

Umwelt

Positiver Effekt vernetzter Ökowieden auf Wirbellose

Eva Knop und Felix Herzog, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich
Auskünfte: Eva Knop, E-Mail: eva.knop@vogelwarte.ch, Fax +41 41 462 97 10, Tel. +41 41 462 97 00

Zusammenfassung

Die Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen wird als eine der wichtigsten Massnahmen für die Förderung der Artenvielfalt in der Landwirtschaft betrachtet. Noch existieren dazu jedoch nur wenige empirische Untersuchungen. Um den Effekt der Habitatsvernetzung zu studieren, haben wir deshalb die Artenvielfalt von Landschnecken und Heuschrecken auf vernetzten und isolierten Ökowieden verglichen. Die untersuchten vernetzten Ökowieden waren vor vier bis sechs Jahren direkt neben artenreichen, extensiv genutzten Wiesen angesät worden. Die isolierten Ökowieden wurden im gleichen Zeitraum angesät, waren jedoch im Umkreis von mindestens 100 Metern mit Isolationshabitaten wie intensiv genutztem Grasland, Wald oder Siedlung umgeben. Die Resultate zeigen, dass vernetzte Ökowieden im Vergleich zu isolierten eine höhere Artenvielfalt von Landschnecken haben, nicht jedoch von Heuschrecken. Analysen auf dem Niveau einzelner Arten zeigen, dass sowohl einzelne Landschneckenarten als auch Heuschreckenarten von der Vernetzung profitieren. Das Vernetzen von Ökowieden mit bestehenden, artenreichen Wiesen ist daher für beide Tiergruppen wichtig, obwohl sie sich betreffend Ausbreitungsvermögen und -technik stark unterscheiden. Beim Anlegen neuer Ökowieden sollte die räumliche Anordnung folglich berücksichtigt werden.

Ökologische Ausgleichsflächen sollen die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft fördern, den Rückgang der gefährdeten Arten stoppen und ihre Wiederausbreitung ermöglichen (Forni *et al.* 1999). Der Nutzen der ökologischen Ausgleichsflächen für die Biodiversität fällt nach zehn Jahren nur moderat positiv aus (Herzog und Walter 2005). Deshalb werden grosse Hoffnungen in die Öko-Qualitätsverordnung (Bundesrat 2001) gesetzt, in welcher nebst der biologischen Qualität der Ausgleichsflächen ihre Vernetzung untereinander und mit anderenhalbnatürlichen Habitaten finanziell unterstützt wird. Die Vernetzung von Habitaten hat zum Ziel, Barrieren wie grössere Strassen oder intensiv ge-



