

Die Margeritenblüte im Zentrum ökologischer Beziehungen:

Ein Anwendungsbeispiel für das Basiskonzept System im Biologieunterricht

Heinrich Blana, Dortmund

1 Einführung und Zielsetzung

Leben bildet sich bei vordergründiger Betrachtung in einer enormen Vielfalt der Formen, Farben und Verhaltensweisen der einzelnen Lebewesen ab. Diese im Wesentlichen auf Organismen ausgerichtete Wahrnehmung ist auch bei den Kindern und Jugendlichen in der Schule weit verbreitet. Es ist deshalb eine wichtige Aufgabe des Biologieunterrichts, altersgemäß deutlich zu machen, dass jedes Lebewesen in vielfältige Wechselbeziehungen mit seiner Umwelt, in unterschiedlich komplexe Organisationsstrukturen sowie verschiedene Entwicklungsabläufe eingebunden ist. Dabei ist auch zu verdeutlichen, dass jedes gegenwärtig existierende Lebewesen lebender Ausdruck einer Evolutionsgeschichte ist. Die Förderung dieses umfassenden Verständnisses von Leben erfordert von den Fachlehrkräften im Biologieunterricht, in besonderer Weise im Ökologie- und Evolutionsunterricht, die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung eines multiperspektivisch vernetzten und systemischen Denkens und damit bei einer wichtigen Kompetenz für eigenständiges Lernen und Verstehen zu unterstützen.

Die enorme Wissensbreite in der Biologie sowie deren stetiger wissenschaftlicher Wissenszuwachs machen es für einen erfolgreichen, kompetenzorientierten Unterricht notwendig, Inhalte gezielt nach Leitlinien auszuwählen, die ein anschlussfähiges kumulatives Lernen erlauben und somit gleichermaßen schrittweise wie nachhaltig biologisch-systemisches Wissensverständnis aufbauen. Zudem sollten die ausgewählten Beispiele und Unterrichtssequenzen möglichst an die reale Umwelt und Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler anknüpfen, somit einen biologischen Kontextbezug aufweisen.

Die gültigen Richtlinienvorgaben für das Fach Biologie sehen eine Orientierung zur Auswahl von Inhalten u.a. Basiskonzepte vor, welche helfen können, die Vielfalt biologischer Phänomene exemplarisch erfassbar und erklärbar zu machen. Die Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Abschluss (KULTUSMINISTERKONFERENZ 2004) weisen drei Basiskonzepte zur Strukturierung aus: System, Struktur und Funktion, Entwicklung. In den einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie (KUTUSMINISTERKONFERENZ 2004) sind acht Basiskonzepte als verbindlich für den Biologieunterricht vorgeschrieben: Struktur und Funktion, Reproduktion, Kompartimentierung, Steuerung und Regelung, Stoff- und Energieumwandlung, Information und Kommunikation, Va-

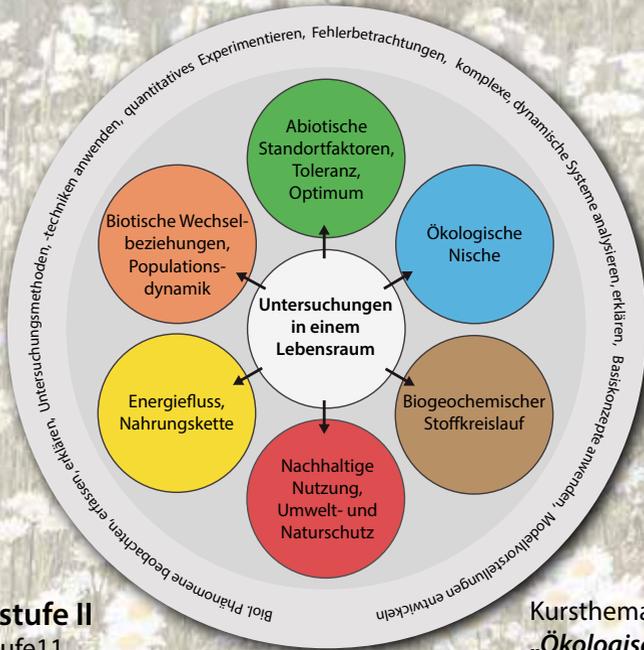
riabilität und Anpasstheit, Geschichte und Verwandtschaft. Der Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Biologie (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG NRW 2008) geht von den vier übergeordneten Basiskonzepten System, Struktur und Funktion, Entwicklung, Energie aus und ordnet die Basiskonzepte Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung, Information und Kommunikation, Reproduktion und Vererbung sowie Variabilität und Anpasstheit als Unterkonzepte dem Basiskonzept Struktur und Funktion zu. Die Darstellung der Basiskonzepte in den drei Rahmenrichtlinien lässt erkennen, dass diese Konzepte sich auf unterschiedliche Organisationsebenen beziehen. Das Basiskonzept System steht in dieser Hierarchie ganz oben, da es sich einerseits auf die unterschiedlichen Organisationsebenen (Zelle, Organismus, Ökosystem, Biosphäre) bezieht, andererseits Struktur und Funktion sowie Entwicklung einschließt (GROPENGIESSER et. al. 2010, POST 2012 unveröff.) Ausführlich setzt sich u.a. LICHTNER (2007) mit dem Umgang mit Basiskonzepten im Unterricht auseinander.

Die Nutzung von Basiskonzepten als Strukturierungs- und Erklärungsleitlinien von biologischem Wissen macht nur dann Sinn, wenn bereits vermittelte Inhalte im Laufe des schulischen Bildungsgangs in späteren Jahrgangsstufen wieder aufgegriffen, erweitert und vertieft werden und dabei die entsprechende Basiskonzeption immer wieder angewendet und verdeutlicht wird. In Abbildung 1 sind die lehrplangemäßen Inhaltsfelder und Themen für den Bereich Ökologie sowie die hiermit verbundenen Kompetenzerwartungen jeweils für die Sekundarstufen I und II zusammengestellt. Diese Gegenüberstellung zeigt, dass im Ökologieunterricht aufeinander aufbauendes Lehren und Lernen möglich und notwendig ist.

