

Tagfalterschutz im Schweizer Mittelland : über das Potenzial ehemaliger Abbaugelände am Beispiel des aufgelassenen Steinbruchs Schümel, Holderbank (AG)

Autor(en): **Müller, Markus / Hügli, Christoph**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Entomo Helvetica : entomologische Zeitschrift der Schweiz**

Band (Jahr): **7 (2014)**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-985955>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Tagfalterschutz im Schweizer Mittelland; über das Potenzial ehemaliger Abbaugelände am Beispiel des aufgelassenen Steinbruchs Schümel, Holderbank (AG)

MARKUS MÜLLER¹ & CHRISTOPH HÜGLI²

¹ SKK Landschaftsarchitekten AG, CH-5430 Wettingen; markus.mueller@skk.ch

² Christoph Hügli, Efringerstrasse 80, CH-4057 Basel; christoph.huegli@gmx.ch

Abstract: Protection of butterflies on the Swiss plateau; valuable habitat offered by former surface mines using the example from an abandoned quarry, Schümel, in Holderbank (canton of Aargau, CH). – We investigated the butterfly community in a former marl and limestone quarry in the canton of Aargau in Switzerland. Since only one-third of the quarry was refilled in the lower area, many mining-related, partly exposed raw-soil habitats are still present. The site has been maintained according to nature conservancy principles for more than 30 years. Thirty-five butterfly species (Rhopalocera) and two diurnal owl moths (Noctuidae) were detected, a considerable diversity given the limited geographic range. In addition to the typical xerothermic species, many mesophilic species were also observed. This study emphasizes that former mining areas, when maintained according to ecological principles and not completely filled, may make a valuable contribution to the protection of butterflies.

Zusammenfassung: Wir untersuchten die Tagfaltergemeinschaft in einem ehemaligen Mergel- und Kalksteinbruch im Kanton Aargau. Da der ehemalige Steinbruch nur zu einem Drittel in den tieferen Lagen aufgefüllt wurde, sind heute noch viele abbaubedingte, teils exponierte Rohbodenstandorte vorhanden. Das Areal wird seit mehr als 30 Jahren naturschutzfachlich gepflegt. Mit 35 Tagfalter-Arten (Rhopalocera) und 2 tagaktiven Eulenfalter-Arten (Noctuidae) konnte eine für das Mittelland ansehnliche Artenvielfalt nachgewiesen werden. Nebst den typischen xerothermen Arten wurden auch viele Arten mesophiler Lebensräume beobachtet. Die Untersuchungen verdeutlichen, dass ehemalige Abbaugelände, soweit diese nicht komplett aufgefüllt werden, einen wertvollen Beitrag zum Schutz der Tagfalter leisten können. Voraussetzung dafür ist jedoch eine angepasste naturschutzfachliche Pflege.

Résumé: Protection des papillons diurnes du Plateau suisse; potentiel des anciennes carrières avec l'exemple de la carrière Schümel, Holderbank (AG). – Nous avons étudié la population de papillons diurnes dans une ancienne carrière de marne et de roche calcaire dans le canton d'Argovie. Comme l'ancienne carrière a seulement été remblayée d'un tiers dans les parties basses, nous trouvons encore aujourd'hui des sites de sol brut, parfois exposé. Le terrain fait l'objet d'un entretien professionnel pour la protection de la nature depuis plus de 30 ans. Avec 35 de papillons (Rhopalocera) et 2 noctuidés diurnes (Noctuidae), une diversité importante pour le plateau suisse a pu être observée. A côté des espèces xéothermiques typiques, de nombreuses espèces d'habitats mésophiles ont pu être recensées. Les recherches montrent que d'anciennes carrières, tant qu'elles ne sont pas entièrement remblayées, peuvent faire une contribution de grande valeur à la protection des papillons diurnes, à condition que soit réalisé un entretien professionnel et adapté pour la protection de la nature.

Keywords: butterflies, abandoned quarries, recultivation, conservation measures.

EINLEITUNG

Natürliche Lebensräume gerieten im letzten Jahrhundert durch menschliche Tätigkeiten wie Siedlungsbau, Intensivierung der Landwirtschaft, Gewässerkorrekturen usw. enorm unter Druck (z. B. Ewald & Klaus 2010). Nach Lachat et al. (2010) ist beispielsweise die Fläche der Trockenwiesen in der Schweiz zwischen 1900 und 2010 um 95 % zurückgegangen. Von diesem Lebensraumverlust sind auch die Schmetterlinge nicht ausgenommen. Die Erhebungen des Biodiversitätsmonitorings der Schweiz weisen auf eine generell tiefe Artenvielfalt im Mittelland hin, obschon ein grosses naturräumliches Potenzial vorhanden wäre (Altermatt et al. 2008). Nach Roth et al. (2008) ist die Tagfalter-Diversität auf Grünlandflächen des Kantons Aargau auch zwischen 1998 und 2005 zurückgegangen. Aktuelle Resultate des Projektes LANAG (Langfristbeobachtung der Artenvielfalt im Kanton Aargau) deuten nun aber darauf hin, dass sich die Situation der Tagfalter im Kanton Aargau in den letzten Jahren zumindest nicht weiter verschlechtert hat. Im Hügelland ist sogar ein leichter Aufwärtstrend feststellbar, welcher jedoch hauptsächlich durch die Ausbreitung relativ anspruchsloser, ohnehin weitverbreiteter Arten verursacht wird (Weber & Plattner 2012).

Aufgrund der erwähnten Lebensraumverluste ist es naheliegend, dass für viele, vor allem spezialisierte Arten Sekundärhabitats, also vom Menschen erschaffene Lebensräume wie Bahnböschungen, stillgelegte Gleisanlagen, Siedlungsbrachen usw. immer wichtiger werden. Zu solchen Sekundärhabitats gehören auch Abbaugelände, in welchen durch die Abbautätigkeit offene, sehr karge und nährstoffarme Rohbodenbiotope früher Sukzessionsstadien entstehen. Derartige Lebensräume sind in der heutigen (Kultur-) Landschaft sehr selten geworden.

Von Feldmann (1990) werden stillgelegte, oberirdische Abbaugelände sogar als wertvollster Typ sekundärer Lebensräume in Mitteleuropa angesehen. Diese meist sehr mageren Standorte der frühen Sukzessionsstadien sind sowohl floristisch als auch faunistisch äusserst wertvoll. Der grosse Wert solcher Abbaugelände als Amphibienlaichgelände wurde bereits vor einigen Jahrzehnten erkannt (z. B. Sinsch 1988). Zechner & Fachbach (2001) zeigen auf, dass sich Sand- und Kiesgruben sowie Steinbrüche im steirischen Hügelland (A) durch das Vorkommen mehrerer Heuschrecken der Roten Liste Österreichs auszeichnen. Lenda et al. (2012) unterstreichen den biologischen Wert von Kiesabbaugeländen in Südpolen, indem sie darlegen, dass diese mehr Tagfalterarten beherbergen als das umliegende Grünland.

Tropek et al. (2010) haben verschiedene Arthropoden (u. a. Lepidoptera) sowie die Vegetation von Kalksteinbrüchen untersucht. Sie weisen ausdrücklich darauf hin, dass man aus naturschutzfachlicher Sicht Kalksteinbrüche nach Beendigung der Abbautätigkeit am besten sich selbst überlässt und dass pflegerische Eingriffe sich darauf beschränken sollten, die frühen Sukzessionsstadien zu erhalten. Auch Wymann (2010), der verschiedene Flächen in der Umgebung von Wimmis (Simmental) untersuchte, fand die grösste Artenzahl in einem ehemaligen Steinbruch und empfiehlt, die Verwaltung des Areals zu verhindern.