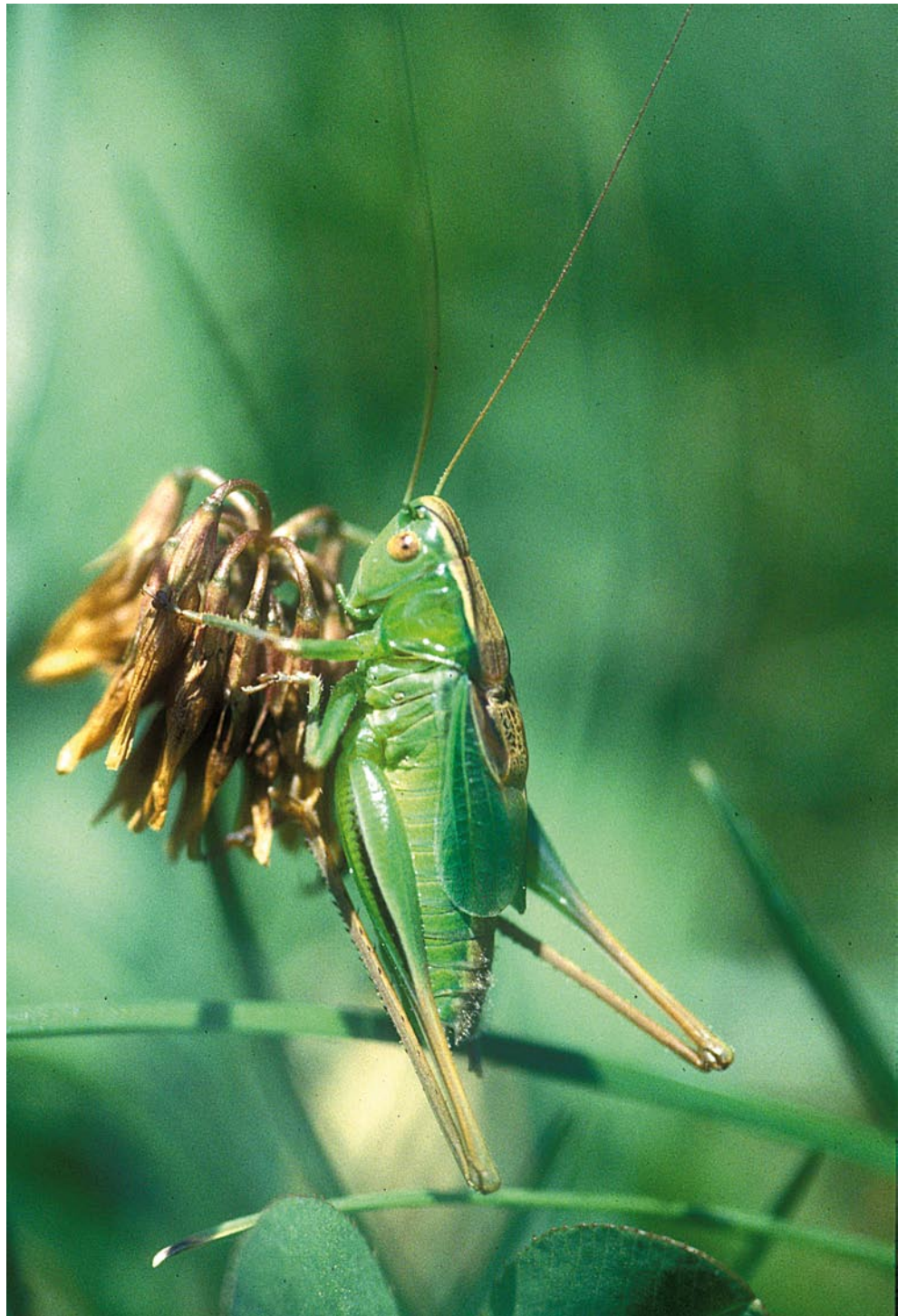
Abb. 1. Schneckenhäuser aus einer Bodenprobe. Arten mit beschränkter Ausbreitungsmöglichkeit sind besonders auf Vernetzung angewiesen. (Foto: Gabriela Brändle, Forschungsanstalt Reckenholz-Tänikon ART)

nutzte Landwirtschaftsflächen für Fauna und Flora durchlässig zu machen und dadurch die Zu- und Abwanderung einzelner Arten zwischen isolierten Habitaten zu ermöglichen.

Noch existieren nur wenige empirische Untersuchungen, welche die Wirksamkeit der Habitatsvernetzung nachweisen (Fahrig 2003). Anhand von Heuschrecken konnte jedoch schon gezeigt werden, dass Vernetzung von Ökoflächen ihre Wirksamkeit erhöht (Peter *et al.* 2001; Walter *et al.* 2004). Um den Effekt von Habitatsvernetzung zu untersuchen, haben wir in dieser Studie die Artenvielfalt von Landschnecken (Abb. 1) und Heuschrecken (Abb. 2) auf isolierten und vernetzten Ökowiesen verglichen (Knop 2006). Analysen auf dem Niveau einzelner Arten zeigen zudem, welche Arten speziell von der Vernetzung profitieren.

