

Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg

 Band 79

The text 'Band 79' is centered below the title. It is preceded by a small black silhouette of a lion, which is the logo of the Baden-Württemberg state government.

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG UND REDAKTION	LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Christine Bißdorf, Wolfram Grönitz, Anna Hausmann, Norbert Höll, Astrid Oppelt und Vera Reifenstein Referat Flächenschutz, Fachdienst Naturschutz Florian Theves Referat Artenschutz, Landschaftsplanung fachdienst-naturschutz@lubw.bwl.de
BEZUG	www.lubw.baden-wuerttemberg.de Publikationen > Publikationen im Bestellshop der LUBW > Natur und Landschaft
PREIS	19 Euro
ISSN	1437-0093 (Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, Band 79)
STAND	2019
SATZ	Sabine Keller VIVA IDEA Grafik-Design, 73773 Aichwald, www.vivaidea.de
DRUCK	ABT Print und Medien GmbH 69469 Weinheim
AUFLAGE	1.300 Exemplare
TITELBILD	Josef Simmel

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Namentlich gekennzeichnete Fremdbeiträge stimmen nicht in jedem Fall mit der Meinung des Herausgebers überein. Für die inhaltliche Richtigkeit von Beiträgen ist der jeweilige Verfasser verantwortlich.

Aktuelle Studien zur Pflanzen-Biodiversität in Baden-Württemberg – eine Brücke zwischen Forschung und Naturschutz

MIKE THIV, MARCUS KOCH UND ARNO WÖRZ

ZUSAMMENFASSUNG	27
1 EINLEITUNG	28
2 ERGEBNISSE	29
2.1 Bodensee-Steinbrech	29
2.2 Dicke Trespe	30
2.3 Berg-Steinkraut	31
2.4 Echtes Schneeglöckchen	34
2.5 Gelbsterne	35
2.6 Zavelsteiner Krokus	36
2.7 Zottiger Klappertopf	37
3 SCHLUSSFOLGERUNG	39
4 DANK	39
5 LITERATUR UND QUELLEN	39

Zusammenfassung

Um Arten oder ihre Unterarten gezielt zu schützen, ist es sinnvoll, ihre genaue Abgrenzung zu anderen Sippen zu kennen. Neben der Untersuchung der klassischen Morphologie werden heute routinemäßig auch Analysen des Erbguts durchgeführt. So zeigte sich, dass DNA-Analysen das Wissen über die Abgrenzung einiger Arten revidieren bzw. präzisieren konnten. Im hier vorliegenden Artikel werden aktuelle Fallbeispiele von

meist naturschutzrelevanten Pflanzenarten aus Baden-Württemberg vorgestellt. Die behandelten Sippen sind der Bodensee-Steinbrech, die Dicke Trespe, das Berg-Steinkraut, das Echte Schneeglöckchen, verschiedene Gelbsterne, der Zavelsteiner Krokus und der Zottige Klappertopf. Die Ergebnisse haben zum Teil erhebliche Auswirkungen auf deren Gefährdungsgrad bzw. die Verantwortung für den Erhalt der Arten bzw. Unterarten.

1 Einleitung

Wofür ist es wichtig, die Arten so genau zu kennen? Wildpflanzen sind als Sauerstofflieferanten unsere Lebensgrundlage. Die Pflanzendecke kann nur stabil sein, wenn sie möglichst flexibel ist und auf Umweltinflüsse reagieren kann. Diese Flexibilität wird durch eine hohe Vielfalt verschiedener Arten ermöglicht. Diese Vielfalt zu erkennen und zu erforschen ist ein Beitrag zur Sicherung unserer Existenz auf dem Planeten. In einem umfangreichen Forschungsprojekt hat sich das Staatliche Museum für Naturkunde in Stuttgart die Erfassung und Kartierung der heimischen Flora als Aufgabe gestellt.

