

Aschauer, M., Grabher, M., Loacker, I. & Strauß, A. (2018): Die Sommer-Drehähre (*Spiranthes aestivalis*) am Rohrspitz im Rheindelta (Vorarlberg). Lebensraum und Blühhäufigkeit (Zeitraum 2007 bis 2017) einer europaweit geschützten Orchidee. *inataura – Forschung online*, 57: 7 S.

## Die Sommer-Drehähre (*Spiranthes aestivalis*) am Rohrspitz im Rheindelta (Vorarlberg). Lebensraum und Blühhäufigkeit (Zeitraum 2007 bis 2017) einer europaweit geschützten Orchidee

Nr. 57 - 2018

Maria Aschauer<sup>1</sup>, Markus Grabher<sup>1</sup>, Ingrid Loacker<sup>1</sup>, Anna Strauß<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mag. Maria Aschauer, Mag. Markus Grabher,  
Mag. Ingrid Loacker, Mag. Dr. Anna Strauß  
UMG Umweltbüro Grabher, Meinradgasse 3, 6900 Bregenz  
E-Mail: office@umg.at

### Zusammenfassung

Im Naturschutzgebiet Rheindelta ist am Rohrspitz – einer Halbinsel im Bodensee – eine bedeutende Population der Sommer-Drehähre (*Spiranthes aestivalis*) erhalten, einer seltenen Orchideenart, die durch den Anhang IV der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie der Europäischen Union europaweit geschützt ist. Seit dem Jahr 2007 werden in zwei Beobachtungsflächen jährlich die Blütenstände gezählt. Maximal wurden 733 Blütenstände erfasst, im Hochwasserjahr 2016 dagegen 0. Die beiden insgesamt 1680 m<sup>2</sup> großen Beobachtungsflächen umfassen weniger als ein Zehntel des potenziellen Lebensraums von *Spiranthes aestivalis* am Rohrspitz, der sich im Wesentlichen auf niederwüchsige, jährlich gemähte Streuwiesen im Einflussbereich des Bodensees beschränkt, in denen der durchschnittliche Wasserhöchststand im Bereich zwischen Bodenoberfläche und 30 cm unter Flur liegt. Die Blühhäufigkeit wird vermutlich durch die Witterungsverhältnisse bzw. die sich jährlich ändernden Bodenseewasserstände mitverursacht, wobei die bestimmenden Faktoren im Detail aus den erhobenen Daten nicht unmittelbar ableitbar sind. Eine Ausnahme ist das Hochwasserjahr 2016 mit wochenlangen Überschwemmungen, das zu einem Totalausfall der Blüte geführt hat. Obwohl die Anzahl blühender Pflanzen keine direkten Rückschlüsse auf den Gesamtbestand erlaubt, ist das in manchen Jahren mehrere tausend Blütenstände umfassende Vorkommen wohl die bedeutendste Population in Österreich und auch überregional von Bedeutung.

Key words: Sommer-Drehähre, *Spiranthes aestivalis*, Rheindelta, Vorarlberg, Bodensee, Monitoring, Blühhäufigkeit

### 1 Ausgangslage

Die Population der Sommer-Drehähre (*Spiranthes aestivalis*) am Rohrspitz im Naturschutzgebiet Rheindelta umfasst in manchen Jahren mehrere tausend blühende Exemplare. Kleine Vorkommen sind im Rheindelta auch abseits des Rohrsptizes bekannt.

Die Sommer-Drehähre ist in ganz Europa selten, in Österreich gilt sie als vom Aussterben bedroht (NIKL FELD & SCHRATT-EHRENDORFER 1999), in der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Vorarlbergs wird die Art als stark gefährdet eingestuft (AMANN 2016). Da im Anhang IV der Fauna-Flora-Habi-

tatrichtlinie der Europäischen Union geführt, genießt diese Orchidee europaweiten Schutz.

### 2 Verbreitung

*Spiranthes aestivalis* ist ein westsubmediterranes bis atlantisches Florenelement und in Mittel-, Süd- und Westeuropa sowie in Nordafrika verbreitet. In Nordwesteuropa sind die Vorkommen großteils erloschen (FOLEY 2004). In der Schweiz weist die Art einen Vorkommensschwerpunkt im Mittelland auf, aktuelle Nachweise existieren vor allem vom Neuenburger- und

Bielersee sowie aus der Zentral- und Ostschweiz in den Kantonen Zug, Schwyz, Zürich, Thurgau und St. Gallen (KÄSERMANN & MOSER 1999). Rezente Vorkommen in Deutschland konzentrieren sich auf die Umgebung von Bodensee, Ammersee, Starnberger See und Chiemsee im Alpenvorland (QUINGER 2010). In den Verlandungszonen des Chiemsees haben sich die Bestände durch gezielte Pflegemaßnahmen positiv entwickelt und in Kombination mit günstigen Niederschlagsverhältnissen im Jahr 2016 Rekordwerte von insgesamt über 18.000 Individuen erreicht (ROTTER et al. 2016). In Österreich wurde *Spiranthes*