Studiengebiete und Untersuchungsdesign

Im Nordwesten des Kantons Aargau haben wir in neun Gebieten je drei Wiesen untersucht. Die drei Wiesen wurden alle extensiv bewirtschaftet, das heisst der erste Schnitttermin war verzögert und die Flächen wurden nicht gedüngt. Die drei Wiesen unterschieden sich jedoch hinsichtlich Landnutzungsgeschichte und Vernetzungsgrad: Eine der drei Wiesen war nie intensiviert worden oder ist schon seit mindestens acht Jahren extensiv bewirtschaftet worden. Diese Wiese wird im Folgenden als «Source-Wiese» bezeichnet. Die beiden anderen Wiesen waren vor vier bis sechs Jahren als Ökowiesen des Typs 1b auf Ackerland angesät worden. Eine dieser beiden Wiesen war direkt anliegend, das heisst sie war vernetzt mit der Source-Wiese, und wird im Folgenden als «vernetzte Wiese» bezeichnet.

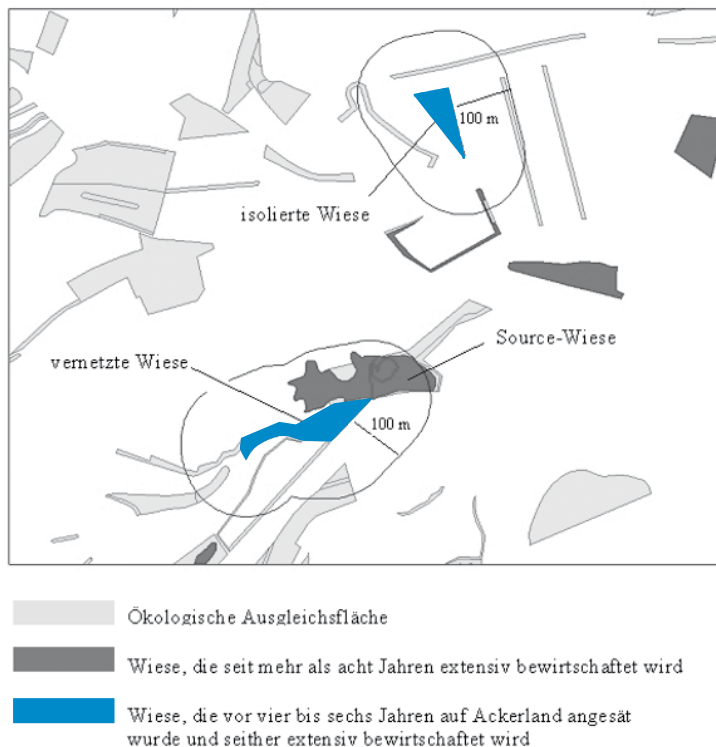


Die andere neu angesäte Ökowiese war im Umkreis von mindestens 100 Metern (Median = 123 Meter) umgeben mit intensiv genutztem Landwirtschaftsland, mit Strassen, Gebäuden oder Wald. Dieser Wiesentyp wird nachfolgend als «isolierte Wiese» bezeichnet. Obwohl wir möglichst keine anderen

Ökoflächen im Isolationsperimeter der isolierten Wiese haben wollten, kamen teilweise solche darin vor. Diese gehörten jedoch zu einem anderen Typ oder waren weniger lang als acht Jahre im ökologischen Ausgleich. Ein Beispiel der neun Studiengebiete ist in Abbildung 3 dargestellt.

Abb. 2. Die Zweifarbige Beisschrecke (*Metriopectera bicolor*) zählt zu den Heuschrecken, die von einer direkten Vernetzung der Ökowiesen mit artenreichen, extensiv genutzten Wiesen profitieren. (Foto: Karin Schneider, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART)

Abb. 3. Ökologische Ausgleichsflächen und Naturschutzflächen des Studiengebietes Hessenberg (Koordinaten 650/251), Zustand Sommer 2004. Zwischen den Flächen ist konventionell bewirtschaftetes Landwirtschaftsland (weiss). (Datenquelle: Agrofutura, Frick)



Datenaufnahme

Zwischen März und September 2004 wurden für alle Wiesen Artenlisten von Landschnecken und Heuschrecken erstellt. Die Arten der Landschnecken wurden mittels Bodenproben erworben und anschliessend nach Hausser (2005) bestimmt. Die Methode ist in Oggier *et al.*

(1998) beschrieben. Die Heuschrecken wurden auf einer 100 Meter Strecke in der Wiesenmitte aufgenommen, alle gehörten und gesichteten Arten wurden einzeln notiert. Heuschrecken wurden nur an sonnigen und windstillen Tagen zwischen 10 Uhr und 16 Uhr aufgenommen.

