

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 18 (2018)

Artikel: Biodiversität in urbanen Wiesen und Ruderalstandorten im Kanton Basel-Stadt : Einfluss der Flächengrösse und Lebensraumzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung auf die Artenvielfalt von Pflanzen, Heuschrecken und Tagfaltern
Autor: Melliger, Ramona Laila / Rusterholz, Hans-Peter / Baur, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-813414>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Biodiversität in urbanen Wiesen und Ruderalstandorten im Kanton Basel-Stadt: Einfluss der Flächengrösse und Lebensraumzusammensetzung in der unmittelbaren Umgebung auf die Artenvielfalt von Pflanzen, Heuschrecken und Tagfaltern

RAMONA LAILA MELLIGER*, HANS-PETER RUSTERHOLZ, BRUNO BAUR

Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU), Universität Basel, St. Johannis-Vorstadt 10, CH-4056 Basel,
ramona.melliger@gmail.com, hans-peter.rusterholz@unibas.ch, bruno.baur@unibas.ch

* Korrespondenz an, ramona.melliger@gmail.com

Zusammenfassung: Die Verstädterung nimmt weltweit zu, was sich auf die lokale Biodiversität in einer Region auswirken kann. Der Kanton Basel-Stadt ist mit einem Siedlungsflächenanteil von 70,9 % der am dichtesten besiedelte Kanton in der Schweiz. Dementsprechend sind die meisten Grünflächen relativ klein und durch Strassen voneinander getrennt. Dies führt dazu, dass nicht alle in der Region vorkommenden Tier- und Pflanzenarten fähig sind, diese Standorte zu besiedeln und zu nutzen. In unserer Studie analysierten wir, ob die Flächengrösse und die prozentualen Anteile verschiedener Lebensraumtypen in der näheren Umgebung (Radius = 200 m) einen Einfluss auf die Artenvielfalt und -zusammensetzung in einer Fläche hatten. Als Datengrundlage wurden die publizierten Artenlisten der Pflanzen, Heuschrecken und Tagfalter der im Naturinventar Basel-Stadt von 2011 erfassten Wiesen und Ruderalstandorte verwendet. Wir konnten positive Arten–Areal-Beziehungen für Heuschrecken und Tagfalter in Wiesen sowie für Pflanzen und Heuschrecken in Ruderalstandorten nachweisen. Ein hoher Anteil bebauter Flächen in der näheren Umgebung der beiden Lebensraumtypen wirkte sich negativ auf die Artenvielfalt der beiden Insektengruppen aus. Ruderalflächen in der näheren Umgebung wirkten sich positiv auf die Tagfaltermultifalt von Ruderalstandorten aus. Um die hohe Artenvielfalt im Kanton Basel-Stadt zu erhalten, sollten deshalb verschiedene Pflege- und Aufwertungsmassnahmen, angepasst an die Bedürfnisse der verschiedenen Organismengruppen und der Lebensräume, angewandt werden. Unabhängig davon sollten auch grosse zusammenhängende Wiesen und Ruderalflächen erhalten und die Vernetzung zwischen den Flächen verbessert werden.

Schlüsselwörter: Verstädterung, Arten–Areal-Beziehung, Naturinventar, Basel-Stadt

Abstract: Biodiversity in urban areas: Effects of habitat size and landscape composition on the species richness of plants, grasshoppers and butterflies in meadows and ruderal sites.

Urban growth is increasing worldwide and can affect local biodiversity. The canton of Basel-Stadt is predominantly covered by residential areas (70.9%) and thus represents the most densely settled canton in Switzerland. Most green areas are relatively small and spatially isolated. Because of that not all species are able to persist in those sites. In this study, we used species lists of the natural heritage inventory from 2011 to examine the potential effects of habitat size and landscape composition in the closer surroundings (radius = 200 m) on the species richness and composition of the three taxonomic groups differing in trophic rank (plants, grasshoppers, butterflies) in both

meadows and ruderal sites. We recorded positive species–area relationships for grasshoppers and butterflies in meadows and for plants and grasshoppers in ruderal sites. The species richness of the two insect groups were negatively related to the percentage cover of sealed areas in the closer surroundings. In ruderal sites, the species richness of butterflies strongly increased with the percentage cover of other ruderal areas in the closer surroundings. To maintain a high level of biodiversity in the canton Basel-Stadt, management strategies should be based on the requirements of species of different taxonomic groups and from different habitat types. Notwithstanding the above, large continuous meadows and ruderal sites should be maintained and the connectivity among them should be improved.

Key words: Urbanisation, Species–area relationships, Orthoptera, Lepidoptera, Nature conservation, Basel-Stadt

Einleitung

Weltweit leben immer mehr Menschen in Städten und deren Vororten (United Nations 2014). Die flächenmässige Ausbreitung städtischer Gebiete führt zu einer Veränderung der verschiedenen Lebensräume sowohl in der Stadt als auch in ihrem Umfeld (Grimm et al. 2008). Die zunehmende Verstädterung kann sich auf unterschiedliche Art und Weise auf die Vielfalt der einheimischen Flora und Fauna auswirken. Der hohe Anteil an versiegelten Flächen führt dazu, dass Städte wärmer und trockener sind als das ländliche Umland (Grimm et al. 2008). Dieser sogenannte Wärmeinseleffekt, verbunden mit weiteren Faktoren wie Lärm, Luft- und Lichtverschmutzung, Stickstoffeintrag und Störung durch Erholungsnutzung, kann die Qualität der urbanen Lebensräume markant verändern und ihre Eignung für verschiedene Arten beeinflussen (McKinney 2002, Kowarik 2011). Dennoch können Städte eine bemerkenswert hohe Artenvielfalt aufweisen (Godefroid und Koedam 2007), welche oft diejenige in der angrenzenden ländlichen Gegend übertrifft (Kühn et al. 2004, Wania et al. 2006). Dieser Artenreichtum kann durch das Vorkommen von nicht einheimischen Arten und Generalisten, welche an ein breites Spektrum von Umweltbedingungen angepasst sind, sowie durch die hohe kleinräumige Struktur- und Nutzungsvielfalt in Städten erklärt werden (Niemelä 1999, Wania et al. 2006).

Wiesen und Ruderalstandorte gehören zu den artenreichsten Lebensräumen in Städten. Sie beherbergen viele seltene und gefährdete Tier- und Pflanzenarten, deren ursprüngliche Lebensräume in den letzten Jahrzehnten stark dezimiert und/oder zerstört worden sind (Muratet et al. 2007, Albrecht und Haider 2013), und weisen deshalb einen grossen Naturschutzwert auf (Öckinger et al. 2009, Fischer et al. 2013). Wiesen und Ruderalstandorte unterscheiden sich jedoch wesentlich in ihrer Entwicklungsgeschichte, in den abiotischen Umweltfaktoren (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Nährstoffe) sowie in der Bewirtschaftung (Kowarik 2011) und dadurch in ihrer Artenzusammensetzung. Urbane Wiesen sind oft Restflächen von ehemals grossen zusammenhängenden Graslandschaf-

ten. Die Mahd stellt zwar eine regelmässig auftretende, aber eher mässige Störung für die darin lebenden Tiere und Pflanzen dar. Im Gegensatz dazu sind Arten in Ruderalstandorten auf unregelmässig auftretende intensive Störung angewiesen, damit offene vegetationsfreie Stellen erhalten bleiben und die Vegetationsentwicklung nicht fortschreitet (Wittig 2002). Beispiele für Ruderalstandorte im Siedlungsraum sind ungenutzte beziehungsweise brachgefallene Grundstücke sowie wenig genutzte oder still gelegte Bahnareale (Wittig 2002).