*aestivalis* in Oberösterreich, Salzburg (vgl. GROSSER et al. 2008), Nordtirol und Vorarlberg nachgewiesen, in Kärnten und Niederösterreich gilt die Art als ausgestorben (GRIEBL 2013, FISCHER et al. 2008). Für Vorarlberg vermerkte MURR bereits 1923 »meist im Aussterben«; abseits des Bodensees konzentrieren sich rezente Fundpunkte vor allem auf die Flachmoore der Walgauhänge (vgl. POLATSCHKEK et al. 2001; MAIER et al. 2001; POLATSCHKEK & NEUNER 2013). Noch etwa 20 Fundorte sind aus Vorarlberg bekannt (BEISER o. J.).

Die meisten mitteleuropäischen Vorkommen sind sehr klein und umfassen weniger als 25 Individuen (KÄSERMANN & MOSER 1999). PETERSEN et al. (2003) stufen Populationen mit mehr als 100 Exemplaren als »außerordentlich« ein. BRIELMEIER & KÜNKELE (1970) nennen für die 1950er- und 1960er-Jahre in Baden-Württemberg Bestandszahlen von wenigen Exemplaren bis maximal 300 Individuen. Das Vorkommen am Rohrspitz im Rheindelta (Vorarlberg) mit in manchen Jahren mehreren tausend blühenden Individuen umfasst wohl einen wesentlichen Teil des österreichischen Gesamtbestands und dürfte das mit Abstand bedeutendste

Vorkommen in Österreich sein. Vorarlberg besitzt somit eine besondere Verantwortung für den Erhalt dieser ausgesprochen seltenen Art in Österreich.

### 3 Zur Ökologie von *Spiranthes aestivalis*

*Spiranthes aestivalis* (Abb. 1) ist eine konkurrenzschwache Orchidee kalkreicher Flach- und Hangmoore und besiedelt als lichtbedürftige und eher wärmeliebende Art vor allem niederwüchsige und offene Standorte, die der grundständigen Blattrosette ausreichend Raum bieten. Unabdingbar

Abb. 1: Die Sommer-Drehähre, auch Sommer-Wendelähre oder Sommer-Drehwurz (*Spiranthes aestivalis*), wird 10 bis 25 cm, ausnahmsweise auch bis zu 35 cm hoch, besitzt teilweise gedrehte, rübenförmige Speicherwurzeln, eine Blattrosette aus drei bis fünf Grundblättern, zwei bis drei dem Stängel anliegende Laubblätter und einen meist korkenzieherartig gedrehten Blütenstand mit bis über 20 locker angeordneten Blüten (KÜNKELE & BAUMANN 1998, QUINGER 2010).