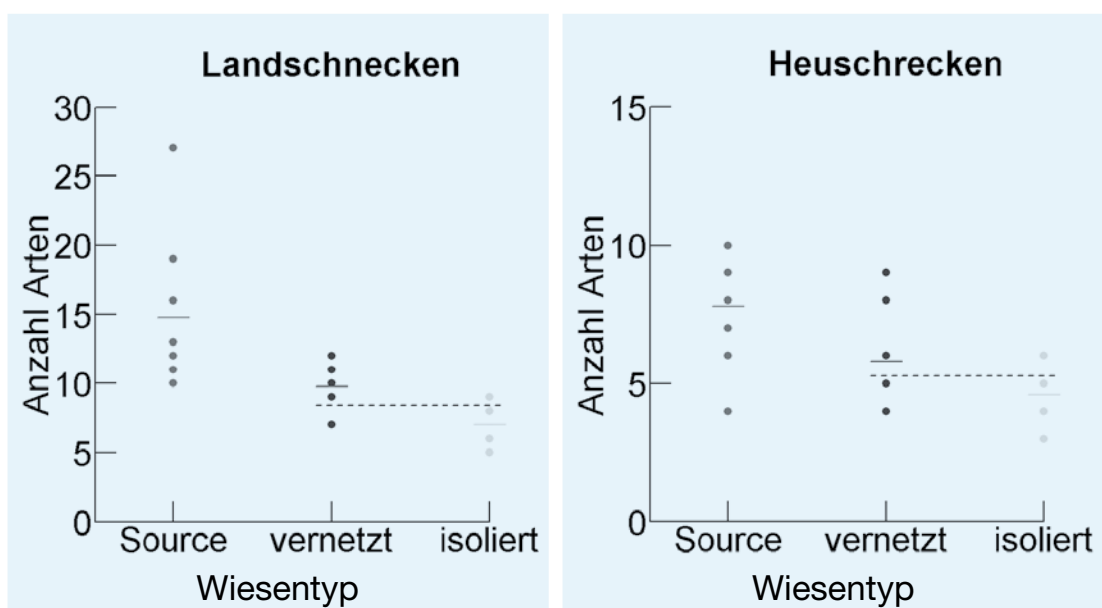
Statistik

Den Effekt der Vernetzung auf die Artenvielfalt der untersuchten Tiergruppen haben wir mit Varianzanalysen (ANOVA) ausgewertet. Zusätzlich haben wir mit Kontingenzanalysen das Vorkommen jeder einzelnen Art in Abhängigkeit der Vernetzung der Wiese untersucht.

Schnecken brauchen vernetzte Ökowieden

Insgesamt haben wir 29 Schneckenarten gefunden. Die Artenvielfalt auf den Source-Wiesen war signifikant höher als auf neu angesäten Wiesen (Abb. 4, ANOVA: $F_{1,8} = 20,2, p = 0,002$). Ein Vergleich der beiden neu angesäten Wiesen zeigte zudem, dass auf vernetzten Wiesen signifikant mehr Arten als auf isolierten vorkamen (Abb. 4, ANOVA: $F_{1,8} = 24,1, p = 0,001$). Auf dem Niveau einzelner Arten fanden wir, dass vier Arten mit einer signifikanten Wahrscheinlichkeit nur auf den Source-Wiesen vorkamen (Abb. 5). Zusätzliche vier Arten fanden wir mit einer signifikanten Wahrscheinlichkeit nur auf Source-Wiesen und vernetzten Wiesen (Abb. 5). Diese Resultate zeigen, dass die Nähe von Ökowieden zu Source-

Abb. 4. Mittlere Anzahl Arten von Landschnecken und Heuschrecken auf den drei untersuchten Wiesentypen (N = 9 pro Wiesentyp). Die mittlere Anzahl Arten auf neu angesäten Wiesen ist mit einer unterbrochenen Linie gekennzeichnet. Für beide Tiergruppen variierte die Artenvielfalt signifikant zwischen den Source-Wiesen und den neu angesäten Wiesen. Der Unterschied zwischen vernetzten und isolierten Wiesen war nur für die Vielfalt der Landschnecken signifikant.



