Ökologischer Ausgleich und Brutvögel – das Beispiel Grosses Moos 1997–2009

Simon Birrer, Paul Mosimann-Kampe, Maria Nuber, Stephan Strebel und Niklaus Zbinden

Birrer, S., P. Mosimann-Kampe, M. Nuber, S. Strebel & N. Zbinden (2013): Ecological compensation and breeding birds – example of Grosses Moos (Grand Marais) 1997–2009. Ornithol. Beob. 110: 475–494.

From 1997 to 2009 we mapped the rare breeding birds of farmland in the study area «Grosses Moos» (93.77 km^2) each year. A total of 24 species was recorded. The populations of six species declined significantly and nine species increased. Ground-nesting birds were most strikingly represented among the declining species while among those nesting in bushes and trees many showed an increase. Regarding migratory behaviour, degree of endangerment and selection of focal and surrogate species for environmental objectives, there was no difference between species with increasing or decreasing populations. Apart from the development in the entire area we were also interested in population trends in seven discrete landscape untis (study sites). While the decreasing species predominated at some study sites, positive trends prevailed in others. These differences correspond with the quantity and quality of the ecological compensation areas at the study sites. This example of Grosses Moos thus shows that with sufficient high-quality ecological compensation areas it is possible to promote rare breeding birds.

Simon Birrer, Maria Nuber und Niklaus Zbinden, Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach, E-Mail simon.birrer@vogelwarte.ch, maria.nuber@vogelwarte.ch, niklaus.zbinden@vogelwarte.ch; Paul Mosimann-Kampe und Stephan Strebel, Mosimann & Strebel, Büro für Landschaftspflege und Faunistik, Postfach 132, CH–3232 Ins, E-Mail mosimann_strebel@bluewin.ch

In den letzten Jahrzehnten ist in Europa und in der Schweiz ein fortlaufender Verlust an Biodiversität zu beobachten (Keller & Zbinden 2001, Newton 2004, Hole et al. 2005, Lachat et al. 2010). Besonders gross ist der Rückgang im Kulturland. So sind 45 % der Kulturland-Brutvogelarten gefährdet und der Verlust hält weiterhin an (Keller et al. 2010, 2011, Birrer et al. 2011). Die Ursachen für diesen Rückgang in der Schweiz und im übrigen Mitteleuropa sind in der Intensivierung der Landwirtschaft zu suchen (Newton 2004, Burfield & van Bommel 2004, Hole et al. 2005).

Behörden und Organisationen haben bereits seit Längerem Gegenmassnahmen zum Schutz und zur Förderung der Artenvielfalt im Kulturland eingeleitet. Seit der Revision des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz im Jahr 1987 sind die Kantone verpflichtet, «in intensiv genutzten Gebieten inner- und ausserhalb von Siedlungen für ökologischen Ausgleich zu sorgen». 1999 wurde im Landwirtschaftsgesetz mit dem ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) ein international beachtetes Instrument zur Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft eingeführt. Dieses verpflichtet die Landwirte unter anderem, 7 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche als ökologische Ausgleichsfläche (öAF) auszuweisen und so einen Beitrag zur Erhaltung und Förderung

der biologischen Vielfalt zu leisten. 2001 wurde der ÖLN mit der Öko-Qualitätsverordnung (ÖQV) ergänzt. Dieses Instrument verfolgt das Ziel, durch freiwillige Massnahmen die Qualität und Vernetzung von öAF zu verbessern. Obwohl sich viele Landwirte engagiert an diesen Projekten beteiligten, ergab eine Evaluation der agrarpolitischen Massnahmen in den Jahren 1999–2003, dass sich diese bis dahin nur «moderat positiv» auf die Biodiversität ausgewirkt hatten (Herzog et al. 2005). Auch im Kanton Zürich nahmen die in den Umweltzielen Landwirtschaft aufgeführten Arten zwischen 1988 und 2008 ab (Weggler & Schwarzenbach 2011). Projekte und Programme, die regional eine Zunahme der Biodiversität erreichen konnten, sind selten, sowohl in der Schweiz (Birrer et al. 2007b, Rudin et al. 2010, Meichtry-Stier et al. in Vorb.) als auch im übrigen Europa (Kleijn & Sutherland 2003, Kleijn et al. 2006, Whitfield 2006).

Fallbeispiele aus der Schweiz und dem übrigen Europa belegen jedoch, dass es durchaus möglich ist, regional eine Erhöhung der Biodiversität zu erreichen, z.B. in Form einer Zunahme der Brutvögel (Lugrin 1999, Jenny et al. 2002, Flade et al. 2003, Graf et al. 2010, Rudin et al. 2010, Birrer & Oppermann 2012). Auch im Grossen Moos (Seeland) sind in den letzten Jahren grosse Anstrengungen zur ökologischen Aufwertung unternommen worden. Seit Langem ist dieses Gebiet dafür bekannt, dass hier besonders viele Brutvögel, Zugvögel und Wintergäste angetroffen werden können (Schmid et al. 1992, Heer et al. 2008). In den Neunzigerjahren baute die Schweizerische Vogelwarte Sempach ihr Programm zur Überwachung der selteneren Brutvogelarten im Kulturland aus. Im Rahmen dieses Programmes begann man 1995 mit grossflächigen Bestandsaufnahmen ausgewählter Arten im Grossen Moos und in einigen angrenzenden Flächen.

In der vorliegenden Publikation stellen wir die Bestandsveränderungen der untersuchten Arten im Grossen Moos zwischen 1995 und 2010 dar und gehen der Frage nach, ob sich der unterschiedliche Anteil ökologischer Ausgleichsflächen in den Teilgebieten auf die dortige Bestandsentwicklung der Brutvögel auswirkt.

1. Untersuchungsgebiet und Methode

1.1. Untersuchungsgebiet Grosses Moos

Das Grosse Moos (46°49’ N, 7°07’ E, 430 m ü.M., Kantone Bern und Freiburg) war bis zur 1. Juragewässerkorrektion (1868 bis 1891) ein unwegsames Sumpfgebiet. 1962 begannen die Arbeiten für die 2. Juragewässerkorrektion. Sie dauerten bis 1973. Durch die Gewässerregulierungen zwischen dem Neuenburger-, Bieler- und Murtensee entstand eine etwa 100 km^2 grosse, fruchtbare, intensiv landwirtschaftlich nutzbare Ebene. Grosse Teile davon wurden durch die beiden Strafanstalten Witzwil (Kanton Bern) und Bellechasse (Kanton Freiburg) bewirtschaftet. Für die Natur blieben nur kleine Restflächen (rund 2 %) übrig, entsprechend gross war der Verlust an Biodiversität (Bryner 1987). Siedlungen am Rande des Gebiets, Industrie und Verkehrsanlagen nahmen lange Zeit für die Verhältnisse in der Schweiz eine nur bescheidene Fläche ein. In den letzten Jahren sind aber eine Ausdehnung der Siedlungsfläche und der Bau von Strassen (Ausbau der Hauptstrasse H10) festzustellen. Ab den Neunzigerjahren haben im Grossen Moos die Bemühungen um das Anlegen neuer ökologischer Ausgleichsflächen zugenommen. Seit 1996 koordiniert die Stiftung «Biotopverbund Grosses Moos» die Aktivitäten zum ökologischen Ausgleich im Gebiet (www.biotopverbund.ch). Mit der 7 ha grossen «Krümmi» im Jahr 2001, den 6,6 ha aufgewerteten Flächen am Hauptkanal (2000) oder dem 17 ha grossen «Hinterem Horn» 2010/11 gelang es mehrfach, grossflächige ökologische Ausgleichsflächen im Sinne von «Naturvorranggebieten» zu schaffen. Zahlreiche Aufwertungen entstanden als Kompensation für Infrastrukturbauten, z.B. für den Bau der Umfahrungsstrasse H10. Neben diesen ökologischen Ausgleichsflächen im Sinne des Natur- und Heimatschutzgesetzes legten Landwirte auf ihrer landwirtschaftlichen Nutzfläche in den letzten Jahren auch diverse ökologische Ausgleichsflächen im Sinne des Landwirtschaftsgesetzes an.

Das ornithologisch untersuchte Gebiet umfasst die Ebene, welche durch den Neuenburger- und Murtensee sowie den Broye- und Hagneck-Kanal begrenzt wird. Eingeschlossen

Abb. 1. Teilgebiet Bellechasse, mit Blickrichtung Nordost vom Mont Vully aus aufgenommen. Links von der Bildmitte Müntschemier, dahinter Treiten. Auf der ersten Jurakette über dem linken Dorfrand die Hasenmatt, über der Dorfmitte der Weissenstein. Am rechten Bildrand die Anstalt Bellechasse. Alle Aufnahmen 18. Mai 2013, P. Mosimann-Kampe. – *Study site Bellechasse. View from Mont Vully northeastwards over the plain of Grosses Moos to the first chain of the Jura mountains. On the left side the village of Müntschemier.*

sind Teile der hügeligen Kulturlandschaften nördlich der Ebene und der Molassehügel Mont Vully südlich des Broyekanals. Insgesamt sind es 93,77 km^2, davon entfallen 6,94 km^2 auf Wald und 5,36 km^2 auf Siedlungen. Die Feldfläche des Untersuchungsgebietes umfasst demnach 81,47 km^2. Für diese Auswertung haben wir die Fläche in sieben Teilgebiete eingeteilt (Abb. 2, Tab. 1; die verwendeten Lokalnamen sind unter http://map.geo.admin.ch zu finden):

Teilgebiet H10: Das Teilgebiet umfasst den westlichen Bereich der ehemaligen Schwemmebene. Die Nutzungsformen werden durch intensiven Gemüse- und Ackerbau bestimmt. Am Rand der Ebene liegen die Siedlungsräume von Ins und Gampelen, dazu existieren mehrere Siedlungshöfe. Die Bahnlinien Bern–Neuenburg sowie Ins–Sugiez und die Hauptstrasse 10 (H10, teilweise auch als T10 bezeichnet) führen zu einer starken Zerschneidung des Teilgebietes. Eine der Ersatzmassnahmen für den Bau der H10 war denn auch der Bau der Wildbrücke Islerehölzli über der H10 und der Bahnlinie, so dass das Naturschutzgebiet Ziegelmoos wieder Verbindung mit der Ebene in Richtung Fanel hat (Lüscher 2004, Schwarzwälder & Imhof 2004). Als bedeutende Naturwerte sind die drei Naturschutzgebiete Ziegelmoos-Islerendüne, Inser Torfstich (Vinelzmoos) und Inser Weiher (Glungge), mehrere grössere, teilweise röhrichtbestandene Entwässerungskanäle (Islerekanal, Erlachrundi und Seebodenkanal, Hauptkanal, Münzgraben) sowie die Staatswälder zu erwähnen. Um das Jahr 2000 sind in den Schwerpunkträumen Giritzimoos (nördlich Mauriweg), Heumoos und Grosseteile extensive Wiesen, Kleingewässer und Kleingehölze als Ersatzmassnahmen für den Bau der H10 angelegt worden. Im Rahmen der Sanierung des Hauptkanals wurden im Jahr 2000 grössere Flächen renaturiert. Andererseits entstanden neue Gewächshaus-, Gewerbe- und Industriebauten (Kreisel Gals und Gampelen, Neuestadtermoos, Heumoos).

