Bericht Botanisch-Zoologische Gesellschaft
Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, 31
S. 253–268, Schaan 2006

GEORG WILLI UND RUDOLF STAUB

Erfolgskontrolle ökologischer Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft des Fürstentums Liechtenstein





Georg Willi
Geboren 1947 in Rheineck (SG), Studium der Forstwissenschaften an der ETH Zürich. Seit über 25 Jahren in privatem Ingenieurbüro für Natur- und Landschaftsschutz tätig. Sekretär der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg

Rudolf Staub
Geboren 1965. Studium der Biologie an der Universität Zürich. Seit 1993 im Büro für Räumliche Entwicklung und Natur (RENAT) im Fürstentum Liechtenstein tätig.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	254
2	Methode	254
2.1	Einrichtung der Probeflächen	254
2.2	Erfassungsmethode Vegetation	256
2.3	Erfassungsmethode Heuschrecken	256
2.3.1	Biozönometer	256
2.3.2	Linientaxierung	256
3	Ergebnisse Blütenpflanzen	257
3.1	Artausstattung	257
3.2	Artenvielfalt	257
3.3	Nährstoffe	259
3.4	Seltene und gefährdete Arten	260
3.5	Zusammenhang Anzahl Nutzungen – Artenvielfalt	260
4	Ergebnisse Heuschrecken	261
4.1	Beschreibung der Flächen nach Heuschreckenzusammensetzung	261
4.2	Quantitative Untersuchungen	263
5	Schlussfolgerungen	265
5.1	Blütenpflanzen	265
5.2	Heuschrecken	265
5.3	Vorschläge für Verbesserung des ökologischen Ausgleichs im Fürstentum Liechtenstein	267
6	Literatur	268

1. Einleitung

Vor dem Hintergrund veränderter internationaler Rahmenbedingungen (WTO, GATT) und ökologischer Probleme (Artenschwund im Kulturland) wurden in den Neunzigerjahren die agrarpolitischen Rahmenbedingungen auch in Liechtenstein in Richtung einer Liberalisierung der Märkte und einer Ökologisierung der landwirtschaftlichen Produktion gesetzt. Mit den 1992 (Bodenbewirtschaftungsgesetz und Verordnung über die Ausrichtung von Bodenbewirtschaftungsbeiträgen) bzw. 1996 (Abgeltungsgesetz und Verordnung zum Abgeltungsgesetz (mit Abänderungen 1998 und 1999)) eingeführten Direktzahlungen für ökologische Leistungen soll unter anderem die Artenvielfalt im Kulturland wieder gefördert werden. Gemäss Art. 7 des Abgeltungsgesetzes werden dazu *Beiträge für extensiv genutzte Flächen ausgerichtet, die dazu beitragen, ökologisch bedeutsame Lebensräume zu erhalten oder zu schaffen, sie miteinander zu verbinden und die Artenvielfalt zu fördern, insbesondere für extensiv genutzte Wiesen, Streueflächen, Krautsäume ...* Im Abgeltungsgesetz ist in Art. 41 auch eine Erfolgskontrolle vorgesehen, nach der die Regierung die Wirkung der Massnahmen periodisch beurteilen lassen muss. Daraus sollen sich auch Hinweise für eine Weiterentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen ergeben.

Mit der Bearbeitung der Erfolgskontrolle wurde 1998 die Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg beauftragt.

Zielsetzungen des Projektes waren:
- Dokumentation der Wirkung der ökologischen Ausgleichsflächen auf die Artenvielfalt (Wirkungskontrolle);
- Formulierung von Empfehlungen für die Weiterentwicklung der landwirtschaftlichen Instrumente aus Sicht der Artenvielfalt.

2. Methode

Erfolgskontrollen dienen der Erfassung konkreter Wirkungen einzelner Programme, Projekte oder Massnahmen. Deren Wirkung wird an den Zielvorgaben gemessen. Daraus können sich Empfehlungen für Verbesserungen ergeben. Die Erfolgskontrolle wird so zu einem wichtigen Bestandteil in Planungs- und Entscheidungsprozessen.

Die Erfolgskontrolle zur Wirkung ökologischer Ausgleichsflächen in Liechtenstein baut auf der Erhebung der Flora und ausgewählter Tiergruppen in unterschiedlichen Zeiträumen auf. Aus den beobachteten Veränderungen lassen sich Rückschlüsse auf die Wirkung der Ausgleichsflächen ziehen. Die Betrachtung erfolgte dabei auf zwei verschiedenen räumlichen Ebenen:
- einerseits kleinräumig durch Erfassung der Vegetations- und Heuschreckenentwicklung auf Probeflächen innerhalb ökologischer Ausgleichsflächen;
- andererseits grossräumig durch Kartierung der Avifauna in ausgewählten Landwirtschaftsgebieten des Talraumes.

Die Resultate der Kartierung der Avifauna sind in einem eigenständigen Artikel (Willi 2006) dargestellt. Die Beobachtungsperiode umfasste die Jahre 1998 bis 2003. Im vorliegenden Beitrag wird auf die Vegetation und die Heuschrecken eingegangen.

2.1 Einrichtung der Probeflächen

1998 wurden 16 Stichprobenorte ausgeschieden (*Abb. 2*). 2000 wurde als Ersatz für einen überbauten Stichprobenort (Nr. 12) ein anderer Ort (Nr. 17) hinzugenommen. Alle Flächen liegen im Talraum und betreffen mit Ausnahme zweier Proben extensiv genutzte Wiesen. Ein Stichprobenort (Nr. 8) ist eine eingesäte Buntbrache und ein weiterer (Nr. 9) betrifft eine sekundär entstandene Streuewiese im Gebiet Bannriet (*vgl. Tab. 1*).
An jedem der 17 Stichprobenorte – mit Ausnahme der Buntbrache – wurden jeweils zwei Probeflächen à 100 m^2 ausgeschieden, total 33 Probeflächen. Im Normalfall wurden Quadrate mit einer Seitenlänge von 10 m ausgemessen, bei Wiesenstreifen mussten teilweise rechteckige Flächen gewählt werden. Diese wurden mit Bodenpfählen markiert und eingemessen, sodass sie jederzeit wieder aufzufinden

waren. Bei einem Teil der Probeflächen sind in der Beobachtungsperiode Veränderungen in der Nutzung eingetreten, eine Fläche wurde überbaut.

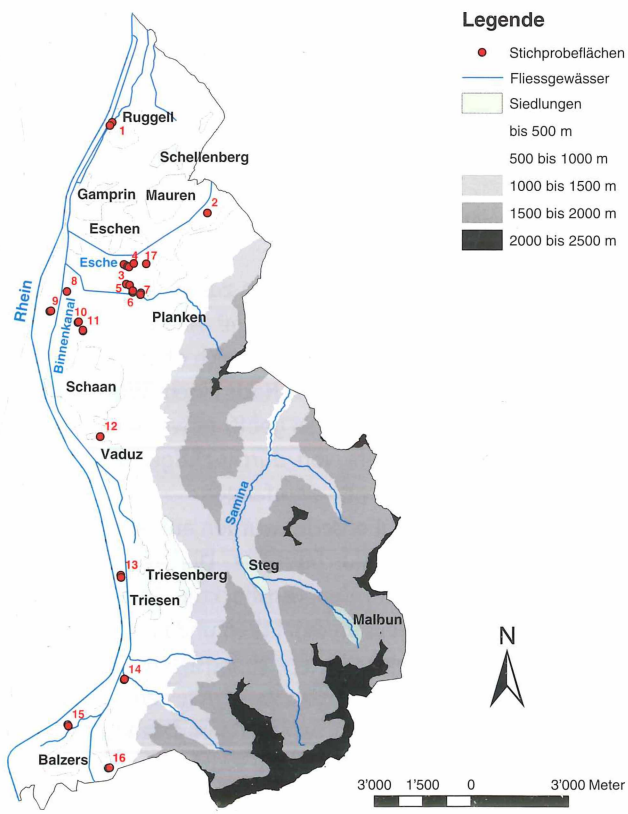
Tab. 1: ***Übersicht der Stichprobenorte und Probeflächen***

Flurname	Bezeichnung		Bemerkung zur Nutzung als Extensivwiese (EW)
Wührle (Ruggell)	1a 1b	Wührle Nord Wührle Süd	seit 1997 EW, früher nicht so intensiv genutzt
Küferles Löcher (Mauren)	2a 2b	Küferles Löcher West Küferles Löcher Ost	bis 1997 Maisacker, bis 2001 EW von 1998 bis 2001 EW
Mölimad (Eschen)	3a 3b	Mölimad West Mölimad Ost	seit 1996 EW
Hausteile (Eschen)	4a 4b	Hausteile West Hausteile Ost	seit 1993 EW
Armaguet (Gamprin)	5a 5b	Armaguet West Armaguet Ost	seit 1996 EW
Tuarbateil 1 (Gamprin)	6a 6b	Tuarbateil 1Süd Tuarbateil 1 Nord	
Tuarbateil 2 (Gamprin)	7a 7b	Tuarbateil 2 Süd Tuarbateil 2 Nord	
Teiliga (Eschen)	8	Teiliga (Buntbrache)	seit 1998 EW
Bannriet (Eschen)	9a 9b	Bannriet Süd Bannriet Nord	
Bendererstrasse (Schaan)	10a 10b	Bendererstr. West Bendererstr. Ost	seit 1996 EW
Langmad (Schaan)	11a 11b	Langmad Süd Langmad Nord	seit 1997 EW (2000 früh geschnitten, Klärschlammdüngung)
Ebaholz (Vaduz)	12a 12b	Ebaholz West Ebaholz Ost	seit 1996 2000 überbaut
Sand (Triesen)	13a 13b	Sand Süd Sand Nord	seit 1996 EW Wesa
Wesa (Triesen)	14a 14b	Wesa Süd Wesa Nord	seit 1996 EW Husteil
(Balzers)	15a 15b	Husteil West Husteil Ost	seit 1997 EW
St.Katrinabrunna (Balzers)	16a 16b	St.Katrinabrunna West St.Katrinabrunna Ost	seit 1996 EW
Jodameder	17a 17b	Jodameder West Jodameder Ost	2000 neu aufgenommen

Abb. 1: ***Die ökologische Ausgleichsfläche «Husteil» in Balzers (oben) und «Wührle» in Ruggell (unten)***



Abb. 2: ***Übersichtsplan der Lage der Stichprobenorte im Fürstentum Liechtenstein***



2.2 Erfassungsmethode Vegetation

Auf den Probeflächen wurde die Vegetation viermal mit einer identischen Ansprachemethode erfasst (Kartierung durch Edith Waldburger, Buchs, 1998, 2000/2001, 2002, 2003). Die Aufnahmen erfolgten jeweils Anfang Juni (Frühester Schnitttermin für Extensivwiesen ist der 15. Juni). Es wurden sämtliche Arten aufgenommen, wobei die Häufigkeit jeder Art quantitativ nach der Methode BRAUN-BLANQUET (1964) geschätzt wurde. Diese Methode legt folgende Häufigkeitsklassen fest:

r sehr selten
\+ selten
1 zahlreich, aber weniger als 5 % der Probefläche deckend
2 5–25 % der Probefläche deckend
3 25–50 % der Probefläche deckend
4 50–75 % der Probefläche deckend
5 75–100 % der Probefläche deckend

2.3 Erfassungsmethode Heuschrecken

Alle Aufnahmen erfolgten auf den Probeflächen, die für die botanischen Aufnahmen ausgeschieden wurden. Zum Vergleich wurden auf Wiesen im Nahbereich der Probeflächen Referenzflächen ausgeschieden und auf diesen mit der gleichen Methode die Heuschreckenbesiedlung erfasst. Dies war nicht immer und bei allen Probeflächen möglich. So konnten keine Referenzflächen bezeichnet werden, wenn um die Ausgleichsfläche nur Ackerkulturen (v.a. Mais) vorhanden waren oder wenn überhaupt keine weiteren Wiesen im Nahbereich lagen (z.B. Standort 16 St. Katrinabrunna). Weiters wurden verschiedene Probeflächen nur in bestimmten Jahren bearbeitet (*vgl. Tabelle 2*).