Wiesen den Besiedlungsprozess der Wiesen durch Schnecken erleichtert. Dies ist insofern nicht erstaunlich, da Schnecken ein sehr schlechtes Ausbreitungsvermögen besitzen: Aktive Ausbreitungsdistanzen betragen bei Schnecken ein paar Meter pro Jahr (Baur 1993; Wirth *et al.* 1999). Kleine Schnecken können sich jedoch auch passiv ausbreiten, zum Beispiel über den Wind, angeheftet an einem Blatt (Baur *et al.* 1997; Fischer *et al.* 1996). In der vorliegenden Studie haben vor allem mittelgrosse bis grosse Schnecken von der Vernetzung profitiert. Es ist daher nahe liegend, dass diese Schnecken tatsächlich aktiv von der Source-Wiese in die angrenzende, neu angesäte Wiese gekrochen sind.

Auswirkungen auf Heuschreckenarten

Insgesamt haben wir 15 Heuschreckenarten gefunden. Die Artenvielfalt auf den Source-Wiesen war signifikant höher als auf neu angesäten Wiesen (Abb. 4, ANOVA: $F_{1,8} = 19,0$, $p = 0,002$). Eine Vernetzung der neu angesäten Wiese hatte keinen Effekt auf die Anzahl gefundener Arten (Abb. 4, ANOVA: $F_{1,8} = 2,7$, $p = 0,138$). Auf dem Niveau einzelner Arten konnten wir jedoch feststellen, dass drei Arten mit einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit ($p < 0,1$) nicht auf isolierten Wiesen vorkamen (Abb. 6). Weitere zwei Arten kamen mit einer signifikanten Wahrscheinlichkeit nur auf Source-Wiesen vor (Abb. 6).

Diese Resultate zeigen, dass einzelne Heuschreckenarten auch auf eine Vernetzung angewiesen sind. Dies vermutlich unter anderem deshalb, weil sich gewisse Arten nur in für sie geeignetem Habitat fortbewegen. Für solche Arten kann das Überqueren von intensiv bewirtschafteten Flächen ein Ausbreitungs-