Teilgebiet Bellechasse: In diesem 10 km^2 grossen Teilgebiet (Abb. 1) wird je zur Hälfte intensiver Gemüse- und Ackerbau betrieben. Es gibt vereinzelt ökologische Ausgleichsflächen (extensiv genutzte Wiesen, Buntbrachen) und teilweise bestockte bzw. röhrichtbestandene Kanäle (Broyekanal, Grand Canal, Gal-

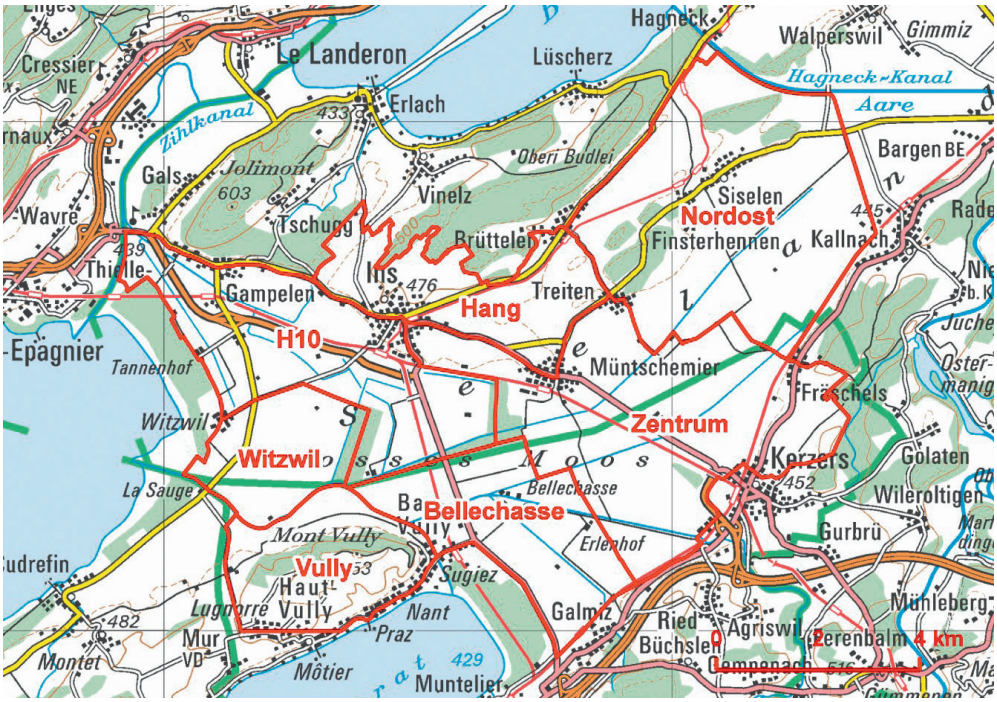

Abb. 2. Untersuchungsgebiet und Teilgebiete. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA13043). – *Study area divided in seven study sites.*

mizkanal, Biberekanal). Es zeigt sich eine eher negative Entwicklung mit einer massiven Zunahme des Strassenverkehrs durch die H10, die Ausdehnung der Industrie- und Gewerbezone Sugiez und die Neubauten im Areal der Strafanstalt Bellechasse. Vereinzelt wurden hier Buntbrachen, extensive Wiesen und Gebüschgruppen neu angelegt. In den Jahren 2010 und 2011 wurde die Fläche Hinterem Horn aufgewertet.

Teilgebiet Hang: Im Lüschechtal herrscht Gemüsebau vor (Abb. 3), sonst dominiert Ackerbau, es gibt nur wenige Viehhaltungsbetriebe (Milchproduktion und Mutterkuhhaltung mit Weidebetrieb). Unter Naturschutz stehen die kleinen Feuchtgebiete Leuschelz, Muttli und Treitenweiher (am Stägemattekanal nordwestlich von Treiten). Zu erwähnen sind ferner die grünlanddominierten Südhänge mit Hecken und Obstgärten am westlichen Dorfrand von Brüttelen sowie die teilweise heckengesäumten Ackerterrassen östlich von Ins. Als Ersatzmassnahme für die im Jahr 2002 eröffnete H10 wurde im Winter 2005/06 der Rimmerzbach renaturiert. Auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden hingegen nur relativ wenige öAF (extensive Wiesen, Buntbrachen) angelegt.

Teilgebiet Nordost: Der Nordosten ist der zentrale Teil des oberen Grossen Mooses mit den bewaldeten Hügeln von Oberholz und Grosswald. Im Bereich der organischen Böden überwiegt Gemüsebau, im Bereich der mineralischen Böden Ackerbau. In Finsterhennen, Siselen und Treiten wird Kies abgebaut. Unter Naturschutz stehen der Siselenkanal (am Usserkanal südöstlich von Siselen) und der Büeltigenweiher (am Unterwasserkanal). Erwähnenswert sind das bestockte, teilweise röhrichtbestandene Kanalnetz, alte Heckenzüge im Gebiet Golete-Ischlag und Bargemoos, mehrere Windschutzstreifen, drei Laubwaldkomplexe, der traditionell bewirtschaftete Südhang der

Tab. 1. Beschreibung der Teilgebiete. Die Fläche total umfasst auch Wald und Siedlungsgebiete. – *Description of study sites, with total area («Fläche total») and open area without forests and settlements («Feldfläche») in km²*.

Name	Fläche total (km²)	Feldfläche (km²)	Geomorphologie	Habitatentwicklung
H10	15,23	13,13	weitgehend eben	Ersatzmassnahmen für den Bau der H10
Bellechasse	10,03	9,32	weitgehend eben	Ausdehnung Baugebiete, Verkehrszunahme; vereinzelte neue Ökoflächen auf dem Betrieb Bellechasse
Hang	8,85	7,68	hügelig, SW- bis SE-Hang	wenige neue Ökoflächen
Nordost	22,93	19,66	eben, teilweise hügelig (NE-Hang)	wenige neue Ökoflächen
Vully	8,38	5,87	Hanglage, hauptsächlich S-Hang	extensive Wiesen verganden teilweise
Witzwil	6,16	5,53	weitgehend eben	neue Buntbrachen, Kleingehölze, extensive Wiesen und Tümpel; Bewirtschaftung der Kanalböschungen extensiviert
Zentrum	22,19	20,27	weitgehend eben	ausgedehnte Renaturierungen Pré au Boeuf, Krümmi, Kanalbüüne, Staatsmoos und Perrettengraben; Rekultivierung der Kiesgrube Gugleracher

Holeräbe (südlich von Oberfeld/Finsterhennen) und das renaturierte Kiesgrubenareal von Treiten. Daneben wurden in den letzten Jahren nur wenige öAF (extensive Wiesen, Buntbrachen) neu angelegt.

Teilgebiet Vully: Dieses Teilgebiet umfasst den Molassehügel Mont Vully (Abb. 4) und einige vorgelagerte flachere Bereiche. Die Hanglagen werden von Reben und Kleingärten (Gemüse, Obst) dominiert. Auf flacheren Partien herrscht Ackerbau vor, steile Gebiete werden meist als Weiden und Mähwiesen genutzt. Die steile Nordseite ist grossflächig bewaldet. Am Broyekanal ist ein schmaler weichholzdominierter Gehölzgürtel zu finden. Südseitig ist oberhalb der Rebzone ein Mosaik der ursprünglichen Kulturlandschaft (Trockenwiesen, Obstgärten, Molassefelsen, Föhren- und Eichenmischwälder) übriggeblieben. In der Rebzone selbst verbleiben nach Güterzusammenlegungen und Meliorationen nur Fragmente naturnaher Lebensräume. Auf dem Plateau und am nordseitigen Hangfuss entstanden einige extensive Wiesen und Buntbrachen. Am Siedlungsrand verschwinden aber zusehends die kleinflächigen traditionellen Obst- und Gemüsegärten, und oberhalb der Rebzone ist die Verbuschung der letzten Trockenwiesen stark fortgeschritten.

Teilgebiet Witzwil: Diese kleinste Teilfläche (Abb. 5) umfasst flaches Schwemmland im Westen des Grossen Mooses. Im Osten liegen Windschutzstreifen angrenzend an das Naturschutzgebiet Birkenhof-Inserweiher sowie der Staatswald, im Süden und Westen befinden sich der Broyekanal und im Westen das Naturschutzgebiet Fanel. Die meisten Flächen gehören zum Betriebsareal der Strafanstalt Witzwil. Auf den Grossparzellen herrscht Ackerbau vor, Gemüse wird auf etwa einem Zehntel der Nutzfläche angebaut. Eingegliedert sind Weiden mit Mutterkühen und Rindern sowie Schweineweiden. Als landschaftsbestimmende Elemente sind einzig das Naturschutzgebiet Birkenhof-Inserweiher zu erwähnen. Dieses besteht aus einem röhrichtbestandenen Grossteich, der Ende der Achtzigerjahre künstlich geschaffen wurde (Balzari 1991) und mit einem halboffenen Grünlandgürtel umgeben ist, sowie drei parallel verlaufenden Windschutzstreifen mit angrenzenden Entwässerungskanälen. Am Broyekanal ist ein schmaler weichholzdominierter Gehölzgürtel vorhanden. Im Rahmen eines Landschaftsentwicklungskonzepts (LEK)

Abb. 3. Teilgebiet Hang. Im Vordergrund das Gemüse-Anbaugebiet des Grossen Mooses, dahinter die buschbestandenen Südhänge bei Brüttelen. – *Study area «Hang». Vegetables in the foreground, bushes on the south-exposed slopes behind.*

wurden erste Massnahmen (Buntbrachen, Kleingehölze, extensive Wiesen und Tümpel) realisiert. Die Bewirtschaftung der Kanalböschungen wurde in den letzten zehn Jahren stark extensiviert.

Teilgebiet Zentrum: In der Ebene überwiegt intensiver Gemüsebau, in Hanglagen der Ackerbau. Unter Naturschutz stehen das Feuchtgebiet Fräschelsweiher (nordwestlich von Fräschels) und die Hecken- und Terrassenlandschaft «Bir Länge Stude». Hervorzuheben sind zudem das östlich angrenzende Kiesgrubenareal Gugleracher und der Trockenstandort Tschüppelisberg (beide Müntschemier). Teilweise weist das Teilgebiet ein röhrichtbestandenes Kanalnetz (Grand Canal, Hauptkanal, Bräschtegrabe, Biberekanal) auf. Dazu kommen die naturnahen Waldstreifen Murtenerle, Erliwald, Mooswäldli und Staatswald. Dieses Teilgebiet verfügt über die meisten neu angelegten Lebensräume: Ausgedehnte Renaturierungen betreffen Pré au Boeuf (1997), Krümmi (2001, 1 km nordöstlich Pré au Boeuf), Stierebüüne, Staatsmoos (westlich von Mooswäldli), Perrettengraben (2001, nördlich von Erli/Galmiz) sowie Anlagen im Rahmen von Ortsplanungen (Treiten, Müntschemier, Kerzers). Ferner sind hier viele teilweise grossflächige Buntbrachen zu finden. Die Rekultivierung der Kiesgrube Gugleracher (zukünftiges erweitertes Naturschutzgebiet Längi Stude) zielt auf eine traditionell bewirtschaftete Terrassenlandschaft hin. Andererseits ist die starke Ausdehnung von Gewächshaus- und Industriebauten (Ried bei Kerzers, Müntschemier) zu erwähnen.