(folgende Seite)

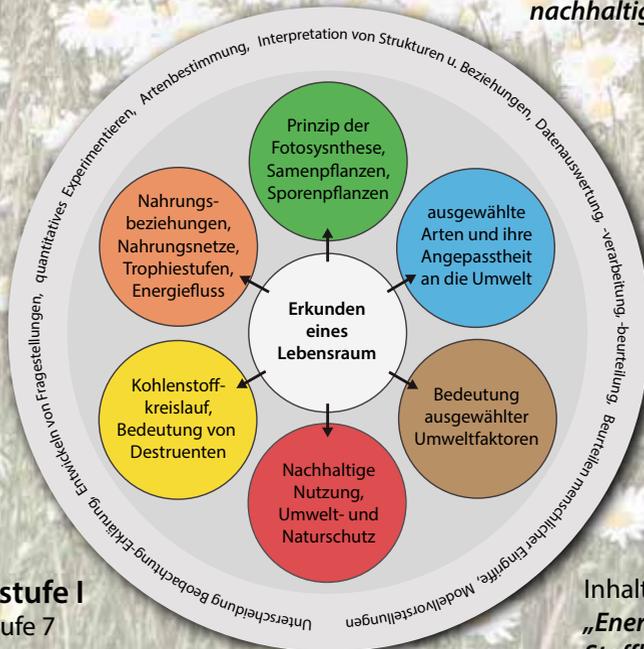
Abb. 1: Zusammenstellung der Fachinhalte und der erwarteten Fachkompetenzen im Bereich Ökologie des Biologieunterrichts des Gymnasiums entsprechend dem Kernlehrplan für die Sekundarstufe I und dem Lehrplan Biologie Sekundarstufe II.

Fachinhalte und Fachkompetenzen im Bereich Ökologie des Biologieunterrichts am Gymnasium in NRW



Sekundarstufe II
Jahrgangsstufe 11
oder 12

Kursthema:
„Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung“



Sekundarstufe I
Jahrgangsstufe 7
oder 8

Inhaltsfeld:
„Energiefluss und Stoffkreisläufe“

In Abbildung 2 sind die ökologischen Inhalte der Mittel- und Oberstufe, ergänzt durch Inhaltsfelder der Unterstufe mit ökologisch orientierten Einzelthemen, im Sinne eines kumulativen, aufeinander aufbauenden Lernens entlang des gymnasialen Bildungsgangs angeordnet. Darüber hinaus sind für jede Lernstufe die zunehmende Vertiefung, Erweiterung und Vernetzung der Inhalte sowie zunehmende Einbeziehung der verschiedenen Organisationsstufen des Lebens (Zelle, Organismus, Ökosystem, Biosphäre) schematisch dargestellt. Mit dieser zunehmenden Komplexität ist immanent auch die Anwendung des Basiskonzepts System vorgegeben, beginnend bei der stärker phänomenologisch-beschreibenden Ausrichtung des Anfangsunterrichts mit Blick auf Einzelbeziehungen und mit vorrangiger Ausrichtung auf die Ebene Organismus bis zu Inhalten und Beispielen in der Oberstufe mit vielfältigen Vernetzungen auch zwischen den verschiedenen Organisationsstrukturen (siehe hierzu auch Abbildung 8). Zu betonen ist, dass ökologische Systembetrachtungen nicht losgelöst von funktionalen Zusammenhängen, von Entwicklungsprozessen sowie von Energienutzungen gesehen werden können. Somit schließt das Basiskonzept System bei den Unterrichtsbeispielen die Basiskonzepte Struktur und Funktion, Entwicklung und Energie mit ein.

An dem scheinbar einfachen Beispiel der Margeritenblüte soll die Möglichkeit aufgezeigt werden, im Biologieunterricht der Mittel- und Oberstufe, ausgehend von konkreten Beobachtungen am realen Objekt im Freiland, verschiedene Aspekte von Wechselbeziehungen und Vernetzungen im Sinne eines „Systems“ abzuleiten und zu erklären.

(folgende Seite)

Abb. 2: Zunehmende Komplexität und Anschlussfähigkeit der Fachinhalte im Bereich Ökologie des Biologieunterrichts der Sekundarstufen I und II am Gymnasium und der Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen.

Zunehmende Komplexität der Fachinhalte im Bereich Ökologie des Biologieunterrichts am Gymnasium in NRW

Sekundarstufe II

Jahrgangsstufe 11 oder 12



Vertiefung, Erweiterung

Sekundarstufe I

Jahrgangsstufe 7 oder 8



Vertiefung, Erweiterung

Sekundarstufe I

Jahrgangsstufe 5 oder 6



2 Die Margeritenblüte im Zentrum ökologischer Beziehungen

2.1 Die Margeritenblüte als Beobachtungs- und Untersuchungsobjekt im Biologieunterricht

Die Blüte der heimischen Margerite *Leucanthemum vulgare* eignet sich gut als Beobachtungs- und Versuchsobjekt für den Biologieunterricht:

- Die Margerite ist an Wegrändern, Böschungen und auf Ruderalfluren weit verbreitet und häufig, so dass sie auch im Umfeld vieler Schulen zu finden ist.
- Der Blütenstand ist groß und für Schülerinnen und Schüler leicht einsehbar und zu untersuchen.
- Die Blühdauer eines Margeritenbestands ist für Freilanduntersuchungen ausreichend lang.
- Als Komposite bietet die Blüte differenzierte Strukturen und Blühfolgen der Einzelblüten.
- Die Blüte bietet standortabhängig Beobachtungsmöglichkeiten von vielen unterschiedlichen Insekten und Spinnen.
- In der Nachbarschaft der Margerite wachsen oft Blütenpflanzen mit weiteren, z.T. vergleichbaren blütenökologischen Untersuchungsmöglichkeiten, z.B. Doldengewächse oder verschiedene Blütensträucher.