Beim von uns untersuchten Naturschutzgebiet (NSG) Schümel in Holderbank (AG) handelt es sich um ein ehemaliges Kalk- und Mergel-Abbaugelände. Zwischen 1913 und 1980 wurde am Hang des Chestenberges Rohmaterial für die Zementproduktion



Abb. 1. Das Naturschutzgebiet Schümel (rot markiert) liegt östlich des Durchbruchs der Aare durch den Aargauer Faltenjura (Luftbild von <http://map.geo.admin.ch>).

abgebaut. Gemäss der 1978 gestarteten Rekultivierungsplanung wurden ab 1985 erste Etappen rekultiviert. Die Ziele der Rekultivierung haben sich im Laufe des Planungsprozesses stark geändert. Erste Ideen verfolgten hauptsächlich das Verhindern von Erosionsprozessen und die Wiederherstellung ehemaliger Waldareale (Kienast et al. 1984). Dank neuer Vertragsaushandlungen zwischen Abbaufirma und Gemeinde konnte man von diesen Zielen noch vor 1980 und vor dem Entscheid über die Teilauffüllung abweichen. Der bewilligte Rekultivierungsplan verzichtet auf jegliche Stabilisierungs- und Begrünungsmassnahmen. Er strebt im Gegenteil ganz im Sinne der Forderung von Tropek et al. (2010) eine möglichst lange Erhaltung von frühen Sukzessionsstadien auf einem grossen Teil des Abbauperimeters an (Koeppel 2000). Um dieses Ziel zu erreichen, wurde ein langfristiger Pflegeplan erarbeitet, welcher als Basis für die jährlichen naturschutzfachlichen Pflegemassnahmen dient.

Das Ziel unserer Untersuchung war es, die aktuelle Zönose tagaktiver Schmetterlinge im NSG Schümel möglichst umfassend zu erheben und anhand der vorkommenden Arten zu beurteilen, wie sich die Lebensraumqualität für Schmetterlinge in diesem Naturschutzgebiet heute, rund 30 Jahren nach Beendigung der Abbautätigkeiten, darstellt.

MATERIAL UND METHODEN

Untersuchungsgebiet

Das Naturschutzgebiet Schümel (Abb. 1) liegt am westexponierten Hang des Aaretals in der Gemeinde Holderbank (AG). Der Chestenberg, ein von West nach Ost verlaufender

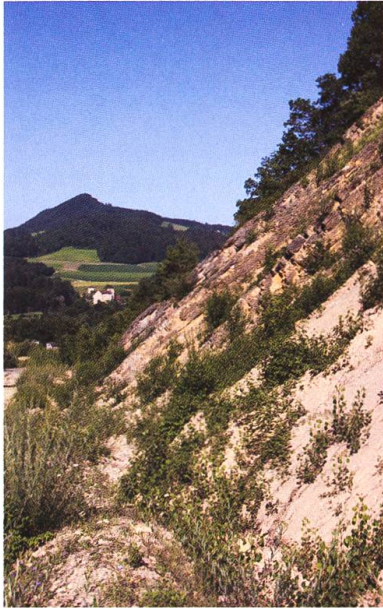


Abb. 2. Südexponierte Felswand im NSG Schümel (Sommer 2012). (Foto SKK Landschaftsarchitekten AG).



Abb. 3. Das NSG Schümel im Frühling, Blick Richtung Osten. Im Hintergrund sind die während der Jurafaltung steil aufgestellten Gesteinsschichten des Chestenberges erkennbar (Foto SKK Landschaftsarchitekten AG).

Hügelzug, bildet das südöstliche Ende des Schweizer Jura gebirges bzw. des aargauischen Faltenjuras. Die Abbautätigkeit hat eine ursprünglich rund 1250 m lange und 150 m breite Kerbe im Chestenberg hinterlassen.

Im Rahmen des Rekultivierungskonzeptes kam es zu einer teilweise umstrittenen Auffüllung im westlichsten, ortsnahen Bereich (vgl. Koepfel 2000). Auf rund 10 ha wurde das Abbaugelände mit Abraummaterial aus dem Bözbergtunnel der N3 aufgefüllt, wodurch einige naturschützerisch wertvolle Flächen, vorwiegend verschilfte Nassstandorte, verschwanden. Die Auffüllung wurde als Wohnzone mit Sondernutzungsvorschriften zur Erhaltung und Förderung von Natur im Siedlungsgebiet ausgewiesen. Gleichzeitig wurde der restliche ehemalige Abbauperimeter (18 ha) zur Naturschutzzone mit kantonaler Bedeutung erklärt.

Im Schümel finden sich, typisch für die natürliche Folgelandschaft eines Abbaugeländes, verschiedenste felsige, karge Habitate (Abb. 2). Im heute stark landwirtschaftlich geprägten Mittelland sind derartige Lebensräume sehr selten. Durch die damals übliche, im Vergleich mit heutigen Verhältnissen geradezu extensive Abbautätigkeit entstanden interessante, eng verzahnte Habitatkomplexe. Neben den eindrucklichen, steilen Abbauwänden finden sich auch kleinere, felsige Geländesprünge sowie mergelige Schotterhänge, Trockenrasen und Magerwiesen, offene Rohbodenflächen, Schilf- und Röhrichtflächen, einige Teiche und Tümpel, verschiedenste Gebüsch- und Baumbestände usw. Die Erosions- und Verwitterungsprozesse sind nach wie vor ausgeprägt (Abb. 3). Umgeben ist das Naturschutzgebiet grösstenteils von Laubmischwäldern, die heute teilweise als Waldreservate ausgewiesen sind.

Seit 1998 kümmert sich die von der Firma Holcim (früher Zementfabrik Holderbank) gegründete «Schümel Naturschutzstiftung» um dieses Naturschutzgebiet (Koepfel 2000). Die Pflegemassnahmen reichen von der jährlichen Mahd der Magerwiesen über

periodische Entbuschungsaktionen bis zum kompletten Verzicht auf Pflegeeingriffe, um der natürlichen Sukzession ihren Lauf zu lassen.

Durch das grosse Vorkommen an Geburtshelferkröten *Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768) und Gelbbauchunken *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758) ist das Naturschutzgebiet Schümel als ortsfestes Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung ausgewiesen («AG 279» in AlgV 2010). Daneben kommen auch viele weitere wertvolle Arten wie z.B. die Blauflügelige Sandschrecke *Sphingonotus caeruleans* (Linnaeus, 1767), die Westliche Beisschrecke *Platycleis albopunctata* (Goeze, 1778) oder die Gemeine Sichelschrecke *Phaneroptera falcata* (Poda, 1761) vor. Unter Geologen ist das Gebiet zudem für seine ausserordentlichen Einblicke in das Jura-Faltengebirge und wegen des Fossilienreichtums bekannt und geschätzt.