1.2. Methoden

Das Ziel der Untersuchung war es, die selteneren Brutvogelarten der Kulturlandschaft grossflächig zu erfassen. Um den Aufwand in Grenzen zu halten, wurde zu Beginn des Projektes bestimmt, welche der damals vorkommenden Arten erfasst bzw. nicht erfasst werden. Neu auftretende Landwirtschaftsvogelarten wurden jeweils ebenfalls kartiert. Insgesamt wurden 24 Arten kartiert (Tab. 2). 19 der 24 untersuchten Arten wurden später zu Ziel- oder Leitarten gemäss Umweltzielen Landwirtschaft (UZL, Tab. 2) (BAFU & BLW 2008). Nicht kartiert wurden die UZL-Arten Feldlerche *Alauda arvensis*, Rauchschwalbe *Hirundo rustica*, Gartengrasmücke *Sylvia borin*, Gartenbaum-

Abb. 4. Teilgebiet Vully. Blick von oberhalb Murten über den Murtensee nord-nordwestwärts auf den Mont Vully. An dessen Fuss von links nach rechts die Dörfer Praz, Nant und Sugiez. – *Study area Vully. View from Murten across the lake to the hill of Mont Vully.*

läufer *Certhia brachydactyla* und Distelfink *Carduelis carduelis*, die alle im Gebiet häufig sind, sowie methodisch bedingt die UZL-Arten Rotmilan *Milvus milvus*, Schleiereule *Tyto alba,* Waldohreule *Asio otus*, Grauspecht *Picus canus*, Grünspecht *P. viridis*, Kleinspecht *Dendrocopos minor,* Wacholderdrossel *Turdus pilaris* und Hänfling *Carduelis cannabina*.

1.1.1. Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahmen erfolgten jährlich von 1995 bis 2010. Das Gebiet Nordost wurde erst ab 1997 einbezogen, das Gebiet Vully wurde nur bis 2009 bearbeitet. Die Erfassung erfolgte mit einer vereinfachten Revierkartierung, wobei pro Jahr drei Begehungen durchgeführt wurden. Das Untersuchungsgebiet wurde in 20 Kartiereinheiten von 2,2 bis 6,5 km^2 (Mittel 4,6 km^2) unterteilt (entspricht nicht den oben vorgestellten Teilgebieten). Die Kartierteinheiten wurden auf standardisierten Routen mit dem Fahrrad langsam abgefahren, der Südhang des Mont Vully wurde zu Fuss begangen. Die Aufnahmen begannen in aller Regel etwa 45 min vor Sonnenaufgang und dauerten je nach Grösse des Kartiergebiets und nach Dichte der aufzunehmenden Arten 2,5–4,5 h. Nach Möglichkeit wurden niederschlagsfreie und windstille Bedingungen gewählt. Die Begehungen erfolgten im letzten Aprildrittel, im letzten Maidrittel und im ersten Junidrittel.

Die Arten wurden grossmehrheitlich akustisch erfasst, wobei besonders auf simultan singende Individuen geachtet wurde. Potenziell für Arten wie Kiebitz *Vanellus vanellus*, Neuntöter *Lanius collurio*, Dorngrasmücke *Sylvia communis* oder Schwarzkehlchen *Saxicola torquatus* geeignete Strukturen wurden sorgfältig mit dem Fernglas abgesucht. Sämtliche Kontakte mit einem Vogel der untersuchten Arten wurden auf Karten 1 : 10 000 festgehalten.

Zusätzlich zu den Standardbegehungen wurden für einige Arten spezielle Kontrollrundgänge durchgeführt: Potenzielle Kiebitzhabitate wurden Anfang und Ende März nach rastenden bzw. brütenden Kiebitzen abgesucht. Die Wachtel wurde in der Dämmerung und in der Nacht verhört.

Insgesamt waren 13 Mitarbeitende an den Feldaufnahmen beteiligt, wobei etwa 60 % der rund 800 Begehungen durch PMK und SS durchgeführt wurden. Weitere grosse Anteile der Kartierarbeit wurden in verschiedenen

Abb. 5. Teilgebiet Witzwil. Blick vom Mont Vully nach Nord-Nordwesten. Im Vordergrund, vor dem Canal de la Broye (Broyekanal) der Nordteil des Teilgebiets Vully, links das Nordostufer des Neuenburgersees, rechts von der Bildmitte am Fuss des Jolimonts Gampelen. Dahinter die erste Jurakette vom Chaumont (links) bis zum Westteil des Chasseral. – *Study area Vully (foreground), behind the Broye canal the study area Witzwil. Left Lake Neuchâtel, in the background the Jura mountains.*

Jahren von Karin Mosimann-Kampe, Urs Kormann, Mathias Ritschard, Manuel Schweizer, Michael Schaad und Marco Thoma geleistet.

1.1.2. Auswertung

Die Revierzahlen rechneten wir auf Dichtewerte (Reviere/km^2) um, wobei wir die Dichte auf die Feldfläche (Total ohne Siedlung und Wald) bezogen. Ob ein Trend vorliegt, bestimmten wir mit Hilfe von linearen Modellen. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5 % sprechen wir von einem Trend. Zuerst prüften wir jeweils ein Modell mit dem Jahr und dem Jahr im Quadrat als unabhängige Variablen. War der quadratische Term nicht signifikant, prüften wir, ob das Modell nur mit dem Jahr als Unabhängige signifikant war. Alle Trendanalysen beziehen sich auf die Jahre 1997–2009, aus denen vom ganzen Untersuchungsgebiet Daten vorliegen. Alle Berechnungen wurden im Statistikpaket R durchgeführt (R Development Core Team 2009).

Als verschwunden bezeichnen wir eine Art, wenn sie in mindestens zwei der ersten drei Jahre vorkam, aber im keinem der letzten drei Jahre. Umgekehrt kam eine «neue Art» in den ersten drei Jahren nie vor, hingegen in mindestens 2 der letzten 3 Jahre.

Eine Art bezeichnen wir als «regelmässig vorkommend», wenn von ihr in höchstens zwei Jahren kein Revier gefunden wurde. Arten mit mehr Fehljahren bezeichnen wir als «unregelmässig» vorkommend, sofern sie nicht zu den neu aufgetretenen resp. zu den verschwundenen Arten gehören.

Alle Flächenberechnungen erfolgten im Geografischen Informationssystem (ESRI© ArcGis 9.3.1) auf Grundlage der Landeskarte 1:25 000. Wir verschnitten die Teilgebiete mit dem Layer Vektor 25 der swisstopo (Ausgabe 2005) und berechneten pro Teilfläche die Gesamt-, Wald und Siedlungsfläche, wobei wir «Wald», «offener Wald» und «Sumpfwald» zu den Kategorien «Wald» und alle übrigen Kategorien als «offenes Land» zusammenfassten. Zu diesem gehören vor allem verschiedene Kategorien von landwirtschaftlich genutzten Flächen, daneben auch Kiesgruben, Seeflächen (hier Teiche), Graspisten und anderes. Diese anderen

Flächen machen maximal 2,5 % der Feldfläche aus (Gebiet Vully) und sind somit für die Dichteberechnungen unerheblich.

2. Ergebnisse

2.1. Entwicklung im gesamten Untersuchungsgebiet

Von den 24 untersuchten Arten stellten wir über die 16 Jahre insgesamt 16203 Reviere fest. 14 Arten kamen im Zeitraum 1997–2009 regelmässig vor, d.h. sie waren höchstens in zwei Jahren nicht vertreten. Neu als Brutvögel traten der Feldschwirl (2001), die Dohle (2002) und der Steinkauz (2006) auf, während der Baumpieper 2006 letztmals als Brutvogel vorkam. Schon 1995 wurde das letzte Vorkommen des einst im Gebiet häufigen Rebhuhns festgestellt. Der Kiebitz ist als Brutvogel ebenfalls aus dem Gebiet verschwunden, doch waren z.B. 2008 noch balzende Vögel vorhanden, so dass er nur als «unregelmässig vorkommende» Art erscheint. Weitere unregelmässig vorkommende Arten waren Wachtelkönig, Gelb- und Orpheusspötter sowie Zaunammer.

Die häufigste der kartierten Arten war die Goldammer, gefolgt von Nachtigall, Sumpfrohrsänger, Dorngrasmücke und Schafstelze (Tab. 2). Pro Jahr wurden im Mittel 17,2 der 24 Arten festgestellt (Tab. 3). Von 1997 bis 2009 nahm die Artenzahl signifikant zu ($p<0{,}01$), um 0,29 Arten pro Jahr (Abb. 6). Die Zahl der Reviere hingegen zeigte keinen Trend und betrug im Mittel 1086.

Bei 15 der untersuchten Arten war von 1997 bis 2009 ein Trend erkennbar (Abb. 7). In sechs Fällen war der Bestand rückläufig. Neben dem verschwundenen Baumpieper waren dies Kiebitz, Turteltaube, Dorngrasmücke, Sumpfrohrsänger und Grauammer. Neun Arten wiesen einen zunehmenden Bestandstrend auf. Neben den neu aufgetretenen Arten Feldschwirl und Steinkauz betraf dies Turmfalke, Schafstelze, Nachtigall, Schwarzkehlchen, Pirol, Neuntöter und Goldammer. Die Dohle, die ebenfalls neu als Brutvogel erschien, schwankte anschliessend im Bestand so stark, dass die Regression nicht signifikant ausfällt.

Bei 6 der 15 Arten mit einem Trend ist das Modell mit dem Faktor Jahr im Quadrat signifikant, das heisst, die Zu- respektive Abnahme ist nicht linear, sondern entspricht einer Sättigungskurve oder sie verläuft in der Zeitspanne exponentiell. Zudem ist auch bei der Wachtel das quadratische Modell signifikant; diese Art zeigt aber keinen linearen Trend.

