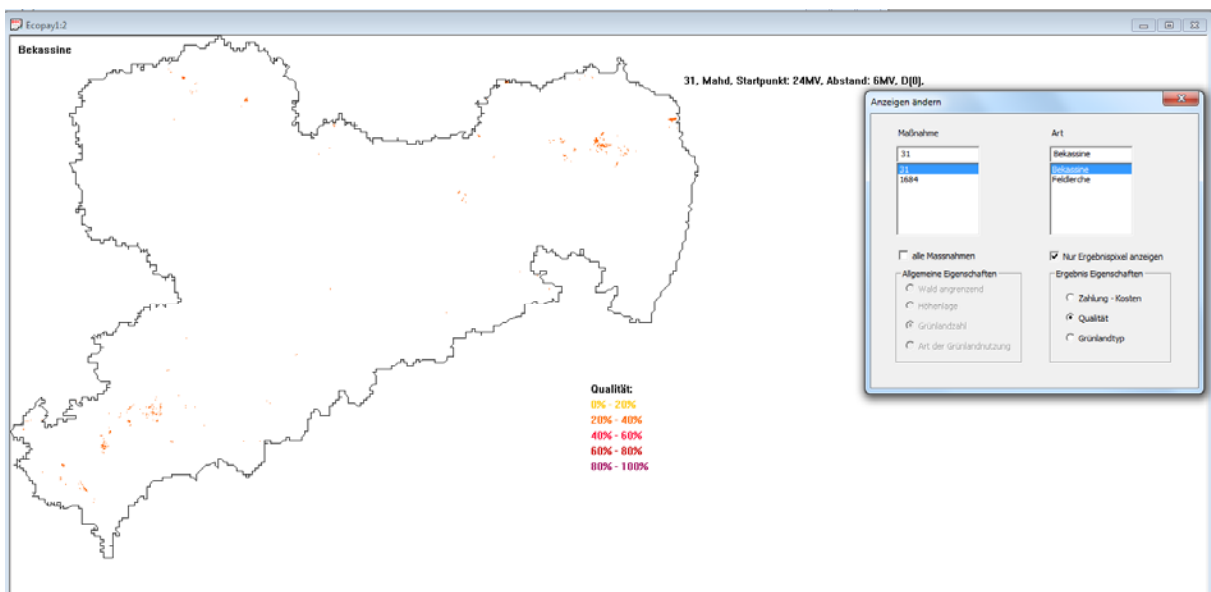


„Art“: Durch Anklicken eines Art- oder Lebensraumtypennamens in der Liste wählt man die Art oder den Lebensraumtypen aus, deren oder dessen Ergebnispixel farblich kenntlich gemacht werden. Es werden also die Grünlandpixel angezeigt, die für die ausgewählte Maßnahme für diese Art die geforderte Mindestqualität erreicht oder überschritten haben. Im Visualisierungsfenster wird oben links der Name der Art bzw. des Lebensraumtyps angezeigt, für den die Ergebnisse visualisiert werden.

„alle Maßnahmen“: Durch Auswählen (Häkchen durch Anklicken) dieses Kästchens werden für alle Maßnahmen, deren Maßnahme-ID in der Liste unter „Maßnahme“ stehen, gleichzeitig die Grünlandpixel visualisiert, die entsprechend der Anforderungen des Agrarumweltprogramms für die ausgewählte Art bewirtschaftet werden. Im Visualisierungsfenster werden oben rechts alle ID-Nummern mit den entsprechenden Maßnahmennamen angegeben (vgl. Screenshot B-1 mit Ergebnissen für die oben stehende Simulation). Durch erneutes Anklicken kann das Häkchen wieder entfernt werden. In Screenshot B-2 sind nur die Ergebnispixel für eine ausgewählte Maßnahme dargestellt.

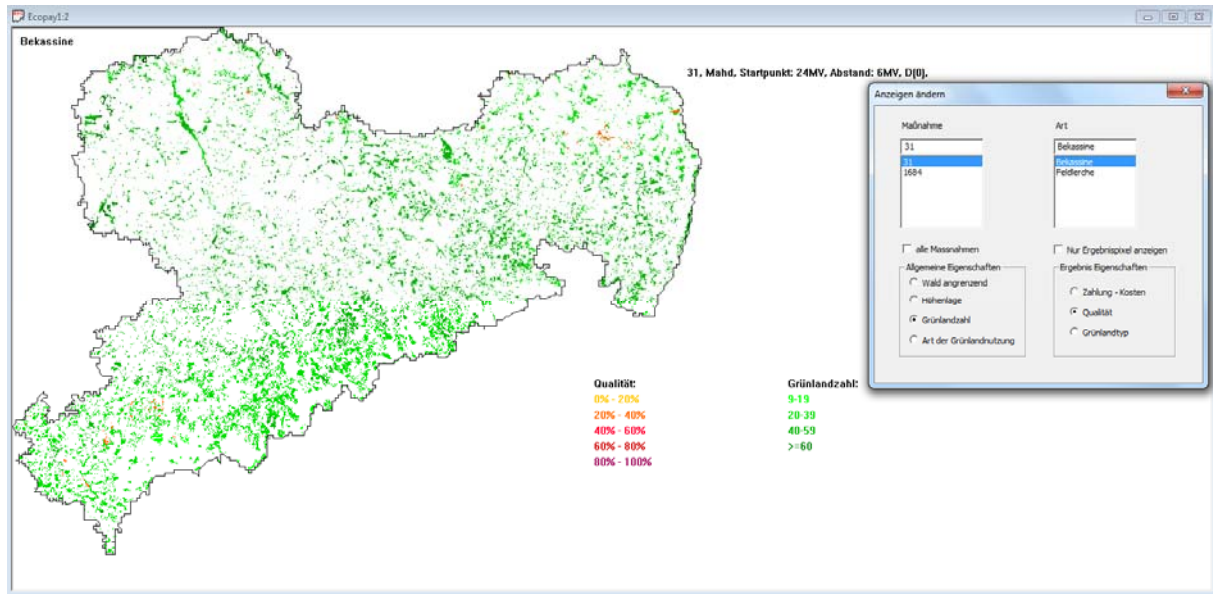


Screenshot B-1



Screenshot B-2

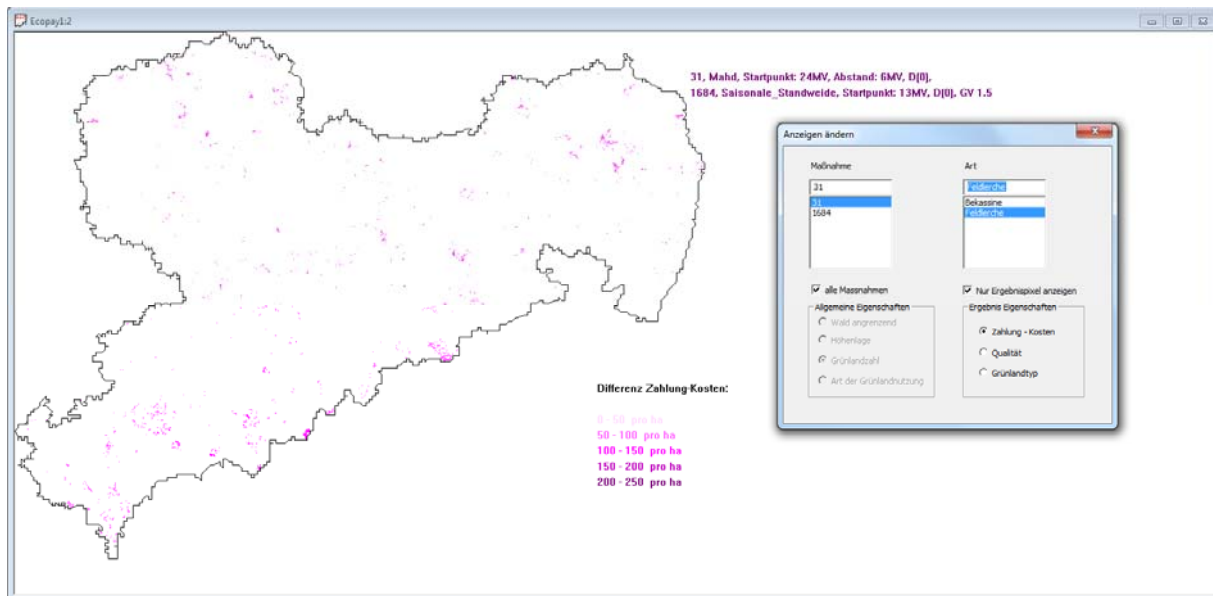
„nur Ergebnispixel anzeigen“: Durch Auswählen (Häkchen durch Anklicken) dieses Kästchens werden nur die Grünlandpixel angezeigt und farblich kenntlich gemacht, die zum Ergebnis der Simulation gehören (vgl. Screenshot B-2 mit Ergebnissen für die oben stehende Simulation). Das heißt, es werden nur diejenigen Pixel angezeigt, auf denen die angezeigte Maßnahme durchgeführt wird. Ein Grünlandpixel kann nur Teil des Ergebnisses sein, wenn er für mindestens eine Maßnahme eine positive Zahlung/Kosten Differenz hat und gleichzeitig für mindestens eine Art die geforderte Mindestqualität für diese Art erreicht oder überschreitet. Durch erneutes Anklicken wird das Häkchen wieder entfernt. Es werden neben den Ergebnispixeln zusätzlich alle anderen Grünlandpixel des ausgewählten Bundeslandes angezeigt (vgl. Screenshot B-3 mit Ergebnissen für die oben stehende Simulation). Über „Allgemeine Eigenschaften“ wird angegeben, wie die übrigen Pixel angezeigt werden. In Screenshot B-3 werden alle weiteren Grünlandpixel im Bundesland Sachsen nach der Grünlandzahl klassifiziert angezeigt (Allgemeine Eigenschaften: Grünlandzahl).



Screenshot B-3

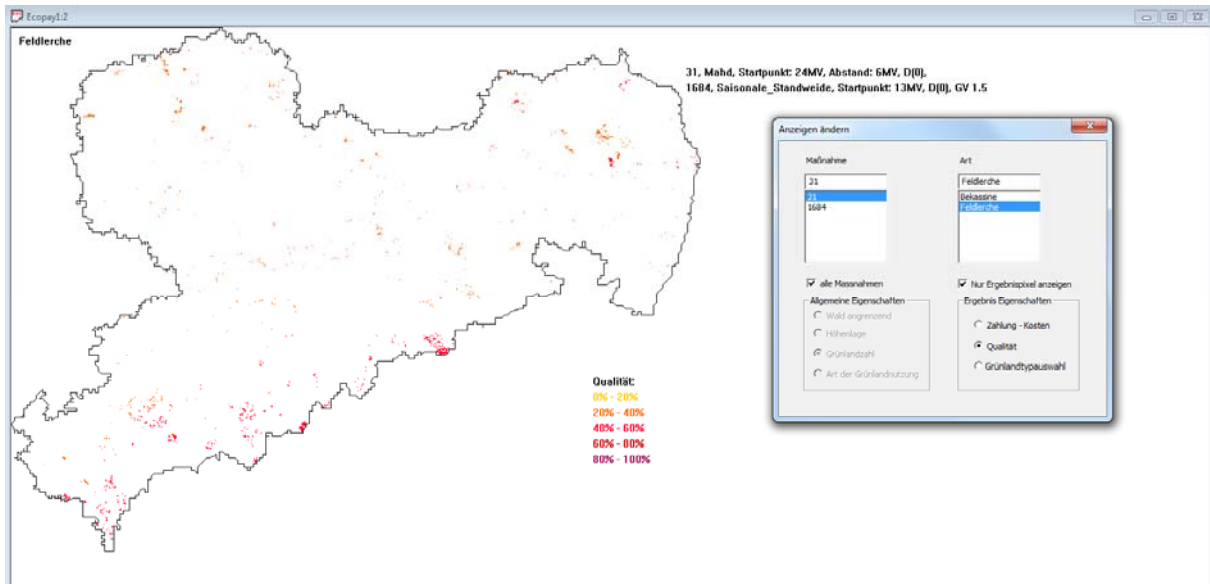
„Ergebnis Eigenschaften“: Die Ergebnispixel lassen sich mit drei unterschiedlichen Werte anzeigen:

- „Zahlung-Kosten“: Es wird farblich kenntlich gemacht, wieviel Euro/ha dem Landwirt von der Zahlung bleiben, nachdem seine Kosten abgezogen wurden. **Achtung!** Ein Pixel ist überhaupt erst dann ein Ergebnispixel, wenn diese Differenz positiv ist.

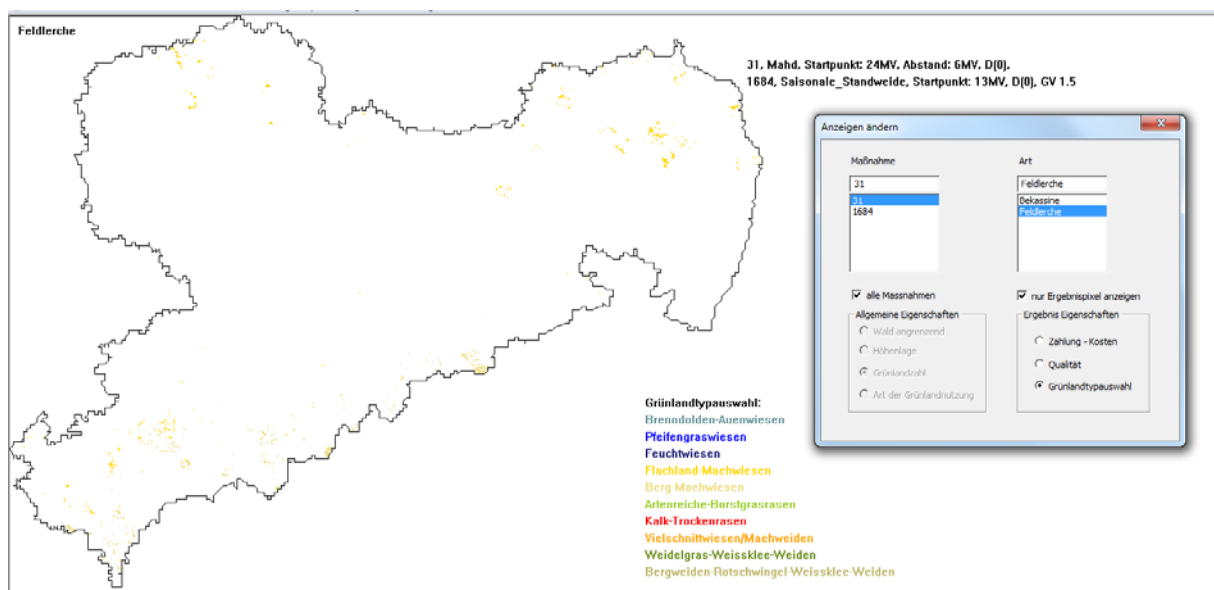




- „Qualität“: An dieser Stelle lässt sich die lokale Habitatqualität anzeigen, die die gegebene Maßnahme oder Maßnahmen (je nachdem ob „alle Maßnahmen“ gewählt sind oder nicht) auf den Ergebnispixeln für die ausgewählte Art erreicht. Die lokale Habitatqualität wird in der Legende von 0-100% dargestellt, was dem Wertebereich von 0-1 bei der Eingabe der Mindestqualität entspricht.

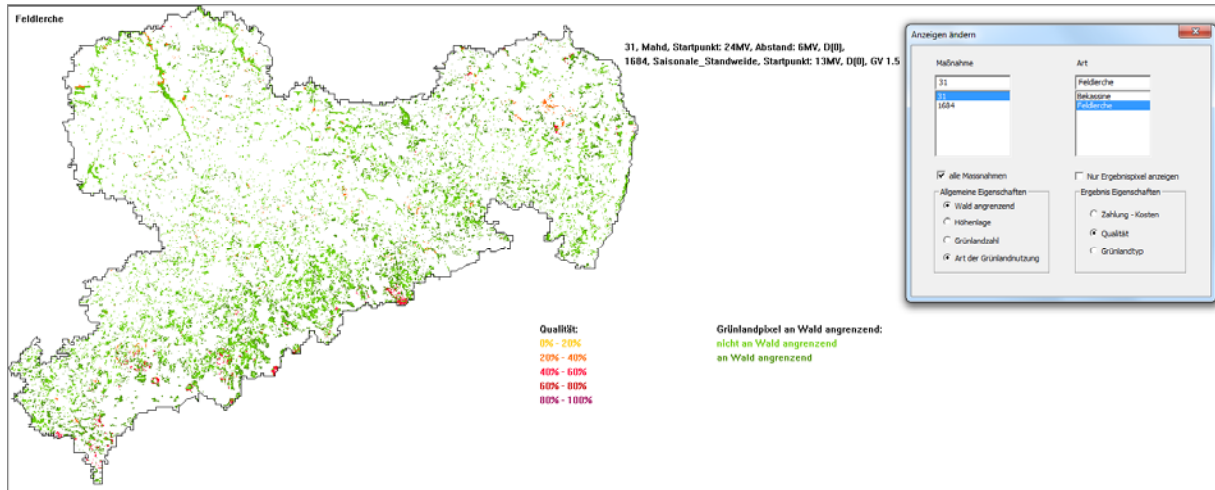


- „Grünlandtypauswahl“: Es wird eine Auswahl von Grünlandtypen angezeigt, die sowohl die Lebensraumtypen umfasst, die in der Grundausrüstung von Ecopay in Steckbriefen hinterlegt sind, als auch vom Anwender in Ecopay neu eingegebene Grünlandtypen. **Achtung!** Werden neue Lebensraumtypen-Steckbriefe erstellt und gespeichert, werden diese nicht automatisch in die Grünlandtypenauswahl einbezogen. Falls dies gewünscht ist, muss erst eine Farbzuzuweisung für die Darstellung in dem Code der Software erfolgen (für weitere Informationen stehen die Entwickler der Software zur Verfügung).