Die Definition, Abgrenzung und Klassifizierung biologischer Arten, Unterarten und weiterer Kategorien ist Gegenstand der Taxonomie. Sie ist damit eine der wichtigsten Grundlagen für Naturschutzbelange, da sie die „Schutzeinheiten“ – quasi die Währung der biologischen Vielfalt – beschreibt und definiert. Eine moderne Taxonomie beruht dabei aber nicht nur auf den äußeren, morphologischen Merkmalen, sondern immer mehr auch auf genetischen Daten, mit denen neue Erkenntnisse oder zumindest neue Sichtweisen gewonnen werden können. Verschiedene genetische Methoden können Informationen liefern, um evolutionäre Muster zu erkennen, die zur Trennung und Bildung von Arten geführt haben. Zum Beispiel können Unterschiede in DNA-Sequenzen zwischen Arten etwas zu deren Stammesgeschichte und verwandtschaftlicher Einordnung aussagen. Meist werden dazu variable DNA-Bereiche der Plastiden und des Zellkerns sequenziert. Die Anzahl der Unterschiede (Mutationen) zwischen dem Erbgut zweier Arten lässt dabei über komplexe Berechnungen auch Rückschlüsse auf das Alter zu. Prinzipiell gilt, je mehr Mutationen zwischen zwei Organismen entstanden sind, desto länger liegt der Zeitpunkt deren Aufspaltung zurück. Da die Anzahl der Mutationen mit der Entstehungszeit korreliert, kann das konkrete Alter von Arten (oder anderen taxonomischen Einheiten) bestimmt werden, wenn geeignete Kalibrierungspunkte im Stammbaum vorhanden sind. Dies können zum Beispiel Fossilien sein, die aufgrund ihrer Morphologie bestimmten Stellen im Stammbaum zugeordnet werden können. Verschiedene Algorithmen sind dann in der Lage, das Entstehungsalter zu berech-

nen. Der Verwandtschaftsgrad kann ebenfalls aus DNA-Sequenzen abgeleitet werden. Meistens sind zwei Organismen umso näher miteinander verwandt, je ähnlicher ihre DNA-Sequenzen zueinander sind. Die Berechnung dieser Stammbäume beruht jedoch meist auf der Wahrscheinlichkeit, mit der komplexe Modelle die beobachteten DNA-Mutationen erklären.

Zwischen Populationen einer Art sind solche DNA-Sequenzen oft invariabel, sodass hier auf DNA-Fingerabdruckmethoden zurückgegriffen wird, die idealerweise tatsächlich Einzelindividuen eindeutig genetisch charakterisieren. Hierfür stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Dabei wird DNA an spezifischen Stellen geschnitten oder mittels der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) vermehrt und weiter analysiert. Das Ergebnis ist ein Bandenmuster, welches einzigartig für Individuen ist. In weiteren Schritten können diese individuellen Muster codiert und miteinander verglichen werden. Auch hier gilt meistens, je mehr Übereinstimmung in den Bandenmustern zwischen Individuen oder Populationen zu finden ist, desto näher sind die Letzteren miteinander verwandt.

In diesem Beitrag werden die Resultate einiger aktueller molekularer Studien zu naturschutzrelevanten Sippen im Rahmen der Floristischen Kartierung von Baden-Württemberg vorgestellt. In diesem vom Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart koordinierten Projekt arbeiten neben professionellen Kartierenden und Kartierern auch über 150 Ehrenamtliche (citizen scientists) mit. Ziel ist die Erfassung aller Farn- und Blütenpflanzen des Landes auf einem ca. 5 km x 6 km-Raster. Insgesamt werden über 2.100 Arten kartiert. Im Feld werden die Pflanzen beobachtet, gegebenenfalls nachbestimmt und im Herbarium hinterlegt. Die so gewonnenen Kartierdaten werden in einer eigenen Datenbank (Recorder) verwaltet und daraus Verbreitungskarten erstellt (www.flora.naturkundemuseum-bw.de). Für die Unterscheidung und Zuordnung mancher Arten (und Unterarten) sind molekulare Methoden eine sehr hilfreiche Ergänzung zur morphologischen Bestimmung.

In diesem Beitrag werden seltene, zum Teil bereits ausgestorbene Arten und Unterarten sowie einige

weiter verbreitete, aber taxonomisch kritische Gruppen vorgestellt.

2 Ergebnisse

2.1 Bodensee-Steinbrech

Familie:	Steinbrechgewächse
Wissenschaftlicher Name:	<i>Saxifraga oppositifolia</i> subsp. <i>amphibia</i> (Sündermann) Braun-Blanquet
Gefährdungskategorie:	RL 0

Problematik:

Die jährlich überfluteten Strandrasengesellschaften des Bodensees sind eine einzigartige Vegetation mit extrem seltenen Pflanzen. Der Bodensee-Steinbrech (Abbildung 1) kam ausschließlich an den schweizerischen und deutschen Ufern des Bodensees vor und ist Ende der 1960er-Jahre ausgestorben. Die Ursachen für sein Aussterben waren vermutlich die Eutrophierung des

Bodensees, außergewöhnlich trockene Sommerperioden, Bebauungen im Uferbereich, Änderungen der Landschaftspflege und vermehrte Freizeitaktivitäten (THOMAS et al. 1987). Er galt entweder als junger Schwemmling aus den Alpen, der sich am Bodensee etablieren konnte oder als Relikt der Eiszeiten. Die Frage ist also, ob der Bodensee-Steinbrech als eigene Sippe abgetrennt werden muss oder lediglich als „normaler“ Gegenblättriger



Abbildung 1: Bodensee-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia* subsp. *amphibia*) aus dem Jahr 1926

Foto: Julius Plankenhorn

Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*) zu betrachten ist, der mit den in den alpinen Lagen der Alpen und weiterer nordhemisphärischer Gebirge und der Arktis verbreiteten Vorkommen identisch ist.