Bezüglich des bevorzugten Neststandorts unterscheiden sich Arten mit zu- und abnehmendem Bestand deutlich: Von den neun zu-

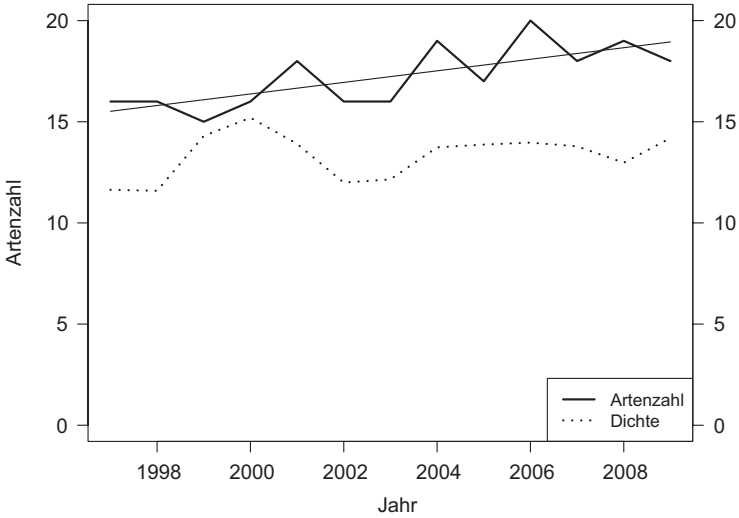

Abb. 6. Entwicklung von Artenzahl und Revierdichte im Verlauf der Jahre. Aufgenommen wurden insgesamt 24 Arten. – *Number of species and territory density during the course of the years. A total of 24 species were recorded.*

Tab. 2. Untersuchte Arten und ihre Kennzahlen. Zug: Zugverhalten; K = Kurzstreckenzieher, L = Langstreckenzieher. RL: Status gemäss Roter Liste (Keller et al. 2010); LC = nicht gefährdet, NT = potenziell gefährdet, VU = verletzlich, EN = stark gefährdet, CR = vom Aussterben bedroht. UZL: Arten gemäss Umweltziele Landwirtschaft (BAFU & BLW 2008); Z = Zielarten, L = Leitarten, 0 = nicht aufgeführt. Reviere: Summe der Reviere im Grossen Moos 1995–2010. Status: Status im Zeitraum 1997–2009; u = unregelmässiges Vorkommen, n = neu auftretende Art, r = regelmässiges Vorkommen, v = im Untersuchungszeitraum verschwundene Art. Trend: Bestandstrend im Grossen Moos 1997–2009; ↗ = Zunahme, ↘ = Abnahme, 0 = kein Trend. Typ: Art des Trends: L = lineares Modell beschreibt die Entwicklung besser, Q = quadratisches Modell beschreibt die Entwicklung besser. – *Studied species and their identification. «Zug»: migratory behaviour; K = short-distance migrant, L = long-distance migrant. RL: red list status (Keller et al. 2010); LC = least concern, NT = near threatened, VU = vulnerable, EN = endangered, CR = critically endangered. UZL: species according to environmental objectives in the agricultural sector (BAFU & BLW 2008); Z = target species, L = character species, 0 = not listed. «Reviere»: sum of territories in Grosses Moos 1995–2010. «Status»: status during the period of 1997–2009; u = irregular occurrence, n = newly occurring species, r = regular occurrence, v = species disappeared during the study period. «Trend»: population trend in Grosses Moos 1997–2009; ↗ = significant increase, ↘ = significant decrease, 0 = no trend. «Typ»: type of trend: L = linear model describes the development better, Q = square model describes the development better.*

Art		Zug	RL	UZL	Reviere	Status	Trend	Typ
Rebhuhn	*Perdix perdix*	K	CR	Z	1			
Wachtel	*Coturnix coturnix*	L	LC	L	461	r	0	Q
Turmfalke	*Falco tinnunculus*	K	NT	Z	364	r	↗	L
Wachtelkönig	*Crex crex*	L	CR	Z	3	u	0	
Kiebitz	*Vanellus vanellus*	K	CR	Z	306	u	↘	L
Hohltaube	*Columba oenas*	K	LC	0	45	r	0	
Turteltaube	*Streptopelia turtur*	L	NT	L	171	r	↘	Q
Kuckuck	*Cuculus canorus*	L	NT	Z	339	r	0	
Steinkauz	*Athene noctua*	K	EN	Z	7	n	↗	L
Baumpieper	*Anthus trivialis*	L	LC	L	21	v	↘	L
Schafstelze	*Motacilla flava*	L	NT	L	908	r	↗	Q
Nachtigall	*Luscinia megarhynchos*	L	NT	Z	2112	r	↗	L
Schwarzkehlchen	*Saxicola torquatus*	K	NT	L	35	r	↗	Q
Feldschwirl	*Locustella naevia*	L	NT	0	19	n	↗	L
Sumpfrohrsänger	*Acrocephalus palustris*	L	LC	L	1609	r	↘	L
Gelbspötter	*Hippolais icterina*	L	VU	0	2	u	0	
Orpheusspötter	*Hippolais polyglotta*	L	NT	0	4	u	0	
Dorngrasmücke	*Sylvia communis*	L	NT	Z	991	r	↘	L
Pirol	*Oriolus oriolus*	L	LC	0	565	r	↗	L
Neuntöter	*Lanius collurio*	L	LC	L	771	r	↗	Q
Dohle	*Corvus monedula*	K	VU	Z	12	n	0	
Goldammer	*Emberiza citrinella*	K	LC	L	6818	r	↗	Q
Zaunammer	*Emberiza cirlus*	K	NT	Z	6	u	0	
Grauammer	*Emberiza calandra*	K	VU	Z	633	r	↘	Q

nehmenden Arten brüten sechs in Büschen oder Bäumen, und nur die Schafstelze und das Schwarzkehlchen brüten am Boden oder in dessen Nähe (22 % Bodenbrüter). Von den sechs Arten mit abnehmendem Bestand gehört jedoch die Hälfte zu den Bodenbrütern (Kiebitz, Baumpieper und Grauammer). In anderen ökologischen Merkmalen wie Zugverhalten, Gefährdungskategorie oder Zugehörigkeit zu den Arten gemäss Umweltzielen Landwirtschaft sind keine deutlichen Unterschiede zu erkennen. So finden sich vier Kurzstreckenzieher und fünf Langstreckenzieher unter den Arten mit zunehmendem Bestand (Tab. 2), die Bestände von zwei Kurz- und vier Langstreckenziehern gehen hingegen zurück. Gemäss Roter Liste gelten drei der zunehmenden Arten als ungefährdet, fünf als potenziell gefährdet

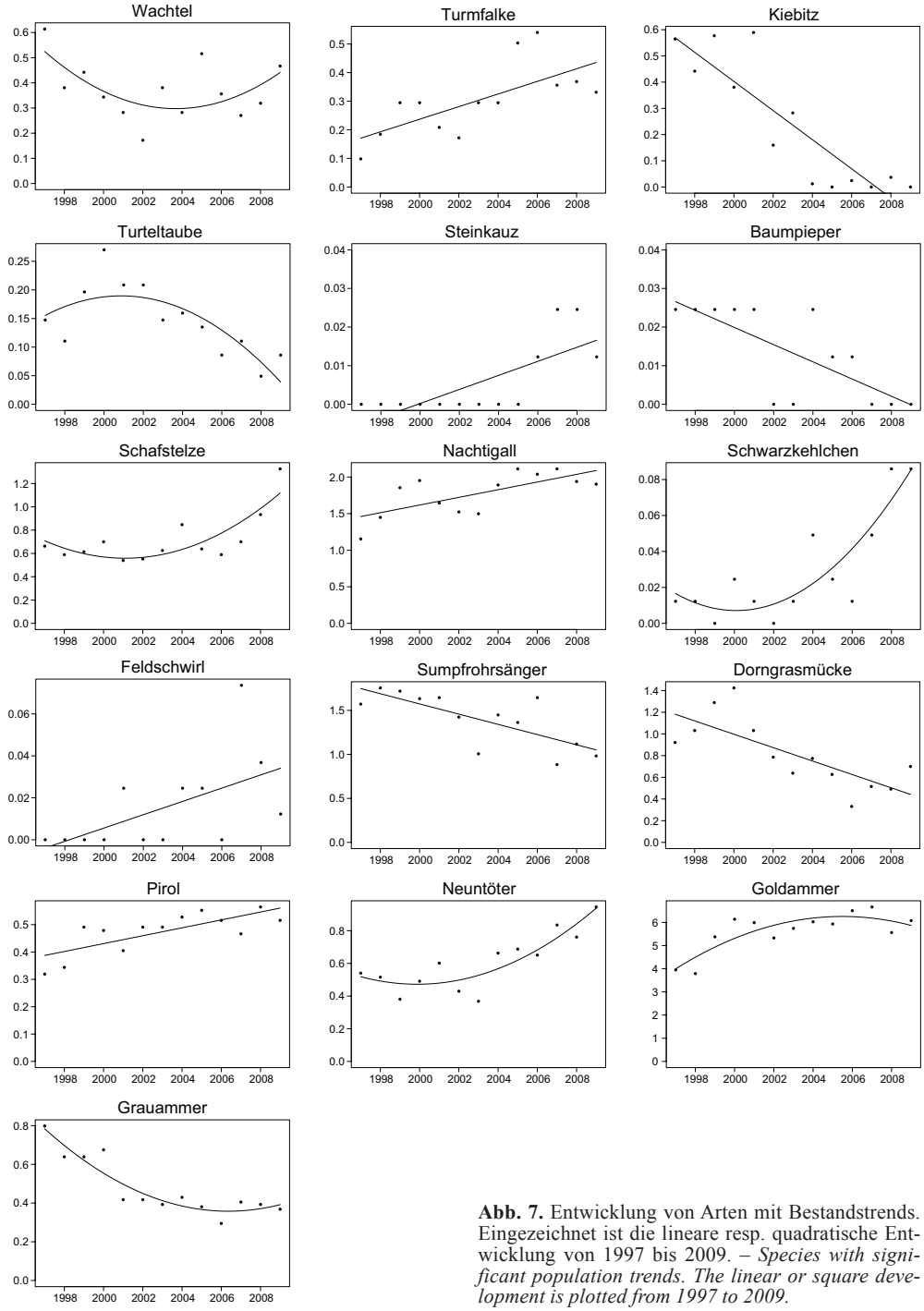

Abb. 7. Entwicklung von Arten mit Bestandstrends. Eingezeichnet ist die lineare resp. quadratische Entwicklung von 1997 bis 2009. – *Species with significant population trends. The linear or square development is plotted from 1997 to 2009.*

Tab. 3. Artenzahlen pro Teilgebiet in den Jahren 1995–2010 (Ausnahme Teilgebiete Nordost erst ab 1997, Vully nur bis 2009). Total = Anzahl festgestellte Arten; Mittel = Durchschnittliche Artenzahl pro Jahr; Minimum, Maximum = Minimale resp. maximale Artenzahl pro Jahr; regelmässig = Anzahl regelmässig auftretende Arten (= kommt höchstens in einem Jahr nicht vor); neu bzw. verschwunden = im Teilgebiet neu aufgetretene resp. verschwundene Art. – *Number of species per sub-territory during 1995–2010 (excepting: sub-territory northeast only as from 1997, Vully only until 2009). «Total» = number of species recorded; «Mittel» = average number of species per year; «Minimum», «Maximum» = minimum or maximum number of species per year; «regelmässig» = number of regularly occurring species (= does not occur at most in one year); «neu», «verschwunden» = species new or disappeared in sub-territory.*

	H10	Bellech.	Hang	Nordost	Vully	Witzwil	Zentrum	Total
Total	17	17	16	17	16	16	19	23
Mittel	12,7	10,6	9,4	12,2	7,9	11,0	15,1	17,2
Minimum	11	8	6	10	6	9	13	15
Maximum	16	14	13	14	10	13	17	20
regelmässig	12	5	6	10	4	9	13	14
neu	2	0	0	0	0	1	3	3
verschwunden	1	1	1	2	1	1	1	1

und eine ist gefährdet. Bei den abnehmenden Arten gehören je zwei Arten in die Gruppen «ungefährdet», «potenziell gefährdet» und «gefährdet». Drei der zunehmenden Arten gehören zu den Zielarten gemäss Umweltzielen Landwirtschaft (UZL), vier zu den UZL-Leitarten und zwei Arten fehlen auf der UZL-Liste. Bei den abnehmenden Arten sind es je drei Ziel- und Leitarten.

