

Verbreitung, Populationsdynamik und Vergesellschaftung der Sibirischen Schwertlilie (*Iris sibirica*) im westlichen Bodenseegebiet

MARKUS PEINTINGER

Kurzfassung

Die Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*) ist eine typische Art der Streuwiesen (Molinion caeruleae) am Bodenseeufer. Der beobachtete Rückgang einiger Populationen wurde zum Anlass genommen, um Veränderungen in der Populationsgröße und der Artenzusammensetzung von *Iris sibirica*-Wiesen zu untersuchen. Es wurde hauptsächlich drei Fragen nachgegangen: 1. Wie ist die aktuelle Verbreitung von *Iris sibirica* und hat sich der Bestand in den letzten hundert Jahren verändert? 2. Gibt es einen langfristigen Populationstrend 1992-2008? 3. Hat sich die Artenzusammensetzung der Streuwiesen mit *Iris sibirica*-Wiesen zwischen den zwei untersuchten Zeitperioden 1988-1993 und 2003-2009 verändert?

Um die Änderung der Häufigkeit zu untersuchen, wurde die aktuelle Verbreitung von *Iris sibirica* mit Literaturangaben verglichen. Zudem wurden die Monitoring-Daten des Naturschutzbunds Deutschland (NABU) ausgewertet, um den langfristigen Populationstrend abschätzen zu können. Beim Monitoring wurde in 16 Populationen von 1992 bis 2008 jährlich die Zahl der Blütenstände ausgezählt. Spearmans Rangkorrelations-Koeffizienten wurden benutzt, um den Trend zu schätzen und auf Signifikanz zu prüfen. Um Vegetationsveränderungen festzustellen, wurden die Vegetationsaufnahmen beider untersuchter Zeiträume nach der Methode Braun-Blanquet und mit Hilfe multivariater Verfahren (Detrended Correspondence Analysis, DCA) ausgewertet.

Die Zahl der Vorkommen verringerte sich von 25 um 1910 auf 13 nach 2008. *Iris sibirica* war hauptsächlich an den Mündungen der Bodenseezuflüsse verbreitet und kam in einer Höhenlage zwischen 400 und 430 m NN vor. Die Bestandsentwicklung zeigte keinen einheitlichen Trend. Die Populationsgröße verringerte sich in zwei Populationen, während sie in dreien zunahm. Die *Iris sibirica*-Wiesen ließen sich in zwei Ausbildungen unterteilen: eine mit *Molinia caerulea* und eine mit *Thalictrum flavum*. Zwischen 1988-1993 und 2003-2009 fand keine deutliche Veränderung der Artenzusammensetzung statt. Jedoch wurde eine leichte Zunahme von *Deschampsia cespitosa* und *Solidago gigantea* festgestellt. Zusammenfassend betrachtet ist *Iris sibirica* derzeit im westlichen Bodenseegebiet nicht gefährdet, obwohl ein Rückgang der Fundorte seit 1910 festzustellen ist. Die meisten aktuellen Populationen zeigten keinen Bestandstrend auf oder nahmen sogar zu. Fast

alle Streuwiesen mit *Iris sibirica* befinden sich in Naturschutzgebieten und werden aus Naturschutzgründen einmal im Jahr gemäht.

Abstract

Distribution, population dynamics and phytosociology of *Iris sibirica* in the western part of Lake Constance

Iris sibirica is a characteristic species for calcareous fen meadows (Molinion caeruleae) at the shore of Lake Constance. Since a decline of local populations was observed, a more detailed study was initiated to examine changes in population size and species composition of *Iris sibirica* meadows. Three main questions were addressed: (1) What is the recent distribution of *Iris sibirica* and how strong was the decline of the species during the last hundred years? (2) Is there a long-term trend in population size 1992-2008? (3) Is there evidence for changes in species composition between two time periods (1988-1993 and 2003-2009)?

To examine local extinctions the recent distribution of *Iris sibirica* were compared with published records. The monitoring data of the Naturschutzbund Deutschland (NABU) were examined to estimate long-term trends in population size. For the monitoring the number of inflorescences were yearly counted in 16 populations from 1992 to 2008. Spearman's rank correlation coefficients were calculated to estimate temporal trends and significance. Furthermore, vegetation of the two time periods were analysed by the method of Braun-Blanquet and by detrended correspondence analysis (DCA).

The number of locations with *Iris sibirica* decreased from 25 before 1910 to 13 after 2008. *Iris sibirica* occurred mainly at river mouths and at an altitude between 400 and 430 m a.s.l. Population size showed no general trends. In two population size declined while in three population it increased. *Iris sibirica* meadows are divided into two subtypes: one with *Molinia caerulea* and one with *Thalictrum flavum*. Between 1988-1993 and 2003-2009 no dramatic changes in species composition were observed. However, a slight increase of *Deschampsia cespitosa* and *Solidago gigantea* could be observed.

In conclusions, *Iris sibirica* is currently not endangered in the western part of Lake Constance although a decline was observed since 1910. However, most recent populations show no general trend or even increased in size. Almost all populations were located in nature

reserves and the *Iris sibirica* meadows were managed for reasons of nature conservation.

Autor

Dr. MARKUS PEINTINGER, Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU), Güttinger Str. 8/1, D-78315 Radolfzell, E-mail: peinti@t-online.de

1 Einleitung

Die Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*) gehört zu den charakteristischen Pflanzenarten des Bodensees. Sie kommt vor allem in seenahen Streuwiesen in hoher Abundanz vor und ist während der Blüte im Frühjahr aspektbildend. *Iris sibirica*-Wiesen sind dokumentiert aus dem westlichen Bodenseegebiet (PHILIPPI 1960, LANG 1973) und vom Eriskircher Ried am Obersee (WINTERHOFF 1993). Pflanzensoziologisch werden die ähnlich ausgeprägten *Iris sibirica*-Bestände entweder als eigene Assoziation „Iridetum sibiricae“ gefasst (PHILIPPI 1960, KORNECK 1962, LANG 1973, BOHNER et al. 2001), zu verschiedenen eng umgrenzten Molinion-Gesellschaften gestellt (Cirsio tuberosi-Molinietum/Allio suaveolentis-Molinietum, LANG 1973, OBERDROFER 1983, GOEBEL 1995) oder dem weiter gefassten Molinion caeruleae zugeordnet (WINTERHOFF 1993, BURKHART et al. 2004).

Regelmäßige Bestandszählungen ergaben, dass in einzelnen Populationen die Bestände rückläufig waren, obwohl die Flächen unter Naturschutz standen und keine Veränderung der Nutzung zu erkennen war. Dies wurde zum Anlass genommen, die Verbreitung und Soziologie von *Iris sibirica* im westlichen Bodenseegebiet und mögliche Veränderungen zu untersuchen. Hierzu wurden die Bestandszählungen der Naturschutzzentren Mettnau und Wollmatinger Ried des Naturschutzbunds Deutschland (NABU) ausgewertet. Zudem wurden alte bisher unpublizierte Vegetationsaufnahmen des Autors (1986-1993) mit neu angefertigten (2003-2009) verglichen, um Veränderungen der Gesellschaftsstruktur erkennen zu können. *Iris sibirica*-Wiesen werden häufig durch die hohe Artmächtigkeit der namensgebenden Art charakterisiert (z.B. KORNECK 1962: „optimal, Deckung bis 75%“). In dieser Arbeit sind jedoch alle Streuwiesen mit *Iris sibirica* berücksichtigt, unabhängig vom Deckungswert der Art. Es wird im Wesentlichen folgenden Fragen nachgegangen:

1. Wie ist *Iris sibirica* im westlichen Bodensee aktuell verbreitet, und ist ein Rückgang im

Vergleich zum Beginn des 20. Jahrhunderts festzustellen?

2. Welche Bestandstrends weisen die untersuchten Populationen zwischen 1992 und 2008 auf?
3. Wie ist *Iris sibirica* im westlichen Bodenseegebiet vergesellschaftet und gibt es Hinweise auf Vegetationsveränderungen zwischen 1988-1993 und 2003-2009?

2 Untersuchungsgebiet

Die Landschaft des westlichen Bodenseegebietes ist geprägt durch die Vergletscherung während der letzten Eiszeit (Würm). Bei der anschließenden Verlandung wurden im Bodenseebecken Beckentone und dann Seekreide abgelagert. In flachen Teilen des Sees sind so großflächige Riedlandschaften entstanden (SCHREINER 1974). Die früher als Streuwiesen genutzten Flächen werden seit den 1970er Jahren aus Naturschutzgründen gemäht. Im westlichen Bodenseegebiet sind diese sogenannten Seeriede vor allem am Untersee zu finden, außerdem im Mündungsbereich der Stockacher Aach. Eine Torfbildung findet aufgrund der Wasserstandsschwankungen des Bodensees nicht statt, da bei Niedrigwasser organisches Material wieder abgebaut wird. Die Böden der Seeriede sind kalkreich, weil sie über Seekreide entstanden sind. Entlang der Zuflüsse in den westlichen Teil des Bodensees ist *Iris sibirica* nur in den Versumpfungsmooren an der Radolfzeller Aach zu finden (Bohlinger und Hausener Aachried). Die Umgebung des Bodensees liegt bei rund 400 m ü NN und ist, was die jährlichen Durchschnittstemperaturen anbelangt (8,9 °C), begünstigt im Vergleich zum Umland. Die durchschnittlichen Niederschläge betragen im westlichen Teil des Sees nur 849 mm pro Jahr (Konstanz 1961-1990, Daten des Deutschen Wetterdienstes).

3 Methode

Die aktuellen Nachweise stammen von Beobachtungen seit den 1980er Jahren. Die historischen Nachweise beruhen im wesentlichen auf BAUMANN (1911) und im geringeren Umfang auf JACK (1900).