Die in den Abbildungen 3 bis 8 verwendeten Fotos der Margeritenblüte mit Insekten und Spinnen wurden in verschiedenen Jahren in drei ähnlich strukturierten Landschaftsräumen im Sauer- und Siegerland aufgenommen: Raum Arnsberg (Herdringen, Spreiberg), Raum Hilchenbach (Stift Keppel) und Raum Schwerte-Ergste (Bürenbruch). Die Margeritenbestände blühten zwischen Mitte Juni und Ende Juli an Grenzstrukturen zwischen Wald und offenen Landschaftsbereichen. Es war deshalb an allen eine vielfältige Blütenbesucher-Gemeinschaft aus den verschiedenen angrenzenden Landschaftsstrukturen zu erwarten.

2.2 Ableiten grundlegender ökologischer Beziehungen in der Mittelstufe

Im Ökologieunterricht der Mittelstufe (Jahrgangsstufe 7 bis 9) sind im Rahmen der Lernprogression über die phänomenologische Darstellung einfacher ökologischer Zusammenhänge in der Unterstufe hinaus grundlegende ökologische Beziehungsaspekte und funktionale Zusammenhänge zum Basiskonzept System zu vermitteln (siehe Abbildungen 1 und 2). Hierzu zählen Nahrungsbeziehungen, Trophiestufen, Energiefluss sowie die Bedeutung ausgewählter abiotischer Faktoren und Zusammenhänge zwischen Organismus und Ökosystem. Bei der obligatorischen Erkundung eines Ökosystems sollen charakteristische Arten beschrieben und ihrer Bedeutung für das System erklärt werden.

2.2.1 Charakteristische Artenauswahl

In Abbildung 3 ist eine repräsentative Auswahl von Insekten- und Spinnenarten auf Margeritenblüten im Saumbiotop als mögliche Beobachtungsbasis für die Ableitung ökologischer Beziehungen zusammengestellt. Es fehlen Vertreter weiterer Insektenordnungen wie Wespen und Bienen sowie Heuschreckenlarven. Die aus den eigenen Beobachtungen und der Fotodokumentation abgeleitete qualitative Zusammenstellung und ihre grobe quantitative Angabe sind für den Unterricht in der Mittelstufe ausreichend. Sie lassen auch die in der Literatur (BARTH 1982, HESS 1983) angegebene besondere Bedeutung der Margerite als Scheibenblumentyp für Käfer und Fliegen deutlich werden.

2.2.2 Blütenökologische Symbiose

Eine typische, an der Margeritenblüte gut abzuleitende Nahrungsbeziehung ist die symbiontische Wechselbeziehung zwischen Blütenpflanze und Insekt nach dem Motto „Nektar- und Pollennahrung gegen Pollentransport“. Dabei sind die jeweilige Anpasstheit des Blütenaufbaus und des Blühvorgangs einerseits und die Anpasstheit der vorrangigen Bestäuber andererseits für das Systemverständnis wichtig. In Abbildung 4 sind diese in Beziehung stehenden Anpasstheiten verdeutlicht: Der Margeritenblütenkorb besteht aus weiblichen Strahlenblüten und zwittrigen Röhrenblüten, welche vormännlich aufblühen (Protandrie). Damit sind durch Herumlaufen der Insekten auf dem Röhrenblütenkorb Fremdbestäubung mit genetischer Rekombination sowie Nachbarschaftsbestäubung ohne Rekombination möglich. Um jedoch den Fremdbestäubungserfolg zu erhöhen, sorgen Farbmale im UV-Bereich an der Strahlenblütenbasis dafür, dass die Bestäuber möglichst zunächst auf den weiblichen Strahlenblüten landen und dort ihre Pollen auf der Narbenoberseite abladen (BARTH 1982, HESS 1983). Ein Anpassstsein liegt auch bei Blüten besuchenden Käfern vor: Einige der auf der Margeritenblüte häufig zu beobachtenden Bockkäfer besitzen ebenso wie der die Margeritenblüte besuchende Malachit-Zipfelkäfer *Malachius bipustulatus* zum effektiven Einsammeln von Pollen Haarbüschel an den Mundwerkzeugen (BARTH 1982).

(folgende Seite)

Abb. 3: Ausgewählte verbreitete Insekten- und Spinnenarten auf der Margeritenblüte in unterschiedlichen Räumen des Sauerlands.

(darauffolgende Seite)

Abb. 4: Blütenökologische Symbiose bei der Margeritenblüte mit der Anpasstheit von Blüte und Bestäuber.

Insekten und Spinnen auf der Margeritenblüte



viele Fliegen



einzelne Wanzen



viele Käfer



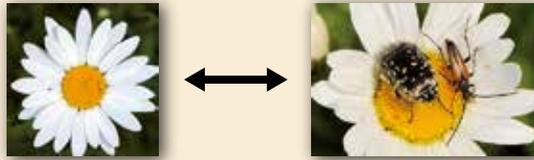
einzelne Schmetterlinge



mehrere Spinnen

Blütenökologische Symbiose

Angepasstheit von Blüte und Bestäuber



Strahlenblüte
nur weiblich
Fremdbestäubung
möglich



Röhrenblüte
im männlichen Zustand
(vormännlich)



Röhrenblüte
im weiblichen Zustand
Nachbarschaftsbestäubung
möglich

Aufblühfolge von außen nach innen des Blütenkorbs →



Farbmale im UV-Bereich
an der Basis der Strahlen-
blüten

Der Blütenbock *Stenurella
nigra* landet auf den
Strahlenblüten, läßt evtl.
auf deren Narben fremde
Pollen ab und frisst dann
Pollen und Nektar der
Röhrenblüten



Blütenbockkäfer
(o. *Leptura maculata*,
u. *Pachytodes ceram-
byciformis*) besitzen
Haarbüschel (Pollen-
besen) an den Maxillen