Die im Grossen Moos festgestellten Bestandstrends stimmen weitgehend mit dem Trend der Artindices gemäss Swiss Bird Index überein (Zbinden et al. 2005, aktualisiert unter www.vogelwarte.ch > Projekte > Entwicklung; Tab. 4). In vier Fällen verlaufen die beiden Trends jedoch unterschiedlich. In drei Fällen ist der Trend im Grossen Moos negativer, in einem Fall positiver als in der gesamten Schweiz: Der Abnahmen von Sumpfrohrsänger und Dorngrasmücke im Grossen Moos steht ein konstanter Bestand in der Schweiz gegenüber. Die in der Schweiz festgestellte Zunahme der Zaunammer kann im Grossen Moos nicht festgestellt werden. Schliesslich nimmt der Neuntöter im Grossen Moos zu, wogegen auf nationaler Ebene kein Bestandstrend festzustellen ist.

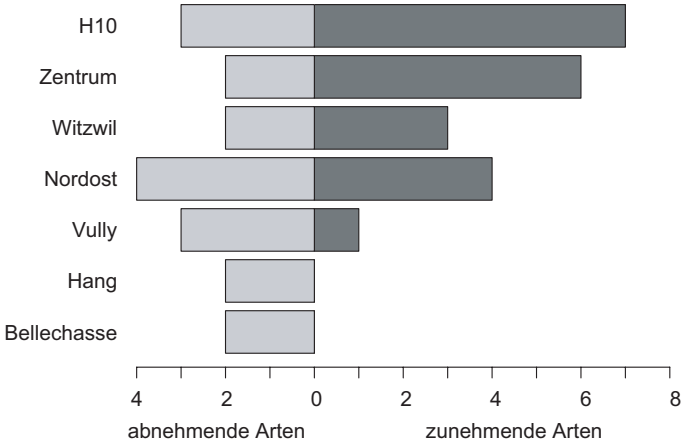

Abb. 8. Anzahl Arten mit positiven resp. negativen Trends in den Teilgebieten. Dunkle Balken = Anzahl Arten mit positivem Trend, helle Balken = Anzahl Arten mit negativem Trend. – *Number of species with significant positive or negative trends at the study sites. Dark bars = number of species with positive trend, light bars = number of species with negative trend.*

Tab. 4. Entwicklungstrends der Arten 1997–2009 in den sieben Teilgebieten und im Gesamtgebiet (UG), sowie Trend in der Schweiz (CH). 0 = kein Trend, ↘ = Abnahme, ↗ = Zunahme, n = Art neu aufgetreten, v = Art verschwunden, • = kein Vorkommen. – *Population trends of species 1997–2009 in the seven study sites and in in the entire area (UG), as well as the trend in Switzerland (CH). 0 = no trend, ↘ = significant decrease, ↗ = significant increase, n = new occurrence of species, v = species disappeared, • = no occurrence.*

Artname	H10	Bellech.	Hang	Nordost	Vully	Witzwil	Zentrum	UG	CH
Rebhuhn	•	•	•	•	•	•	•	•	↘
Wachtel	↘	0	0	0	0	0	0	0	0
Turmfalke	↗	0	0	↗	0	0	0	↗	↗
Wachtelkönig	•	•	•	•	•	0	•	0	0
Kiebitz	↘ v	↘ v	•	↘	•	↘ v	n 0	↘	↘
Hohltaube	0	0	0	0	0	•	0	0	0
Turteltaube	↘	0	0	↘ v	0	0	0	↘	↘
Kuckuck	0	0	0	0	0	0	↗	0	0
Steinkauz	•	•	•	•	•	•	n ↗	n ↗	↗
Baumpieper	•	•	•	•	↘ v	•	•	↘ v	↘
Schafstelze	↗	0	0	0	0	↗	0	↗	↗
Nachtigall	↗	0	0	↗	0	0	0	↗	↗
Schwarzkehlchen	n ↗	0	0	•	0	0	n ↗	↗	↗
Feldschwirl	n ↗	0	•	0	0	•	0	n ↗	↗
Sumpfrohrsänger	0	0	↘	↘	0	↘	0	↘	0
Gelbspötter	•	•	•	0	•	•	•	0	0
Orpheusspötter	0	•	•	0	•	•	0	0	0
Dorngrasmücke	0	0	0	↘	↘	n 0	↘	↘	0
Pirol	0	0	0	0	↗	0	↗	↗	↗
Neuntöter	↗	0	0	↗	↘	0	↗	↗	0
Dohle	•	•	•	•	•	•	n 0	n 0	0
Goldammer	↗	0	0	↗	0	↗	↗	↗	↗
Zaunammer	•	•	•	•	0	•	•	0	↗
Grauammer	0	↘	↘ v	n 0	•	↗	↘	↘	↘

2.2. Entwicklung in den Teilgebieten

Die durchschnittliche Artenzahl pro Teilgebiet und Jahr variierte zwischen 7,9 und 15,1 (Tab. 3). Das Verhältnis von zu- und abnehmenden Arten fällt je nach Teilgebiet sehr unterschiedlich aus (Abb. 8). Während in den Teilgebieten Hang und Bellechasse zwei abnehmenden Arten keine zunehmende Art gegenübersteht, nehmen im Teilgebiet H10 zwar drei Arten ab, aber sieben Arten verzeichnen eine Bestandszunahme. Auch das Teilgebiet Zentrum erreicht einen Nettogewinn von vier Arten.

In 108 Kombinationen von Arten und Teilgebieten lässt sich die Entwicklung einer Art in einem Teilgebiet mit der Entwicklung ausserhalb des Teilgebietes vergleichen. In 46 dieser Fälle verläuft der Trend im Teilgebiet gleich wie jener im Gesamtgebiet, in 49 Fällen ist in den Teilgebieten kein Trend feststellbar, während im Gesamtgebiet ein positiver oder negativer Trend festzustellen ist. In den meisten dieser Fälle dürfte dies aufgrund der geringeren Anzahl Reviere pro Teilgebiet der Fall sein. In fünf Fällen verläuft der Trend im Teilgebiet negativer als jener im Gesamtgebiet (Abb. 9): Der Neuntöterbestand ging im Teilgebiet Vully zurück, im restlichen Gebiet nahm er hingegen zu. Keinen Trend im Gesamtgebiet, hingegen einen Rückgang des Bestandes in der Teilfläche zeigten die Wachtel im Teilgebiet H10, die Turteltaube in den Teilgebieten H10 und Nordost sowie der Sumpfrohrsänger im Teilgebiet Nordost. In acht Fällen ist der Trend auf Teilgebietsniveau positiver als im restlichen Gebiet (Abb. 9): Die Bestände von Kuckuck, Schwarzkehlchen, Pirol und Neuntöter nahmen im Teilgebiet Zentrum zu, während im

restlichen Gebiet kein Trend festzustellen war. Dasselbe gilt für den Feldschwirl im Teilgebiet H10, die Schafstelze im Gebiet Witzwil und die Nachtigall im Teilgebiet Nordost. Schliesslich nahm der Grauammerbestand in Witzwil zu, während diese Art im Gesamtgebiet sogar einen Rückgang zu verzeichnen hatte.

2.3. Brutvogelarten

Die Bestandsentwicklung verlief je nach Art sehr unterschiedlich.

Rebhuhn: Diese Hühnerart war früher im Grossen Moos weit verbreitet und häufig. Das Gebiet gehörte zu den letzten in der Schweiz mit einem autochthonen Bestand. Bei den Brutbestandsaufnahmen 1995 konnte noch ein Revier im Teilgebiet Hang festgestellt werden. Seither blieb die Art im ganzen Untersuchungsgebiet verschwunden.

Wachtel: Ihr Bestand schwankte stark von Jahr zu Jahr. Die mittlere Dichte im Gesamtgebiet lag bei 0,4 Revieren/km^2. 1997 und 1999 wurden 0,6 Reviere/km^2, 2010 sogar 0,7 Reviere/km^2 festgestellt. Im Gebiet Vully gab es nur in vier Jahren Wachtelnachweise (0,17 Reviere/km^2). Am häufigsten war die Wachtel im Gebiet Witzwil, wo in sieben Jahren Dichten über 1,0 Revier/km^2 feststellbar waren, darunter in den Jahren 2007 bis 2010. Die höchste Dichte wurde 2010 mit 2,2 Revieren/km^2 registriert. Wegen der starken jährlichen Schwankungen ist im gesamten Untersuchungsgebiet kein Bestandstrend erkennbar. Hingegen weist die Wachtel im Gebiet H10 einen negativen Trend auf (Abb. 9).

Turmfalke: Diese Art war in allen Teilgebieten anzutreffen. Die durchschnittliche Dichte lag bei 0,3 Revieren/km^2. Die Bestandszunahme beruhte vor allem auf den Zunahmen in den Gebieten H10 und Nordost.

Wachtelkönig: Die Art war nur im Jahr 2007 anwesend. Damals gab es aber einen Brutnachweis, und bis zu drei ♂ waren gleichzeitig im Gebiet Witzwil anwesend.

Kiebitz: Diese Wiesenlimikole galt lange als eine Charakterart für dieses ehemalige Sumpfgebiet. Bis 2001 waren jährlich im Gesamtgebiet 31–48 «Reviere» besetzt. Diese waren in allen fünf mehrheitlich flachen Teilgebieten zu finden. Die maximale Dichte pro Teilgebiet und Jahr lag bei 2,6 Revieren/km^2 (Bellechasse, 2001). Ab 2000 fielen die Bestände zusammen. Bereits 2005 gab es keine Reviere mehr. 2006 und 2008 wurden dann nochmals drei resp. zwei Reviere mit Brutversuchen festgestellt.

Hohltaube: In gewissen Jahren (1995 und 2005) fehlen Bruthinweise dieser Art vollständig, in anderen konnten maximal sieben Reviere (2010) registriert werden. Sie verteilten sich auf alle Teilgebiete. Trends sind keine erkennbar.