Im Rahmen des Monitoring-Programms der NABU-Naturschutzzentren Wollmatinger Ried und Mettnau wurden 16 Bestände in fünf Na-

turschutzgebieten nahezu jedes Jahr erfasst. Je nach Gebiet betrug der Erfassungszeitraum zwischen 11 und 26 Jahren (Details s. Tab. 1 und 2). Während der Hauptblütezeit wurden die Blütenstände von *Iris sibirica* gezählt, da eine Zählung der Individuen wegen des vegetativen Wachstums und den dichten Beständen nicht möglich war. Es wurden meist die gesamten Bestände ausgezählt; lediglich im Radolfzeller Aachried wurden ca. 2/3 des Gesamtbestandes und im Wollmatinger Ried nur zwei Zählflächen erfasst. Die Lage der Bestände bzw. Zählflächen sind bei den NABU-Naturschutzzentren hinterlegt. Die Nummerierungen bzw. Namensgebungen erfolgen nach den dort gebräuchlichen Bezeichnungen.

Um den langfristigen zeitlichen Populationstrend zu berechnen, wurde eine Spearman-Rangkorrelation mit anschließendem Signifikanztest durchgeführt, da eine Normalverteilung der Daten nicht vorausgesetzt werden kann und Ausreißer weniger den Trend beeinflussen als bei parametrischen Tests. Da der Beginn des Monitoring-Programms zwischen den Untersuchungsgebieten variiert, wurde als Bezugszeitraum 1992-2008 gewählt, um eine Vergleichbarkeit des Trends zu gewährleisten (für die Stockacher Aachmündung finden sich Daten aus früheren Jahren in PEINTINGER 1990). Lediglich im Wollmatinger Ried liegen Zählungen erst seit 1998 vor. Für die grafischen Darstellungen wurden die Daten \log_{10} -transformiert. Der Trend in den Grafiken wurde mit einer linearen Regressionsgeraden sichtbar gemacht; die entsprechenden Signifikanzen stammen jedoch von der Spearman-Rangkorrelation.

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode Braun-Blanquet zwischen 1986 und 1993 angefertigt, aber bisher nicht publiziert (Ausnahme zwei Vegetationsaufnahme von der Stockacher Aachmündung bei PEINTINGER 1990). Erneute Aufnahmen erfolgten zwischen 2003 und 2009. Die Lage der früheren Vegetationsaufnahmen wurde auf kleinmaßstäblichen Karten festgehalten und konnte während der Wiedererhebung schätzungsweise auf 20 m genau an denselben Orten erfolgen. Die Größe der Aufnahmen lag einheitlich bei 10 m². Die Nomenklatur folgt WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) und KOPERSKI et al. (2000). Bestimmungskritische Arten konnten nur teilweise unterschieden werden. Sowohl *Agrostis stolonifera* als auch *A. gigantea* kamen in den *Iris sibirica*-Wiesen vor, konnten jedoch nicht in allen Fällen sicher bestimmt werden. *Agrostis stolonifera* scheint häufiger gewesen zu sein, *A. gigantea* kam vor allem an gestörten und

teilweise auch nährstoffreichen Stellen vor. Auch *Galium palustre* und *Galium elongatum* kamen in den Aufnahmeflächen vor, konnten jedoch im Rahmen dieser Untersuchung ebenfalls nicht unterschieden werden. Während letztere Art vor allem in Röhrichten vorkam, bleibt unklar, welche Sippe in Streuwiesen am häufigsten ist. Aus der *Myosotis scorpioides*-Gruppe wurde nur *M. nemorosa* in den *Iris sibirica*-Wiesen festgestellt (zur Artabgrenzung s. PEINTINGER 1996); *Myosotis scorpioides* kam in den Seerieden meist in Röhrichten vor. Bei *Symphytum officinale* handelte es sich durchweg um die nur weiß- und kleinerblütige subsp. *bohemicum*; rotblühende Pflanzen wurden nie beobachtet. In den Seerieden war *Valeriana officinalis* s.str. die einzig vorkommende Art der *Valeriana officinalis*-Gruppe. Diese Pflanzen am westlichen Bodenseeufer sind diploid (TITZ 1981) und nach Kulturversuchen frühblühender als Pflanzen derselben Art aus anderen Regionen Baden-Württembergs (SEBALD 1977). Die Pflanzen wurden teilweise als *V. pratensis* bezeichnet (LANG 1973, BURKART et al. 2004). Dabei handelt es sich nach SEBALD (1996) jedoch um eine tetraploide Sippe mit unklarem systematischem Rang.

Um die klassische pflanzensoziologische Tabellenarbeit zu überprüfen, wurde eine indirekte Ordination durchgeführt (DCA = Detrended Correspondence Analysis, JONGMANN et al. 1995). Die Artmächtigkeit r wurde dem Wert 0,1 bzw. + dem Wert 0,5 gleichgesetzt. Arten wurden nicht in die Analyse einbezogen, wenn sie in weniger als fünf Vegetationsaufnahmen vorkamen. Im Ordinationsdiagramm wurden die Faktorenladungen (site scores) der Vegetationsaufnahmen dargestellt. Dabei wurden die zwei Vegetationseinheiten (Tab. 3 und 4) und die beiden Untersuchungszeiträume mit unterschiedlichen Symbolen dargestellt. Die Analyse wurde mit dem Modul „Vegan“ in R durchgeführt (OKSANEN et al. 2009).

4 Ergebnisse

4.1 Verbreitung

Von insgesamt 25 *Iris sibirica*-Fundorten, die vor 1910 festgestellt wurden, konnten nach 2008 noch 13 bestätigt werden (Tab. 1, Abb. 1). Von drei kleinen Populationen (Mindelsee, Weiler und Hausener Aachried) wurden keine historische Nachweise in der Literatur gefunden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese 1910 be-

Tabelle 1. Fundorte von *Iris sibirica* im westlichen Bodenseegebiet. Vorausgestellt sind die Nummer der Topographischen Karte des Vermessungsamtes Baden-Württemberg und die Quadrantennummer. Soweit nicht anders vermerkt, liegen alle Fundorte bei ca. 400 m ü NN (Bodenseeufer). Angaben ohne Findernamen stammen vom Autor.

Schweiz

- 8319/1 Eschenz (BAUMANN 1911); seither unbestätigt.
 8320/1 Mannenbach, spärlich A. SUTER nach BAUMANN (1911); Ufer hier aktuell stark verbaut, seither unbestätigt.
 8320/2 Vom Schlachthaus bis Gottlieben mehrfach (JACK 1900, BAUMANN 1911); Ufer mittlerweile stark verbaut.
 8320/2 Unterhalb Gottlieben gegen Triboltingen (BAUMANN 1911); 2010 einige hundert Pflanzen.

Deutschland

- 8120/3 NSG Bodenseeufer Bodman-Ludwigshafen = Mündungsgebiet der Stockacher Aach, (JACK 1900), G. PHILIPPI 1959 und G. LANG 1963 in LANG (1973), seither mehrfach, PEINTINGER (1990) und Abb. 3.
 8219/1 NSG Hausener Aachried: 1986, 2010 rund 100 Blütenstände, 430 m NN.
 8219/3 NSG Bohlinger Aachried (JACK 1901); im Jahr 1979 wurde der Bestand auf rund 3000 Blütenstände geschätzt (S. SCHUSTER, schriftl. Mitt.); ca. < 5000 Blütenstände im Jahr 2010.
 8219/4 NSG Halbinsel Mettnau, (JACK 1900, BAUMANN 1911), seit 1987 mehrfach in zwei sehr kleinen einzelnen Beständen (insgesamt 10-20 Blütenstände).
 8219/4 NSG Radolfzeller Aachried (JACK 1900, BAUMANN 1911), große Population, s. Abb. 2.
 8219/4 Riedwiese westl. Weiler, 420 m ü NN (GRÜTTNER 1990: Tab. 35, Spalte 59), Vorkommen konnte 2010 nicht mehr bestätigt werden, wohl aufgrund fehlender Mahd erloschen (Dominanz von *Phragmites australis*).
 8219/4 Gundholzen (BAUMANN 1911), seither unbestätigt.
 8219/4 Iznang (BAUMANN 1911), seither unbestätigt.
 8220/1 NSG Mindelsee, 1984, 2008, < 50 Pflanzen.
 8220/3 NSG Bodenseeufer bei Markelfingen (JACK 1900), G. PHILIPPI 1959 und G. LANG 1961 (LANG 1973), seither mehrfach, s. Abb. 3.
 8220/3 NSG Hornspitze (BAUMANN 1911 als Hornstad): 1988 ca. 900 Blütenstände (NABU Mettnau), aktuelle Entwicklung s. Abb. 3, Bestand seit ca. 2005 wieder gemäht.
 8220/3 Insel Reichenau, Steinerner Weg „reichlich“ und Bauernhorn (BAUMANN (1911); entspricht wohl aktuellem Vorkommen im Ried Gießen am Reichenauer Nordufer, einige tausend Pflanzen im Jahr 2009; die Angaben von G. PHILIPPI 1959 und G. LANG 1963 in LANG (1973) beziehen sich wahrscheinlich auch auf diesen Fundort.
 8220/4 Allensbach (BAUMANN 1911); Galgenacker östlich Reichenau, wenige hundert Pflanzen im Jahr 2008.
 8220/4 NSG Wollmatinger Ried, Giehrenmoos (BAUMANN 1911), aktuelle Bestandsentwicklung in Zählfläche 8 (Abb. 3).
 8319/2 Gaienhofen (BAUMANN 1911); seither unbestätigt.
 8320/1 Insel Reichenau, Mittelzell-Ost und Melchershorn (BAUMANN 1911), beide Populationen erloschen.
 8320/2 Insel Reichenau, Fehrenhorn (BAUMANN 1911: „spärlich“), erloschen; Bibershof im Cirsio-Molinietum, 1959-1961 (LANG 1973), seither unbestätigt.
 8320/2 NSG Wollmatinger Ried, BAUMANN (1911), G. PHILIPPI 1959; Zugwiesen im Ostteil 1960 in LANG (1973), aktuelle Bestandsentwicklung in Zählfläche 11 (Abb. 3).
 8320/2 Konstanz Bleiche, X. LEINER, L. LEINER nach JACK (1900) und BAUMANN (1911), Ufer mittlerweile verbaut und Bestand erloschen.