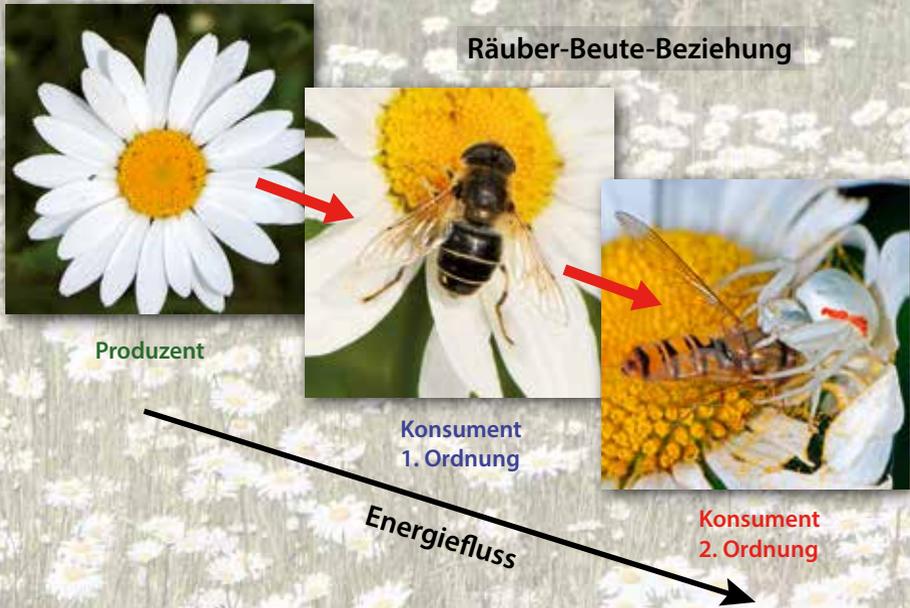
2.2.3 Nahrungskette, Trophiestufen, interspezifische Konkurrenz

Neben den Nektar und Pollen fressenden Insekten als Primärkonsumenten leben auf der Margeritenblüte auch verschiedene räuberische Sekundärkonsumenten: Spinnen und Sichelwanzen. Diese kurze Nahrungskette ist in Abbildung 5 dargestellt. Zur Vermeidung interspezifischer Konkurrenz um Beute zwischen den Spinnenarten tragen die unterschiedlichen Fangstrategien bei: Als typische Radnetzspinne baut die Kürbisspinne *Araniella cucurbitina* ihr kleines Fangnetz über dem Blütenkorb durch Zusammenspinnen von Zungenblüten. Die Springspinne *Heliophanus cupreus* peilt die Beute mit ihren großen Frontaugen an, pirscht sich an sie an und fängt sie mit einem Sprung. Die Veränderliche Krabbspinne *Misumena vatia* lauert, farblich zumeist an die Blütenumgebung angepasst, unbeweglich auch auf große Beute, ergreift diese mit ihren bedornten Fangbeinen und tötet sie mit einem schnell wirksamen Gift. Die Sichelwanze *Nabis spec.* besitzt ebenfalls bedornete Raubbeine und injiziert der gefangenen Beute mit ihrem langen Stechrüssel Gift.

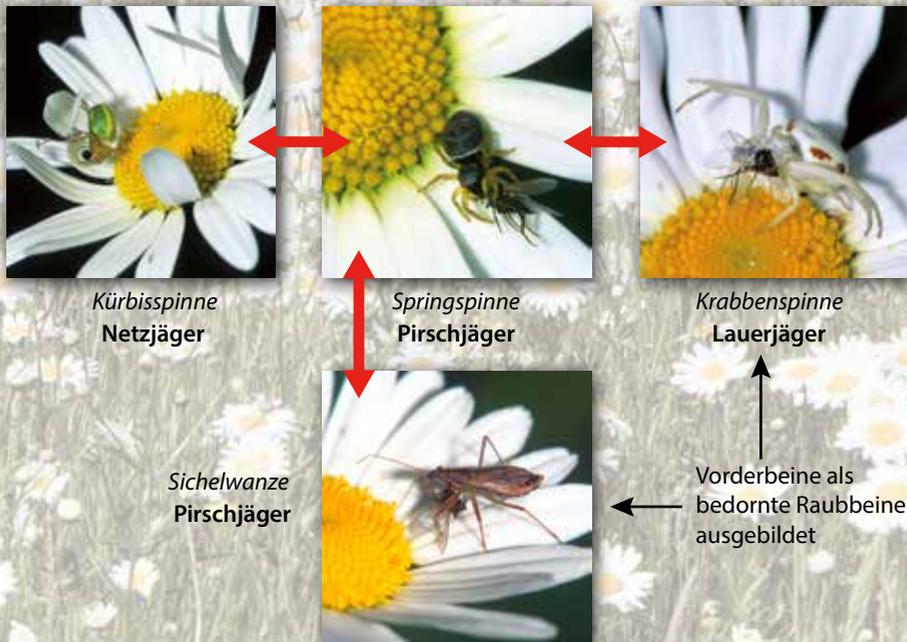
(folgende Seite)

Abb. 5: Nahrungsbeziehungen, Energiefluss und interspezifische Konkurrenz auf der Margeritenblüte.

Nahrungskette und Nahrungskonkurrenz auf der Margeritenblüte



Interspezifische Konkurrenz - Konkurrenzvermeidung



2.2.4 Lebensraum der Blütenbesucher

Während die Spinnenarten, vor allem die Krabbspinnen, ihren Standort kaum ändern, ist der Lebensraum der auf der Margeritenblüte zu beobachtenden Insekten nicht auf die Umgebung der Pflanze beschränkt. Bei vielen ist die Individualentwicklung mit einem Orts- und Lebensraumwechsel verbunden, welcher den Wechsel bei der Ernährung sowie veränderte Wechselbeziehungen mit Räubern und interspezifischen Konkurrenten einschließt. In Abbildung 8 ist am Beispiel des Schrot-Zangenbocks *Rhagium mordax* die daraus entstehende Komplexität der Vernetzung genauer dargestellt.