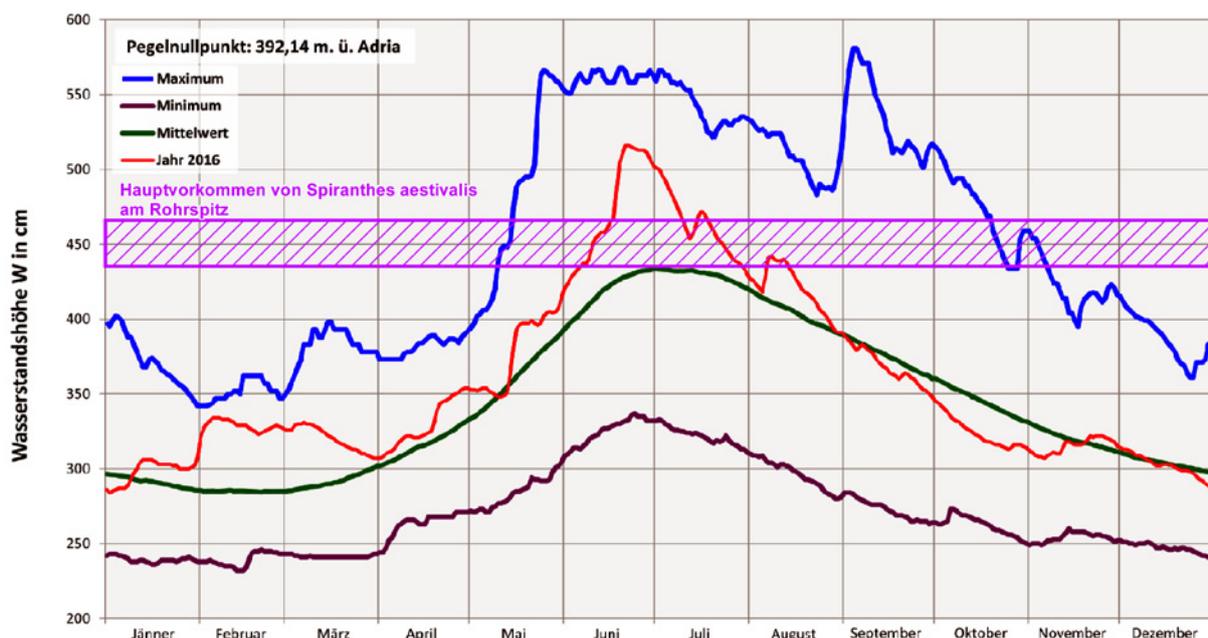


Abb. 2: Ganglinien des Bodensees im Hochwasserjahr 2016 mit Mittel-, Minimal- und Maximalwerten der Wasserstandsbewegungen im Zeitraum 1864-2014 (© Land Vorarlberg – Abteilung Wasserwirtschaft, [www.vorarlberg.at/seewasserstand](http://www.vorarlberg.at/seewasserstand)) (Absoluthöhe [m ü. A.] = Pegelnullpunkt 392,14 m + Wasserstand W in Meter). Markiert ist das Hauptvorkommen von *Spiranthes aestivalis* am Rohrspitz.

sind nasse Standortverhältnisse während der Vegetationsperiode, etwa Quellaustritte und Rieselfluren (PETERSEN et al. 2003, KÄSERMANN & MOSER 1999). Der Rohrspitz, eine Halbinsel im Naturschutzgebiet Rheindelta, steht im Einflussbereich des Bodensees, dessen Wasserstand im Gegensatz zu den meisten anderen Voralpenseen nicht reguliert ist: Die Sommerwasserstände liegen im Mittel um rund 1,6 m über dem Winterwasserspiegel, in extremen Jahren auch deutlich mehr, und sorgen in durchschnittlichen Jahren für konstant hohe Wasserstände und eine gute Durchfeuchtung des Wurzelraums in den Streuwiesen der Uferzone. In Hochwasserjahren wird der Rohrspitz auch großflächig überschwemmt (Abb. 2). Die Vorkommen von *Spiranthes aestivalis* konzentrieren sich gemäß dem digitalen Höhenmodell des Landes Vorarlberg (VoGIS) auf Streuwiesen mit einem Geländeniveau zwischen 396,50 und 396,80 m ü. A. Der potenzielle Lebensraum für diese Art am Rohrspitz umfasst rund 2 bis 3 ha. Somit liegt der Bodensee-Wasserstand im langjährigen Mittel im Sommer etwa an der Bodenoberfläche bzw. knapp darunter, in Hochwasserjahren sind die Lebensräume von *Spiranthes aestivalis* aber auch überschwemmt: Bei einem zweijährlichen



Abb. 3: Der Lebensraum von *Spiranthes aestivalis* am Rohrspitz umfasst niederwüchsige, in den Sommermonaten nasse Pfeifengraswiesen. Im Bild vier Fruchtstände der Sommer-Drehähre und ein blühender Lungenenzian (*Gentiana pneumonanthe*).

Hochwasser (HQ2 = 396,74 m ü. A.) liegt der Wasserspiegel des Bodensees im Großteil der Vorkommen – zumindest kurzzeitig – über Flur, bei einem zehnjährlichen Hochwasser (HQ10 = 397,26 m ü. A.) sind die Vorkommen rund 50 cm bis 80 cm hoch überstaut (vgl. SIEBER et al. 2011).

Die Sommer-Drehähre gilt als Charakterart der Gesellschaft der Schwarzen Kopfbirse (OBERDORFER 2001), ist aber auch oft in der Gesellschaft der Rostroten Kopfbirse zu finden (KÄSERMANN & MOSER 1999). Am Rohrspitz wächst die

Art in schwachwüchsigen, kalkreichen Pfeifengras-Streuwiesen (vgl. Abb. 3; Tab. 1) auf extremen Gleyböden (BUNDESFORSCHUNGS- UND AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR WALD, NATURGEFAHREN UND LANDSCHAFT), entstanden durch historische Sedimentablagerungen des Alpenrheins (GRABHER & BLUM 1990). Die Bewirtschaftung erfolgt durch herbstliche Streumähd ab 1. September und wird mit herkömmlichen landwirtschaftlichen Maschinen (Traktoren, Kreiselmäher, Ballenpressen, usw.) durchgeführt. Über die Populationsbiologie der Sommer-Drehähre ist vergleichsweise wenig bekannt; die Pflanzen treiben im Frühjahr relativ spät aus (PETERSEN et al. 2003) und blühen wie viele andere Orchideen in Abhängigkeit der Witterung von Jahr zu Jahr unterschiedlich häufig (KÄSERMANN & MOSER 1999). Vor

Tab. 1: Vegetationsaufnahme mit *Spiranthes aestivalis* vom Rohrspitz, aufgenommen am 11.07.2017 gemäß der Abundanz-Dominanz-Schätzska nach BRAUN-BLANQUET (1964)

r = Einzelexemplar  
 + = Deckung < 1 %, wenige Exemplare  
 1 = Deckung > 1-5 %, einige Exemplare  
 2 = Deckung > 5-25 %, zahlreiche Exempl.  
 3 = Deckung > 25-50 %  
 4 = Deckung > 50-75 %  
 5 = Deckung > 75-100 %