reits vorhanden waren. Die meisten Fundorte lagen am deutschen Bodenseeufer. In der Schweiz konnte von drei historischen Vorkommen nur eines zwischen Gottlieben und Triboltingen bestätigt werden. Der größte Rückgang in Deutschland war auf der Insel Reichenau und auf der Höri festzustellen. BAUMANN (1911) nennt minde-

stens fünf Fundorte auf der Reichenau, von denen heute nur noch ein Vorkommen vorhanden ist. Die meisten Vorkommen auf der Höri (Gaienhofen, Gundholzen, Iznang) sind erloschen. Die meisten und größten Populationen von *Iris sibirica* sind aktuell an den Mündungen der größeren Zuflüsse zu finden. Dabei ergaben Schät-

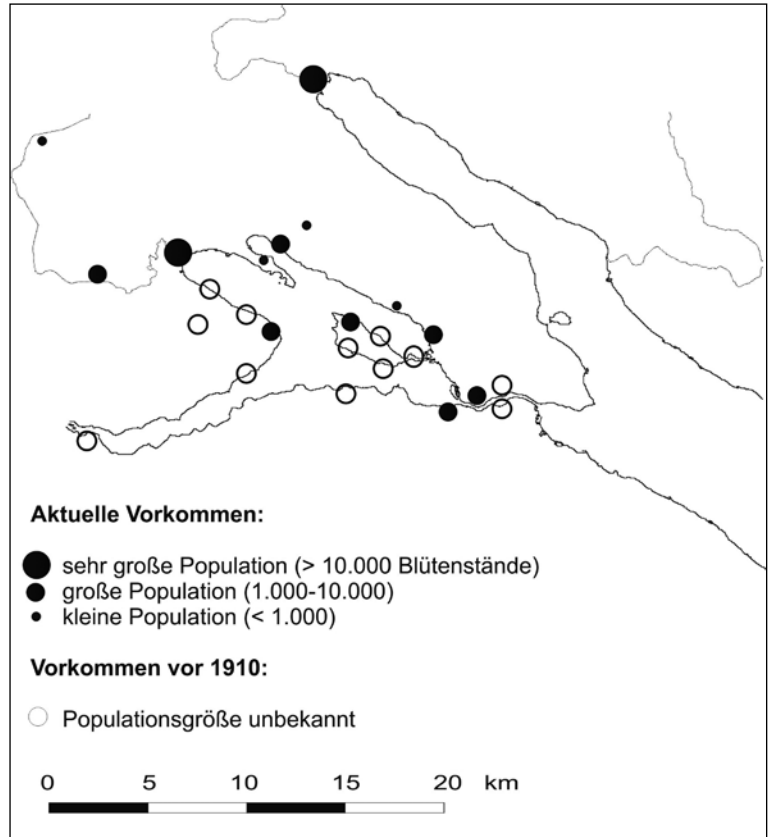


Abbildung 1. Aktuelle (2010) und historische Verbreitung (vor 1910) von *Iris sibirica* im westlichen Bodenseegebiet (siehe Tab. 1).

zungen für das gesamte Radolfzeller Aachried eine Bestandsgröße von über 100.000 Blütenständen und rund 30.000 Blütenständen an der Stockacher Aach im Naturschutzgebiet Bodman-Ludwigshafen. Außerhalb der Mündungsgebiete waren am Bodenseeufer nur kleine Populationen (< 100 Blütenstände) zu finden, wie an der Hornspitze oder auf der Halbinsel Mettnau. Lediglich entlang der Radolfzeller Aach (Bohlinger und Hausener Aachried) wurden größere Bestände (einige Tausend Blütenstände) ausserhalb des Bodenseeufer festgestellt. Ein vom Bodenseeufer rund 3 km entferntes Vorkommen am Mindelsee besteht nur aus Einzelpflanzen. Ein Vorkommen bei Weiler auf der Halbinsel Höri (GRÜTTNER 1990), wenige Kilometer vom Bodenseeufer entfernt, konnte nicht mehr bestätigt werden. Insgesamt kommen aktuell vier kleine (< 1000 Blütenstände), sieben große (bis 10.000 Blütenstände) und zwei sehr große Populationen (> 10.000

Blütenstände) im westlichen Bodenseegebiet vor (Abb. 1).

4.2 Populationsdynamik

Ein einheitlicher langfristiger Trend in der Populationsdynamik von *Iris sibirica* war nicht zu erkennen (Tab. 2). In der größten Population im Radolfzeller Aachried wurde in drei von acht untersuchten Flächen eine (marginal) signifikante Zunahme festgestellt (Abb. 2), in den restlichen dagegen keine signifikante Veränderung. An der Stockacher Aachmündung war eine leichte Zunahme zu verzeichnen (Abb. 3), die jedoch nicht signifikant war. Gerade im letzten Untersuchungsjahr 2008 wurde die höchste Zahl an Blütenständen in der gesamten Untersuchungsperiode beobachtet. Auf den ehemaligen Sportplätzen hatte bereits früher eine Zunahme stattgefunden, nachdem die Nutzung seit 1985 aufgegeben und Pflegemaßnahmen durchgeführt wurden (PEIN-

Tabelle 2. Bestandsentwicklung von *Iris sibirica* (Anzahl Blütenstände) in fünf Naturschutzgebieten im westlichen Bodenseegebiet. Der Populationstrend wurde mit der Spearman-Rangkorrelation geschätzt und auf Signifikanz geprüft (N: Anzahl Jahre, m: Median, r_s : Rang-Korrelationskoeffizient, P: Signifikanz). Die Flächenbezeichnungen beziehen sich auf einzelne Mahdflächen; detaillierte Angaben sind bei den NABU-Naturschutzzentren Mettnau und Wollmatinger Ried hinterlegt.

	N	m	r_s	P
Radolfzeller Aachried				
Fläche 1	11	3580	0,43	0,18
Fläche 2	11	2400	0,08	0,81
Fläche 3	12	840	0,79	< 0,01
Fläche 4	12	420	0,43	0,16
Fläche 5	8	770	0,71	0,06
Fläche 6	11	3840	0,60	0,05
Fläche 7	12	3620	0,03	0,92
Fläche 8	11	5800	-0,14	0,69
Bodenseeufer Markelfingen				
Fläche 3	16	310	0,30	0,25
Fläche 4	15	42	-0,76	<< 0,01
Fläche 5	16	8	-0,58	0,02
Bodenseeufer Bodman-Ludwigshafen				
Ehemalige Sportplätze	9	13900	-0,09	0,76
„ <i>Iris sibirica</i> -Wiese“	9	7850	0,31	0,28
Hornspitze				
„ <i>Iris sibirica</i> -Wiese“	14	190	-0,22	0,45
Wollmatinger Ried-Untersee-Gnadensee				
Zählfläche 8 (Giehrenmoos)	11	300	0,57	0,07
Zählfläche 11 (Wollmatinger Ried)	11	400	-0,09	0,80

TINGER 1990). Am Bodenseeufer bei Markelfingen gingen zwei Bestände drastisch zurück (Fläche 4: $p < 0,001$, Fläche 5: $p < 0,05$), während ein Bestand (Fläche 3) keinen signifikanten Trend aufwies. Der kleine Bestand an der Hornspitze nahm bis 2001 ab, hat aber seit 2004 wieder zugenommen. Im Wollmatinger Ried war kein Trend erkennbar; die kleinen Bestände wurden aber auch erst seit 1998 regelmäßig ausgezählt.

Im Untersuchungszeitraum wurden zwei extreme Ereignisse beobachtet. Während des Jahrhunderthochwassers 1999 (JÖHNK et al. 2004) waren alle untersuchten Populationen überschwemmt. Die Zahl an Blütenständen ging in den folgenden Jahren aber nicht deutlich zurück. Dagegen wurde nach dem extrem heißen und trockenen Sommer 2003 (SCHÄR et al. 2004) ein Rückgang der Blütenstände im Frühjahr 2004 beobachtet (Abb.

2 und 3). Danach lagen die Zahlen jedoch wieder auf dem selben Niveau wie vor 2003.