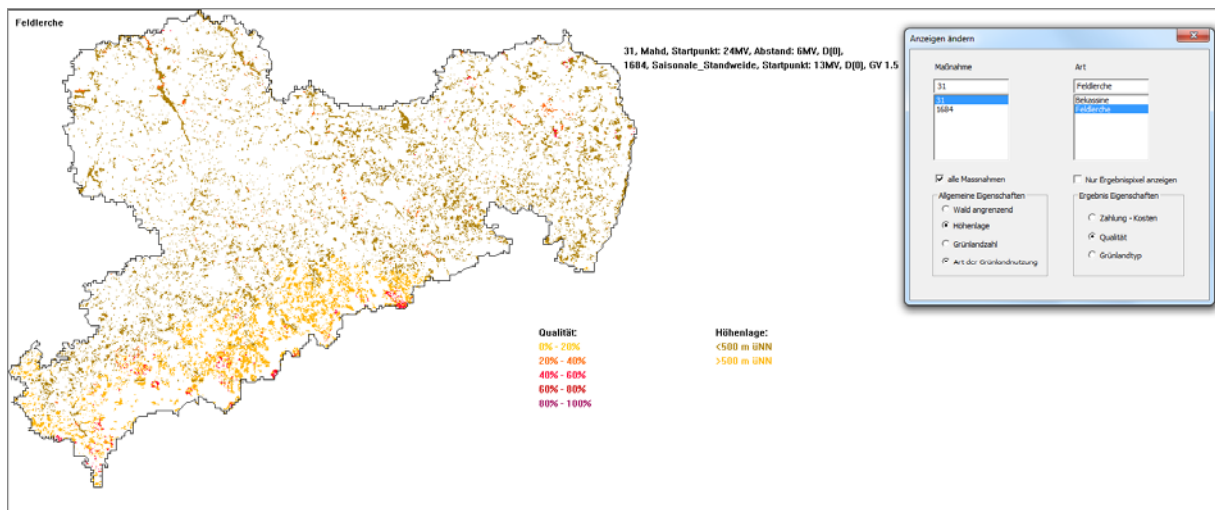


„allgemeine Eigenschaften“: Es lassen sich für alle Grünlandpixel folgende allgemeine Eigenschaften anzeigen:

- „Wald angrenzend“: Für jedes Grünlandpixel wird farblich kenntlich gemacht, ob an ihn ein Pixel mit Wald angrenzt.

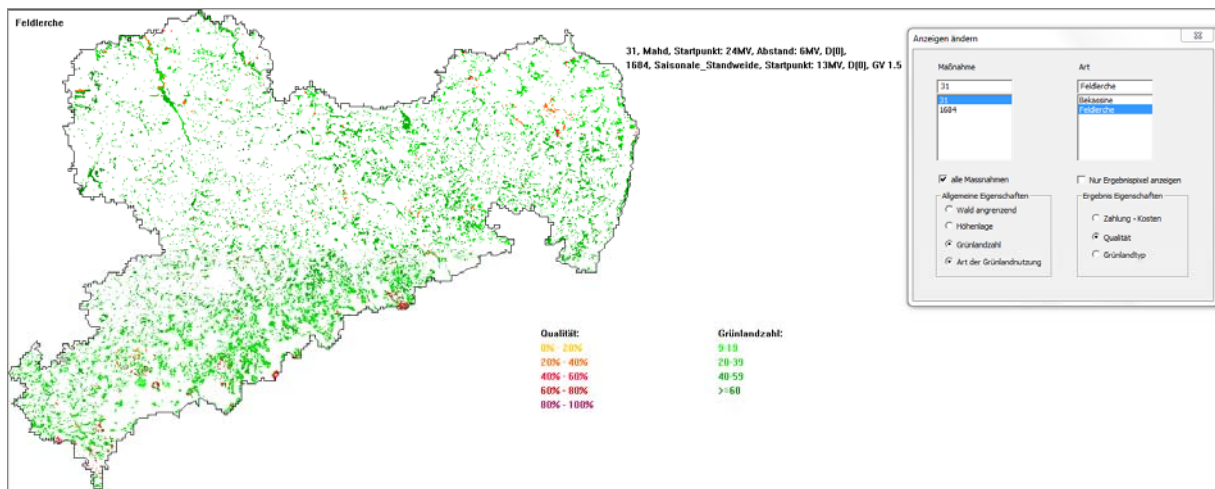


- „Höhenlage“: Für jedes Grünlandpixel wird farblich kenntlich gemacht, ob es über oder unter 500 m üNN liegt.

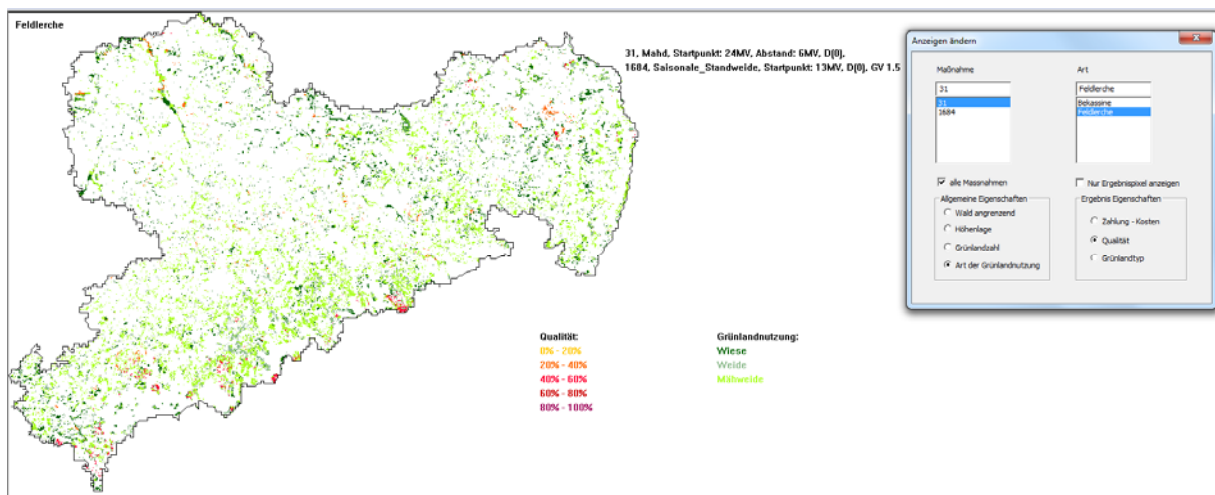




- „Grünlandzahl“: Für jedes Grünlandpixel wird farblich kenntlich gemacht, in welcher Größenordnung seine Grünlandzahl liegt.

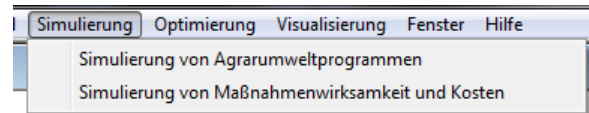


- „Art der Grünlandnutzung“: Für jedes Grünlandpixel wird farblich kenntlich gemacht, ob es als Weide, Mähweide oder Wiese bewirtschaftet wird (vgl. Teil A, Kapitel 5).



## 6.2 Simulation von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten

„Simulation von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Simulation von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten“ öffnet sich das folgende Fenster zur Simulation:

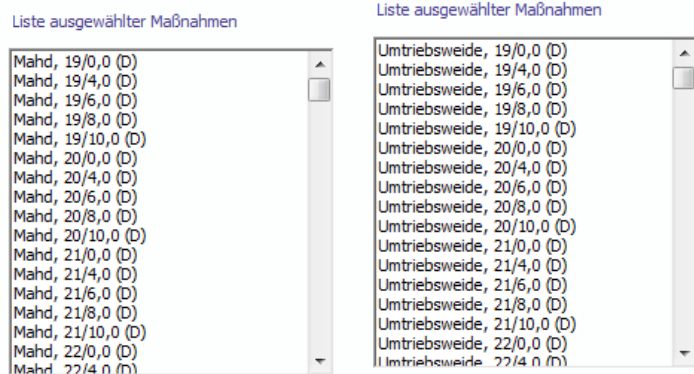


Die Simulation, die Sie in diesem Fenster starten können, schätzt für jede ausgewählte Maßnahme die ökologische Qualität für jede ausgewählte Art (lokale Habitatqualität, vgl. Teil A, Kapitel 6) und die Kosten auf jedem für diese Maßnahme zur Verfügung stehenden Grünlandpixel ab. Im Gegensatz zu der Simulation von Agrarumweltprogrammen, wo die Maßnahmen in Konkurrenz zueinander stehen und jedem Pixel nur eine einzelne Maßnahmen zugewiesen wird, werden nun alle Maßnahmen pro Pixel unabhängig voneinander berechnet (siehe Teil A, Kapitel 8).

Die Dateneingabe für die „Simulation von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten“ erfolgt fast identisch wie im Fenster für die Simulation von Agrarumweltprogrammen (vgl. Teil B, Kapitel 6.1). Die Auswahl von „Bundesland“, „Auswahl der Höhenlage“, der zu schützenden Arten und Lebensraumtypen und die Eingabe der Transaktionskosten entsprechen sich, deshalb wird auf die Ausführungen in Teil B, Kapitel 6.1 verwiesen.

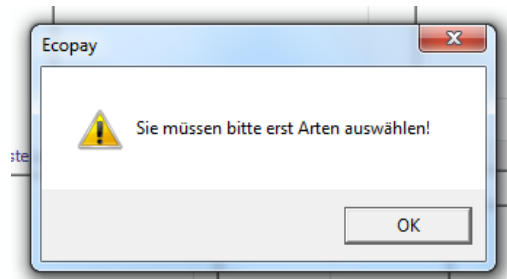
Maßnahme: Für die Auswahl einzelner Maßnahmen stehen Ihnen die gleichen Auswahlfelder zur Verfügung, wie bei der Simulierung von Agrarumweltprogrammen (vgl. Ausführungen Teil B, Kapitel 6.1). Zusätzlich können Sie aber auch ganze Gruppen von Maßnahmen laden, indem Sie auf eins der drei folgenden Felder klicken:

- „Nur Mahd“: Es werden automatisch alle Maßnahmen, die nur Schnittnutzungen oder Mahd mit Mahdstreifen beinhalten, in die „Liste ausgewählter Maßnahmen“ geladen.
- „Nur Weide“: Es werden automatisch alle Maßnahmen, die zu den Weideverfahren gehören (einschließlich der Mähweide), in die „Liste ausgewählter Maßnahmen“ geladen.
- „Alle Maßnahmen“: Es werden automatisch alle Maßnahmen, die in der Datenbank hinterlegt sind, in die „Liste ausgewählter Maßnahmen“ geladen.



„Simulierung starten“: Sobald mindestens eine Maßnahme und mindestens eine Art oder ein Lebensraumtyp ausgewählt sowie ein Bundesland, die Auswahl der Höhenlage und die Transaktionskosten angegeben wurden, können Sie durch Klicken von „Simulierung starten“ die Simulierung beginnen.

Sollten Sie eine der Eingaben vergessen haben, erscheint eine Fehlermeldung und Sie können Ihre Eingabe korrigieren. Nebenstehend ist ein Beispiel für eine Fehlermeldung bei fehlender Arten- bzw. Lebensraumtypenauswahl.



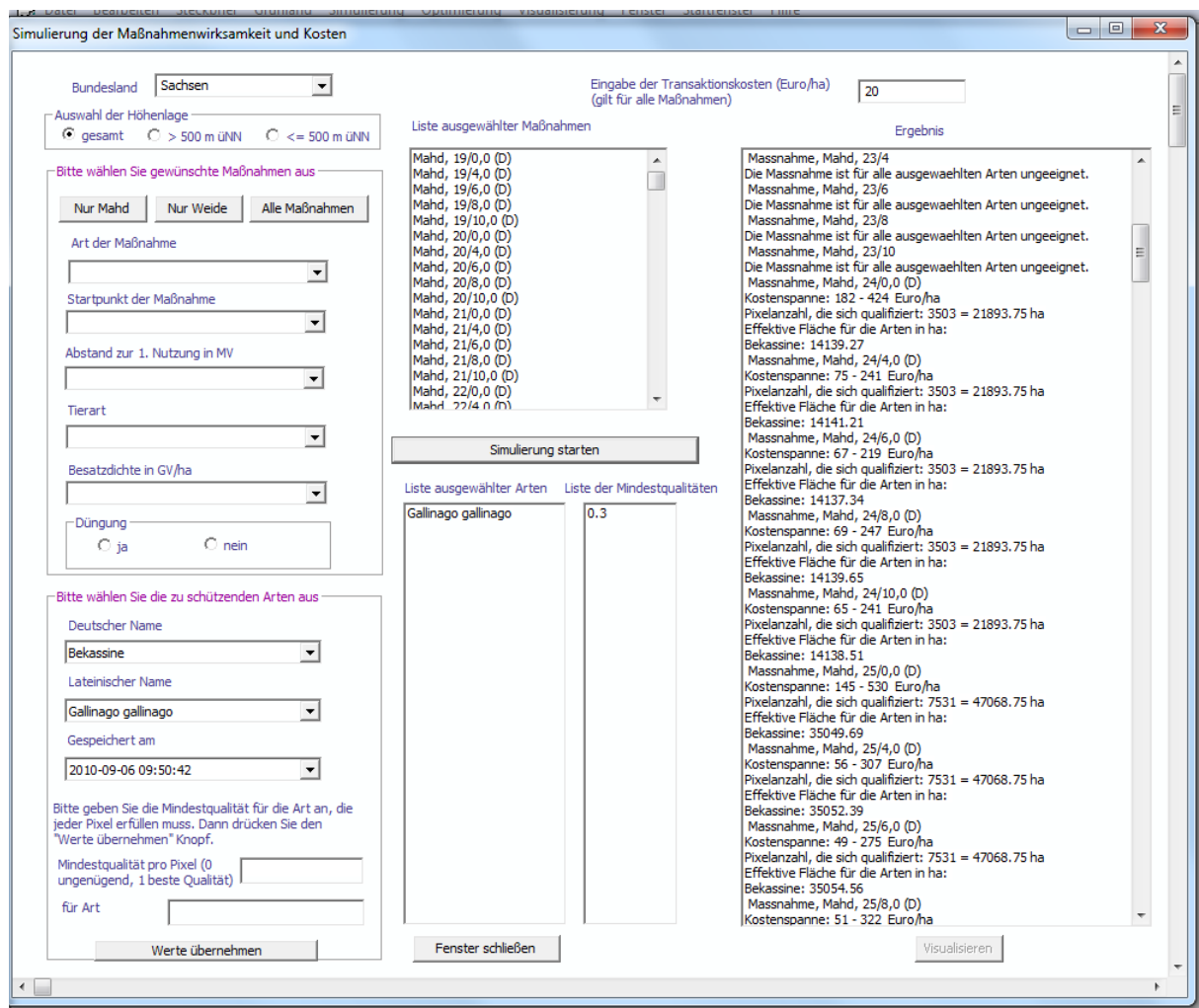
Das Ergebnis der Simulierung erscheint in dem Feld „Ergebnis“. Je nach Anzahl der ausgewählten Maßnahmen kann es auf Grund der benötigten Rechenzeit einen Moment dauern bis das Ergebnis erscheint. Screenshot B-4 zeigt als Beispiel das Ergebnis einer Simulierung der Auswirkung aller Mahdmaßnahmen auf die Bekassine mit einer geforderten Mindestqualität von 0.3. Screenshot B-5 zeigt als Beispiel das Ergebnis einer Simulierung der Auswirkung einer ausgewählten Mahdmaßnahme auf Bekassine und Feldlerche mit einer geforderten Mindestqualität von 0.3.

„Ergebnis“: Für jede ausgewählte Maßnahme wird die Information ausgegeben, ob sie für die ausgewählten Arten und Lebensraumtypen geeignet ist oder nicht. Dieser Fall tritt dann auf, wenn auf keinem Grünlandpixel durch die Maßnahme für die Arten die Mindestqualität erreicht wurde. Falls sich Pixel für die Maßnahme qualifiziert haben, wird als erstes Ergebnis die Kostenspanne für diese Maßnahme angegeben, d.h. die niedrigsten und die höchsten Kosten die auf einem Ergebnispixel erreicht wurden. Als zweite Information folgt die Anzahl an Ergebnispixeln (sowie die entsprechende Fläche in ha). Als letztes Ergebnis wird die resultierende effektive Fläche für die Arten für

```

-----
Massnahme, Mahd, 23/10
Die Massnahme ist für alle ausgewaehnten Arten ungeeignet.
Massnahme, Mahd, 24/0,0 (D)
Kostenspanne: 182 - 424 Euro/ha
Pixelanzahl, die sich qualifiziert: 3503 = 21893.75 ha
Effektive Fläche für die Arten in ha:
Bekassine: 14139.27
-----
    
```

diese Maßnahme ausgegeben. Die effektive Fläche ist die Summe der Flächen aller Pixel, auf denen genau eine von der Optimierung ausgewählte Maßnahme durchgeführt wird, multipliziert mit der jeweiligen lokalen Habitatqualität, die auf dem Pixel für die Art erzielt wird. Eine Maßnahme wird nur durchgeführt, wenn die lokale Habitatqualität auf dem Pixel für mindestens eine Art deren Mindestqualität trifft oder übersteigt. Die lokale Habitatqualität reduziert somit die Pixelfläche zu einer effektiven Fläche (z.B. wird bei einer lokalen Habitatqualität von 0,5 für einen Pixel nur 50% der Pixelfläche addiert. Das bedeutet, dass z.B. zwei Pixel mit einer lokalen Habitatqualität von 0,5 zusammen die gleiche effektive Fläche bilden wie nur ein Pixel mit einer Qualität von 1. Vgl. Teil A, Kapitel 6.3). Für die von der Optimierung ausgewählten Maßnahmen gilt, dass die Zahlung für die Durchführung dieser Maßnahme die Kosten für den Landwirt mindestens ausgleicht und die Mindestqualität für die lokale Habitatqualität der Art erreicht oder überschritten wird.

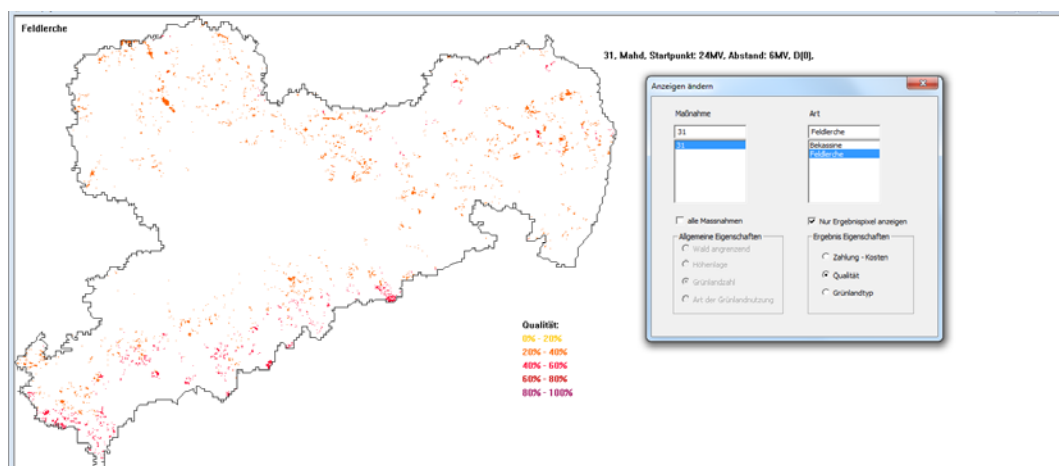


Screenshot B-4

Nach der Simulation ist das Feld „Visualisieren“ aktiviert. Die Visualisierung verläuft identisch zur Visualisierung der Ergebnisse einer Simulation von Agrarumweltprogrammen. **Achtung!** Sie können das Ergebnis nur visualisieren, wenn Sie höchstens bis zu zehn Maßnahmen ausgewählt haben. Die Datenmenge überlastet ansonsten Ihre Datenbank. Der Visualisierungsvorgang kann bis zu 3 Minuten andauern. Sie können sich die Ergebnisse der Simulation unabhängig von der Anzahl der ausgewählten Maßnahmen immer in der Datenbank in der Tabelle „graphic“ ansehen und exportieren (vgl. Teil C).

