©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 37: 163–177. Göttingen 2017.
doi: 10.14471/2017.37.003, available online at www.tuexenia.de

Ökologie und Entwicklung des Zwerg-Rohrkolbens (*Typha minima*) dargestellt am Beispiel der wieder eingebürgerten Population an der Oberen Drau (Österreich)

Ecology and development of *Typha minima* illustrated by a re-introduced population at the Upper Drava River (Austria)

Pamela Alessandra Baur[1, *], Gregory Egger[2], Erwin Lautsch[3] & Sebastian Schmidtlein[4]

[1]*Schießstättstr. 2, 85356 Freising, Germany;*
[2]*Institut für Geographie und Geoökologie (IFGG), Abteilung Aueninstitut, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Josefstraße 1, 76437 Rastatt, Germany;*
[3]*Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Austria;*
[4]*Institut für Geographie und Geoökologie (IFGG), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe, Germany*
**Korrespondierende Autorin, E-Mail: baur.pamela@gmail.com*

Zusammenfassung

Der Zwerg-Rohrkolben (*Typha minima* Funck ex Hoppe) ist eine charakteristische Pionierpflanze von alpinen Wildflusslandschaften. Seit den siebziger Jahren ist diese Kennart jedoch in Deutschland vollständig und in Österreich nahezu ausgestorben. Die anhaltenden Populationsrückgänge der Art sind wahrscheinlich das Ergebnis der weitverbreiteten Flussregulierung und des Kraftwerksbaus in Kombination mit den sehr speziellen Standortsansprüchen der Art. Dank den Anstrengungen von Wiederansiedlungsprogrammen befindet sich *T. minima* wieder an der Oberen Drau in Österreich. In dieser Publikation wird über die Keimung, das Wachstum, die Reproduktion und die Umweltpräferenzen von *T. minima* berichtet.

Die Keimungsexperimente von 2014 zeigten eine sehr niedrige mittlere Keimungsrate von 15,6 % bei einem Schwankungsbereich von 0–90 %. Die Keimungsraten stiegen mit höheren Temperaturen, erhöhter Saatgutreife und kürzeren Saatgutlagerungszeiten. Nach der Saatgutlagerung von 480 Stunden wurde keine Keimung mehr beobachtet.

Beim FFH-Monitoring 2014 an der Oberen Drau wurden Zwerg-Rohrkolben-Keimlinge (Höhe < 5 cm) generell nur selten gefunden. Die vegetative Jungphase (Höhe > 15 cm, ausschließlich sterile Triebe) wies zumeist den höchsten Flächenanteil im Mittel von 62 % auf. *Typha minima* bildete bis zu einem Alter von ca. 3 Jahren ausschließlich sterile Triebe aus. Ab einem Alter von ca. 9 Jahren wurden auch fertile Triebe mit Blütenständen ausgebildet, wobei deren Anzahl mit zunehmendem Alter sich tendenziell erhöhte. Die Analyse der Standortsfaktoren zeigte, dass *T. minima* auf eine hohe Bodenfeuchte im Mittel von 39 Vol-% angewiesen ist. Darüber hinaus war der Faktor Beschattung entscheidend. Erst ab einem Beschattungsgrad von 50 % durch Weidengebüsche war eine Abnahme der Triebdichte von *T. minima* zu verzeichnen.

Manuskript eingereicht am 02. September 2016, angenommen am 07. März 2017
Koordinierende Editorin: Brigitta Erschbamer

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Wir schließen daraus, dass *T. minima*-Populationen während der Keimungsphase extrem empfindlich sind und dass massive Habitatverluste überwiegend das Ergebnis der Flussregulation und der reduzierten Morphodynamik sind, die normalerweise geeignete offene Siedlungsräume für die Keimung des Zwerg-Rohrkolbens schaffen würde.

Abstract

The dwarf bulrush (*Typha minima* Funck ex Hoppe) is a characteristic alpine pioneer herb that occurs primarily along wild rivers. However, since the 1970s this indicator species has become locally extinct in Germany, and nearly so in Austria. Ongoing population declines are expected to be the result of wide spread river regulation and resulting alteration to key demographic processes. Thanks to the effort of reintroduction programs, *T. minima* can be found again along the Upper Drava River, Austria. In this paper we report on seed germination, growth, reproduction and the environmental preferences of *T. minima*.