Für die Erfassung der Heuschrecken wurden zwei Methoden angewandt:
a) Biozönometer
b) Linientaxierung

2.3.1 Biozönometer

Das Biozönometer besteht aus einem zusammenklappbaren Rahmen mit einer Grundfläche von 1 m². An dem Rahmen ist ein feinmaschiges Netz angenäht, das sich oben in der Mitte mit einer Kordel schliessen lässt. Nach einem Wurf des Biozönometers kann das Netz oben geöffnet werden. Die Tiere lassen sich dann mit Hilfe von durchsichtigen Plastikröhrchen gut zählen und allenfalls einfangen.
Pro Begehung (Stichprobenserie) wurden auf jeder Untersuchungsfläche 10 Würfe durchgeführt. Die Anordnung der Würfe orientiert sich an den verpflockten Stichprobenflächen, indem diese jeweils an den Ecken und im Schnittpunkt beider Probeflächen einer Untersuchungsfläche stattfanden (*vgl. Abb. 3*). Als Referenzflächen wurden jeweils Transekten in einer benachbarten, nicht extensiv genutzten Wiese festgelegt. Auch hier wurden jeweils 10 Würfe vorgenommen.

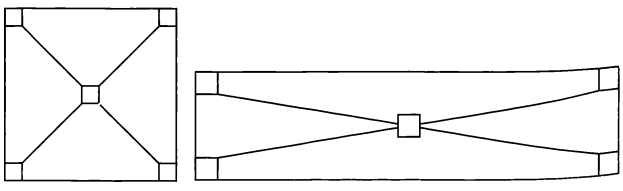
2.3.2 Linientaxierung

Die Aufnahme erfolgte durch Kartierung der singenden Heuschrecken. Bekanntlich singen nur die Männchen, die damit ähnlich wie bei den Vögeln ihr Territorium abgrenzen und Weibchen anlocken. Bei dieser Methode können nur bestimmte Arten registriert werden, da nicht alle gut hörbare Lautäusserungen von sich geben. Zudem ist bei einzelnen Arten die Intensität der Lautäusserung je nach Tageszeit unterschiedlich.
Der Zeitpunkt der Aufnahmen erfolgte im Normalfall im August / September bei schönen und warmen Wetterbedingungen, wenn ein Aktivitätsmaximum der adulten Tiere vorhanden war. 1999 wurde auch im Juni eine Beprobung mit dem Biozönometer durchgeführt. Im Normalfall befinden sich die Heuschrecken zu dieser Zeit noch im Larvenstadium. Für die Feldgrillen wurde im Jahr 2002 eine separate Feldaufnahme im Juni vorgenommen.

Tab. 2: ***Aufnahmen mit dem Biozönometer (+) und Linientaxierung (o) auf den Probe- und Referenzflächen.***

Fläche	1998	1999 (Juni)	1999 (Sept.)	2000	2001	2002	2003
1	+o		+o	o		+o	+o
2		+	+o	+o			
3	+o	+	+o	+o	+o	+o	+o
4	+o	+	+o	+o	+o	+o	+o
5	+o	+	+o	+o	+o	+o	+o
6	+o	+	+o	+o	+o	+o	+o
7	+o	+	+o	+o	+o	+o	+o
8	+o			+o	+o		+o
9		+		+o	+o		+o
10	+o				+o		
11							
12	+o		+o				
13	+o		+o	+o		+o	+o
14	+o			+o	o	+o	+o
15	+o			+o	+o	+o	+o
16							
17					+o		

Abb. 3: ***Lage der Würfe mit dem Biozönometer auf den Probeflächen, links in einer Fläche von 10 x 10 m, rechts in einer Fläche von 5 x 20 m.***



3. Ergebnisse Blütenpflanzen

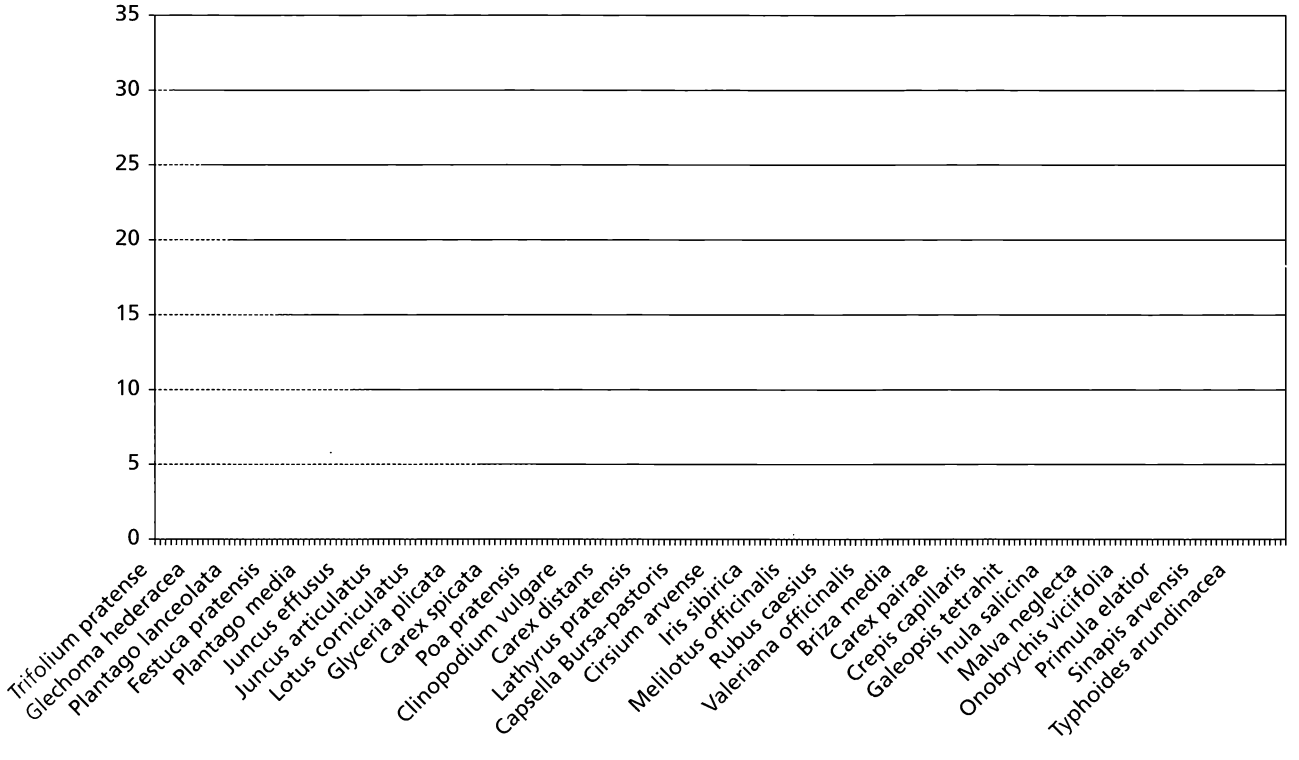
3.1 Artausstattung

Total konnten in den 33 Aufnahmeflächen 200 verschiedene Pflanzenarten nachgewiesen werden. Dies entspricht rund 13% der in Liechtenstein nachgewiesenen Gefässpflanzen (Waldburger et al. 2003). Die Arten treten dabei in unterschiedlicher Häufigkeit in den einzelnen Flächen auf (*Abb. 4*). Mehr als die Hälfte waren nur auf einer oder zwei Probeflächen vorhanden. Häufig vertreten sind dabei Arten der intensiv genutzten Wirtschaftswiesen (*Tab. 3*).

Tab. 3: ***Arten mit hoher Stetigkeit (Prozentualer Anteil der Flächen, auf welchen eine Art gefunden wurde) in den Aufnahmeflächen***

Art (deutsch)	Art (wissenschaftlich)	Stetigkeit in %
Rot-Klee	*Trifolium pratensis*	97
Gewöhnliches Hornkraut	*Cerastium fontanum*	94
Wolliges Honiggras	*Holcus lanatus*	94
Gemeines Rispengras	*Poa trivialis*	91
Kriechender Klee	*Trifolium repens*	85
Knäuelgras	*Dactylis glomerata*	85
Fries'Hahnenfuss	*Ranunculus friesianus*	82
Italienisches Raigras	*Lolium multiflorum*	79
Gundelrebe	*Glechoma hederacea*	79
Englisches Raigras	*Lolium perenne*	73

Abb. 4: ***Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Pflanzenarten in den Aufnahmeflächen. Einige ausgewählte Arten sind auf der x-Achse bezeichnet***



Fazit

- Insgesamt wurden auf den Untersuchungsflächen 200 Arten nachgewiesen. Das entspricht rund 13% aller in Liechtenstein nachgewiesenen Gefässpflanzenarten.
- Viele Arten treten nur vereinzelt in den untersuchten ökologischen Ausgleichsflächen auf, d.h. einige wenige artenreiche Flächen tragen stark zu dieser Artenausstattung bei.
- In den ökologischen Ausgleichsflächen des Talraumes weisen vor allem Arten des intensiv genutzten Wirtschaftsgrünlandes hohe Stetigkeiten auf.

3.2 Artenvielfalt

Die Artenzahlen haben sich auf den einzelnen Flächen zwischen 1998 und 2003 sehr unterschiedlich entwickelt (*vgl. Tab. 4*).