In der Nordwestschweiz hat die Siedlungsfläche in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen (von 1982 bis 2005/07: Siedlungsflächen +20,0 %, versiegelte Flächen +26,0 %; Bundesamt für Statistik 2017). Der Kanton Basel-Stadt ist mit einem Siedlungsflächenanteil von 70,9 % und einer Siedlungsfläche von 139 m² pro Einwohner der am dichtesten besiedelte Kanton der Schweiz (Bundesamt für Statistik 2017). Als Folge davon sind viele der Wiesen und Ruderalstandorte im Kanton vergleichsweise klein und isoliert. Dies führt dazu, dass nicht alle in der Region vorkommenden Tier- und Pflanzenarten fähig sind, diese Standorte zu besiedeln und zu nutzen. Organismengruppen wie Herbivoren und Prädatoren reagieren oft stärker auf Flächenverluste als Pflanzen, die als Produzenten einer niedrigeren Stufe der Nahrungskette angehören (Steffan-Dewenter 2003, van Noordwijk et al. 2015).

Frühere Studien haben gezeigt, dass der Anteil verschiedener Lebensräume in der näheren Umgebung von Wiesen und Ruderalstandorten entscheidend dafür ist, welche Arten diese besiedeln können (Lizée et al. 2012, Öckinger et al. 2012). So können Grünstreifen als Ausbreitungskorridore dienen (Ricketts 2001, Baum et al. 2004) und/oder eine zusätzliche Ressource darstellen (Dunning et al. 1992). Es ist deshalb wichtig, dass Studien, welche den Einfluss der Verstädterung auf die Biodiversität untersuchen, gleichzeitig verschiedene Organismengruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen an ihren Lebensraum berücksichtigen.

Für unserer Studie verwendeten wir die Artenlisten des Naturinventars des Kantons Basel-Stadt (Reisner et al. 2011), um den Einfluss der

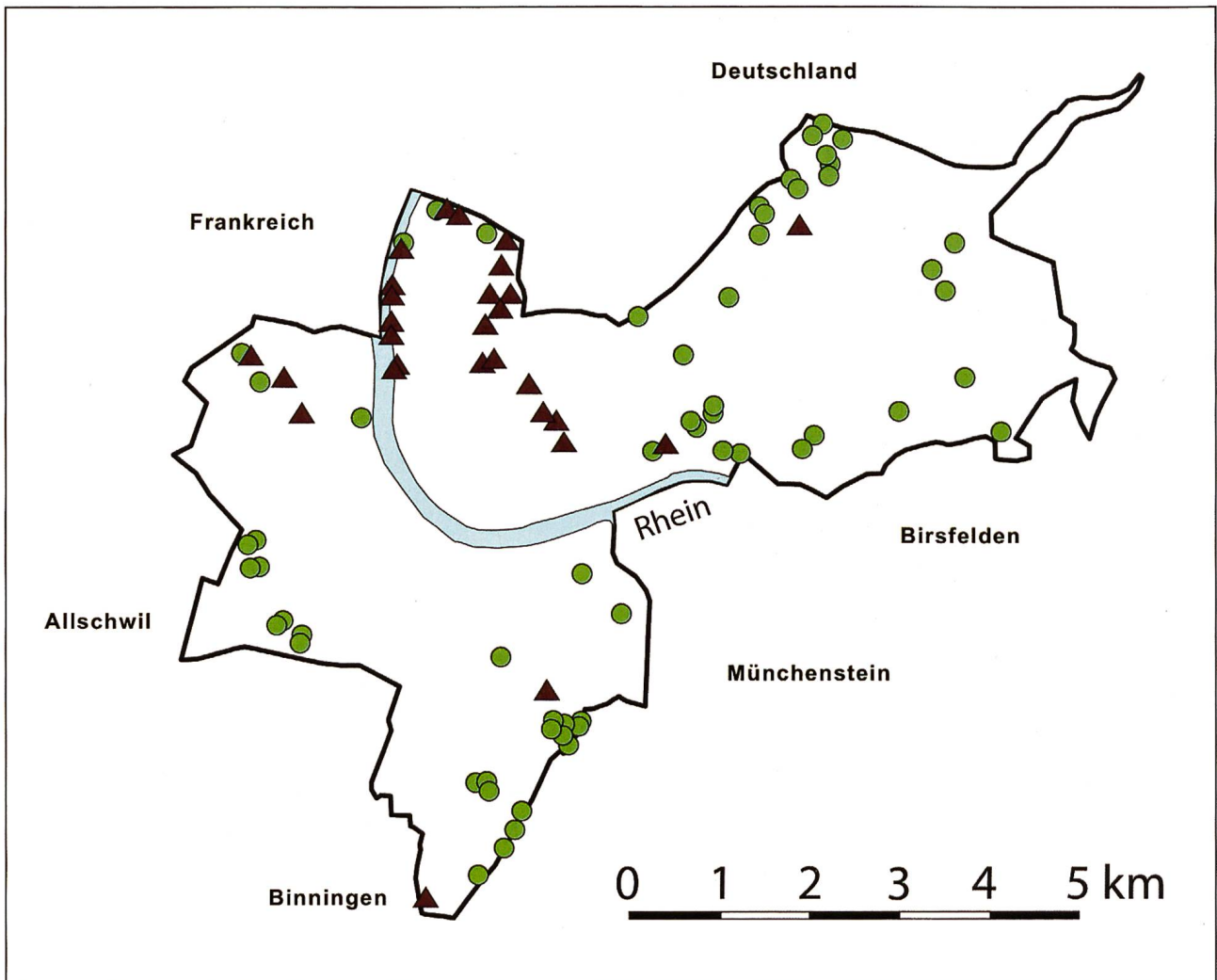


Abb. 1: Lage der untersuchten Wiesen (Kreise) und Ruderalflächen (Dreiecke) im Kanton Basel-Stadt.

Grösse von Wiesen und Ruderalstandorten sowie der Lebensraumzusammensetzung im näheren Umfeld auf die Artenvielfalt von Pflanzen, Heuschrecken und Tagfaltern zu untersuchen. Die drei Organismengruppen gehören verschiedenen Stufen der Nahrungskette an und sollten daher unterschiedlich auf die Auswirkungen der zunehmenden Verstädterung reagieren.