Germination experiments revealed a very low mean germination rate of 15.6% with a range of 0–90%. Germination rates increased with higher temperatures, increased seed maturity and shorter seed bank periods. After seed storage for 480 hours no germination was observed.

In monitored field populations at the Upper Drava, seedlings (height < 5 cm) were rarely found. Individuals at the young stage (height > 15 cm, only sterile shoots) accounted for the majority of basal area at about 62%. Individuals up to three years old developed only sterile shoots. Reproductive shoots developed after 9 years and the number of inflorescences increased with increasing age.

An analysis of environmental conditions showed that *T. minima* was especially dependent on high soil moisture content, with an average of 39 Vol-% humidity. In addition, light conditions were also important for growth - declines in shoot density were found at > 50% canopy coverage by *Salix* shrubs.

We conclude that *T. minima* populations are demographically sensitive during seed germination, and that modern range retractions are predominantly the result of river regulation and reduced morphodynamics that would normally create appropriate open patches for germinating seedlings.

Keywords: alpine river, Austria, development, Drava River, ecology, endangered species, germination rate, habitat parameters, light conditions, *Typha minima*

1. Einleitung

Der Zwerg-Rohrkolben (*Typha minima* Funck ex Hoppe) gilt wie die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) als Kennart für alpine Wildflusslandschaften (MÜLLER 2007) und als Indikator für natürliche Flusslandschaften (ENDRESS 1975). Das Vorkommen von *T. minima* erstreckt sich von Europa bis nach Asien, jedoch ist das Verbreitungsareal von den Westalpen bis nach Ostasien (China) stark disjunkt und weist große Lücken auf (vgl. MÜLLER 1991). In Europa beschränkt sich das Verbreitungsgebiet auf den Alpenraum und dessen Vorland (KÄSERMANN & MOSER 1999). Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts befanden sich in Europa *T. minima* Vorkommen im Einzugsgebiet großer Alpenflüsse, auf der italienischen Halbinsel, im Donaugebiet und im Balkan (MÜLLER 1991). Temporäres Aufkommen der Art gab es in London, Grevelingen (Belgien), in Südböhmen und in Litauen (KÄSERMANN & MOSER 1999). Aktuell liegt Europas größtes zusammenhängendes Vorkommen an den großen Flüssen der französischen Alpen mit Ketten von Kolonien an der Arve zwischen St. Gervais und der Schweizer Grenze, an der Durance zwischen Argentieres und Sisteron sowie flussabwärts von Sisteron (CSENCSICS et al. 2008). Kleinere Vorkommen liegen an der Arc, dem Giffre und der Ubaye (WERNER 2001). Jedoch haben sich auch in Frankreich die Anzahl und die Größe der Bestände von *T. minima* im letzten Jahrhundert um 52 % verringert (PRUNIER et al. 2010). Für die Schweiz werden vier Standorte des Zwerg-Rohrkolbens bestätigt (BROGGI 2013). Wiederansiedlungen erfolgten im Kanton Genf, Wal-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

lis und Zürich sowie in Graubünden (CSENCSICS et al. 2008). Bei den natürlichen Beständen erfolgen seit 1996 Pflegemaßnahmen um die fortschreitende Sukzession zu bremsen und die Bestände von *T. minima* zu erhalten. Die Bestände werden aufgrund des starken Rückgangs als „stark gefährdet" eingestuft und sind „vollständig geschützt" (MOSER et al. 2002). In Italien sind kleine Vorkommen im Aostatal, im Val Susa und an einem Ort am Tagliamento im Friaul zu finden (WERNER 2001).