Tab. 4: ***Übersicht der Artenzahlen in den Aufnahmeflächen. Für die weitere Auswertung wurden nur die grau unterlegten Flächen berücksichtigt. Die Jahre 2000 und 2001 wurden für die Mittelwertberechnung zusammengefasst.***

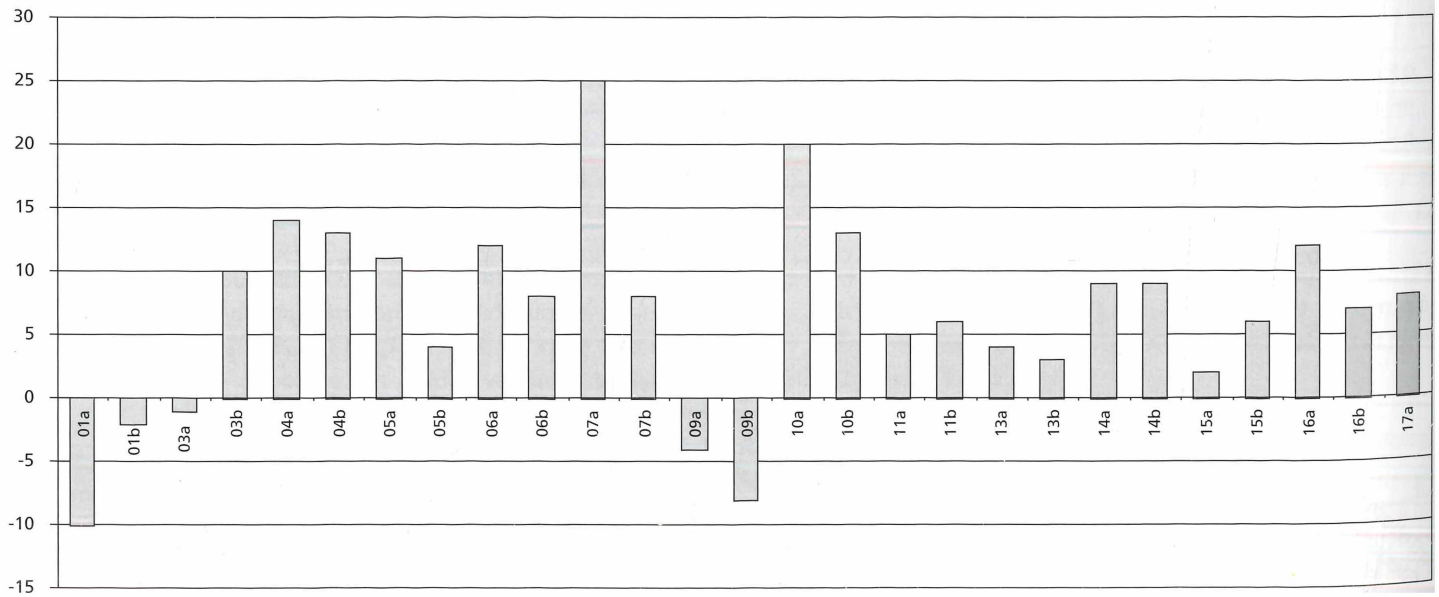
Standort	1998	2000	2001	2002	2003
Wührle Nord (1a)	41	33		34	31
Wührle Süd (1b)	31	28		31	29
Küferles Löcher West (2a)	30	28			
Küferles Löcher Ost (2b)	34	27			
Mölimad West (3a)	27		24	23	26
Mölimad Ost (3b)	20		28	26	30
Hausteile West (4a)	17	21		26	31
Hausteile Ost (4b)	15	22		22	28
Armaguet West (5a)	9	17		18	20
Armaguet Ost (5b)	13	15		16	17

Tab. 4: ***Fortsetzung***

Standort	1998	2000	2001	2002	2003
Tuarbateil 1 Süd (6a)	22	27		34	34
Tuarbateil 1 Nord (6b)	22	24		23	30
Tuarbateil 2 Süd (7a)	22	20		46	47
Tuarbateil 2 Nord (7b)	7	8		13	15
Teiliga (8)	1	40		28	30
Bannriet Süd (9a)	30	33		21	26
Bannriet Nord (9b)	36	34		28	28
Benderertrasse West (10a)	7	19		24	27
Benderertrasse Ost (10b)	12	17		26	25
Langmad West (11a)	16		17	14	21
Langmad Ost (11b)	13		14	11	19
Ebaholz West (12a)	22				
Ebaholz Ost (12b)	21				
Sand Süd (13a)	26		27	31	30
Sand Nord (13b)	24		26	32	27
Wesa Süd (14a)	30	38		44	39
Wesa Nord (14b)	19		24	25	28
Husteil West (15a)	19		19	23	21
Husteil Ost (15b)	20		21	25	26
St. Katrinabrunna West (16a)	37	39		49	49
St. Katrinabrunna Ost (16b)	44	38		45	51
Jodameder West (17a)			16	20	24
Jodameder (17b)			23		
Mittelwert	**22.0**		**24.3**	**27.0**	**28.9**

Bei einem Teil der 1998 eingerichteten Probeflächen war aufgrund von Überbauung (Teilfläche 12a & 12b) oder Intensivierung (Teilflächen 2a, 2b, 17b) keine Beurteilung mehr möglich.

Abb. 5: ***Veränderung der Artenzahl auf den einzelnen Probeflächen zwischen 1998 und 2003.***



Die Artenvielfalt unterscheidet sich auf den Extensivwiesen sehr stark zwischen den einzelnen Beobachtungsflächen. Es finden sich einerseits relativ artenreiche Flächen, z.B. im Gebiet St. Katrinabrunna mit 51 Arten, und andererseits sehr artenarme Flächen, z.B. im Gebiet Tuarbateil mit nur 15 Arten.

Bei den vergleichbaren Flächen mit längeren Zeitreihen (in *Tabelle 4* grau markiert) war bei 5 Flächen eine Abnahme und bei 22 Flächen eine Zunahme der Artenzahl festzustellen (*Abb. 5*).

3.2.1 Entwicklung der Artenvielfalt

Deutlich ist die Zunahme der durchschnittlichen Artenvielfalt von 22 im Jahr 1998 auf 27 im Jahr 2002 bzw. 28,9 im Jahr 2003 erkennbar (*Tab. 5*). Diese Zunahme ist signifikant (Student t-Test, Irrtumswahrscheinlichkeit unter 1%).

Signifikant ist diese Verschiebung bei den Artenzahlen vor allem auf jenen Flächen, welche 1998 relativ artenarm waren (weniger als 24 Arten), während auf artenreicheren Flächen diese Erhöhung nur undeutlich beobachtet werden konnte.

Abb. 6: ***Artenreichere Fläche Gebiet «Wesa»***



Während bei der ersten Wiederholung der Kartierung 2000/2001 die Veränderung in der Artenvielfalt gering ausfiel, waren 2003 klare Tendenzen auf einzelnen Flächen zu beobachten. Die Entwicklung der Flächen ist dabei sehr unterschiedlich. Bei den meisten Flächen verlief sie positiv bzw. es ergaben sich keine eindeutigen Trends. Nur bei Fläche 1a und 9 wurden merkliche Abnahmen festgestellt. Bei Fläche 1a handelte es sich um einen sehr artenreichen Ausgangsbestand (mit 41 Arten zweithöchster Ausgangsbestand aller Flächen) der relativ stark genutzt wird. (in der Regel drei Schnitte pro Jahr). Bei Fläche 9 handelt es sich um eine einschürige Streuewiese im Bannriet. Die Gründe für den Rückgang sind unklar, sie könnten allenfalls bei der Ausbreitung von *Scirpus sylvaticus* (9a) und *Carex spicata* (9b) und der dadurch stattfindenden Verdrängung anderer Arten liegen.

Fazit

- Zwischen 1998 und 2003 hat die Artenzahl auf den Stichprobenflächen um durchschnittlich rund 7 Arten zugenommen.
- Die Erhöhung der Artenzahl ist hoch signifikant.
- Die Veränderungen in der Artenvielfalt sind erst nach längerer Zeit deutlich erkennbar.
- Die Artenzahlen haben sich dabei auf den einzelnen Flächen unterschiedlich entwickelt.
- Die Erhöhung der Artenzahl trat vor allem auf Flächen auf, deren Ausgangsbestand artenarm war.

3.3 Nährstoffe

Den einzelnen Pflanzenarten können Zeigerwerte zugeordnet werden. Diese charakterisieren die bevorzugten Standortbedingungen der einzelnen Arten. Die Skala reicht jeweils von 1–5 (Landolt 1977). Es interessierte die Frage, ob durch die extensive Nutzung Arten gefördert wurden, die nährstoffärmere Standorte bevorzugen. Daher wurde die Nährstoffzahl detaillierter betrachtet.

Zeigerwerte
Nährstoffzahl, Pflanzen mit Hauptverbreitung:
1: auf sehr nährstoffarmen Böden, Magerkeitszeiger
2: auf nährstoffarmen Böden
3: auf mässig nährstoffarmen-mässig nährstoffreichen Böden
4: auf nährstoffreichen Böden, Nährstoffzeiger
5: auf übermässig mit Nährstoffen (meist Stickstoff) versorgten Böden, Überdüngungszeiger

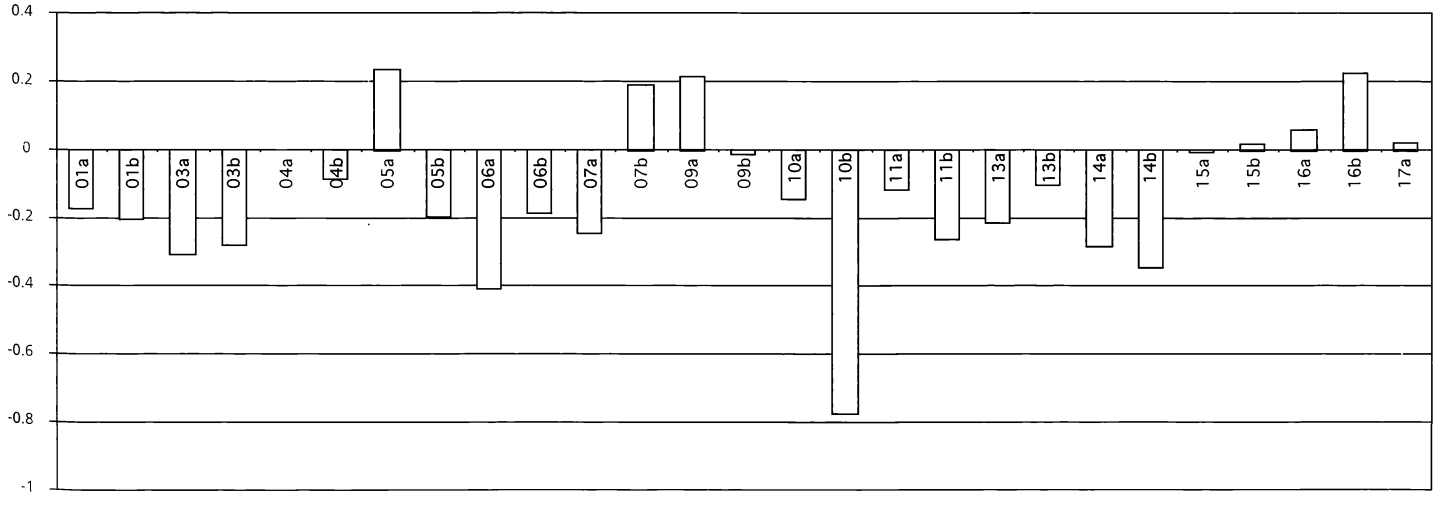
Obwohl es sich bei den Zeigerwerten um eine Ordinalskala handelt, wurde versucht, rechnerisch eine «mittlere Nährstoffzahl» zu ermitteln. Um zudem die Häufigkeit der einzelnen Arten (nach Braun-Blanquet 1964) in die Berechnung einfliessen zu lassen, wurde folgende Gewichtung vorgenommen: R = 0.25, + = 0.5, 1 = 1, 2 = 2, 3 = 3, 4 = 4, 5 = 5. Die «mittlere Nährstoffzahl» ergab sich somit aus dem arithmetischen Mittel von Nährstoffzahl x Gewichtung. In *Abbildung 6* ist die Veränderung dieser Zahl wischen 1998 und 2003 dargestellt.

Dabei ist eine Tendenz zu Pflanzen, welche magerere Standorte bevorzugen, erkennbar. Diese Tendenz ist signifikant (Students t-Test, Irrtumswahrscheinlichkeit unter 1%).
Von diesem Trend weichen insbesondere vier Flächen ab (5a, 7b, 9a, 16b), wobei die Gründe nur vermutet werden können. Generell kann festgestellt werden, dass bei denjenigen Flächen, die im Herbst noch beweidet werden, die «Ausmagerung» nicht oder nur in geringerem Mass stattgefunden hat. Das gilt für die Flächen 5, 7, 15 und 16. Hingegen konnte diese Tendenz bei der ebenfalls beweideten Fläche 14 nicht festgestellt werden, wobei es sich hier um eine flachgründige, geneigte Hanglage handelt, wo die Nährstoffe – im Gegensatz zur Talebene – relativ rasch ausgewaschen werden können.