Gesamtdeckung	96%	Aufnahmefläche 25m <sup>2</sup>
<u>Wissenschaftlicher Artname</u>		<u>Deutscher Artname</u>
<i>Agrostis gigantea</i>	1	Riesen-Straußgras
<i>Allium angulosum</i>	+	Kanten-Lauch
<i>Carex hostiana</i>	2	Saum-Segge
<i>Carex panicea</i>	2	Hirsens-Segge
<i>Equisetum palustre</i>	+	Sumpf-Schachtelhalm
<i>Frangula alnus juvenil</i>	+	Faulbaum
<i>Galium palustre</i>	+	Gewöhnliches Sumpf-Labkraut
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	+	Lungen-Enzian
<i>Juncus articulatus</i>	1	Glieder-Simse
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	Gewöhnlicher Gilbweiderich
<i>Lythrum salicaria</i>	+	Gewöhnlicher Blutweiderich
<i>Molinia caerulea</i>	3	Kleines Pfeifengras
<i>Phragmites australis</i>	2	Schilf
<i>Potentilla erecta</i>	2	Blutwurz
<i>Sanguisorba officinalis</i>	1	Großer Wiesenknopf
<i>Serratula tinctoria</i>	2	Färberscharte
<i>Spiranthes aestivalis</i>	+	Sommer-Drehwurz
<i>Succisa pratensis</i>	2	Teufelsabbiss

allem in trockenen Jahren geht der Anteil blühender Pflanzen stark zurück (PRESSER 1995). Die Blütezeit beginnt am Bodensee im Juli, die Fruchtreife erfolgt nach MRKVICKA (1991) ab Mitte August bis Anfang September bzw. nach KÜNKELE & BAUMANN (1998) ab Mitte September, wobei der Fruchtansatz zwischen 40 % und 70 % schwankt. Als Bestäuber gelten Hummeln, Bienen und Kleinschmetterlinge (KÄSERMANN & MOSER 1999) bzw. gemäß BILLANT (2016) auch Schwebfliegen. Die Vermehrung erfolgt generativ über Samen und vegetativ durch Bulbillenbildung an den Grundblättern (FÜLLER 1984; KÄSERMANN & MOSER 1999; KÜNKELE & BAUMANN 1998). Von der Keimung bis zur ersten Blüte vergehen vier bis fünf Jahre. Ist eine erfolgreiche Etablierung von Jungpflanzen durch zu starke Beschattung nicht mehr möglich – beispielsweise nach der Aufgabe der herbstlichen Streumahd oder einer Veränderung der Vegetationsstruktur durch Eutrophierung – überaltern die Populationen und verschwinden innerhalb von fünf bis zehn Jahren (MRKVICKA 1991).

#### 4 Erfassungsmethode

Seit 2007 wird im Juli auf zwei Dauerbeobachtungsflächen jährlich die Anzahl der Blütenstände gezählt. Die 1.080 bzw. 600 m<sup>2</sup> großen Flächen be-

finden sich am Rohrspitz am Bodensee im Gemeindegebiet Fußsach.

Die Zählung blühender Individuen ist in der niederwüchsigen Vegetation der Streuwiesen am Rohrspitz verhältnismäßig einfach und mit vertretbarem Aufwand durchführbar, ohne die Vorkommen zu beeinträchtigen: *Spiranthes aestivalis* gilt als ausgesprochen trittempfindlich. Nach PETERSEN et al. (2003) ist die intensive Begehung, die für die Suche nach den in der Begleitvegetation verborgenen, nicht blühenden Pflanzen erforderlich ist, in der Regel mit einer Schädigung nicht erkannter Pflanzen verbunden. Eine Erfassung auch nicht blühender Pflanzen wäre deshalb kritisch.

Viele Orchideenarten blühen sehr unregelmäßig und können über Jahre hinweg vegetativ oder dormant bleiben (WHIGHAM & WILLEMS 2003). Daneben beeinflussen Umweltfaktoren wie Temperatur und Niederschläge die Blütenbildung (vgl. z. B. PEINTINGER 2000). Die Anzahl der Blütenstände lässt sich somit nicht mit der tatsächlichen Populationsgröße gleichsetzen und wird der Populationsdynamik nur bedingt gerecht (BERNHARDT et al. 2009; JACQUEMYN et al. 2009). Selbst innerhalb einer Art kann die Anzahl blühender und vegetativer Individuen in manchen Populationen eng korrelieren, in anderen wiederum nicht (PEINTINGER

2000). Es scheint aber, dass individuenreiche Populationen grundsätzlich stabilere Bestände als kleine Vorkommen aufweisen und daher eher in ihrer Bestandsentwicklung interpretierbar sind (BERNHARDT et al. 2009). Und obwohl die Blühhäufigkeit von Orchideen durch kurzfristige Witterungsverhältnisse beeinflusst wird, erlaubt auch die ausschließliche Zählung blühender Pflanzen, langfristige Bestandsveränderungen aufzuzeigen (PEINTINGER 2000). Zählungen der Blütenstände sind somit in Hinblick auf ein Langzeit-Monitoring durchaus brauchbar. Zumindest verdeutlichen die Erhebungen die Dimension der Population dieser seltenen Art im Rheindelta.