„Visualisieren“: Wenn Sie „Visualisieren“ anklicken, öffnet sich ein Fenster mit einer Karte des ausgewählten Bundeslandes. Das Ergebnis der Simulation wird in dieser Karte dargestellt (vgl. Screenshot B-6 für das Ergebnis des Screenshots B-5 für die Feldlerche). Im Visualisierungsfenster steht oben links der Name der Art bzw. des Lebensraumtyps, für den die Ergebnisse visualisiert werden. Oben rechts im Fenster stehen die Identifikations(ID)-Nummer der Maßnahme sowie der Maßnahmenname. Das Auswahlfenster „Anzeigen ändern“ zeigt Ihnen alle Optionen, die für die Visualisierung der Ergebnisse zur Verfügung stehen. Weitere Ausführungen entnehmen Sie bitte Teil B, Kapitel 6.1 und 8.

Screenshot B-5

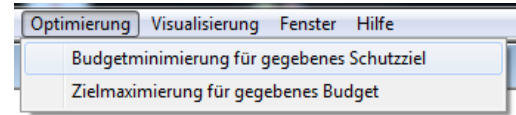


Screenshot B-6

## 7 Menüpunkt Optimierung

In diesem Kapitel wird gezeigt, wie man anhand einer Optimierung entweder für ein gegebenes Budget die Schutzziele maximiert oder das Budget für ein gegebenes Schutzziel minimiert.

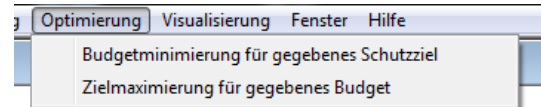
„Optimierung“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Optimierung“ erhält man die Auswahl zwischen „Budgetminimierung für gegebenes Schutzziel“ und „Zielmaximierung für gegebenes Budget“. Die beiden Optionen unterscheiden sich dadurch, dass bei der „Budgetminimierung für gegebenes Schutzziel“ das Schutzziel in Form der effektiven Fläche für die zu schützenden Arten vorgegeben wird (vgl. Teil A, Kapitel 6.3). In der Optimierung wird das minimale Budget bestimmt, das benötigt wird, um diese Ziele zu erreichen. Bei der „Zielmaximierung für gegebenes Budget“ wird dagegen vom Anwender ein Budget angegeben, für das die erreichbare maximale effektive Fläche für die zu schützenden Arten bestimmt wird.



Die Dateneingabe erfolgt sowohl über Editierfelder, d.h. dass die Eingabe über die Tastatur erfolgt wie z.B. die Eingabe der Transaktionskosten, als auch über Auswahlfelder, d.h., dass die zutreffende Eingabe ausgewählt wird.

### 7.1 Budgetminimierung für gegebenes Schutzziel

„Budgetminimierung für gegebenes Schutzziel“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Budgetminimierung für gegebenes Schutzziel“ öffnet sich das folgende Optimierungsfenster:





„Bundesland“: Alle in der Datenbank vorhandenen Bundesländer erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Bitte wählen Sie durch Anklicken das Bundesland aus, für das die Optimierung erfolgen soll.

### Auswahl der Höhenlage

Bitte wählen Sie durch Anklicken die gewünschte Höhenlage für die Grünlandpixel aus, die in der Optimierung berücksichtigt werden sollen:

- „gesamt“: Es werden alle Grünlandpixel betrachtet.
- „> 500 m ü.NN“: Es werden nur Grünlandpixel betrachtet, die über 500 m ü.NN liegen.
- „<= 500 m ü.NN“: Es werden nur Grünlandpixel betrachtet, die auf oder unter 500 m ü.NN liegen.

### Auswahl der Maßnahme(n)

Für die Auswahl einzelner Maßnahme stehen Ihnen die gleichen Auswahlfelder zur Verfügung, wie bei der Simulation von Agrarumweltprogrammen. Zusätzlich können Sie aber auch ganze Maßnahmengruppen gleichzeitig laden, indem Sie auf eines der drei folgenden Felder klicken:

- „Nur Mahd“: Es werden automatisch alle Maßnahmen, die nur Schnittnutzungen oder Mahd mit Mahdstreifen beinhalten, in die „Liste ausgewählter Maßnahmen“ geladen.
- „Nur Weide“: Es werden automatisch alle Maßnahmen, die zu den Weideverfahren gehören (einschließlich der Mähweide), in die „Liste ausgewählter Maßnahmen“ geladen.
- „Alle Maßnahmen“: Es werden automatisch alle Maßnahmen, die in der Datenbank hinterlegt sind, in die „Liste ausgewählter Maßnahmen“ geladen.

Sie können die Maßnahmen auch einzeln auswählen und zusammenstellen:

„Art der Maßnahme“: Als erstes wählen Sie die Art der Maßnahme aus. Alle zu Verfügung stehenden Maßnahmenarten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down) unter „Art der Maßnahme“. Klicken Sie auf die Art der Maßnahme, die Sie auswählen möchten.

Art der Maßnahme

- Mahd
- Umtriebsweide
- Saisonale\_Standweide
- Mähweide
- Ganzjahresweide
- Streifenmahd

„Startpunkt der Maßnahme“: Erst nachdem eine Maßnahmenart ausgewählt wurde, lässt sich die Liste der möglichen Startpunkte der Maßnahmen anzeigen. Dies liegt daran, dass sich die möglichen Maßnahmestartpunkte in Abhängigkeit von der Art der Maßnahme unterscheiden können. Alle für die gewählte Art der Maßnahme zur Verfügung stehenden Startpunkte erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf den Startpunkt, den Sie auswählen möchten.

Art der Maßnahme

Mahd

Startpunkt der Maßnahme

- 3. MV Mai, 19.
- 4. MV Mai, 20.
- 1. MV Juni, 21.
- 2. MV Juni, 22.
- 3. MV Juni, 23.
- 4. MV Juni, 24.

„Abstand zur 1. Nutzung in MV“: Erst nachdem ein Startpunkt der Maßnahme ausgewählt wurde, lässt sich die Liste der möglichen Abstände zwischen der ersten und einer möglichen zweiten Nutzung einer Maßnahme anzeigen. Dies liegt daran, dass sich diese Abstände in Abhängigkeit von der Art der Maßnahme unterscheiden können. Alle für die gewählte Art der Maßnahme zur Verfügung stehenden Abstände von 1. zu 2. Nutzung erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf den Abstand, den Sie auswählen möchten. Der Abstand ist in Monatsvierteln (MV) angegeben. Die Auswahl 0 bedeutet, dass nur eine Nutzung stattfindet.

Art der Maßnahme

Mahd

Startpunkt der Maßnahme

1. MV Juni, 21.

Abstand zur 1. Nutzung in MV

- 0
- 4
- 6
- 8

„Tierart“ und „Besatzdichte in GV/ha“: Wenn die ausgewählte „Art der Maßnahme“ zu den Mähweide- oder Weideregimes gehört, müssen Sie nun die Tierart und die Besatzdichte wählen. Alle zur Verfügung stehenden Auswahlmöglichkeiten erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down). Klicken Sie auf die Tierart (handelt es sich um ruhige oder lebhaftere Tiere oder eine Mischung aus beidem) und die Besatzdichte, die Sie auswählen möchten.



Wurde als „Art der Maßnahme“ Mahd ausgewählt, wird sowohl die Auswahl für die Tierart als auch für die Besatzdichte ausgeblendet.

<p>Art der Maßnahme</p> <p>Saisonale_Standweide</p> <p>Startpunkt der Maßnahme</p> <p>1. MV Mai, 17.</p> <p>Abstand zur 1. Nutzung in MV</p> <p>0</p> <p>Tierart</p> <p>2,ruhig</p> <p>Besatzdichte in GV/ha</p> <p>1.5 3.0 4.0</p>	<p>Art der Maßnahme</p> <p>Mahd</p> <p>Startpunkt der Maßnahme</p> <p>1. MV Juni, 21.</p> <p>Abstand zur 1. Nutzung in MV</p> <p>6</p> <p>Tierart</p> <p>Besatzdichte in GV/ha</p> <p>Düngung</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>
---	--

„Düngung“: Bitte wählen Sie aus, ob eine standortangepasste reduzierte Düngung erlaubt sein soll (Klick bei ja) oder nicht (Klick bei nein) (vgl. Teil A, Kapitel 4). Falls für die ausgewählte Nutzung nur eine Düngungseinstellung möglich ist, wird diese vom Programm voreingestellt und die Auswahl wird ausgeblendet.

Sobald Sie alle Einstellungen für eine Maßnahme ausgewählt haben, erscheint die Bezeichnung der Maßnahme automatisch in „Liste ausgewählter Maßnahmen“.

<p>Bundesland</p> <p>Auswahl der Höhenlage</p> <p><input checked="" type="radio"/> gesamt <input type="radio"/> &gt; 500 m üNN <input type="radio"/> &lt;= 500 m üNN</p> <p>Bitte wählen Sie die zu optimierenden Maßnahmen aus</p> <p>Nur Mahd   Nur Weide   Alle Maßnahmen</p> <p>Art der Maßnahme</p> <p>Saisonale_Standweide</p> <p>Startpunkt der Maßnahme</p> <p>1. MV Mai, 17.</p> <p>Abstand zur 1. Nutzung in MV</p> <p>0</p> <p>Tierart</p> <p>2,ruhig</p> <p>Besatzdichte in GV/ha</p> <p>3.0</p> <p>Düngung</p> <p><input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein</p>	<p>Eingabe der Transaktionskosten (Euro/ha) (gilt für alle Maßnahmen)</p> <p>Liste ausgewählter Maßnahmen</p> <p>Saisonale_Standweide, 17/0,3 (GV), 0 (D)</p> <p>Gesamtbudget (Euro) nach Optimierung</p>
---	---

Möchten Sie eine Maßnahme aus der „Liste der ausgewählten Maßnahmen“ löschen, erreichen Sie dies über einen Doppelklick auf den Maßnahmennamen in der Liste.

### Auswahl der Art(en) und Lebensraumtypen

Die Auswahl der Art(en) und Lebensraumtypen erfolgt für die verschiedenen Simulierungs- und Optimierungsmöglichkeiten immer gleich. Die Verwendung des Begriffs Arten in den Screenshots und der Software schließt auch die Lebensraumtypen mit ein.

„Deutscher Name“/„Lateinischer Name“: Als erstes wählen Sie den Namen der Art oder des Lebensraumtyps aus. Alle zu Verfügung stehenden Arten erhalten Sie in alphabetischer Sortierung durch Anklicken des Pfeils (Drop down) sowohl unter „Deutscher Name“ als auch unter „Lateinischer Name“. Klicken Sie entweder unter „Deutscher Name“ oder unter „Lateinischer Name“ auf die Art oder den Lebensraumtyp, die oder den Sie auswählen möchten. Unabhängig davon, ob Sie die Auswahl in lateinisch oder deutsch getroffen haben, erscheint der Name der Art automatisch beiden Sprachen in dem entsprechenden Auswahlfeld.

The image shows two identical forms side-by-side. Each form has a title 'Bitte wählen Sie die zu schützenden Arten aus'. The left form has 'Deutscher Name' selected as '(Leguminosen-/Dunkler Dickkopffalter' and 'Lateinischer Name' selected as 'Anthus pratensis'. The right form has 'Deutscher Name' empty and 'Lateinischer Name' selected as 'Anthus pratensis'. Both forms have 'Gespeichert am' empty, and the 'Für Art' field contains the name of the selected species. The 'Mindestqualität pro Pixel' and 'Effektive Mindestfläche (ha)' fields are empty in both.

„Gespeichert am“: Falls mehr als nur ein Steckbrief für die Art oder den Lebensraumtyp hinterlegt ist (vgl. Teil B, Kapitel 4), erhalten Sie durch Anklicken des Pfeils (Drop down) die unterschiedlichen Speicherdaten für die Art- oder Lebensraumsteckbriefe. Bitte wählen Sie den Steckbrief aus, der für die Optimierung genutzt werden soll. Ist nur ein Steckbrief vorhanden, so wählen Sie bitte diesen aus.

The screenshot shows a dropdown menu with the text 'Gespeichert am' above it. The selected option is '2010-09-06 09:50:42'. Below the dropdown is the text 'Bitte geben Sie die Mindestqualität für die Art an,'.

Sobald Sie ein Speicherdatum und einen Namen für eine Art ausgewählt haben, erscheint der deutsche Name der Art in dem Feld „für Art“.

„Mindestqualität pro Pixel“: Die Mindestqualität bezieht sich auf die lokale Habitatqualität für eine Art oder einen Lebensraumtyp auf einem Pixel. Bitte geben Sie eine Zahl zwischen 0 und 1 ein, mit der eine Mindestqualität pro Pixel für die ausgewählte Art festgelegt wird, die eingehalten werden muss, damit eine Maßnahme auf einem Pixel ausgeführt werden kann (vgl. Teil A, Kapitel 6.3). Der Wert kann mit zwei Nachkommastellen angegeben werden. **Achtung!** Bitte verwenden Sie anstelle eines Kommas einen Punkt für die

The screenshot shows two input fields. The top one is labeled 'Mindestqualität pro Pixel (0 ungenügend, 1 beste Qualität)' and is empty. The bottom one is labeled 'Für Art' and contains the text 'Bekassine'. Above the fields is the text 'Bitte geben Sie die Mindestqualität für die Art an, die jeder Pixel erfüllen muss sowie die gewünschte effektive Mindestfläche (ha). Dann drücken Sie den "Werte übernehmen" Knopf'.

Nachkommastelle. Ein Wert von 0 bedeutet, dass die lokale Habitatqualität ungeeignet für die Art bzw. den Lebensraumtyp ist, 1 steht für die beste Qualität.

„Effektive Mindestfläche (ha)“: Bitte geben Sie eine effektive Fläche für die Art in das Editierfeld ein, die mindestens erreicht werden soll (Zielvorgabe). Der Wert muss ganzzahlig angegeben werden. Die effektive Fläche ist die Summe der Flächen aller Pixel, auf denen genau eine von der Optimierung ausgewählte Maßnahme durchgeführt wird, multipliziert mit der jeweiligen lokalen Habitatqualität, die auf dem Pixel für die Art erzielt wird. Eine Maßnahme wird nur durchgeführt, wenn die lokale Habitatqualität auf dem Pixel für mindestens eine Art deren Mindestqualität trifft oder übersteigt. Die lokale Habitatqualität reduziert somit die Pixelfläche zu einer effektiven Fläche (z.B. wird bei einer lokalen Habitatqualität von 0,5 für einen Pixel nur 50% der Pixelfläche addiert. Das bedeutet, dass z.B. zwei Pixel mit einer lokalen Habitatqualität von 0,5 zusammen die gleiche effektive Fläche bilden wie nur ein Pixel mit einer Qualität von 1. Vgl. Teil A, Kapitel 6.3). Für die von der Optimierung ausgewählten Maßnahmen gilt, dass die Zahlung für die Durchführung dieser Maßnahme die Kosten für den Landwirt mindestens ausgleicht und die Mindestqualität für die lokale Habitatqualität der Art erreicht oder überschritten wird.

Effektive Mindestfläche (ha)

Werte übernehmen

„Werte übernehmen“: Klicken Sie nun „Werte übernehmen“ an, damit die Art oder der Lebensraumtyp in die „Liste ausgewählter Arten“ für die Optimierung übernommen wird. Sie können weitere Arten und Lebensraumtypen für die Optimierung auswählen, indem Sie den beschriebenen Vorgang wiederholen.

Liste ausgewählter Arten: Bekassine

Liste der Mindestqualitäten: 0,3

Liste der effektiven Mindestflächen (ha): 300

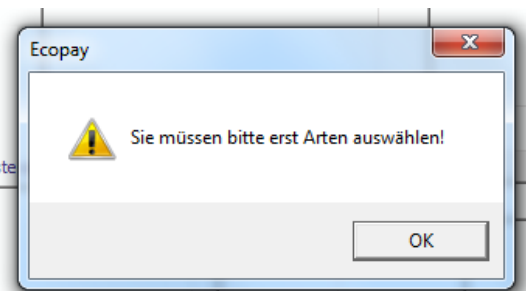
Soll eine Art oder ein Lebensraumtyp aus der „Liste ausgewählter Arten“ gelöscht werden, erreichen Sie dies durch einen Doppelklick auf den Namen der Art oder des Lebensraumtyps.

„Eingabe der Transaktionskosten (Euro/ha) (gilt für alle Maßnahmen)“: Bitte geben Sie in dem Editierfeld einen ganzzahligen Wert für mögliche Transaktionskosten der Landwirte ein (vgl. Teil A, Kapitel 7). Es werden einheitliche Transaktionskosten für alle Maßnahmen angenommen

Eingabe der Transaktionskosten (Euro/ha) (gilt für alle Maßnahmen)

„Optimierung starten“: Sobald mindestens eine Maßnahme und mindestens eine Art oder ein Lebensraumtyp ausgewählt sowie ein Bundesland, die Auswahl der Höhenlage und die Transaktionskosten angegeben wurden, können Sie durch Klicken von „Optimierung starten“ die Optimierung beginnen.

Sollten Sie eine der Eingaben vergessen haben, erscheint eine Fehlermeldung und Sie können Ihre Eingabe korrigieren. Nebenstehend ist ein Beispiel für eine Fehlermeldung bei fehlender Arten- bzw. Lebensraumtypenauswahl.



**Achtung!** Die Optimierung ist ein langwieriger Prozess. Die Rechenzeit des Programms kann je nach Größe der Eingabe mehrere Stunden dauern, bis das Ergebnis vorliegt. Sie können das Programmfenster von Ecopay jedoch durch Anklicken des Minimieren-Zeichens (Zeichen links neben dem x) verkleinern und an Ihrem Computer weiterarbeiten. Dies stört den Optimierungsprozess nicht.