Fazit

- Es ist eine Tendenz bezüglich der Entwicklung der «mittleren Nährstoffzahl» in Richtung Ausmagerung der Standorte erkennbar.
- Die Entwicklung ist dabei je nach Standort sehr unterschiedlich und dürfte insbesondere von der dem Extensivwiesenschnitt nachfolgenden Bewirtschaftung (z.B. Herbstweide), Lage und Untergrund (z.B. Hanglage, Nährstoffspeicherfähigkeit des Bodens) abhängen.

Abb. 7: ***Veränderung der «mittleren Nährstoffzahl» auf den einzelnen Flächen zwischen 1998 und 2003.***



3.4 Seltene und gefährdete Arten

Total konnten auf den ökologischen Ausgleichsflächen bisher 200 Arten bestimmt werden. Dabei handelt es sich fast durchwegs um häufigere und nicht gefährdete Arten. Einzig acht Arten sind in der neuen Roten Liste des Fürstentums Liechtensteins als gefährdet oder selten eingestuft (Broggi et al. in prep.) (*Tab. 5*).

Diese Arten konnten nur an wenigen Standorten nachgewiesen werden: in den artenreichen Flächen Bannriet Süd (9a) und Küferles Löcher Ost (27) (je 2 Arten), sowie in den Flächen Husteil West (15a), Bannriet Nord (9b), Mölimad Ost (3b), Tuarbateil Nord (6b) und Teiliga (8, eingesät) mit je einer gefährdeten Art.

Tab. 5: ***In den ökologischen Ausgleichsflächen nachgewiesene seltene und gefährdete Arten. Rote Liste-Einstufung nach Broggi et al. (in prep).***

Art (deutsch)	Art (wissenschaftlich)	Rote Liste	Anzahl Nachweise
Einspelzige Teichbinse	*Eleocharis uniglumis*	RL R	1
Geflügelte Braunwurz	*Scrophularia umbrosa*	RL VU	1
Sibirische Schwertlilie	*Iris sibirica*	RL VU	2
Hain-Segge	*Carex otrubae*	RL VU	2
Gewöhnliche Teichbinse	*Eleocharis palustris*	RL VU	1
Traunsteiners Knabenkraut	*Dactylorhiza traunsteineri*	RL VU	1
Gemeines Reitgras	*Calamagrostis epigejos*	RL EN	1
Grossblütige Königskerze	*Verbascum densiflorum*	RL EN	1

Fazit

- Den untersuchten ökologischen Ausgleichsflächen kommt in der Regel nur eine geringe Bedeutung für die Erhaltung gefährdeter Pflanzenarten zu;
- Ausnahme bilden einige wenige artenreichere Standorte, die bereits vor der Ausweisung als Extensivwiese ein hohes Artenpotenzial aufwiesen.

3.5 Zusammenhang Anzahl Nutzungen – Artenvielfalt

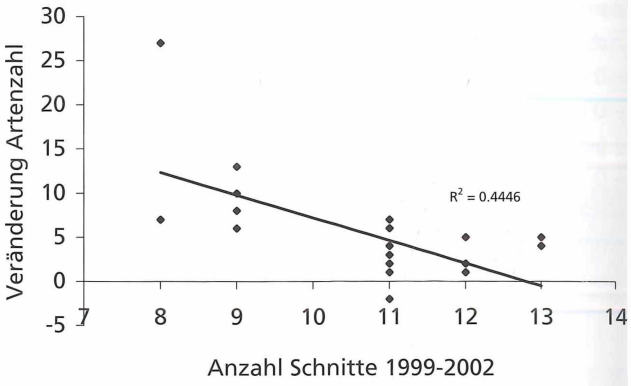
Die Verordnung zum Abgeltungsgesetz legt den frühesten Schnittzeitpunkt fest (Talraum: 15. Juni) und dass keine Düngung stattfinden darf. Danach können die Flächen frei bewirtschaftet werden. D.h. es finden teils zahlreiche Schnittnutzungen statt. Die Anzahl der Schnitte ist dabei sehr unterschiedlich und wurde im Rahmen des Projektes ebenfalls erfasst (*Tab. 6*). *Abbildung 8* zeigt den Zusammenhang zwischen der Schnitthäufigkeit der einzelnen Extensivwiesen und der Artenzahl der Blütenpflanzen. Dabei wurden die Nutzungen der Jahre 1999 bis 2002 zusammengezählt. Die Nutzungen 2003 wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt, da sie auf die Artenvielfalt im Jahr 2003 keinen Einfluss mehr hatten. Auf der y-Achse ist Differenz der Artenvielfalt zwischen den Jahren 2000 (oder 2001) und 2003 dargestellt.

Relativ deutlich zu erkennen ist die geringere Zunahme der Artenzahl, wenn die Wiesen zwischen 15. Juni und dem Ende der Vegetationsperiode mehrmals genutzt werden.

Fazit

- Je häufiger eine ökologische Ausgleichsfläche nach dem erlaubten ersten Schnitttermin genutzt wird, desto geringer ist in der Regel die Auswirkung der Extensivierung (Düngungsverzicht) auf die Artenvielfalt.

Abb. 8: ***Veränderung der Artenzahl (y-Achse) zwischen 2000/01 und 2003 in Abhängigkeit von der Schnittanzahl (x-Achse) in den Jahren 1999–2002***



Tab. 6: ***Anzahl Schnitte auf den einzelnen Probeflächen in den Untersuchungsjahren (H bedeutet Herbstweide)***

Nr.	Fläche	1999	2000	2001	2002	2003
1a	Wührle 1	3	3 (H)	3 (H)	2	3
1b	Wührle 2	2	3 (H)	3 (H)	4 (H)	4 (H)
2	Küferles Löcher	3 (H)	3 (H)	Vor 15. Juni genutzt		
3	Mölimad	3	3	3	3	3
4	Hausteile	2	2	3	2	3
5	Armaguet	2 (H)	3	3	3	3(H)
6	Tuarbateil 1	2	2	4	3	4
7	Tuarbateil 2	2	3	2	1	3 (H)
8	Teiliga (Buntbr.)	1	1	1	1	1
9	Bannriet	1	1	1	1	1
10	Bendererstrasse	2	3	2	2	3
11	Langmad	3	*(3)	3	4	4
13	Sand	3	3 (H)	3 (H)	2	2
14	Wesa	2 (H)	3 (H)	3 (H)	3 (H)	3 (H)
15	Husteil	3	3 (H)	3 (H)	3 (H)	3 (H)
16	St.Katrinabrunna	2 (H)	2 (H)	2 (H)	3 (H)	3 (H)
17a	Jodameder West			3	3	3
17b	Jodameder West			3		
	Summe	**30,5**	**35**	**36**	**34**	**39,5**
	Mittel	**2,18**	**2,5**	**2,57**	**2,43**	**2,82**

* Die Fläche wurde vor zum ersten Mal vor dem 15. Juni gemäht, zudem wurde Klärschlamm ausgebracht.

4. Ergebnisse Heuschrecken

In Liechtenstein kommen von den bislang nachgewiesenen 38 Heuschreckenarten 21 auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen des Talbodens vor (Denoth-Hasler 1995), von denen rund die Hälfte in der benachbarten Schweiz als gefährdet bis stark gefährdet gilt (Nadig & Thorens 1994).
Heuschrecken haben eine enge Habitatbindung an die räumliche Struktur ihres Lebensraumes und reagieren schnell auf Veränderungen in der Bewirtschaftungsintensität (Kiel 1999). Aufgrund ihrer Mobilität (Sprungvermögen häufig kombiniert mit Flugvermögen) sind sie in der Lage, auf Lebensraumveränderungen durch Abwanderung zu reagieren. Umstritten ist jedoch die Fähigkeit, rasch neue Lebensräume zu besiedeln. Hier scheinen verschiedene Faktoren diese Ausbreitungsfähigkeit zu limitieren. So haben Untersuchungen gezeigt, dass viele Populationen infolge vielfältiger Habitatbarrieren in der Kulturlandschaft als faktisch isoliert zu betrachten sind (Reinhardt & Köhler 2002).
Insgesamt wurden im Rahmen der Untersuchungen 18 Arten nachgewiesen. Dies entspricht dem grössten Teil der für den liechtensteinischen Talraum im Landwirtschaftsgebiet vorkommenden Arten (vgl. *Tab. 7*). Nicht nachgewiesen wurden folgende 4 Arten, die ebenfalls in Wiesenlebensräumen vorkommen könnten:

- Feld-Grashüpfer, von dem nur zwei Beobachtungen vom Rheindamm bei Balzers aus dem Jahr 1989 stammen (Denoth-Hasler 1995).
- Sumpf-Grashüpfer, der im Talraum bisher nur in den typischen Flachmoorgebieten des Ruggeller Rietes und Schwabbrünna nachgewiesen wurde.
- Maulwurfsgrille, deren Vorkommen nur in der Nacht anhand des Gesanges festgestellt werden kann.
- Westliche Beissschrecke, die als stark gefährdete Art in unserer Region selten ist und bisher nur am Rheindamm und am Schlossbüchel in Balzers nachgewiesen wurde.

Demgegenüber wurde die Gewöhnliche Strauchschrecke nachgewiesen, deren Lebensraum weniger in Wiesenflächen sondern in gebüschreichen Biotopen liegt. Da verschiedene Untersuchungsflächen an Feldgehölze grenzen, können auch immer wieder Arten, die eher an die Gehölze gebunden sind, sporadisch auf den Flächen beobachtet werden.
Von den 18 im Rahmen der Erfolgskontrolle nachgewiesenen Arten stehen 6 Arten auf der Roten Liste der Schweiz (Nadig & Thorens 1994). Eine Art, die Sumpfschrecke, ist als stark gefährdet eingestuft, die übrigen fünf Arten gelten als gefährdet.
In *Tabelle 7* ist aufgezeichnet, auf welchen Flächen welche Arten vorkommen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einzelne Flächen nur wenige Male aufgesucht und deshalb allenfalls einzelne Arten nicht erfasst wurden (gilt v.a. für die Flächen 2 und 17).
Die häufigsten Arten sind der Nachtigall-Grashüpfer und der Gemeine Grashüpfer, gefolgt von der Feldgrille und der Roten Keulenschrecke. Mittlere Häufigkeit weisen Grünes Heupferd und Roesels Beissschrecke auf, während alle anderen Arten mit Vorkommen in ein bis drei Flächen verhältnismässig selten sind.