#### 5 Ergebnisse und Diskussion

*Spiranthes aestivalis* zeigt in beiden Beobachtungsflächen, die etwa 400 m voneinander entfernt sind, einen mehr oder weniger parallelen Verlauf der mittleren Blühdichte, also der mittleren Anzahl blühender Pflanzen pro m<sup>2</sup>. Auffällig sind die starken jährlichen Schwankungen: Die Anzahl der Blütenstände betrug im Minimum 0 (Hochwasserjahr 2016) bzw. 68 (im Jahr 2012) und im Maximum 733 (im Jahr 2007) (Tab. 2; Abb. 4).

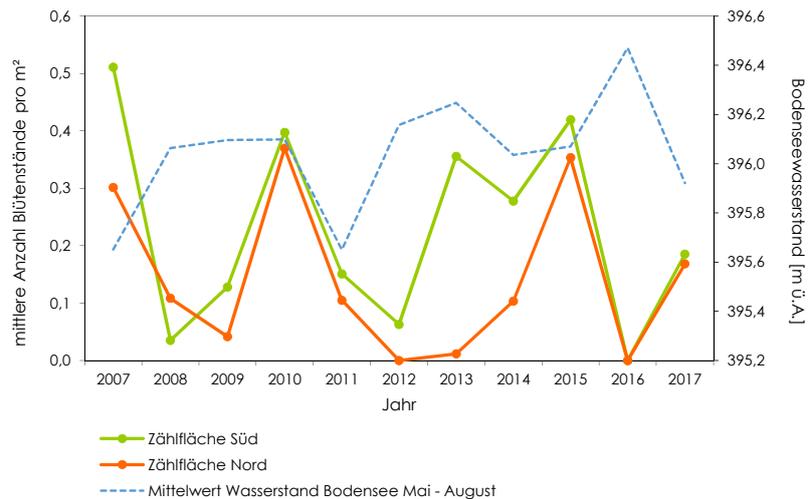
Ähnliches wurde für viele Orchideenarten dokumentiert (vgl. z. B. WELLS & WILLEMS 1991). Es ist davon auszugehen, dass die Blühhäufigkeit unter anderem durch die Witterung beeinflusst ist, am Rohrspitz vermutlich insbesondere auch durch die Wasserstände des Bodensees, die wiederum vom Niederschlagsverlauf gesteuert werden, wie dies beispielsweise PEINTINGER (2000) für das Kleine Knabenkraut (*Orchis morio*) im Wollmatinger Ried am westlichen Bodensee dokumentierte. Für statistisch gesicherte Aussagen sind die bisherigen Erhebungen offenbar zu kurz, eindeutige Zusammenhänge konnten jedenfalls nicht nachgewiesen werden – ausgenommen die andauernde Überschwemmung im Jahr 2016

	Zählfläche Süd	Zählfläche Nord	Summe
Flächengröße [m <sup>2</sup> ]	1080	600	1680
mittlere Meereshöhe [m ü. A.]	396,56	396,73	
Jahr	Anzahl Blütenstände		
2007	552	181	733
2008	38	65	103
2009	138	25	163
2010	429	222	651
2011	163	63	226
2012	68	0	68
2013	384	7	391
2014	300	62	362
2015	453	212	665
2016	0	0	0
2017	200	101	301

Tab. 2: Anzahl Blütenstände der Sommer-Drehähre in den Beobachtungsflächen im Zeitraum 2007 bis 2017.

(Abb. 5), die zu einem Totalausfall der Blüte geführt hatte. Auch die Frage, ob die Schwankungen der Blühhäufigkeit mit der vier- bis fünfjährigen Phase zwischen Keimung und erster Blüte (MRKVICKA 1991) im Zusammenhang stehen, lässt sich mit den bislang zur Verfügung stehenden Daten nicht beantworten.