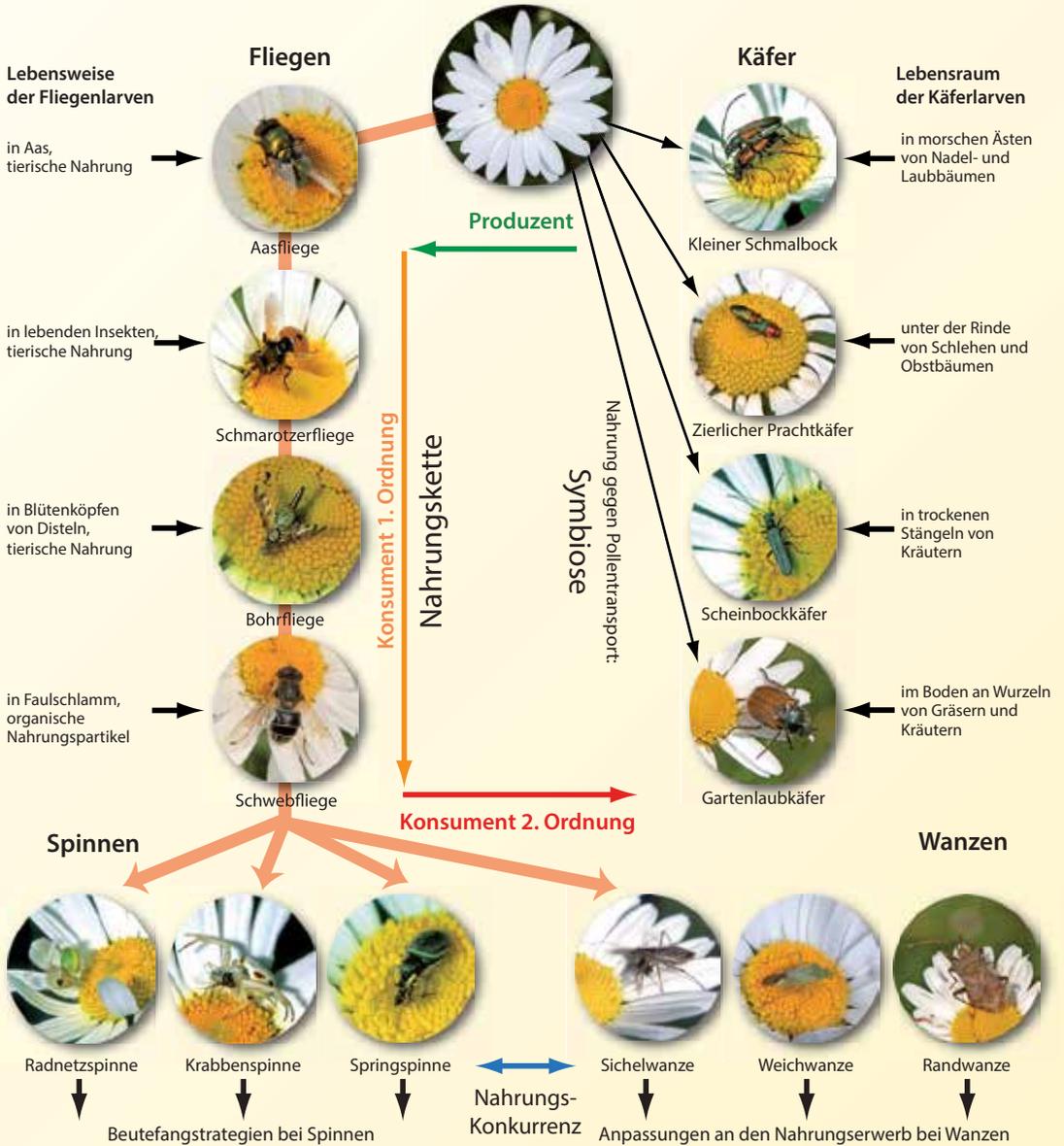
2.2.5 Zusammenfassung der Beziehungen

Eine schematische Übersicht über die vielfältigen ökologischen Beziehungen, die bereits mit jüngeren Schülerinnen und Schülern der Mittelstufe rund um die Margeritenblüte praxisnah zu beobachten, abzuleiten und zu dokumentieren sind, zeigt Abbildung 6. Aus diesem Schema wird deutlich, dass sich die Einzelbeobachtungen und -erklärungen anschaulich und verständlich im Sinne eines Konzepts „System“ funktional zusammenfassen lassen und das Beispiel Margeritenblüte sich gut als Anwendung zum Bewusstmachen des Basiskonzepts System eignet und dabei auch die Basiskonzepte Energie, Struktur und Funktion sowie Entwicklung berücksichtigt.

(folgende Seite)

Abb. 6: Zusammenfassende Übersicht über die auf der Margeritenblüte zu beobachtenden ökologischen Abhängigkeiten und Vernetzungen.

Ökologische Beziehungen rund um die Margeritenblüte



2.3 Erweiterung und Vertiefung ökologischer Abhängigkeiten in der Oberstufe

Im Ökologieunterricht der gymnasialen Oberstufe sollten die gewählten Beispiele im Sinne von anschlussfähigem kumulativem Lernen aufbauend auf dem Wissensstand des Mittelstufenunterrichts vertiefende Aspekte sowie Bezüge zu allen Organisationsebenen Zelle, Organismus, Population, Ökosystem und Biosphäre aufzeigen. Im Folgenden werden zwei Möglichkeiten zur Vertiefung und Erweiterung aufgezeigt.

2.3.1 Aspektfolge der Gilde Blüten besuchender Bockkäfer

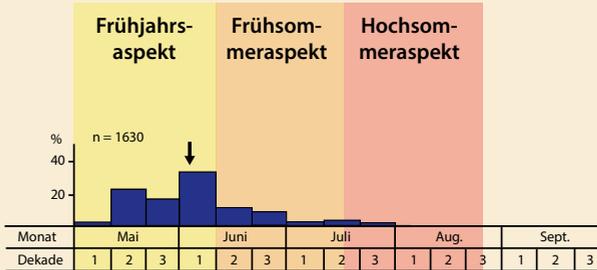
Als Blütenbesucher auf der Margeritenblüte im Sauerland wurden bisher acht Bockkäferarten vom Verfasser dokumentiert: Kleiner Schmalbock *Stenurella melanura*, Schwarzer Schmalbock *Stenurella niger*, Kleiner Blütenbock *Grammoptera ruficornis*, Gefleckter Schmalbock *Leptura maculata*, Gefleckter Blütenhalsbock *Pachytodes cerambyciformis*, Bleicher Halsbock *Pseudovadonia livida*, Fleckhornbock *Corymbia maculicornis* und Blaubock *Gaurotes virginea*. Für die Käfer ist die Margeritenblüte nicht nur Nahrungsquelle im Rahmen der Blütensymbiose, sondern auch Findungsort der Geschlechter und Paarungsplatz. Es macht deshalb Sinn, weitergehende systembezogene Aspekte am Beispiel der Blütenböcke aufzuzeigen, zumal mit den umfangreichen Untersuchungsergebnissen von FELDMANN (2001, 2008a, 2008b) hierzu gut einsetzbares, regional bezogenes Datenmaterial vorliegt.