4.1 Beschreibung der Flächen nach Heuschreckenzusammensetzung

Die Artenzahl variiert je nach Untersuchungsfläche sehr stark. In Fläche 2 wurde nur eine Art festgestellt, in Fläche 8 10 Arten. Nachfolgend wird die Artengarnitur der einzelnen Flächen kurz analysiert.
***Fläche 1** (Währle)*: Mit 6 Arten gehört diese Fläche zu den artenreicheren. Mitverantwortlich für dieses Resultat ist der Gehölzstreifen, der als Ufergehölz am Rande der Untersuchungsfläche stockt. Mit der Strauchschrecke, dem Grossen Heupferd und der Zwitscherschrecke kommen drei Arten vor, die sich gerne an Gehölze halten.
***Fläche 2** (Küferles Löcher)*: Mit ein Grund, dass hier einzig der Nachtigall-Grashüpfer festgestellt wurde, ist die nur zweimalige Aufnahme. Zudem wurde die Fläche teilweise intensiv von Pferden abgeweidet, was nur den resistentesten Arten ein Überleben ermöglichte.
***Fläche 3** (Mölimad)*: Die mittlere Artenzahl von 4 Arten in einer recht schmalen ökologischen Ausgleichsfläche kommt dank der verschiedenen, jedoch sehr kleinflächigen Lebensräume zustande. So findet man um zwei Bäume Brombeerranken (günstig für Rote Keulenschrecke).
***Fläche 4** (Hausteile)*: Nachgewiesen wurden die vier häufigsten Arten. Eine Erklärung für das eingeschränkte Artenspektrum ist die schattige Lage (infolge Windschutzstreifen).
***Fläche 5** (Armaguet)*: Auf dieser botanisch wenig artenreichen Fläche wurden 4 Arten nachgewiesen. Zudem wurde die Rote Keulenschrecke nur im ersten Jahr festgestellt, als noch eine solitäre Föhre mit Stauden im Stammfussbereich auf der Fläche stockte. Allein das Entfernen dieses markanten Baumes kann zum Verlust der Artenvielfalt beitragen.
***Fläche 6** (Turbateil 1)*: Die schmale Ausformung dieser Ausgleichsfläche (nur rund 4 m breit) hat eine limitierende Wirkung auf die Artenvielfalt (nur drei nachgewiesene Arten). Andererseits schuf der während der Untersuchungszeit erstellte offene Entwässerungsgraben eine Bereicherung.
***Fläche 7** (Turbateil 2)*: Der Artenreichtum dieser Fläche (7 nachgewiesene Arten) ist Ausdruck der Bewirtschaftungsintensität, die sich in den Untersuchungsjahren veränderte. Genau in jenen Jahren, in denen wenig geschnitten wurde (1 bis 2malige Mahd), wurden auch mehr Arten beobachtet: 1999 und 2001 bei zweimaliger Mahd 6 bzw. 5 Arten, 2002 bei einmaliger Mahd 6 Arten.
***Fläche 8** (Teiliga)*: Mit 10 beobachteten Arten ist dies die artenreichste Probefläche. Es handelt sich dabei um eine eingesäte Buntbrache, die maximal einmal pro Jahr gemäht wurde (gestaffelte Mahd) und sich sehr strukturreich präsentierte.
***Fläche 9** (Bannriet)*: Auf dieser Streuefläche konnten zwar nur 5 Arten festgestellt werden, doch handelt es sich um drei Arten der Roten Liste bzw. Arten, die nur an wenigen Stellen in Liechtenstein vorkommen. Es sind darunter typische Vertreter der Feuchtgebiete wie Lauchschrecke, Wiesengrashüpfer und Langflüglige Schwertschrecke.
***Fläche 10** (Bendererstrasse)*: Auf dieser in einem Ackerbaugebiet gelegenen, isolierten Fläche konnten nur 3 der häufigsten Arten (Nachtigall- und Gemeiner Grashüpfer sowie Feldgrille) nachgewiesen werden.

***Fläche 11** (Langmad)*: Auch auf dieser häufig geschnittenen Ausgleichsfläche (in den letzten beiden Jahren 4 Schnitte, vorher 3 Schnitte) konnten nur die drei häufigsten Arten, die auch eine grosse ökologische Amplitude aufweisen, nachgewiesen werden (Nachtigall- und Gemeiner Grashüpfer, Feldgrille).

***Fläche 12** (Ebaholz)*: Diese südexponierte und xerotherme Fläche im Ebenholz konnte nur 1998 und 1999 kontrolliert werden (nachher musste die Fläche infrastrukturellen Einrichtungen weichen). Dank ihrer sonnigen Lage und der extensiven Nutzung konnten 6 Arten nachgewiesen werden.

***Fläche 13** (Sand)*: Diese Fläche in Triesen liegt inmitten eines landwirtschaftlich intensiv genutzten Anbaugebietes (v.a. Ackerbau). Trotzdem konnten 5 Arten nachgewiesen werden, darunter der sonst eher seltene Warzenbeisser. Grund dafür dürfte die Nähe zum Rheindamm mit den sehr extensiv genutzten wasserseitigen Böschungen sein, die eine grosse Vielfalt an Heuschrecken beherbergen (vgl. ADLBAUER 1991, RENAT AG 1998).

***Fläche 14** (Wesa)*: Hier handelt es sich um eine sonnenexponierte, zum Teil flachgründige Fläche am Hangfuss der Mittagsspitze. An dieser xerothermen Lage konnten 6 Arten festgestellt werden. Insbesondere die Langfühler-Dornschrecke, die nur auf dieser Untersuchungsfläche beobachtet wurde, passt zu diesem Standort. Die anderen 5 Arten sind weiter verbreitet, wobei das Grüne Heupferd von den vorhandenen Gehölzen profitiert.

***Fläche 15** (Husteil)*: Diese Untersuchungsfläche liegt inmitten von intensiv genutzter Wiesen und Äckern. Die isolierte Lage und die alljährlich durchgeführten 3 Nutzungen (im Herbst jeweils Weide) sind wohl der Grund, dass nur die omnipräsenten Arten Nachtigall- und Gemeiner Grashüpfer festgestellt wurden.

***Fläche 16** (St. Katrinabrunna)*: Diese Untersuchungsfläche hat eine ähnliche Lage wie Fläche 14. Sie wurde früher recht extensiv genutzt, in den letzten beiden Jahren jedoch häufiger geschnitten (eine dreimalige anstelle der früheren zweimaligen Nutzung). Entsprechend hat auch die Artenzahl abgenommen. Von den insgesamt 9 Arten wurden in den letzten beiden Jahren nur noch die drei häufigsten Arten beobachtet. Zwitscherschrecke und Grünes Heupferd profitieren dabei von den vielen Gehölzen in der Umgebung.

***Fläche 17** (Jodameder)*: Diese Fläche, angesät mit einer Blumenwiesenmischung, wurde 2001 als Ersatz für die Fläche 12 eingerichtet. Eine der zwei Probeflächen fiel bereits ein Jahr später wieder aus, da sie vor dem 15. Juni gemäht wurde. Die Flächen sind umgeben von intensiv bewirtschafteten Äckern und Grünland. Insgesamt wurden nur die drei häufigsten Arten beobachtet, wobei diese Resultate vorsichtig zu interpretieren sind, da nur in einem Jahr erhoben wurde.

Tab. 7: ***Vorkommen der einzelnen Arten auf den 17 Untersuchungsflächen***

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Anz.
Nachtigall-Grashüpfer	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	16
Gemeiner Grashüpfer	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16
Feldgrille	X			X	X		X			X	X	X		X		X	X	10
Rote Keulenschrecke			X	X	X		X	X				X	X	X		X		9
Roesels Beissschrecke						X	X	X					X			X		5
Grünes Heupferd	X							X						X		X		4
Brauner Grashüpfer							X	X				X						3
Lauchschrecke								X	X							X		3
Kleine Goldschrecke												X				X		2
Wiesengrashüpfer							X		X									2
Warzenbeisser								X					X					2
Zwitscherschrecke	X															X		2
Sumpfschrecke								X	X									2
Säbeldornschrecke			X															1
Langfühler-Dornschrecke														X				1
Langfl. Schwertschrecke									X									1
Gew. Strauchschrecke	X																	1
Grosse Goldschrecke								X										1
18 Arten	6	1	4	4	4	3	7	10	5	3	3	6	5	6	2	9	3	

Fazit

Ob eine Fläche viele Heuschreckenarten beherbergt, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Die wichtigsten davon sind:

- Lebensraumausstattung
  Die auf einer Fläche gefundenen Heuschreckenarten sind an die kleinräumige Lebensraumvielfalt der entsprechenden Fläche angepasst. Handelt es sich um eine monotone Fläche, werden nur wenige Arten vorkommen. Sind jedoch neben der Wiese noch Kleinstrukturen vorhanden wie eine feuchte Senke, Hochstauden oder eine ungemähte, verfilzte Stelle, kann bereits mit einer grösseren Artenvielfalt gerechnet werden.

- Umgebung
  Es hat sich gezeigt, dass die Lebensräume in der Umgebung der untersuchten Fläche einen entscheidenden Einfluss haben. Befinden sich in der Nähe besonders wertvolle Flächen in einer Grösse, die geeignet sind, eine individuenstarke Population zu beherbergen, werden auch nahegelegene Flächen rasch besiedelt. Sie können eine grössere Artenvielfalt aufweisen als isolierte Flächen. Umso wertvoller sind deshalb Massnahmen im Randbereich von naturnahen Lebensräumen und in Gebieten mit guter Lebensraumvernetzung.

- Exposition
  Untersuchungsflächen, die in schattigen Lagen liegen, weisen klar die kleinere Artenvielfalt auf als die sonnenexponierten Flächen. Dementsprechend weisen v.a. die Wiesen in den unteren Hanglagen ein hohes Arten-Potenzial auf.

- Bewirtschaftungsform
  Ein wesentlicher Faktor für die Heuschreckenpopulation ist die Bewirtschaftungsform. So bedeutet eine regelmässige Mahd für die Lebensgemeinschaft einer Wiese ein immer wiederkehrendes Katastrophenereignis. Entscheidend für das Überleben einer Art ist letztlich, inwiefern sich die Individuen bezüglich ihres Lebenszyklus, der Physiologie, der Mobilität, des Verhaltens etc. mit dem Mahdrhythmus und der Mähtechnik arrangieren können. Ganz grundsätzlich werden umso weniger Arten überleben, je häufiger eine Wiese genutzt wird.
  Bei der Art der Mahd haben sich vor allem moderne landwirtschaftliche Techniken (Siloballen, Kreiselmäher) als besonders schädlich für die Kleintierfauna herausgestellt (Bachmann 2003).

4.2 Quantitative Untersuchungen

Quantitativ wurden die Heuschrecken auf zwei Arten erhoben: mit dem Biozönometer und mit einer Linientaxierung. Die Heuschreckendichte ist auf den meisten Flächen sehr gering. Teilweise konnten überhaupt keine Heuschrecken mit dem Biozönometer gefangen werden (Flächen 1 und 11) (*Tab. 8*). Entsprechend niedrig waren dann auch die Zahlen, die mit der Linientaxierung erhoben wurden (*Tab. 9*). Andererseits weisen nur wenige Flächen eine Dichte auf, die mit Werten von Wiesen in höheren Lagen vergleichbar sind.
Die Heuschreckendichte kann natürlicherweise von Jahr zu Jahr stark schwanken. So liegen beispielsweise Berichte aus dem trockenen, heissen Sommer 2003 vor (Keist & Monnerat 2003), die auf sehr geringe Abundanzen bei verschiedenen Arten v.a. im Hochsommer hinweisen. Dies ist möglicherweise zurückzuführen auf Futter- oder Wassermangel infolge Trockenheit oder auf Behinderung der Eiablage durch harte Böden. Andererseits wird von Arten berichtet, die 2003 besonders zahlreich auftraten. Die Dichte wird aber auch wesentlich vom Zeitpunkt und der Häufigkeit der Mahd beeinflusst.