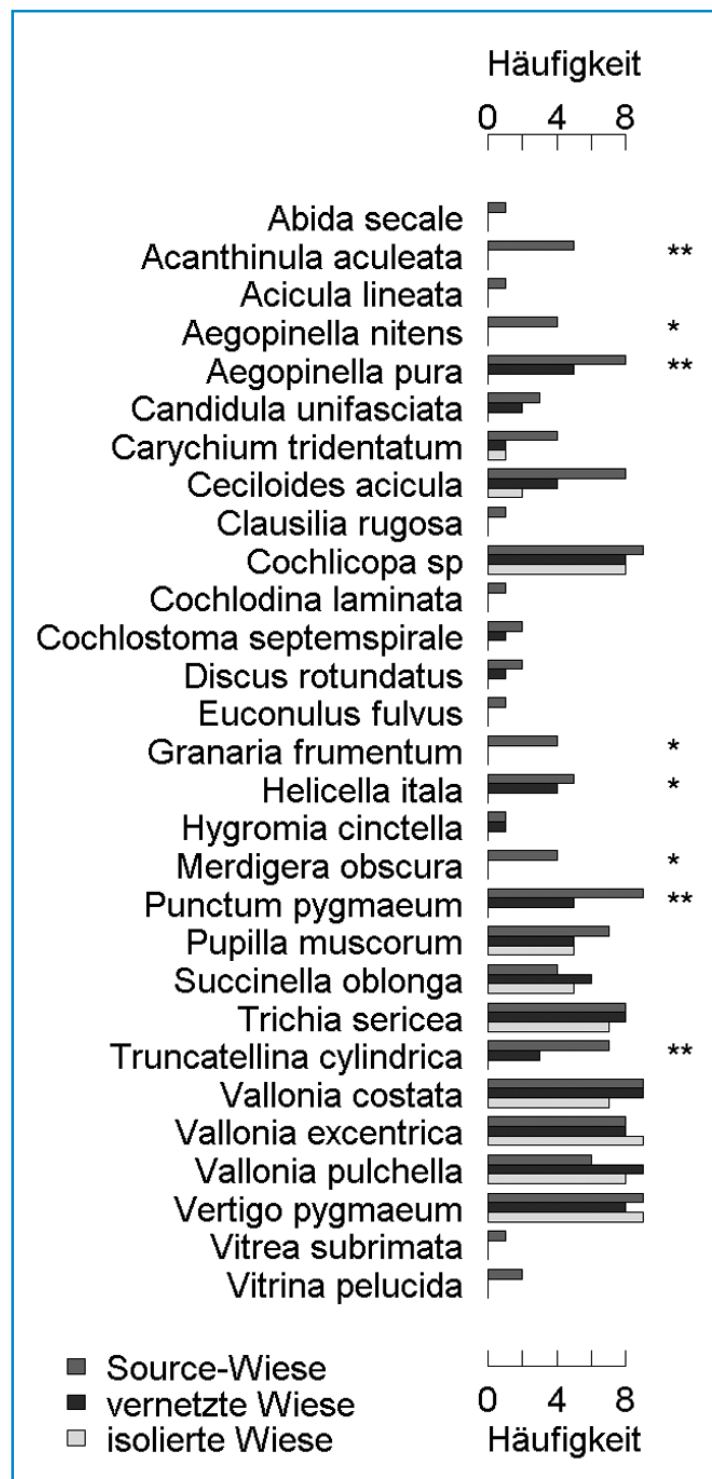


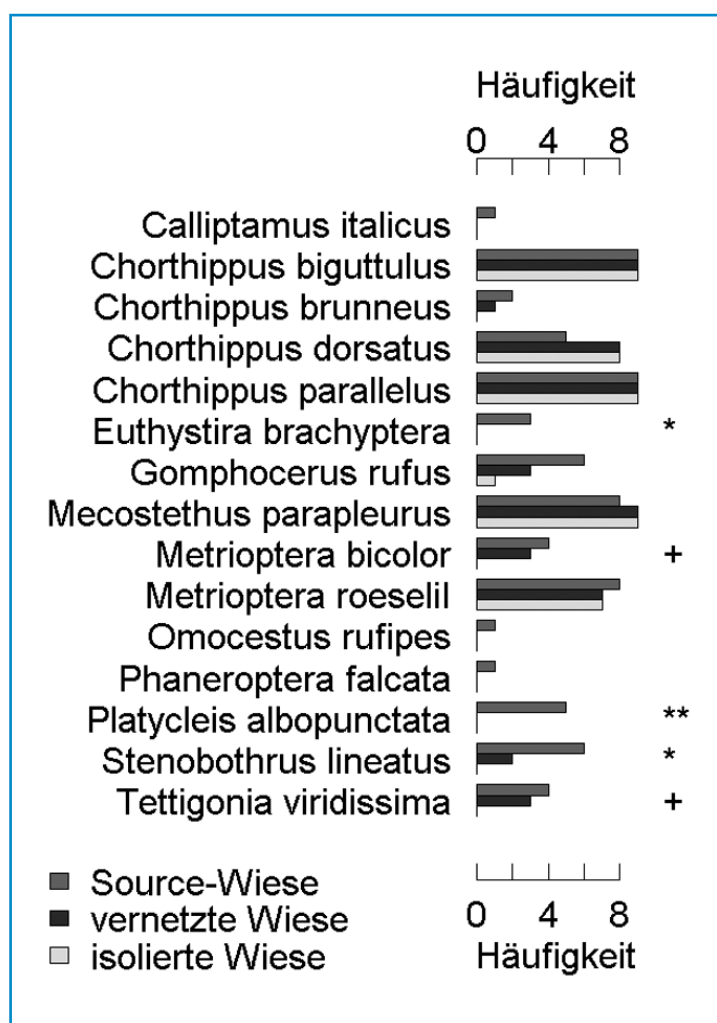
Abb. 5. Häufigkeiten mit denen die einzelnen Schneckenarten auf den drei Wiesentypen gefunden worden sind (n = 9 pro Wiesentyp). Arten, die mit einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit in einem oder zwei der drei Wiesentypen gefunden worden sind, sind rechts von den Balken gekennzeichnet (*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$).