Wir testeten die folgenden beiden Hypothesen:

Die Anzahl der Pflanzen-, Heuschrecken- und Tagfalterarten nimmt mit der Flächengrösse der Wiesen und Ruderalstandorte zu. Diese positive Arten-Areal-Beziehung ist bei den Heuschrecken und Tagfaltern deutlicher ausgeprägt als bei den Pflanzen.

Ein hoher Anteil an bebauten Flächen in der näheren Umgebung der Wiesen und Ruderal-

standorte wirkt sich negativ auf die Artenvielfalt bei allen drei Organismengruppen aus. Im Gegensatz dazu reagieren die drei Gruppen unterschiedlich auf den Anteil verschiedener Grünflächen (Landwirtschaftsflächen, weitere Ruderalflächen, Wälder, Gärten, Rasenflächen, Parks) in der näheren Umgebung.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet

Die Studie wurde im Kanton Basel-Stadt (Stadt Basel und in den zwei Gemeinden Riehen und Bettingen) durchgeführt. Die Siedlungsfläche beträgt 26,3 km² des 37 km² umfassenden Kantons (70,9 %; Statistisches Amt des Kanton

Basel-Stadt 2017). Landwirtschaftliche Flächen (Ackerland, Wiesen, Weiden, Obstgärten, Reben) und Wälder stellen mit 4,5 km² (12,1 %) resp. 4,4 km² (11,7 %) die häufigsten Grünflächen im Kantonsgebiet dar. Der Anteil an unproduktiven Flächen, zu denen die Ruderalstandorte gezählt werden, ist mit 1,7 km² (4,5 %) vergleichsweise gering (Statistisches Amt des Kantons Basel-Stadt 2017).

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge in der Region Basel beträgt 842 mm und die jährliche Durchschnittstemperatur 10,5 °C (Aufnahmen von 1982 bis 2010; MeteoSchweiz 2017).

Artenlisten und Sammelmethode

Für unsere Studie verwendeten wir die Artenlisten der Pflanzen, Heuschrecken und Tagfalter der Wiesen und Ruderalstandorte des Naturinventars des Kantons Basel-Stadt (Reisner et al. 2011). Dieses wurde in den Jahren 2008 bis 2011 von der Stadtgärtnerei Basel in Zusammenarbeit mit zahlreichen Experten erstellt und hatte zum Ziel, die schützenswerten Naturobjekte des Kantons flächendeckend zu erfassen.

Von den im Naturinventar untersuchten Lebensraumtypen fokussierten wir uns auf Wiesen und Ruderalstandorte (Abb. 1), weil diese wichtige Habitate für viele Pflanzen-, Heuschrecken- und Tagfalterarten darstellen. Zudem kommen die beiden Lebensraumtypen relativ häufig im Kanton vor. Verschiedene Ausprägungen von Wiesen und Ruderalstandorten wurden im Naturinventar erfasst. So zählten zu den «Wiesen»

neben landwirtschaftlich genutzten Wiesen und Weiden auch Scherrasen, Böschungen und Bahndämme. Der Begriff «Ruderalstandorte» umfasste neben den Kiesfluren der Industrie- und Bahnanlagen auch die Bermen den Flüssen entlang sowie die Trittsfluren (Reisner et al. 2011; Geoviewer Basel-Stadt: www.stadtplan.bs.ch/geoviewer/).

Um eine möglichst hohe Anzahl an Arten in den Untersuchungsflächen nachweisen zu können, wurden die Sammelmethode von Experten für die drei Organismengruppen an die Besonderheiten der beiden Lebensräume angepasst. Die Erhebung der Pflanzendaten erfolgte durch langsames Abschreiten der Untersuchungsfläche. Der Zeitaufwand pro Fläche war proportional zu deren Grösse. In den Wiesen wurde jeweils eine Vegetationsaufnahme zwischen Mai und Juni durchgeführt. Wegen der unterschiedlich ausgeprägten Frühlings- und Hochsommeraspekte wurde die Vegetation der Ruderalstandorte zweimal erfasst (im April–Mai und Juni–August). Um die Anzahl Heuschrecken- und Tagfalterarten zu ermitteln, wurden entlang von Begehungsrouten, so genannten Transekten, die Untersuchungsflächen abgescritten und jede neu erkannte Art wurde protokolliert. Die Begehungsrouten kann als fünf Meter breites Band betrachtet werden, welches so angelegt wurde, dass alle vorhandenen Geländestrukturen und Vegetationsbestände abgedeckt waren. Zur Vervollständigung der Artenlisten der Heuschrecken wurde zusätzlich ein Ultraschalldetektor eingesetzt. Dieses Gerät ermöglicht eine akustische Erfassung der versteckt lebenden und

Tab 1: Einfluss der Grösse von Wiesen und Ruderalstandorten sowie der prozentualen Anteile von bebauten Flächen und Ruderalflächen in der unmittelbaren Umgebung (Radius = 200 m) auf die Anzahl Pflanzen-, Heuschrecken- und Tagfalterarten in einer Fläche. Die prozentualen Anteile an Landwirtschaftsflächen, städtischen Grünflächen, Wäldern und Gewässern hatten keinen Einfluss auf die Artenvielfalt der drei Organismengruppen. N = Anzahl untersuchte Standorte.

	Wiesen			Ruderalstandorte		
	Pflanzen (N = 60)	Heuschrecken (N = 58)	Tagfalter (N = 52)	Pflanzen (N = 28)	Heuschrecken (N = 25)	Tagfalter (N = 19)
Flächengrösse (log transformiert)	–	↑	↑	↑	↑	–
Bebaute Flächen (%)	–	↓	↓	–	↓	–
Ruderalflächen (%)	–	–	↓	–	–	↑

↑ = positiver Effekt (P < 0,05)

↓ = negativer Effekt (P < 0,05)

– = kein Effekt (P ≥ 0,05)

hochfrequent stridulierenden Arten. Bei den Tagfaltern ergänzten Beobachtungen von Eiern und Raupen im Herbst und Winter die Artenlisten. Eine ausführliche Beschreibung der Sammlungsmethoden für die drei Organismengruppen ist in Reisner et al. (2011) zu finden.

Die Wahl und Zahl der Untersuchungsflächen sowie die Erhebung der Arten wurden von den Experten für jede Gruppe getrennt durchgeführt. Die Anzahl Untersuchungsflächen der Pflanzen war dabei deutlich grösser als jene der Heuschrecken und Tagfalter. In unserer Studie verwendeten wir deshalb nur diejenigen Untersuchungsflächen, welche grossflächig mit denjenigen der Heuschrecken (88 % der Flächen) oder Tagfalter (81 %) überlappten. In 61 % der Standorte wurden bei allen drei Organismengruppen die Arten erfasst.

