

Eignung von landwirtschaftlichen Kulturen und Mikrohabitat-Strukturen für brütende Feldlerchen *Alauda arvensis* in einem intensiv bewirtschafteten Ackerbaugesamt

Sibylle Stöckli, Markus Jenny und Reto Spaar

Suitable crops and microhabitat structures for breeding Skylarks *Alauda arvensis* in an intensively farmed area. – We studied the development of vegetation of different crops and its effect on nest site selection and territorial behaviour of Skylarks *Alauda arvensis* in an area of northern Switzerland during the breeding season 2002. The suitability of the different crops for nesting showed a seasonal pattern according to vegetation development: At the time of egg-laying, average vegetation height and cover were 50 cm and 52 %, respectively. Microhabitat structure was important for nest-site selection: Vegetation height and cover at the nest site were both significantly lower compared to the surrounding field. First nests in April were situated in wheat and barley fields. When these fields became too high and too dense in early May, spring-sown cereals such as emmer (an old wheat species) was an excellent alternative during May. In June, nests were situated predominantly in sugar beet, maize or potato fields. Territory size was 1.8 ha in the Langfeld area and 1.5 ha in the Widen area and, compared to other studies, relatively small. A linear regression analysis showed that territory size increased with a decreasing amount of wildflower strips and an increasing amount of emmer and einkorn in all months. In May, territory size decreased with an increasing number of crop types in the territory. The territories were shifted between April and June by 6 to 81 %, including more wildflower strips and grassy farm tracks and less winter cereals in June compared to April.

Key words: *Alauda arvensis*, Klettgau, crop suitability, territory size, territory shift, microhabitat structure. Sibylle Stöckli, Chäsirain 9, CH–6214 Schenkon, e-mail sibylle.stoekkli@freesurf.ch; Dr. Markus Jenny und Dr. Reto Spaar, Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach, e-mail markus.jenny@vogelwarte.ch, reto.spaar@vogelwarte.ch

Die Feldlerche *Alauda arvensis* ist ein Bodenbrüter und bewohnt offene Habitate wie landwirtschaftlich genutztes Grünland und Ackerflächen, Dünen, Steppen, Heiden oder Moore (Pätzold 1983, Glutz von Blotzheim & Bauer 1985, Cramp 1988). Obwohl in der Schweiz noch relativ weit verbreitet (Schmid et al. 1998), zeigt auch die Feldlerche wie viele Vogelarten des Kulturlandes seit 1970 z.T. massive Bestandesabnahmen aufgrund der Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung (u.a. Weibel 1999, Schmid et al. 2001, Newton 2004). Das Fehlen geeigneter Bruthabitate ist die Hauptursache des Bestandsrückgangs (Weibel 1999, Donald et al. 2002, Donald 2004). Insbesondere Wintergetreidefelder werden im Frühling so schnell hoch und dicht, dass sie von den Feldlerchen für Zweitbruten nicht mehr genutzt werden können.

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landwirtschaft (BUWAL) startete die Schweizerische Vogelwarte Sempach 1991 im Klettgau ein Projekt zur Verbesserung der Situation der Brutvögel des offenen Ackers, speziell des Rebhuhns *Perdix perdix* (Jenny et al. 2002). Seit 1993 wird versucht, mit dem extensiven Anbau der alten Weizenarten Emmer *Triticum dicoccum* und Einkorn *T. monococcum* die Artenvielfalt auf den Produktionsflächen zu fördern. Dieses Projekt im schaffhausischen Klettgau und andere Projekte zeigten, dass die Feldlerche mit ökologischen Ausgleichsflächen wie Buntbrachen, extensiv bewirtschafteten Wiesen oder lockerer gesäten Getreidefeldern, wie z.B. Emmer, punktuell gefördert werden kann. Der nötige Anteil an wertvollen ökologischen Ausgleichsflächen zur Sicherung der Feldlerchenpopulation im Klett-

gau wird auf mindestens 5–10 % geschätzt (Jenny et al. 2002, Weibel 2004).

Im Klettgau werden heute neben dem flächenmässig dominierenden Winterweizen eine Reihe anderer Kulturen angebaut. So entsteht ein Lebensraum-Mosaik aus verschiedenen Vegetationstypen von unterschiedlicher Struktur, welche sich ihrerseits im Laufe der Vegetationsperiode ständig verändern. Da die Brutperiode der Feldlerche von April bis in den Juli dauert, haben die verschiedenen Kulturen zu unterschiedlichen Zeitpunkten eine geeignete Vegetationsstruktur und -höhe zur Anlage von Nestern. Jenny (1990) dokumentierte für das Schweizer Mittelland, dass die Bedingungen für den Nestbau in der Regel bei einer Vegetationshöhe von 15–25 cm und einer Bodenbedeckung von 20–50 % optimal sind.

Die vorliegende Arbeit vergleicht die Vegetationsentwicklung der verschiedenen Kulturen sowie deren Eignung und Nutzung als Nesthabitat während der Brutperiode. Neben den Winterweizenfeldern standen der Feldlerche Emmerfelder, ökologische Ausgleichsflächen (Buntbrachen und extensiv bewirtschaftete Wiesen), Hackfrucht- (Zuckerrüben und Kartoffeln), Mais- und Sonnenblumenfelder sowie eingesäte Kunstwiesen zur Verfügung. Wir untersuchten, wie sich das Nistplatzangebot in den Kulturen bzw. dessen Nutzung während der Brutsaison verändert und ob kleinräumige Strukturen in den Feldern die Nistplatzwahl beeinflussen. Zudem wollten wir wissen, ob es im Verlaufe der Brutperiode zu Revierverschiebungen kommt und welche Faktoren die Reviergrösse in den einzelnen Monaten beeinflussen.

1. Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

1.1. Untersuchungsgebiet

Der schweizerische Klettgau liegt westlich der Stadt Schaffhausen auf 420 bis 480 m ü.M. Das Gebiet wird intensiv ackerbaulich genutzt, wobei die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche 53 km² beträgt. Da der Klettgau im Windschatten des Schwarzwaldes liegt, zeichnet sich das Klima im Vergleich zum Mittelland durch ge-

ringere Niederschlagsmengen aus (langjähriges Mittel 950 mm) und ist mit einer mittleren Jahrestemperatur von 8,5 °C und einer jährlichen Sonnenscheindauer von 1582 h verhältnismässig mild (Daten Meteo Schweiz).

Tab.1. Prozentanteile der Nutzungstypen in den beiden Untersuchungsflächen Widen (163,4 ha) und Langfeld (76,5 ha) im Juni 2002. Triticale ist eine Kreuzung zwischen Weizen und Roggen. – *Land-use in the two study plots Widen (163.4 ha) and Langfeld (76.5 ha) in June 2002.*

Vegetations- bzw. Nutzungstypen	Fläche (%)	
	Widen	Langfeld
Ackerland	96,0	95,0
Getreide	39,5	44,6
Wintergerste	5,0	4,9
Winterweizen	24,8	32,2
Sommerweizen	2,8	0
Triticale (Winteranbau)	1,0	0
Einkorn (Sommeranbau)	0,7	0
Emmer (Sommeranbau)	2,7	7,5
Hafer	0,2	0
Roggen	2,3	0
Hackfrüchte	19,3	22,1
Zuckerrüben	16,2	16,5
Kartoffeln	3,1	5,6
Mais	4,9	2,3
Raps	6,3	7,9
Sonnenblumen	7,6	3,4
Soja	1,3	0
Erbsen	1,3	1,4
Hecken	0,1	1,1
Grünland	9,2	9,5
Klee	1,5	4,1
Wiese intensiv	5,5	1,1
Wiese extensiv	2,2	4,3
Ökol. Ausgleichsflächen	6,3	2,7
Buntbrachen	6,3	1,7
Wildblumen	0	1
Weiden	0,2	0
Intensive Weiden	0,1	0
Weide mit Schweinen	0,2	0
Ausserhalb Ackerfläche	4,0	5,0
Eisenbahn	0	0,4
Bäche	0,1	0,4
Böschung	0,1	0,1
Strassen und Wege	2,6	4
Strassen	0,7	0,9
Gras- und Kieswege	1,9	3,1
Siedlung	1,1	0
Andere	0,1	0,1
Total	100	100