Turteltaube: Die Art kam in allen Teilgebieten vor, erreichte im Mittel aber nur Dichten von 0,2 Revieren/km^2. Im Gebiet Vully fand sich nur ein Revier im Jahr 2000. Am häufigsten war die Turteltaube im Gebiet Witzwil, wo sie im Mittel 0,6 Reviere/km^2 erreichte, im Maximum sogar 1,1 Reviere/km^2 (1999 und 2003). Obwohl die Turteltaube nie häufig war, ist ein Rückgang im Gesamtgebiet wie auch in den Teilgebieten H10 und Nordost festzustellen. Im Gebiet Witzwil, jenem mit der höchsten Dichte, gab es hingegen keinen Rückgang.

Kuckuck: Sein Bestand war ziemlich konstant und lag im Mittel bei 0,3 Revieren/km^2. In den Gebieten Bellechasse und Hang war der Kuckuck nur in geringen Dichten anzutreffen. Der Bestand im Gebiet Vully zeichnete sich durch besonders grosse jährliche Schwankungen aus (0,2–1,2 Reviere/km^2), dort wurde auch die maximale Dichte pro Teilgebiet und Jahr festgestellt. Ein Bestandstrend war nur im Zentrum festzustellen, wo der Kuckuck leicht zunahm (Abb. 9, im Mittel 0,2 Reviere/km^2).

Steinkauz: Das erste Paar erschien im Jahr 2005 im Zentrum. Seither haben sich dort jeweils 1–2 Paare aufgehalten.

Baumpieper: Schon zu Beginn der Untersuchungen beschränkte sich das Vorkommen auf das Teilgebiet Vully. 1995 wurden noch drei und 1996 vier Reviere festgestellt, 1997–2001 sowie 2004 jeweils zwei und 2005 und 2006 noch je eines. Seither fehlt der Baumpieper als Brutvogel. Er kommt heute in der Schweiz praktisch nur noch in den Bergregionen vor. Der Rückzug aus den ehemals gut besiedelten Niederungen begann bereits um 1950 und ist heute weitgehend abgeschlossen (Knaus et al. 2011). Die Baumpieper-Population am Mont

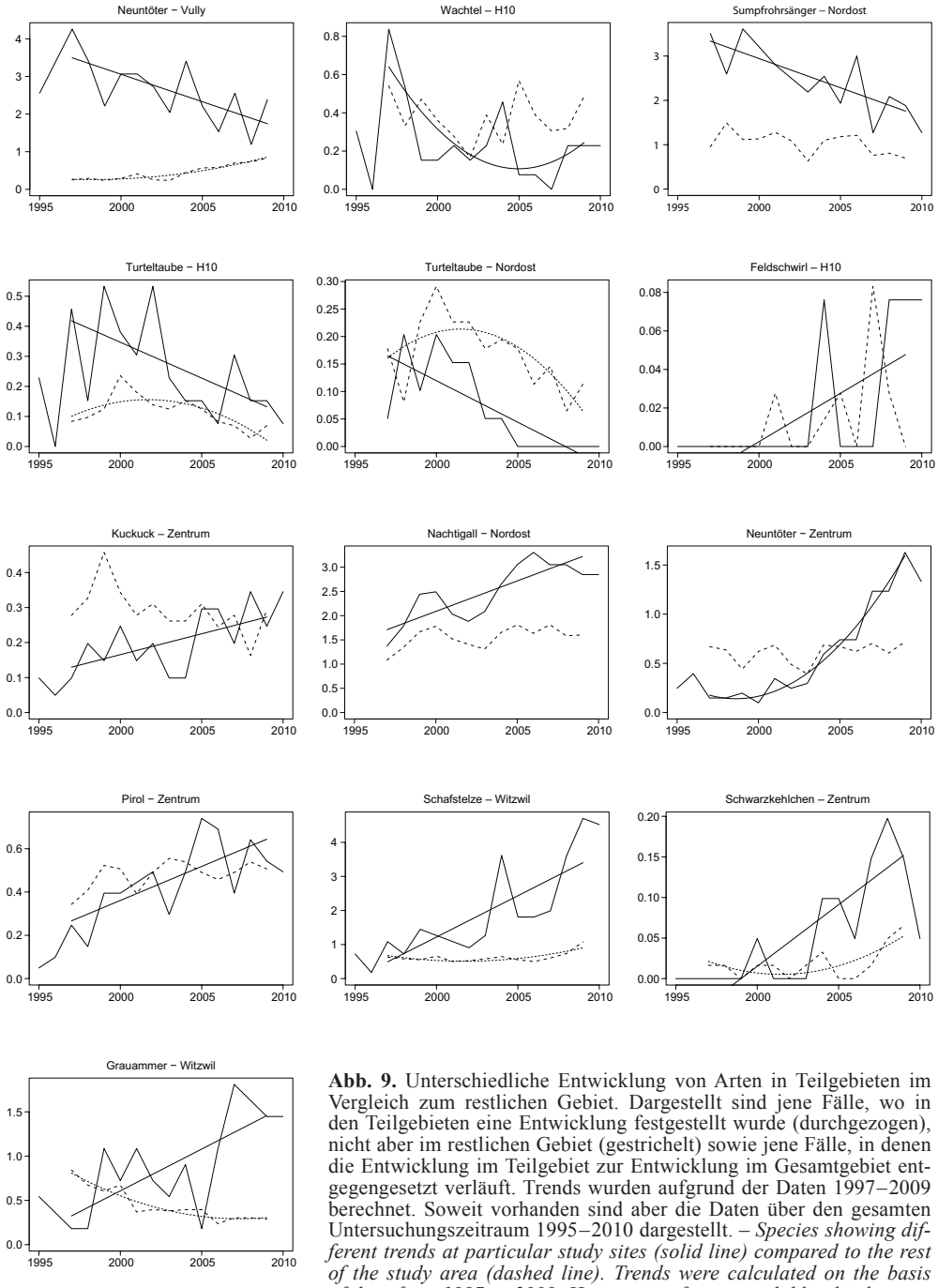

Abb. 9. Unterschiedliche Entwicklung von Arten in Teilgebieten im Vergleich zum restlichen Gebiet. Dargestellt sind jene Fälle, wo in den Teilgebieten eine Entwicklung festgestellt wurde (durchgezogen), nicht aber im restlichen Gebiet (gestrichelt) sowie jene Fälle, in denen die Entwicklung im Teilgebiet zur Entwicklung im Gesamtgebiet entgegengesetzt verläuft. Trends wurden aufgrund der Daten 1997–2009 berechnet. Soweit vorhanden sind aber die Daten über den gesamten Untersuchungszeitraum 1995–2010 dargestellt. – *Species showing different trends at particular study sites (solid line) compared to the rest of the study area (dashed line). Trends were calculated on the basis of data from 1997 to 2009. However, as far as available, the data are shown for the entire study period of 1995–2010.*

Vully hat dieses Schicksal somit erst relativ spät erlitten.

Schafstelze: Die Art besiedelte das Untersuchungsgebiet mit durchschnittlich 0,8 Revieren/km^2. Sie kommt in allen Teilgebieten vor, jedoch in sehr unterschiedlicher Dichte. Geringe Dichte wurden in den Teilgebieten Hang, Nordost und Vully festgestellt, hohe in den Gebieten H10 und Witzwil (im Mittel 1,8 resp. 1,9 Reviere/km^2), wo das Maximum mit 4,0 resp. 4,7 Reviere/km^2 im Jahr 2009 erreicht wurde. Die Schafstelze zeigt sowohl im Gesamtgebiet als auch in den Teilgebieten H10 und Witzwil einen positiven Trend.

Nachtigall: Im Mittel stellten wir 1,3 Reviere/km^2 dieser Art fest. Geringe Dichten waren am Mont Vully und in Witzwil (durchschnittlich 0,2 resp. 0,7 Reviere/km^2) festzustellen, die höchsten Dichten im Zentrum und im Teilgebiet Nordost (durchschnittlich 2,3 resp. 2,5 Reviere/km^2). Die Nachtigall hat im Gesamtgebiet zugenommen, ebenso in den Gebieten H10 und Nordost.

Schwarzkehlchen: Mit Ausnahme des Gebiets Nordost waren in allen Teilgebieten Reviere dieser Art nachzuweisen. Die Dichten waren überall niedrig und erreichten maximal 0,2 Reviere/km^2 (mehrere Teilgebiete und Jahre). Insgesamt wies das Schwarzkehlchen einen positiven Trend auf, ebenso in den Gebieten H10 und Zentrum.

Feldschwirl: Zu Beginn der Untersuchung fehlte die Art im Grossen Moos als Brutvogel. Die ersten beiden Reviere wurden 2001 im Gebiet Zentrum festgestellt. Seither konnten im Gesamtgebiet pro Jahr maximal sechs Reviere festgestellt werden, die sich mit Ausnahme der Gebiete Hang und Witzwil über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilen.

Sumpfrohrsänger: Von dieser Art fanden wir im Mittel 0,9 Reviere/km^2. Die Teilgebiete Bellechasse, Zentrum und Nordost sind mit durchschnittlich 1,3, 1,8 resp. 2,5 Revieren/km^2 deutlich dichter besiedelt als die übrigen Teilgebiete (<0,5 Reviere/km^2). Die maximal festgestellte Dichte lag bei 3,6 Revieren/km^2 (Nordost, 1999). Im Gesamtgebiet und in den Teilgebieten Hang, Nordost und Witzwil war ein Rückgang zu registrieren. In den Jahren 1995 und 1996 wurden in allen damals bearbeiteten Gebieten nur wenige Reviere festgestellt. Möglicherweise begann die für die Trendberechnung berücksichtigte Zeitspanne also mit ausserordentlich hohen Beständen.

Gelbspötter: In unserem Untersuchungszeitraum konnte nur 2008 im Gebiet Nordost und 2010 im Gebiet Bellechasse ein Revier festgestellt werden.

Orpheusspötter: Nicht viel häufiger als der Gelbspötter war dessen verwandte Art anzutreffen, nämlich mit je einem Revier in den Jahren 2004, 2005, 2006 und 2009 in den Gebieten H10, Nordost und 2-mal Zentrum.

Dorngrasmücke: Im Mittel fanden wir 0,6 Reviere/km^2. Überdurchschnittlich waren die Dichten in den Teilgebieten Nordost und Zentrum (durchschnittlich 0,9, resp. 1,7 Reviere/km^2). Die grösste Dichte wurde mit 2,8 Revieren/km^2 im Jahr 2000 im Zentrum erreicht. Über den ganzen Untersuchungszeitraum erlitt die Dorngrasmücke sowohl im Gesamtgebiet als auch in den drei Teilgebieten Nordost, Vully und Zentrum einen Rückgang. Das waren jene Teilgebiete, die ursprünglich die höchsten Dichten aufwiesen. Besonders stark war der Rückgang im Gebiet Vully, wo ab 2004 mit Ausnahme eines Reviers im 2009 keine Vorkommen der Art mehr registriert werden konnten. Einen kleinen Lichtblick bildete das Jahr 2010, als in vier der sechs untersuchten Teilgebiete eine gegenüber den Vorjahren leicht höhere Dichte gefunden wurde.