4.3 Vergesellschaftung

Die durchschnittliche Artenzahl der *Iris sibirica*-Wiesen (Tab. 3 bis 5) lag pro Vegetationsaufnahme bei 21,2. Insgesamt wurden 125 Gefäßpflanzen- und 13 Moosarten in den 52 Vegetationsaufnahmen nachgewiesen. Die Deckung in der Krautschicht lag meist bei rund 90 %, die der Mooschicht meist unter 50 %. In manchen Beständen (ungemähte Wiesen?) wurde eine dichte Streuschicht festgestellt. Kennzeichnend sind neben der namensgebenden Art *Carex disticha*, *C. tomentosa* und als Seltenheit *Ophioglossum vulgatum*. Diese grenzen die *Iris sibirica*-Wiesen gegenüber den Pfeifengraswiesen nährstoffärmerer Standorte ab, die sich durch *Tofieldiatalia-*

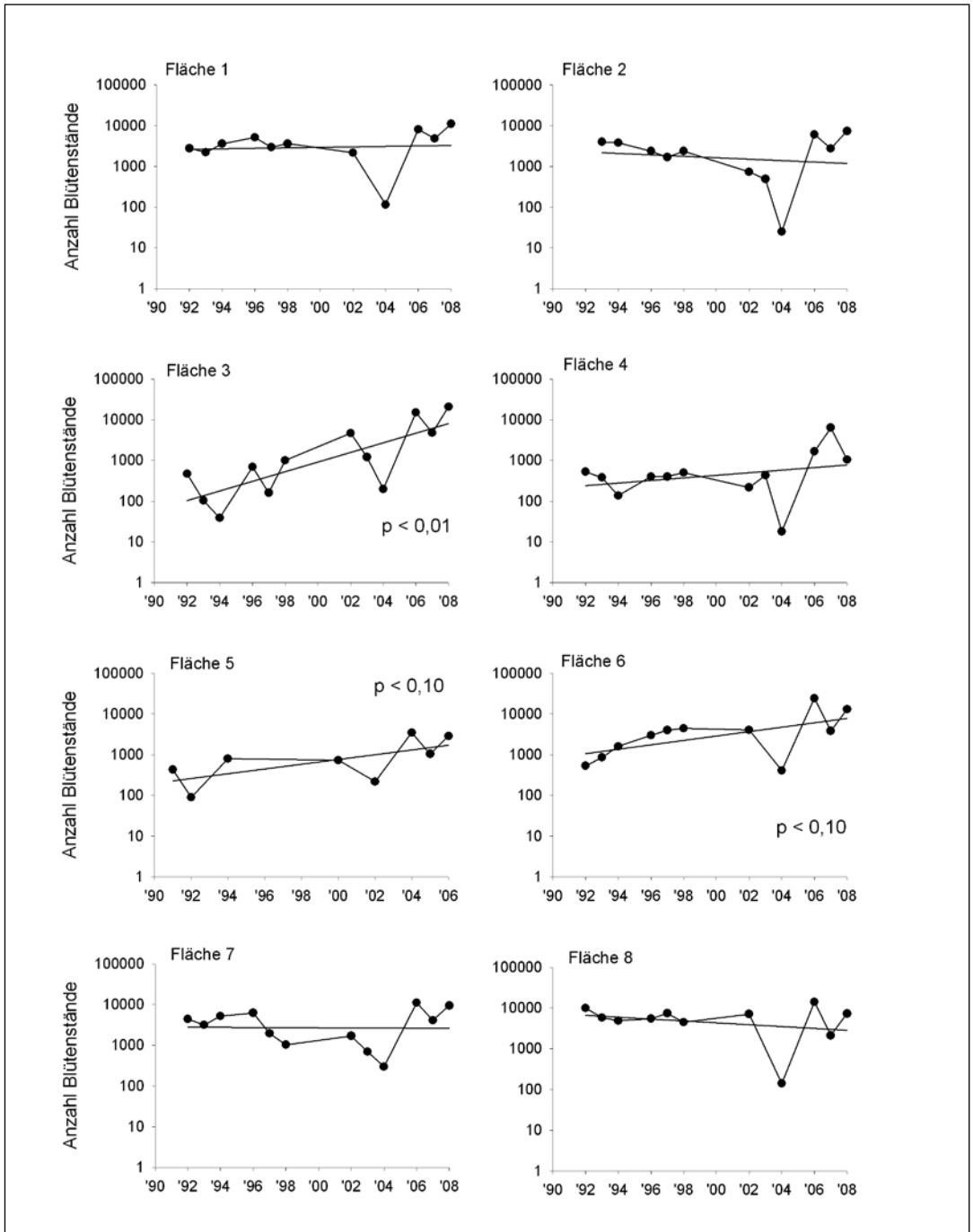


Abbildung 2. Bestandsentwicklung (Anzahl Blütenstände, log₁₀-transformiert) von *Iris sibirica* im Naturschutzgebiet Radolfzeller Aachried; die lineare Regression dient zur optischen Verdeutlichung des Trends, dieser wurde aber mit Spearman-Rangkorrelation auf Signifikanz getestet.

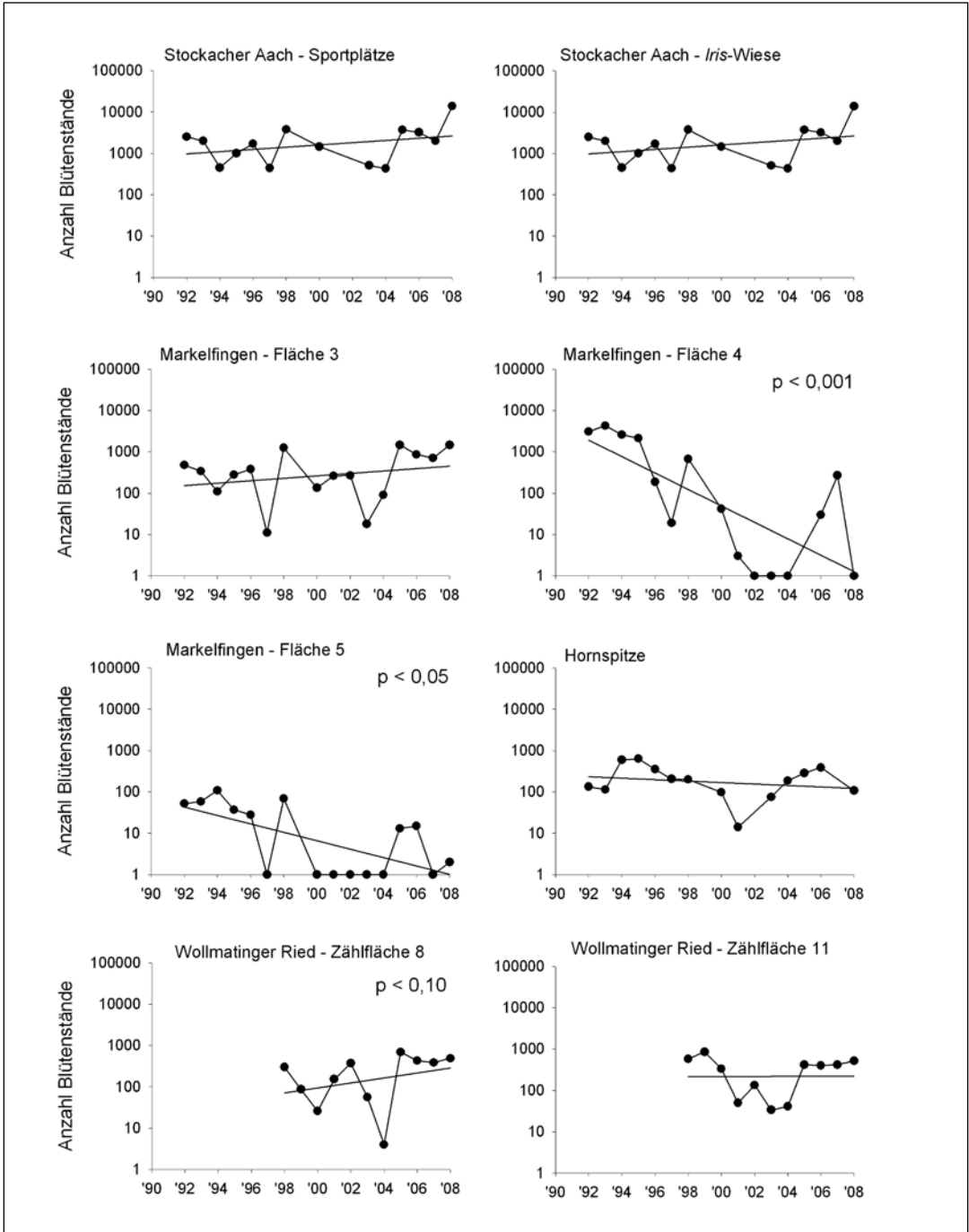


Abbildung 3. Bestandsentwicklung von *Iris sibirica* in den Naturschutzgebieten Bodenseeufer Bodman-Ludwigs-hafen, Bodenseeufer Markelfingen, Hornspitze und Wollmatinger Ried-Untersee-Gnadensee (Darstellung wie in Abb. 2).

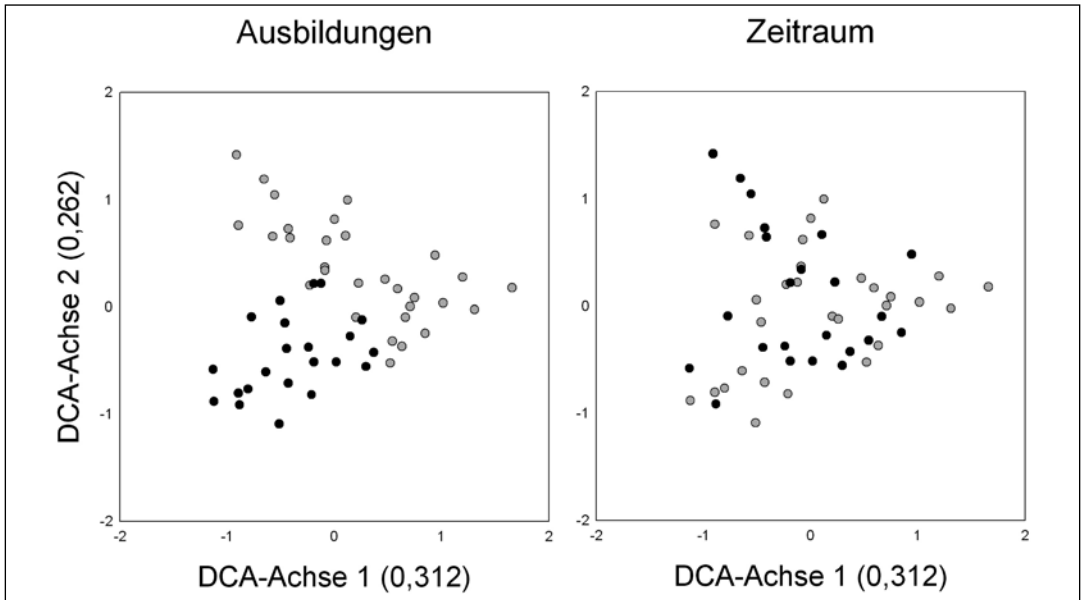


Abbildung 4. Ordinationsdiagramm (Detrended Canonical Analysis) der Vegetationsaufnahmen von *Iris sibirica*-Wiesen aus Tabelle 3 und 4 (Eigenwerte der DCA-Achsen in Klammern). Links: Vegetationsaufnahmen unterschieden nach den zwei Ausbildungen; grau: Ausbildung mit *Molinia caerulea*; schwarz: Ausbildung mit *Thalictrum flavum*. Rechts: Vegetationsaufnahmen unterschieden nach Untersuchungszeitraum; grau: 1986-1993 und schwarz: 2003-2009.