Anteil verschiedener Lebensraumtypen

Wir verwendeten die Bodenbedeckungslayer der amtlichen Vermessung von Basel-Stadt, Basel-Landschaft und Baden-Württemberg (Geoportal Kanton Basel-Stadt 2014, Geo BL 2014, Geoportal Baden-Württemberg 2014), um die Flächen der verschiedenen Lebensraumtypen in der näheren Umgebung der untersuchten Wiesen und Ruderalstandorte zu bestimmen. Um den Mittelpunkt jeder Untersuchungsfläche legten wir einen Kreis mit einem Radius von 200 m und bestimmten den prozentualen Anteil an bebauten Flächen (Gebäude und Strassen), Landwirtschaftsflächen (inkl. Wiesen), Ruderalflächen,

städtischen Grünflächen (Parkanlagen, Gärten etc.) und Wäldern und Gewässern in diesem Kreis (ESRI 2014; Abb. 2).

Datenanalyse

Die Auswertungen wurden für jede Organismengruppe sowie für Wiesen und Ruderalstandorte getrennt durchgeführt. Die jeweiligen Stichprobengrössen sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Lineare Modelle wurden verwendet, um zu testen, ob die Anzahl Arten linear mit der Flächengrösse der Wiesen oder Ruderalstandorte zunimmt und somit eine positive Arten–Areal-Beziehung besteht. Generalisierte Modelle (GLM) wurden benutzt, um neben dem Effekt der Fläche auch den Einfluss des prozentualen Anteils der verschiedenen Lebensraumtypen (in einem Umkreis von 200 m) auf die Artenvielfalt der drei Organismengruppen in den Untersuchungsflächen zu überprüfen. Mittels multivariater Analysemethoden wurde der Einfluss der Flächengrösse und Form (Umfang/Flächen-Verhältnis) der Wiesen und Ruderalstandorte sowie der Anteil der verschiedenen Lebensraumtypen in der näheren Umgebung auf die Artenzusammensetzung der drei Organismengruppen untersucht. Für unsere Auswertungen verwendeten wir das Statistikprogramm R. Nachfolgend wird von einem signifikanten Einfluss gesprochen, wenn die statistische Datenanalyse eine Irrtumswahrscheinlichkeit ergab, die kleiner als 5 % war ($P < 0,05$).

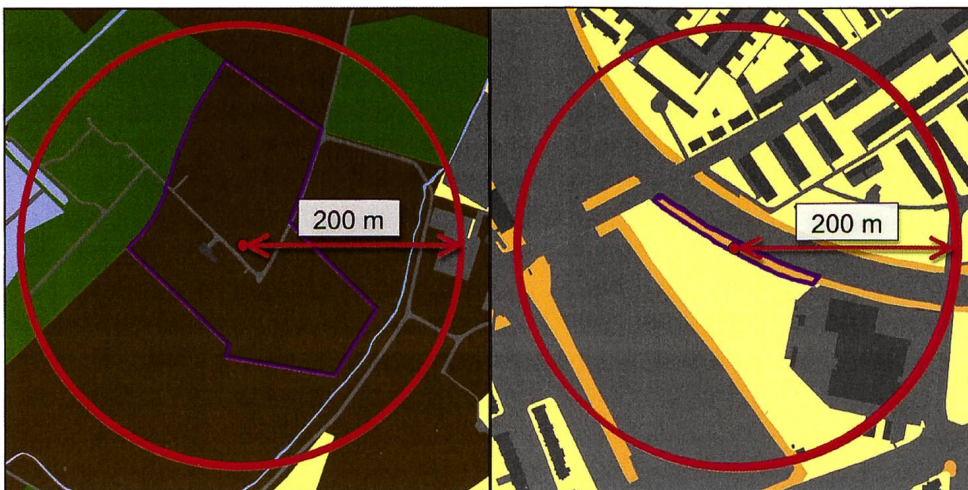


Abb. 2: Grafische Darstellung der Erfassung der prozentualen Anteile verschiedener Lebensraumtypen in der näheren Umgebung einer violett umrandeten Untersuchungsfläche (Radius = 200 m): Bebaute Flächen (dunkelgrau), Landwirtschaftsflächen (braun), Ruderalflächen (orange), städtische Grünflächen (gelb), Wälder (grün) und Gewässer (blau).

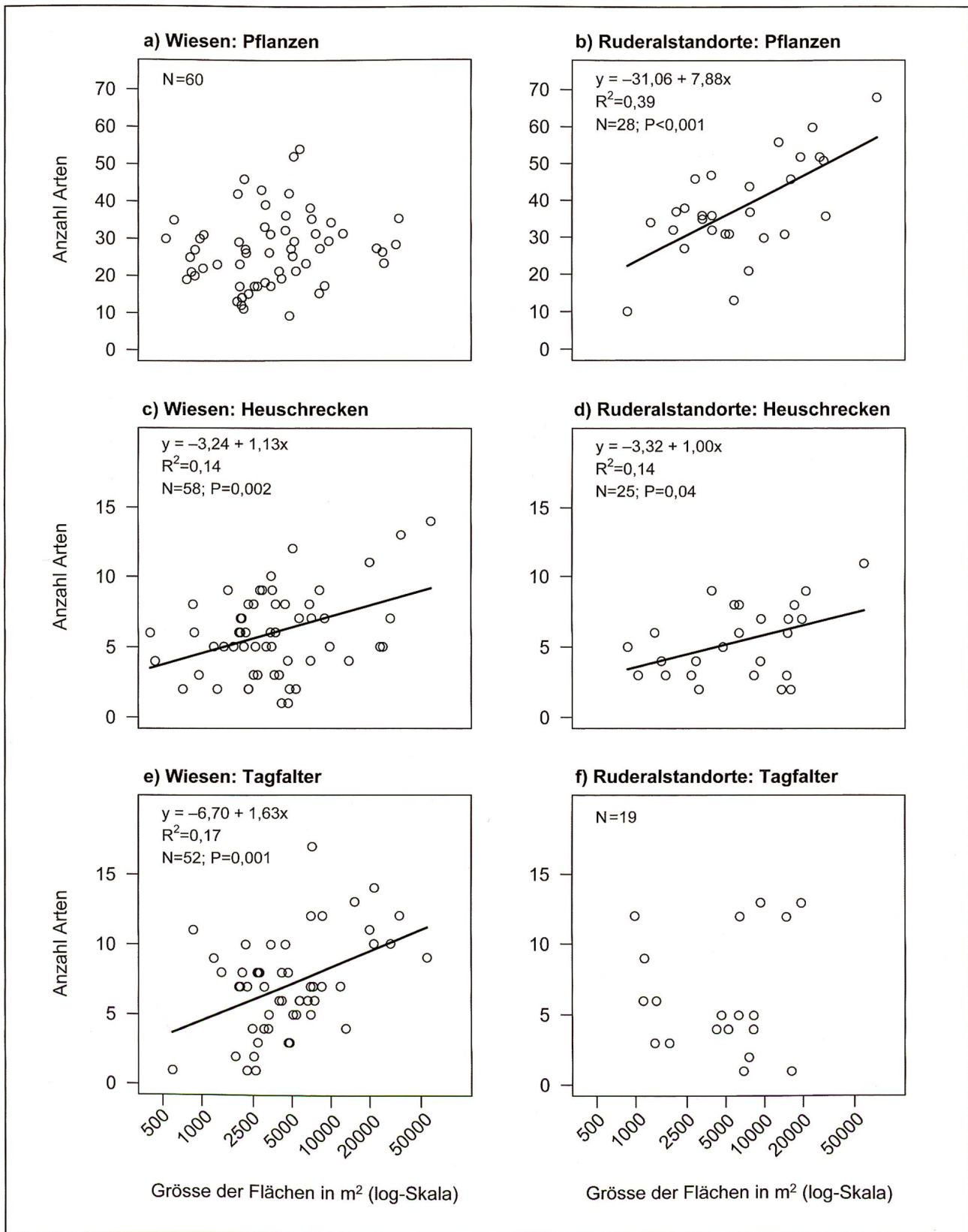


Abb. 3: Beziehung zwischen Flächengrösse und Anzahl Pflanzen-, Heuschrecken- und Tagfalterarten in Wiesen und Ruderalstandorten. Bei den signifikanten Ergebnissen der linearen Modelle ($P < 0,05$) ist die Zunahme der Artenzahl mit der Flächengrösse durch Linien dargestellt.