Pirol: Diese Art war im Mittel mit einer Dichte um 0,5 Reviere/km^2 zu finden. Die höchste Dichte erreichte der Pirol in allen Jahren im stark bewaldeten Teilgebiet Vully (im Mittel 1,3 Reviere/km^2). Über die Zeit war eine Zunahme zu verzeichnen, die ausser im Gesamtgebiet auch in den Teilgebieten Zentrum und Vully signifikant ausfiel. Besonders stark war die Zunahme im Gebiet Vully. 2004 und 2006 erreichte die Dichte sogar 1,9 Reviere/km^2.

Neuntöter: Die durchschnittliche Dichte lag bei 0,8 Revieren/km^2. Auch hier fällt das Teilgebiet Vully ins Auge, das mit Ausnahme des Jahres 2008 immer die deutlich höchste Dichte aufwies (Mittel 2,7 Reviere/km^2, maximal 4,3, 1997). Im Verlauf der Untersuchung resultierte im Gesamtgebiet eine leichte, aber signifikan-

te Bestandssteigerung. Die Entwicklung des Neuntöterbestands verlief jedoch in den Teilgebieten sehr unterschiedlich. Im Gebiet Vully sank der Bestand signifikant und erreichte am Schluss des Untersuchungszeitraums nur noch etwa die Hälfte der ursprünglichen Dichte. Umgekehrt nahmen die Bestände in den Gebieten H10 und Zentrum signifikant zu und erreichten am Ende der Untersuchungsperiode fast dieselbe Dichte (maximal 1,6 Reviere/km^2, 2009) wie zu diesem Zeitpunkt im Gebiet Vully.

Dohle: Zu Beginn der Untersuchung fehlte die Dohle im Untersuchungsgebiet. Seit 2002 konnten im Gebiet Zentrum maximal vier Reviere pro Jahr festgestellt werden. Die Regression ist jedoch statistisch nicht signifikant. Gefördert wurde die Art durch ein Nistkastenprogramm, das vor allem auf Flächen südlich des Untersuchungsgebiets stattfand und zu einer exponentiellen Zunahme der Brutvögel im benachbarten Gebiet führte.

Goldammer: Die häufigste der untersuchten Arten im Untersuchungsgebiet erreichte im Mittel 5,3 Reviere/km^2. Die höchsten Dichten waren im Teilgebiet Vully zu verzeichnen (Mittel 8,3, maximal 10,9 Reviere/km^2 im Jahr 2004). Zudem wies die Goldammer im Gesamtgebiet und in den Teilgebieten H10, Nordost, Witzwil und Zentrum eine deutliche Bestandszunahme auf. Keine Zunahme war im am dichtesten besiedelten Gebiet Vully festzustellen.

Zaunammer: Diese Art war unregelmässig und jeweils nur in einem Revier im Gebiet Vully anzutreffen (Ausnahme 2004 zwei Reviere).

Grauammer: Im Mittel waren 0,5 Reviere/km^2 zu verzeichnen. Sie fehlte im Gebiet Vully vollständig, im Gebiet Nordost waren nur einzelne Reviere anzutreffen. Die zeitliche Entwicklung zeigt eine deutliche Bestandsabnahme im Gesamtgebiet, unterschied sich jedoch stark zwischen den Teilgebieten. So war in den Teilgebieten Bellechasse, Hang und Zentrum ebenfalls eine Bestandsabnahme festzustellen. Der Bestand im Gebiet H10 schwankte stark und war zu Beginn der Untersuchung recht hoch, in den letzten Jahren aber tief, doch ist dieser Rückgang statistisch nicht signifikant. Besonders steil war der Rückgang im Gebiet Hang. Hier wurden zu Beginn die höchsten Dichten aller Teilgebiete festgestellt (Maximum 2,2 Reviere/km^2 im Jahr 1999), ab 2006 konnte in diesem Teilgebiet aber kein einziges Revier mehr festgestellt werden. Im Gegensatz zum allgemein rückläufigen Trend nahm der Bestand im Gebiet Witzwil signifikant zu und erreiche 2010 das Maximum mit 1,8 Revieren/km^2. Im letzten Untersuchungsjahr 2010 besiedelte die Grauammer ausserdem nur noch die Gebiete Witzwil (1,4 Reviere/km^2), Zentrum (0,6 Reviere/km^2) und H10 (0,2 Reviere/km^2).

3. Diskussion

3.1. Vergleich der Bestandsentwicklung

Wie in der übrigen Schweiz fehlen heute im Grossen Moos und dessen Randgebieten einige typische Kulturlandarten, die bis in die Fünfziger- oder Siebzigerjahre in der Schweiz noch verbreitet waren, so etwa Rebhuhn, Wiedehopf *Upupa epops*, Grauspecht *Picus canus*, Braunkehlchen *Saxicola rubetra*, Raubwürger *Lanius excubitor* oder Rotkopfwürger *L. senator* (Knaus et al. 2011). Im Vergleich zu anderen intensiv genutzten Landwirtschaftsgebieten der Schweiz ist die Artenpalette im Grossen Moos aber noch erfreulich vielfältig. Die meisten Vogelarten erreichen im Grossen Moos Dichten, die im oberen Bereich anderer grossflächiger Bestandsaufnahmen aus intensiv genutzten Landwirtschaftsgebieten der Schweiz liegen. Als Vergleich beziehen wir uns auf die Bestandsaufnahmen von Luder (1983; 23 Untersuchungsgebiete mit mehr al 25 ha), von der Evaluation ökologischer Ausgleichsflächen (23 Gebiete, je 2 Jahre; Birrer et al. 2007a), aus dem St. Galler Rheintal (12,6 km^2, 4 Jahre; Rudin et al. 2010), aus dem Klettgau (3 Flächen mit insgesamt 12 km^2, 12 Jahre; Meichtry-Stier et al. in Vorb.) und aus der Champagne genevoise (6,0 km^2, 22 Jahre; Schweizerische Vogelwarte unpubl.). Die Dichten der Schafstelze erreichen aber im Grossen Moos für Schweizer Verhältnisse sehr hohe Werte. Drei Viertel der im Grossen Moos festgestellten Bestandsdichten liegen über 1,3 Revieren/km^2 (Dichte in Teilgebieten und Jahren mit Vorkommen der Schafstelze), einem Wert, der in den Schweizer Vergleichsdaten sonst nicht erreicht wurde. Die

höchste Dichte betrug sogar 4,7 Reviere/km^2 (Witzwil 2009). Die Dichten des Schwarzkehlchens sind im Vergleich zu anderen grossflächigen Aufnahmen in Landwirtschaftsgebieten hingegen deutlich niedriger.

Insgesamt ist eine grosse Dynamik der Bestände zu erkennen. So sind starke Schwankungen zwischen den Jahren, unterschiedliche Trends einer Art in verschiedenen Teilgebieten und unterschiedliche Bestandsentwicklungen der einzelnen Arten festzustellen.

Mit Blick auf das gesamte Untersuchungsgebiet fällt die geringe, aber signifikante Zunahme der pro Jahr nachgewiesenen Brutvogelarten auf. Kein Trend ist bei der Zahl der Reviere festzustellen, obwohl die häufigste Art, die Goldammer, ebenfalls einen beträchtlichen Anstieg verzeichnete. Der Zunahme der häufigeren Arten und der Artenzahl steht demnach ein Rückgang der Revierzahl mehrerer Arten gegenüber. Bei der Interpretation dieser Entwicklung muss berücksichtigt werden, dass wir nur die eher seltenen Arten erfasst haben. Insbesondere die Zunahme der Artenzahl wäre aber auch feststellbar, wenn wir alle Arten erfasst hätten, denn es ist auszuschliessen, dass häufigere Arten im Verlaufe der Untersuchung ganz verschwunden sind. Diverse Kulturlandvogelarten sind allerdings schon vor Beginn unserer Untersuchung aus dem Gebiet verschwunden, als letzte das Rebhuhn im Jahr 1996.

Im Vergleich zu den Bestandstrends in der Gesamtschweiz schneidet das Grosse Moos nicht besonders positiv ab. In drei Fällen ist hier die Bestandsentwicklung negativer als in der gesamten Schweiz. Dabei ist die Bestandsentwicklung der Zaunammer wenig relevant, weil diese Art im Untersuchungsgebiet nur unregelmässig vorkommt. Unerwartet ist der im Vergleich zur Schweiz stärkere Rückgang der Dorngrasmücke im Grossen Moos. Die neu geschaffenen ökologischen Ausgleichsflächen hätten sich eigentlich positiv auf ihren Bestand auswirken sollen, wie dies im Fall des Neuntöters geschehen ist. Ebenfalls schlechter als in der Gesamtschweiz schneidet der Sumpfrohrsänger ab. Möglicherweise liegt hier ein Artefakt vor, indem in den ersten Jahren der Studie ausserordentlich hohe Bestände zu verzeichnen waren (s. Kap. 2.3).

Mit Blick auf das gesamte Untersuchungsgebiet kann demnach nicht von einem durchschlagenden Erfolg der Aufwertungsmassnahmen gesprochen werden. Betrachtet man aber die einzelnen Teilgebiete, so können interessante Aspekte erkannt werden. Während in den Teilgebieten H10, Witzwil und Zentrum die Arten mit positivem Trend deutlich häufiger sind als Arten mit negativem Trend, ist die Bilanz in den Teilgebieten Bellechasse, Vully, Hang und Nordost negativ bis ausgeglichen (Abb. 8). Diese unterschiedliche Entwicklung hängt mit der unterschiedlichen Landschaftsentwicklung zusammen. In den Gebieten, wo nur wenige ökologische Ausgleichsflächen angelegt wurden, war die Bilanz negativ bis ausgeglichen, in den Gebieten mit grossflächigen Aufwertungen war sie jedoch positiv.

3.2. Schlussfolgerungen für den Naturschutz

Über das ganze Untersuchungsgebiet gesehen verlief die Bestandsentwicklung der Brutvögel im Grossen Moos also ähnlich wie in der gesamten Schweiz. Es macht den Anschein, als ob die Anstrengungen zur Aufwertung der Gegend nicht zur erhofften generellen Zunahme der Artenvielfalt führten. Fokussiert man aber auf die stark aufgewerteten Teilgebiete, wird die Bilanz durchaus positiv. Die lokal gehäuft angelegten ökologischen Ausgleichsflächen führten in diesen Gebietsteilen zu einem Anstieg der Artenvielfalt. Sie konnten sogar die andernorts im Untersuchungsgebiet erfolgten Einbussen weitgehend ausgleichen.

Zusätzliche ökologische Ausgleichsflächen im Untersuchungsgebiet sind aber notwendig, um die Gegend als Ganzes aufzuwerten. Solche neuen Ausgleichsflächen sind vor allem in den bisher wenig aufgewerteten Teilgebieten wichtig.

Eine Sonderstellung nimmt das Gebiet um den Mont Vully ein. Hier steht einem besonders grossen Potenzial (sehr hohe Dichten bei verschiedenen Arten zu Beginn der Untersuchung) eine besonders negative Entwicklung gegenüber. Dies hängt mit der Segregation der Landnutzungsintensität im Gebiet zusammen: einerseits die Intensivierung der Nutzung, andererseits völlige Aufgabe schwer zugänglicher

Gebiete, zum Beispiel der Halbtrockenrasen, die in der Folge verbuschen und verwalden.