Sobald die Optimierung abgeschlossen ist, erscheint in dem Feld „Gesamtbudget (Euro) nach Optimierung“ das Gesamtbudget, das zum Erreichen des vorgegebenen Schutzziels bzw. der vorgegebenen Schutzziele benötigt wird. Außerdem werden jeder Maßnahme eine Zahlung, die nach dieser Maßnahme bewirtschaftete Fläche und die Maximalfläche, auf der die Maßnahme unter der Optimierung durchgeführt werden darf, zugewiesen (Feld „Zahlung (Euro/ha) und Flächen (ha) pro Maßnahme nach Optimierung“). Zudem wird unter „Effektive Fläche (ha) der Arten nach Optimierung“ die mit den durchgeführten Maßnahmen erreichte effektive Fläche für die Arten angegeben. Screenshot B-7 zeigt eine Beispieloptimierung, an der die Ergebnisausgabe im Folgenden genauer erläutert wird.

Screenshot B-7

„Zahlung (Euro/ha) und Flächen (ha) pro Maßnahme nach Optimierung“: Für jede Maßnahme, die von der Optimierung als geeignet ausgewählt wurde, steht an dieser Stelle die Zahlung, die laut Optimierung geleistet werden muss, um die ebenfalls an dieser Stelle angegebene

ne teilnehmende Fläche zu erreichen. **Achtung!** Nicht jede Maßnahme, die als mögliche Maßnahme für die Optimierung vom Nutzer ausgewählt wurde, erweist sich nach der Optimierung als geeignet, d.h. es kann passieren, dass Maßnahmen nach der Optimierung keine Zahlung und Fläche erhalten, da eine Kombination von anderen Maßnahmen ökologisch und ökonomisch besser geeignet ist.

Die teilnehmende Fläche gibt an, wie viel Fläche für diese Zahlung an der entsprechenden Maßnahme vermutlich teilnehmen wird. **Achtung!** Dies ist nicht die effektive Fläche der einzelnen Arten, sondern die Gesamtfläche der Pixel, die sich für diese Maßnahme qualifiziert haben und am Ergebnis teilnehmen.

Maximalfläche: Die Angabe der Maximalfläche für eine Maßnahme ist eine Zusatzinformation für den Anwender. Die Maximalfläche stellt die Flächenbeschränkung für eine Maßnahme dar, die im Optimierungsalgorithmus erzeugt wird (vgl. Teil A, Kapitel 8). Die Maximalfläche ist (nur) von Interesse, wenn mehrere Maßnahmen optimiert wurden. Dann lassen sich mit ihr Informationen darüber gewinnen, wie sich das optimierte Gesamtbudget aus Einzelbudgets für die einzelnen Maßnahmen zusammensetzt. Hierfür muss der Anwender für jede Maßnahme die Maximalfläche mit der teilnehmenden Fläche für diese Maßnahme vergleichen. Sind Maximalfläche und teilnehmende Fläche für eine Maßnahme gleich groß, so ist davon auszugehen, dass die entsprechende Maßnahme ohne die Flächenbegrenzung auf weiteren Flächen durchgeführt werden würde. Nutzt der Anwender in diesem Fall (d.h. für mindestens eine Maßnahme ist Maximalfläche=teilnehmende Fläche) lediglich das Gesamtbudget als Optimierungsergebnis zur Erstellung eines realen Agrarumweltprogramms, so wird sich ohne eine zusätzliche Einschränkung der Maßnahmenfläche nicht die gleiche Verteilung der Flächen auf die Maßnahmen wie in der Optimierung einstellen. Dem kann der Anwender entgegenwirken, indem er das Gesamtbudget mithilfe der Angaben zur Maximalfläche und der teilnehmenden Fläche auf die einzelnen Maßnahmen aufteilt. Dazu muss der Anwender jeweils die Maximalfläche einer Maßnahme mit der Zahlung für diese Maßnahme multiplizieren, wenn Maximalfläche und teilnehmende Fläche gleich groß sind, oder die teilnehmende Fläche einer Fläche mit der Zahlung der Maßnahme, wenn die teilnehmende Fläche kleiner als die Maximalfläche ist. Ist die maximale Fläche größer als die teilnehmende Fläche, bedeutet dies außerdem, dass entweder für die angegebene Zahlung nicht mehr Landwirte an der Maßnahme teilnehmen, d.h. die Zahlung zu gering ist, um mehr Fläche zu generieren, oder die geforderte lokale Habitatqualität auf den anderen Flächen nicht erzeugt wird.

„Effektive Fläche (ha) der Arten nach Optimierung“: An dieser Stelle wird für jede Art die erzielte effektive Fläche angezeigt. Diese Fläche ist die Summe der Flächen aller Pixel, auf denen genau eine von der Optimierung ausgewählte Maßnahme durchgeführt wird, multipliziert mit der jeweiligen lokalen Habitatqualität, die auf dem Pixel für die Art erzielt wird. Eine Maßnahme wird nur durchgeführt, wenn die lokale Habitatqualität auf dem Pixel für mindestens eine Art deren Mindestqualität trifft oder übersteigt. Die lokale Habitatqualität reduziert somit die Pixelfläche zu einer effektiven Fläche (z.B. wird bei einer lokalen Habitatqualität von 0,5 für einen Pixel nur 50% der Pixelfläche addiert. Das bedeutet, dass

Zahlung (Euro/ha) und Flächen (ha) pro Maßnahme nach Optimierung

Mahd, 24/6,0 (D)
Zahlung in Euro: 144.53
Die teilnehmenden Fläche in ha: 218.75
Maximalfläche in ha: 218.75
Mahd, 26/0,0 (D)
Zahlung in Euro: 334.54
Die teilnehmenden Fläche in ha: 68.75
Maximalfläche in ha: 68.75

Effektive Fläche (ha) der Arten nach Optimierung

Bekassine
Erreichte effektive Fläche in ha:
99.16
Geforderte effektive Fläche in ha:
100.00

z.B. zwei Pixel mit einer lokalen Habitatqualität von 0,5 zusammen die gleiche effektive Fläche bilden wie nur ein Pixel mit einer Qualität von 1. Vgl. Teil A, Kapitel 6.3). Für die von der Optimierung ausgewählten Maßnahmen gilt, dass die Zahlung für die Durchführung dieser Maßnahme die Kosten für den Landwirt mindestens ausgleicht und die Mindestqualität für die lokale Habitatqualität der Art erreicht oder überschritten wird.

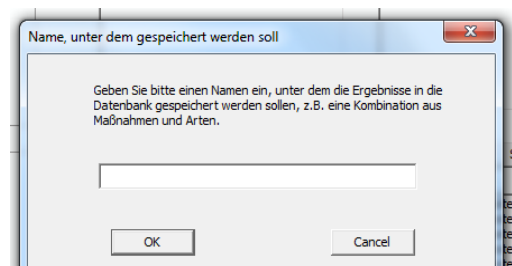
Die erreichte effektive Fläche kann von der geforderten effektiven Fläche abweichen:

- Überschreitet die erreichte die geforderte effektive Fläche für eine Zielart, ist dies durch die Vorgaben der anderen Zielarten bedingt. Das heißt, es gibt eine andere Zielart, für die zur Erreichung ihrer effektiven Fläche auch Flächen benötigt werden, die sich positiv auf andere Arten auswirken und zu einer höheren effektiven Fläche für diese Arten führen können (Synergieeffekte).
- Unterschreitet die erreichte die geforderte effektive Fläche knapp, würde eine Änderung bei der Maßnahmenzusammenstellung zur Erhöhung der effektiven Fläche zu einer unproportionalen Erhöhung des Gesamtbudgets führen und zu einer Überschreitung der geforderten effektiven Fläche. Der Optimierungsalgorithmus wählt daher die knappe Unterschreitung als die bessere Lösung.
- Unterschreitet die erreichte die geforderte effektive Fläche deutlich, so kann für die geforderte lokale Mindestqualität für diese Art die effektive Fläche nicht mit den gewählten Maßnahmen erreicht werden. In diesem Fall bedingen die ökologischen Auswirkungen der gewählten Maßnahmen die Unterschreitung.

„Gesamtbudget“: Das Gesamtbudget ergibt sich als Summe aller Zahlungen, die an die Landwirte geleistet werden.

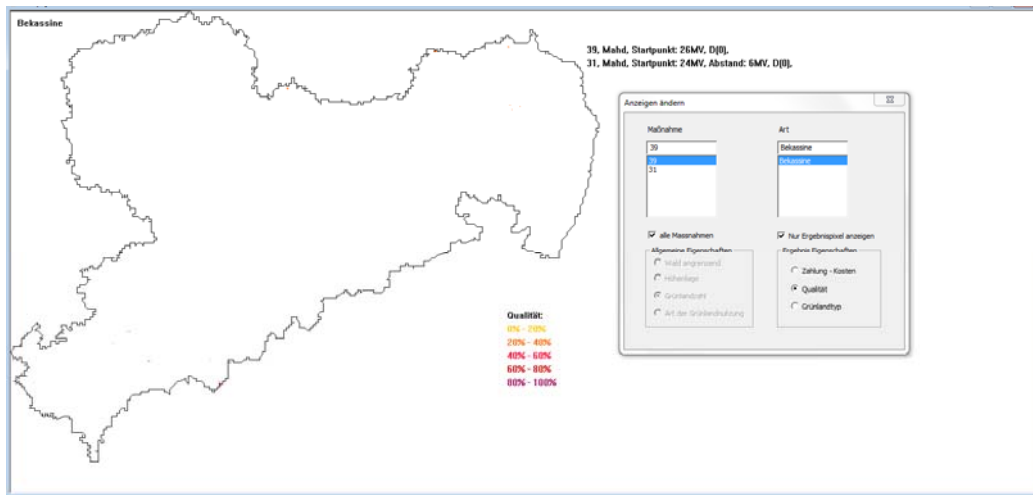
Nach Abschluss der Optimierung sind die beiden Felder „Speichern“ und „Visualisieren“ aktiviert. **Achtung!** Nur wenn Sie das Ergebnis der Optimierung speichern, können Sie es nach dem Schließen des Simulierungsfensters erneut laden und visualisieren.

„Speichern“: Wenn Sie „Speichern“ anklicken, öffnet sich ein Eingabefenster, in dem Sie den Namen eingeben, unter dem das Optimierungsergebnis gespeichert werden soll. Anschließend klicken Sie bitte „OK“. Wollen Sie den Vorgang abbrechen, klicken Sie auf „Cancel“.



„Visualisieren“: Wenn Sie „Visualisieren“ anklicken, öffnet sich ein Fenster mit einer Karte des ausgewählten Bundeslandes. Das Ergebnis der Optimierung wird in dieser Karte dargestellt (vgl. Screenshot B-8 mit Ergebnissen für die oben stehende Optimierung). Im Visualisierungsfenster steht oben links der Name der Art bzw. des Lebensraumtyps, für den die Ergebnisse visualisiert werden. Oben rechts im Fenster stehen die Identifikations(ID)-Nummer der Maßnahme sowie der Maßnahmename. Das Auswahlfenster „Anzeigen ändern“ zeigt Ihnen alle Optionen, die für die Visualisierung der Ergebnisse zur Verfügung stehen. Weitere Ausführungen entnehmen Sie bitte Teil B, Kapitel 6.1 und 8.

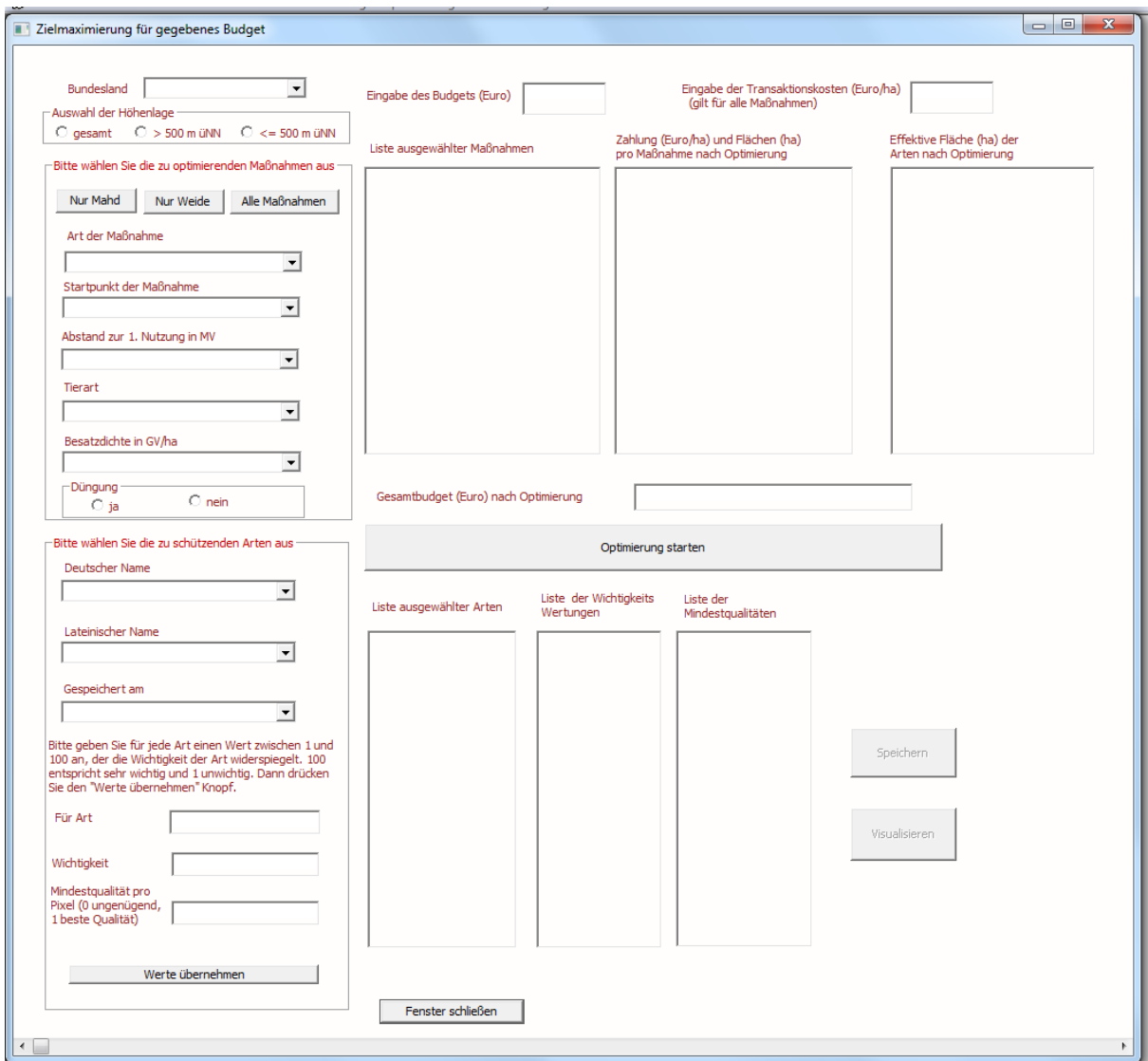
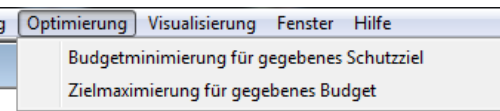




Screenshot B-8

## 7.2 Zielmaximierung für gegebenes Budget

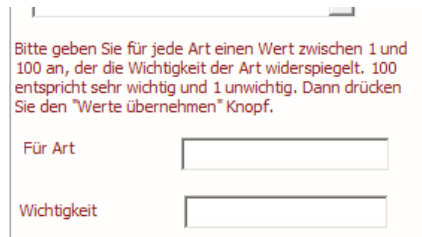
„Zielmaximierung für gegebenes Budget“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Zielmaximierung für gegebenes Budget“ öffnet sich das folgende Optimierungsfenster:



Die Dateneingabe ist bis auf zwei Eingabefelder, die im Folgenden näher erläutert werden, mit der Eingabe für die Budgetminimierung identisch (vgl. Ausführungen Teil B, Kapitel 7.1).

*Auswahl der Art oder des Lebensraumtyps:*

„Wichtigkeit“: Bei der Arten- oder Lebensraumtypenauswahl wird zusätzlich zu der in Teil B, Kapitel 7.1 erfolgten Beschreibung der Auswahl noch eine Gewichtung der zu optimierenden Arten benötigt (siehe Teil A, Kapitel 8). Dafür müssen Sie für jede ausgewählte Art einen ganzzahligen Wert zwischen 1 und 100 angeben, der die



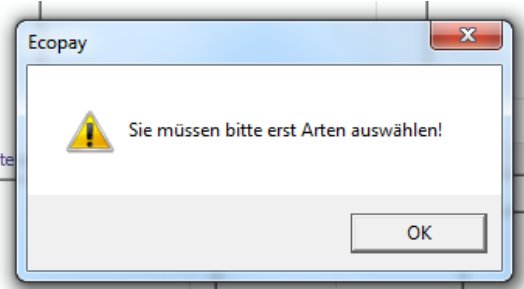
Wichtigkeit des Schutzes der Art aus Sicht des Entscheiders widerspiegelt, wobei 1 unwichtig und 100 sehr wichtig entspricht. **Achtung!** Es handelt sich um ein relatives Maß, die einzelnen Zahlen stellen also die Arten in Relation zu einander: falls Sie allen ausgewählten Arten den gleichen Wert zuordnen (z.B. 10, 50 oder 90), gewichten Sie die Arten gleich. Bekommt eine Art einen doppelt so großen Wert wie die andere (40 und 80 oder 50 und 100), so ist eine Art doppelt so wichtig wie die andere. Bei Werten von 10 und 100 ist eine Art 10-fach so wichtig wie die andere usw. Klicken Sie anschließend auf „Werte übernehmen“.

„Eingabe des Budgets (Euro)“: Geben Sie bitte einen ganzzahligen Wert für das Budget an, das durch die Optimierung nicht überschritten werden darf.



„Optimierung starten“: Sobald alle Eingaben erfolgt sind, können Sie durch Klicken von „Optimierung starten“ die Optimierung beginnen.

Sollten Sie eine der Eingaben vergessen haben, erscheint eine Fehlermeldung und Sie können Ihre Eingabe korrigieren. Nebenstehend ist ein Beispiel für eine Fehlermeldung bei fehlender Arten- bzw. Lebensraumtypenauswahl.



**Achtung!** Die Optimierung ist ein langwieriger Prozess. Die Rechenzeit des Programms kann je nach Größe der Eingabe mehrere Stunden dauern, bis das Ergebnis vorliegt. Sie können das Programmfenster von Ecopay jedoch durch Anklicken des Minimieren-Zeichens (Zeichen links neben dem x) verkleinern und an Ihrem Computer weiterarbeiten. Dies stört den Optimierungsprozess nicht.