Während die zur Erhaltung der Standorte erforderliche Bewirtschaftung als einschnittige Streuwiesen im Natura 2000-Gebiet gesichert ist – auch wenn die in manchen Jahren bereits Anfang September beginnende Streumahd für eine ausreichende Samenreife möglicherweise zu früh sein mag (vgl. KÜNKELE & BAUMANN 1998) – ist unklar, wie sich Nährstoffeinträge über die Luft langfristig auf die Vegetation und das Artengefüge auswirken. Im nahe gelegenen Schweizer Rheintal erreicht die atmosphärische Stickstoff-Deposition Werte zwischen 20 und 30 kg, lokal aber auch bis über 40 kg Stickstoff pro ha und Jahr (ALBRECHT-WIDLER & KÜNZLE 2017). Ähnliches dürfte für das Vorarlberger Rheintal gelten. Die kritischen Grenzwerte für Stickstoff-Depositionen in Pfeifengras-Streuwiesen liegen gemäß BOBBINK & HETTELINGH (2011) bei 15 bis 25 kg Stickstoff pro ha und Jahr. Für die zweite heimische Art der Gattung *Spiranthes*, die Herbst-Drehähre (*Spiranthes spiralis*) – die genetische



**Abb. 4:** Blühdichte (mittlere Anzahl Blütenstände pro m<sup>2</sup>) der Sommer-Drehähre in den Beobachtungsflächen sowie der mittlere Bodenseewasserstand in den Monaten Mai bis August (nach Daten des Landes Vorarlberg – Abteilung Wasserwirtschaft, <http://www.vorarlberg.at/seewasserstand>) im Zeitraum 2007 bis 2017.

»Schwesterart« der Sommer-Drehähre (SURVESWARAN et al. 2018) – wurde eine negative Korrelation zwischen Vorkommen und Stickstoff-Deposition dokumentiert (HENRYS et al. 2011). Generell sind lichtbedürftige Orchideen offenbar stärker gefährdet als schattentolerante (VOGT-SCHILB et al. 2015). Am westlichen Bodensee (Untersee) wurde die Vegetation der Streuwiesen in den vergangenen hundert Jahren dichter und höherwüchsig, was insbesondere zum Verschwinden kleinwüchsiger und konkurrenzschwacher Arten geführt hat. Neben dem ver-

mehrten Nährstoffeintrag über die Luft kommen auch höhere Temperaturen während der Vegetationsperiode und möglicherweise auch erhöhte Kohlendioxidkonzentrationen in der Atmosphäre hierfür als Ursachen in Frage (PEINTINGER 2012).

Die hinsichtlich des Wasserhaushalts enge Einnischung macht die Art besonders anfällig gegenüber möglichen Veränderungen. So ist nach OSTENDORP et al. (2007) infolge des Klimawandels mit sinkenden Sommerwasserständen zu rechnen. In den vergangenen Jahren jedoch waren eher überdurchschnittliche Wasserstände zu verzeichnen. Derzeit wird diskutiert, ob die Zunahme der Wasserpflanzenbestände im westlichen Bodensee, insbesondere die Ausbreitung des Schweizer Laichkrauts (*Potamogeton helveticus*), zu einer Behinderung des Abflusses und damit zu einem Anstieg des Wasserspiegels im östlichen See (Obersee) führt (DIENST et al. 2017). Denn tatsächlich ist der Pegel im Obersee höher als im Untersee. Eine permanente Veränderung der Wasserspiegellagen – unabhängig in welche Richtung – hätte vermutlich Auswirkungen auf das Verbreitungsareal der Sommer-Drehähre, die am Rohrspitz nur einen einge-



**Abb. 5:** 2016 waren die Vorkommen für mehrere Wochen im Juni und Juli teilweise mehr als 50 cm hoch überschwemmt. Dies hatte einen Totalausfall der Blüte zur Folge.

schränkten Streuwiesenbereich mit einer Höhendifferenz von rund 30 cm besiedelt.

Ein aussagekräftiges Monitoring erfordert langfristige Beobachtungsreihen, um natürliche Populationsschwankungen von tatsächlichen Bestandstrends unterscheiden zu können. Im Zusammenhang mit Einstufungen für Rote Listen empfiehlt die IUCN (2017) daher Beobachtungsreihen von zehn Jahren oder mehr. Am Rohrspitz ist der Wasserstand des Bodensees ein wesentlicher Einflussfaktor, der bei extremen Wasserständen zwar zu einem Ausfall der Blüte führen kann, nicht aber zum Verschwinden der Art, sofern dies Einzelereignisse bleiben.

Geplant ist, die Zählungen weiterzuführen; möglicherweise ist künftig dann auch eine Korrelation zwischen Blühhäufigkeit und äußeren Einflussfaktoren nachzuweisen. So bleibt derzeit die Erkenntnis, dass im Naturschutzgebiet Rheindelta eine überregional bedeutende Population der Sommer-Drehähre erhalten ist, die auch immer wiederkehrende langandauernde Überschwemmungen überstanden hat.