In den Abbildungen 7a und 7b sind ausgewählte Ergebnisse aus diesen Veröffentlichungen dargestellt. Hieraus lässt sich im Rahmen des Basiskonzepts System die ökologische „Gilde“ als „Gruppe von Arten, die die Umweltressourcen in ähnlicher Weise nutzt“ (KRATOCHWIL & SCHWABE 2001) deutlich machen. Gerade im Schulunterricht ist es sinnvoll, ökologische Gilden als funktionelle Untereinheiten oder Lebensformtypen für bestimmte Lebensbereiche wie Ernährung oder Brutraum zur schrittweisen Erfassung von komplexen Vernetzungssystemen zu nutzen. Daneben lässt sich an dem Beispiel der Blütenböcke mittels der phänologischen Daten für die einzelnen Käferarten sowie für die von ihnen besuchten Blütenpflanzen die jahreszeitliche Abhängigkeit der Zusammensetzung der Gilde als Aspektfolge verdeutlichen.

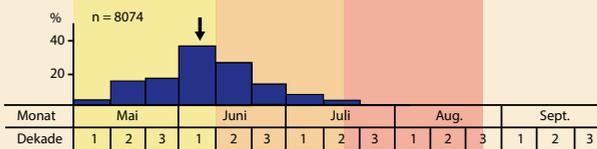
(folgende zwei Seiten)

Abb. 7a und 7b: Phänogramme und Aspektfolge der Gilde Blüten besuchender Bockkäfer nach FELDMANN (2001).

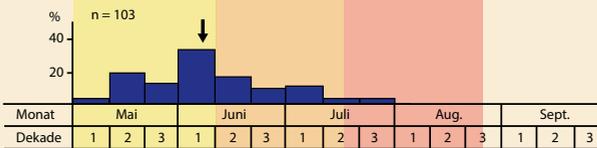
Phänologie und Aspektfolge Blüten besuchender Bockkäfer am Beispiel verbreiteter und häufiger Bockkäferarten des Sauerlands nach FELDMANN (2001)



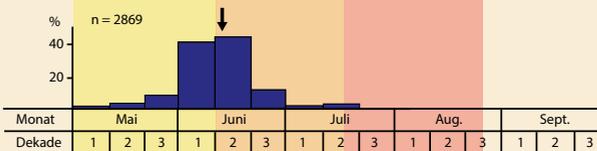
Kleiner Kurzdeckenbock
Molorchus minor



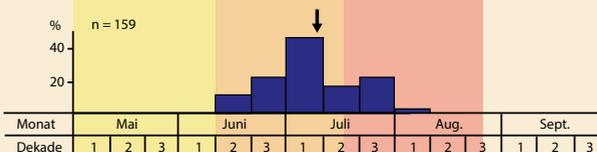
Kleiner Blütenbock
Grammotera ruficornis