In Deutschland und Liechtenstein gelten die Vorkommen mittlerweile als erloschen (MÜLLER 2007, BROGGI 2013). In Österreich gibt es natürlich nur noch isolierte und bedrohte Populationen des Zwerg-Rohrkolbens am Rhein bei Diepoldsau, Lustenau und Koblach, am Lech im Kieswerk und in den Auen bei Unter-Pinswang sowie wiedereingebürgerte Populationen am Tiroler Lech und an der Oberen Drau (EGGER et al. 2012, CSENCSICS & MÜLLER 2015). Ebenfalls sind an der Alpenrheinmündung bei Fussach und am Mündungsbereich der Bregenzer Ach *T. minima*-Bestände lokalisiert (BROGGI 2013). Laut MÜLLER (1991) befindet sich auch eine Population an der Dornbirner Ach. In der Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs wird der Zwerg-Rohrkolben in allen österreichischen Bundesländern als „ausgerottet, ausgestorben oder verschollen" bzw. in Vorarlberg und Tirol als „vom Aussterben bedroht" angeführt (NIKLFELD 1999). Entsprechend hoch ist der Schutzstatus der Art. Auf internationaler Ebene steht der Zwerg-Rohrkolben als die bestimmende Charakterart der Formation der montanen Schwemm- und Rieselfluren mit *T. minima* des prioritären FFH-Lebensraumtyps „7240* Pflanzenformationen von *Caricon bicoloris-atrofuscae*" unter europäischem Schutz. In Österreich gilt der FFH Subtyp des LRT 7240* als von „vollständiger Vernichtung bedroht", wobei Österreich als „stark verantwortlich" eingestuft wird (ELLMAUER 2005). Auslöser für den dramatischen Rückgang bzw. das regionale Aussterben des Zwerg-Rohrkolbens im Alpenraum waren in erster Linie die konsequente Verbauung der Flüsse und Bäche sowie der Bau von Kraftwerken. Der Habitatverlust führte zu einer Verkleinerung des Verbreitungsareals, die Vernetzung der Populationen ging verloren und die Minimumarealgröße wurde unterschritten. Dazu kommt, dass besonders die kleinen Populationen in Österreich jeweils nur aus wenigen Klonen bestehen und isoliert sind (CSENCSICS & HOLDEREGGER 2013). Weitere Gefährdungsursachen sind der Kiesabbau und Deponien, Bautätigkeiten wie Verkehrswege im flussnahen Bereich, mechanische Einwirkungen durch Freizeitaktivitäten, Konkurrenz sowie Beschattung infolge fortschreitender Sukzession (WERNER 1998, KÄSERMANN & MOSER 1999).

An der Oberen Drau war *T. minima* früher weit verbreitet (STABER 1934, PACHER 1881). 1970 verschwand die Art an der Oberen Drau (PETUTSCHNIG 2003). 1999 wurden einige Einzelexemplare, welche aus ehemaligen autochthonen Beständen der Oberen Drau stammen, bei der Draubrücke in Greifenburg Bruggen wieder auf Schotterbänken ausgesetzt (FRANZ & LEUTE 2004). Diese entwickelten sich sehr gut und lieferten das Pflanzenmaterial für weitere Wiederansiedlungen. Seit dem Jahre 2000 wurde im Rahmen von mehreren Artenschutzprojekten in Kombination mit Renaturierungsmaßnahmen eine konsequente Erweiterung der Population des Zwerg-Rohrkolbens im Europaschutzgebiet Obere Drau in Kärnten in Österreich erreicht (BAUR et al. 2015). Im Zuge eines Monitoringprogrammes wurden 2014 sämtliche Vorkommen von *T. minima* an der Oberen Drau detailliert erhoben und analysiert. Die Geländeuntersuchungen ergaben, dass *T. minima* sich mittlerweile wieder an sieben Flussabschnitten an der Oberen Drau etablieren konnte. In Summe haben die Vorkommensflächen von 923 m² im Jahr 2011 auf ca. 3787 m² im Untersuchungsjahr 2014 deutlich zugenommen (EGGER et al. 2012, BAUR et al. 2015).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die vorliegende Publikation befasst sich mit den spezifischen Habitatansprüchen des Zwerg-Rohrkolbens, die er benötigt um zu keimen, sich zu entwickeln und sich langfristig etablieren zu können. Basis waren in situ Erhebungen hinsichtlich der Entwicklung von *T. minima* an der Oberen Drau sowie ex situ Versuche mit *T. minima*-Samen bezüglich der Keimung.