Auffällig ist der Rückgang der Bodenbrüter im Gesamtgebiet. Während die ökologischen Ausgleichsmassnahmen für die anderen Arten Wirkung zeigen, sind bei dieser Artengruppe vor allem negative Trends auszumachen. Eine wirksame Massnahme dagegen wäre das verstärkte Anlegen von Buntbrachen. So dürfte die Zunahme der Grauammer im Gebiet Witzwil auf diese Massnahme zurückzuführen sein. Einen positiven Zusammenhang zwischen Grauammer- und Buntbrachenbestand konnte auch in der Champagne genevoise gezeigt werden (Jenny et al. 2002, Kormann et al. 2009). Desgleichen haben sich Buntbrachen im Klettgau (Meichtry-Stier et al. in Vorb.) und im Waadtland (Zollinger et al. in Vorb.) positiv auf den Bestand der Grauammer, aber auch anderer Kulturlandvogelarten ausgewirkt.

Die durchzogene Bilanz in den verschiedenen Teilflächen und bei verschiedenen Arten unterstreicht die Bedeutung der Qualität, der Vernetzung und der Pflege von ökologischen Ausgleichsflächen. So hat zum Beispiel der Neuntöter neu angelegte Gebüschgruppen in grossen Renaturierungsflächen rasch besiedelt, gleichzeitig aber in mehreren Gebieten mit alten Heckenzügen abgenommen. Ähnliches gilt für die Dorngrasmücke, die aus ehemaligen Kerngebieten mit klassischen Heckenlebensräumen praktisch ganz verschwunden ist. Zudem verhinderte der Formalismus im ökologischen Ausgleich bis anhin oft ein Ausschöpfen des Potenzials. So standen Vertragsdauer von Buntbrachen oder Schnitttermine bzw. Schnittzwang bei extensiven Wiesen und Säumen oft im Widerspruch zu den Ansprüchen von zu fördernden Arten wie der Dorngrasmücke (Kormann et al. 2009).

Das Beispiel Grosses Moos zeigt, dass mit genügend qualitativ wertvollen ökologischen Ausgleichsflächen seltene Brutvögel gefördert werden können.

Dank. Unser Dank richtet sich an die vielen Einzelpersonen und Organisationen, die zur ökologischen Aufwertung des Grossen Mooses beitrugen und weiter beitragen. Zahlreiche Personen haben eine oder mehrere Kartierungen übernommen; grosse Anteile wurden von Karin Mosimann-Kampe, Urs Kormann, Mathias Ritschard, Manuel Schweizer, Michael Schaad und Marco Thoma geleistet. Lukas Jenni, Albert Lüscher, Niklaus Gerber und ein weiterer Reviewer gaben uns wertvolle Anregungen zum Manuskript. Rosemarie Küchel und Verena Keller übernahmen die englischen Übersetzungen. Ihnen allen gebührt unser Dank.

Zusammenfassung

Von 1997 bis 2009 kartierten wir jährlich die selteneren Brutvögel des Kulturlandes im Grossen Moos und in angrenzenden Gebieten (81,47 km^2). Insgesamt wurden 24 Arten erfasst. Die Bestände von sechs Arten waren signifikant rückläufig, neun Arten nahmen signifikant zu. Unter den abnehmenden Arten waren die Bodenbrüter auffallend stark vertreten, während bei den Gebüsch- und Baumbrütern relativ viele Zunahmen zu verzeichnen waren. Bezüglich Zugverhalten, Gefährdungsgrad und Zuordnung zu den Ziel- und Leitarten für Umweltziele ergaben sich keine Unterschiede zwischen Arten mit zu- und abnehmenden Beständen. Neben der Entwicklung im Gesamtgebiet interessierten wir uns auch für die Bestandstrends in sieben naturräumlich abgegrenzten Teilgebieten. Während in einigen Teilgebieten die abnehmenden Arten überwogen, waren in andern positive Trends vorherrschend. Diese Unterschiede lassen sich mit der Menge und Qualität der im Teilgebiet vorhandenen ökologischen Ausgleichsflächen in Übereinstimmung bringen. Das Beispiel Grosses Moos zeigt damit, dass mit genügend qualitativ wertvollen ökologischen Ausgleichsflächen seltene Brutvögel gefördert werden können.

Literatur

BAFU & BLW (2008): Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen 0820. Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bern.

Balzari, C'A. (1991): Die ornithologische Bedeutung des Birkenhofweihers im Grossen Moos: Ein Beitrag zur Erfolgskontrolle einer ökologischen Ausgleichsfläche. Dipl.arb. Univ. Bern.

Birrer, S., M. Jenny & N. Zbinden (2011): Bestandsentwicklung der einheimischen Brutvögel im Landwirtschaftsgebiet 1990–2009. Agrarforschung Schweiz 2: 66–71.

Birrer, S., L. Kohli & M. Spiess (2007a): Haben ökologische Ausgleichsflächen einen Einfluss auf die Bestandsentwicklung von Kulturland-Vogelarten im Mittelland? Ornithol. Beob. 104: 189–208.

Birrer, S. & R. Oppermann (2012): Recreating HNV farmland and improving nature value – farmers taking over new challenges in central Europe. S. 484–490 in: R. Oppermann, G. Beaufoy & G. Jones: High nature value farming in Europe. Verlag regionalkultur, Ubstadt-Weiher.

Birrer, S., M. Spiess, F. Herzog, L. Kohli & B. Lugrin (2007b): The Swiss agri-environment scheme promotes farmland birds: but only moderately. J. Ornithol. 148. (Suppl. 2): 295–303.

Bryner, R. (1987): Dokumentation über den Rückgang der Schmetterlingsfauna in der Region Biel – Seeland – Chasseral. Beitr. Nat.schutz Schweiz 9: 1–92.

Burfield, I. & F. van Bommel (2004): Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife conservation series 12. BirdLife International, Cambridge.

Flade, M., H. Plachter, E. Henne & K. Anders (2003): Naturschutz in der Agrarlandschaft. Ergebnisse des Schorfheide-Chorin-Projektes. Quelle & Meyer, Wiebelsheim.

Graf, R., S. Birrer & L. Jenni (2010): Wenn der Mais der Kreuzkröte weicht. Hotspot 22: 6–7.

Heer, L., E. Inderwildi, V. Keller, W. Müller, H. Schmid & S. Stucki (2008): Important Bird Areas IBA Schweiz, Suisse, Svizzera, Switzerland. Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, Zürich, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Herzog, F., T. Walter, S. Aviron, S. Birrer, S. Buholzer, J. Derron, S. Dreier, P. Duelli, L. Eggenschwiler, S. Hoechstetter, O. Holzgang, P. Jeanneret, D. Kampmann, E. Knop, L. Kohli, H. Luka, S. Pearson, L. Pfiffner, S. Pozzi, O. Roux, B. Schüpbach & M. Spiess (2005): Wirkung der ökologischen Ausgleichsflächen auf Biodiversität und Landschaft. Schriftenr. FAL 56: 185–201.

Hole, D. G., A. J. Perkins, J. D. Wilson, I. H. Alexander, P. V. Grice & A. D. Evans (2005): Does organic farming benefit biodiversity? Biol. Conserv. 122: 113–130.

Jenny, M., U. Weibel, B. Lugrin, B. Josephy, J.-L. Regamey & N. Zbinden (2002): Rebhuhn. Schlussbericht 1991–2000. Schriftenreihe Umwelt 335. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Keller, V., M. Kéry, H. Schmid & N. Zbinden (2011): Swiss Bird Index SBI®: Update 2010. Faktenblatt. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Keller, V. & N. Zbinden (2001): Die Schweizer Vogelwelt an der Jahrhundertwende. Avifauna Report Sempach 1. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Keller, V., A. Gerber, H. Schmid, B. Volet & N. Zbinden (2010): Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Umwelt-Vollzug 1019. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Kleijn, D., R. A. Baquero, Y. Clough, M. Diaz, J. De Esteban, F. Fernández, D. Gabriel, F. Herzog, A. Holzschuh, R. Jöhl, E. Knop, A. Kruess, E. J. P. Marshall, I. Steffan-Dewenter, T. Tscharntke, J. Verhulst, T. M. West & J. L. Yela (2006): Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. Ecol. Lett. 9: 243–254.

Kleijn, D. & W. J. Sutherland (2003): How effective are European agri-environment schemes in conservation and promoting biodiversity? J. Appl. Ecol. 40: 947–969.

Knaus, P., R. Graf, J. Guélat, V. Keller, H. Schmid & N. Zbinden (2011): Historischer Brutvogelatlas. Die Verbreitung der Schweizer Brutvögel seit 1950. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Kormann, U., P. Mosimann-Kampe & S. Strebel (2009): Bestandsentwicklung, Habitatwahl und Raumnutzung der Dorngrasmücke (*Sylvia communis*) im bernisch-freiburgischen Grossen Moos. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Lachat, T., D. Pauli, Y. Gonseth, G. Klaus, C. Scheidegger, P. Vittoz & T. Walter (2010): Der Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Schriftenreihe Bd. 25. Haupt, Bern.

Luder, R. (1983): Verteilung und Dichte der Bodenbrüter im offenen Kulturland des schweizerischen Mittellandes. Ornithol. Beob. 80: 127–132.

Lugrin, B. (1999): Habitat, densité et évolution de la population de Tarier pâtre *Saxicola torquata* du canton de Genève. Nos Oiseaux 46: 219–228.

Lüscher, A. (2004): Die Landerwerbsumlegung (LEU) T10. Eine Melioration bringt widersprüchliche Interessen unter einen Hut. Géomatique Suisse 8: 480–485.

Newton, I. (2004): The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. Ibis 146: 579–600.

R Development Core Team (2009): R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Rudin, M., P. Horch, I. Hugentobler, U. Weber & S. Birrer (2010): Bestandsentwicklung von Brutvögeln im ökologisch aufgewerteten St. Galler Rheintal. Ornithol. Beob. 107: 81–100.

Schmid, H., M. Leuenberger, L. Schifferli & S. Birrer (1992): Limikolenrastplätze in der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Schwarzwälder, B. & T. Imhof (2004): Natur- und Landschaftsverträglichkeit der T10. Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen stellen die Vernetzung sicher. Géomatique Suisse 8: 492–495.

Weggler, M. & Y. Schwarzenbach (2011): Zusammenhänge zwischen der Bestandsentwicklung der Brutvögel 1988–2008 und der Quantität und Qualität der Ökoflächen im Landwirtschaftsgebiet im Kanton Zürich. Ornithol. Beob. 108: 323–344.

Whitfield, J. (2006): How green was my subsidy? Nature 439: 908–909.

Zbinden, N., V. Keller & H. Schmid (2005): Bestandsentwicklung von regelmässig brütenden Vogelarten der Schweiz 1990–2004. Ornithol. Beob. 102: 271–282.

Manuskript eingegangen 22. Juli 2012
Bereinigte Fassung angenommen 1. Mai 2013