hindernis sein. Für die Zweifarbige Beisschrecke (*Metrioptera bicolor* Abb. 2) und den Heidegrashüpfer (*Stenobothrus lineatus*) zum Beispiel ist bekannt, dass sie sich nur entlang von für sie geeigneten Habi-

taten fortbewegen (Kindvall 1999; Samietz *et al.* 1996).

Die Vernetzung dient jedoch nicht nur einer erleichterten Einwanderung, sondern auch einem temporären Ausweichen

Abb. 6. Häufigkeiten mit denen die einzelnen Heuschreckenarten auf den drei Wiesentypen gefunden worden sind (n = 9 pro Wiesentyp). Arten, die mit einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit in einem oder zwei der drei Wiesentypen gefunden worden sind, sind rechts von den Balken gekennzeichnet (+: $P < 0,1$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$).



während und nach einer Mahd. So können auch sehr mobile Arten temporär von der Vernetzung profitieren. Dies könnte der Grund sein, warum wir zum Beispiel das Grüne Heupferd (*Tettigonia viridissima*), eine ziemlich mobile Art, signifikant häufiger auf vernetzten Wiesen gefunden haben.

Bedeutung der Vernetzung bestätigt

Das Vernetzen von Ökowieisen mit bestehenden, artenreichen Extensivwiesen ist für beide Tiergruppen wichtig und beschleunigt den Besiedlungsprozess, obwohl sie sich betreffend Ausbreitungsvermögen und -technik stark unterscheiden. Zudem geben die Daten der Heuschrecken einen Hin-

weis für ein erleichtertes temporäres Ausweichen der Tiere bei einem Grasschnitt. Es ist deshalb wichtig, beim Anlegen der Ökowieisen ihre räumliche Anordnung zu berücksichtigen und sie zu vernetzen. Bereits eine Distanz von 100 m ist für einzelne Schnecken- und Heuschreckenarten offenbar zu gross, um innert weniger Jahre überwunden zu werden. Entsprechende Untersuchungen mit anderen Arten oder Artengruppen könnten dazu beitragen, Richtwerte für ÖQV-Vernetzungsprojekte zu erarbeiten. Dabei sollte zusätzlich zur Vernetzung gleicher Habitats, wie wir sie untersucht haben, auch die Vernetzung unterschiedlicher, extensiv bewirtschafteter Habitats berücksichtigt werden.

Literatur

- Baur B., 1993. Daily movement patterns and dispersal in the land snail *Arianta arbustorum*. *Malacologia* **35**, 89-98.
- Baur B., Ledergerber S. & Kothbauer H., 1997. Passive dispersal on mountain slopes: Shell shape-related differences in downhill rolling in the land snails *Arianta arbustorum* and *Arianta chamaeleon* (Helicidae). *Veliger* **40**, 84-85.
- Bundesrat, 2001. Verordnung über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft (Öko-Qualitätsverordnung, ÖQV). SR 910.14.
- Fahrig L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* **34**, 487-515.
- Fischer S.F., Poschlod P. & Beinlich B., 1996. Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology* **33**, 1206-1222.
- Forni D., Gujer H. U., Nyffenegger L., Vogel S. & Gantner U., 1999. Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme. *Agrarforschung* **6** (3), 107-110.
- Hausser J., 2005. Bestimmungsschlüssel der Gastropoden der Schweiz. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel.
- Herzog F. & Walter T., 2005. Evaluation der Ökomassnahmen – Bereich Biodiversität. Zürich, Schriftenreihe der FAL 56, 208 S.
- Kindvall O., 1999. Dispersal in a metapopulation of the bush cricket, *Metrioptera bicolor* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Journal of Animal Ecology* **68**, 172-185.
- Knop E., 2006. Effectiveness of the Swiss agri-environment scheme. Dissertation, Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Zürich, 107 S.
- Oggier P., Zschokke S. & Baur B., 1998. A comparison of three