Resultate

Im Naturinventar wurden insgesamt 394 Pflanzenarten in den 88 untersuchten Flächen nachgewiesen. Davon kamen 306 Arten in Wiesen ($26,7 \pm 1,3$ Arten pro Wiese; Mittelwert \pm Standardfehler) und 246 Arten in den Ruderalstandorten vor ($38,2 \pm 2,5$ Arten pro Standort). Vierundvierzig dieser 394 Pflanzenarten (11,2 %) werden in der Roten Liste der Schweiz als gefährdet oder potentiell gefährdet aufgeführt (Bornand et al. 2016). Zum Vergleich dazu sind schweizweit 41,5 % aller Pflanzenarten als gefährdet oder potentiell gefährdet eingestuft (Bornand et al. 2016).

Bei den Heuschrecken wurden insgesamt 25 Arten in den 83 untersuchten Flächen des Naturinventars nachgewiesen. Von diesen wurden 21 Arten in Wiesen ($6,0 \pm 0,4$ Arten pro Wiese) und 19 Arten in Ruderalstandorten ($5,4 \pm 0,5$ Arten pro Standort) festgestellt. Fast die Hälfte der im Inventar erfassten Heuschreckenarten gelten in der Schweiz als gefährdet oder potentiell gefährdet (11 Arten resp. 44,0 %). In der gesamten Schweiz sind 53,3 % als gefährdet oder potentiell gefährdet eingestuft (Monnerat et al. 2007).

Vierundvierzig Tagfalterarten wurden in den 71 untersuchten Standorten des Naturinventars aufgefunden. Davon kamen 38 Arten in Wiesen ($7,1 \pm 0,5$ Arten pro Wiese) und 32 Arten in Ruderalstandorten ($6,3 \pm 1,0$ Arten pro Standort) vor. Neun der 44 nachgewiesenen Tagfalterarten (20,5 %) gelten in der Schweiz als gefährdet oder potentiell gefährdet. In der gesamten Schweiz sind 52,7 % aller Tagfalterarten gefährdet oder potentiell gefährdet (Wermeille et al. 2014).

Einfluss auf die Artenvielfalt

Die Anzahl der Heuschreckenarten und diejenige der Tagfalterarten nahmen mit der Flächengrösse der Wiesen zu (Abb. 3c, e; Tabelle 1). Hingegen konnte kein Einfluss der Wiesengrösse auf die Pflanzenvielfalt festgestellt werden (Abb. 3a; Tabelle 1). Bei den Ruderalstandorten nahm die Anzahl der Pflanzen- und Heuschreckenarten mit der Grösse der Fläche zu

(Abb. 3b, d; Tabelle 1). Im Gegensatz dazu hatte die Grösse der Ruderalstandorte keinen Einfluss auf die Anzahl der vorkommenden Tagfalterarten (Abb. 3f; Tabelle 1).

Der prozentuale Anteil von verschiedenen Lebensraumtypen in der Umgebung wirkte sich unterschiedlich auf die Artenvielfalt der Pflanzen, Heuschrecken und Tagfalter in Wiesen und Ruderalstandorten aus. Ein hoher Anteil von bebauten Flächen in einem Umkreis von 200 m reduzierte die Artenvielfalt der Heuschrecken und Tagfalter in Wiesen sowie die Anzahl Heuschreckenarten in Ruderalstandorten (Tabelle 1). Der prozentuale Anteil von weiteren Ruderalflächen in der näheren Umgebung wirkte sich positiv auf die Artenvielfalt der Tagfalter in den untersuchten Ruderalstandorten aus, jedoch negativ auf die Tagfaltermultifalt in Wiesen (Tabelle 1). Die prozentualen Anteile von Landwirtschaftsflächen, städtischen Grünflächen, Wäldern und Gewässern im näheren Umfeld hatten jedoch keinen Effekt auf die Artenvielfalt der Heuschrecken und Tagfalter, weder in Wiesen noch in Ruderalflächen. Im Gegensatz zu den beiden Insektengruppen hatten die prozentualen Anteile der verschiedenen Lebensräume in der Umgebung keinen Einfluss auf die Artenvielfalt der Pflanzen in Wiesen und Ruderalstandorten (Tabelle 1).

Einfluss auf Artenzusammensetzung

Die Form der untersuchten Wiesen (Umfang/Flächen-Verhältnis) und die prozentualen Anteile an bebauten Flächen und Wäldern in der näheren Umgebung beeinflussten die Artenzusammensetzung bei allen drei Organismengruppen (Abb. 4). Die Artenzusammensetzung der Pflanzen wurde zusätzlich noch durch den prozentualen Anteil von Gewässern in der Umgebung beeinflusst (Abb. 4a) und jene der Heuschrecken und Tagfalter durch die Wiesengrösse und den prozentualen Anteil von Landwirtschaftsflächen und städtischen Grünflächen (Abb. 4c, e).

Bei Ruderalstandorten hatten deren Grösse und Form sowie der prozentuale Anteil von weiteren Ruderalflächen in der näheren Umgebung einen Einfluss auf die Artenzusammensetzung