Sobald die Optimierung abgeschlossen ist, erscheint in dem Feld „Gesamtbudget (Euro) nach Optimierung“ das Gesamtbudget, das benötigt wird, und jeder Maßnahme werden eine Zahlung, die teilnehmende Fläche und die Maximalfläche, auf der die Maßnahme unter der Optimierung durchgeführt werden darf, zugewiesen (Feld „Zahlung (Euro/ha) und Flächen (ha) pro Maßnahme nach Optimierung“). Zudem wird unter „Effektive Fläche (ha) der Arten nach Optimierung“ die mit den geeigneten Maßnahmen erreichte effektive Fläche für die Arten angegeben. Screenshot B-9 zeigt eine Beispielloptimierung.

Das Gesamtbudget nach der Optimierung kann aus folgendem Grund von dem eingegebenen Gesamtbudget abweichen und es unterschreiten: Eine Überschreitung des vorgegebenen Bud-



gets ist niemals erlaubt. Liegt das Gesamtbudget im Optimierungsprozess unter dem vorgegebenen Budget, wird über eine Erhöhung der Zahlungen oder der Fläche für einzelne Maßnahmen getestet, ob das Ziel noch weiter maximiert werden kann. Wenn eine Änderung aber dazu führen, dass das vorgegebene Gesamtbudget nach der Optimierung überschritten würde, wird diese Änderung nicht zugelassen und es bleibt bei einer Unterschreitung des vorgegebenen Budgets.

Die Ergebnisausgabe für die beiden Optimierungsoptionen ist identisch. Daher entnehmen Sie bitte Teil B, Kapitel 7.1 die genauen Erklärungen zu der Ergebnisausgabe.

**Zielmaximierung für gegebenes Budget**

Bundesland: Sachsen

Eingabe des Budgets (Euro): 300000

Eingabe der Transaktionskosten (Euro/ha) (gilt für alle Maßnahmen): 20

Auswahl der Höhenlage:  gesamt  > 500 m üNN  ≤ 500 m üNN

Bitte wählen Sie die zu optimierenden Maßnahmen aus:

Art der Maßnahme: Mahd

Startpunkt der Maßnahme: 3. MV September, 35.

Abstand zur 1. Nutzung in MV: 0

Tierart:

Besatzdichte in GV/ha:

Düngung:  ja  nein

Bitte wählen Sie die zu schützenden Arten aus:

Deutscher Name: Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling

Lateinischer Name: Maculinea nausithous

Gespeichert am: 2010-10-12 14:40:11

Bitte geben Sie für jede Art einen Wert zwischen 1 und 100 an, der die Wichtigkeit der Art widerspiegelt. 100 entspricht sehr wichtig und 1 unwichtig. Dann drücken Sie den "Werte übernehmen" Knopf.

Für Art:

Wichtigkeit:

Mindestqualität pro Pixel (0 ungenügend, 1 beste Qualität):

Liste ausgewählter Maßnahmen:

Mahd, 20/0,0 (D)	Mahd, 20/0,0 (D) Zahlung in Euro: 325.67 Die teilnehmenden Fläche in ha: 775.00 Maximalfläche in ha: 1462.50	Effektive Fläche (ha) der Arten nach Optimierung Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling Erreichte effektiv Fläche in ha: 634.50
Mahd, 35/0,0 (D)	Mahd, 35/0,0 (D) Zahlung in Euro: 400.71 Die teilnehmenden Fläche in ha: 68.75 Maximalfläche in ha: 68.75	

Zahlung (Euro/ha) und Flächen (ha) pro Maßnahme nach Optimierung

Gesamtbudget (Euro) nach Optimierung: 279944

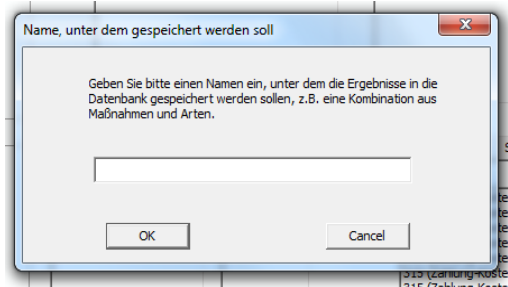
Liste ausgewählter Arten:

Dunkler Wiesenknopf-Ameis	Liste der Wichtigkeitswertungen: 100	Liste der Mindestqualitäten: 0.1
---------------------------	--------------------------------------	----------------------------------

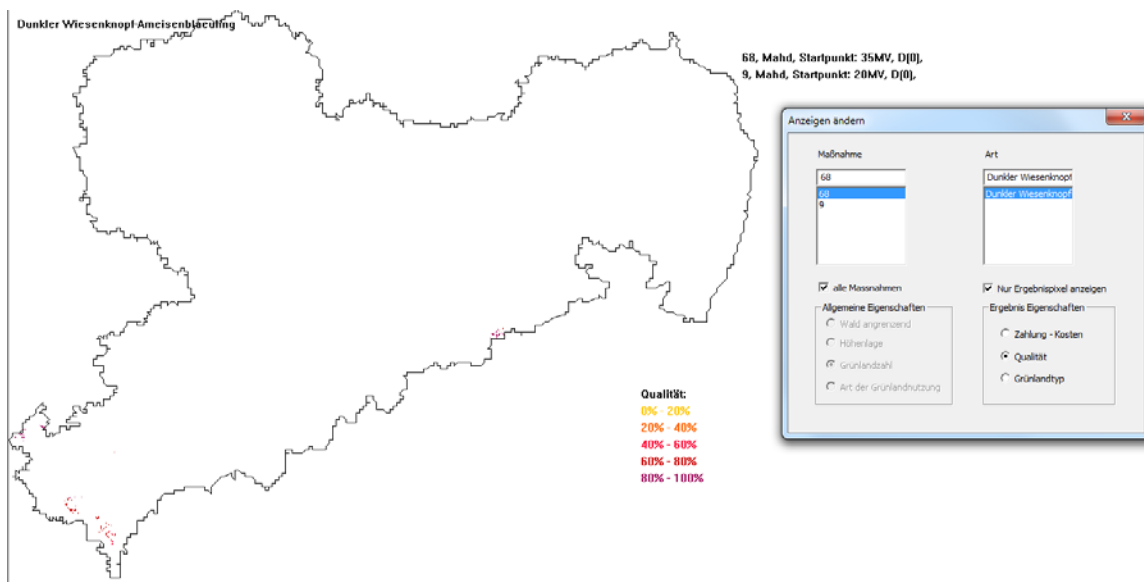
Screenshot B-9

Nach Abschluss der Optimierung sind die beiden Felder „Speichern“ und „Visualisieren“ aktiviert. **Achtung!** Nur wenn Sie das Ergebnis der Optimierung speichern, können Sie es nach dem Schließen des Simulationsfensters erneut laden und visualisieren.

„Speichern“: Wenn Sie „Speichern“ anklicken, öffnet sich ein Eingabefenster, in dem Sie den Namen eingeben, unter dem das Optimierungsergebnis gespeichert werden soll. Anschließend klicken Sie bitte „OK“. Wollen Sie den Vorgang abbrechen, klicken Sie auf „Cancel“.



„Visualisieren“: Wenn Sie „Visualisieren“ anklicken, öffnet sich ein Fenster mit einer Karte des ausgewählten Bundeslandes. Das Ergebnis der Optimierung wird in dieser Karte dargestellt (vgl. Screenshot B-10 mit Ergebnissen für die oben stehende Optimierung). Im Visualisierungsfenster steht oben links der Name der Art bzw. des Lebensraumtyps, für den die Ergebnisse visualisiert werden. Oben rechts im Fenster stehen die Identifikations(ID)-Nummer der Maßnahme sowie der Maßnahmenname. Das Auswahlfenster „Anzeigen ändern“ zeigt Ihnen alle Optionen, die für die Visualisierung der Ergebnisse zur Verfügung stehen. Weitere Ausführungen entnehmen Sie bitte Teil B, Kapitel 6.1 und 8.

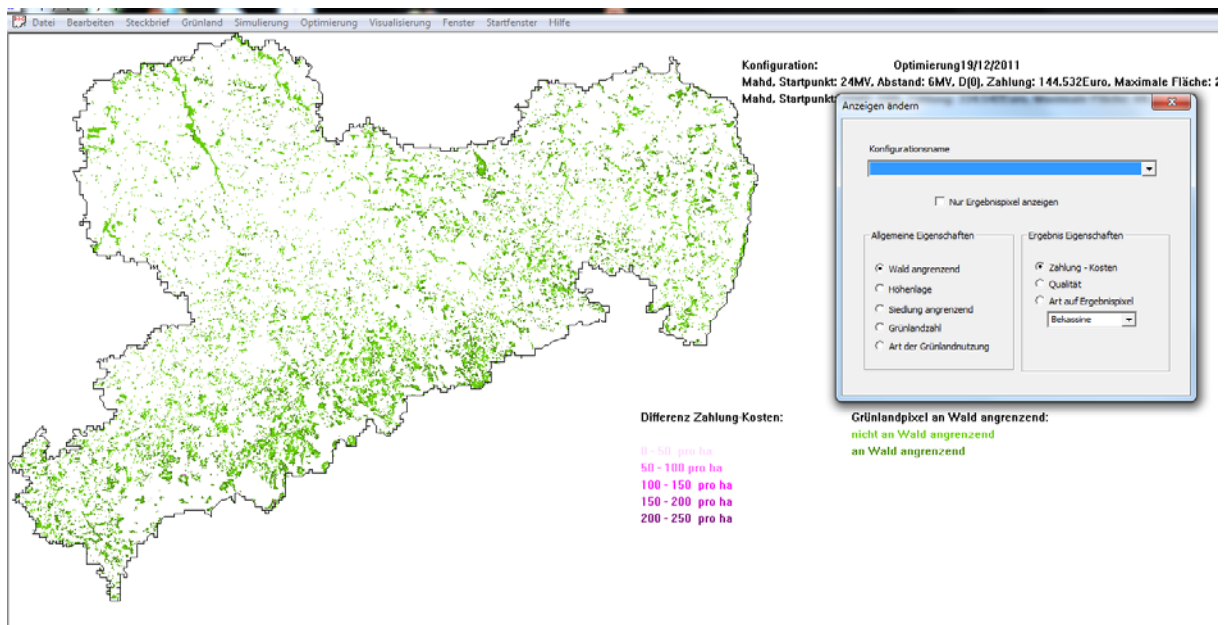


Screenshot B-10

## 8 Menüpunkt Visualisierung

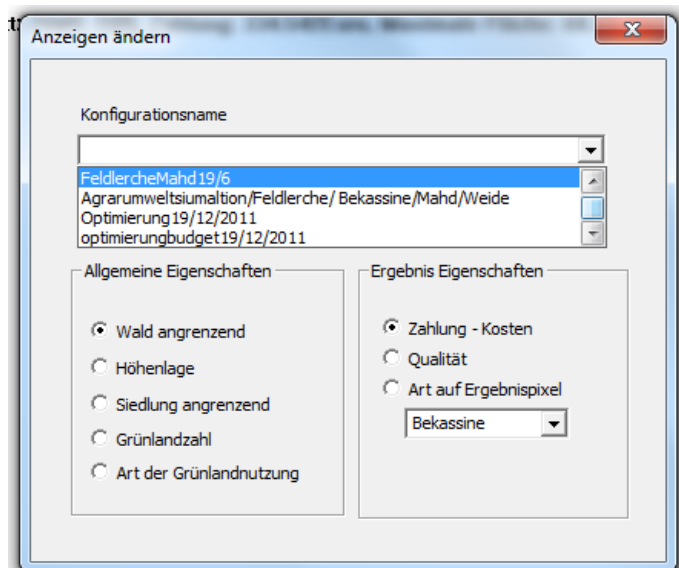
In diesem Kapitel wird gezeigt, wie man in der Datenbank gespeicherte Ergebnisse wieder aufrufen und visualisieren kann.

„Visualisierung“: Durch Anklicken des Menüpunktes „Visualisierung“ kommt man zum Menüpunkt „Karte“. Durch Anklicken des Menüpunktes „Karte“ öffnet sich das in Screenshot B-11 dargestellte Visualisierungsfenster. Es wird beispielhaft das Ergebnis einer Optimierung für Sachsen dargestellt. Oben rechts im Fenster werden sowohl der Name, unter dem das Ergebnis gespeichert wurde, angezeigt sowie Zahlung und maximale Fläche für die geeigneten Maßnahmen. Auf der Beispielkarte sind neben den Ergebnispixeln, d.h. die für diese Optimierung errechneten Pixel, auf denen Maßnahmen durchgeführt werden, auch alle übrigen Grünlandpixel des Bundeslandes dargestellt. Das Auswahlfenster „Anzeigen ändern“ zeigt Ihnen alle Optionen, die für die Visualisierung der gespeicherten Ergebnisse zur Verfügung stehen.

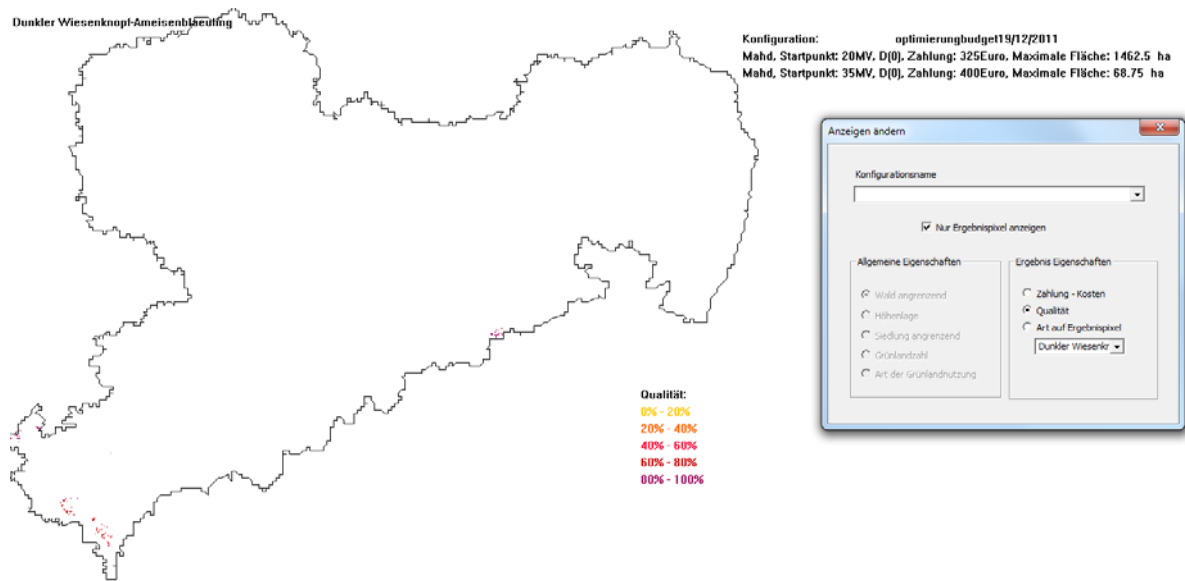


Screenshot B-11

„Konfigurationsname“: Durch Anklicken des Pfeils (Drop down) können Sie alle in der Datenbank gespeicherten Konfigurationen sehen, d.h. alle von Ihnen gespeicherten Simulierungs- oder Optimierungsergebnisse. Bitte wählen Sie durch Anklicken die Konfiguration bzw. das gespeicherte Ergebnis aus, das visualisiert werden soll.



Screenshot B-12 zeigt das Beispiel der in Teil B, Kapitel 7.2 durchgeführten Optimierung, das in der Datenbank gespeichert und erneut visualisiert wurde.



Screenshot B-12

Ausführungen zu den weiteren Optionen im Auswahlfenster „Anzeigen ändern“, die für die Visualisierung der Ergebnisse zur Verfügung stehen, entnehmen Sie bitte Teil B, Kapitel 6.1.

## 9 Menüpunkt Hilfe

Der Menüpunkt Hilfe zeigt Ihnen die aktuelle Version von Ecopay an.

# Teil C Datenbank

## 1 Allgemeines zur Datenbank

Als Datenbank wurde die freie MySQL Datenbank von Sun Microsystems gewählt (siehe auch: <http://www.mysql.com/why-mysql/>). MySQL ist eine open source database, d.h. eine frei zur Verfügung stehende Datenbank-Software. Die Datenbank ist so angelegt, dass die einzelnen Daten für die Steckbriefe, die Daten für die Kostenberechnung, die notwendigen GIS-Daten und die Ergebnisdaten in der Datenbank gespeichert werden. Die Datenbank hat eine Hauptschnittstelle, die den Zugriff auf die Datenbank regelt. Dies bedeutet, dass das Ein- und Auslesen von Daten durch Aufrufen von Funktionen aus dieser Schnittstelle realisiert wird. Die Datenbank ist über einen C++-Connector (ebenfalls von Sun Microsystems) mit der Benutzeroberfläche von Ecopay verbunden. In dem Moment, in dem Ecopay geöffnet wird, wird eine Verbindung zur Datenbank aufgebaut.

## 2 Datenbankstruktur Ecopay

Im Folgenden wird die Struktur der Datenbank von Ecopay beschrieben. Dazu wird zu den einzelnen Tabellen der Datenbank erläutert, welche Einträge in welchen Einheiten sie umfassen und welche Verknüpfungen zwischen den Tabellen bestehen. Einen Überblick über alle Tabellen der Ecopay-Datenbank gibt Screenshot C-1 mit der Startseite der Datenbank. Die Tabellen sind alphabetisch sortiert und werden in dieser Reihenfolge vorgestellt. Detaillierte Informationen zu der Nutzung einer MySQL-Datenbank finden Sie unter <http://www.mysql.com/why-mysql/>.

Manche Tabellen sind miteinander verknüpft, d.h. sie bauen entweder aufeinander auf oder greifen aufeinander zu, und es wird jedem Datensatz eine eindeutige Identifikationsnummer (ID) zugewiesen. Ein Datensatz ist ein kompletter (Zeilen-)Eintrag in einer Tabelle. Zum Beispiel wird für die Auswahl eines Bundeslandes eine Tabelle mit dem Namen „bundesland“ angelegt (vgl. Tab. C-2). Ein Datensatz besteht aus der „bundeslandID“, dem Namen des Bundeslandes und wann das Graswachstum (die Vegetationsperiode) in diesem Bundesland beginnt. Da in Ecopay die beiden Bundesländer Sachsen und Schleswig-Holstein berücksichtigt sind, gibt es zwei Datensätze:

```
bundeslandID = 1; name = Sachsen; wachstum_start = 15
```

```
bundeslandID = 2; name =SchleswigHolstein; wachstum_start = 15
```

Die Tabelle bundesland ist zum Beispiel mit der Tabelle Pixel (vgl. Tab. C-17) logisch verknüpft, da jedes Pixel zu genau einem Bundesland gehört. Daher findet sich im Datensatz der Pixel die „bundeslandID“ wieder, über die jedem Pixel genau ein Bundesland zugeordnet ist.