Tab. 8: ***Quantitative Heuschreckenerhebungen mit Biozönometer – Dichteuntersuchung (die Zahlen bedeuten Anzahl Tiere pro 10 m²)***

	1998		1999				2000		2001		2002		2003	
	Aug/Sept.		Juni		Aug/Sept.		August		August		Sept.		Aug/Sept.	
Nr.	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
1	0	0	–	–	0	0	0	–	0	–	0	0	0	0
2	–	–	0	1	0	0	0	3	–	–	–	–	–	–
3	2	0	4	0	2	0	3	1	3	0	3	0	5	1
4	1	0	3	1	0	0	3	1	2	0	1	0	3	1
5	0	0	3	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1
6	0	0	17	0	2	0	2	0	0	0	0	0	5	0
7	3	1	15	3	5	0	4	1	6	3	5	2	1	0
8	0	0	0	–	2	–	5	1	14	1	–	–	33	6
9	9	–	8	2	2	–	29	0	9	2	–	–	4	2
10	0	1	4	–	4	–	1	–	1	0	0	–	1	–
11	0	–	0	–	0	–	–	–	0	–	0	–	0	–
12	10	1	–	–	8	0	–	–	–	–	–	–	–	–
13	2	0	–	–	4	0	6	0	4	–	3	0	3	0
14	5	2	–	–	0	–	2	1	6	–	6	1	8	3
15	1	0	–	–	2	–	1	0	4	2	1	0	0	0
16	1	–	–	–	5	–	2	–	5	–	–	–	1	–
17									4	3				
∑	24	5	50	8	21	0	56	8	45	11	19	3	62	14
Ø	2	0,4	7,1	1,1	2,3	0	5,1	0,7	4,5	1,1	2,1	0,3	6,2	1,4

P Probefläche
R Referenzfläche
– nicht erfasst
∑ Summe der Proben, wo Heuschrecken auf Probe- und Referenzfläche erfasst wurden
Ø Summenmittel (Summe dividiert durch Flächen, wo Heuschrecken auf Probe- und Referenzfläche erfasst wurden)

Eindeutig fällt der Vergleich zwischen den Probeflächen (ökologische Ausgleichsflächen) und den Referenzflächen (intensiv genutzte Wiesen) aus (*Abb. 9*). Es ist sogar erstaunlich, dass auf den ökologischen Ausgleichsflächen gesamthaft betrachtet die Abundanz um mindestens das Vier- bis Siebenfache (Biozönometer) bzw. rund das Dreifache (Linientaxierung) höher ist als auf den Vergleichswiesen, die intensiv bewirtschaftet werden (Düngung, mehrmalige Mahd). Resultate von Untersuchungen in den Gemeinden Glattfelden und Schönenberg (Hunziker & Peter 2001) weisen in die gleiche Richtung, obwohl ein anderer Untersuchungsansatz gewählt wurde (Vergleich der Heuschreckenausstattung vor der Ausscheidung ökologischer Ausgleichsflächen und 10 Jahre später). Zugenommen hat bei dieser Untersuchung die Artenvielfalt auf den ökologischen Ausgleichsflächen als auch die Häufigkeit bei zwölf von achtzehn Heuschreckenarten.

Fazit

Die Heuschreckendichte wird neben naturräumlichen Faktoren wie Witterung oder Exposition insbesondere durch die Bewirtschaftung beeinflusst.

- Bewirtschaftungsform

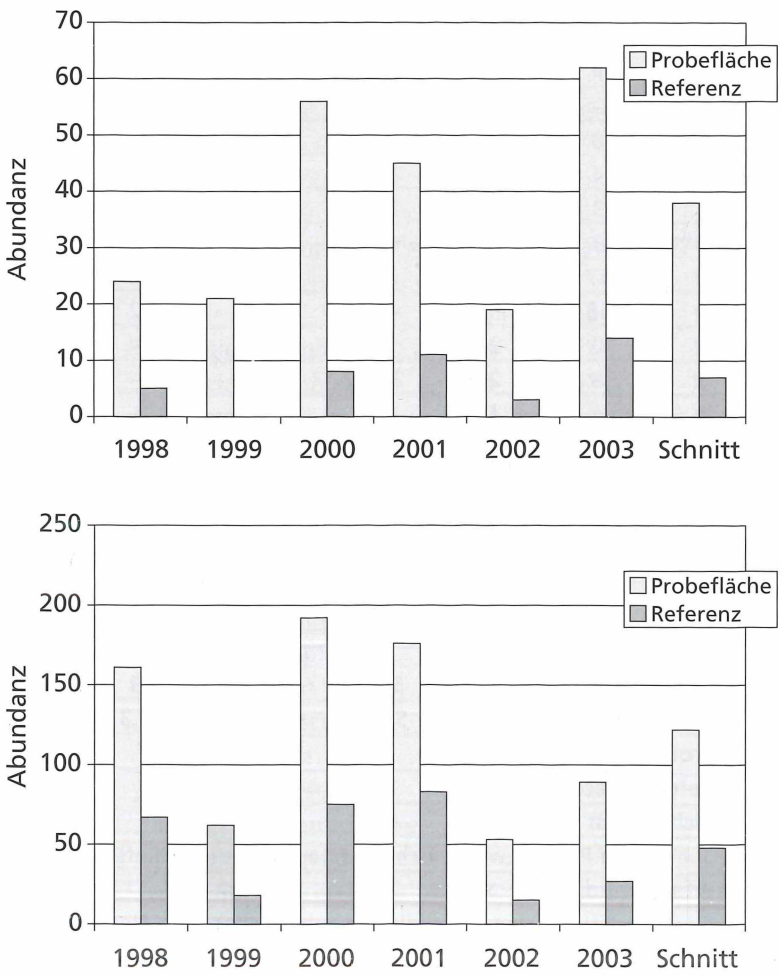
  Der wohl entscheidendste Faktor für die Individuendichte stellt die Bewirtschaftung dar. Nutzungsintensität, Mahdzeitpunkt und Mähtechnik sind Elemente, die die Populationen beeinflussen. Je mehr Schnitte auf einer Fläche stattfinden, umso kleiner wird die Heuschreckendichte (vgl. *Abb. 10*).

- Witterung und Exposition

  Die Heuschreckendichte kann von Jahr zu Jahr stark schwanken. Verantwortlich für diese Populationsschwankungen bei gleich bleibender Bewirtschaftung kann die Witterung sein. Trockenheit führt zu einem Engpass in der Nahrung (frische Gräser sind Mangelware) und zur Verdichtung des Bodens. Andererseits bewirken zu viele Niederschläge, dass die Tiere und die im Boden abgelegten Eier absterben. Warme Witterung wiederum beschleunigt den Entwicklungszyklus während der Larvalzeit.

  Beeinflusst wird das Wärmeangebot insbesondere auch von der Exposition. Süd- bis westexponierte Flächen und wenig beschattete Flächen weisen in der Regel ein für Heuschrecken günstigeres Mikroklima auf.

Abb. 9: ***Heuschreckenabundanzen (alle Flächen zusammengefasst) (oben Darstellung aufgrund der Linientaxierung, unten aufgrund Erfassung mit Biozönometer)***



Tab. 9: ***Quantitative Heuschreckenerfassung – Linientaxierung (Anzahl Tiere)***

	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
Nr.	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	4	0	3	0	0	0	1	–	3	0	3	0
2	–	–	5	2	1	6	–	–	–	–	–	–
3	16	7	5	0	14	8	14	3	7	1	14	2
4	22	8	2	0	11	8	5	1	5	0	6	0
5	19	3	5	3	5	3	4	0	1	2	2	4
6	8	4	2	0	4	1	0	0	7	0	9	1
7	12	7	17	7	12	10	23	9	9	6	8	6
8	1	0	–	–	20	0	36	3	–	–	17	1
9	–	–	–	–	62	0	14	3	–	–	2	2
10	0	1	11	–	7	–	4	0	2	–	5	–
11	3	–	1	–	–	–	4	–	3	–	0	–
12	29	6	12	3								
13	18	7	11	3	38	18	31	–	3	0	12	3
14	25	24	11	–	15	21	40	43	13	4	14	8
15	7	0	3	–	10	0	13	3	5	2	2	0
16	–	–	–	–	12	–	–	–	–	–	–	–
17							23	18				
∑	**161**	**67**	**62**	**18**	**192**	**75**	**176**	**83**	**53**	**15**	**89**	**27**
Ø	**13,4**	**5,6**	**6,9**	**2**	**16**	**6,3**	**16**	**7,5**	**5,9**	**1,7**	**8,1**	**2,5**

I Linientaxierung auf Probefläche

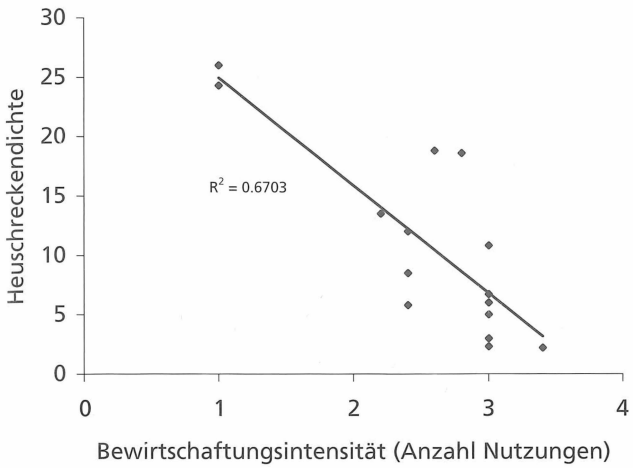
II Linientaxierung auf Referenzfläche

– nicht erfasst

∑ Summe der Linientaxierungen, wo Heuschrecken auf Probe- und Referenzfläche erfasst wurden

Ø Summenmittel (Summe dividiert durch Anzahl Flächen, wo Linientaxierung auf Probe- und Referenzfläche durchgeführt wurde)

*Abb. 10: **Heuschreckendichte (aufgrund der Linientaxierung) in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität***



5. Schlussfolgerungen

5.1 Blütenpflanzen

Generell hat sich die Pflanzenwelt auf den Probeflächen in Richtung grösserer Artenvielfalt und Ausmagerung verschoben. Diese erwünschte Entwicklung läuft auf den Standorten je nach Ausgangsbestand, Lage und Nutzungsintensität unterschiedlich ab. Hingegen tragen ökologische Ausgleichsflächen praktisch nichts zur Erhaltung seltener und gefährdeter Arten bei.

Ähnliche Resultate ergaben sich auch aus der Evaluation der Ökomassnahmen in der Landwirtschaft in der Schweiz. So konnten in 724 Vegetationsaufnahmen in extensiv genutzten Wiesen im Mittelland nur 19 Arten nachgewiesen werden, die gesamtschweizerisch als gefährdet oder potenziell gefährdet eingestuft sind (Dreier & Hofer 2005). Nur 29% der extensiv genutzten Wiesen hatte eine höhere floristische Qualität als zum Erreichen der Qualität gemäss der Schweizerischen Ökoqualitätsverordnung notwendig wäre. Der weitaus grösste Teil der Wiesen bestand aus Pflanzengesellschaften intensiv bewirtschafteter Wiesen (Dreier & Hofer 2005).