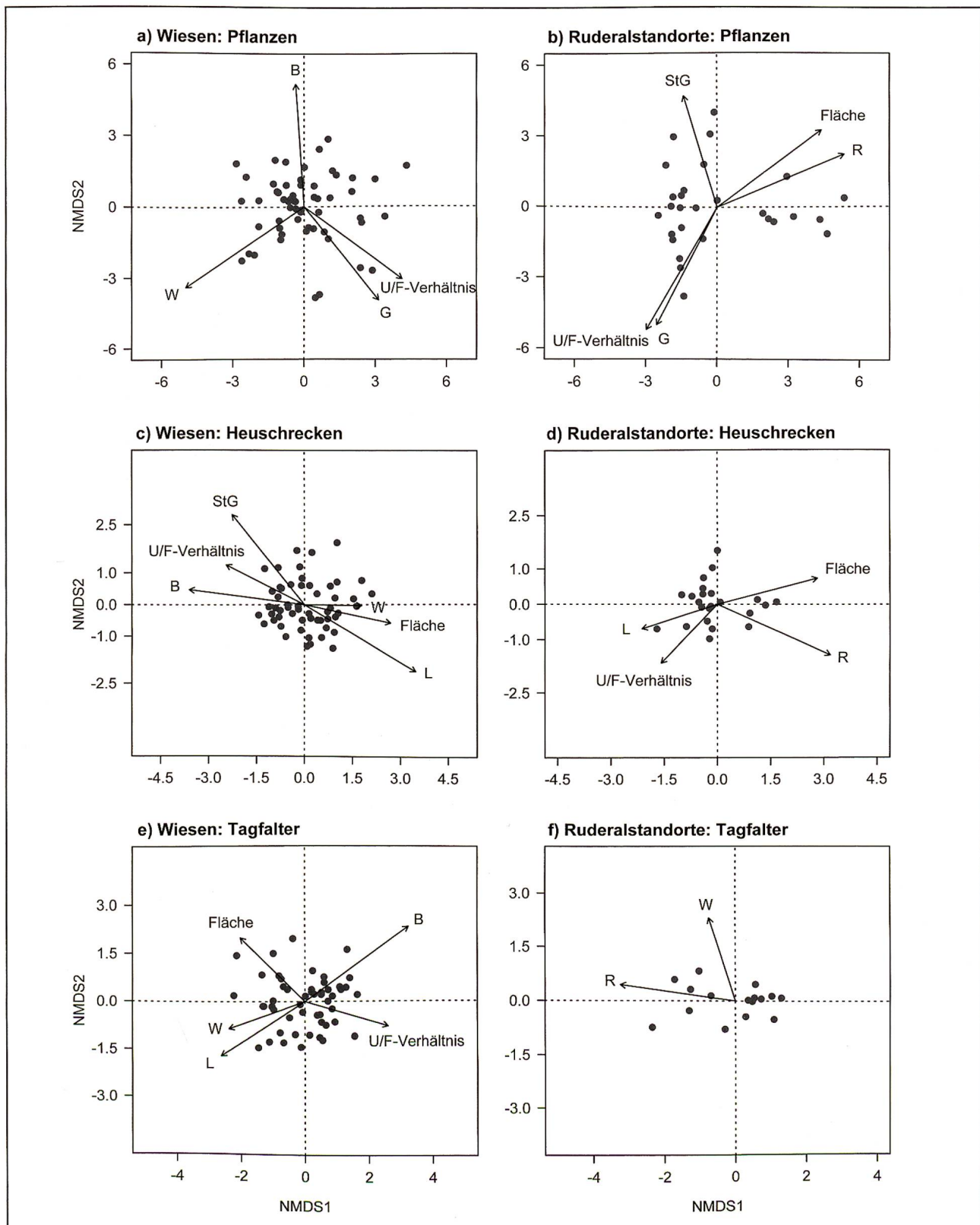


Abb. 4: Ergebnisse der multivariaten Analysen. Pfeile zeigen signifikante Effekte der Grösse und Form (Umfang/Flächen-Verhältnis) der Wiesen (a, c, e) und Ruderalstandorte (b, d, f) sowie des Flächenanteils von sechs Lebensraumtypen auf die Artenzusammensetzung von Pflanzen (a, b), Heuschrecken (c, d) und Tagfaltern (e, f). Bebaute Flächen (B), Landwirtschaftsflächen (L), Ruderalflächen (R), Städtische Grünflächen (StG), Wälder (W), Gewässer (G).

sowohl bei den Pflanzen als auch bei den Heuschrecken. Die Artenzusammensetzung der Pflanzen wurde zudem durch den prozentualen Anteil von städtischen Grünflächen und Gewässern und jene der Heuschrecken durch den prozentualen Anteil von Landwirtschaftsflächen in der unmittelbaren Umgebung beeinflusst (Abb. 4b, d). Bei den Tagfaltern hatten der prozentuale Anteil der Ruderalflächen und Wälder in der näheren Umgebung einen Effekt auf deren Artenzusammensetzung in der untersuchten Fläche (Abb. 4f).

Diskussion

Arten–Areal-Beziehung

Die Anzahl Arten, die ein Lebensraum beherbergen kann, steht oft in engem Zusammenhang mit dessen Grösse (die sogenannte Arten–Areal-Beziehung). Wir erwarteten deshalb, dass die Artenvielfalt der drei untersuchten Organismengruppen mit der Grösse der Wiesen und Ruderalstandorte zunimmt. Während dies bei den Heuschrecken und Tagfaltern in den Wiesen und bei den Pflanzen und Heuschrecken in den Ruderalflächen der Fall war, konnten wir keinen Flächeneffekt auf die Pflanzenvielfalt in Wiesen und auf die Tagfaltermultivität in Ruderalstandorten feststellen. Unsere Hypothese, dass der Einfluss der Flächengrösse auf die Anzahl Arten ausgeprägter ist bei Heuschrecken und Tagfaltern, die sich auf einer höheren Stufe der Nahrungskette befinden als Pflanzen, konnte somit nur für den Lebensraum Wiese bestätigt werden.

Das Fehlen einer Arten–Areal-Beziehung bei den Pflanzen in Wiesen kann durch die Qualität (Nährstoff- und Feuchtigkeitsgehalt) und Bewirtschaftungsform des Grünlands erklärt werden. Ein Grossteil der untersuchten Wiesen ist relativ nährstoffreich als Folge des Düngereintrages durch die Luft und durch Hundekot/-urin in Städten. Durch das regelmässige Mähen weisen Wiesen zudem eine dichte und homogene Vegetationsstruktur auf. Die Pflanzenarten dieser Wiesen sind an hohe Nährstoffverhältnisse angepasst und sehr konkurrenzstark. Eine Besiedlung dieser Wiesen durch neue Arten ist deshalb erschwert, falls sie nicht an ähnlich hohe

Nährstoffverhältnisse angepasst sind. Zudem verhindert der geringe Anteil vegetationsfreier Stellen eine Besiedlung unabhängig von der Grösse der Wiesen.

Aufgrund ihrer Bindung an andere Arten weisen Tagfalter und Heuschrecken im Vergleich zu Pflanzen einen komplexeren Lebenszyklus auf. Wir erwarteten deshalb, dass die Arten–Areal-Kurve bei beiden Gruppen steiler ansteigt als bei den Pflanzen. Diese Annahme konnte jedoch nur für die Arten in Wiesen, nicht aber in Ruderalflächen bestätigt werden. Ein möglicher Grund für dieses unerwartete Ergebnis könnte sein, dass die Lebensraumqualität (Thomas et al. 2001) und die Vielfalt an Mikrohabitaten (Báldi 2008) einen grösseren Einfluss auf die Artenvielfalt in Ruderalstandorten hat als die Fläche an sich (Lizée et al. 2012).