	Tabelle	Aktion	Einträge	Typ	Kollation	Größe
<input type="checkbox"/>	art		37	MyISAM	utf8_unicode_ci	10,3 KiB
<input type="checkbox"/>	bundesland		2	InnoDB	latin1_swedish_ci	16,0 KiB
<input type="checkbox"/>	energie_2mahd		8	MyISAM	latin1_swedish_ci	1,5 KiB
<input type="checkbox"/>	energie_ertragsaenderung		301	MyISAM	latin1_swedish_ci	15,5 KiB
<input type="checkbox"/>	ergebnis		9,528	MyISAM	latin1_swedish_ci	354,4 KiB
<input type="checkbox"/>	graphic		0	MyISAM	utf8_unicode_ci	1,0 KiB
<input type="checkbox"/>	gruenlandtyp		26	MyISAM	utf8_unicode_ci	4,5 KiB
<input type="checkbox"/>	gruenland_pro_art		121	MyISAM	utf8_unicode_ci	2,3 KiB
<input type="checkbox"/>	konfiguration		9	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,5 KiB
<input type="checkbox"/>	leistungsgruppen		4	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,1 KiB
<input type="checkbox"/>	maschinenkosten		21	MyISAM	utf8_unicode_ci	3,1 KiB
<input type="checkbox"/>	maschinen_pro_verfahren		280	MyISAM	utf8_unicode_ci	11,6 KiB
<input type="checkbox"/>	massnahmen		476	MyISAM	utf8_unicode_ci	28,0 KiB
<input type="checkbox"/>	massnahme_gruenland		1,335	MyISAM	utf8_unicode_ci	36,7 KiB
<input type="checkbox"/>	matrix_referenz		2	MyISAM	utf8_unicode_ci	1,1 KiB
<input type="checkbox"/>	monatsviertel		31	MyISAM	utf8_unicode_ci	14,2 KiB
<input type="checkbox"/>	pixel		111,459	MyISAM	utf8_unicode_ci	18,8 MiB
<input type="checkbox"/>	qualitaet		11,628	MyISAM	latin1_swedish_ci	489,5 KiB
<input type="checkbox"/>	trittmortalitaet		9	MyISAM	latin1_swedish_ci	3,3 KiB
<input type="checkbox"/>	umriss		1,379	MyISAM	latin1_swedish_ci	53,9 KiB
<input type="checkbox"/>	variable_kosten		28	MyISAM	utf8_unicode_ci	7,1 KiB
<input type="checkbox"/>	verfahren		7	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,6 KiB
<input type="checkbox"/>	verfahren_mit_leistungsgruppe		28	MyISAM	utf8_unicode_ci	3,0 KiB
<input type="checkbox"/>	viehart		3	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,1 KiB
<input type="checkbox"/>	vorkommen		1,382,905	MyISAM	utf8_unicode_ci	42,2 MiB
<input type="checkbox"/>	vorkommen2		65,948	MyISAM	utf8_unicode_ci	2,0 MiB
<input type="checkbox"/>	wuchshoehe		3	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,2 KiB
<input type="checkbox"/>	zwischen_speicher		0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16,0 KiB
	<b>28 Tabellen</b>	<b>Gesamt</b>	<b>1,585,578</b>	<b>MyISAM</b>	<b>utf8_unicode_ci</b>	<b>64,0 MiB</b>

Screenshot C-1: Startseite der Datenbank

## 2.1 Tabelle „art“

Die Tabelle „art“ enthält die Informationen für alle Arten und Lebensraumtypen. Über die artID bekommt jede Art bzw. jeder Lebensraumtyp eine eindeutige Identifikationsnummer (ID) zugewiesen. Ausführliche Erläuterungen zu den einzelnen Parametern (Spalte Feld) finden Sie im Teil A, Kapitel 3. Im Teil A, Kapitel 6 wird erklärt, wie die Parameter in das ökologische Modell einfließen. Nicht jeder Parameter (Zeile in Feld) ist für jede Gruppe, d.h. Vögel, Schmetterlinge oder Lebensraumtypen, von Bedeutung (vgl. Teil A, Kapitel 3). Ist der Parameter ohne Bedeutung wird in die Datenbank der Eintrag 0 oder kein Eintrag gewählt.

Tab. C-1: Felder der Tabelle „art“ mit Erläuterung

Feld	Beispiel- eintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
artID	27	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
gruppe	Vogel	Zuordnung zu Vogel, Schmetterling oder Lebensraumtyp	Vogel, Schmetterling oder Lebensraumtyp
name	Bekassine	Name der Art bzw. des Lebensraumtyps auf deutsch	Deutscher Name
name_latein	Gallinago gallinago	Name der Art bzw. des Lebensraumtyps auf lateinisch	Lateinischer Name
lebensraumnr	0	FFH-Code, falls vorhanden	FFH-Code
anspruch_wasser	0.5	Anspruch an räumliche Strukturelemente: Wasser	Werte von 0-1
anspruch_siedlung	0	Anspruch an räumliche Strukturelemente: Siedlung	Werte von 0-1
anspruch_wald	0	Anspruch an räumliche Strukturelemente: Wald	Werte von 0-1
monatsviertel_ersatzbrut	21	Letztes Monatsviertel, in dem eine Ersatzbrut durchgeführt wird	Zeitpunkt des Monatsviertels
ersatzbrut_erfolg	0.5	Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Ersatzbrut	Werte von 0-1
reproduktion_kritisch	3	Dauer der kritischen Reproduktionsperiode	Anzahl an Monatsvierteln
reproduktion_total	7	Dauer der gesamten Reproduktionsperiode	Anzahl an Monatsvierteln
reproduktion_total2	0	Dauer der gesamten Reproduktionsperiode der zweiten Generation, falls vorhanden	Anzahl an Monatsvierteln, 0 = keine 2. Generation
hoehe_kurz	0.5	Anspruch an Stratifikation: kurzes Gras	Werte von 0-1
hoehe_mittel	1	Anspruch an Stratifikation: mittleres Gras	Werte von 0-1
hoehe_hoch	0.5	Anspruch an Stratifikation: hohes Gras	Werte von 0-1
feuchte_trocken	0	Anspruch an Bodenfeuchte: trocken	Werte von 0-1
feuchte_frisch	0	Anspruch an Bodenfeuchte: frisch	Werte von 0-1
feuchte_feucht	1	Anspruch an Bodenfeuchte: feucht	Werte von 0-1
praedation	1	Empfindlichkeit gegenüber Prädation	Werte von 0-1
ausbreitungsradius	0	Ausbreitungsradius der Art	km
trittmortalitaettyp	0	Verknüpfung mit der Tabelle „trittmortalitaet“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
zweitegeneration	0	Falls zweite Generation, Start der Eiablage der 2. Generation	Monatsviertel, 0 = keine 2. Generation
zweitegeneration_-ende	0	Falls zweite Generation, Ende der Eiablage der 2. Generation	Monatsviertel, 0 = keine 2. Generation
name_benutzer	Astrid	Name des Dateneingebers	Name
savetime	2011-11-03 14:25	Zeitpunkt des Speicherns	Datumsangabe

## 2.2 Tabelle „bundesland“

In der Tabelle „bundesland“ ist die Auswahl eines Bundeslandes angelegt (vgl. Tab. C-2). Ein Datensatz besteht aus der „bundeslandID“, dem Namen des Bundeslandes und wann das Graswachstum (die Vegetationsperiode) in diesem Bundesland beginnt. Da in Ecopay die beiden Bundesländer Sachsen und Schleswig-Holstein berücksichtigt sind, gibt es zwei Datensätze für bundeslandID = 1 und 2.

Tab. C-2: Felder der Tabelle „bundesland“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>bundeslandID</i>	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
name	Sachsen	Name des Bundeslandes	Name
wachstum_start	15	Start der Vegetationsperiode	Monatsviertel

## 2.3 Tabelle „energie\_2mahd“

In der Tabelle „energie\_2mahd“ werden die Trockenmasse- und Energiekonzentrationsänderungen der zweiten Nutzung für unterschiedliche Abstände zur 1. Nutzung angegeben. Zum Beispiel bedeutet der Eintrag -0.04 im Feld MV4\_trocken\_heu, dass der Trockenmasseertrag der zweiten Nutzung um 4% niedriger ist als in der Referenzsituation, für die ein Abstand von 6 Monatsvierteln zum 1. Schnitt definiert ist. Detaillierte Informationen finden sich im Teil A, Kapitel 7.

Tab. C-3: Felder der Tabelle „energie\_2mahd“ mit Erläuterung

Feld	Beispiel-eintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>verfahrenID</i>	8	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
MV4_trocken_heu	-0.04	Änderung der Trockenmasse der 2. Nutzung nach einem Abstand von 4 Monatsvierteln zur 1. Nutzung	Werte von 0-1
MV4_energie_heu	0	Änderung der Energiekonzentration der 2. Nutzung nach 4 Monatsvierteln von der 1. Nutzung	Werte von 0-1
MV6_trocken_heu	0	Änderung der Trockenmasse der 2. Nutzung nach einem Abstand von 6 Monatsvierteln zur 1. Nutzung	Werte von 0-1
MV6_energie_heu	0	Änderung der Energiekonzentration der 2. Nutzung nach 6 Monatsvierteln von der 1. Nutzung	Werte von 0-1
MV8_trocken_heu	0.02	Änderung der Trockenmasse der 2. Nutzung nach einem Abstand von 8 Monatsvierteln zur 1. Nutzung	Werte von 0-1
MV8_energie_heu	0.03	Änderung der Energiekonzentration der 2. Nutzung nach 8 Monatsvierteln von der 1. Nutzung	Werte von 0-1
MV10_trocken_heu	0.04	Änderung der Trockenmasse der 2. Nutzung nach einem Abstand von 10 Monatsvierteln zur 1. Nutzung	Werte von 0-1
MV10_energie_heu	0.03	Änderung der Energiekonzentration der 2. Nutzung nach 10 Monatsvierteln von der 1. Nutzung	Werte von 0-1



## 2.4 Tabelle „energie\_ertragsaenderung“

In der Tabelle „energie\_ertragsaenderung“ wird für das Verfahren festgelegt, wann die Nutzung beginnt und welche Trockenmasse- und Energiekonzentrationsänderung dies für die erste Nutzung gegenüber der Referenzsituation zur Folge hat. Zum Beispiel bedeutet ein Eintrag in Zeile „trocken“ von 0.05, dass der Trockenmasseertrag der ersten Nutzung um 5% gegenüber der Referenzsituation zunimmt. Detaillierte Informationen finden sich im Teil A, Kapitel 7.

Tab. C-4: Felder der Tabelle „energie\_ertragsaenderung“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
verfahrenID	8	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
monatsviertel	19	Startpunkt des Verfahrens	Zeitpunkt des Monatsviertels
trocken	0	Trockenmasseänderung gegenüber der Referenz für die erste Nutzung	Werte von 0-1
energie	0	Energiekonzentrationsänderung gegenüber der Referenz für die erste Nutzung	Werte von 0-1
nutzung2	1	Durchführung einer 2. Nutzung	0=nein, 1=ja

## 2.5 Tabelle „ergebnis“

In der Datenbank werden die Ergebnisse einer Simulierung oder Optimierung in den Tabellen „ergebnis“, „konfiguration“ und „qualitaet“ abgelegt, wenn ein Anwender den „Speichern“ Knopf gedrückt hat. In der Tabelle „ergebnis“ wird für jedes Pixel das ökonomische Ergebnis der Simulierung oder Optimierung gespeichert, d.h. der Wert für die Berechnung Zahlungskosten. Die konfigurationID gibt an, zu welcher Simulierung oder Optimierung das Ergebnis gehört, und die massnahmenID, zu welcher Maßnahme innerhalb dieser Optimierung oder Simulierung.

Tab. C-1: Felder der Tabelle „ergebnis“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
pixelID	44001	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
konfigurationID	1321270769	Verknüpfung mit der Tabelle „konfiguration“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
massnahmenID	79	Verknüpfung mit der Tabelle „massnahmen“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
gewinn	-265.23	Zahlung-Kosten des Landwirtes für die Durchführung der Maßnahme	Euro/ha

## 2.6 Tabelle „graphic“

In der Tabelle „graphic“ lassen sich die Ergebnisse einer Simulierung von Maßnahmenwirksamkeit und Kosten auslesen und exportieren. Ausgegeben werden für eine Maßnahme die Wirksamkeit auf die ausgewählte Art bzw. den ausgewählten Lebensraumtypen über die Angabe der minimalen, durchschnittlichen und maximalen lokalen Habitatqualität (s. Teil A, Kapitel 6) sowie die minimalen, durchschnittlichen und maximalen Kosten der Maßnahme. Die Angaben beziehen sich auf alle Pixel des in der Simulierung oder Optimierung ausgewählten Bundeslandes.

Diese Tabelle wird vor Beginn einer jeden Simulierung gelöscht, damit die Ergebnisse der neuen Simulierung abgelegt werden können. Sollten Sie die Ergebnisse exportieren wollen, so muss dies vor einer erneuten Simulierung geschehen. Für eine nähere Erläuterung wie diese Ergebnisse exportiert werden können, siehe Teil C Kapitel 3.

Tab. C-6: Felder der Tabelle „graphic“ mit Erläuterung

Feld	Beispiel- eintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
massnahmenID		Verknüpfung mit der Tabelle „massnahmen“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
artID		Verknüpfung mit der Tabelle „art“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
m_name		Bezeichnung der Maßnahme	Name
art_name		Name der Art oder des Lebensraumtyps	Name
qual_min		minimale lokale Habitatqualität	Wert von 0-1
qual_max		maximale lokale Habitatqualität	Wert von 0-1
qual_mittel		durchschnittliche lokale Habitatqualität	Wert von 0-1
kosten_min		minimale Kosten	Euro/ha
kosten_max		maximale Kosten	Euro/ha
kosten_mittel		durchschnittliche Kosten	Euro/ha

## 2.7 Tabelle „gruenlandtyp“

Diese Tabelle definiert den Grünlandtypen. Detaillierte Informationen zu dem Hintergrund dieser Tabelle finden sich im Teil B, Menüpunkt Grünland. Falls der Grünlandtyp auch einem zu schützenden Lebensraumtypen, für den ein Steckbrief angelegt ist, entspricht, erfolgt eine Verknüpfung über die LebensraumID zu der artID. Gibt ein Anwender einen neuen Lebensraumtypen über den Menüpunkt „neuer Steckbrief Lebensraumtyp“ ein, werden automatisch auch die beiden entsprechenden Grünlandtypen (schwach- und starkwüchsig) in der Datenbank angelegt und die artID des Lebensraumtyps wird zusätzlich als LebensraumID abgespeichert, damit die Verknüpfung nicht verloren geht.

Tab. C-7: Felder der Tabelle „gruenlandtyp“ mit Erläuterung

Feld	Beispiel-eintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>gruenlandID</i>	5	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
name_deutsch	Pfeifengras-wiesen	Name des Grünlandtyps auf deutsch	Deutscher Name
name_latein	Molinion caeruleae	Name des Grünlandtyps auf lateinisch	Lateinischer Name
nummer	6410	FFH-Code, falls vorhanden	FFH-Code
hoch	1	Vorkommen des Grünlandtyps über 500 müNN	0=nein, 1=ja
tief	1	Vorkommen des Grünlandtyps unter 500 müNN	0=nein, 1=ja
feucht	1	Anspruch an Bodenfeuchte: feucht	Werte von 0-1
frisch	0.5	Anspruch an Bodenfeuchte: frisch	Werte von 0-1
trocken	0	Anspruch an Bodenfeuchte: trocken	Werte von 0-1
mager	1	Vorkommen auf mageren, schwachwüchsigen Standorten	0=nein, 1=ja
normal	0	Vorkommen auf normal-starkwüchsigen Standorten	0=nein, 1=ja
duengung	0	Vorkommen auf schwach gedüngten Standorten	0=nein, 1=ja
keine_duengung	1	Vorkommen auf ungedüngten Standorten	0=nein, 1=ja
lebensraumID	63	falls der Grünlandtyp ein Lebensraumtyp ist, Verknüpfung mit der Tabelle „art“ zu der artID	
name_benutzer	Astrid	Name des Dateneingebers	Name
savetime	2011-11-03 14:25:54	Zeitpunkt des Speicherns	Datumsangabe

## 2.8 Tabelle „gruenland\_pro\_art“

Mit dieser Tabelle werden die beiden Tabellen „gruenland“ und „art“ verknüpft. Damit lässt sich das geeignete Grünland für die Art definieren. Diese Verknüpfung wird bei den Schmetterlingsarten berücksichtigt.

Tab. C-8: Felder der Tabelle „gruenland\_pro\_art“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
gruenlandID	10	Verknüpfung mit der Tabelle „gruenland“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
artID	28	Verknüpfung mit der Tabelle „art“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	

## 2.9 Tabelle „konfiguration“

Werden Ergebnisse einer Simulierung oder Optimierung gespeichert, können sie später über den Menüpunkt „Visualisierung“ in Ecopay erneut angezeigt werden. Dafür muss im Visualisierungsfenster die Konfiguration ausgewählt werden (vgl. Teil B, Menüpunkt Visualisierung). In der Datenbank werden die Ergebnisse einer Simulierung oder Optimierung in den Tabellen „ergebnis“, „konfiguration“ und „qualitaet“ abgelegt, wenn ein Anwender den „Speichern“ Knopf gedrückt hat. Ein Datensatz der Tabelle „konfiguration“ besteht immer aus einer Maßnahme mit der teilnehmenden Fläche und der Zahlung für die Durchführung der Maßnahme sowie eines Konfigurationsnamens und dem entsprechenden Bundesland. Gehören zu einer Konfiguration bzw. zu einem Ergebnis drei Maßnahmen, so werden drei Datensätze unter der gleichen konfigurationID abgespeichert.

Tab. C-9: Felder der Tabelle „konfiguration“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
konfigurationID	1321270769	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
massnahmenID	79	Verknüpfung mit der Tabelle „massnahmen“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
zahlung	0	Zahlung für die Durchführung einer Maßnahme	Euro/ha
flaeche	39	Teilnehmende Fläche für die Maßnahme	ha
konfigname	Probe	Name der gespeicherten Konfiguration	Name
bundeslandID	1	Verknüpfung mit der Tabelle „bundesland“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	

## 2.10 Tabelle „leistungsgruppen“

Die Tabelle „leistungsgruppen“ definiert Ertragsklassen, die es aufgrund unterschiedlicher Standortbedingungen und Produktivitäten gibt. Für jede Klasse wird festgelegt, was die minimale und maximale Grünlandzahl sowie die maximale Besatzdichte ist.