Die Ergebnisse für Liechtenstein zeigen, dass die beabsichtigten Ziele, die bei der Einrichtung des Instruments des ökologischen Ausgleichs verfolgt wurden, teilweise erreicht werden. Die Entwicklung läuft jedoch sehr langsam ab und es besteht das Risiko, dass nach einer 6-jährigen Vertragszeit die Flächen wieder intensiviert werden. Für die Entwicklung artenreicher Magerwiesen auf vorgängig intensiv genutzten Flächen ist je nach Untergrund, Bodenbeschaffenheit mit mehreren Jahrzehnten zu rechnen. Wünschenswert wäre deshalb eine langfristige Erhaltung der ökologischen Ausgleichsflächen oder eine Steigerung der botanischen Qualität durch weitergehende Bodenbearbeitung (z.B. Abtrag Oberboden, Transfer artenreichen Magerwiesenheus, evtl. Wildblumeneinsaat[1]). Die langfristige Sicherung bzw. Neuschaffung botanisch wertvoller ökologischer Ausgleichsflächen und Ausgangsvegetation kann durch entsprechende Beitragszahlungen gefördert werden. Folgende Ergänzungen erscheinen diesbezüglich sinnvoll:

- **Abstufung der Beitragszahlung gemäss der botanischen Qualität der Ausgleichsflächen:** mit einer von den auf der Ausgleichsfläche vorhandenen Pflanzenarten abhängigen Beitragszahlung wird der Bewirtschafter zur qualitätsorientierten Ausweisung animiert (z.B. längerfristig am gleichen Standort) und so die Artenvielfalt verstärkt gefördert.
- **Verringerung der Nutzungsintensität:** wünschenswert wären maximal zwei Nutzungen pro Jahr. Mit der Einführung einer Qualitätsanbindung der Beitragszahlungen wird dieses Ziel auch indirekt anvisiert, wird es doch schwierig sein, mit einer häufigeren Nutzung die gewünschten Qualitätsziele zu erreichen.

1 Bei einer allfälligen Wildblumeneinsaat sind die Aspekte der genetischen Herkunft der Arten zu berücksichtigen.

5.2 Heuschrecken

Die Heuschreckenuntersuchungen auf den ökologischen Ausgleichsflächen haben teils erschreckend tiefe Dichtewerte ergeben und eine verarmte Artengarnitur festgestellt. Ähnliche Resultate ergaben sich auch im Rahmen der Evaluation der Heuschrecken auf den ökologischen Ausgleichsflächen der Schweiz (Walter et al. 2005). Die Gründe sind vielfältig.

Viele ökologische Ausgleichsflächen liegen isoliert, d.h. sie sind mit ökologisch wertvollen Naturräumen (z.B. extensiv genutzte Feuchtgebiete, Trockenwiesen) nicht vernetzt. Dies drückt sich vor allem in einer reduzierten Artengarnitur aus. Bestehen die ökologischen Ausgleichsflächen zudem aus relativ uniformen Beständen, mit geringen Struktur- oder Lebensraumunterschieden (z.B. bezüglich Feuchtigkeit), ist das mögliche Artenspektrum ebenfalls geringer.

Obwohl der früheste Schnittzeitpunkt ökologischer Ausgleichsflächen auf Mitte Juni festgelegt ist, sind gesamthaft immer noch 3–4 Schnittnutzungen möglich. Je mehr Nutzungen aber stattfinden, desto geringer ist die Überlebenschance für die Heuschrecken. Aus der Sicht der Heuschrecken ist die Intensität möglichst auf 1–2 Nutzungen zu beschränken. Fallen zudem die Schnitte in den Höhepunkt der Fortpflanzungssaison (Juli-September), leidet darunter der Verjüngungsprozess. Viele Arten haben dann überhaupt keine Überlebenschance mehr, selbst Arten mit einer breiten ökologischen Amplitude werden stark dezimiert.

Bei einer im Spätherbst durchgeführten Mahd (z.B. ab Mitte Oktober) sind die negativen Folgen für die Heuschrecken am geringsten. Eine solche Mahd fällt auf den natürlichen Rückgang der Populationsdichte der Arten, d.h. zu diesem Zeitpunkt haben die meisten Individuen ihre Eiablage bereits vollzogen. Allenfalls werden die Eier derjenigen Arten dezimiert, die diese in die dichte Krautschicht ablegen.

Bei einer zweischürigen Wiese sollte der erste Schnitt – aus Sicht der Heuschrecken – möglichst frühzeitig erfolgen. Eine frühe erste Mahd beschleunigt die Erholung der Populationen auf den gemähten Flächen. Jede weitere Mahd im Sommer wird jedoch zu einer entscheidenden Schwächung der Population führen.

Nachteilig wirkt sich auch eine Mahd aus, wenn diese auf grosser Fläche gleichzeitig stattfindet. Damit werden den

Tieren Rückzugsmöglichkeiten genommen. Dabei genügen oft schon Kleinstrukturen oder ungemähte Randstreifen.

Verschiedene technische Entwicklungen in der Landwirtschaft haben negative Folgen für die Kleintiere. Kreiselmäher, Mähaufbereiter und Ballensilage führen zu wesentlich höheren Verlustraten als die frühere Mähtechnik mit Messerbalken. Auch eine zu intensive Beweidung der Wiesen im Herbst hat negative Folgen.

- Kreiselmäher: Die rotierenden Schneidwerkzeuge verursachen sehr hohe Verluste. So haben Untersuchungen gezeigt, dass die Schädigungsrate bei Heuschrecken beim Einsatz eines Kreiselmähers bei etwa 30 %, bei einem Messerbalkenmäher hingegen nur bei 6 % liegt (Oppermann & Krismann 2001).
- Mähaufbereiter: Besonders problematisch sind Mähaufbereiter, die das Schnittgut quetschen und so dessen Trocknung auf dem Feld beschleunigen. Untersuchungen an der Honigbiene haben gezeigt, dass bei deren Einsatz zwischen 30 und 60 Prozent der im Feld vorhandenen Bienen getötet oder verletzt werden (Oppermann & Krismann 2001).
- Schlegelmäher: Schlegelmulchgeräte werden weniger in der Landwirtschaft, eher beim Mähen von Böschungen und Wiesenstreifen am Wegrand eingesetzt. Dabei werden die Pflanzen (und auch die im Gras lebenden Tiere) von rotierenden Werkzeugen abgeschlagen und zerkleinert. Dadurch kommen 60–90 % der Tiere der Krautschicht und 40–60 % der Bodentiere zu Schaden. Die Auswirkungen können vermindert werden, wenn der Mäher möglichst hoch ab Boden eingestellt wird.
- Ballensilage: Erst in den letzten Jahren verstärkt eingesetzt wird das Silieren auf dem Feld. Dabei wird das Mähgut nur angewelkt. Während beim Laden mit Ladewagen für die Tiere noch eine kleine Chance besteht, herausgeschüttelt zu werden, packt die Siloballenmaschine Schnittgut samt Bewohnern ziemlich vollständig ein. Zudem bestehen Hinweise, dass verschiedene pflanzenfressende Insekten, z.B. Schmetterlingsraupen, das Schnittgut erst verlassen, wenn es dürr ist. Sie werden daher bei der Silage zusammen mit dem nur wenig angetrockneten Gras eingebracht (Bachmann 2003).

Zusammenfassend sind somit folgende Faktoren für die Heuschrecken entscheidend:

- Räumliche Lage, Verbindung zu Biotopstrukturen
- Uniformität des Bestandes
- Vorhandensein von Rückzugsstellen
- Mährhythmus
- Mähzeitpunkt
- Mähtechnik

Obwohl Artenbestand und Abundanz auf den ökologischen Ausgleichsflächen gering sind, sind sie höher als in den intensiv genutzten Referenzflächen. Bei der Linientaxierung machte dies rund das Dreifache aus, bei der Biozönometer-Methode das Vier- bis Siebenfache aus. Die Resultate zeigen, dass das Instrument des ökologischen Ausgleichs in die richtige Richtung zeigt, dass aber mit Verbesserungen dieser Ausgleich noch wesentlich optimiert werden kann:

- **Beschränkung der Schnittzahl:** Die Untersuchungen haben eine klare Abnahme der Heuschreckendichte bei einer Zunahme der Nutzungseingriffe gezeigt. Sinnvoll ist eine Beschränkung auf maximal 2 Nutzungen, wobei die erste Nutzung möglichst frühzeitig (Mitte Juni) erfolgt, die zweite möglichst spät im Herbst (Ende Oktober). Diese Schnittnutzung kann aufgrund des Pflanzenbestandes sinnvoll angepasst werden (z.B. Herbstschnitt bei Streuewiesenvegetation, späterer Schnitttermin bei Magerwiesenvegetation).
- **Keine Mähaufbereiter, Ballensilage:** Insbesondere auf den Flächen des ökologischen Ausgleichs sollten die Bemühungen zugunsten des Artenschutzes durch den Einsatz moderner Mähgeräte nicht zunichte gemacht werden. Mähaufbereiter und Ballensilage sollten deshalb auf den Ausgleichsflächen nicht verwendet werden. Das Schnittgut sollte eine längere Zeit (1 Tag) liegengelassen werden, um den Kleintieren das Ausweichen oder den Rückzug in bodennahe Schichten zu ermöglichen.
- **Belassen von Randstreifen:** Das Stehenlassen von Altgras ist für die Kleintierwelt förderlich. Zum einen können sich einzelne Arten nur entwickeln, wenn das Gras nicht geschnitten und abtransportiert wird, andererseits finden die überwinternden Stadien der Wirbellosen (Eier, Larven, Adulte) Schutz und bessere klimatische Bedingungen für die Überwinterung. Deshalb sollten zwei bis fünf Meter breite Wiesen- und Grabenränder stehengelassen werden. Sie dienen Heuschrecken und anderen Wirbellosen auch als Rückzugsgebiete nach der Mahd.
- **Standortspezifisch differenzierte Förderung von Flächen:** Flächen in der Nähe von ausgedehnten, naturnahen Lebensräumen sind reichhaltiger an Heuschrecken (v.a. bezüglich Artenvielfalt). Hier stellen sie wichtige ergänzende Lebensräume dar. Auch Erfahrungen aus der Schweiz zeigen, dass *«in Gebieten mit Refugien von starken Populationen seltener Heuschreckenarten die ökologischen Ausgleichsflächen eine sehr positive Wirkung bezüglich der Bereicherung der Heuschreckenvielfalt im Kulturland zeigen»* (FAL 2002). Auch innerhalb der einzelnen Flächen gibt es sehr grosse Qualitätsunterschiede, z.B. aufgrund der kleinstandörtlichen Vielfalt oder der unterschiedlichen Vegetationsstruktur. Entsprechend artenreicher kann auf solchen Flächen die Heuschreckenfauna sein. Eine unterschiedliche Gewichtung der einzelnen ökologischen Ausgleichsflächen aufgrund ihrer Lage und Qualität erscheint daher sinnvoll.
- **Förderung von Buntbrachen:** In die Untersuchung wurde nur eine Buntbrachefläche miteinbezogen. Diese hat sich aber zur wertvollsten Fläche bezüglich der Heuschrecken entwickelt. Der Blütenaspekt trägt dazu bei, dass auch viele andere Insekten angelockt werden. Buntbrachen bieten in intensiv genutzten Graswirtschafts- und Ackerbaugebieten mit geringem Vegetationspotenzial gute Aufwertungsmöglichkeiten.