Lebensraumzusammensetzung in der Umgebung

Verschiedene Lebensräume in der näheren Umgebung einer Untersuchungsfläche können den negativen Einfluss der kleinen Fläche auf die Artenvielfalt entweder verstärken oder abschwächen, indem sie beispielsweise den Austausch von Individuen zwischen Populationen fördern bzw. verhindern (Godefroid und Koedam 2007, Öckinger et al. 2009, Lizée et al. 2012). Wir nahmen deshalb an, dass sich ein hoher Bebauungsgrad in der näheren Umgebung negativ auf die Anzahl Arten in Wiesen und Ruderalflächen auswirkt (Hypothese 2). Dies traf jedoch nur bei den Heuschrecken und Tagfaltern zu. Der Effekt war zudem deutlich stärker in Wiesen als in Ruderalstandorten, was teilweise durch die unterschiedliche Lage der beiden Lebensraumtypen erklärt werden kann. Während die untersuchten Wiesen über das ganze Kantonsgebiet verteilt sind, befinden sich die meisten Ruderalstandorte im nördlichen Teil der Stadt Basel (Abb. 1). Der prozentuale Anteil an bebauten Flächen um die Ruderalstandorte war deshalb im Allgemeinen grösser und ähnlicher als um die Wiesen. Zudem sind viele Arten in Ruderalflächen besser an die klimatischen Bedingungen von Städten angepasst, da sie ein warmes und trockenes Klima bevorzugen.

Entgegen unseren Erwartungen hatte der prozentuale Anteil bebauter Flächen keinen Einfluss auf die Artenvielfalt der Pflanzen. Mögliche Gründe hierfür könnten die Beschaffenheit der Strassen und Anordnung der verschiedenen Lebensraumtypen sein. So stellen Kieswege eine weniger starke Barriere für gewisse Arten dar als asphaltierte Strassen (Godefroid et al. 2007). Auch können schmale Grünstreifen entlang von Strassen als Ausbreitungskorridore dienen und somit als Vernetzungselemente die Pflanzenvielfalt in einem dicht bebauten Gebiet fördern (Tikka et al. 2001, Fischer et al. 2006). Dieser Punkt könnte auch erklären, weshalb keine der untersuchten Grünflächentypen (Landwirtschaftsflächen, weitere Ruderalflächen, städtische Grünflächen, Wälder) einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl Pflanzenarten in Wiesen und Ruderalflächen hatte.

Bei Tagfaltern beeinflusste nur der prozentuale Anteil an weiteren Ruderalflächen die Anzahl Arten in Wiesen und Ruderalstandorten signifikant (Tabelle 1). Bei den Ruderalstandorten nahm die Vielfalt der Tagfalter mit zunehmendem Anteil an weiteren Ruderalflächen in der näheren Umgebung zu, während überraschenderweise die Anzahl Tagfalterarten in Wiesen mit zunehmendem Anteil an Ruderalflächen in der Umgebung abnahm. Dieses Ergebnis könnte eine mögliche Erklärung dafür sein, dass wir keine Arten–Areal-Beziehung bei Tagfaltern in Ruderalstandorten nachweisen konnten. Einige Tagfalterarten dürften Ressourcen, welche im untersuchten Standort nicht vorkamen, in den umliegenden Ruderalflächen erwerben, wodurch auch in kleinen Ruderalstandorten eine hohe Tagfaltermultifalt entstehen kann.

Artenzusammensetzung

Die Grösse und die Anteile der verschiedenen Lebensräume in der näheren Umgebung einer Fläche beeinflussen beide nicht nur die vorhandene Artenvielfalt, sondern spielen auch eine Rolle, welche Arten die untersuchte Fläche besiedeln können. Wird der Einfluss der Grösse und Form der untersuchten Flächen auf die Artenzusammensetzung analysiert, konnten wir signifikante Effekte in all jenen Gruppen nachwei-

sen, welche zuvor schon eine positive Arten–Areal-Beziehung zeigten. Dies lässt vermuten, dass grosse Flächen mit einer kompakten Form nicht nur mehr Arten, sondern auch andere Arten beherbergen (Bommarco et al. 2010, Brückmann et al. 2010), insbesondere jene Arten, welche in den kleineren Flächen keine lebensfähigen Populationen aufrechterhalten konnten (McKinney und Lockwood 1999). In kleinen Flächen wiederum ist der Anteil Arten, welche aus den umliegenden Grünflächen stammen, grösser.

Schlussfolgerung

Unsere Studie zeigt, dass die Grösse und die Anteile verschiedener Lebensräume in der näheren Umgebung einer Untersuchungsfläche sich unterschiedlich auf die Artenvielfalt und -zusammensetzung auswirken können, je nachdem welche Organismengruppe und welcher Lebensraum untersucht werden. Aufgrund dieser teilweise kontradiktorischen Effekte empfiehlt es sich, die Pflege- und Aufwertungsmassnahmen in einer Fläche an die spezifischen Bedürfnisse weniger Zielarten anzupassen, obschon sich diese Massnahme negativ auf andere Organismengruppen und Arten auswirken können. Wenn nun in den nahegelegenen Grünflächen wiederum andere Arten priorisiert werden, kann dadurch ein Mosaik aus vielgestaltigen Lebensräumen entstehen, welches längerfristig mehr Arten in einem Gebiet zu erhalten vermag.

Unsere Ergebnisse zeigten zudem am Beispiel der Heuschrecken und Tagfalter, dass eine Zunahme der Anzahl Pflanzenarten in einer Fläche nicht automatisch zu einer höheren Artenvielfalt bei den Herbivoren und Bestäubern führen muss, insbesondere wenn geeignete Futter- und Nektarpflanzen selten sind oder fehlen.

Früher lag der Fokus im Naturschutz hauptsächlich auf naturnahen Flächen wie Wiesen. Ungenutzten und brachgefallenen Grundstücken wurde dabei nur wenig Beachtung geschenkt. In den letzten Jahren hat jedoch ein Umdenken stattgefunden. Mehrere Studien hoben die naturschützerische Bedeutung von Ruderalflächen für die einheimische Flora und Fauna hervor (Mura-tet et al. 2007, Öckinger et al. 2009, Reiser et

al. 2011). Ruderalstandorte stellen Ersatzlebensräume für eine Vielzahl von seltenen und gefährdeten Arten dar, deren natürliche Lebensräume (z. B. Kiesbänke) aus der heutigen Kulturlandschaft fast gänzlich verschwunden sind (Lenzin et al. 2007).

Da die Zersiedlung und Zerschneidung der Landschaft in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird und der Druck auf die noch verbliebenen wertvollen Grünflächen weiter ansteigt, sollten Pflegepläne auch die Qualitätsverbesserung von umliegenden Grünflächen zum Ziel haben. Extensive Grünstreifen und Strassenböschungen sowie begrünte Mauern und Dächer können die Vernetzung fördern (Reisner et al. 2016). Zudem können sie für zahlreiche Arten zusätzliche Ressourcen bereitstellen und

dadurch der negativen Auswirkung des Flächenverlustes auf die Artenvielfalt entgegenwirken, diese aber nicht gänzlich aufheben. Grosse Wiesen und Ruderalflächen müssen deshalb unbedingt erhalten und gepflegt werden, um ein längerfristiges Vorkommen von seltenen und gefährdeten Arten im Kanton Basel-Stadt zu ermöglichen.