Als Untersuchungsflächen wurden zwei unterschiedlich grosse, offene Feldflureinheiten ausgewählt (Langfeld: 76,5 ha; Widen 163,4 ha). Ausser einigen vereinzelt Bäumen, Büschen und Hecken und einem kleinen Naturschutzgebiet von 1,8 ha in der Widen sind beide Gebiete frei von Hochstrukturen. Im Vergleich zu anderen intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten sind die Parzellen klein (0,85 ha im Langfeld und 0,75 ha in der Widen; Stand 1999, Jenny et al. 2002). In beiden Untersuchungsflächen weist Getreide den grössten Flächenanteil auf: 44,6 % im Langfeld (davon 72,3 % Winterweizen) und 39,5 % in der Widen (davon 62,8 % Winterweizen; Tab. 1). Daneben werden auch Hackfrüchte angebaut (Kartoffeln, Zuckerrüben); diese machen im Langfeld 22,1, in der Widen 19,3 % aus. Der Anteil ökologischer Ausgleichsflächen beträgt in der Widen 6,3, im Langfeld 2,7 %.

1.2. Material und Methode

1.2.1. Nutzungskartierung

Feldergrenzen und Nutzungstypen wurden Mitte März 2002 mit Hilfe des GPS aufgenommen und im ArcInfo (GIS) zu einer digitalen Kulturenkarte weiter verarbeitet. ArcInfo (GIS) wurde auch für die Berechnung der Flächenbilanzen der Kulturen im Gebiet und für andere Auswertungen verwendet. Veränderungen in der Feldernutzung zwischen April und Juli wurden laufend kartiert, und zusammenfassend wurde je eine Kulturenkarte pro Monat erstellt. Vor allem zwischen April und Mai ergaben sich mit der Ansaat der Sommerkulturen grosse Habitatveränderungen.

1.2.2. Revierkartierungen

Ab Ende März wurden die Feldlerchen, insbesondere deren Singflüge und Revierkämpfe, täglich erfasst und auf eine Kulturenkarte im

Massstab 1:7000 übertragen. Die Revierkartierungen begannen nach Sonnenaufgang und dauerten durchschnittlich 5–8 h, wobei die beiden Gebiete abwechselungsweise zuerst besucht wurden. Am Ende jedes Monats wurden die Beobachtungspunkte zu einer Revierkarte zusammengefasst und die Reviergrössen und -dichten pro Monat berechnet. Für ein Feldlerchenrevier brauchte es im Minimum drei Beobachtungen von revieranzeigendem Verhalten während einer Woche (5–7 Begehungen). Ein Revier galt als aufgegeben, wenn in 5 Tagen kein Reviergesang registriert werden konnte, wobei die Beobachtungsdauer pro Revier und Tag zwischen 5 und 15 min betrug. Im ArcInfo (GIS) wurde die Revierkarte mit der dazugehörigen Kulturenkarte überlagert, so dass anschliessend die Flächenanteile der Kulturen in den Revieren berechnet werden konnten.

1.2.3. Vegetationsstruktur

Der Deckungsgrad und die Vegetationshöhe in den Kulturen wurden wöchentlich gemessen. Der Deckungsgrad wurde indirekt aus der Lichtabsorption berechnet. Als Mass für die Absorption wurde die «Photosynthetisch Aktive Strahlung» (PAR) oberhalb und unterhalb der Vegetation gemessen. Dazu wurde der «Delta-t-device Sunfleck Ceptometer» verwendet (vgl. Schwab 2002): Entlang eines Stabes, den man entweder über die Vegetation oder nahe am Boden hält, sind 80 Sensoren angelegt, welche die photosynthetisch aktive Strahlung messen. Formeln 1 und 2 zeigen die vereinfachte Berechnung für den Deckungsgrad.

Um die Vegetationshöhe und den Deckungsgrad zwischen den Kulturen zu vergleichen, wurde ein Feld jeder Kultur ausgewählt; im Wochenintervall wurden dort je 30 Werte für die Vegetationshöhe und -deckung erhoben. Pro Feld wurden jede Woche drei neue Transekte bestimmt und pro Transekt 10 Messwerte aufgenommen.

$$\text{Absorption} = (PAR_{\text{über der Vegetation}} - PAR_{\text{am Boden}}) \quad (1)$$

$$\text{Deckungsgrad} = (\text{Absorption} / PAR_{\text{über der Vegetation}}) \times 100 \quad (2)$$

1.2.4. Kleinräumige Strukturen in den Kulturen und Vegetation an den Neststandorten

Als Mikrohabitat-Strukturen bezeichnen wir alle Strukturen innerhalb einer Kultur, die von der durchschnittlichen Vegetationsentwicklung abweichen. Dies waren z.B. Bereiche, die durch Staunässe oder besondere Bodenverhältnisse keine oder nur schwach entwickelte Vegetation aufwiesen. Um die Vegetationsstruktur am Neststandort mit dem umgebenden Feld zu vergleichen, wurden rund um den Neststandort (Kreis mit Radius 1 m) sowie im umgebenden Feld (dieselbe Kultur) an je 5 Punkten die Vegetationshöhe und der Deckungsgrad gemessen. Aus den je 5 Werten wurden für jeden Neststandort die zwei Mittelwerte (ums Nest/ im Feld) berechnet und deren Differenz ermittelt.

Zudem verglichen wir die Kulturen auf Unterschiede bezüglich Variation von Vegetationshöhe und Deckungsgrad innerhalb der Felder: Dazu wurden aus den jeweils 30 Messwerten für Vegetationshöhe und Deckungsgrad pro Kultur und Woche der 10%- und der 90%-Wert bestimmt und ihre Differenz berechnet: Je grösser diese Differenz, desto mehr variierten Deckungsgrad und Vegetationshöhe in einer Kultur zum jeweiligen Zeitpunkt und desto mehr Mikrohabitat-Strukturen waren in der Kultur zu finden.

1.2.5. Brutbiologie

Für 35 der 75 Reviere (Stand Ende April) konnten brutbiologische Daten erhoben werden. Das Alter der Nestlinge wurde anhand der Länge der 3. Handschwinge bestimmt. Der genaue Lege- und Schlüpftermin liess sich aus dem Nestlingsalter sowie der durchschnittlichen Brutdauer der Feldlerche berechnen (Bebrütung 11 Tage, Nestlingszeit 8–11 Tage). Da fast alle Nester erst im Nestlingsstadium gefunden wurden, konnten nur die Überlebensraten in der Nestlingszeit bzw. der Aufzuchterfolg ermittelt werden.

1.2.6. Nutzung der Kulturen als Niststandort im Laufe der Brutsaison

Die Kulturen sind während der Brutperiode in unterschiedlichen Zeitspannen als Nisthabitat geeignet. Deshalb wurde für jede Kultur berechnet, wie viele der insgesamt in dieser Kultur angelegten Nester in einer bestimmten Woche begonnen wurden. Diese Häufigkeitsverteilung wurde mit der Entwicklung der Vegetationshöhe und des Deckungsgrades der Kultur in Beziehung gesetzt. Für Abb. 1 wurden neben den für diese Arbeit gesammelten Daten die zwischen 1991 und 1998 von U. Weibel und M. Jenny in denselben Gebieten gefundenen 296 Nester miteinbezogen (Jenny

$$RV(\%) = \left(\frac{(RF_{April}) + (RF_{Juni})}{(RF_{April}) + (RF_{April} \cap RF_{Juni}) + (RF_{Juni})} \right) \times 100 \quad (3)$$

RV (%) = Revierverschiebung,
 (RF_{April}) bzw. (RF_{Juni}) = Revierfläche, die nur im April bzw. Juni besetzt war (ha),
 (RF_{April} ∩ RF_{Juni}) = Revierfläche, die im April und Juni besetzt war (Schnittfläche, ha).

$$VF(\%) = \left(\frac{MF_{April} - MF_{Juni}}{MF_{April}} \right) \times 100 \quad (4)$$

VF (%) = Veränderung des Flächenanteils einer Kultur zwischen April und Juni in den einzelnen Revieren,
 MF_{April} bzw. MF_{Juni} = Mittlere Fläche (m²) einer Kultur in den einzelnen Revieren im April bzw. im Juni.