Tab. C-10: Felder der Tabelle „leistungsgruppen“ mit Erläuterung

Feld	Beispiel-eintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
leistungsID	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
gruenlandzahl_min	1	Minimale Grünlandzahl	Werte von 7-88
gruenlandzahl_max	34	Maximale Grünlandzahl	Werte von 7-88
besatzdichte_max	1.5	Maximale Besatzdichte	GV/ha

## 2.11 Tabelle „maschinenkosten“

In der Tabelle „maschinenkosten“ sind die speziellen Maschinentypen für die unterschiedlichen Arbeitsgänge abgelegt. Für jeden Maschinentyp werden die Dieseldkosten, die Pflege- und Reparaturkosten sowie die sonstigen Kosten bestimmt.

Tab. C-11: Felder der Tabelle „maschinenkosten“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>maschinenID</i>	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
Bezeichnung	nachsaat	Name der Maschine	Name
stunden_akh/ha	0.9	Arbeitskraftstunden für den Maschineneinsatz	Akh/ha
diesel_eur/ha	8.57	Dieseldkosten	Euro/ha
unterhalt_eur/ha	12.8	Pflege- und Reparaturkosten für die Maschinen	Euro/ha
sonstige_eur/ha	0	Sonstige Kosten	Euro/ha

## 2.12 Tabelle „maschinen\_pro\_verfahren“

Mit dieser Tabelle werden die Tabellen „maschinen“, „energie\_ertragsaenderung“, „verfahren\_mit\_leistungsgruppe“ und „variable\_kosten“ verknüpft, d.h. für ein bestimmtes Verfahren werden die Maschinenkosten für die variablen Kosten entsprechend ihres Nutzungsanteils für das Verfahren definiert. Zum Beispiel wird bei einem 2-Schnitt-Mahdverfahren die Mähmaschine mit einem Anteil von 2 angegeben, da zwei Arbeitsgänge erfolgen.

Tab. C-12: Felder der Tabelle „maschinen\_pro\_verfahren“ mit Erläuterung

Feld	Beispiel-eintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>maschinenID</i>	1	Verknüpfung mit der Tabelle „maschinen“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
<i>verfahrenID</i>	1	Verknüpfung mit den Tabellen „energie_ertragsaenderung“, „verfahren_mit_leistungsgruppe“ und „variable_kosten“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
Anteil	0.2	Anzahl der Nutzung der Maschine in einem Jahr (in dem Beispieleintrag wird der Arbeitsgang nur alle 5 Jahre ausgeführt und bei der Berechnung anteilmäßig über die 5 Jahre verteilt.)	Werte von 0-1

## 2.13 Tabelle „massnahmen“

Die Tabelle „massnahmen“ definiert die Landnutzungsmaßnahmen, die in Ecopay zur Verfügung stehen. Genauere Informationen sind dem Teil A, Kapitel 4 zu entnehmen. Es erfolgt eine Verknüpfung mit der Tabelle „viehart“, um das Verhalten der Weidetiere auswählen zu können, und eine Verknüpfung mit der Tabelle „verfahren“, um abzufragen, ob es sich um ein 1-Schnitt-, 2-Schnitt-, Weideverfahren etc. handelt.

Tab. C-13: Felder der Tabelle „massnahmen“ mit Erläuterung

Feld	Beispiel- eintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>massnahmenID</i>	4	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
<i>name</i>	Mahd	Art der Maßnahme (z.B. Mahd, Mahd mit Mahdstreifen...)	
<i>mv1massnahme</i>	19	Startpunkt der 1. Nutzung	Zeitpunkt des Monatsviertels
<i>abstand2massnahme</i>	0	Abstand der 2. Nutzung zur 1. Nutzung	Anzahl an Monatsvierteln
<i>viehID</i>	0	Verknüpfung mit der Tabelle „viehart“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
<i>grossvieheinheit</i>	0	Großvieheinheit	GV/ha
<i>duengung</i>	0	Durchführung einer geringen Düngung erlaubt	0=nein, 1=ja
<i>verfahren_nr</i>	3	Verknüpfung mit der Tabelle „verfahren“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	

## 2.14 Tabelle „massnahme\_gruenland“

Über die Tabelle „massnahme\_gruenland“ wird die Tabelle der Maßnahmen mit der Tabelle des Grünlands verknüpft. Das heißt, es wird definiert, mit welchen Maßnahmen welcher Grünlandtyp erzeugt werden kann.

Tab. C-14: Felder der Tabelle „massnahme\_gruenland“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>massnahmenID</i>	4	Verknüpfung mit der Tabelle „massnahmen“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
<i>gruenlandID</i>	32	Verknüpfung mit der Tabelle „gruenland“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	

## 2.15 Tabelle „matrix\_referenz“

Die Tabelle „matrix\_referenz“ definiert die Größe der Matrix für das jeweilige Bundesland, d.h. die Zeilen- und Spaltenanzahl der Pixel, die die Fläche des Bundeslandes ausmachen. Zusätzlich wird für Umrechnungen noch das Pixel in der unteren linken Ecke der Matrix mit definiert.

Tab. C-15: Felder der Tabelle „matrix\_referenz“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
bundesland	Sachsen		
bundeslandID	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
x_untenlinks	4490750	Definition des Pixels untere linke Ecke der Matrix, x-Wert	
y_untenlinks	5559250	Definition des Pixels untere linke Ecke der Matrix, y-Wert	
zeilenanzahl	677	Zeilenanzahl der Matrix des Bundeslandes	Zahl
spaltenanzahl	888	Spaltenanzahl der Matrix des Bundeslandes	Zahl

## 2.16 Tabelle „monatsviertel“

Die Tabelle „monatsviertel“ fragt die Eiablagewahrscheinlichkeit für Vögel und Schmetterlinge im Jahreslauf ab. Das Jahr ist eingeteilt in 48 Monatsviertel (MV), wobei jedem Monat vier Monatsviertel entsprechen. Das Beispiel zeigt die Eiablagewahrscheinlichkeit für die Schmetterlingsart Rotbraunes Wiesenvögelchen.

Tab. C-16: Felder der Tabelle „monatsviertel“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Beschreibung	Einheit
artID	28	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
MV1	0	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 1	Werte von 0-1
MV2	0	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 2	Werte von 0-1
...	...	...	...
MV23	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 23	Werte von 0-1
MV24	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 24	Werte von 0-1
MV25	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 25	Werte von 0-1
MV26	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 26	Werte von 0-1
MV27	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 27	Werte von 0-1
MV28	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 28	Werte von 0-1
MV29	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 29	Werte von 0-1
MV30	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 30	Werte von 0-1
MV31	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 31	Werte von 0-1
MV32	0.1	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 32	Werte von 0-1
MV33	0	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 33	Werte von 0-1
...	...	...	...
MV48	0	Wahrscheinlichkeit der Eiablage der Art in Monatsviertel 48	Werte von 0-1

## 2.17 Tabelle „pixel“

In der Tabelle sind die Eigenschaften der Pixel abgelegt, z.B. in welchem Bundesland es liegt, welche Bodenfeuchte es hat, welchen Raumbezug etc.

Tab. C-17: Felder der Tabelle „pixel“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Beschreibung	Einheit
pixelID	495803	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
bundesland	Sachsen	Name des Bundeslandes	Name
hoehenlage	1	Liegt das Pixel über 500 müNN?	0=nein, 1=ja
gruenlandzahl	27	Grünlandzahl des Pixels	Werte von 7-88
x_koordinate	129	Raumbezug des Pixels (Koordinatensystem, x-Wert)	
y_koordinate	1	Raumbezug des Pixels (Koordinatensystem, y-Wert)	
matrix_i	675	Raumbezug des Pixels (Matrix, Zeilenwert)	
matrix_j	129	Raumbezug des Pixels (Matrix, Spaltenwert)	
trocken	0	Bodenfeuchte des Pixels	Werte von 0-1
feucht		Bodenfeuchte des Pixels	Werte von 0-1
mittel	0	Bodenfeuchte des Pixels	Werte von 0-1
entwaessert	0	Liegt eine Entwässerung vor?	0=nein, 1=ja
wiese_weide	0	Ist das Pixel eine Wiese?	0=nein, 1=ja
praedatorendruck	0	Liegt ein Prädatorendruck für das Pixel vor?	0=nein, 1=ja
wald	1	Ist ein benachbartes Pixel Wald?	0=nein, 1=ja
siedlung	0	Ist ein benachbartes Pixel Siedlung?	0=nein, 1=ja
wasser_marin	0	Ist ein benachbartes Pixel marines Wasser?	0=nein, 1=ja
wasser_binnen	0	Ist ein benachbartes Pixel Binnenwasser?	0=nein, 1=ja
raumgliederung		Welchem Naturraum gehört das Pixel an?	Name
bundeslandID	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl

## 2.18 Tabelle „qualitaet“

In der Datenbank werden die Ergebnisse einer Simulierung oder Optimierung in den Tabellen „ergebnis“, „konfiguration“ und „qualitaet“ abgelegt, wenn ein Anwender den „Speichern“ Knopf gedrückt hat. In der Tabelle „qualitaet“ wird das ökologische Ergebnis (die lokale Habitatqualität, siehe Teil A, Kapitel 6) für die jeweilige Simulierung oder Optimierung pro Pixel und Art gespeichert.

Tab. C-18: Felder der Tabelle „qualitaet“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
pixelID	44001	Verknüpfung mit der Tabelle „pixel“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
konfigurationID	1321270769	Verknüpfung mit der Tabelle „konfiguration“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
artID	27	Verknüpfung mit der Tabelle „art“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
qualitaet	0.253417	Gespeicherte lokale Habitatqualität für die Verknüpfung aus Pixel, Konfiguration und Art.	Werte von 0-1



## 2.19 Tabelle „trittmortalitaet“

In dieser Tabelle ist die Empfindlichkeit gegenüber Tritt durch Weidetiere für die Vogelarten festgelegt. Über die „viehID“ wird die Verknüpfung mit der Tabelle „viehart“ hergestellt, in der das Verhalten der Weidetiere definiert ist. Im Teil A, Kapitel 6 wird detailliert erklärt, wie der Faktor berechnet wird.

Tab. C-19: Felder der Tabelle „trittmortalitaet“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
trittmortalitaettyp	1	Empfindlichkeit der Art gegenüber Trittmortalität	Klassen 0, 1, 2, 3, ...
vogelart	kiebitz	Name der Vogelart	Name
viehID	1	Verknüpfung mit der Tabelle „viehart“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	
faktor	0.28	Der Faktor wird zur Berechnung der Trittempfindlichkeit genutzt.	Werte von 0-1

## 2.20 Tabelle „umriss“

Die Angaben in dieser Tabelle erzeugen die Kontur der Bundesländer in der Visualisierung. Hierfür werden ein x- und ein y-Wert für den Raumbezug festgelegt.

Tab. C-20: Felder der Tabelle „umriss“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>id</i>	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
x	272	Definiert den Raumbezug (Koordinatensystem, x-Wert)	
y	676	Definiert den Raumbezug (Koordinatensystem, y-Wert)	
bundeslandID	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl

## 2.21 Tabelle „variable\_kosten“

In dieser Tabelle sind die Werte für die variablen Kosten für die verschiedenen Verfahren abgelegt, d.h. jedem über die verfahrenID definierten Verfahren werden bestimmte Einträge zu den variablen Kosten zugeordnet. Die Einträge sind der Datenbank aus Sachsen entnommen (vgl. Teil A, Kapitel 7.2). Detailliertere Informationen zu den einzelnen Kostenkomponenten der variablen Kosten finden Sie im Teil A, Kapitel 7.4.

Tab. C-21: Felder der Tabelle „variable\_kosten“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>verfahrenID</i>		Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
nutzungsjahre	1	Bezug Neusaat: durchschnittlich alle fünf Jahre wird neu gesät	Anzahl an Jahren
saatstaerke	5	Saatstärke	kg/ha
saatgutpreis	21	Preis des Saatgutes	Euro/kg
saatgutkosten	2.5	Kosten der Neusaat	Euro/ha
anzahl_herbizid	10.5	Anwendung von Herbiziden	Anwendung/ha
preis_pro_herbizid	0.25	Preis des Herbizids	Euro/Anwendung
pflanzenschutzkosten	30	Pflanzenschutzkosten	Euro/ha
duengeraufwand_N	7.5	Anwendung von Stickstoffdünger	kg/ha
leguminosenanteil	85.9	Anteil an Leguminosen	%
duengeraufwand_P	5	Anwendung von Phosphordünger	kg/ha
duengeraufwand_K	37.3	Anwendung von Kaliumdünger	kg/ha
duengerN_Euro/kg	93.3	Preis des Stickstoffdüngers	Euro/kg
duengerP_Euro/kg	0.8	Preis des Phosphordüngers	Euro/kg
duengerK_Euro/kg	0.8	Preis des Kaliumdüngers	Euro/kg
duegungskosten	0.5	Gesamte Düngungskosten	Euro/ha
hagelversicherung	145.2	Hagelversicherung	Euro/ha
hangneigung	0	Hangneigung der Fläche	%
lohnarbeit	0	Lohnarbeit	Euro/ha
maschinenmiete	0	Maschinenmiete	Euro/ha
anteil_siliermittel	50	Anteil Siliermittel	%
sieliekosten	13.3	Gesamte Silierkosten	Euro/ha
weidekosten		Weidekosten (z.B. Zäune)	Euro/ha
Personalkosten_je_Akh	14	Personalkosten	Euro/Akh

## 2.22 Tabelle „verfahren“

Die Tabelle „verfahren“ definiert die verschiedenen in Ecopay zugrunde gelegten Grünlandverfahren: Mahdregime mit 1-, 2- und 3-Schnittnutzung (letztere definiert nur den Referenzzustand vor Durchführung einer Maßnahme), intensive oder extensive Weide- und Mähweidenutzung. Es werden mittlere Frischmasseerträge der vier Ertragsklassen abgefragt und eine dazugehörige Grünlandzahl definiert.

Tab. C-22: Felder der Tabelle „verfahren“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>verfahren_nr</i>	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
<i>bezeichnung</i>	mahd_3Schnitt	Name des Verfahrens	Name
<i>energie_aws</i>	1070	Nettoenergiekonzentration der Trockenmasse bei einer Nutzung als Silage	MJ ME/dt TM
<i>energie_sonstige</i>	910	Nettoenergiekonzentration der Trockenmasse bei einer Nutzung als Heu oder Weide	MJ ME/dt TM
<i>umrechnungsfaktor</i>	0.0262	Kraftfutterkosten	€/MJ NEL
<i>ertrag1</i>	325	Frischmasseertrag in der niedrigen Ertragsgruppe (=Leistungsgruppe)	FM dt/ha
<i>ertrag2</i>	350	Frischmasseertrag in der mittleren Ertragsgruppe (=Leistungsgruppe)	FM dt/ha
<i>ertrag3</i>	400	Frischmasseertrag in der hohen Ertragsgruppe (=Leistungsgruppe)	FM dt/ha
<i>ertrag4</i>	450	Frischmasseertrag in der sehr hohen Ertragsgruppe (=Leistungsgruppe)	FM dt/ha
<i>gruenlandzahl1</i>	34	Grünlandzahl, bei der Ertrag 1 erwirtschaftet wird.	Werte von 7-88
<i>gruenlandzahl2</i>	39	Grünlandzahl, bei der Ertrag 2 erwirtschaftet wird.	Werte von 7-88
<i>gruenlandzahl3</i>	49	Grünlandzahl, bei der Ertrag 3 erwirtschaftet wird.	Werte von 7-88
<i>gruenlandzahl4</i>	59	Grünlandzahl, bei der Ertrag 4 erwirtschaftet wird.	Werte von 7-88
<i>ertragsanteil_m1</i>	0.4	Ertragsanteil der 1. Nutzung am Gesamtertrag	%

## 2.23 Tabelle „verfahren\_mit\_leistungsgruppe“

Diese Tabelle kombiniert die möglichen Verfahren mit Ertragsklassen, die als Leistungsgruppe definiert sind. Es gibt vier Ertragsklassen (vgl. Teil A, Kapitel 7).

Tab. C-23: Felder der Tabelle „verfahren\_mit\_leistungsgruppe“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>verfahrenID</i>	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
<i>bezeichnung</i>	3schnitt_325FM	Name des Verfahrens	Name
<i>leistungsgruppe</i>	1	Verknüpfung mit der Tabelle „leistungsgruppe“ (= leistungID)	
<i>bundesland</i>	Sachsen	Name des Bundeslandes	Name
<i>verfahren_nr</i>	1	Verknüpfung mit der Tabelle „verfahren“	

## 2.24 Tabelle „viehart“

Die Tabelle „viehart“ definiert für die „viehID“, ob es sich um lebhaft, ruhige oder eine Kombination aus lebhaften und ruhigen Weidetieren handelt. Zusätzlich erfolgt die Angabe, wie hoch die tägliche Energieaufnahme für eine Besatzdichte von 1 GV/ha ist.

Tab. C-24: Felder der Tabelle „viehart“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>viehID</i>	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
viehart	lebhaft	Einteilung der Viehart nach Verhalten	lebhaft, ruhig oder mix
besatzdichte	1	Besatzdichte für die tägliche Aufnahme	GV/ha
aufnahmerate	80	Durchschnittliche tägliche Energieaufnahme	MJ NEL pro Tag

## 2.25 Tabelle „vorkommen“

In dieser Tabelle sowie in der Tabelle „vorkommen2“ ist das Vorkommen der Arten und Lebensraumtypen abgelegt. Für die Vögel sind Daten der Brutvögelkartierung auf der Größe von Meßtischblattquadranten eingepflegt. Für die Schmetterlinge liegen Punktdaten vor. Aufgrund der hohen Anzahl an Dateneinträgen reicht eine Tabelle für das Vorkommen nicht aus. Deshalb befindet sich eine Fortsetzung der Vorkommensdaten in Tabelle „vorkommen2“.

Tab. C-25: Felder der Tabelle „vorkommen“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Beschreibung	Einheit
<i>artID</i>	28	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
matrix_i	84	Räumliche Verortung des Vorkommens	
matrix_j	643	Räumliche Verortung des Vorkommens	
bundesland	Sachsen	Ausgewähltes Bundesland	Name
bID	1	Verknüpfung mit der Tabelle „bundesland“ über die ausgewählte Identifikationsnummer (entspricht bundeslandID)	

## 2.26 Tabelle „vorkommen2“

Aufgrund der hohen Anzahl an Dateneinträgen für das Vorkommen der Arten und Lebensraumtypen reicht eine Tabelle nicht aus. In der Tabelle „vorkommen2“ wird deshalb die Tabelle „vorkommen“ fortgeführt (vgl. Tabelle „vorkommen“).