Danksagung

Wir danken Y. Reisner und C. Farrèr für die Beantwortung von Fragen in Bezug auf das Naturinventar und zwei Gutachtern für Kommentare zum Manuskript. Die Stadtgärtnerei Basel unterstützte die Studie finanziell, hatte aber keinen Einfluss auf die Auswertung.

Literaturverzeichnis

- Albrecht H, Haider S (2013): Species diversity and life history traits in calcareous grasslands vary along an urbanization gradient. *Biodiversity and Conservation* 22: 2243–2267.
- Báldi A (2008): Habitat heterogeneity overrides the species–area relationship. *Journal of Biogeography* 35: 675–681.
- Baum KA, Haynes KJ, Dillemuth FP, Cronin JT (2004): The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. *Ecology* 85: 2671–2676.
- Bommarco R, Biesmeijer JC, Meyer B, Potts SG, Pöry J, Roberts SPM, Steffan-Dewenter I, Öckinger E (2010): Dispersal capacity and diet breadth modify the response of wild bees to habitat loss. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 2075–2082.
- Bornand C, Gygax A, Juillerat P, Jutzi M, Möhl A, Rometsch S, Sager L, Santiago H, Eggenberg S (2016): Rote Liste Gefässpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621.
- Brückmann SV, Krauss J, Steffan-Dewenter I (2010): Butterfly and plant specialists suffer from reduced connectivity in fragmented landscapes. *Journal of Applied Ecology* 47: 799–809.
- Bundesamt für Statistik (2017): Arealstatistik Land Cover – Versiegelte Flächen der Kantone und Grossregionen. www.bfs.admin.ch.
- Dunning JB, Danielson BJ, Pulliam HR (1992): Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65: 169–175.
- ESRI 2014, ArcGIS for Desktop, Version 10.3
- Fischer J, Lindenmayer DB, Manning AD (2006): Biodiversity, ecosystem function, and resilience: ten guiding principles for commodity production landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 80–86.
- Fischer LK, von der Lippe M, Kowarik I (2013): Urban land use types contribute to grassland conservation: the example of Berlin. *Urban Forestry & Urban Greening* 12: 263–272.
- GEO BL (2014): <https://www.geo.bl.ch>.
- Geoportal Baden-Württemberg (2014): <https://www.lgl-bw.de>.
- Geoportal Kanton Basel-Stadt (2014): http://shop.geo.bs.ch/geoshop_app/geoshop.
- Godefroid S, Koedam N (2007): Urban plant species patterns are highly driven by density and function of built-up areas. *Landscape Ecology* 22: 1227–1239.
- Grimm NB, Faeth SH, Golubiewski NE, Redman CL, Wu JG, Bai X, Briggs JM (2008): Global change and the ecology of cities. *Science* 319: 756–760.
- Kowarik I (2011): Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution* 159: 1974–1983.
- Kühn I, Brandl R, Klotz S (2004): The flora of German cities is naturally species rich. *Evolutionary Ecology Research* 6: 749–764.
- Lenzin H, Meier-Küpfel H, Schwegler S, Baur B (2007): Hafen- und Gewerbegebiete als Schwerpunkte pflanzlicher Diversität innerhalb urban-industrieller Ökosysteme. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 39: 86–93.
- Lizée MH, Manel S, Mauffrey JF, Tatoni T, Deschamps-Cottin M (2012): Matrix configuration and patch isolation influences override the species–area relationship for urban butterfly communities. *Landscape Ecology* 27: 159–169.
- McKinney ML (2002): Urbanization, biodiversity, and conservation. *Bioscience* 52: 883–890.
- McKinney ML, Lockwood JL (1999): Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 450–453.
- MeteoSchweiz (2017): Normwerte Basel/Binningen, Normperiode 1981–2010. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz. <http://www.meteoschweiz.admin.ch>
- Monnerat C, Thorens P, Walter T, Gonseth Y (2007): Rote Liste der Heuschrecken der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug 0719.
- Muratet A, Machon N, Jiguet F, Moret J, Porcher E (2007): The role of urban structures in the distribution of wasteland flora in the greater Paris area, France. *Ecosystems* 10: 661–671.
- Niemelä J (1999): Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation* 8: 119–131.
- Öckinger E, Dannestam A, Smith HG (2009): The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape and Urban Planning* 93: 31–37.
- Öckinger E, Bergman KO, Franzén M, Kadlec T, Krauss J, Kuussaari M, Pöry J, Smith HG, Steffan-Dewenter I, Bommarco R (2012): The landscape matrix modifies the effect of habitat fragmentation in grassland butterflies. *Landscape Ecology* 27: 121–131.
- Reisner Y, Plattner M, Berney C, Birrer S, Farrèr C, Frei M, Küry D, Ramseier P, Steck C, Zemp M (2011): Unbekannte Schätze vor der Haustür – Ergebnisse des Naturinventars im Kanton Basel-Stadt. Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, Stadtgärtnerei, Basel. Download unter <http://www.bs.ch/publikationen.htm>.
- Reisner Y, Farrèr C, Plattner M (2016): Biotopverbundkonzept Kanton Basel-Stadt – Naturkorridore für Tiere und Pflanzen. Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, Stadtgärtnerei, Basel. Download unter <http://www.bs.ch/publikationen.htm>.
- Ricketts TH (2001): The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist* 58: 87–99.

- Statistisches Amt des Kanton Basel-Stadt (2017): Tabellen: Bevölkerung; Bodennutzung; Pendler. <http://www.statistik.bs.ch/zahlen/tabellen.html>.
- Steffan-Dewenter I (2003): Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. *Conservation Biology* 17: 1036–1044.
- Thomas JA, Bourn NAD, Clarke RT, Stewart KE, Simcox DJ, Pearman GS, Curtis R, Goodger B (2001): The quality and isolation of habitat patches both determine where butterflies persist in fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society B* 268: 1791–1796.
- Tikka PM, Högmander H, Koski PS (2001): Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants. *Landscape Ecology* 16: 659–666.
- United Nations (2014): World urbanization prospects, the 2014 revision. <http://esa.un.org/unpd/wup>.
- Van Noordwijk CGE, Verberk WCEP, Turin H, Heijerman T, Alders K, Dekoninck W, Hannig K, Regan E, McCormack S, Brown MJF, Remke E, Siepel H, Berg MP, Bonte D (2015): Species–area relationships are modulated by trophic rank, habitat affinity, and dispersal ability. *Ecology* 96: 518–531.
- Wania A, Kühn I, Klotz S (2006): Plant richness patterns in agricultural and urban landscapes in Central Germany – spatial gradients of species richness. *Landscape and Urban Planning* 75: 97–110.
- Wermeille E, Chittaro Y, Gonseth Y (2014): Rote Liste Tagfalter und Widderchen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1403.
- Wittig R (2002): Siedlungsvegetation. Ulmer, Stuttgart.