Arten (vor allem *Schoenus nigricans*) auszeichnen (bei LANG 1973: *Cirsio tuberosi*-*Molinietum schoenetosum*). In den *Iris sibirica*-Wiesen waren zahlreiche Hochstauden-Arten aspektbildend und deutlich häufiger als in reinen Pfeifengraswiesen. *Sanguisorba officinalis*, *Lysimachia vulgaris*, *Valeriana officinalis* und *Symphytum officinale* gehörten zu den häufigsten Arten. Daneben waren Spreizklimmer wie *Vicia cracca* und *Lathyrus pratensis* typisch. Arten der Feuchtwiesen (Calthion) wie *Myosotis nemorosa*, *Caltha palustris* und *Lychnis flos-cuculi* waren aber ebenso zu finden wie Röhricht-Arten (Phragmitetea), vor allem *Phragmites australis*, *Iris pseudacorus* sowie *Carex acuta* und *C. acutiformis*. Die häufigsten Begleitarten waren *Cirsium arvense* und *Deschampsia cespitosa*. Daneben waren in der Krautschicht vor allem *Agrostietalia*-Arten wie *Festuca arundinacea* und *Potentilla reptans* vertreten. Die Mooschicht bestand meist aus *Calliargonella cuspidata* und/oder *Climacium dendroides*. Eine Besonderheit der *Iris sibirica*-Wiesen im Bohlinger Aachried und im Hausener Aachried war das Vorkommen von *Ranunculus auricomus* agg.

Die *Iris sibirica*-Wiesen im westlichen Bodenseegebiet ließen sich in zwei verschiedene Ausbildungen trennen. Diese wurden mit klassischer pflanzensoziologischer Tabellenarbeit erarbeitet, konnten aber auch durch das multivariate Verfahren bestätigt werden. Die DCA zeigte, dass die Vegetationsaufnahmen der beiden Ausbildungen im Ordinationsdiagramm voneinander getrennt sind und nur eine geringe Überlappung besteht (Abb. 4).

1. Die Ausbildung mit *Molinia caerulea* agg. ähnelt den typischen Pfeifengraswiesen (Tab. 3). Als Trennarten kommen hier *Succisa pratensis*, *Carex panicea*, *Ranunculus nemorosus*, *Allium suaveolens*, *Epipactis palustris* und *Festuca rubra* s. str. vor. *Molinia caerulea* fehlt jedoch in einigen Aufnahmen (Tab. 3, Spalten 19-30); diese Bestände leiten zur nachfolgenden Ausbildung über. Im Wollmatinger Ried sind die *Iris sibirica*-Bestände auch auf den wasserdurchlässigen und höher gelegenen Schnegglisandwällen zu finden. Dort wächst *Iris sibirica* zusammen mit *Peucedanum cervaria*.
2. Die Ausbildung mit *Thalictrum flavum* (Tab. 4) hat Ähnlichkeit mit Großseggenbeständen

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
W	R	B	R	Re	B	B	B	B	H	R	R	R	R	R	R	B
09	87	87	03	90	09	87	87	09	09	88	03	03	87	29	03	09
80	50	95	80	95	80	95	80	90	70	90	95	90	80	80	95	90
70	80	-	-	90	30	-	20	-	-	70	-	-	40	-	-	< 5
17	31	20	16	23	32	25	32	21	11	23	15	19	18	19	19	24

.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
.
.	1	.	.	.	+	1	1	1	.	1	1	3	2	2	2	.
2	2	1	2	2	1	1	1	+	.	1	1	1	.	.	1	1
1	.	3	2	.	1	2	1	2	3	2	3	+	+	+	1	2
+	.	+	.	.	1	1	.	1	.	1	1	1	.	2	1	+
.	1	.	2	.	2	1	2	1	1	.	.	2	.	.	+	2
.	2	+	1	.	.	1	1	1	.	+	+	.	1	2	.	+
+	.	+	.	.	+	1	1	+	.	+	.	.	.	.	+	+
.	.	1	.	.	1	+	.	1	.	.	+	.	.	.	+	1
.	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	1	.	+	.	.
.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.
.	.	.	.	1	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	.	2	.	.	1	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	2
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
.
.	+
.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	.
.
.
.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
1	.	1	1	1	1	+	.	.	.	1	1	1	+	1	.	.
.	.	.	.	.	2	.	.	1	1	.	.	.	.	.	2	1
.	.	.	.	.	.	3	1	.	3	4	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	3	.	.	.

Tabelle 3. Fortsetzung

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Aufnahmeort	W	W	M	S	S	S	R	R	R	R	B	R	M
Aufnahmejahr	88	86	03	88	88	09	88	87	88	88	87	09	88
Vegetationsbedeckung (%)													
Krautschicht	95	90	90	95	95	100	90	90	95	95	80	100	90
Moosschicht	30	80	30	5	10	5	60	50	5	70	0	<10	50
Artenzahl	28	23	22	21	14	22	21	29	20	23	24	24	24

<i>Scirpus sylvaticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Epilobium parviflorum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.

Sonstige

<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Potentilla erecta</i>	2	1	1	.	1	1	1	+	.	+	.	.	1
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	r	.	2	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	.	.	.	+	.	2	1	1	.	1	.
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	1	.	.	1	.	+	1	.	2	1	.	+	+
<i>Solidago gigantea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Ranunculus auricomus</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Juncus inflexus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhamnus cartharticus</i> juv.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Salix cinerea</i> juv.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.

Moose

<i>Calligonella cuspidata</i>	.	.	3	2	1	1	3	.	2	2	.	2	1
<i>Climacium dendroides</i>	2	4	.	.	2	.	3	1	.	3	.	1	3
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Plagiomnium elatum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campyllum stellatum</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thuidium philibertii</i>	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.

Aufnahmeorte

B	(8219/3): NSG Bohlinger Aachried zwischen Bohlingen und Überlingen am Ried
H	(8219/1): NSG Hausener Aachried bei Singen
M	(8220/3): NSG Bodenseeufer Markelfingen
R	(8219/4): NSG Radolfzeller Aachried zwischen Radolfzell und Moos
Re	(8220/3): Insel Reichenau, Ried Gießen
S	(8129/3): NSG Bodenseeufer Bodman-Ludwigshafen (Stockacher Aachmündung)
W	(8319/4): NSG Wollmatinger Ried bei Konstanz

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
W	R	B	R	Re	B	B	B	B	H	R	R	R	R	R	R	B
09	87	87	03	90	09	87	87	09	09	88	03	03	87	29	03	09
80	50	95	80	95	80	95	80	90	70	90	95	90	80	80	95	90
70	80	-	-	90	30	-	20	-	-	70	-	-	40	-	-	< 5
17	31	20	16	23	32	25	32	21	11	23	15	19	18	19	19	24
.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	+
.	+
+	1	.	+	.	+	.	.	+	1	2	2	1	1	1	2	.
.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
.	+	+	.	1	.	.	2	.	.	+	.	1	1	2	2	.
.	1	.	1	1	.	.	.	.	+	1	.	.	.	1	2	1
+	1	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	+	.
.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	1	1	.	+	2	.
+	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	.	+	.	.	.
.	.	.	.	.	1	1	1	.	+	.	.	.	.	.	.	+
.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+
.	+	+
.
.	.	+
.
.
4	5	.	.	1	3	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	+
2	.	.	.	5	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	+
.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.

Außerdem einmal: In 1: *Euphorbia cyparissias* 2, *Galium verum* 1, *Scleropodium purum* 1, *Rhodobryum ontariense* 1. – In 2: *Frangula alnus* juv. +, *Poa* spec. – In 3: *Carex flava* agg. 2, *Carex hostiana* 1, *Linum catharticum* +, *Schoenus x intermedius* 1. – In 4: *Juncus compressus* r. – In 6: *Hypericum tetrapterum* +, *Fissidens adianthoides* +. – In 8: *Carex spicata* +, *Rumex crispus* r. – In 10: *Carex hirta* 1, *Eurhynchium swartzii* 3. – In 13: *Ranunculus ficaria* +. – In 15: *Carex* spec. 1. – In 21: *Drepanocladus cossonii* 1. – In 22: *Cerastium holosteoides* +. – In 24: *Valeriana dioica* +. – In 26: *Lolium perenne* 1. – In 27: *Veronica scutellata* +, *Drepanocladus aduncus* 3. – In 28: *Galeopsis tetrahit* +. – In 29: *Ajuga reptans* 1.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
M	S	S	S	S	S	W	W	R	Re	Re	S	R
88	93	88	88	03	03	09	86	88	90	09	03	03

80	80	95	95	80	70	60	93	95	95	100	80	80
30	-	30	< 5	-	20	< 5	30	70	95	50	-	20
23	15	22	22	18	17	22	26	18	20	13	21	14

3	+	2	3	1	2	2	2	3	2	2	+	+
1	.	.	.	2	.	2	.	3	.	.	1	.
1	4	3	1	3	.	.	.	.	.	1	3	.
+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.