Gewöhnlicher Widderbock
Clytus arietis

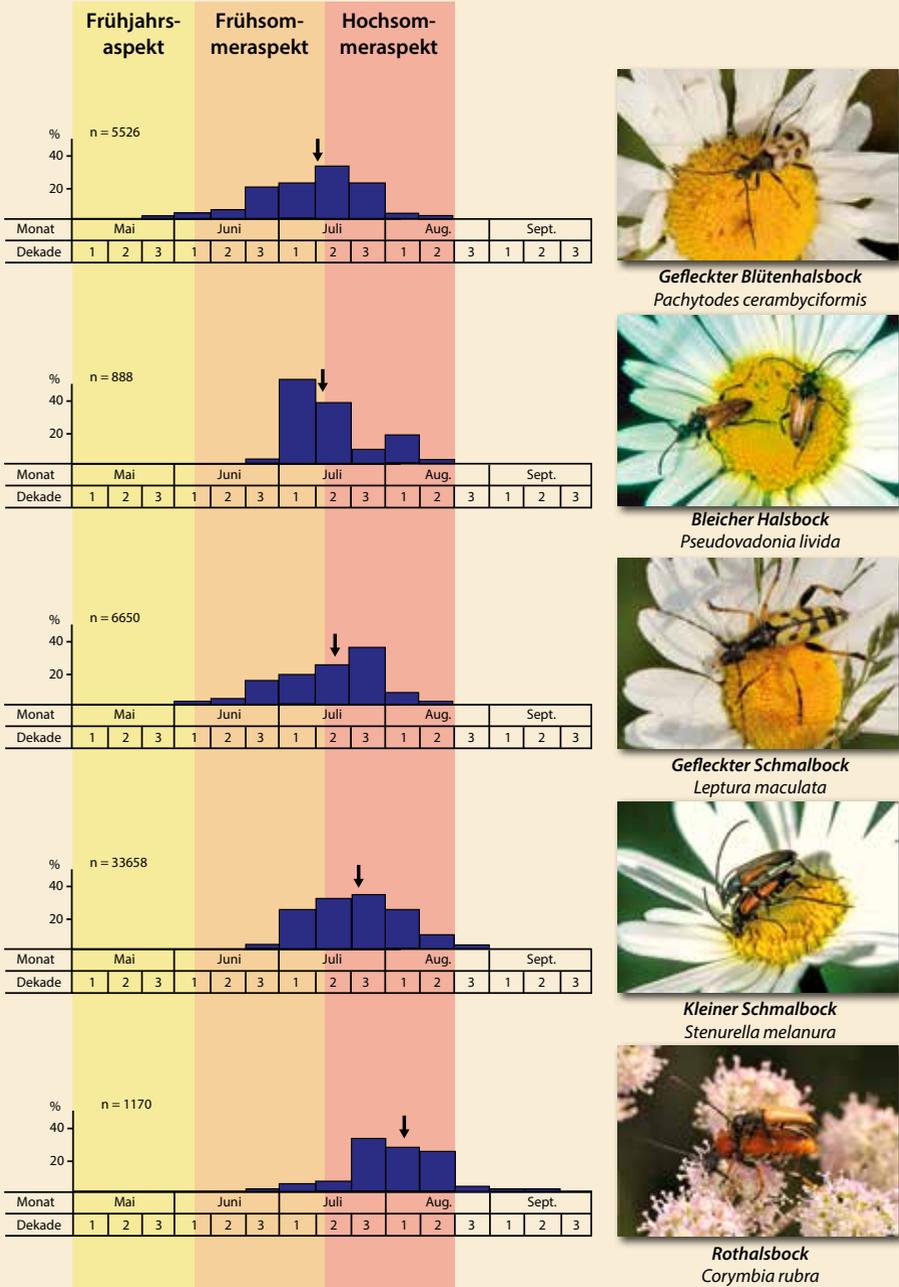


Gewöhnlicher Reisigbock
Obrium brunneum



Schwarzer Schmalbock
Stenurella nigra

Phänologie und Aspektfolge Blüten besuchender Bockkäfer am Beispiel häufiger oder verbreiteter Bockkäferarten des Sauerlands nach FELDMANN (2001)



2.3.2 Systemische Beziehungen am Beispiel des Schrot-Zangenbocks *Rhagium mordax*

Am Beispiel Blüten besuchender Bockkäfer lässt sich gut darstellen, dass es zu einem umfassenderen systemischen Verständnis in der Oberstufe notwendig ist, bei der genaueren Betrachtung von Beziehungen einen Wechsel zwischen Organisationsebenen einzubeziehen, da viele funktionelle Zusammenhänge auf der Organisationsebene „Ökosystem“ mit solchen auf der Organisationsebene „Organismus“ verknüpft sind. In Abbildung 8 ist diese Ebenen übergreifende Komplexität am Beispiel des Schrot-Zangenbocks dargestellt, auch wenn diese Bockkäferart wegen ihres frühen jahreszeitlichen Auftretens kaum auf Margeritenblüten, sondern eher auf Blütensträuchern zu beobachten ist. In der Grafik ist die Organisationsebene Organismus bzw. Population mit der Individualentwicklung des Käfers von der Ebene des Ökosystems abgehoben. Dabei werden aus menschlicher Strukturierungssicht die Ökosysteme Wald/Waldrand sowie Wiese/Hochstaudenfluren/Hecken einbezogen. Aus Sicht des flugfähigen Bockkäfers handelt es sich jedoch um einen populationsbezogenen Lebensraum mit unterschiedlich strukturierten Teillebensräumen mit den jeweiligen Umweltansprüchen und Beziehungen der Entwicklungsstadien. Der Schrot-Zangenbock wechselt, wie die meisten anderen Blütenbockkäferarten auch, mit oder nach der Paarung den Teillebensraum Waldrand oder Wiese/Hochstaudenflur zum Teillebensraum Waldinneres, wo sich die Larve und Puppe unter der Rinde von relativ frischem totem Laubholz entwickelt. Damit wechseln zwischen den Organisationsebenen Organismus und Ökosystem auch viele ökologische Beziehungspartner wie Nahrung und Räuber, interspezifische Konkurrenten und Symbionten. Dadurch werden die Komplexität der Vernetzungen und damit auch eine systemische Betrachtung im Unterricht erheblich erhöht. Dies soll an zwei in Abbildung 8 aufgeführten Beziehungen verdeutlicht werden:

- Im Sauerland sind neben *Rhagium mordax* auch die Zangenböcke *Rhagium inquisitor* und *Rhagium bifasciatum* verbreitet, deren Larven sich ebenfalls im Totholz entwickeln, allerdings mit unterschiedlicher Präferenz der Totholzart: Während sich *Rhagium mordax* fast ausschließlich unter der Rinde von Laubholz entwickelt, verläuft die Entwicklung von *Rhagium inquisitor* unter der Rinde von Nadelholz. Die Larven von *Rhagium bifasciatum* leben tiefer im feuchten Totholz von Laub und Nadelbäumen (BENSE 1995, KÖHLER 1996, MÖLLER et al. 2006). Hier ist innerhalb der Gattung *Rhagium* im Larvenstadium der Individualentwicklung auf der Ökosystemebene eine ökologische Niscentrennung erkennbar.

(folgende Seite)

Abb. 8: Biologisch-systemische Beziehungen unter Einschluss der Organisationsebenen Organismus und Ökosystem am Beispiel des Schrot-Zangenbocks *Rhagium mordax*.

Mögliche biologisch-systemische Beziehungen am Beispiel des Schrot-Zangenbocks *Rhagium mordax*



- Viele Bockkäferlarven leben in einer Endosymbiose mit einer mikrobiellen Darmflora aus Hefen und Bakterien. Beim Legen der Eier wird vom Weibchen die Eihülle oberflächlich mit den Endosymbionten versorgt, welche dann die Junglarve beim Fressen der Eihülle aufnimmt (NIEHUIS 2001). Genauere Untersuchungsergebnisse zur Ernährungsphysiologie und zur Endosymbiose von xylophagen Bockkäferlarven sind der Veröffentlichung von GRÜNWALD (2009) zu entnehmen.

2.4 Übertragbarkeit des Lehr- und Lernbeispiels „Die Margeritenblüte im Zentrum ökologischer Beziehungen“

Die Anwendung des Basiskonzepts System am Beispiel der Margeritenblüte kann als Anregung für die Fachlehrkräfte dienen, selbst praxisnahe und auf das Schulumfeld bezogene Beispiele zu konzipieren, denn das Umfeld der meisten Gymnasien und Gesamtschulen bietet Möglichkeiten, wenigstens Teilaspekte der angesprochenen Beziehungen und Vernetzungen entsprechend dem Beispiel „Margeritenblüte“ darzustellen. Dabei kann auch die mittlerweile umfangreiche Liste gut illustrierter und kommentierter Bestimmungsbücher und Naturführer sowie Websites für einzelne Tier- und Pflanzengruppen helfen.