Die Ergebnisse der Untersuchungen können als fachliche Grundlage für weitere Wiedereinbürgerungsprojekte und Managementmaßnahmen von etablierten Beständen dienen, um so die Art vor dem Aussterben zu bewahren. Die vorliegende Arbeit baut im Wesentlichen auf den Ergebnissen der Bachelorarbeit „Ökologie des Zwerg-Rohrkolbens (*Typha minima* Funck ex Hoppe) dargestellt am Beispiel der Population an der Oberen Drau in Kärnten (Österreich)“ auf (BAUR 2014).

2. Untersuchungsgebiet Obere Drau

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Oberen Drautal (Kärnten, Österreich), welches von Oberdrauburg (632 m ü. NN) bis Spittal an der Drau (560 m ü. NN) verläuft (s. Abb. 1). Die Drau besitzt ein nivo-glaziales Abflussregime. Der Mittelwasserabfluss beträgt im Jahresdurchschnitt in Oberdrauburg 59.1 m³/s, der 1 jährige Hochwasserabfluss (= HQ1) 300 m³/s und der 10 jährige Hochwasserabfluss (= HQ10) 550 m³/s (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 2012, 2013). Der mittlere Jahresniederschlag beläuft sich an der Klimastation Dellach im Drautal (auf 620 m ü. NN) auf 1219 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur auf 7,7 °C (Jahresreihe 1961–1990; ZAMG 2002).

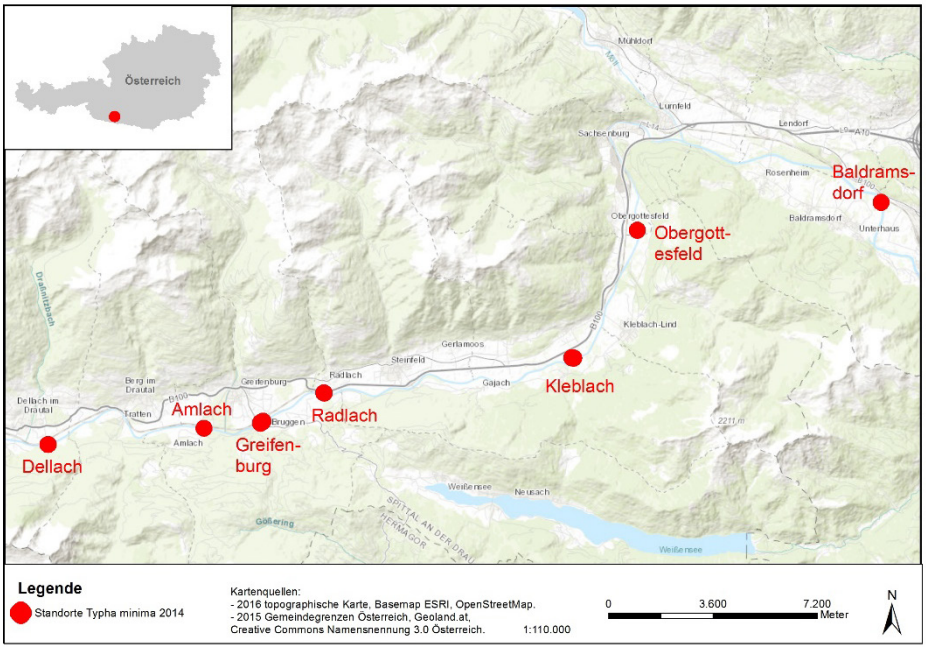


Abb. 1. Übersichtskarte der Standorte der Populationen von *Typha minima* an der Oberen Drau in Kärnten.