.	+	.	.	.
.	+	.
.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+
.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.
.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.

1	1	3	2	2	2	2	1	.	.	3	2	.
1	2	1	1	1	2	1	1	+	3	.	.	.
1	1	2	+	1	.	1	+	.	2	.	.	.
3	1	2	r	1	.	.	.	.	3	.	1	.
1	.	.	2	2	1	.	.	.	+	.	2	1
+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.
1	.	.	.	+	.	.	.	1	1	.	+	.
.	.	1	.	.	.	.	4	.	.	.	1	2

1	.	2	2	.	1	2	1	.	1	3	.	.
2	.	2	1	1	.	1	1	1	1	1	1	+
1	.	1	.	+	.	1	.	1	.	.	+	.
1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	1	.	1
.	1	+	+	.	+	.	.	1	.	.	.	+
.	.	+	+	+
.
.	1	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.
+	+	+	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.
.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	1	+	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
.	+	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.

Tabelle 4. Fortsetzung.

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufnahmeort	S	S	S	S	Re	M	M	Ho	Ho
Jahr	93	88	03	03	09	87	03	87	04
Vegetationsbedeckung (%)									
Krautschicht	70	95	90	80	70	95	90	60	90
Moosschicht	5	< 5	-	30	80	< 5	80	50	20
Artenzahl	23	25	20	19	16	24	17	23	22
Caltha palustris									
	.	.	.	.	1	.	.	+	.
Hypericum tetrapterum									
	.	.	.	+	.	+	.	.	.
Allium angulosum									
	.	.	.	+
Galium album									
	+	.	.	.
Juncus subnodulosus									
	.	.	.	.	.	.	.	2	1
Poa trivialis									

Sonstige Phragmitetea-Arten									
Phragmites australis									
	1	1	1	1	1	1	.	2	2
Iris pseudacorus									
	.	+	+	+	.
Carex acuta									

Carex acutiformis									
	1	.	.	.	.	1	.	1	.
Eleocharis uniglumis									
	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Poa palustris									
	+
Epilobium parviflorum									
	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Mentha aquatica									
	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Scutellaria galericulata									

Carex vesicaria									

Sonstige									
Cirsium arvense									
	1	.	.	1	.	1	+	.	+
Deschampsia cespitosa									
	.	.	+	+	.	2	.	+	2
Potentilla erecta									
	.	.	.	1	.	.	.	+	1
Lythrum salicaria									
	.	.	.	1	.	.	+	+	.
Festuca arundinacea									
	+	+	+	1	.	.	.	1	.
Persicaria amphibia									
	.	+
Agrostis stolonifera agg.									
	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Ranunculus repens									

Calystegia sepium									
	.	.	.	.	.	1	.	1	1
Solidago gigantea									
	+
Rubus caesius									

Potentilla anserina									

Populus spec. juv.									

Gentiana pneumonanthe									

Moose									
Calliargonella cuspidata									
	1	1	.	3	3	1	4	3	2
Climacium dendroides									
	2	.	.	.	3	.	.	1	+
Cirriphyllum piliferum									
	.	1	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle 4. Fortsetzung

Aufnahmeorte

Ho	(8220/3): NSG Hornspitze bei Horn (Höri).
M	(8220/3): NSG Bodenseeufer Markelfingen
R	(8219/4): NSG Radolfzeller Aachried zwischen Radolfzell und Moos
Re	(8220/3): Insel Reichenau, Ried Gießen
S	(8129/3): NSG Bodenseeufer Bodman-Ludwigshafen (Stockacher Aachmündung)
W	(8319/4): NSG Wollmatinger Ried bei Konstanz

Außerdem einmal: In 2: *Lysimachia nummularia* +. – In 4: *Filipendula vulgaris* +. – In 6: *Glechoma hederacea* 1, *Mentha longifolia* 1. – In 8: *Plagiomnium elatum* 1. – In 9: *Frangula alnus* juv. 1, *Campyllum stellatum* 1. – In 15: *Taraxacum* Sect. *Ruderalia* 1, *Potentilla anserina* 1. – In 16: *Drepanocladus cossonii* +. – In 17: *Holcus lanatus* 1, *Ranunculus acris* agg. 1, *Campanula patula* +, *Anthoxanthum odoratum* 1, *Rumex acetosa* 1, *Rhytidadelphus squarrosus* 1. – In 19: *Cardamine pratensis* agg. 2, *Epilobium palustre* +. – In 20: *Equisetum arvense* +. – In 22: *Phleum pratense* 2.

(Magnocaricion). Neben der namensgebenden Art waren *Phalaris arundinacea*, *Senecio paludosus*, *Stachys palustris* und *Carex elata* weitere Trennarten. Auch *Galium palustre* agg. war in dieser Ausbildung häufiger als in der Ausbildung mit *Molinia caerulea* agg., wo vor allem *G. uliginosum* vorkam. In einigen Beständen wie an der Stockacher Aachmündung dominiert *Carex disticha* in der Krautschicht.

Zwischen den zwei Untersuchungsperioden (1986-1993 und 2003-2009) konnten keine deutlichen Veränderungen in der Gesellschaftsstruktur festgestellt werden. Die DCA zeigte, dass sich die Vegetationsaufnahmen der beiden Zeiträume nicht unterschieden (Abb. 4). Dennoch haben *Molinia caerulea*, *Serratula tinctoria*, *Phalaris arundinacea*, *Galium palustre* agg., *Carex elata* und *Rhinanthus minor* abgenommen (Tab. 5). Bei *Deschampsia cespitosa* und *Solidago gigantea* nahm die Stetigkeit dagegen zu. LANG (1973) nennt einige Arten, die in den eigenen Vegetationsaufnahmen fehlen (*Agrostis canina*, *Rhinanthus alectorolophus*, *Gratiola officinalis*, *Polygala amarella*, *Vicia hirsuta*).

5 Diskussion

5.1 Verbreitung

Iris sibirica ist im westlichen Bodenseegebiet vor allem in den Mündungsgebieten der Zuflüsse zu finden. Auch die großen Vorkommen am Bodensee-Obersee (Eriskircher Ried) befinden sich an der Mündung der Schussen (WINTERHOFF 1993). Vorkommen über 430 m NN sind im westlichen Bodenseegebiet nicht bekannt. Ein ähnliches Verbreitungsmuster skizzieren auch DÖRR

& LIPPERT (2001) für den östlichen Bodensee, wenn auch einzelne Vorkommen in höheren Lagen von Allgäu und Alpen bekannt sind. BOHNER et al. (2001) hingegen belegen Vorkommen aus dem Steirischen Ennstal (Österreich) zwischen 630 und 750 m ü NN. Klimatische Gründe können daher nicht der Grund für das Fehlen von *Iris sibirica* in der Umgebung des westlichen Bodenseegebiets sein. Vielmehr dürfte die Höhenbeschränkung auf das Fehlen geeigneter Standortbedingungen außerhalb des Bodenseebeckens zurückzuführen sein.

Im Wollmatinger Ried wuchs *Iris sibirica* auch auf Strandwällen mit völlig anderen Standortbedingungen. Diese Strandwälle bestehen aus Schnegglisanden (onkoide Krümelkalke, SCHREINER 1974). Sie sind daher kalkreich, nährstoffarm und wasserdurchlässig, weshalb hier auch Arten der Halbtrockenrasen vorkommen (Cirsio-Molinietum brometosum bei LANG 1973). Dieser Standortstyp ist im westlichen Bodenseegebiet nur im Wollmatinger Ried ausgebildet.

Der größte Rückgang von *Iris sibirica* war auf der Insel Reichenau und der Halbinsel Höri zu verzeichnen. Die Streuwiesen wurden dort überwiegend in Gemüesfelder umgewandelt oder direkt überbaut. Alle noch bestehenden Populationen befinden sich mit Ausnahme des Vorkommens auf der Reichenau in Naturschutzgebieten.

5.2 Populationsdynamik

Das langfristige Monitoring ergab, dass *Iris sibirica* im westlichen Bodenseegebiet entgegen der ursprünglichen Vermutung zwischen 1992 und 2008 nicht flächendeckend zurück ging. Dies wurde nur in zwei Beständen bei Markelfingen festgestellt. Auffällig ist jedoch, dass die

Tabelle 5. Stetigkeitstabelle (gekürzt) der *Iris sibirica*-Wiesen im westlichen Bodenseegebiet.