METHODEN

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 4) wurde zwischen dem 17. April 2012 und dem 14. September 2012 in unregelmässigen Abständen neunmal bei guten Flugbedingungen (sonnig, wenig Wind) nach tagaktiven Schmetterlingen abgesucht. Zusätzlich erfolgten im Winter 2012/2013 drei Begehungen zur Suche nach Präimaginalstadien. Dabei wurde nach den Angaben von Hermann (2007) gezielt nach Präimaginalstadien einzelner Arten gesucht. Dafür wurden folgende Mannstunden (MStd) aufgewendet: *Thecla betulae* (Linnaeus, 1758): 14 MStd, *Neozephyrus quercus* (Linnaeus, 1758):

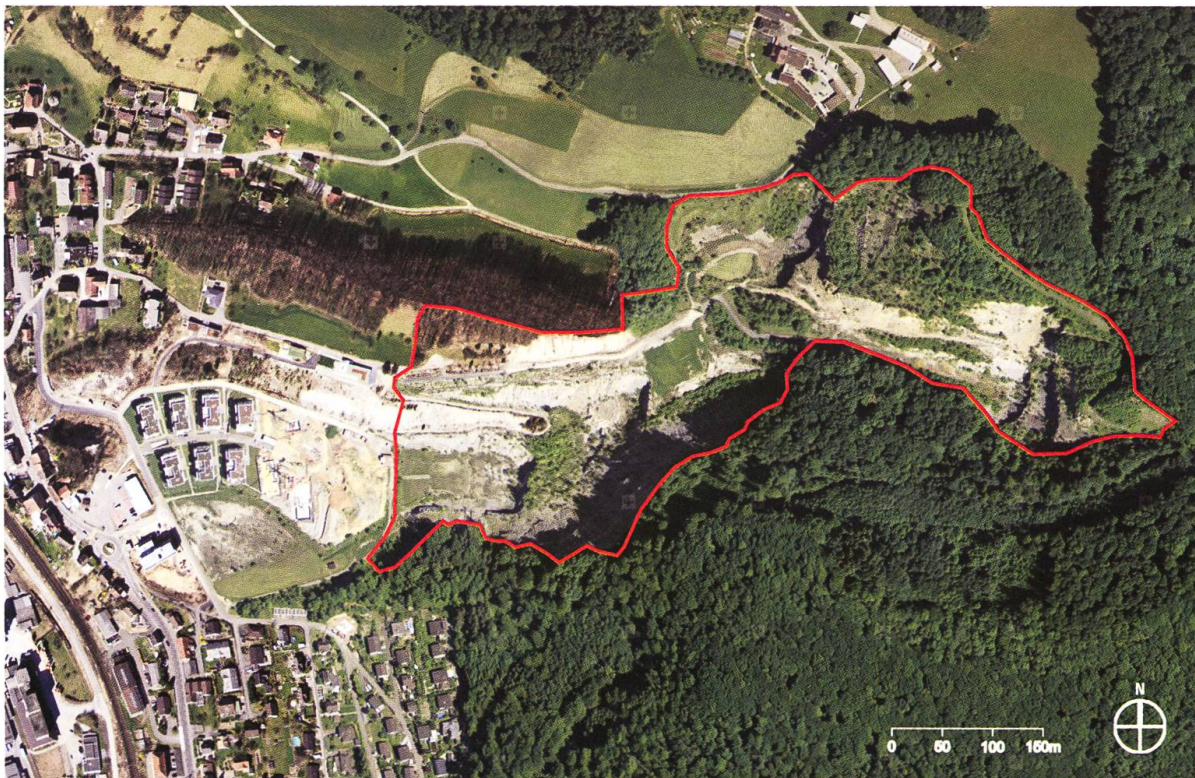


Abb. 4. Das rund 18 ha grosse NSG Schümel in Holderbank (AG) entspricht grösstenteils dem rot eingezeichneten Untersuchungsgebiet. Die verschiedenen, eng verzahnten Sukzessionsstadien sind auf dem Luftbild gut ersichtlich, ebenso wie der teilweise bereits bebaute Bereich der Auffüllung im Westen (Luftbild von <http://map.geo.admin.ch>).

6 MStd, *Satyrium pruni* (Linnaeus, 1758): 4 MStd, *Limenitis camilla* (Linnaeus, 1764): 3 MStd.

Bei der Suche nach Schmetterlingen verzichteten wir auf das Ausschneiden von Transekten oder Stichprobenflächen. Vielmehr wurde bei jeder Begehung darauf geachtet, bislang noch nicht abgesuchte Flächen mit für Tagfalter attraktiven Habitaten abzusuchen. Alle einigermaßen zugänglichen Bereiche im Untersuchungsgebiet wurden mindestens einmal abgesucht, die meisten jedoch häufiger. Die Falter wurden im Feld bestimmt, falls nötig wurden sie mit einem Kescher eingefangen. Als Bestimmungshilfen dienten das Standardwerk der Lepidopterologen-Arbeitsgruppe (1994) und Bühler-Cortesi (2009). Analog dem Vorgehen im Biodiversitätsmonitoring Schweiz (Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz 2008) wurde auf die Bestimmung auf das Artniveau beim *Colias hyale* Komplex und beim *Pieris rapae* Komplex verzichtet. Die Häufigkeit der einzelnen Arten wurde in Klassen geschätzt (Details siehe Tab. 1).

Für jede vorgefundene Art wurden, soweit verfügbar, folgende ökologische Merkmale nach Settele & Reinhardt (1999) bestimmt: «Lebensraumklassifizierung», «Sukzessionsstadium des Lebensraums» und «Dispersionsfähigkeit» (Details siehe Tab. 1). Die nachfolgenden Ausführungen zu diesen Merkmalen beziehen sich immer nur auf Rhopalocera (incl. HesperIIDae), da die Noctuidae von Settele & Reinhardt (1999) nicht behandelt werden.

RESULTATE

Im Zeitraum vom 17. April 2012 bis zum 27. Januar 2013 konnten im Schümel während 12 Begehungen 35 verschiedene Tagfalterarten (Rhopalocera und HesperIIDae) sowie 2 Arten aus der Familie der Eulenfalter (Noctuidae) nachgewiesen werden. Alle im Rahmen der vorliegenden Kartierung beobachteten Tagfalter sind in Tab. 1 aufgeführt. Vorhergehende Erhebungen (Meier & Meier 1995) sind als Ergänzung ebenfalls aufgeführt.

Mit Ausnahme von *Thecla betulae* erfolgte der Nachweis bei allen Arten durch Falterbeobachtungen. *T. betulae* konnte nur anhand von Eiern an Schwarzdorn-Sträuchern (*Prunus spinosa*) festgestellt werden (Abb. 8). Zudem konnte mit dem Fund eines Hibernariums (Überwinterungsgespinst) von *Limenitis camilla* ein Fortpflanzungsnachweis im Gebiet erbracht werden.

Die ökologischen Eigenschaften nach Settele & Reinhardt (1999) erwiesen sich bei max. 33 der 37 gefundenen Arten als bekannt (Tab. 1). Bei den Parametern «Dispersionsverhalten» und «Klassifizierung der Lebensraumsprüche» liegen zu allen von uns beobachteten Arten (mit Ausnahme der beiden Arten-Komplexe) Angaben vor. Die «Sukzession des Lebensraumes» kann bei acht Arten (Tab. 1) aufgrund fehlender Angaben nicht beurteilt werden.

Mit 20 Arten wird ein grosser Teil der vorkommenden Tagfalterarten nach Settele & Reinhardt (1999) als «sehr» bis «etwas standorttreu» eingestuft (Abb. 9). Zu den «standorttreuen» Arten zählen zum Beispiel *Cupido minimus* (Füssly, 1775) und *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), als «etwas standorttreu» wird *Brintesia circe* (Fabricius, 1775) klassiert. Demgegenüber konnten 13 eher mobile Arten wie beispielsweise der «dispersionsfreudige» *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758), der «gute



Abb. 5. Der Hainveilchen-Perlmutterfalter *Boloria dia* (Linnaeus, 1767) wurde nur während einer Begehung im Frühling nachgewiesen (Foto SKK Landschaftsarchitekten AG).