## 6 Literatur

- ALBRECHT-WIDLER, S. & KÜNZLE, TH. (2017): Karten von Jahreswerten der Luftbelastung in der Schweiz. Datengrundlagen, Berechnungsverfahren und Resultate der Karten bis zum Jahr 2016. – 34 S.; Bern (Meteotest; im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU).
- AMANN, G. (2016): Aktualisierte Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Vorarlbergs. – 161 S.; Online-Beilage zu: GRABHERR, G., AMANN, G., BEISER, A. & GRABHER, M.: Das Pflanzenleben Vorarlbergs; Hohenems (Bucher).  
[http://www.inatura.at/forschungonline/RL\\_pflanzen\\_2016.pdf](http://www.inatura.at/forschungonline/RL_pflanzen_2016.pdf)
- BEISER, A. (o.J.): Eine höchst sensible Schönheit. Sommer-Drehwurz (*Spiranthes aestivalis*). – Faltblatt; Bregenz (Amt der Vorarlberger Landesregierung).
- BERNHARDT, K.-G., LAUBHANN, D., SOMMERKAMP, E., WERNISCH, K. & KROPF, M. (2009): Populations- und Bestandsmonitoring bei Orchideen: Kritische Anmerkungen. – *Sauteria*, 18: 223-236.
- BILLANT, O. (2016): La flore menacée en Franche-Comté. *Spiranthe d'été* *Spiranthes aestivalis* (Poir.) Rich. – 2 S.; Besaçon (Conservatoire botanique national de Franche-Comté – Observatoire régional des Invertébrés).
- BOBBINK, R. & HETTELINGH, J.-P. (eds.) (2011): Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. – 243 pp.; Bilthoven (National Institute for Public Health and the Environment).
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. – 3. Auflage: 865 S.; Wien / New York (Springer).
- BRIELMAIER, G. W. & KÜNKELE, S. (1970): Zur Verbreitung von *Spiranthes aestivalis* (POIR.) RICH. in Baden-Württemberg. – Veröffentlichungen der Landestelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, 38: 7-33.
- BUNDESFORSCHUNGS- UND AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR WALD, NATURGEFAHREN UND LANDSCHAFT (BFW) (Hrsg.): eBOD – Digitale Bodenkarte von Österreich.  
<http://gis.lebensministerium.at/ebod>  
[letzter Zugriff am 09.02.2018].
- DIENST, M., STRANG, I., MAINBERGER, M. & SCHMIEDER, K. (2017): Kartierung submerser Makrophyten im Seerhein (Konstanz-Gottlieben) und im Rheinsee (Eschenz) des Bodensees. – 111 S.; Konstanz (unveröff. Bericht der Arbeitsgruppe Bodenseeufer AGBU im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU).
- FISCHER, M. A., OSWALD, K. & ADLER, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. – 3. Auflage: 1392 S.; Linz (Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen).
- FOLEY, M. J. Y. (2004): A summary of the past and present status of *Spiranthes aestivalis* (Poir.) Rich. (Orchidaceae) (Summer Lady's Tresses) in north-west Europe. – *Watsonia*, 25: 193-201.
- FÜLLER, F. (1984): *Goodyera* und *Spiranthes*. – Orchideen Mitteleuropas, 4. Teil (3. Auflage). Die Neue Brehm-Bücherei, 307: 64 S.; Lutherstadt Wittenberg (Ziemsen).
- GRABHER, M. & BLUM, V. (1990): Teil A – Rheindelta. – In: RAMSAR-Bericht 1. Rheindelta / Marchauen. Bestandsaufnahme österreichischer Schutzgebiete. Monographien, 18: 1-158; Wien (Umweltbundesamt).
- GRIEBEL, N. (2013): Die Orchideen Österreichs. Mit 72 Orchideenwanderungen. – 478 S.; Linz (Freya).
- GROSSER, CH., HEISELMAYER, P. & EICHBERGER, CH. (2008): *Apium repens*, *Cypripedium calceolus*, *Liparis loeselii* und *Spiranthes aestivalis*, die vier Gefäßpflanzenarten der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie im Bundesland Salzburg - Ökologie, Verbreitung und Gefährdungssituation. – *Sauteria*, 16: 75-91.
- HENRYS, P. A., STEVENS, C. J., SMART, S. M., MASKELL, L. C., WALKER, K. J., PRESTON, C. D., CROWE, A., ROWE, E. C., GOWING, D. J. & EMMETT, B. A. (2011): Impacts of nitrogen deposition on vascular plants in Britain: an analysis of two national observation networks. – *Biogeosciences*, 8 (12): 3501-3518.
- IUCN STANDARDS AND PETITIONS SUBCOMMITTEE (ed.) (2017): Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. – Version 13: 108 pp.; (IUCN Species Survival Commission).  
<http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>
- JACQUEMYN, H., BRYN, R. & HONNAY, O. (2009): Large population sizes mitigate negative effects of variable weather conditions on fruit set in two spring woodland orchids. – *Biology Letters*, 5 (4): 495-498.
- KÄSERMANN, C. & MOSER, D. M. (1999): Merkblätter Artenschutz. Blütenpflanzen und Farne. Stand: Oktober 1999. – 344 S.; Bern (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL).
- KÜNKELE, S. & BAUMANN, H. (1998): Orchidaceae, Orchideen. – In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G., & WÖRZ, A. (Hrsg): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 8: Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklassen Comelinidae Teil 2, Arecidae, Liliidae Teil 2)