5.3 Vorschläge für eine Optimierung des ökologischen Ausgleichs im Fürstentum Liechtenstein

Aus der vorliegenden Betrachtung der Pflanzen und Heuschrecken auf den ökologischen Ausgleichsflächen ergeben sich Hinweise auf die kleinräumige Ausgestaltung sowie sinnvolle Bewirtschaftungsform der einzelnen Flächen. Hingegen ergeben sich aus den Ergebnissen der Avifauna primär Hinweise auf die Anordnung der Flächen im Raum (Willi 2006). Eine sinnvolle Anordnung bzw. Konzentration der Flächen steigert die Wirkung des ökologischen Ausgleichs hinsichtlich des Zieles der Erhaltung der Artenvielfalt, insbesondere der gefährdeten Arten.
Nachfolgend sind aus den beiden Studien resultierende Vorschläge für eine Optimierung des ökologischen Ausgleichs aufgelistet. Die Umsetzung soll primär über finanzielle Anreize im Rahmen von ökologischen Leistungen in der Landwirtschaft erfolgen.

- **Förderung der inhaltlichen Qualität des ökologischen Ausgleichs:** Flächen, welche eine besondere ökologische Qualität aufweisen, sollen gezielt finanziell gefördert werden. Dazu ist der Nachweis der Erfüllung von Mindestanforderungen im Pflanzenbestand notwendig. Ein solches Instrument der Qualitätsförderung kennt z.B. die Schweiz bereits seit 2002 (Brülisauer 2003). Mit einer derartigen Massnahme wird die Artenausstattung auf den ökologischen Ausgleichsflächen vermehrt berücksichtigt, ebenfalls die Anstrengungen honoriert, die Bewirtschafter unternehmen, um eine artenarme, bis anhin intensiv genutzte Wiese rasch in eine vielfältigere Fläche zu überführen (z.B. Abhumusierung).

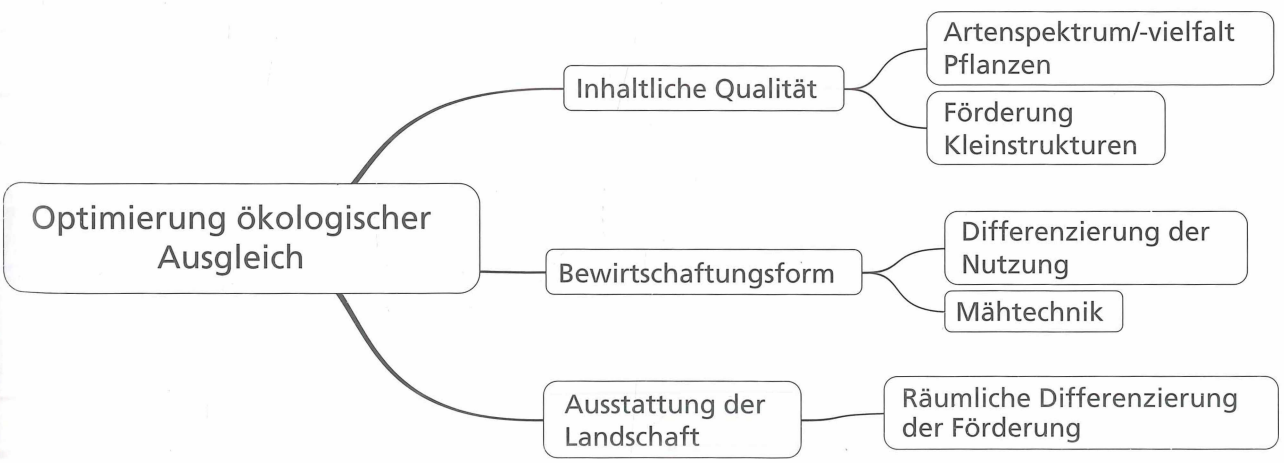
- **Förderung von Kleinstrukturen:** Natürlich vorhandene oder neu angelegte Kleinstrukturen (Lesesteinhaufen, Tümpel, Einzelgehölz etc.) sind für die Lebensraumvielfalt wichtig. Sie sollen vermehrt Bestandteil der vertraglichen Vereinbarung der ökologischen Ausgleichsflächen bilden. Deren Erstellung und Unterhalt sollte entschädigt werden können.

- **Mähtechnik:** Für die Kleinlebewesen schonende Mähtechniken sind verstärkt zu fördern. Dies kann über Bonuszahlungen, z.B. bei Einsatz eines Balkenmähers, oder über den zwingenden Verzicht von Mähaufbereitern und Ballensilage auf Flächen des ökologischen Ausgleichs erfolgen.

- **Differenzierung der Nutzung:** Im Herbst sollte ein Teil der ökologischen Ausgleichsfläche nicht mehr gemäht oder beweidet werden, damit das Altgras über den Winter stehen bleibt. Diese Fläche kann jedes Jahr an einer anderen Stelle der Nutzungsparzelle ausgewählt werden. Diese Anforderung kann auf vertraglicher Basis geregelt werden oder eine Grundanforderung für die die Qualität erfüllenden ökologischen Ausgleichsflächen darstellen. Mit dieser Massnahme wird erreicht, dass im Herbst ein Rückzugsraum erhalten bleibt, wo die Überwinterungsbedingungen für die Kleintiere optimiert sind (z.B. Überwinterungsstadien in den Grashalmen, verbesserte klimatische Bedingungen in der Bodenschicht für die dort überwinternden Tiere).

- **Räumlich differenzierte Förderung des ökologischen Ausgleichs:** Verschiedene Tierarten benötigen eine Mindestausstattung an ökologischem Ausgleich, der bis zu rund einem Drittel der Fläche betragen kann (z.B. Brutvögel, vgl. Willi 2006), um überleben zu können. Da ein entsprechend hoher Anteil nicht flächendeckend erreicht werden kann, ist es sinnvoll, prioritäre Räume auszuweisen und in diesen zusätzliche Anreize für ökologische Ausgleichsflächen zu schaffen. Die Abgrenzung der entsprechenden prioritären Räume ist noch im Detail festzulegen. Gebiete, welche in Frage kommen, sind z.B. Umgebungsbereiche von Naturvorranggebieten gemäss Inventar (Broggi AG 1992), Landschaftsschutzgebiete, übergeordnete Wildtierkorridore oder aufgrund von Konzepten (z.B. Entwicklungskonzept Natur und Landwirtschaft, RENAT 2005) ausgewiesene Fördergebiete mit bestimmten Artenschutzaspekten.

*Abb. 11: **Übersicht der Möglichkeiten für eine Optimierung des ökologischen Ausgleichs***



6. Literatur

Adlbauer, K. (1991): Rheinkraftwerke Schweiz Liechtenstein Umweltverträglichkeitsbericht. Fachgutachten C11, Natur und Landschaft, Untersuchung ausgewählter Insektengruppen, Vaduz.

Bachmann, S. (2003): Modernes Mähen ist unökologisch. In: ORNIS, Februar 2003, Nr. 1, S. 16–17.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3. neubarb. und wesentlich vermehrte Auflage. Wien

Broggi AG (1992): Inventar der Naturvorrangflächen des Fürstentums Liechtenstein. Regierung des Fürstentums Liechtenstein, Landesforstamt.

Broggi, M.F., Waldburger, E. & R. Staub (in Prep.): Rote Liste der Gefässpflanzen Liechtensteins.

Brülisauer, A. (2003): Die neue Öko-Qualitätsverordnung, Hinweise für den Vollzug im Kanton St.Gallen. Beilage zum St.Galler Bauer Nr. 16, überarbeiteter Nachdruck März 2003.

BZG (Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg) (1998): Ökologische Ausgleichsflächen Erfolgskontrolle – Zwischenbericht 1998.

BZG (Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg) (2000): Ökologische Ausgleichsflächen Erfolgskontrolle – Zwischenbericht 1999.

BZG (Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg) (2000): Ökologische Ausgleichsflächen Erfolgskontrolle – Zwischenbericht 2000.

BZG (Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg) (2001): Ökologische Ausgleichsflächen Erfolgskontrolle – Zwischenbericht 2001.

Denoth-Hasler, M. (1995): Die Heuschrecken (Saltatoria) des Fürstentums Liechtenstein mit Hinweisen zur Pflege ihrer Lebensräume. In: Ber. Bot.-Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, 22, S. 67–161.

Dreier, S. & G. Hofer (2005): Wiesen im ökologischen Ausgleich. In: Evaluation der Ökomassnahmen Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL (56), S. 57–66.

FAL (2002): Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme. Bereich Biodiversität. Fünfter Zwischenbericht. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL). 62 S.

Hunziker, M. & B. Peter (2001): Einfluss von ökologischen Ausgleichsflächen und Naturschutzgebieten auf die Heuschreckenverbreitung in den Gemeinden Glattfelden und Schönenberg. Diplomarbeiten, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Zürich-Reckenholz.

Ineichen, S. (2001): Ein Hundertstel überlebte. In: ORNIS, Nr. 4, S. 10–13.

Keist, B. & Ch. Monnerat (2003): War der Sommer 2003 aussergewöhnlich? In: Nachrichten Nr. 26 des Schweizer Zentrums für die Kartographie der Fauna.

Kiel, E.-F- (1999): Heuschrecken und Mahd. In: LÖBF-Mitteilungen, Nr. 3/99.

Landolt, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Gebot. Inst. ETH, 64. Heft. Stiftung Rübel Zürich.

Nadig, A. & P. Thorens (1994): Rote Liste der gefährdeten Heuschrecken der Schweiz. In: Duelli, P. 1994: Rote Listen der gefährdeten Tierarten in der Schweiz. BUWAL Reihe Rote Listen, EDMZ.

Obrist, M.K. & Duelli, P. (1998): Wanzen und Pflanzen. Auf der Suche nach den besten Korrelaten zur Biodiversität. Inf.bl. Forsch.bereiches Landsch.ökol. 37. Birmensdorf.

Oppermann, R. & A. Krismann (2001): Naturverträgliche Mähtechnik und Populationssicherung. Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

Reinhardt, K. & G. Köhler (2002): Bedeutung aktueller Befunde der Verhaltensökologie für den Artenschutz. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 34, Heft 6, S. 171–180.

Renat AG (Büro für räumliche Entwicklung und Natur) (1998): Naturwerte am Alpenrhein. Gutachten im Auftrag des Rheinunternehmens.

Renat AG (Büro für räumliche Entwicklung und Natur) (2003): Ökologische Ausgleichsflächen Erfolgskontrolle – Zwischenbericht 2002.

Renat AG (Büro für räumliche Entwicklung und Natur) (2005): Entwicklungskonzept Natur und Landwirtschaft. Modul Natur und Landschaft.

Una & Insecta (1994): Heuschrecken und Trockenstandorte: Ein Vergleich botanischer und zoologischer Bewertungskriterien, angewendet auf Wiesen von unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität im Berner Mittelland und Berner Oberland. UNA & Insecta, Bern und Neuenburg.

Waldburger, E., Pavlovic P. & K. Lauber (2003): Flora des Fürstentums Liechtenstein in Bildern. Haupt Verlag Bern Stuttgart Wien.

Walter, Th., Schüpbach, B. & M. Wolf (2005): Heuschrecken. In: Evaluation der Ökomassnahmen Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL (56), S. 125–131.

Willi, G. (2006): Die Veränderung der Vogelwelt – ein wichtiger Gradmesser für den ökologischen Ausgleich. Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, 31, 249–263.

7. Anschrift der Autoren

Georg Willi
RENAT AG
Im Bretscha 22
FL-9494 Schaan

Rudolf Staub
RENAT AG
Im Bretscha 22
FL-9494 Schaan

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: 31

Autor(en)/Author(s): Willi Georg, Staub Rudolf

Artikel/Article: Erfolgskontrolle ökologischer Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft des Fürstentums Liechtenstein 253-268