Spalte 1: Vegetationsaufnahmen 1959-1963 (LANG 1973)

Spalte 2: Vegetationsaufnahmen 1986-1993 (beide Ausbildungen)

Spalte 3: Vegetationsaufnahmen 2003-2009 (beide Ausbildungen)

Spalte 4: Ausbildung mit *Molinia caerulea* (beide Untersuchungsperioden)Spalte 5: Ausbildung mit *Thalictrum flavum* (beide Untersuchungsperioden)

Spalte Nr.	1	2	3	4	5
Anzahl Aufnahmen	13	29	22	30	22
Kennzeichnende Arten					
<i>Iris sibirica</i>	100	100	100	100	100
<i>Carex tomentosa</i>	54	45	45	43	45
<i>Carex disticha</i>	31	41	36	30	50
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	23	10	9	3	18
Ausbildung mit <i>Molinia caerulea</i>					
<i>Molinia caerulea</i> agg.	85	45	27	60	5
<i>Serratula tinctoria</i>	92	48	14	47	14
<i>Selinum carvifolia</i>	15	38	18	50	5
<i>Galium uliginosum</i>	8	38	27	43	9
<i>Inula salicina</i>	23	28	23	43	0
<i>Myosotis nemorosa</i>	8	28	9	27	9
<i>Carex panicea</i>	23	17	18	23	9
<i>Festuca rubra</i> s.str.	0	10	18	23	0
<i>Allium schoenoprasum</i>	23	3	18	10	9
<i>Succisa pratensis</i>	69	17	14	27	0
<i>Colchicum autumnale</i>	15	17	7	20	5
<i>Carex flacca</i>	23	17	5	20	0
<i>Galium boreale</i>	15	21	0	20	0
<i>Peucedanum palustre</i>	0	14	5	17	0
<i>Ranunculus nemorosus</i>	15	10	9	17	0
<i>Cirsium oleraceum</i>	0	10	9	17	0
<i>Angelica sylvestris</i>	0	10	5	13	0
Ausbildung mit <i>Thalictrum flavum</i>					
<i>Thalictrum flavum</i>	46	45	55	27	77
<i>Phalaris arundinacea</i>	23	59	32	23	77
<i>Galium palustre</i> agg.	85	59	27	30	64
<i>Carex elata</i>	15	38	18	13	50
<i>Senecio paludosus</i>	54	28	23	17	36
<i>Potentilla reptans</i>	62	21	32	10	41
<i>Stachys palustris</i>	15	10	32	3	41
<i>Alopecurus pratensis</i>	0	21	14	0	36
Molinio-Arrhenatheretea-Arten					
<i>Poa pratensis</i>	31	55	45	60	32
<i>Sanguisorba officinalis</i>	100	79	86	83	77
<i>Filipendula ulmaria</i>	69	66	82	80	64
<i>Lathyrus pratensis</i>	69	69	59	63	64
<i>Lysimachia vulgaris</i>	92	59	73	57	77
<i>Symphytum officinale</i>	31	55	36	50	41
<i>Vicia cracca</i>	54	31	50	40	36
<i>Valeriana officinalis</i> s.str.	46	28	41	37	27

Tabelle 5. Fortsetzung

Spalte Nr.	1	2	3	4	5
Anzahl Aufnahmen	13	29	22	30	22
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	23	28	14	20	27
<i>Caltha palustris</i>	23	17	8	20	14
<i>Equisetum palustre</i>	69	21	23	20	23
<i>Rhinanthus minor</i>	23	28	0	7	27
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	31	10	5	7	9
<i>Galium album</i>	0	7	14	10	9
<i>Juncus subnodulosus</i>	0	7	18	17	9
<i>Cerastium holosteoides</i>	0	14	5	3	18
<i>Holcus lanatus</i>	8	3	14	10	5
<i>Phleum pratense</i>	8	3	14	10	5
<i>Allium angulosum</i>	85	10	14	13	9
Sonstige Phragmitetea-Arten					
<i>Phragmites australis</i>	85	79	77	63	95
<i>Iris pseudacorus</i>	15	24	27	17	36
<i>Carex acutiformis</i>	0	21	18	20	23
<i>Carex acuta</i>	38	17	14	20	14
<i>Eleocharis uniglumis</i>	8	17	9	13	14
<i>Poa palustris</i>	8	7	14	13	9
<i>Scirpus sylvaticus</i>	0	10	0	10	0
<i>Mentha aquatica</i>	8	21	5	17	9
Sonstige					
<i>Deschampsia cespitosa</i>	54	31	59	47	41
<i>Cirsium arvense</i>	23	52	41	43	50
<i>Potentilla erecta</i>	46	41	27	40	32
<i>Festuca arundinacea</i>	69	34	36	40	27
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	54	38	32	47	18
<i>Lythrum salicaria</i>	69	28	27	20	36
<i>Solidago gigantea</i>	0	7	33	23	9
<i>Persicaria amphibia</i>	46	17	5	0	27
<i>Ranunculus repens</i>	31	14	9	10	14
<i>Calystegia sepium</i>	0	10	9	7	14
Moose					
<i>Calliergonella cuspidata</i>	62	69	64	50	82
<i>Climacium dendroides</i>	46	48	32	43	36
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	0	10	5	7	9

Spalte 1: Vegetationsaufnahmen von G. PHILIPPI und G. LANG in LANG (1973: Tab. 89), Spalte 2-5 Vegetationsaufnahmen dieser Arbeit (Tab. 3 und 4). Es sind nur die Arten aufgeführt, die in einem Untersuchungszeitraum (Spalte 2 oder 3) eine Stetigkeit von mindestens 10 % aufwiesen. In Spalte 3 wurde die Vegetationsaufnahmen aus dem Hausener Aachried weggelassen, da dieses Gebiet nur in der zweiten Untersuchungsperiode untersucht wurde.

Population in Fläche 3 in Wiesen der Ausbildung mit *Molinia caerulea* agg. nicht zurückging, sondern nur die in Wiesen mit *Thalictrum flavum*. Der Rückgang dürfte daher lokale Ursachen haben (falsche Bewirtschaftung?). Im Radolfzeller

Aachried und der Stockacher Aachmündung haben die Bestände sogar zugenommen. An der Hornspitze dürfte sich die Wiederaufnahme der Mahd (seit ca. 2005) positiv ausgewirkt haben.

Natürlich ist die Zahl der Blütenstände auch von Wetterereignissen abhängig (KOSTRAKIEWICZ 2006), weswegen kurzfristige Veränderungen nicht überbewertet werden sollten. Die Blühhäufigkeit ist aber trotzdem ein Ausdruck der Vitalität von Pflanzen und ist Voraussetzung für eine erhöhte Samenbildung. Die Anzahl der Blütenstände sagt aber wenig über die Populationsstruktur aus. So konnten beispielsweise OOSTERMEIJER et al. (1994) zeigen, dass gerade Bestände von *Gentiana pneumonanthe* mit einem hohen Anteil blühender Pflanzen überaltert sind und eine Verjüngung über Keimlinge nicht mehr erfolgt. Für *Iris sibirica* konnte KOSTRAKIEWICZ (2007, 2008) nachweisen, dass Keimlinge nur in künstlich geschaffenen Vegetationslücken aufkamen, nicht jedoch in der geschlossenen Vegetationsdecke. Langfristige Trends (> 20 Jahre) sind bei *Iris sibirica* aber aussagefähig, weil nach KOSTRAKIEWICZ (2007) Klone nach einer Lebensdauer von 10 Jahren auseinanderfallen und keine generativen Triebe mehr bilden sollen.

Erstaunlich ist, dass bei *Iris sibirica* im Gegensatz zu vielen Orchideen-Arten und zu *Gladiolus palustris* (PEINTINGER 1990, 2000) kein Rückgang von blühenden Pflanzen nach dem Jahrhunderthochwasser 1999 festgestellt wurde. Offensichtlich sind die Pflanzen überschwemmungstolerant, was für eine Stromtalpflanze nicht verwundert. Hingegen schreiben BOHNER et al. (2001) „*Iris sibirica* erträgt ... keine länger andauernde Überflutung während der Vegetationsperiode“, ohne dies jedoch zu belegen. Nach dem extrem trockenen Sommer 2003 wurde eine geringere Zahl von Blütenständen im darauf folgenden Jahr festgesellt. Wahrscheinlich litten die Pflanzen im Sommer 2003 unter Trockenstress, wofür auch die Beobachtung spricht, dass die *Iris sibirica*-Pflanzen besonders kümmerlich entwickelt waren (kurzschaftige und kleine Blütenstände).

5.3 Vergesellschaftung

Iris sibirica-Wiesen wurden entweder als eigene Assoziation beschrieben oder zu verschiedenen anderen Molinion-Gesellschaften gestellt. Diese unterschiedliche Zuordnung der Wiesen dürfte auch darauf zurückzuführen sein, dass es Bestände mit und ohne *Molinia caerulea* agg. gibt. Die typischen Pfeifengraswiesen wurden im westlichen Bodenseegebiet als Cirisio tuberosi-Molinietum belegt (LANG 1973) und später dem Allio suaveolentis-Molinietum, Subass. mit *Schoenus ferrugineus* zugerechnet (OBERDORFER 1983). Diese Ausbildung am Bodensee

entspricht aber ziemlich genau dem Molinetum caeruleae, wie es KOCH (1926) beschrieben und durch Vegetationsaufnahmen belegt hat. Zudem erscheint eine erweiterte Fassung des Molinetum caeruleae sinnvoll, da eine Zersplitterung der typischen Pfeifengraswiesen in etliche Assoziationen überregional nicht zu rechtfertigen ist. BURKART et al. (2004) rechnen die Streuwiesen am Bodensee zur „Ausbildung mit *Valeriana pratensis*“ (eigentlich *V. officinalis* s.str., s. Kap. 3) und zu intermediären Beständen, die zwischen dieser Ausbildung und der mit *Allium suaveolens* aus dem bayerischen Voralpengebiet vermitteln. Die Ausbildung am Bodensee mit *Valeriana officinalis* ist zwar charakteristisch für spät gemähte Streuwiesen, stellt aber keinesfalls wie BURKART et al. (2004) vermuten, ein „Abbaustadium“ oder Brachestadium dar.