Methodik:

Von Herbarbelegen des Bodensee-Steinbrechs aus dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart wurden DNA-Bereiche des Zellkerns und der Chloroplasten sequenziert und mit denen anderer Herkünfte des Gegenblättrigen Steinbrechs verglichen.

Ergebnis:

Die DNA der Chloroplasten des Bodensee-Steinbrechs war identisch mit einer Variante, die vor allem bei Gegenblättrigen Steinbrech-Populationen in den Alpen verbreitet ist. Diese Daten sprechen für die Schwemmlingshypothese. Dagegen ergab die DNA-Analyse des Zellkerns verschiedene Fragmente, die sich meistens von denen des Gegenblättrigen Steinbrechs unterscheiden.

Mit einer molekularen Uhr konnte die Entstehung des Bodensee-Steinbrechs auf eine Zeit vor etwa 0,9–0,3 Mio. Jahren datiert werden. Dies würde für eine Interpretation als Eiszeitrelikt sprechen (KRAUSE et al. 2017).

Auswirkung auf den Naturschutz:

Obwohl die Frage, ob der Bodensee-Steinbrech ein Relikt oder junger Schwemmling ist, nicht endgültig beantwortet wurde, unterstreichen Teile der Ergebnisse die Einzigartigkeit dieser Pflanzensippe und die Bedeutung der Strandrasenvegetation als europaweit einmaliges Ökosystem. Sie beherbergt außerdem eine Reihe weiterer äußerst seltener Pflanzen, wie beispielsweise die Strand-Schmiele (*Deschampsia littoralis*), das Bodensee-Vergißmeinnicht (*Myosotis rebsteineri*), den Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) oder den Strandling (*Littorella uniflora*). Aufgrund der einzigartigen Artzusammensetzung verdienen die Strandrasen rund um den Bodensee prioritären Schutz. Leider kommt dies für den ausgestorbenen Bodensee-Steinbrech schon zu spät.

2.2 Dicke Trespe

Familie:	Süßgräser
Wissenschaftlicher Name:	<i>Bromus grossus</i> Desf. ex DC.
Gefährdungskategorie:	RL 2

Problematik:

Mit der Einführung des Ackerbaus im Zuge der Neolithischen Revolution und der allmählichen Ausdehnung der Landwirtschaft in Mitteleuropa sind auf den Anbauflächen neue, charakteristische Arten entstanden. Ein Beispiel dafür sind einige Trespen, wie die Dicke Trespe (*Bromus grossus*), eine Art des Anhangs II der europäischen Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie. Sie wächst vor allem auf Feldern mit Wintergetreide wie beispielsweise Dinkel, kann aber auch mit anderen Getreidesorten oder ruderal vorkommen (Abbildung 2). Sie gehört zum Verwandtschaftskreis der Roggen-Trespe (*Bromus secalinus*) und der in der Natur ausgestorbenen Ardennen-Trespe (*Bromus bromoides*). Die genauen Abgrenzungen zwischen den Arten und deren Entstehungsgeschichte sind jedoch bisher nicht eindeutig geklärt.

Methodik:

Die drei Arten wurden von KOCH et al. (2016) molekular mittels DNA-Fingerabdruckmethoden (AFLPs, <https://de.wikipedia.org/wiki/AFLP>) an der Universität Heidelberg untersucht. Ferner wurden äußere (morphologische) Merkmale vor allem der Ährchen-Strukturen analysiert.

Ergebnis:

Die Dicke Trespe ist genetisch sehr variabel und nah mit der am Naturstandort mittlerweile ausgestorbenen Ardennen-Trespe verwandt. Die beiden Arten unterscheiden sich in den Maßen der Ährchen sowie Deck- und Vorspelzen. Eine Auffassung als eigene Arten erscheint daher gerechtfertigt.



Abbildung 2: Dicke Trespe (*Bromus grossus*)

Foto: Martin Engelhardt

Auswirkung auf den Naturschutz:

Die Dicke Trespe ist eine eigene, nur in Mitteleuropa vorkommende Art. Da die meisten Populationen in Baden-Württemberg liegen, kommt dem Bundesland eine besondere Verantwortung für den Erhalt dieser

Sippe zu. Die hohe genetische Variabilität spricht dafür, möglichst alle Vorkommen zu schützen. Geeignete Maßnahmen sind beispielsweise Ackerrandstreifen, die nicht vor der Samenreife gemulcht werden dürfen oder der Verzicht auf trespenwirksame Herbizide.