& Weibel 2001). Für diese Studie wurde angenommen, dass die Vegetationsentwicklung im Untersuchungsjahr (2002) repräsentativ für die ganze Periode ist, aus denen Nestdaten vorhanden sind (1991–1998). Wir beurteilen die jährlichen Unterschiede in der Vegetationsentwicklung hinsichtlich unserer Fragestellung als wenig bedeutend.

1.2.7. Reviergrößen und -verschiebungen

Die Reviergröße wurde definiert als Konvex-Polygonfläche, die von einem Feldlerchen-♂ verteidigt wurde. Für jeden Monat wurde eine Revierkarte erstellt. Von jedem Revier wurde die Fläche pro Monat und über die ganze Saison (d.h. Mittelwert der monatlichen Reviergrößen) berechnet. Aus den Mittelwerten pro Revier und Saison wurde danach die mittlere saisonale Reviergröße über alle Reviere berechnet. Mittels linearer Regression wurde geprüft, ob die Reviergrößen in den Monaten April bis Juli durch die Kulturenzusammensetzung in den Revieren beeinflusst waren (vgl. Tab. 5). Revierverschiebungen wurde als prozentuale Verlagerung der Revierfläche zwischen April und Juni definiert und anhand von Formel 3 berechnet.

Mit der Revierverschiebung veränderte sich

auch die Vegetationszusammensetzung in den Revieren, d.h. einige Kulturen machten im Verlauf der Brutsaison einen grösseren, andere einen kleineren Teil der Revierfläche aus. Diese Veränderung in den Kulturenteilen wurde mit der Formel 4 analysiert. Es wurden nur jene Reviere miteinbezogen, die von April bis Juni besetzt waren.

2. Ergebnisse

2.1. Vegetationsentwicklung und Nestanlage in den Kulturen

Die Nester wurden durchschnittlich bei einer Vegetationshöhe von 50 ± 29 cm und bei einem Deckungsgrad von 52 ± 12 % angelegt (nur Daten von 2002, Tab. 2).

Vegetationshöhe und Deckungsgrad in 6 ausgewählten Kulturtypen entwickelten sich während der Brutsaison der Feldlerche weitgehend parallel: Je höher die Vegetation, desto dichter war sie (Abb. 1). Wintergerste und Winterweizen wuchsen am schnellsten: Die Wintergerste erreichte bereits am 28. April eine Höhe von 50 cm, der Winterweizen am 10. Mai. Letzterer wuchs danach im Vergleich zur Wintergerste stärker auf. Der Sommeremmer wuchs langsamer und wies bis Mitte Mai eine Höhe von

Tab. 2. Vegetationshöhe und Deckungsgrad beim Nest und im umgebenden Feld (dieselbe Kultur) zum Legezeitpunkt. Alle Daten von 2002. Vegetationshöhe und Deckungsgrad waren signifikant niedriger beim Nest im Vergleich zum umgebenden Feld (Wilcoxon Signed Rank Test; Vegetationshöhe: $n = 41$ Nester, $p < 0,001$; Deckungsgrad: $n = 38$, $p < 0,0001$). Anzahl Nester: Die Werte in Klammern beziehen sich auf den Deckungsgrad. – *Comparison of vegetation height and cover at the nest site compared to the surrounding field (same crop) at the time of egg-laying. Vegetation height and cover were significantly lower at the nest site compared to the surrounding field. All data from 2002.*

Kultur	Anzahl Nester	Höhe Mittelwert \pm sd (cm)		Deckungsgrad Mittelwert \pm sd (%)	
		Nest	Feld	Nest	Feld
Zuckerrüben	10	37 \pm 8	38 \pm 7	47 \pm 12	50 \pm 11
Winterweizen	9 (7)	51 \pm 17	53 \pm 21	59 \pm 10	65 \pm 14
Emmer und Sommerweizen	8 (7)	48 \pm 19	53 \pm 22	51 \pm 15	60 \pm 16
Buntbrachen	4	40 \pm 4	59 \pm 9	45 \pm 5	54 \pm 7
Kleewiesen	4	31 \pm 13	29 \pm 15	47 \pm 14	47 \pm 15
Mais	2	150 \pm 33	153 \pm 28	66 \pm 5	73 \pm 17
Sonnenblumen	2	76 \pm 48	116 \pm 1	54 \pm 4	71 \pm 10
Erbsen	1	46	49	61	65
Kartoffeln	1	47	51	59	77