Anhand des Aufnahmematerials ließen sich zwei, wenn auch schwach differenzierte, Ausbildungen unterscheiden. Eine Subassoziation von *Molinia caerulea* wurde bereits von PHILIPPI (1960) für das westliche Bodenseegebiet beschrieben. Eine weitere Subassoziation mit *Carex gracilis* (heute *C. acuta*) bei PHILIPPI (1960) entspricht der hier beschriebenen Ausbildung mit *Thalictrum flavum*. Neben der namensgebenden Segge nennt PHILIPPI (1960) als Trennarten *Climacium dendroides*, *Persicaria amphibia* und *Phalaris arundinacea*. LANG (1973) hat diese Unterteilung nicht übernommen. Sie lässt sich hier jedoch durch wesentlich umfangreicheres Aufnahmematerial bestätigen. Allerdings sind gerade die bei PHILIPPI (1960) genannten Trennarten *Carex acuta* und *Climacium dendroides* in den hier publizierten Vegetationsaufnahmen in beiden Ausbildungen gleich häufig.

Die *Iris sibirica*-Wiesen waren im Gegensatz zu den typischen Pfeifengraswiesen offensichtlich vor allem auf nährstoffreicheren Standorten zu finden, weswegen sie im Mündungsbereich der Flüsse großflächig entwickelt sind. Bereits PHILIPPI (1960) schreibt „die Aachmündungen besitzen nährstoffreiche schwere Auenböden mit viel *Iris sibirica* und *Allium angulosum*, während im Wollmatinger Ried die typischen Pfeifengraswiesen auf sandig-mergeligen Böden („Schnegglande“) vorkommen“.

Innerhalb der *Iris sibirica*-Wiesen könnte der Nährstoffgehalt im Boden auch für die Differenzierung der beiden Ausbildungen verantwortlich sein. Gerade *Molinia caerulea* agg. geht schnell nach Nährstoffeintrag zurück, weil die Art dann nicht mehr konkurrenzfähig ist.

Der Wasserhaushalt könnte ebenfalls von Bedeutung sein. Dafür spricht, dass viele Trennarten der Ausbildung mit *Thalictrum flavum* typisch für Röhrichte (Phragmitetea) sind.

Die Veränderungen der *Iris sibirica*-Wiesen in den beiden Untersuchungsperioden waren gering. Dennoch deutet der Rückgang von Molinion-Arten bei gleichzeitiger Zunahme von *Deschampsia cespitosa* und *Solidago gigantea* eine Nährstoffanreicherung an (Tab. 5). *Deschampsia cespitosa* war allerdings schon bei LANG (1973) recht häufig (Tab. 5).

Die *Iris sibirica*-Wiesen haben in den letzten 50 bis 100 Jahren vermutlich sogar zugenommen. Auffällig ist jedenfalls, dass drei Autoren – ohne aufeinander Bezug zu nehmen – auf die Seltenheit flächenhafter Bestände hinweisen. BAUMANN (1911) schreibt: „Bildet am Untersee keine eigentlichen Bestände (wie z.B. am Zürichsee bei Au), sondern gewöhnlich eine bis mehrere Kolonien“. PHILIPPI stellt fest (1960): „Charakteristisch für das Wollmatinger Ried ist das Fehlen der *Iris sibirica*-Riede, *Iris sibirica* findet sich hier meist an Grabenrändern oder Buschsäumen“. Und LANG (1973) bemerkt: „Nur selten, etwa bei Markelfingen, bildet sie [das Iridetum sibiricae] ausgedehnte Bestände“. Die Zunahme der *Iris sibirica*-Wiesen könnte auf die umfangreiche Pflegemahd seit den 1980er Jahre und einen späteren Schnitzeitpunkt (Wintermahd) zurückzuführen sein.

Dank

Ich danke der Erich-Oberdorfer-Stiftung für finanzielle Unterstützung, den NABU-Naturschutzzentren Wollmatinger Ried (EBERHARD KLEIN) und Mettnau (JUTTA GAUKLER, HANNS WERNER) sowie den zahlreichen Bestandszählern für die Bereitstellung der Monitoring-Daten. Nicht zuletzt bin ich MICHAEL DIENST, IRENE STRANG, GEORG PHILIPPI (†) und einem Gutachter für Hinweise zum Manuskript dankbar. Diese Arbeit ist dem Andenken an Prof. Dr. GEORG PHILIPPI gewidmet.

Literatur

- BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). – Arch. Hydrobiol., Suppl 1: 554 S.; Stuttgart.
- BOHNER, A., SOBOTIK, M. & ZECHNER, L. (2001): Die *Iris*-Wiesen (Iridetum sibiricae Philippi 1960) im Mittleren Steirischen Ennstal (Steiermark, Österreich) – Ökologie, Soziologie und Naturschutz. – Tuexenia, **21**: 133-151.
- BURKART, M., DIERSCHKE, H., HÖLZEL, N., NOWAK, B. & FARTMANN, T. (2004): Molinio-Arrhenatheretea (E1),

Kulturgrasland und verwandte Vegetationstypen. Teil 2: Molinietaalia. – Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands **9**: 1-103.

- DÖRR, E. & LIPPERT, W. (2001): Flora des Allgäus und seiner Umgebung. Band 1. – 680 S.; IHW-Verlag, Freising.
- GOEBEL, W. (1995): Die Vegetation der Wiesen, Magerrasen und Rieder im Rhein-Main-Gebiet. – Diss. Bot., **237**: 456 S.; Cramer, Berlin, Stuttgart.
- GRÜTTNER, A. (1990): Die Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe der Moore des westlichen Bodenseegebietes. – Diss. Bot., **157**: 323 S.; Berlin und Stuttgart.
- JACK, J.B. (1900): Flora des badischen Kreises Konstanz. – 132 S.; Reiff, Karlsruhe.
- JÖHNK, K.D., STRAILE, D. & OSTENDORP, W. (2004): Water level variability and trends in Lake Constance in the light of the 1999 centennial flood. – Limnologia, **34**: 15-21.
- JONGMAN, R.H., TER BRAAK, C.F.J. & VAN TONGEREN, O.F.R. (1995): Data analysis in community and landscape ecology. – 299 S.; Cambridge University Press, Cambridge.
- KOCH, W. (1926): Die Vegetationseinheiten der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. – Jb. St. Gall. Naturwiss. Ges. **61**(2): 1-144.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S.R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd., **34**: 519 S.
- KORNECK, D. (1962): Die Pfeifengraswiesen und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften in der nördlichen Oberrheinebene und im Schweinfurter Trockengebiet. – Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl., **21**: 165-190.
- KOSTRAKIEWICZ, K. (2006): Seasonal rhythmicity of *Iris sibirica* (Iridaceae) population in Kostrze district of Krwakov (S. Poland). – Pol. Bot. Stud., **22**: 311-316.
- KOSTRAKIEWICZ, K. (2007): The effect of dominant species on number and age structure of *Iris sibirica* L. population on blue moor-grass meadows in Southern Poland. – Acta Soc. Bot. Pol., **76**: 165-173.
- KOSTRAKIEWICZ, K. (2008): Population structure of a clonal endangered plant species *Iris sibirica* L. in different habitat conditions. – Polish J. Ecol., **56**: 581-592.
- LANG, G. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. – Pflanzensoziologie, **17**: 452 S.; Jena.
- OBERDORFER, E. (1983): Klasse Molinio-Arrhenatheretea. – In: OBERDORFER, E. (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, 2. Aufl., Teil **3**: 340-436; Fischer, Stuttgart.
- OKSANEN, J., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H.H. & WAGNER, H. (2009): Package "vegan", Community Ecology Package, Version 1.15-4. – <http://cran.r-project.org>.
- OOSTERMEIJER, J.G.B., VAN'T VEER, R. & DEN NIJS, J.C.M. (1994): Population of the rare, long-lived perennial *Gentiana pneumonanthe* in relation to vegetation and management in the Netherlands. – J. Appl. Ecol., **31**: 428-438.

- PEINTINGER, M. (1990): Bestandsschwankungen bei seltenen Pflanzenarten in Pfeifengraswiesen des westlichen Bodenseegebietes. – *Carolinea*, **48**: 69-84.
- PEINTINGER, M. (1996): *Myosotis* L. 1753, Vergißmeinnicht. – In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band **5**: 110-122; Stuttgart (Ulmer).
- PEINTINGER, M. (2000): Langfristige Veränderung der Blühhäufigkeit seltener Geophyten in Pfeifengraswiesen: zeitlicher Trend oder Einfluss von Wasserstand und Wetter? – *Bauhinia*, **14**: 33-44.
- PHILIPPI, G. (1960): Zur Gliederung der Pfeifengraswiesen im südöstlichen und mittleren Oberrheingebiet. – *Beitr. naturk. Forsch Südwestl.*, **19**: 138-187.
- SCHÄR, C., VIDALE, P.L., LÜTHI, D., FREI, C., HÄBERLI, C., LINIGER, M.A. & APPENZELLER, C. (2004): The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. – *Nature*, **427**: 332-336.
- SCHREINER, A. (1974): Erläuterungen zur geologischen Karte Landkreis Konstanz (Baden-Württemberg). – 2. Aufl.; Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart.
- SEBALD, O. (1977): Der Arznei-Baldrian (*Valeriana officinalis* agg.) in Württemberg. – *Jh. Ges. Naturk. Württ.*, **132**: 152-168.
- SEBALD, O. (1996): Valerianaceae, Baldriangewächse. – In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band **6**: 7-35; Ulmer (Stuttgart).
- TITZ, E. (1981): Die diploiden und tetraploiden Arznei-Baldriane der Schweiz und angrenzender Regionen (Valerianaceae). – *Bot. Helv.*, **91**: 169-188.
- WINTERHOFF, W. (1993): Die Vegetation des Eriskircher Riedes. – *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.*, **69**: 13-156.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – 765 S.; Ulmer, Stuttgart.