2.3 Berg-Steinkraut

Familie:	Kreuzblütler	
Wissenschaftlicher Name:	<i>Alyssum montanum</i> L. subsp. <i>montanum</i>	<i>Alyssum montanum</i> subsp. <i>gmelinii</i> (Jord. & Fourr.) Thell.
Gefährdungskategorie:	RL Vorwarnliste	RL 1

Problematik:

Bisher wurden vom Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum*, Abbildung 3) zwei Unterarten anerkannt. Es wird zwischen dem Berg-Steinkraut i. e. S. (*Alyssum montanum* subsp. *montanum*), welches in Mitteleuropa auf Felsen weit verbreitet ist, und dem Dünen-Steinkraut (*Alyssum*

montanum subsp. *gmelinii*), welches speziell auf offenen, eiszeitlich entstandenen Sandflächen in der nördlichen Oberrheinebene wächst, unterschieden. Die letztgenannten Sandhabitats sind in der Region in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. In Baden-Württemberg finden sich die meisten Vorkommen des



Abbildung 3: Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum* subsp. *montanum*) auf der Schwäbischen Alb.

Foto: Mike Thiv

Berg-Steinkrauts i. e. S. auf der Schwäbischen Alb. Es stellte sich die Frage, ob diese ökologisch definierten Unterarten auch genetisch und morphologisch unterstützt werden.

Methodik:

Eine DNA-Analyse der Chloroplasten, DNA-Fingerabdruckmethoden und morphologische Studien wurden von ŠPANIĚL et al. (2012) durchgeführt.

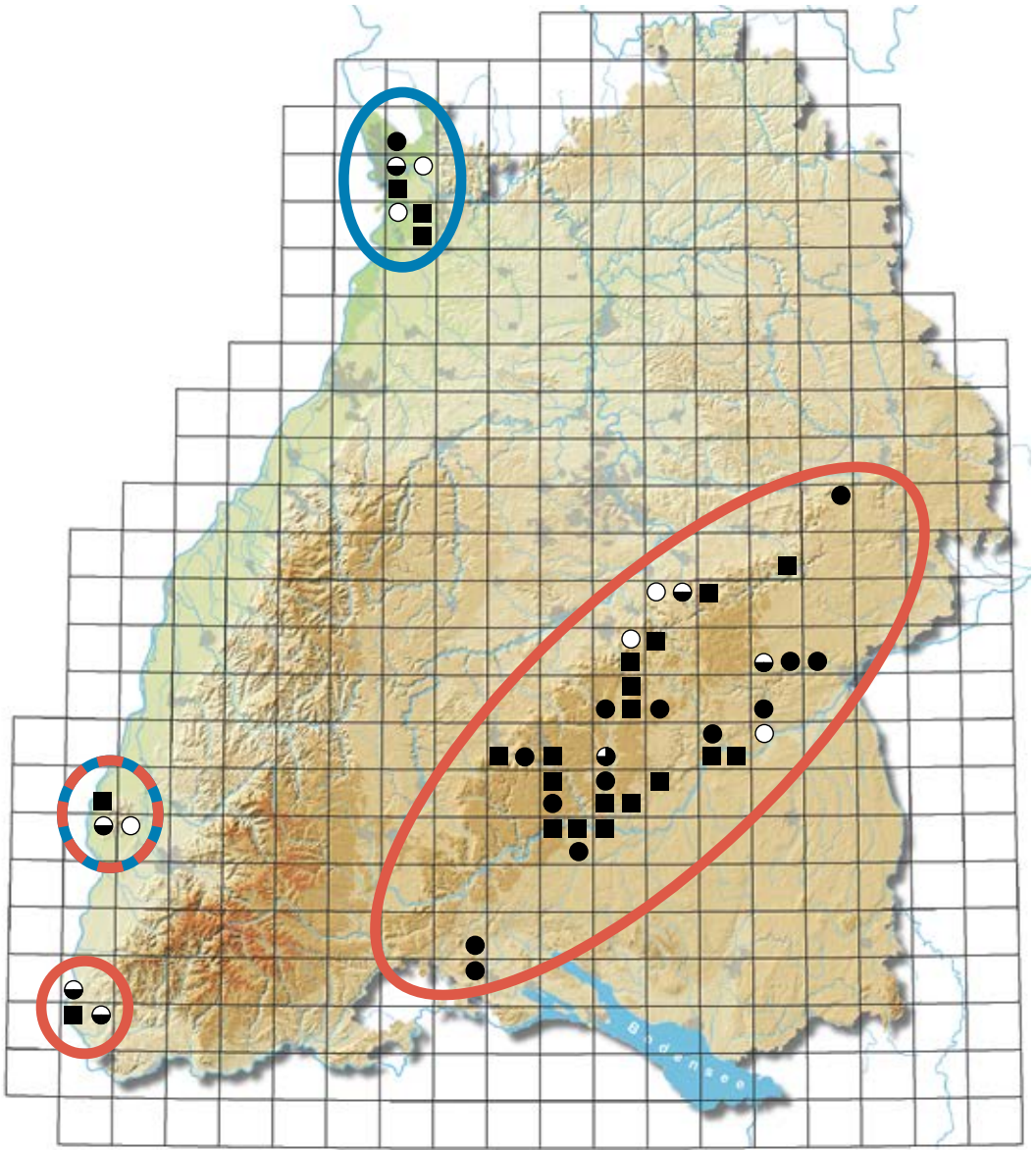
Ergebnis:

Im Gegensatz zur bisherigen Auffassung zeigte sich, dass die Vorkommen auf der Schwäbischen Alb zusammen mit weiteren Populationen aus der Schweiz und Frankreich eine eigene Gruppe bildeten. Pflanzen der ökologisch besonderen Sandhabitats in der nördlichen Oberrheinebene sind dagegen mit den in Mittel- und

Osteuropa weitverbreiteten Populationen verwandt (Abbildung 4).

Auswirkung auf den Naturschutz:

Die nun neu definierte Unterart *Alyssum montanum* subsp. *montanum* ist auf die Schwäbische Alb und Teile des Schweizer Juras und Kalkgebieten in Frankreich begrenzt. Daher besitzt Baden-Württemberg für Vorkommen auf den Felsen der Schwäbischen Alb eine besondere internationale Verantwortung. Diese sollten insbesondere vor Verbuschung, Sammelaktivitäten und Kletterschäden bewahrt werden. Die Bestände der nördlichen Oberrheinebene stehen als Relikte der sehr selten gewordenen Sandvegetation bereits unter besonderem Schutz. Wichtig ist ein langfristiger Erhalt dieser inzwischen kleinflächigen Habitats.



- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|
| ■ | Beobachtungen ab 2005 | — | <i>Alyssum montanum</i> subsp. <i>montanum</i> |
| ● | Beobachtungen zwischen 1970 und 2004 | — | <i>Alyssum montanum</i> subsp. <i>gmelinii</i> |
| ◐ | Beobachtungen zwischen 1945 und 1969 | — | Hybrid aus beiden Unterarten |
| ◑ | Beobachtungen zwischen 1900 und 1944 | | |
| ○ | Beobachtungen vor 1900 | | |

Abbildung 4: Die Verbreitung des Berg-Steinkrauts in Baden-Württemberg (vgl. ŠPANIEL et al. 2012, Figure 1). Rot markiert *Alyssum montanum* subsp. *montanum*, für die Baden-Württemberg eine hohe internationale Verantwortung besitzt.
 Abb.: Mike Thiv, SMNS; Kartengrundlage: LGL, LUBW

2.4 Echtes Schneeglöckchen

Familie:	Narzissengewächse
Wissenschaftlicher Name:	<i>Galanthus nivalis</i> L.
Gefährdungskategorie:	RL ungefährdet; deutschlandweit nach LUDWIG & SCHNITTLER (1996): 3 (bezogen auf die natürlichen Bestände)

Problematik:

Vom Echten Schneeglöckchen gibt es natürliche und verwilderte Populationen in Baden-Württemberg (Abbildung 5). Die Wildstandorte befinden sich überwiegend auf der Mittleren Schwäbischen Alb mit einem isolierten Vorkommen im südlichsten Schwarzwald. Mutmaßlich verwilderte oder angepflanzte Vorkommen erstrecken sich über das gesamte Bundesland. Die Frage ist, ob sich natürliche und verwilderte Pflanzen genetisch voneinander unterscheiden.

Methodik:

Die Schneeglöckchen werden derzeit am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart untersucht. Es werden DNA-Bereiche des Zellkerns und der Plastiden von

natürlichen und verwilderten Populationen miteinander verglichen.

Ergebnis:

Erste Resultate zeigen, dass sich die urwüchsigen Schneeglöckchen genetisch deutlich von den verwilderten unterscheiden (SCHÜSSLER et al., in Bearbeitung).

Auswirkung auf den Naturschutz:

Die besondere Bedeutung der wenigen wilden Vorkommen auf der Schwäbischen Alb und in der Albtschlucht im südlichsten Schwarzwald wird durch diese weitergehenden Untersuchungen unterstützt. Aufgrund der Größe und der Stabilität der Vorkommen in naturnahen Waldgesellschaften sind spezielle Naturschutz-

maßnahmen derzeit nicht notwendig. Großflächige Kahlschläge oder Windwürfe können jedoch für die Populationen schädlich sein. Darauf sollte bei der Waldbewirtschaftung geachtet werden.