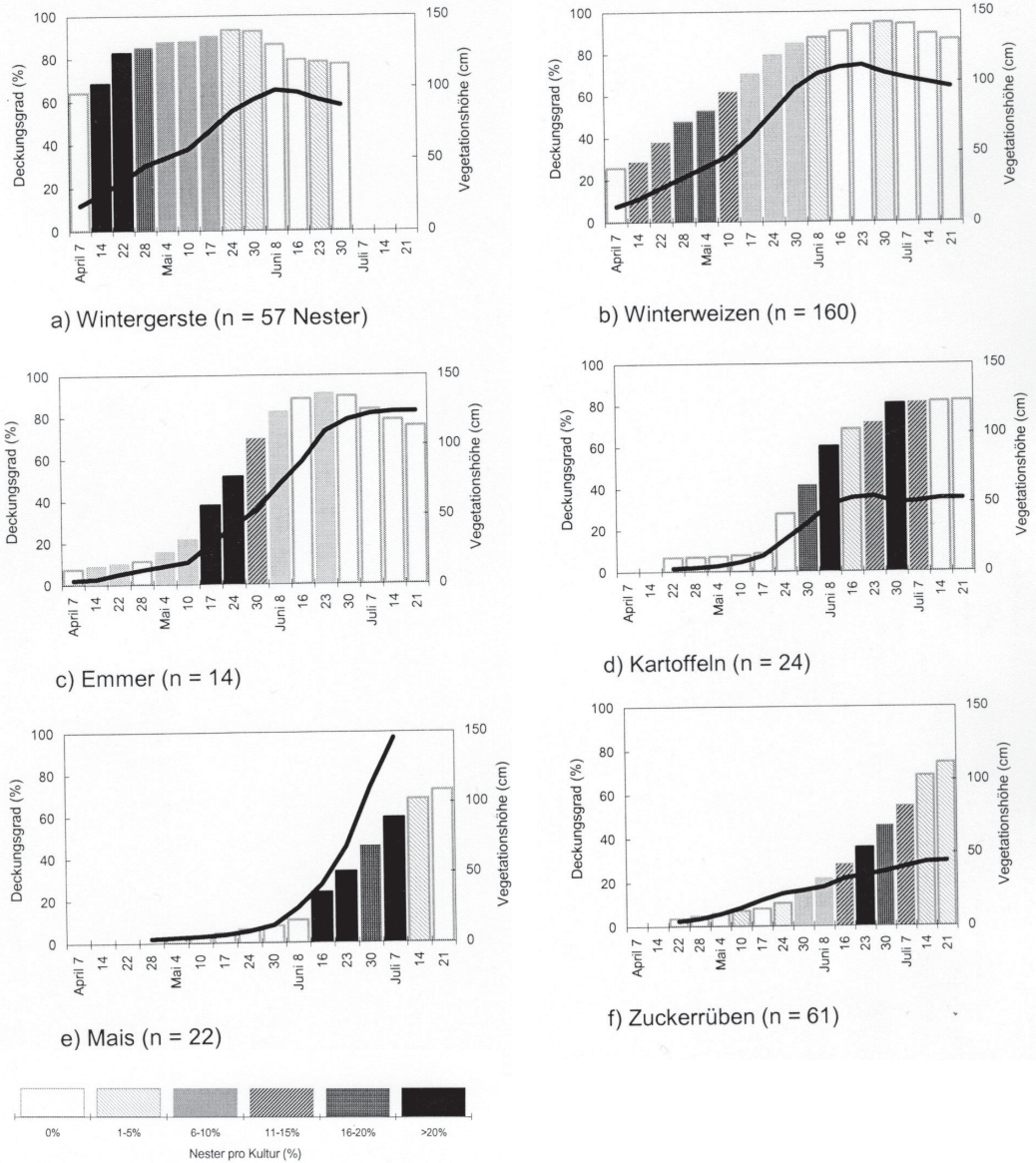


Abb. 1. Entwicklung von Deckungsgrad (Säulen, %) und Vegetationshöhe (Linien, cm) von 6 Kulturen während der Brutzeit 2002. Die Färbung der Balken zeigt den prozentualen Anteil der Nester, welcher in diesem Zeitabschnitt im Vergleich zur ganzen Brutzeit in dieser Kultur gefunden wurden (s. Erklärung der Signaturen). Die Daten über die Neststandorte wurden zum grossen Teil von U. Weibel und M. Jenny zwischen 1991 und 1998 im Klettgau gesammelt (n = 296 Nester; Jenny & Weibel 2001) und mit eigenen Daten von 2002 ergänzt (n = 42, Widen und Langfeld). Die Vegetationsentwicklung wurde von April bis Juli 2002 gemessen; sie wird auch als repräsentativ für die Jahre 1991–1998 betrachtet. – *Development of vegetation cover (bars, %) and height (lines, cm) of 6 crops during the breeding season. The use of the crops as nesting habitat is indicated by the shading of the bars. Data on vegetation height and density were collected between April and July 2002. Data on nest sites from 1991 to 1998 (n = 296 nests, Jenny & Weibel 2001) and from 2002 (n = 42, this study). The development of vegetation structure in 2002 is regarded as representative also for the years 1991–1998.*

unter 50 cm auf. Die Vegetationshöhe blieb in Kartoffelfeldern bis am 24. Mai, in Mais- und Zuckerrübenfeldern bis am 8. Juni unter 25 cm. Kartoffeln und Zuckerrüben wurden während der Brutsaison nie höher als 60 cm, wogegen der Mais bis in die Julimitte auf eine Höhe von 1,5–2 m heranwuchs.

Der Deckungsgrad in der Wintergerste war schon ab Mitte April grösser als 60 %. In Emmer- und Kartoffelfeldern war die Vegetation bis Mitte Mai sehr lückig (Deckungsgrad <20 %), in Zuckerrüben- und Maisfeldern gar bis in den Juni. Ein Deckungsgrad von 50 % wurde in Wintergerste am 7. April, in Winterweizen am 4. Mai, in Emmer am 15. Mai, in Kartoffeln am 8. Juni und in Zuckerrüben und Mais am 7. Juli erreicht.

Die Nutzung der einzelnen Kulturen für den Nestbau zeigt ein deutlich saisonales Muster (Abb. 1). Die ersten Nester anfangs April bis anfangs Mai wurden vorwiegend in Wintergerste und Winterweizen gebaut. In der zweiten Maihälfte wurden die meisten Nester im Emmer angelegt; Emmerfelder stellten eine gute Alternative zu den zu hoch und dicht stehenden Wintergetreiden und zu den noch zu wenig entwickelten Sommerkulturen dar. In Kartoffeläckern wurden Nester von Ende Mai bis Mitte Juli gefunden, in Maisfeldern ab Mitte Juni bis Mitte Juli. In Wintergetreide (Mitte April bis Anfang Juni), Emmer (Mitte April bis Ende Juni) und Zuckerrüben (Anfang Mai bis Ende Juli) wurden über den längsten Zeitabschnitt Nester gefunden. Im Juli wurde das hohe Eignungspotential bezüglich Vegetationsstruktur von Zuckerrüben, Kartoffeln und Mais wegen der zu Ende gehenden Brutsaison nur noch beschränkt genutzt.

2.2. Mikrohabitat-Strukturen

Am Neststandort waren die Vegetationshöhe und der Deckungsgrad (Tab. 2) signifikant geringer als im umgebenden Feld (d.h. in derselben Kultur) (Wilcoxon Signed Rank Test; Vegetationshöhe: $n = 41$ Neststandorte, $Z = -3,40$, $p < 0,001$; Deckungsgrad: $n = 38$, $Z = -4,5$, $p < 0,0001$).

Die mittleren Differenzwerte für Vegetationshöhe und Deckungsgrad innerhalb eines

Feldes unterschieden sich signifikant zwischen den verschiedenen Kulturen im Gebiet Widen (ANOVA; Vegetationshöhe: $F_{7,108} = 6,594$, $p < 0,001$; Deckungsgrad: $F_{7,106} = 16,898$, $p < 0,001$; Tab. 3). Insgesamt waren die Unterschiede aber gering. Die Vegetationshöhe war in Winterweizen signifikant homogener als in Wintergerste (Hochberg GT2 Post Hoc Test; $p < 0,014$), Emmer ($p < 0,020$), Mais ($p < 0,001$) und Sonnenblumen ($p < 0,01$). Der Deckungsgrad in Winterweizen war signifikant homogener als in Emmer ($p < 0,001$), Sommerweizen ($p < 0,001$) und Sonnenblumen ($p < 0,001$). Der Deckungsgrad von Emmer war zudem inhomogener im Vergleich zu Wintergerste ($p < 0,005$), Zuckerrüben ($p < 0,001$) und Kartoffeln ($p < 0,001$).

2.3. Brutbiologie

Bei 42 Nestern in 31 Revieren konnte der Aufzuchterfolg ermittelt werden. Pro Revier wurden 1–4, durchschnittlich 1,2 Brutversuche unternommen. 29 der 42 Nester (69 %) waren erfolgreich, d.h. es flog mindestens ein Jungvo-

Tab. 3. Inhomogenität von Vegetationshöhe und Deckungsgrad in den Kulturen im Untersuchungsgebiet Widen. Aus 30 Messwerten pro Kultur und Woche wurde die Differenz zwischen dem 10%- und 90%-Wert, d.h. dem drittkleinsten und dem drittgrössten Wert, genommen und diese wöchentlichen Differenzen über alle Versuchswochen gemittelt. $n =$ Anzahl Werte (Wochen). – *Inhomogeneity of vegetation height and cover in different crop types in the study area Widen. Difference values were calculated from the 30 values taken per crop and week (difference of 10%- and 90%-value). The presented average is the mean of the weekly differences.*

Kultur	n	Differenzwerte	
		Höhe (cm)	Deckungsgrad (%)
Sonnenblumen	14	10,5 ± 3,2	17,3 ± 8,2
Emmer	16	10,1 ± 3,8	15,3 ± 4,6
Sommerweizen	16	6,4 ± 1,2	15,0 ± 2,1
Mais	13	12,4 ± 5,2	12,2 ± 4,8
Wintergerste	13	5,7 ± 4,6	9,6 ± 3,1
Winterweizen	16	10,3 ± 3,3	7,8 ± 1,5
Kartoffeln	14	7,4 ± 1,3	6,6 ± 1,4
Zuckerrüben	14	8,6 ± 2,1	6,4 ± 1,6