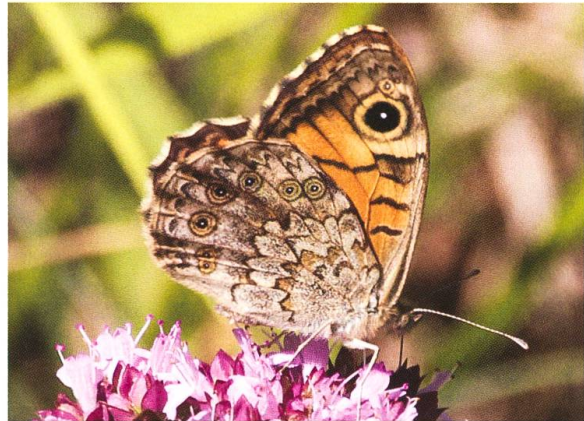


Abb. 6. Der Mauerfuchs *Lasiommata megera* (Linnaeus, 1767) war einer der häufigsten Falter im Untersuchungsgebiet. Er wurde meist in Bereichen mit felsigem, nur sehr spärlich bewachsenem Boden beobachtet (Foto SKK Landschaftsarchitekten AG).



Abb. 7. Die Gammaeule *Autographa gamma* Linnaeus, 1758, ein sowohl tag- als auch nachtaktiver Eulenfalter, ist hinsichtlich des Habitats eher anspruchslos. Trotzdem wurde er im Schümel nur einmal nachgewiesen (Foto SKK Landschaftsarchitekten AG).



Abb. 8. Die Eier vom Nierenfleck *Thecla betulae* (Linnaeus, 1758) können mit etwas Übung gut an Schwarzdorn (*Prunus spinosa*) nachgewiesen werden. Um sicherzugehen, dass es sich um Eier von *T. betulae* handelt, ist eine Untersuchung mit einer Lupe (mind. 10x) sehr dienlich (Foto SKK Landschaftsarchitekten AG).

Wanderer» *Colias croceus* (Geoffroy in Fourcroy, 1785) und der «sehr gute Wanderer» *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758) nachgewiesen werden.

Bei der Auswertung des Lebensraumes und des bevorzugten Falterhabitats zeigt sich, dass die meisten der beurteilten Arten Lebensräume mit mittleren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen bevorzugen (Abb. 10). 18 (51 %) der erfassten Tagfalterarten sind als mesophile Arten des Offenlandes, der Übergangsbereiche und Saumstrukturen oder des Waldes eingestuft. Nennenswerte Beispiele hierfür sind *Argynnis paphia* (Linnaeus, 1758), *L. camilla*, *M. galathea*, *Papilio machaon* Linnaeus, 1758 und *P. c-album*. Knapp 30% (10 Arten) wurden als Ubiquisten eingestuft und nur 14% (5 Arten) als Bewohner xerothermer Lebensräume.

Mit Blick auf die bevorzugten Habitate der Tagfalterarten nach Settele & Reinhardt (1999) fällt auf, dass 20 der 25 klassierten Arten ein frühes bis leicht

Tab. 1. Alle 2012 im NSG Schümel erfassten Schmetterlinge ergänzt mit Nachweisen der Jahre 1987 und 1995 (Meier & Meier 1995). **Grün:** Arten die 2012 neu nachgewiesen wurden, **Rot:** seit 1987 bzw. 1995 verschwundene Arten, **Schwarz:** sowohl 1987/1995 als auch 2012 nachgewiesene Arten.

Geschätzte Häufigkeitsklassen: 1: einzelne Falter, 2: 2–5 Falter, 3: 5–10 Falter, 4: >10 Falter, P: Präimaginalstadien, -: kein Nachweis 2012/2013; **Art des Nachweises:** F: Falter, E: Eier, H: Hibernarium, R: Raupe. Ökologische Eigenschaften nach Settele & Reinhard (1999); **Sukzessionsstadium des Lebensraumes:** 1 und 2: offener Boden, kurze Kräuter und Gräser, 3: Büsche, hohe Kräuter und Gräser, 4: Bäume und Sträucher, 5: Vor-Klimax-Wald, 6: Klimax-Wald, -: keine verfügbaren Angaben; **Klassifizierung der Lebensräume:** U: Ubiquisten, M1: mesophile Arten des Offenlandes, M2: mesophile Arten gehölzreicher Übergangsbereiche und Saumstrukturen, M3: mesophile Waldarten, X1: xerothermophile Offenlandbewohner, X2: xerothermophile Gehölzbewohner, -: keine verfügbaren Angaben; **Dispersionsverhalten:** 1: extrem standorttreu, 2: sehrstandorttreu, 3: standorttreu, 4: etwas standorttreu, 5: wenig standorttreu, 6: dispersionsfreudig, 7: Wanderer, 8: guter Wanderer, 9: sehr guter Wanderer, -: keine verfügbaren Angaben; **Status der Art auf der Roten Liste (Gonseth 1994):** 1: vom Aussterben bedroht, 2: stark gefährdet, 3: gefährdet; **Schutzstatus im Kanton Aargau:** Naturschutzverordnung vom 17. September 1990, Anhang B.

Lateinischer Artname	Deutscher Artname	Maximale Häufigkeitsklasse	Art des Nachweises	Sukzessionsstadium des Lebensraumes	Klassifizierung der Lebensräume	Dispersionsverhalten	Rote Liste Status	Im Aargau geschützt	Nachweise 1987/1995
Lycaenidae									
<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	Faulbaum-Bläuling	2	F	5	M3	5			
<i>Colias alfaciensis</i> Ribbe, 1905 / <i>hyale</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Colias hyale</i> Komplex	2	F	-	-	-			
<i>Colias croceus</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785)	Postillion	2	F / E	-	U	8			
<i>Cupido argiades</i> (Pallas, 1771)	Kurzschwänziger Bläuling	4	F	-	X1	4	1	X	
<i>Cupido minimus</i> (Füssly, 1775)	Zwerg-Bläuling	2	F	1/2	X1	2	3		•
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	Zitronenfalter	2	F	4	M2	6			•
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	Kleiner Feuerfalter	1	F	1/2	M1	4			
<i>Polyommatus coridon</i> (Poda, 1761)	Silbergrüner Bläuling	-	-	1/2	X1	4	3		•
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	Hauhechel-Bläuling	4	F	1/2	U	4			•
<i>Polyommatus bellargus</i> (Rottemburg, 1775)	Himmelblauer-Bläuling	3	F	1/2	X1	3			•
<i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775)	Violetter Wald-Bläuling	2	F	-	M2	4			•
<i>Satyrium pruni</i> (Linnaeus, 1758)	Pflaumen-Zipfelfalter	-	-	5	-	1	1		•
<i>Thecla betulae</i> (Linnaeus, 1758)	Nierenfleck	P	E	5	M2	3			
Pieridae									
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	Aurorafalter	3	F	3	M2	4		X	
<i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758)	Tintenfleck	3	F	3	M2	4			•
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	Grünaderweissling	4	F	-	-	-			•
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) / <i>mammii</i> (Mayer, 1851)	<i>Pieris rapae</i> Komplex	4	F	3	U	6			•
<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	Grosser Kohlweissling	3	F	3	U	7			•