Abbildung 5:
Wildes Schneeglöckchen
(*Galanthus nivalis*)
Foto: Arno Wörz

2.5 Gelbsterne

Familie:	Liliengewächse		
Wissenschaftlicher Name:	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.)	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet
Gefährdungskategorie:	RL ungefährdet	RL 3	RL Vorwarnstufe

Problematik:

Die Artbestimmung von Gelbsterne ist teils schwierig, weil ihre morphologischen Merkmale oft nicht eindeutig sind. Im Gebiet des Nördlinger Ries wurden drei Populationen gefunden, die mit klassischen Mitteln nicht sicher bestimmt werden konnten (Abbildung 6). Molekulare Analysen sollten zur Identifizierung beitragen.

Methodik:

Die Pflanzen wurden mittels Morphologie und DNA-Sequenzen des Zellkerns und der Plastiden untersucht (WÖRZ et al. 2012).

Ergebnis:

Eine der Populationen erwies sich als eine morphologisch aberrante Form des Acker-Gelbsterne (*Gagea villosa*) und die zwei anderen als Kreuzungen in dem Artenkomplex des Wald-Gelbsterne (*Gagea lutea*), des Pommerschen Gelbsterne (*Gagea pomeranica*), des Wiesen-Gelbsterne (*Gagea pratensis*) und des Mecklenburger Gelbsterne (*Gagea megapolitana*).

Auswirkung auf den Naturschutz:

Die Vorkommen von Trochselfingen/Ries und am Ipff bei Bopfingen sind stabile Hybridschwärme, die als besondere Evolutionslinie schützenswert sind. Der Schutz lässt sich durch einfache Pflegemaßnahmen der Habitats umsetzen.



Abbildung 6:
Der besondere Gelbsterne vom Ipff, ein Hybrid aus mehreren *Gagea*-Arten.
Foto: Arno Wörz

2.6 Zavelsteiner Krokus

Familie:	Schwertliliengewächse
Wissenschaftlicher Name:	<i>Crocus neglectus</i> Peruzzi & Carta
Gefährdungskategorie:	RL nicht berücksichtigt

Problematik:

Die deutschlandweit einzigartigen Krokus-Bestände auf landwirtschaftlich genutzten Wiesen rund um Bad Teinach-Zavelstein im Landkreis Calw locken zur Blütezeit zahlreiche Touristen an (Abbildung 7). Die Pflanzen gelten als verwildert und haben in den letzten 200 Jahren eine beachtliche Populationsgröße erreicht. Ihre Artzuordnung war umstritten, meist wurden sie als Frühlings-Safran (*Crocus vernus*, RL ungefährdet) aufgefasst. Da die Bestimmung von Krokussen insgesamt schwierig ist, sollten DNA-Analysen weiterhelfen.

Methodik:

Es wurden dieselben molekularen Methoden wie beim Echten Schneeglöckchen (Kap. 2.4) durchgeführt (THIV & WÖRZ 2015).

Ergebnis:

Der Vergleich von DNA-Sequenzen ergab, dass es sich beim Zavelsteiner Krokus um den Übersehenen Krokus (*Crocus neglectus*) handelt, einer vor Kurzem neu beschriebenen Art aus der Verwandtschaftsgruppe des Frühlings-Safrans. Er kommt von Natur aus in Nord-Italien (Ligurien, Toskana, Emilia-Romagna) vor.

Auswirkung auf den Naturschutz:

Der Übersehene Krokus konnte neu für Baden-Württemberg und für Deutschland nachgewiesen werden. Die Zavelsteiner Pflanzen gehen höchstwahrscheinlich auf Verwilderungen zurück. Die Standorte sind als Naturschutzgebiet „Zavelsteiner Krokuswiesen“ ausgewiesen. Ihr Bestand ist aufgrund der hohen Populationsgrößen zum jetzigen Zeitpunkt nicht gefährdet.



Abbildung 7:
Zavelsteiner Krokus
(*Crocus neglectus*)
Foto: Mike Thiv

2.7 Zottiger Klappertopf

Familie:	Sommerwurzgewächse
Wissenschaftlicher Name:	<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich
Gefährdungskategorie:	RL nicht gefährdet

Problematik:

Der Zottige Klappertopf ist in Baden-Württemberg weit verbreitet und fehlt nur im Schwarzwald und Teilen Oberschwabens (Abbildungen 8 und 9). Von dieser Art wurden mehrere Unterarten beschrieben, die sich im Wuchs und vor allem in den Blütezeiten unterscheiden. Sie wurden als sogenannte saisonale Ökotypen interpretiert. Handelt es sich bei diesen Ökotypen um genetisch isolierte und fixierte Gruppen?