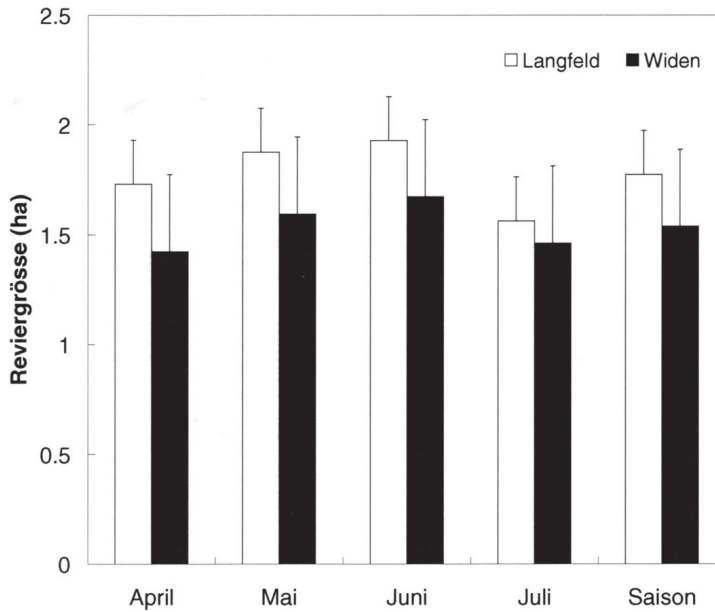


Abb. 2. Veränderung der Reviergrößen über die Brutsaison (Mittelwert \pm sd, in ha). – Seasonal and monthly territory size (mean \pm sd, in ha).

gel aus. Da die Nester erst während der Nestlingszeit entdeckt wurden und daher Ausfälle während der Bebrütungszeit hier nicht berücksichtigt sind, ist der hier angegebene Aufzucht-

erfolg als Maximalwert zu betrachten. Die durchschnittliche Anzahl an Nestlingen wurde im Nestlingsalter von etwa 5 Tagen (Mittelwert $4,8 \pm 0,54$ ($n =$

Tab. 4. Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reviergrösse (monatliche Reviergrösse in ha) in der Widen im Laufe der Brutsaison (Lineare Regression, Methode vorwärts). Die Effekte ($b \pm se$) sind für die signifikanten Faktoren angegeben ($p < 0,05$). Es wurden nur Reviere miteinbezogen, deren Revierfläche vollständig innerhalb des Untersuchungsgebietes lag. Anteile = Flächenanteil einer Kultur innerhalb eines Reviers in %. – Factors affecting territory size in the Widen area in the course of the breeding season (linear regression). The effects ($b \pm se$) are indicated for significant variables ($p < 0.05$). Only territories with their full territory area in the study area were included in the analysis.

	April $F_{5,46} = 8,3$ $p < 0,001$ adj. $R^2 = 0,40$	Mai $F_{4,44} = 9,95$ $p < 0,001$ adj. $R^2 = 0,43$	Juni $F_{2,45} = 8,10$ $p < 0,01$ adj. $R^2 = 0,23$	Juli $F_{3,35} = 9,33$ $p < 0,001$ adj. $R^2 = 0,40$
Konstante	-0,14	-0,08	-0,06	-0,01
Anzahl Nachbarreviere				
Anzahl Kulturen innerhalb eines Reviers		-0,36 \pm 0,13		
Anteil Wintergerste				
Anteil Winter- und Sommerweizen				
Anteil Brachland				
Anteil Zuckerrüben und Kartoffeln	-0,25 \pm 0,11			0,47 \pm 0,16
Anteil Raps, Sonnenblumen und Mais	-0,28 \pm 0,10	-0,41 \pm 0,11		
Anteil Buntbrachen	-0,39 \pm 0,10	-0,47 \pm 0,10	-0,33 \pm 0,12	-0,19 \pm 0,14
Anteil Emmer und Einkorn	0,41 \pm 0,17	0,40 \pm 0,17	0,39 \pm 0,20	0,53 \pm 0,17
Anteil extensiv bearbeitete Wiesen				
Anteil Fett- und Kleewiesen	-0,27 \pm 0,13			

39 Nester, Min. 3, Max. 5 Nestlinge). Bei drei erfolgreichen Nestern konnte die Anzahl Nestlinge nicht bestimmt werden, da die Jungen das Nest bereits verlassen hatten.

2.4. Reviergrösse

Die Reviergrössen veränderten sich im Verlaufe der Brutsaison (Abb. 2) und waren zwischen den Monaten (April, Mai, Juni und Juli) und in den Untersuchungsgebieten Widen und Langfeld signifikant unterschiedlich (ANOVA, $F_{4,274} = 12,6$, $p < 0,001$; Monat: $F = 7,6$, $p < 0,001$, ganzes Untersuchungsgebiet: $F = 25,7$, $p < 0,001$). Die mittlere Reviergrösse über die Saison betrug im Langfeld $1,8 \pm 0,3$ ha ($n = 24$) und in der Widen $1,5 \pm 0,4$ ha ($n = 54$). Im April war die Reviergrösse signifikant kleiner als im Mai und Juni (Hochberg's GT2; $p = 0,038$ bzw. $p = 0,001$), während sie im Mai und Juni signifikant geringer war als im Juli ($p = 0,026$ bzw. $p < 0,001$). Die Reviergrösse unterschied sich nicht signifikant zwischen April und Juli bzw. Mai und Juni.

In allen vier Monaten stieg die Reviergrösse mit abnehmendem Anteil an Buntbrache und zunehmendem Anteil an Emmer und Einkorn (Tab. 4). Im April und Mai waren Reviere mit einem höheren Anteil an Raps, Sonnenblumen und Mais kleiner. Zudem sank die Reviergrösse im April mit steigenden Anteilen der Gruppen Zuckerrüben und Kartoffeln bzw. Fett- und Kleewiesen. Im Mai reduzierte sich die

Reviergrösse mit steigender Kulturenzahl im Revier. Im Juli waren Reviere mit einem höheren Anteil an Zuckerrüben grösser. Die Anzahl an Kulturen in den Revieren nahm von April (Mittelwert 4,9) über Mai (5,4) bis Juni (5,6) in der Widen signifikant zu (Kendall, $n = 41$, $p < 0,0001$).

Der Anteil an Winterweizen im Revier korrelierte mit der Reviergrösse je nach Kulturenzahl unterschiedlich (Abb. 3): Bis zu einem Winterweizenanteil von 40 % unterschieden sich Reviere mit 2–4 und solche mit mehr als 4 Kulturen nicht (Kruskal-Wallis Test; $n = 37$, $p = 0,33$). Bei einem höheren Weizenanteil waren die Reviere mit 2–4 Kulturen jedoch signifikant grösser als Reviere mit mehr als 4 Kulturen ($n = 26$, $p < 0,01$).