Fig. 1. Map of the population of *Typha minima* at the Upper Drava River in Carinthia.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die aktuelle *T. minima*-Population an der Oberen Drau lassen sich sieben Standorten zuordnen: Altarm Dellach (2 Bestände, Flächensumme 107 m²), Landschaftssee in Amlach bei Greifenburg (1 Bestand, 6 m²), Aufweitungsbereich Greifenburg Brücke/Bruggen (5 Bestände, 2311 m²), Seitenarm Radlach (1 Bestand, 130 m²), Aufweitungsgebiet Kleblach (7 Bestände, 1179 m²), Aufweitungsgebiet Obergottesfeld (1 Bestand, 9 m²) und Baldramsdorf bei Spittal (1 Bestand, 9 m²). Die Summe aller *T. minima*-Bestände ergab 2014 im gesamten Oberen Drautal eine Flächengröße von 3787 m².

3. Methoden

3.1 Entwicklungsphasen im Gelände

An allen 26 Vorkommensflächen an der Oberen Drau wurde die Phasenverteilung des Zwerg-Rohrkolbens aufgenommen, wobei die Entwicklung von *Typha minima* in folgende vier Phasen untergliedert wurde (Abb. 2):

1. Zur Keimungsphase wurden alle Zwerg-Rohrkolben mit einer Größe gezählt, welche kleiner als 5 cm waren.
2. Die Juvenilphase erreichten die sterilen Zwerg-Rohrkolben Pflanzen mit einer Größe zwischen 5 cm und 15 cm.
3. In der vegetativen Jungphase befanden sich alle sterilen *T. minima*-Pflanzen, die größer als 15 cm waren und sich in der Regel durch die Ausbildung von vegetativen Ausläufern auszeichneten.
4. Die Adultphase galt als erreicht, wenn der Zwerg-Rohrkolben einen voll entwickelten Kolben besaß, und sich so neben der vegetativen Reproduktion mittels Ausläufer auch generativ zu vermehren vermag.

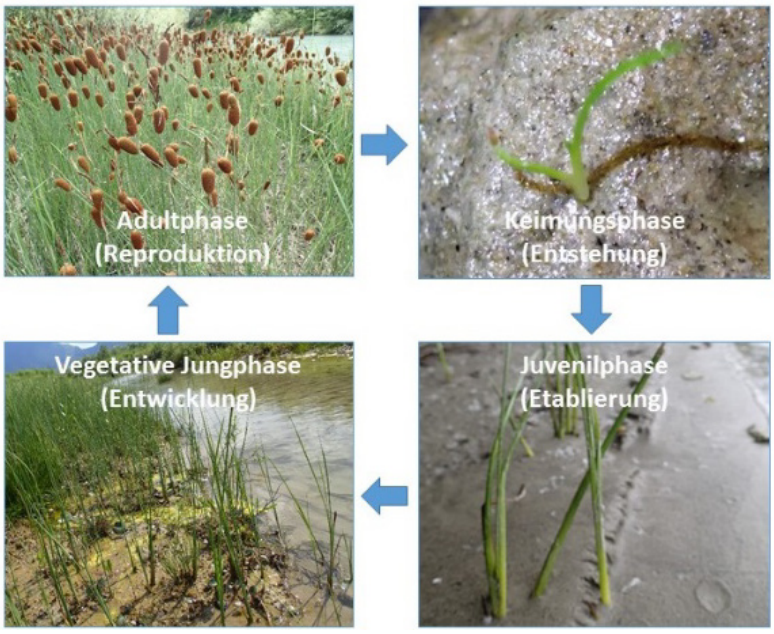


Abb. 2. Darstellung der Entwicklungsphasen von *Typha minima* (Photos: P. Baur).

Fig. 2. Depiction of the life cycle of *Typha minima* (Fotos: P. Baur).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die vier Entwicklungsphasen wurden hinsichtlich der Triebdichte und des Anteils der fertilen Triebe (in %) pro Quadratmeter verglichen. Eine Einordung der Vorkommensflächen an der Oberen Drau bezüglich des Alters (geschätztes Bestandsalter: wann war die erste Anpflanzung bzw. Ansiedlung der Art an diesem Standort) fand auch statt, um festzustellen, ab welchem Jahr *T. minima* fertile Triebe ausbildete und somit die Adultphase erreichte.