Tab. C-26: Felder der Tabelle „vorkommen2“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Beschreibung	Einheit
<i>artID</i>	27	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
matrix_i	0	Räumliche Verortung des Vorkommens	
matrix_j	222	Räumliche Verortung des Vorkommens	
bundesland	Sachsen	Ausgewähltes Bundesland	Name
bundeslandID	1	Verknüpfung mit der Tabelle „bundesland“ über die ausgewählte Identifikationsnummer	

## 2.27 Tabelle „wuchshoehe“

Die Tabelle „wuchshoehe“ definiert die Wuchshöhe des Grases. Genauere Erläuterungen finden sich im Teil A, Kapitel 6.4.7, die Einträge entsprechen Tab. 6-2.

Tab. C-27: Felder der Tabelle „wuchshoehe“ mit Erläuterung

Feld	Beispieleintrag	Kurzbeschreibung	Einheit
<i>hoehenID</i>	1	Angabe einer eindeutigen Identifikationsnummer	Zahl
gruenlandzahl_max	35	Maximale Grünlandzahl	Werte von 7-88
besatzdichte_min	0.5	Angabe der minimalen Besatzdichte	GV/ha
niedrig_min	0.45	Anteil kurzen Grases bei minimaler Besatzdichte	Werte von 0-1
mittel_min	0.35	Anteil mittleren Grases bei minimaler Besatzdichte	Werte von 0-1
hoch_min	0.2	Anteil hohen Grases bei minimaler Besatzdichte	Werte von 0-1
besatzdichte_max	1.5	Angabe der maximalen Besatzdichte	GV/ha
niedrig_max	0.9	Anteil kurzen Grases bei maximaler Besatzdichte	Werte von 0-1
mittel_max	0.05	Anteil mittleren Grases bei maximaler Besatzdichte	Werte von 0-1
hoch_max	0.05	Anteil hohen Grases bei maximaler Besatzdichte	Werte von 0-1

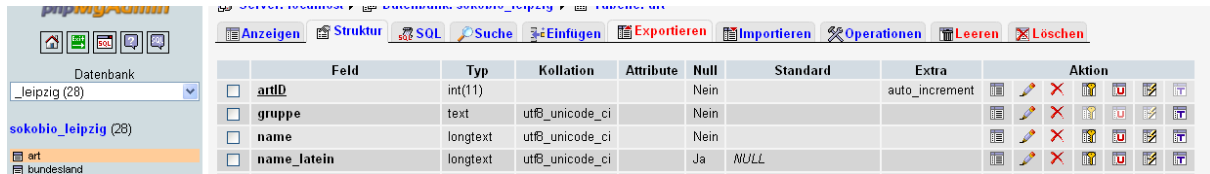
## 2.28 Tabelle „zwischen\_speicher“

**Achtung!** Diese Tabelle dient allein **intern** zur Zwischenspeicherung der Ergebnisse für die Visualisierung aus der Simulation oder Optimierung heraus. Sie verknüpft dafür die Tabellen „massnahmenID“, „artID“, „pixelID“, „gruenlandID“ und „bundeslandID“. Der Inhalt dieser Tabelle wird automatisch gelöscht, sobald eine neue Simulation oder Optimierung gestartet wird.

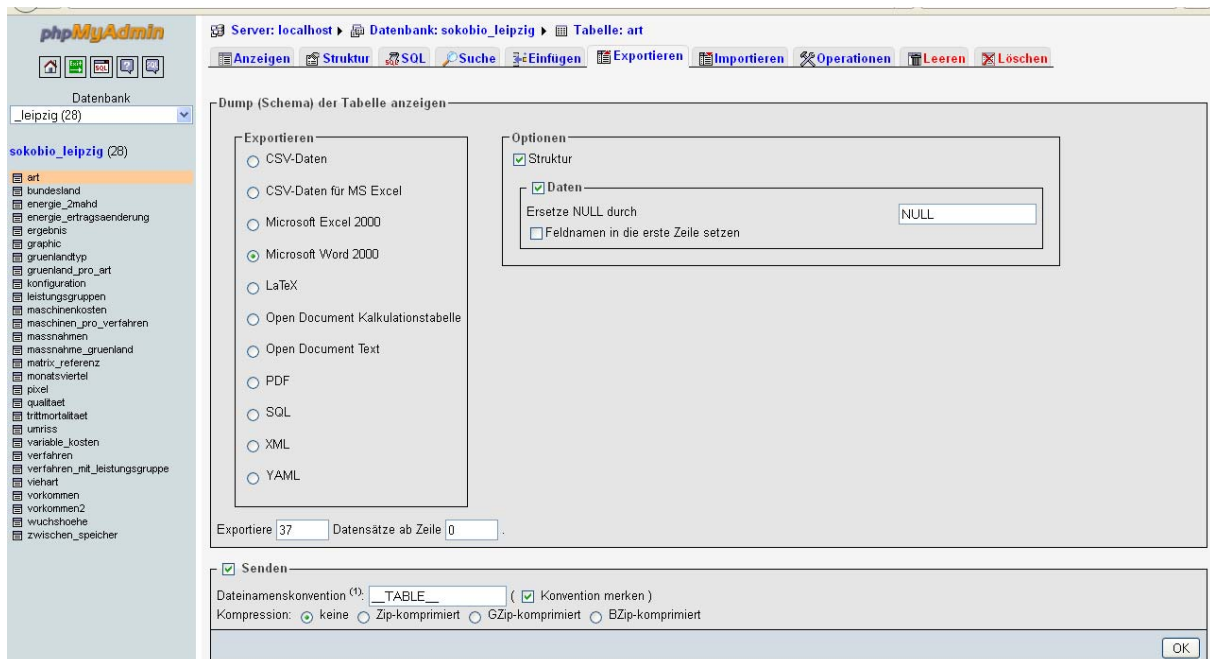
### 3 Exportieren von Daten aus der Datenbank

#### Daten aus der Datenbank exportieren:

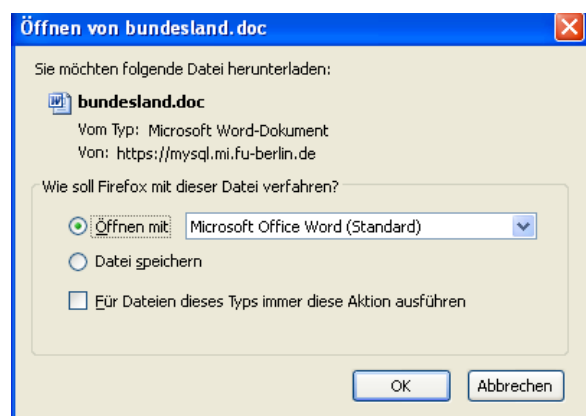
Um Daten aus der Datenbank zu exportieren, muss in der Menüleiste „Exportieren“ angeklickt werden.



Es öffnet sich das folgende Fenster:



An dieser Stelle wird mit einem Klick ausgewählt, in welchem Format die Daten exportiert werden sollen (z.B. Microsoft Word, PDF, etc.). Anschließend drücken Sie „OK“ (rechts unten). Es öffnet sich das nebenstehende Fenster, in dem Sie gefragt werden, ob Sie Daten direkt mit dem entsprechenden Programm öffnen möchten, oder ob Sie die Daten erst speichern möchten.



## Literaturverzeichnis

- Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. verbesserte und erweiterte Auflage. hrsg. BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). Hannover.
- Bahner, T. (2005): Neue agrarökonomische Aspekte zum Wiesenvogel- und Wachtelkönigschutz. – In: Mammen, U, Bahner, T, Bellebaum, J., Eikhorst, W., Fischer, S., Geiersberger, I., Helmecke, A., Hoffmann, J., Kempf, G., Kühnast, O., Pfützke, S. & Schoppenhorst, A. (2005): Grundlagen und Maßnahmen für die Erhaltung des Wachtelkönigs und anderer Wiesenvögel in Feuchtgrünlandgebieten. BfN-Skripten 141, Bonn (Bundesamt für Naturschutz) S. 139-181.
- Beintema, A.J., Müskens, G.J.D.M. (1987): Nesting success of birds breeding in Dutch agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology* 24: 743-758.
- Bellebaum, J., Fischer, S., Helmecke, A. & Sadlik, J. (2008): Corncrake studies and conservation in the Lower Oder Valley NP. Power-Point-Präsentation.
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2007): Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland – BÜK 1000 N 2.3. Kontakt Andreas Richter.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2011): Der Zustand der biologischen Vielfalt in Deutschland – Der nationale Bericht zur FFH-Richtlinie. BMU-Broschüre. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere\\_ffh\\_richtlinie\\_lang\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_ffh_richtlinie_lang_bf.pdf)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt – vom Bundeskabinett am 7. November 2007 beschlossen. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere\\_biológ\\_vielfalt\\_strategie\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_biológ_vielfalt_strategie_bf.pdf)
- Bölscher, B. (1992): Zum Einfluß moderner Grünlandwirtschaft auf Wiesenvogel. Extensivierung der Grünlandnutzung – Technische und fachliche Grundlagen. NNA-Fachtagung am 1./2. Oktober 1991 in Braunschweig. NNA-Berichte 4/92. S. 37-42.
- Broyer, J. (2003): Unmown refuge areas and their influence on the survival of grassland birds in the Sao<sup>^</sup>ne valley (France). *Biodiversity and Conservation* 12: 1219–1237.
- BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) (2008): Digitales Landschaftsmodell 1:1000000, DLM 1000. Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS).
- Dahmen, P. (1990): Auswirkungen der Extensivierung von Grünland auf Massenbildung, Futterqualität und Arteninventar. Dissertation am Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Gießen.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (1997): DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. erw. und überarb. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- European Environment Agency (2004): Corine Land Cover 2000 – Mapping a decade of change. Copenhagen. ISBN 92-9167-697-7.
- FFH-Richtlinie (1992): RICHTLINIE 92/43/EWG DES RATES vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L

- 206 vom 22.7.1992, S. 7). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:DE:PDF>.
- Heikkinen, R. K., Luoto, M., Leikola, N., Pöyry, J., Settele, J., Kudrna, O., Marmion, M., Fronzek, S., Thuiller, W. (2010): Assessing the vulnerability of European butterflies to climate change using multiple criteria. *Biodivers Conserv* 19:695–723.
- Junker, S., Düttmann, H. & Ehrnsberger, R. (2007): Nachhaltige Sicherung der Biodiversität in bewirtschafteten Grünlandgebieten Norddeutschlands am Beispiel der Wiesenvögel in der Stollhammer Wisch (Landkreis Wesermarsch, Niedersachsen) – einem Gebiet mit gesamtstaatlicher Bedeutung für den Artenschutz. <http://www.dbu.de/media/201107020514f128.pdf>
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D. Jr, Vecchi, M. P. (1983): Optimization by Simulated Annealing. *Science* 220 (4598): 671-680. (Link zum Originalartikel: <http://www.fisica.uniud.it/~ercolessi/MC/kgv1983.pdf>)
- Kleijn, D., Sutherland, W.J., (2003): How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology* 40, 947-969.
- Kom (Europäische Kommission – GD Landwirtschaft und ländliche Entwicklung) (2011): Mitteilung über die Zukunft der GAP „Die GAP bis 2020: Nahrungsmittel, natürliche Ressourcen und ländliche Gebiete – die künftigen Herausforderungen“. [http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/communication/slide-show\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/communication/slide-show_de.pdf)
- Kuntze, H., Roeschmann, G., Schwerdtfeger, G. (1994): *Bodenkunde*. Stuttgart, Ulmer.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) (Hrsg.) (2005): *Faustzahlen für die Landwirtschaft*. 13. Auflage.
- LÖLF (Hrsg.) (1983): Viele Gelege werden durch weidendes Vieh zertrampelt, Nach Beintema, A.J., de Boer, T.F. et al., 1982: Vestoring von Weidevogellegels door weidend Vee. Übersetzung H. Freese. *Mitteilungen der LÖLF* 8 Heft 3, S. 53-55.
- LfULG (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen) (2010): Fachliche Informationen zu den Planungsdaten, Stand: 04/2010. [http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Hilfe2010\\_04.pdf](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Hilfe2010_04.pdf). Aktualisierungen unter <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/17885.htm>.
- LUA BB (Landesumweltamt Brandenburg) (2010): Artenschutz und Landwirtschaft im Unteren Odertal. Wachtelkönigfreundliche Mahd im Juli/August.
- Mährlein, A. (1993a): Kalkulationsdaten für die Grünlandbewirtschaftung unter Naturschutzauflagen. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, KTBL-Arbeitspapiere 179. 115 S.
- Mährlein, A. (1993b): Einzelwirtschaftliche Auswirkungen von Naturschutzauflagen: eine theoretische und empirische Analyse unter besonderer Berücksichtigung Niedersachsens. Arbeit aus dem Institut für Agrarökonomie und dem Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Universität Göttingen, 2., durchges. Auflage, Vauk Kiel, 339 S., Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 1989, Schriftenreihe: Landwirtschaft und Umwelt Bd. 5.
- Mährlein, A. (1997): Möglichkeiten und Grenzen naturschutzgerechter extensiver Grünlandnutzungsverfahren – eine Wertung aus einzelbetrieblicher und gesamtwirtschaftlicher Sicht. BfN, Bonn-Bad Godesberg. *Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch.* H. 54, S. 277-290.



- Mewes, M. (2010): Agrarökonomische Kostenberechnungen für Biodiversitätsschutzmaßnahmen. In Zusammenarbeit mit Frank Wätzold, Martin Drechsler, Karin Johst und Astrid Sturm. UFZ-Diskussionspapiere – Department of Economics 12/2010. [http://www.ufz.de/export/data/1/26158\\_DP\\_12\\_2010\\_Mewes\\_SoKo\\_Bio.pdf](http://www.ufz.de/export/data/1/26158_DP_12_2010_Mewes_SoKo_Bio.pdf)
- Mewes, M. (2006): Die volkswirtschaftlichen Kosten einer Stoffausträge in die Ostsee minimierenden Landnutzung. Diss. Uni Greifswald, Shaker-Verlag, Aachen.
- Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. Praktischer Naturschutz. Raabebeul: Neumann, 247 S.
- Opitz von Boberfeld, W. (1994): Grünlandlehre: biologische und ökologische Grundlagen. Stuttgart, Ulmer.
- Plachter, H. (1991): Naturschutz. Stuttgart.
- Rahmann, G. (1998): Praktische Anleitung für eine Biotoppflege mit Nutztieren. Schriftenreihe Angewandter Naturschutz Band 14. Naturlandstiftung Hessen e.V.
- SMUL (Freistaat Sachsen – Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft) (2007): Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum im Freistaat Sachsen 2007-2013. Entscheidung der Europäischen Kommission K (2007) 4009 vom 5. September 2007. [www.smul.sachsen.de/foerderung/238.htm](http://www.smul.sachsen.de/foerderung/238.htm), zuletzt abgerufen 29.5.09.
- Statistisches Bundesamt (2010): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2010, Wiesbaden.
- Tyler, G.A., Green, R.E. & Casey, C. (1998): Survival and behaviour of Corncrake *Crex crex* chicks during the mowing of agricultural grassland. *Bird Study* 45, 35-50.
- Vogelschutzrichtlinie (1979): RICHTLINIE DES RATES vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (79/409/EWG) (ABl. L 103 vom 25.4.1979, S. 1). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1979L0409:20070101:DE:PDF>
- Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Stuttgart, Ulmer.

### ***Autorenverzeichnis***

Dr. **Melanie Mewes** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Department Ökonomie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Leipzig. Sie hat Landschaftsökologie studiert und arbeitet seit ihrer Dissertation im interdisziplinären Bereich von Agrarökonomie und Ökologie. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen derzeit im Bereich Biodiversitätsschutz, Landnutzung, kosteneffiziente Kompensationszahlungen, integriertes Wassermanagement und Entscheidungsunterstützung. Melanie Mewes war die Projektkoordinatorin des Projektes SOKO Bio und ist insbesondere Ansprechpartnerin für die Kapitel 3-5 und 7 in Teil A zu den Steckbriefen, Landnutzungsmaßnahmen, Landschaftsinformationen und agrarökonomischen Kostenberechnungen und für die Bedienung der Software (Teil B).

Dr. **Astrid Sturm** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe Theoretische Informatik an der Freien Universität Berlin. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Algorithmen und die algorithmische Geometrie. Astrid Sturm war maßgeblich verantwortlich für das Design und die Implementierung der Software Ecopay als auch für die Struktur und Ausführung der zugrundeliegenden Datenbank. Sie war involviert in der Planung und Ausarbeitung der Optimierung und ist insbesondere Ansprechpartnerin für Kapitel 8-9 in Teil A, für die Bedienung der Software (Teil B) und alle weiteren Fragen bezüglich der Software und Datenbank.

Dr. **Karin Johst** studierte Physik an der Technischen Universität Dresden und ist seit 1992 im Department Ökologische Systemanalyse am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Leipzig als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Ihre Forschungsschwerpunkte sind mathematische und Computersimulationsmodelle zum Überleben von Arten und Artengemeinschaften in dynamischen Landschaften, theoretische Methoden der Störungsökologie zur Abschätzung der Folgen von Klimawandel auf Ökosysteme und ökologisch-ökonomische Modellierungsansätze für eine effiziente Verbindung von Landnutzung und Naturschutz. Karin Johst war im Projekt hauptsächlich für die Entwicklung des ökologischen Modells und ist insbesondere Ansprechpartnerin hierfür für Kapitel 6 in Teil A, steht aber auch für Fragen zu den Steckbriefen (Kapitel 3) und zur Optimierung (Kapitel 8) zur Verfügung.

Dr. **Martin Drechsler** studierte Physik an den Universitäten Braunschweig und Göttingen und ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Department Ökologische Systemanalyse am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Leipzig. Seine Forschungsgebiete umfassen die ökologische, ökonomische und insbesondere ökologisch-ökonomische Modellierung. Schwerpunkte seiner Forschung sind modellbasierte Analysen ökonomischer Instrumente für den Biodiversitätsschutz sowie Optimierungsmethoden und Entscheidungsanalysen im Umweltbereich. Martin Drechsler ist insbesondere Ansprechpartner für die Optimierungsmethoden (Teil A, Kapitel 8), kann aber auch zu Fragen des ökologischen Modells (Teil A, Kapitel 6) Auskunft geben.

Prof. Dr. **Frank Wätzold** ist Inhaber des Lehrstuhls für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Umweltökonomie, an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus. Seine Arbeitsgebiete umfassen die ökonomische Analyse umweltpolitischer Instrumente einschließlich ihres politischen Entstehungsprozesses und des institutionellen Rahmens sowie die ökonomische Analyse von Strategien und Instrumenten zum Schutz der biologischen Vielfalt, insbesondere mit Hilfe ökologisch-ökonomischer Modelle. Frank Wätzold war Leiter des SOKO Bio-Projektes und insbesondere an der konzeptionellen Entwicklung der Software beteiligt. Er ist Ansprechpartner für Kapitel 1-2, Teil A.