2.5. Revierverschiebungen

Im Durchschnitt verschoben die Feldlerchen ihr Revier von April bis Juni um 24 ± 14 % ($n = 44$ Reviere). Zwischen den Revieren gab es aber enorme Unterschiede: Im Minimum wurde ein Revier um 6 % verschoben, im Maximum um 81 %. Signifikant war die Zunahme der Buntbrachenfläche (Wilcoxon Signed Rank Test; $n = 35$ Reviere, $p < 0,002$) und der Gras- und Kieswege ($n = 64$, $p < 0,023$). Eine prozentuale Zunahme, die sich jedoch nicht signifikant absichern liess, zeigten auch Raps, Erbsen, Emmer und Sommerweizen, Feldwege und extensive Wiesen. Aufgegeben wurden vor

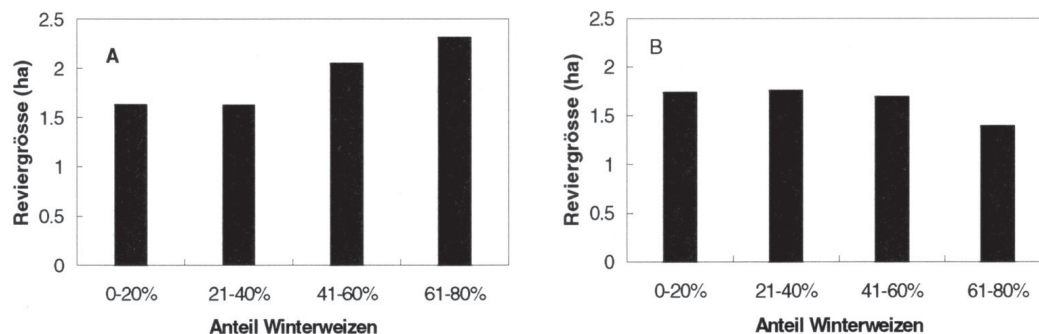


Abb. 3. Einfluss des Winterweizenanteils im Revier auf die Reviergrösse bei (A) 2–4 Kulturtypen im Revier ($n = 21$ Reviere) und (B) mehr als 4 Kulturtypen im Revier ($n = 42$). Es wurden nur die Daten von Juni verwendet. – Mean territory size (ha) in June for the different classes of winter-sown wheat. (a) 2–4 crop types within the territory ($n = 21$ territories) and (b) more than 4 crop types within the territory ($n = 42$).

Tab. 5. Veränderung der Kulturenanteile (%) in den Revieren aufgrund von Revierschiebungen zwischen April und Juni. Es sind nur jene Kulturen berücksichtigt, die schon im April vorhanden waren, also nicht die Sommerkulturen, die erst später angesät werden (Zuckerrüben, Sonnenblumen, Kartoffeln, Soja). Mit einem gepaarten Wilcoxon Rang Test wurde untersucht, ob sich die in die Reviere einbezogene Kulturenfläche zwischen April und Juni unterscheidet. – *Proportional change of crops in the territories between April and June. Only crops which were present in April and June in the territory were included (spring-sown crops sown later are therefore not included in the analysis). A paired Wilcoxon signed rank test was used to investigate whether the area of a crop type in the territory differed between April and June.*

Kultur	Anzahl Reviere	Mittlere Revierflächenanteile im Juni (Aren)	Veränderung im Vergleich zum April (%)	p-Wert
Buntbrachen	35	17,8 ± 20,9	29,7	0,002
Raps	30	29,5 ± 24,4	18,9	0,428
Erbsen	6	27,5 ± 17,4	10,8	0,917
Emmer, Sommerweizen	25	47,0 ± 30,3	10,4	0,192
Gras- und Kieswege	64	5,7 ± 3,5	7,4	0,023
Strassen	13	5,0 ± 2,0	4,9	0,916
Extensive Wiesen	20	10,5 ± 9,8	3,9	0,808
Bäche	7	2,3 ± 1,5	0,4	0,611
Fettwiesen, Klee	28	19,7 ± 18,9	–0,8	0,923
Winterweizen	59	47,6 ± 37,7	–5,4	0,589
Wintergerste, Roggen	28	29,7 ± 27,1	–12,0	0,316
Eisenbahn	4	2,0 ± 2,5	–19,0	0,715
Hecken	8	2,3 ± 4,6	–40,2	0,484

allem Flächen mit Wintergetreide und Hecken (Tab. 5).

3. Diskussion

3.1. Vegetationsstruktur: Eignung als Niststandort

Die Vegetationsstruktur ackerbaulich genutzter Kulturen wandelt sich stetig von der Saat bis zur Ernte. Vegetationshöhe und -deckung tragen zur Eignung einer Kultur als Nisthabitat bei (Toepfer & Stubbe 2001). Da die Feldlerche am Boden brütet und dort auch ihre Nahrung sucht, prägt die Entwicklung der Kulturen das Nist- und Nahrungshabitat während der Brutsaison entscheidend (Weibel 1999). Ein Deckungsgrad von über 50 % schränkt die Fortbewegung am Boden und das Einfliegen in die Kultur stark ein (Jenny 1990).

Chamberlain et al. (2000) zeigten, dass die Eignung von Wintergetreide als Bruthabitat zwischen 1965–1970 und 1990–1995 massiv abnahm, weil die Weizenbestände als Folge der Produktionssteigerung schneller hochwachsen und auch dichter stehen. Im Klettgau legten die

Feldlerchen im April ihre Nester bevorzugt im Wintergetreide, vor allem im Winterweizen an. Wintergerste weist zu diesem Zeitpunkt bereits einen Deckungsgrad von über 80 % auf. Trotz dichter und hoher Vegetation waren aber bis Ende Juni Nester in Wintergetreide zu finden (Abb. 1), allerdings ab Mitte Mai in weit geringerer Häufigkeit als zuvor. Dieses Verteilungsmuster ist für intensiv genutzte, grossparzellige Getreideanbaugelände mit sehr geringer Kulturrendiversität bekannt (Daunicht 1998, Donald et al. 2002). Da geeignete Neststandorte fehlen, sind die Feldlerchen gezwungen, vor allem in den lückigen Fahrspuren der Winterweizenfelder zu brüten (Donald 2004, Donald & Morris 2005). Dort sind aber die Nestverluste durch Predation doppelt so hoch wie innerhalb der Felder (Donald et al. 2002).

Im Klettgau sieht die Situation insofern etwas anders aus, als dass Getreidefelder heterogener strukturiert sind und Mikrohabitat-Strukturen Nestanlagen vereinzelt erlauben, auch wenn die Pflanzenbestände generell hoch und dicht stehen. Ab Ende Mai/Anfang Juni scheint aber auch im Klettgau trotz Kleinparzellierung und hoher Kulturrendiversität ein ausreichen-

des Mosaik an Kulturen mit geeigneter Vegetationshöhe und lockerem Deckungsgrad für Ersatz- und Zweitbruten zu fehlen. Unsere Studie bestätigt, dass Sommergetreide, in unserer Studie insbesondere der extensiv angebaute Emmer, wegen der verzögerten Entwicklung bis Anfang Juni optimale Brutmöglichkeiten bietet. Sommerkulturen wie Zuckerrüben, Kartoffeln und Mais hingegen weisen erst gegen Ende der Brutsaison, im Juni und Juli, einen genügenden hohen Deckungsgrad auf und bieten entsprechend gute Nistmöglichkeiten.

Im Verlauf der Brutperiode geben Feldlerchen nicht mehr nutzbare Kulturen auf und versuchen, neu nutzbare Kulturen zu erobern. Das führt zwangsläufig zu Veränderungen des Revierverteilungsmusters. Revierverschiebungen und -vergrößerungen zur Verbesserung des Nistplatzangebots sind aber in einem dichten Feldlerchenbestand, wo mehrere Reviere unmittelbar aneinanderstossen, begrenzt. Das Potenzial für eine Verbesserung der Revierqualität, insbesondere des Nistplatzangebots, ist zudem wegen der heterogenen Kulturenverteilung und des unterschiedlichen Kulturenverhältnisses von Revier zu Revier verschieden. Diese Tatsache macht es schwierig, Resultate zur Revierverschiebung bzw. -vergrößerung qualitativ zu bewerten. Offensichtlich ist aber, dass Feldlerchen im späteren Verlauf der Brutperiode versuchen, Kulturen wie hoch und dicht stehende Winterweizen- und Wintergetreidefelder, die sich für Neststandorte nicht mehr eignen, aufzugeben. Umgekehrt versuchen sie potenziell geeignetere Nisthabitate wie Buntbrachen, Gras- und Kieswege und auch Emmer- und Zuckerrübenfelder in ihr Revier zu integrieren.