Methodik:

Mittels DNA-Fingerabdruckmethoden wurde die genetische Variabilität von Populationen aus allen Teilen von Baden-Württemberg ermittelt (PLEINES et al. 2013).

Ergebnis:

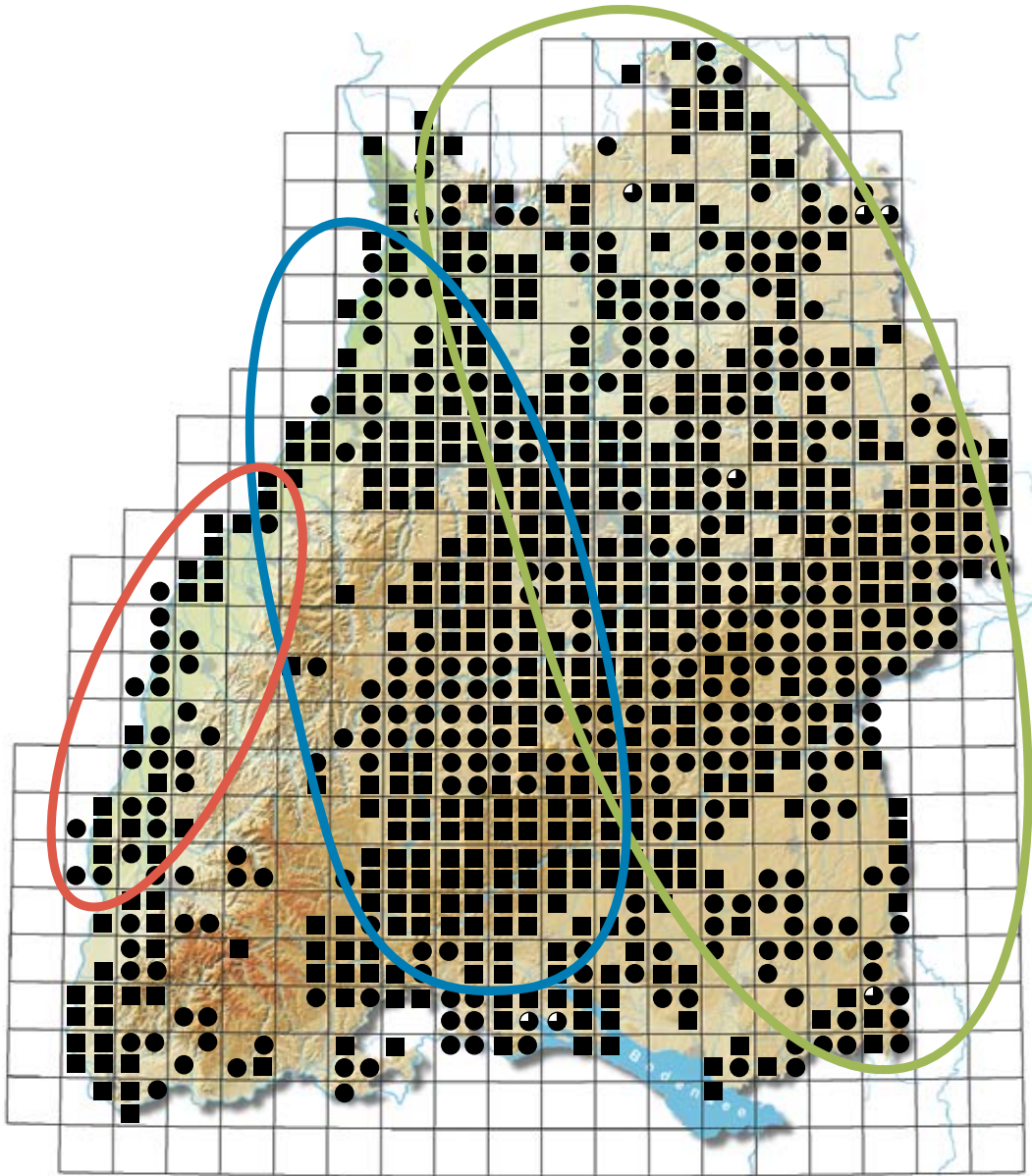
Die saisonalen Ökotypen korrelieren nicht mit den gefundenen genetischen Gruppen. Stattdessen fanden sich genetische Gruppen in verschiedenen Regionen von Baden-Württemberg. Eine genetische Variante kommt in der südlichen Oberrheinebene vor, eine weitere zieht sich von der südlichen Schwäbischen Alb in die nördliche Oberrheinebene und eine dritte Variante ist in der östlichen Hälfte von Baden-Württemberg beheimatet.