3.2 Standortsfaktoren

Die Aufnahme der Standortsfaktoren von Zwerg-Rohrkolben Beständen erfolgte an jedem der 26 Vorkommensflächen von *T. minima* an der Oberen Drau in Kärnten auf einheitlich 1 m x 1 m großen Referenzflächen. Diese wurden repräsentativ für den jeweiligen Bestand ausgewählt. Dabei wurden folgende Parameter aufgenommen:

- Bestimmung des Hauptsubstrats durch die Fingerprobe, dabei erfolgte auch die Aufnahme der Flächenanteile der Substratklassen Kies, Grob- und Feinsand, schluffiger Feinsand, Schluff jeweils an der Substratoberfläche (in %).
- Messung der Bodenfeuchte mittels TDR-Sonde (Firma IMKO), in 1 cm, 3 cm und 15 cm Bodentiefe (in Vol-%).
- Messung der Abschirmung des Zwerg-Rohrkolbens durch andere Pflanzenarten durch ein senkrecht nach oben gerichtetes Foto mittels Fisheye-Objektivs und dessen Bearbeitung in der CAN-EYE-Software (WEISS & BARET 2014).
- Visuelle Einschätzung der Beschattung des Bestandes mittels den drei Klassen unbeschattet (= 0 % Beschattung), teilweise beschattet (Beschattung der Fläche zwischen 0 und 50 %) und beschattet (Beschattung der Fläche ist größer als 50 %).
- Anteil der fertilen Triebe pro Quadratmeter (in %).
- Einteilung des Bestandes in die fünf Einflussklassen der Morphodynamik und in die fünf Einflussklassen der Überflutungshäufigkeit nach EGGER et al. (2015): 1 (keine, sehr geringe), 2 (geringe), 3 (mittel), 4 (hoch) und 5 (sehr hoch).

3.3 Keimungsbedingungen

Die Keimversuche fanden im Bergstollen des Botanischen Gartens in Klagenfurt bei konstanter Lufttemperatur von 15°C und einer Luftfeuchtigkeit von 90 % statt. Zusätzlich wurden Versuchsaufbauten in den Büroräumlichkeiten der Umweltbüro GmbH (Klagenfurt) bei ca. 25 °C aufgestellt, um festzustellen, ob der Keimungserfolg von der Lufttemperatur abhängt. Die Bestrahlung im Bergstollen erfolgte mit einem LED-Pflanzenbelichtungsmodul M30 von der Firma Sanlight (kontinuierliches Lichtspektrum von 400 nm bis 760 nm, 600 LUX) und betrug 15 Stunden pro Tag.

Die Entnahme von je 10 *T. minima*-Kolben erfolgte im Juni und Juli 2014 von stabilen Beständen an der Oberen Drau an den Standorten Greifenburg, Radlach und Kleblach. Ein Teil der frisch gesammelten Samen wurde direkt für Keimversuche verwendet. Der Rest wurde in handelsüblichen Gefrierbeuteln im Kühlschrank bei 8 °C oder im Gefrierschrank gelagert, um die Keimfähigkeitsdauer der Samen bzw. Langlebigkeit der Samenbank hinsichtlich Kälteschock zu untersuchen. Die Lagerung bezieht sich auch auf die natürlicher Weise auftretende Zeit zwischen dem Ausreifen der Samen und dem Zeitpunkt zu dem eine Keimung möglich wird.

Die Keimversuche erfolgten in zweigeteilten Petrischalen aus Polystyrol, unsteril, ohne Entlüftungsnocken und einer Abmessung (mm) von 94/16. Diese wurden mit einer Lage Rundfilterpapier ausgelegt und bis zum Rand mit kühlem Leitungswasser gefüllt. Pro Versuchsansatz wurden etwa 20 Samen von *T. minima* pro Petrischale (mit geschlossenem Deckel) in zwanzigfacher Wiederholung kultiviert. Der andere Teil der Samen wurde in Töpfen (Durchmesser 9 cm) mit jeweils 20 Samen auf Originalsubstraten der Drau, wie Kies mit Sand, feinkörnigem Sand und schluffigem Sand, unter vergleichbaren Bedingungen kultiviert und täglich befeuchtet. Aus den aufgenommenen Daten wurde die mittlere Keimrate berechnet (in %). Im Keimungsexperiment zählte der Erscheinungszeitpunkt der

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Radicula als „Beginn der Keimung“. Zusätzlich wurde festgehalten, wie lange es dauerte, bis die „vollständige Keimung“ eintrat. Dies bedeutete, dass sich der Keimling ganz aus der Samenschale herausgelöst hat und die Kotyledonen dadurch frei geworden sind.