Die kleinräumige Vegetationsstruktur rund um den Neststandort ist für die Nestanlage entscheidend: Vegetationshöhe und -deckung waren in allen Kulturen beim Neststandort signifikant niedriger als im umgebenden Feld, und dieser Unterschied war in Buntbrachen am höchsten. Mit ihrer sehr heterogenen Struktur sind Buntbrachen während der ganzen Brutperiode ein sehr geeignetes Nist- und Nahrungshabitat. Sogar ältere, dicht und hoch bewachsene Buntbrachen genügen den Ansprüchen der Feldlerche (Weibel 1999, Henderson et al.

2001, Jenny et al. 2002). Emmer hat im Vergleich zu Winterweizen ein höheres Angebot an geeigneten Mikrohabitat-Strukturen und daher ein höheres Nistplatzpotenzial. Unsere Beobachtungen zeigen aber, dass auch in Kulturen mit sehr hohem Deckungsgrad (über 80 %), wie Wintergetreide, Kartoffeln oder Mais, Stellen mit geringerer Vegetationsdichte und -höhe vorhanden sind. Diese genügen bereits, um das Angebot an geeigneten Nistplätzen zu erhöhen.

3.2. Reviergrößen

Die mittleren Reviergrößen waren mit 1,8 ha (Langfeld) und 1,5 ha (Widen) klein im Vergleich mit anderen Habitaten im Schweizer Mittelland (Schläpfer 1988: 1,8–4,8 ha; Jenny 1990: 3,3 ha). Dies lässt sich u.a. mit der kleinen Parzellierung der Untersuchungsgebiete im Klettgau und einer hohen Kulturendiversität erklären. Generell werden die Reviere mit steigender Kulturendiversität kleiner (Schläpfer 1988, Eraud & Boutin 2002). Die vorliegende Arbeit beleuchtet diesen Grundsatz noch etwas detaillierter: Die Reviere vergrösserten sich bei steigendem Anteil an Winterweizen nur, wenn im Revier weniger als 4 Kulturen vorhanden waren, und dies auch bloss, wenn der Winterweizen mehr als 40 % ausmachte. Emmer war als Alternativkultur für die Feldlerche während der ganzen Brutsaison von hoher Bedeutung. Bestätigt wurde auch der Befund von Weibel et al. (2001), wonach Reviere mit Buntbrachen kleiner sind als Reviere ohne Buntbrachen. Die Feldlerche braucht offensichtlich nicht zwingend eine hohe Kulturendiversität, sondern 2–3 Kulturen, die während längerer Zeit als Nisthabitat geeignet sind (vgl. Chamberlain et al. 1999). Im April waren Reviere mit einem höheren Anteil an Fett- und Kleewiesen kleiner. Da zu diesem Zeitpunkt die Wiesen noch nicht geschnitten wurden, konnten die Feldlerchen diese Kulturen als Nahrungs- und Nistplatz gut nutzen.

3.3. Förderungsmaßnahmen

Frühe Revierbildung und eine hohe Anzahl an unterschiedlichen Kulturen im Revier er-

höhen den Bruterfolg (Jenny 1990, Wilson et al. 1997). Da vor allem die geringe Anzahl erfolgreicher Bruten pro Paar und Saison für den Rückgang der Feldlerchenpopulationen verantwortlich ist (Chamberlain & Crick 1999), sollten Förderungsmassnahmen dahin tendieren, das Nistplatzangebot innerhalb der Kulturen und vor allem in der zweiten Hälfte der Brutperiode zu optimieren. Mit dem extensiven Anbau alter Weizenarten wie Emmer und Einkorn sowie Sommergetreide kann die Feldlerche gefördert werden, da die Vegetationsentwicklung im Vergleich zum Wintergetreide verzögert ist und die Vegetation weniger dicht aufwächst. Auch die Schaffung von lückigen Stellen im Wintergetreide kann die Eignung dieser flächenmässig wichtigsten Kulturen als Nisthabitat deutlich verbessern und zeitlich verlängern: Förderungsmassnahmen in Grossbritannien und Deutschland umfassen zum Beispiel die Aussaat mit doppeltem Reihenabstand auf Teilen des Getreidefeldes (Weitsaaten) oder das Aussparen von kleinen ungesäten Flächen innerhalb der Felder (Illner et al. 2004, Donald & Morris 2005). In grossparzellierten Gebieten mit sehr hohem Anteil an Wintergetreide reichen bereits wenige Quadratmeter Spontanvegetation, so genannte Feldlerchenfenster, um den Bruterfolg der Feldlerche zu erhöhen (Morris et al. 2004). Diese Erkenntnisse haben die Schweizerische Vogelwarte und die IP-Suisse bewegt, ähnliche Förderungsmassnahmen mit weitreichigen Ansaaten bzw. Feldlerchenfenstern im Getreideanbau zu testen (Jenny & Hofer 2004). Die Förderung von traditionellen Störstellen oder die Neuanlage von vergleichbaren Kleinstrukturen mit lückig-niedrigem Bewuchs, die verstreut innerhalb von Feldern liegen, wird auch von Schön (2004) vorgeschlagen: Solche Kleinflächen, entstanden durch traditionelle Bewirtschaftungsformen oder aber durch die Bodenbeschaffenheit bedingt, wurden von der Feldlerche stark bevorzugt. Optimal wäre, wenn Ackerbaugelände zusätzlich mit mosaikartig verteilten ökologischen Ausgleichsflächen wie Buntbrachen und neu angelegten extensiv genutzten Wiesenflächen aufgewertet würden. Von Förderungsmassnahmen auf der Produktionsfläche (Emmer- und Einkornanbau, Feldlerchenfenster,

Weitsaaten) und wertvollen ökologischen Ausgleichsflächen auf mindestens 10 % der Ackerflächen sollten Feldlerchenbestände massgeblich profitieren.

Dank. Ein spezieller Dank geht an Urs Weibel für die zusammen mit Markus Jenny erhobenen Nestdaten von 1991–1998 und an Christian Marfurt (Schweizerische Vogelwarte Sempach) für die Hilfe bei der Arbeit mit ArcInfo (GIS). Zudem möchte wir den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Geobotanischen Institutes der ETH Zürich danken, die bei der Auswertung behilflich waren. Niklaus Zbinden, Lukas Jenni und Simon Birrer gaben hilfreiche Kommentare zu früheren Fassungen des Manuskripts. Im weiteren danken wir Marcel Güntert und Urs Weibel für ihre kritischen Anmerkungen, die zur Verbesserung des Manuskripts beitrugen.

Zusammenfassung

Im Jahr 2002 wurde im schweizerischen Klettgau die Bedeutung verschiedener Kulturen und von Mikrohabitat-Strukturen im Hinblick auf die Nistplatzwahl, das Revierverhalten und den Bruterfolg der Feldlerche untersucht. Im Gebiet wurde der Anbau ökologischer Ausgleichsflächen seit 1991 stark gefördert. Im Speziellen wurde in der vorliegenden Arbeit die extensiv angebaute, alte Weizensorte Emmer *Triticum dicoccum* behandelt. Die Schweizerische Vogelwarte Sempach versucht mit dem Anbau von Emmer die Artenvielfalt auch auf Produktionsflächen zu fördern.

Das Angebot und die Nutzung der Kulturen als Neststandort unterschied sich signifikant. Buntbrachen und Kleewiesen, Kartoffeln, Zuckerrüben, Sommerweizen und Emmer wurden im Vergleich zum Angebot bevorzugt. Eine Auswertung von Neststandorten, die von 1991 bis 1998 und 2002 erhoben wurden, ergab ein deutliches saisonales Muster für die Nutzung der einzelnen Kulturen: Von Anfang April bis Anfang Mai wurden die Nester bevorzugt in Wintergerste und Winterweizen gebaut. Bis Ende Mai stellte Emmer (Sommeranbau) eine gute Alternative zu den zu hoch und dicht stehenden Wintergetreiden und zu den noch zu wenig entwickelten Sommerkulturen dar. Ab Anfangs Juni wurden die Nester mehrheitlich in Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern angelegt.