Papilionidae										
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	Schwalbenschwanz	1	F	3	M1	5			X	•
Nymphalidae										
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)	Kleiner Fuchs	3	F	3	U	6				
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)	Kaisermantel	2	F	5	M3	4			X	•
<i>Boloria dia</i> (Linnaeus, 1767) (Abb. 5)	Hainveilchen-Perlmutterfalter	1	F	-	M3	5	2			
<i>Boloria euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758)	Veilchen-Perlmutterfalter	-	-	1/2	M2	3				•
<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)	Tagpfauenauge	2	F	3	U	6				•
<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)	Kleiner Perlmutterfalter	1	F	-	M2	5				
<i>Limenitis camilla</i> (Linnaeus, 1764)	Kleiner Eisvogel	1	F / H	5	M3	3			X	
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)	C-Falter	2	F	3	M3	6			X	
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	Admiral	2	F	-	U	9				•
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Distelfalter	3	F	-	U	8				•
Satyrinae										
<i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758)	Brauner Waldvogel	2	F	3	M1	3				•
<i>Brintesia circe</i> (Fabricius, 1775)	Weisser Waldportier	1	F	-	X2	4	2			
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	Kleines Wiesenvögelchen	3	F	1/2	M1	3				•
<i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767) (Abb. 6)	Mauerfuchs	4	F	1/2	M1	4				•
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	Grosses Ochsenauge	3	F	3	U	4				•
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	Schachbrettfalter	3	F	3	M1	3			X	•
<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	Waldbrettspiel	-	-	4	M3	4				•
Hesperiidae										
<i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758)	Dunker Dickkopffalter	1	F	1/2	X1	3				•
<i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1778)	Mattfleckiger Kommafalter	2	F	3	U	4				•
<i>Pyrgus malvae</i> (Linnaeus, 1758)	Kleiner Nördlicher Würfelfalter	-	-	-	-	-	3			•
<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	Braunkolbiger Braun-Dickkopffalter	2	F	3	M2	3				•
Zygaenidae										
<i>Zygaena filipendulae</i> Linnaeus, 1758	Sechsfleck-Widderchen	-	-	-	-	-				•
Noctuidae										
<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758) (Abb. 7)	Gammaeule	1	F	-	-	-				
<i>Euplagia quadripunctaria</i> (Poda, 1761)	Russischer Bär	2	F	-	-	-	4			

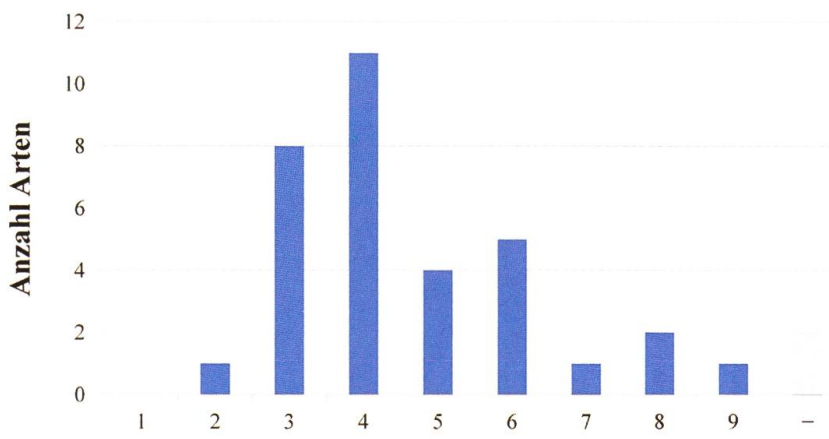


Abb. 9. Häufigkeit der unterschiedlichen Dispersionsverhalten der nach Settele & Reinhardt (1999) eingestuft Tagfalterarten: 1: extrem standorttreu; 2: sehr standorttreu; 3: standorttreu; 4: etwas standorttreu; 5: dispersionsfreudig; 6: Wanderer; 7: guter Wanderer; 8: sehr guter Wanderer; 9: nicht eingestuft

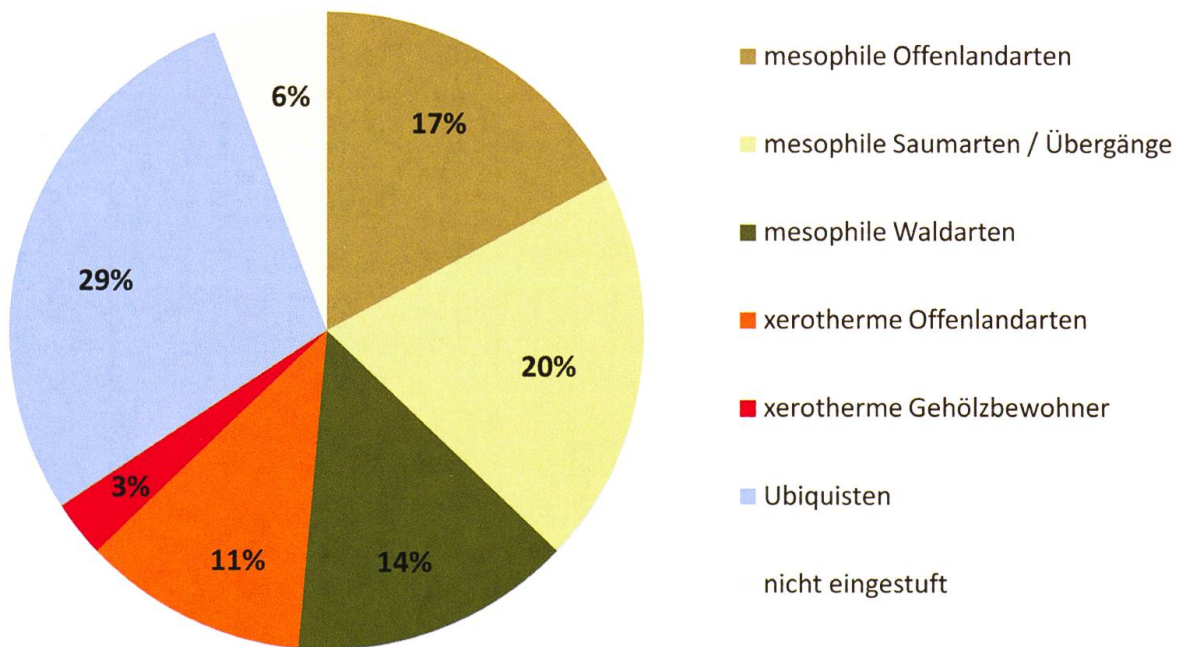


Abb. 10. Die Lebensraumansprüche der 2012/2013 vorgefundenen Tagfalterarten nach Settele & Reinhardt (1999).

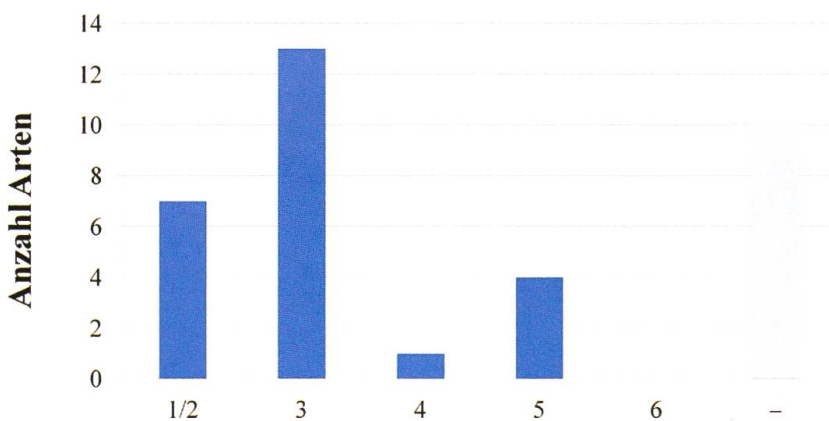


Abb. 11. Einteilung der Tagfalterarten in das Sukzessionsstadium des bevorzugten Habitats nach Settele & Reinhardt (1999): 1 und 2: offener Boden, kurze Kräuter und Gräser; 3: Büsche, hohe Kräuter und Gräser; 4: Bäume und Sträucher; 5: Vor-Klimax-Wald; 6: Klimax-Wald; -: nicht eingestuft.

fortgeschrittenes Sukzessionsstadium bevorzugen (Abb. 11). Davon sind sieben Arten sehr frühen Stadien mit offenem Boden und kurzen Kräutern und Gräsern zugeordnet und 13 Arten Lebensräumen mit langgrasiger Vegetation und Büschen. Eine Art, nämlich der Zitronenfalter *Gonepteryx rhamni* (Linnaeus, 1758) bevorzugt langgrasige Lebensräume mit Gebüsch und Bäumen (Vorwald-Stadium) und vier weitere Arten sind dem Vor-Klimax-Wald zugeteilt. Für die restlichen acht Arten liegen keine Angaben vor.