2.4.1 Vergleichbare Blüten als Beobachtungsgrundlage

Statt der Margeritenblüten lassen andere verbreitete Scheiben- und Schalenblütenformen sowohl als Einzelblüte als auch als Blütenstand wegen ihrer geringen Spezialisierung auf die Blütenbesucher vielfältige Beobachtungsmöglichkeiten und Beziehungsableitungen zu:

- Doldenblüten vor allem von Apiaceen, deren artenspezifische Blühzeit im Jahresrhythmus wechselt,
- Distelblüten in Verbindung mit weiteren Bewohnern der Distelpflanze,
- Brombeerblüten unter Einbezug weiterer Rosaceen-Blüten wie Weißdorn und Schlehe ebenfalls mit unterschiedlicher Phänologie,
- Hahnenfußblüten, besonders die des Kriechenden Hahnenfußes in Verbindung mit weiteren Blüten aus der Familie der Ranunculaceen.

2.4.2 Lernbeispiele aus anderen Kleinlebensräumen

Anstelle von Blüten lassen eine Reihe anderer verbreiteter und gut untersuchbarer Kleinlebensräume eine praxisbezogene Anwendung des Basiskonzepts System zu: Leben auf den Laubblättern, Leben im Totholz oder der Laubstreu oder das Moospolster als Lebensraum.

Vielfältige ökologische Beziehungen lassen sich mit Bezug auf eine einzige Pflanzenart oder Gruppe ableiten, z.B. an Brennesseln oder an Disteln (DAVIS 1991, REDFERN 1995).

Um die Fachlehrkräfte bei der Entwicklung und unterrichtlichen Umsetzung zu unterstützen, sind schulpraktische Hilfen, z.B. in Form von Materialsammlungen und Dokumentationen sowie von Fortbildungen notwendig, wie es z.B. die Bezirksregierung Arnsberg im Rahmen der Fortbildung „Biologie im Schulumfeld“ seit mehr als einem Jahrzehnt praktiziert.

Zusammenfassung

Die Bildungsstandards für den mittleren Abschluss und die einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung der Kultusministerkonferenz geben vor, die Vermittlung von Fachinhalten im Biologieunterricht mithilfe von Basiskonzepten zu strukturieren und anschlussfähig zu gestalten. Besonders für den Ökologieunterricht ist das übergeordnete Basiskonzept „System“ von großer Bedeutung.

Am Beispiel von Beobachtungen rund um die Margeritenblüte wird aufgezeigt, wie praxisnah und Schulumfeld bezogen unter Nutzung von Basiskonzepten ökologische Inhalte in den verschiedenen Schulstufen aufeinander aufbauend erarbeitet und mit zunehmendem Alter der Schülerinnen und Schüler komplexere Beziehungen und Vernetzungen sowie strukturübergreifendes Denken geschult werden können.

Literatur

- BARTH, F.G. (1982): Biologie einer Begegnung – Die Partnerschaft der Insekten und Blumen. DVA Darmstadt.
- BENSE, U. (1995): Illustrierter Schlüssel zu den Cerambyciden und Versperiden Europas. Margraf Verlag Weikersheim.
- DAVIS, B.N.K. (1991): Insects on nettles. Naturalists' Handbooks 1. Richmond Publishing Slough UK.
- FELDMANN, R. (2001): Die Gilde der blütenbesuchenden Bockkäfer (*Coleoptera, Cerambycidae*) im südwestfälischen Bergland. Decheniana (Bonn) **154**: 51-79.
- FELDMANN, R. (2008a): Blütenbesuchende Bockkäfer (*Coleoptera, Cerambycidae*) in den Wiesentälern des Sauerlandes. Entomologische Nachrichten und Berichte **52**: 119-128.
- FELDMANN R. (2008b): Bockkäferfauna Südwestfalens – Ergebnisse einer Langzeitstudie im südwestfälischen Bergland. Natur in NRW 4/08: 22-26.
- GROPPENGIESSER, H., KATTMANN, U. & D. KRÜGER (2010): Biologiedidaktik in Übersichten. Aulis Verlag Köln.
- GRÜNWALD, S. (2009): Ernährungsphysiologische Aspekte xylophager Bockkäferlarven (*Coleoptera, Cerambycidae*). Dissertation TU München.
- HESS, D. (1983): Die Blüte – Struktur, Funktion, Ökologie, Evolution. Ulmer Verlag Stuttgart.
- KÖHLER, F. (1996): Käferfauna in Naturwaldzellen und Wirtschaftswald. Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung NRW, LÖBF-Schriftenreihe Band 6.
- KRATOCHWIL, A. & A. SCHWABE (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. Ulmer Verlag Stuttgart.

- KULTUSMINISTERKONFERENZ (2004) Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Biologie.pdf
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (2004): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Luchterhand Fachverlag Neuwied.
- LICHTNER, H.-D. (2007): Zum Umgang mit Basiskonzepten im Unterricht (Schwerpunkt Sekl). <http://www.biologieunterricht.homepage.t-online.de/Biodateien/Umgang%20Basiskonzepte.pdf>
- MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG; WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG NRW (1999): Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Biologie. Ritterbach Verlag Frechen.
- MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG NRW (2008): Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Biologie. Ritterbach Verlag Frechen.
- MÖLLER, G., GRUBE, R. & E. WACHMANN (2006): Der Fauna Käferführer I – Käfer im und am Wald. Fauna Verlag Nottuln.
- NIEHUIS, M. (2001): Die Bockkäfer in Rheinland-Pfalz und im Saarland. GNOR Mainz
- POST, M. (2012 unveröffentlicht): Arbeits- und Lernmatrix für den Biologieunterricht mit Bezug auf die KMK-Bildungsstandards für die Sekundarstufe I.
- REDFERN, M. (1995): Insects and thistles. Naturalists' Handbooks 4. Richmond Publishing Slough UK.

Anmerkung:

Sämtliche verwendete Fotos sowie die Grafiken der Abbildungen 1 bis 8 wurden vom Verfasser erstellt.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Heinrich Blana
Rosenstraße 29
44289 Dortmund