methods for assessing the gastropod community in dry grasslands. *Pedobiologia* **42**, 348-357.

■ Peter B. & Walter T., 2001. Heuschrecken brauchen ökologische Ausgleichsflächen. *Agrarforschung* **8** (11-12), pp. 452-457.

■ Samietz J., Berger U. & Köhler G., 1996. A population vulnerability analysis of the stripe-winged grasshopper, *Stenobothrus lineatus*. Species survival in fragmented landscapes. Eds Settle J., Margules C., Poschold P. & Henle K. Kluwer academic publishers, Netherlands, 299-311.

■ Walter T., Hunziker M., Peter B. & Ward P., 2004. Threatened grasshopper species profit from ecological compensation areas. *Grassland Sciences in Europe* **9**, 234-236.

■ Wirth T., Oggier P. & Baur B., 1999. Effect of road width on dispersal and genetic population structure in the land snail *Helicella itala*. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* **8**, 23-29.

RÉSUMÉ

La biodiversité est favorisée par la mise en réseau des prairies SCE

La mise en réseau des surfaces de compensation écologique (SCE) est censée promouvoir la biodiversité dans les paysages agricoles. Toutefois, il y a relativement peu d'études empiriques qui démontrent l'efficacité de la mise en réseau. Nous avons comparé la diversité des escargots et des sauterelles dans des prairies SCE bien connectées et des prairies SCE isolées. Les prairies SCE avaient été semées quatre à six années auparavant. Les prairies connectées étaient adjacentes à des prairies permanentes extensives et riches en espèces, tandis que les prairies SCE isolées étaient entourées par des habitats non favorables dans un périmètre de 100 mètres, tels que des prairies intensives, des forêts ou des bâtiments. Nous avons trouvé plus d'espèces d'escargots dans les prairies SCE connectées que dans les prairies SCE isolées, mais il n'y avait pas de différence significative concernant les sauterelles. Les analyses au niveau des espèces individuelles ont montré pour les deux groupes que certaines espèces étaient favorisées par la connectivité des prairies SCE. Par conséquent, il est important que les prairies SCE soient proches de prairies existantes riches en espèces. Lors de la mise en place de nouvelles SCE, nous recommandons donc de tenir compte de l'arrangement spatial des paysages.

SUMMARY

Biodiversity benefits from connectedness of restoration meadows

The connectedness of ecological compensation areas (ECAs) is considered as one of the most important measures to enhance biodiversity in agricultural landscapes, but only few empirical studies exist. We compared the species diversity of land snails and grasshoppers on connected ECA meadows and on isolated ECA meadows. The investigated ECA meadows were sown on arable land four to six years ago. The connected ECA meadows were located adjacent to species rich and extensively managed meadows whereas the isolated ECA meadows were surrounded by isolation habitat, such as intensively used grassland, forest or settlements, within a perimeter of 100 meters. We found significantly more species of land snails on connected than on isolated ECA meadows, but there was no difference between the two meadow types for the species richness of grasshoppers. Analyses of individual species showed that individual species of both groups benefit from connectedness of ECA meadows. We therefore conclude that for both species groups it is important to connect ECA meadows with existing, species rich meadows and we recommend considering the spatial arrangement of the meadows when establishing new ECAs.

Key words: grassland, biodiversity, grasshoppers, land snails, habitat connectivity, ecological compensation areas