Auswirkung auf den Naturschutz:

Eine Unterteilung in Unterarten des Zottigen Klappertopfs ist nicht sinnvoll, da die auf Grund genetischer Merkmale gefundenen Gruppen morphologisch und ökologisch nicht unterscheidbar sind. Die drei geografisch verteilten, genetischen Gruppen dieser Art sind in Baden-Württemberg derzeit nicht gefährdet.



Abbildung 8:
Zottiger Klappertopf
(*Rhinanthus alectorolophus*)
Foto: Mike Thiv



- Beobachtungen ab 2005
- Beobachtungen zwischen 1970 und 2004
- Beobachtungen zwischen 1945 und 1969

Abbildung 9: Die Verbreitung des Zottigen Klappertopfs (*Rhinanthus alectorolophus*) in Baden-Württemberg (vgl. PLEINES et al. 2013, Fig. 1). Die drei Farben geben die ungefähre Verbreitung der drei genetischen Varianten an.
 Abb.: Mike Thiv, SMNS; Kartengrundlage: LGL, LUBW

3 Schlussfolgerung

Die Analyse des Erbguts konnte in allen Fällen den bisherigen Wissensstand präzisieren und erweitern. Dies kann für Bewertungen im Naturschutz (z. B. für Rote Listen) relevant sein. So sollten beispielsweise die Schutzbemühungen der Vorkommen des Berg-Steinkrauts auf der Schwäbischen Alb im Hinblick auf die Seltenheit dieser Sippe intensiviert werden. Ähnlich sollten die genetisch abweichenden Populationen der Gelbsterne behandelt werden: Auch sie sind ein Teil pflanz-

licher Biodiversität, für die Baden-Württemberg eine große Verantwortung hat. Diese Beispiele zeigen aber auch, dass wir noch lange nicht alles über diese Vielfalt wissen. Daher laufen derzeit weitere Projekte mit ähnlicher Fragestellung, wie beispielsweise über die Pfingstnelke (*Dianthus gratianopolitanus*), die Glänzende Seerose (*Nymphaea candida*) und eine Unterart des Wiesen-Kerbels auf der Schwäbischen Alb (*Anthriscus sylvestris* subsp. *stenophyllus*).

4 Dank

Wir danken den Referaten Naturschutz, Recht der Regierungspräsidien Freiburg und Tübingen für die

naturschutzrechtliche Befreiung zum Sammeln von Material vom Echten Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*).

5 Literatur und Quellen

BREUNIG, T. & S. DEMUTH (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württembergs. – Naturschutz-Praxis, Artenschutz 2. – Karlsruhe.

KOCH, M. A., N. MEYER, M. ENGELHARDT, M. THIV, K.-G. BERNHARDT & F. MICHLING (2016): Morphological and genetic variation of highly endangered Bromus species and the status of these Neolithic weeds in Central Europe. – Plant Systematics and Evolution, 302: 515–525.

KRAUSE, C., A. WÖRZ & M. THIV (2017): Molecular analysis of the extinct central European endemic *Saxifraga oppositifolia* subsp. *ambipibia* and its implications on glaciation biogeography. – Alpine Botany 127: 85–95. DOI 10.1007/s00035-016-0183-5.

LUDWIG, G. & M. SCHNITTLER (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 28. – Bonn-Bad Godesberg.

PLEINES, T., K. ESFELD, F. R. BLATTNER & M. THIV (2013): Ecotypes and genetic structure of *Rhinanthus alectorolophus* (Orobanchaceae) in southwestern Germany. – Plant Systematics and Evolution, 299: 1523–1535.

ŠPANIEL, S., K. MARHOLD, M. THIV M & J. ZOZOMOVÁ-LIHOVÁ (2012): A new circumscription of *Alyssum montanum* ssp. *montanum* and *A. montanum* ssp. *gmelinii* (Brassicaceae) in Central Europe: molecular and morphological evidence. – Botanical Journal of the Linnean Society, 169: 378–402.

THIV, M. & A. WÖRZ (2015). Die neue Identität des Zavelsteiner Krokus als *Crocus neglectus* nach DNA-Untersuchungen. – Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 171: 163–172.

THOMAS, P., M. DIENST, M. PEINTINGER & R. BUCHWALD (1987): Die Strandrasen des Bodensees. – Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, 62: 325–346.

WÖRZ, A., N. HOHMANN & M. THIV (2012): Morphological and molecular diversity of some populations of *Gagea* (Liliaceae) in Southwest Germany. – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A (Biologie), 5: 1–11.

PD Dr. Mike Thiv

Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart
mike.thiv@smns-bw.de

Prof. Dr. Marcus Koch

Centre for Organismal Studies Heidelberg,
University of Heidelberg
marcus.koch@cos.uni-heidelberg.de

Dr. Arno Wörz

Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart
arno.woerz@smns-bw.de