DISKUSSION

Wir konnten 2012 in einem rund 18 ha grossen Untersuchungsgebiet 37 tagaktive Schmetterlingsarten nachweisen. Für das Mittelland ist diese Artenvielfalt beachtlich, wobei für die Arten *Colias croceus* und *Vanessa atalanta*, zweifelhaft ist, ob diese hier bodenständig sind.

Nach den Angaben der Abteilung Landschaft und Gewässer kommen im Kanton Aargau aktuell 99 Tagfalterarten (ohne Hesperidae und Zygaenidae) vor (ALG 2013). Somit wurden im Naturschutzgebiet Schümel rund ein Drittel aller im Kanton vorkommenden Arten nachgewiesen. Im Rahmen des Biodiversitätsmonitorings der Schweiz wurden durchschnittlich 32 Arten pro km² erfasst, für das Mittelland allerdings nur 19 und für den Jura 29 (Altermatt et al. 2010). Wildermuth (2011), der die Tagfalter in der Gemeinde Rüti (ZH) erfasste, wies zwischen 1 und 39 Arten pro Untersuchungsobjekt nach. Dabei wurden nur in einem Objekt 39 Arten nachgewiesen, mehr als die Hälfte der Objekte wiesen 7–16 Arten auf. Beim erwähnten artenreichsten Objekt handelt es sich um einen 6 ha grossen Biotopkomplex aus Feucht- und Trockenwiesen. Auf dem Gebiet der Gemeinde Jegensdorf (BE) wurden durch Affolter et al. (2011) 30 Tagfalterarten in 11 Begehungen nachgewiesen.

Bei Vergleichen von Artenzahlen verschiedener Untersuchungsgebiete muss beachtet werden, dass die Artenzahl stark von der Methodik (z. B. ob Transektbegehung oder flächige Erfassung) und der Intensität der Erhebungen (Anzahl und Dauer der Begehungen) abhängt. Trotzdem unterstreichen diese Vergleiche, dass es sich beim Untersuchungsgebiet um ein für das Mittelland artenreiches Gebiet handelt, insbesondere wenn berücksichtigt wird, dass im Untersuchungsgebiet vorwiegend trockene bis mesophile Lebensräume vorhanden sind und somit diejenigen spezialisierten Arten, welche auf Feuchtgebietslebensräume wie Riedwiesen oder Flachmoore angewiesen sind, natürlicherweise nicht vorkommen.

Im Vergleich mit den letzten Erhebungen 1987 und 1995 (Meier & Meier 1995) konnten wir folgende sechs Arten nicht mehr nachweisen: *Boloria euphrosyne* (Linnaeus, 1758), *Pararge aegeria* (Linnaeus, 1758), *Satyrrium pruni*, *Polyommatus coridon* (Poda, 1761), *Zygaena filipendulae* Linnaeus, 1758 und *Pyrgus malvae* (Linnaeus, 1758). Ob *P. aegeria* tatsächlich nicht im Gebiet vorkam oder von uns übersehen wurde, ist schwierig abzuschätzen, auch wenn es sich um einen mancherorts zweifellos häufigen, gut nachweisbaren Falter handelt. Die Daten des LANAG zeigen nämlich, dass die Art zwischen 1998 und 2012 im Landwirtschaftsgebiet des Kantons Aargau zurückgegangen ist (Weber & Plattner 2012). Der Pflaumenzipfelfalter

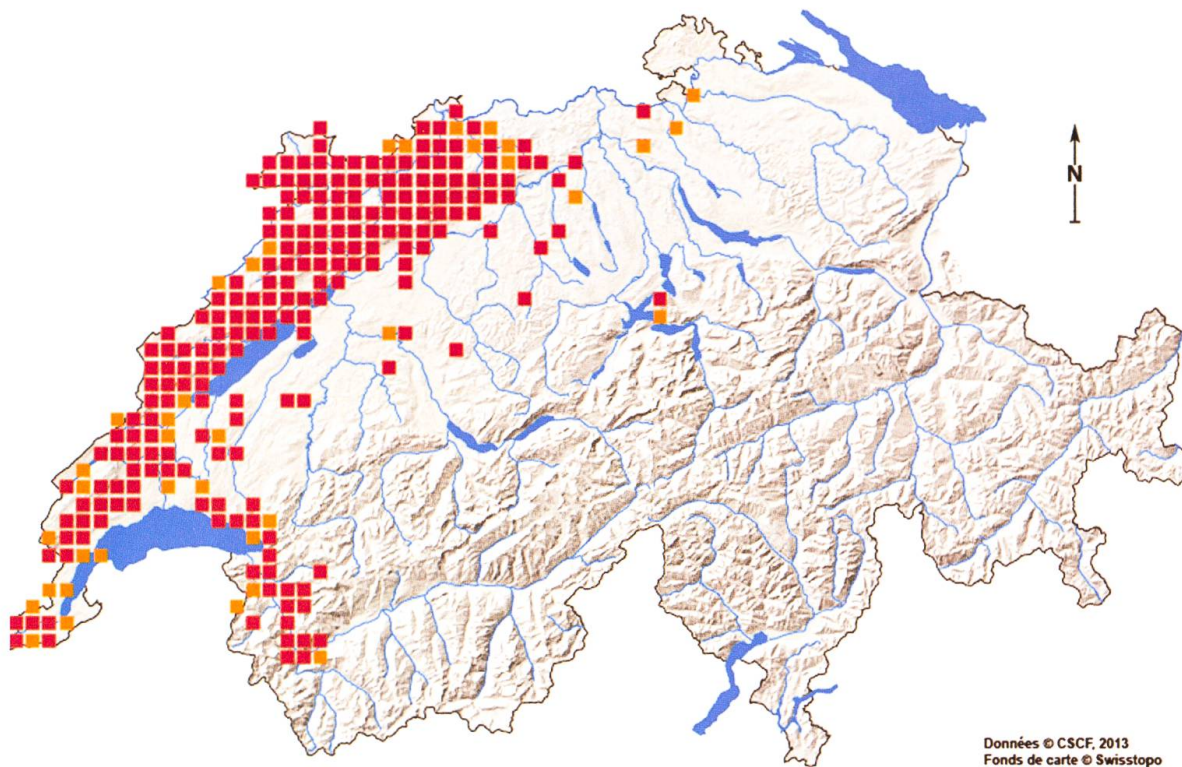


Abb. 12. Verbreitungskarte des Weissen Waldportiers (*Brintesia circe*). Fundquadrate (5 x 5 km) mit Funden nach dem Jahr 2000 sind rot, solche mit Funden vor 2000 orange eingefärbt (Quelle: CSCF).