Bei Legebeginn betrug die durchschnittliche Vegetationshöhe 50 cm und der Deckungsgrad 52 %. Die Feldlerche suchte sich für den Nestbau niedrige und weniger dichtwüchsige Stellen innerhalb eines Feldes aus: Am Niststandort waren Vegetationshöhe und Deckungsgrad signifikant geringer als im umgebenden Feld. Vegetationshöhe und Deckungsgrad variierten signifikant stärker in Emmer- und Sommerweizenfeldern als in Wintergetreidefeldern. Erstere bieten somit mehr Möglichkeiten

für die Nestanlage. Mit dem Anbau von Emmer und Sommergetreide sowie mit der bewussten Schaffung von Mikrohabitat-Strukturen im Wintergetreide (z.B. Aussaat von Teilflächen mit doppeltem Reihenabstand oder kleine, ungesäte Flächen) kann die Eignung dieser dichtwachsenden Getreidearten als Nisthabitat verbessert und zeitlich ausgedehnt werden.

Die durchschnittliche Reviergrösse über die Saison lag bei 1,8 ha im Langfeld und bei 1,5 ha in der Widen. In allen vier Monaten stieg die Reviergrösse mit kleinerem Anteil an Buntbrachen und mit höherem Anteil an Emmer und Einkorn. Eine höhere Anzahl an Kulturen führte nur im Mai zu kleineren Revieren. Bei einem Weizenanteil von mehr als 40 % waren Reviere mit mehr als 4 Kulturen signifikant kleiner als solche, die weniger Kulturen einschlossen.

Die Revierflächen wurden im Laufe der Brutsaison um 6–81 % verschoben. Von April bis Juni wurde ein signifikant höherer Anteil an Buntbrachen und Feldwegen ins Revier einbezogen. Aufgegeben wurden vor allem Wintergetreideflächen.

Literatur

- CHAMBERLAIN, D. E. & H. Q. P. CRICK (1999): Population declines and reproductive performance of Skylarks *Alauda arvensis* in different regions and habitats of the United Kingdom. *Ibis* 141: 38–51.
- CHAMBERLAIN, D. E., A. M. WILSON, S. J. BROWNE & J. A. VICKERY (1999): Effects of habitat type and management on the abundance of skylarks in the breeding season. *J. Appl. Ecol.* 36: 856–870.
- CHAMBERLAIN, D. E., J. A. VICKERY & S. GOUGH (2000): Spatial and temporal distribution of breeding Skylarks *Alauda arvensis* in relation to crop type in periods of population increase and decrease. *Ardea* 88: 61–73.
- CRAMP, S. (1988): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the Western Palearctic. Vol. V. Oxford University Press, Oxford.
- DAUNICHT, W. D. (1998): Zum Einfluss der Feinstruktur in der Vegetation auf die Habitatwahl, Habitatnutzung, Siedlungsdichte und Populationsdynamik von Feldlerchen *Alauda arvensis* in grossparzelligem Ackerland. Diss. Univ. Bern.
- DONALD, P. F. (2004): The Skylark. Poyser, London.
- DONALD, P. F., A. D. EVANS, L. B. MUIRHEAD, D. L. BUCKINGHAM, W. B. KIRBY & S. I. A. SCHMITT (2002): Survival rates, causes of failure and productivity of Skylark *Alauda arvensis* nests on lowland farmland. *Ibis* 144: 652–664.
- DONALD, P. F. & T. J. MORRIS (2005): Saving the Sky Lark: new solutions for a declining farmland bird. *British Birds* 98: 570–578.
- ERAUD, C. & J.-M. BOUTIN (2002): Density and productivity of breeding Skylarks *Alauda arvensis* in relation to crop type on agricultural lands in western France. *Bird Study* 49: 287–296.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & K. M. BAUER (1985): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 10, Passeriformes (1. Teil). Aula, Wiesbaden.
- HENDERSON, I. G., N. R. CRITCHLEY, J. COOPER & J. A. FOWBERT (2001): Breeding season responses of Skylark *Alauda arvensis* to vegetation structure in set-aside. *Ibis* 143: 317–321.
- ILLNER, H., P. SALM & D. BRABAND (2004): Modellvorhaben «Extensivierte Ackerstreifen im Kreis Soest». *LÖBF-Mitt.* 2: 33–38.
- JENNY, M. (1990): Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. *J. Ornithol.* 131: 241–265.
- JENNY, M. & N. HOFER (2004): Massnahmen der IP-Suisse zur Förderung der Feldlerche im Getreide. Informationsblatt über die technische Ausführung. IP-Suisse und Schweizerische Vogelwarte, Zollikon und Sempach.
- JENNY, M. & U. WEIBEL (2001): Is the temporal distribution of skylark *Alauda arvensis* nesting attempts a measure of habitat quality and breeding success? A comparison of different natural and agricultural habitats. S. 103–112 in P. F. DONALD & J. A. VICKERY (eds): Ecology and conservation of Skylarks *Alauda arvensis*. RSPB, Sandy.
- JENNY, M., U. WEIBEL, B. LUGRIN, B. JOSEPHY, J. L. REGAMEY & N. ZBINDEN (2002): Rebhuhn Schlussbericht 1991–2000. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- MORRIS, A. J., J. M. HOLLAND, B. SMITH & N. E. JONES (2004): Sustainable arable farming for an improved environment (SAFIE): managing winter wheat sward structure for Skylarks *Alauda arvensis*. *Ibis* 146, Suppl. 2: 155–162.
- NEWTON, I. (2004): The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of casual factors and conservation actions. *Ibis* 146: 579–600.
- PÄTZOLD, R. (1983): Die Feldlerche. Neue Brehm-Bücherei, Bd. 323. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.
- SCHLÄPFER, A. (1988): Populationsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. *Ornithol. Beob.* 85: 309–371.
- SCHMID, H., M. BURKHARDT, V. KELLER, P. KNAUS, B. VOLET & N. ZBINDEN (2001): Die Entwicklung der Vogelwelt in der Schweiz. Avifauna Report Sempach 1, Annex. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- SCHMID, H., R. LUDER, B. NAEF-DAENZER, R. GRAF & N. ZBINDEN (1998): Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993–1996. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- SCHÖN, M. (2004): Bevorzugung von Kleinstrukturen mit Kümmerwuchs im Ackerland durch die Feldlerche *Alauda arvensis* in den beiden letzten Dritteln der Brutzeit während vier Brutperioden. *Ornithol. Beob.* 101: 29–40.
- SCHWAB, A. (2002): Evaluating the quality of ecological compensation sites: some methodological

- investigations. Diss. ETH Zürich.
- TOEPFER, S. & M. STUBBE (2001): Territory density of the Skylark *Alauda arvensis* in relation to field vegetation in Germany. *J. Ornithol.* 142: 187–194.
- WEIBEL, U. (1999): Effects of wildflower strips in an intensively used arable area on Skylarks *Alauda arvensis*. Diss. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. – (2004): Die Schweizer Agrarpolitik im Jahr 2011 – eine Vision. *Bauern, die Biodiversität produzieren. Ornis* 2004/2: 4–8.
- WEIBEL, U., M. JENNY, N. ZBINDEN & P. J. EDWARDS (2001): Territory size of skylarks *Alauda arvensis* on arable farmland in Switzerland in relation to habitat quality and management. S. 177–187 in P. F. DONALD & J. A. VICKERY (eds): Ecology and conservation of Skylarks *Alauda arvensis*. RSPB, Sandy.
- WILSON, J. D., J. EVANS, S. J. BROWNE & J. R. KING (1997): Territory distribution and breeding success of Skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England. *J. Appl. Ecol.* 34: 1462–1478.

Manuskript eingegangen 28. Juni 2005
Bereinigte Fassung angenommen 13. April 2006