- Juncaceae bis Orchidaceae. – 540 S. (286-462); Stuttgart (Eugen Ulmer).
- MAIER, M., NEUNER, W. & POLATSCHKE, A. (2001): Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Band 5: – 664 S.; Innsbruck (Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum)
- MRKVICKA, A. C. (1991): *Spiranthes aestivalis* (POIR.) RICH. – Beobachtungen zu Keimung, Entwicklung und Ökologie. – Mitteilungsblatt des Arbeitskreises Heimische Orchideen Baden-Württemberg, 23 (3): 473-486.
- MURR, J. (1923): Neue Uebersicht über die Farn- und Blütenpflanzen von Vorarlberg und Liechtenstein. 1. Heft: Farnpflanzen. Nacktsamige. Bedecktsamig: Spitzkeimer; Blattkeimer, I. Unterklasse: Sternblumige bis zu den Steinbrechgewächsen. – Sonderschriften der naturwissenschaftlichen Kommission, 1: 144 S.; Bregenz (Vorarlberger Landesmuseumsverein).
- NIKLFIELD, H. & SCHRATT-EHRENDORFER, L. (1999): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. – In: NIKLFIELD, H. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 10: 33-130.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzenden Gebiete. – 8. Auflage: 1051 S.; Stuttgart (Ulmer).
- OSTENDORP, W., BREM, H., DIENST, M., JOHNIK, K., MAINBERGER, M., PEINTINGER, M., REY, P., ROSSKNECHT, H., SCHLICHTHERLE, H., STRAILE, D. & STRANG, I. (2007): Auswirkungen des globalen Klimawandels auf den Bodensee. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, 125: 199-244.
- PEINTINGER, M. (2000): Langfristige Veränderung der Blühhäufigkeit seltener Geophyten in Pfeifengraswiesen: zeitlicher Trend oder Einfluss von Wasserstand und Wetter? – *Bauhinia*, 14: 33-44.
- PEINTINGER, M. (2012): Streuwiesen, Auenwälder und deren Veränderungen am Untersee in den letzten 100 Jahren. – Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, 66: 225-251.
- PETERSEN, B., ELLWANGER, G., BIEWALD, G., HAUKE, U., LUDWIG, G., PRETSCHER, P., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. (2003): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 1: Pflanzen und Wirbellose. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, 69/1: 743 S.; Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz).
- POLATSCHKE, A. & NEUNER, W. (2013): Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Band 7. – 821 S.; Innsbruck (Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum).
- POLATSCHKE, A., MAIER, M. & NEUNER, W. (2001): Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Band 4. – 1083 S.; Innsbruck (Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum).
- PRESSER, H. (1995): Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen. Variabilität - Biotope - Gefährdung. – 222 S.; Landsberg (Ecomed).
- QUINGER, B. (2010): Sommer-Wendelähre *Spiranthes aestivalis* (Poir.) Rich. – Merkblatt Artenschutz, 29: 4 S.; Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).
- ROTTER, F., WIESMEIER, M. & MÜGGENBURG, G. (2016): Monitoring und Pflege von *Anacamptis palustris* und *Spiranthes aestivalis*. Eine oberbayerische Erfolgsgeschichte. – Berichte aus den Arbeitskreisen Heimische Orchideen, 33 (2): 8-56.
- SIEBER, A., BREMICKER, M., MATHIS, C. & HELBLING, A. (Bearb.) (2011): Ermittlung des Extremwasserstandes (ca. HW<sub>1000</sub>) für den Bodensee (Ober- und Untersee) und Hinweise zur Berechnung der Extremwasserstände für den Seerhein sowie für den Übergangsbereich vom Untersee zum Hochrhein. – 18 S. (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW / Bundesamt für Umwelt BAFU / Wasserwirtschaft Vorarlberg).
- SURVESWARAN, S., GOWDA, V. & SUN, M. (2018): Using an integrated approach to identify cryptic species, divergence patterns and hybrid species in Asian ladies' tresses orchids (*Spiranthes*, Orchidaceae). – *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 124: 106-121.
- VOGT-SCHILB, H., MUNOZ, F., RICHARD, F. & SCHATZ, B. (2015): Recent declines and range changes of orchids in Western Europe (France, Belgium and Luxembourg). – *Biological Conservation*, 190: 133-141.
- WELLS, T. C. E. & WILLEMS, J. H. (eds.) (1991): Population ecology of terrestrial orchids. – 189 pp.; The Hague (SPB Academic Publishing).
- WHIGHAM, D. F. & WILLEMS, J. H. (2003): Demographic studies and life-history strategies of temperate terrestrial orchids as basis for conservation. – In: DIXON, K. W., KELL, S. P., BARRETT, R. L. & CRIBB, P. J. (eds.): *Orchid Conservation*. 137-158; Kota Kinabalu (Natural History Publications).