(*S. pruni*), der als Falter schwierig nachzuweisen ist, konnte trotz vierstündiger Suche nach seinen Eiern nicht gefunden werden. Da wir wenig Erfahrung im Umgang mit dieser Methode haben und aus zeitlichen Gründen nicht alle potenziellen Habitate absuchen konnten, muss dieses Resultat mit Vorsicht interpretiert werden. Wir schliessen ein Vorkommen dieser Art aufgrund unserer Erfahrungen nicht vollkommen aus. Dies gilt auch für die anderen nicht mehr nachgewiesenen Arten, wobei wir in diesen Fällen davon ausgehen, dass das Vorkommen von grösseren Populationen im Jahr 2012 ausgeschlossen werden kann, da diese Arten als Falter gut nachzuweisen sind.

Andererseits konnten wir im Vergleich mit den Aufnahmen von 1987 und 1995 (Meier & Meier 1995) 15 neue Arten nachweisen (grün geschriebene Arten in Tab. 1). Auf eine Besprechung dieser Arten wird aber verzichtet, da wir die Methodik der damaligen Aufnahmen nicht nachvollziehen und somit die Vollständigkeit der Erfassungen nicht beurteilen können.

Die vorgefundene Artengemeinschaft erstaunt uns bezüglich ihrer Lebensraumansprüche. Die Ubiquisten, welche mit 30% einen beachtlichen Teil der beobachteten Arten ausmachten, entsprachen in etwa unseren Erwartungen. Was uns überraschte, war aber der mit 15% relativ geringe Anteil der als xerotherm eingestufteten Arten. Aufgrund der standörtlichen Gegebenheiten (anstehendes Muttergestein, Rohböden, steile Abbaukanten, viele süd- bis südwest exponierte Flächen) hätten wir deutlich mehr dieser an aride Bedingungen angepassten Arten erwartet. Auch die Untersuchungen von Beneš et al. (2003) in Kalksteinbrüchen in der Tschechischen Republik

zeigten, dass diese insbesondere für xerotherme Arten wertvolle Lebensräume darstellen können. Ein Blick auf die Artenliste der Erfassungen von 1987 bzw. 1995 zeigt, dass wir nur eine xerotherme Art (*P. coridon*) nicht mehr nachweisen konnten. Hingegen fehlen im Vergleich mit den früheren Aufnahmen zwei mesophile Waldarten (*B. euphrosyne* und *P. aegeria*) sowie drei durch Settele & Reinhard (1999) nicht klassierte Arten: *S. pruni*, *Erynnis tages* (Linnaeus, 1758) und *Z. filipendula*. Von diesen drei Arten ist keine als xerotherm zu bezeichnen. Somit kann festgehalten werden, dass in den letzten rund 25 Jahren kein übermässiger Verlust an xerothermen Arten (z. B. durch fortschreitende Sukzession) stattgefunden hat. Wir gehen vielmehr davon aus, dass der aktuell verhältnismässig geringe Anteil xerothermer Arten mit dem Rückgang der entsprechenden Lebensräume in den letzten 100 Jahren (vgl. dazu Lachat et al. 2010) zusammenhängt. Durch den grossflächigen Verlust xerothermer Lebensräume dürften viele dieser Arten auch in der näheren Umgebung des Schümels selten geworden bzw. verschwunden sein. Dies dürfte dazu geführt haben, dass verhältnismässig weniger spezialisierte Arten nach der Stilllegung des Steinbruches in das Gebiet eingewandert sind. Diese These wird auch gestützt durch die Analyse der Dispersionsfähigkeit der vorhandenen Arten. 20 Arten werden als eher standorttreu eingestuft, nur neun werden als wenig standorttreu bzw. dispersionsfreudig eingestuft.

Hinsichtlich der bevorzugten Sukzessionsstadien wurden unsere Erwartungen hingegen erfüllt. Nur ein Fünftel der Arten bevorzugt späte Sukzessionsstadien, aber fast ein Drittel die für ehemalige Abbaugelände typischen Rohbodenstandorte mit offenem Boden bzw. kurzen Kräutern und Gräsern. Die restlichen Arten leben bevorzugt in Habitaten mit mittlerer bis hoher Vegetationsstruktur. Dieser Habitatkomplex bzw. das Vorhandensein der frühen Sukzessionsstadien ist das Resultat der zurückhaltend durchgeführten Rekultivierung und den seither regelmässig durchgeführten Pflegemassnahmen, die durch die Schümel Naturschutzstiftung sichergestellt werden. Eine solche Pflege zur Erhaltung der frühen bis mittleren Sukzessionsstadien wird auch von Wymann (2010) für einen sehr artenreichen ehemaligen Steinbruch im Simmental gefordert.

Von den 2012 erfassten Arten sind fünf – *Bolaria dia* (Linnaeus, 1767), *Brintesia circe*, *Cupido argiades* (Pallas, 1771), *C. minimus* und *Euplagia quadripunctaria* (Poda, 1761) – auf der (freilich veralteten) Roten Liste der Schweiz (Gonseth 1994) und sieben sind im Kanton Aargau gemäss «Verordnung (785.131) über den Schutz der einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer Lebensräume, Anhang B» (https://gesetzsammlungen.ag.ch/frontend/annex_document_dictionaries/3703) geschützt (Details siehe Tab. 1). Bezüglich der Arten der Roten Liste ist zu erwähnen, dass sich *Cupido argiades* in der Nordschweiz seit 2003 in Ausbreitung befindet (vgl. Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz 2009).

Naturschutzfachlich besonders interessant ist das Vorkommen von *B. circe* im Untersuchungsgebiet. Die Art, welche durch Settele (1999) als xerothermophile Gehölbewohnerin eingestuft wird, kommt nach Rey & Wiedemeier (2004: 24) in halbtrockenen und trockenen Wiesen mit Buschgesellschaften sowie in Felsensteppen vor. Der hauptsächlich im Jura und im Waadtland verbreitete Falter (Abb. 12) ist ein sehr gutes Beispiel für eine Art, deren primäre Lebensräume nur noch sehr fragmentiert vorkommen und für die Abbaugelände enorm wertvolle Sekundärhabitats darstellen.

Ohne den vormaligen Steinbruchbetrieb sowie die umsichtige, naturschutzfachliche Rekultivierung nach der Stilllegung wäre die Art heute im Untersuchungsgebiet kaum mehr anzutreffen. Nach der Verbreitungskarte des CSCF (Abb. 12) handelt es sich bei diesem Vorkommen um eines der östlichsten Vorkommen in der Schweiz, wobei die Art früher im Mittelland und bis in die Voralpen verbreitet gewesen ist (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe 1994). Berens et al. (2009) gehen davon aus, dass sich die Art infolge des gegenwärtigen Klimawandels ausbreiten wird. Entsprechend interessant wird es zu beobachten sein, wie sich die Verbreitung der Art in der Schweiz entwickelt.

Unsere Untersuchungen zeigen deutlich, dass ehemalige Abbaugelände, die nach naturschutzfachlichen Kriterien rekultiviert werden, auch für Tagfalter ein grosses Lebensraumpotenzial aufweisen. Bei entsprechender Pflege können sie Arten der verschiedensten Sukzessionsstadien einen Lebensraum bieten. Zudem werden in Abbaugeländen viele Rohbodenhabitats geschaffen, ein Lebensraumtyp, welcher in der Kulturlandschaft sehr selten ist. Diese Lebensraummosaik können offensichtlich einen wertvollen Beitrag zum langfristigen Erhalt der Tagfalterdiversität im Mittelland leisten. Dazu müssen jedoch die nach dem Abbaubetrieb vorhandenen, mageren Rohbodenstadien erhalten bleiben.

Durch die vielen aktuellen bzw. geplanten baulichen Tätigkeiten wird der Druck auf die Auffüllung von Abbaugeländen in den nächsten Jahren sicher nicht geringer. Werden diese Abbaugelände jedoch bis auf das ursprüngliche Niveau aufgefüllt, gehen viele wertvolle Lebensräume verloren. Aus der Sicht des Tagfalterschutzes wären Teilauffüllungen ein sinnvoller Kompromiss. So könnten die Abbaugelände als Deponien (z. B. von Tunnelausbruchmaterial) dienen, ohne dass die äusserst wertvollen Lebensräume mitsamt den darin ablaufenden dynamischen Prozessen komplett verloren gingen.

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir die Firma Holcim AG (früher Zementfabrik Holderbank) dankend erwähnen. Sie hat die Schümel Naturschutzstiftung gegründet und grosszügig dotiert und somit zum Erhalt der Naturwerte im Naturschutzgebiet wesentlich beigetragen. Zudem geht unser Dank an Hans-Dietmar Koepfel, Joachim Wartner und Rainer Neumeyer für die hilfreichen Kommentare zu unserem Manuskript. Anne Freitag korrigierte das französische Résumé, Jessica Litman das englische Abstract.

Literatur

- Affolter L., Bürgi C., Knopp W. & Zaugg A. 2011. Tagfalter-Fauna der Gemeinde Jegensdorf: Ein Vergleich – 1989 und 2009/2010. *Entomo Helvetica* 4: 99–108.
- Altermatt F., Birrer S., Plattner M., Ramseier P. & Stalling T. 2008. Erste Resultate zu den Tagfaltern im Biodiversitätsmonitoring der Schweiz. *Entomo Helvetica* 1: 75–83.
- ALG 2013. Die Tagfalter des Kantons Aargau. https://www.ag.ch/media/kanton_aargau/bvu/dokumente_2/umwelt__natur__landschaft/naturschutz_1/biodiversitaet_1/54223_tagfalter_alle_arten_ag.pdf. Heruntergeladen am 24.11.2013.
- AlgV 2010. Amphibienlaichgebiete-Verordnung (451.34): www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20010968/201002010000/451.34.pdf
- Beneš J., Kepka P. & Konvička M. 2003. Limestone Quarries as Refuges for European Xerophilous Butterflies. *Conservation Biology* 17: 1058–1069.
- Berens M., Fartmann T. & Hölzel N. 2009. Auswirkungen von Klimaänderungen auf die biologische Vielfalt. Unpubl. Teil 1 der Pilotstudie («Klimawandel und biologische Vielfalt in Nordrhein-Westfalen») i.A. des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, NRW. Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster. 288 pp. http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/klimawandel/studie_iloek/Klimawandel_Biologische_Vielfalt_1_Internet.pdf. Heruntergeladen am 24.11.2013.
- Bühler-Cortesi T. 2009. Schmetterlinge, Tagfalter der Schweiz. Haupt, Bern. 238 pp.

- Ewald K. C. & Klaus G. 2010. Die ausgewechselte Landschaft. Haupt, Bern. 660 pp.
- Feldmann R. 1990. Steinbrüche als Sekundärbiotope. In: Steinbrüche und Folgenutzungen – Naturschutz, Freizeit, Deponie. Berichte der Arnberger Umweltgespräche (Landesgemeinschaft Naturschutz und Umwelt Nordrhein-Westfalen) 2: 27–32.
- Gonseth Y. 1994. Rote Liste der gefährdeten Tagfalter der Schweiz. In: Duelli P. (Red.), Rote Liste der gefährdeten Tierarten in der Schweiz, BUWAL (Hrsg.), Bern, pp. 48–51.
- Hermann G. 2007. Tagfalter suchen im Winter. Zipfelfalter, Schillerfalter und Eisvögel. Books on demand GmbH, Norderstedt. 224 pp.
- Kienast D., Bauer P. & Stöckli B. 1984. Steinbruch Holderbank. Gestaltungs- und Rekultivierungsplanung. Unpubl. Bericht der Firma Stöckli & Kienast Landschaftsarchitekten, Wettingen. 53 pp.
- Koepfel H-D. 2000. Vom Steinbruch Schümel zur Schümel Naturschutzstiftung – ein Modellfall. Landschaft Aargau 1: 8–13.
- Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz 2008. Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator «Z7-Tagfalter». Bern, Bundesamt für Umwelt. http://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user_upload/documents/daten/anleitungen/1010_Anleitung_Z7-Tagf_v15.pdf. Heruntergeladen am 2.4.2012.
- Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz 2009. Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern. 112 pp.
- Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P. & Walter T. 2010. Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Schriftenreihe (Haupt, Bern) 25: 1–435.
- Lenda M., Skórka P., Morón D., Rosin Z.M. & Tryjanowski P. 2012. The importance of the gravel excavation industry for the conservation of grassland butterflies. *Biological Conservation* 148 (1): 180–190.
- Lepidopterologen-Arbeitsgruppe 1994. Tagfalter und ihre Lebensräume, Band 1. Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel. 516 pp.
- Meier C. & Meier C. 1995. Der Steinbruch lebt. In: HCB Zementproduktion Siggenthal (Hrsg.) 1995. Alter Steinbruch – Neue Perspektiven. Die Rekultivierung des Steinbruchs Schümel in Holderbank und seine Zukunft, Lenzburg, Kromer AG, pp. 16–22 + Anhang (30–32). www.schuemel-naturschutz.ch/docs/Doku_Schuemel_total.pdf
- Roth T., Amrhein V., Peter B. & Weber, D. 2008. A Swiss agri-environment scheme effectively enhances species richness for some taxa over time. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 125: 167–172.
- Settele J. & Reinhardt R. 1999. Ökologie der Tagfalter Deutschlands: Grundlagen und Schutzaspekte. In: Settele J., Feldmann R. & Reinhardt R. (Hrsg.), *Die Tagfalter Deutschlands*, pp. 144–185. Ulmer, Stuttgart.
- Sinsch U. 1988. Auskiesungen als Sekundärhabitats für bedrohte Amphibien und Reptilien. *Salamandra* 24: 161–174.
- Tropek R., Kadlec T., Karesova P., Spitzer L., Kocarek P., Malenovsky I., Banar P., Tuf H. I., Hejda M. & Konvicka M. 2010. Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology* 47: 139–147.
- Weber D. & Plattner M. 2012. Die Entwicklung der Artenvielfalt in der normal genutzten Landschaft im Aargau 1996–2012. Unpubl. LANAG Bericht 2012 im Auftrag der Abteilung Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau, 14 pp.
- Wildermuth H. 2011. Die Tagfalterfauna einer Gemeinde im nordöstlichen Schweizer Mittelland aus landschaftsökologischer Sicht. *Entomo Helvetica* 4: 23–42.
- Wymann H.P. 2010. Die Tagfalter (Lepidoptera, Rhopalocera) des untersten Simmentals: Simmen- und Burgfluh, Wimmis. *Entomo Helvetica* 3: 97–113.
- Zechner L. & Fachbach G. 2001. Heuschreckenvorkommen in Sekundärhabitaten und Magerwiesen im steirischen Hügelland, Österreich (Orthoptera, Saltatoria). *Joannea Zoologie* 3: 105–132.