3.4 Statistische Auswertungen

Zur Überprüfung der Fragestellungen wurden Korrelationsanalysen nach Pearson (lineare Zusammenhänge), einen Mann-Whitney-U-Test sowie eine TREE-Analyse (LEMON et al. 2003, IBM CORPORATION 2011) durchgeführt. Letztere ist eine nichtlineare Diskriminanzanalyse, welche zwischen der abhängigen Variablen (Gesamtanzahl von *T. minima* Trieben pro m²) und allen unabhängigen Variablen (Standortsfaktoren) die Varianzen untereinander berechnet. Daraus lässt sich der Grad der Varianzaufklärung ETA^2 (vergleichbar mit dem Bestimmtheitsgrad R^2) ermitteln. Die statischen Berechnungen und Analysen fanden in der Software RStudio Version 1.0.44 und in IBM SPSS Statistics Version 21.0 statt. Zum Vergleich der unterschiedlichen Werte wurde oft der arithmetische Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD) herangezogen. Die Boxplot-Darstellung erfolgte mit dem 25 % - Quantil, dem Median sowie 75 % - Quantil.

4. Ergebnisse

4.1 Entwicklungsphasen im Gelände

Zwerg-Rohrkolben-Keimlinge waren generell nur selten und wenn, dann zumeist nur in wenigen Flächenprozenten (im Mittel von 3,7 %) zu finden. Die Ausnahme war ein Teilvorkommen in Greifenburg mit einem Keimlings-Anteil von 50 %. Die Juvenilphase nahm einen mittleren Flächenanteil von 11,7 % ein (Tab. 1). Die darauf folgende vegetative Jungphase kam, mit Ausnahme einer Fläche in Obergottesfeld, in allen Flächen vor und wies zumeist den höchsten Flächenanteil im Mittel von 62 % auf. Der Anteil der Adultphase mit blühenden bzw. fruchtenden Kolben lag im Mittel bei 22,7 %. Die höchsten Triebdichten von *Typha minima* waren mit Abstand in der vegetativen Jungphase mit im Mittel von 95,1 Trieben pro Quadratmeter zu finden (Tab. 1).

Das Bestandsalter von *T. minima* wurde für jede Vorkommensfläche an der Oberen Drau anhand des Wiederansiedlungsjahres geschätzt und variierte zwischen 3 und 14 Jahren, wobei das mittlere Alter 11,9 Jahren (MW) ± 2,5 (SD) betrug. Der Anteil der fertilen Triebe pro Fläche als Indikator für die Entwicklungsphase zeigte, dass nur der dreijährige Bestand in Obergottesfeld sich noch nicht generativ vermehrte. Erst in Beständen mit einem Alter von neun Jahren waren fertile Triebe zu finden.

Tabelle 1. Mittlere Phasenanteile und Triebdichten der vier Entwicklungsphasen von *Typha minima* (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung).

Table 1. Mean phase fraction and shoot density of the four life cycle steps of *Typha minima* (MW = mean, SD = standard deviation).

	MW Phasenanteil pro m² [%]	SD Phasenanteil pro m² [%]	MW Triebdichte [Anzahl/m²]	SD Triebdichte [Anzahl/m²]
Keimungsphase	3,66	9,89	3,19	7,81
Juvenilphase	11,69	11,23	14,46	13,22
Vegetative Jungphase	62,00	16,60	95,12	54,59
Adultphase	22,66	16,35	38,77	36,73

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

4.2 Standortsfaktoren von *Typha minima* Beständen

Die Analyse der 26 Vorkommensflächen hinsichtlich der Bedeutung der einzelnen Standortsfaktoren zeigte, dass *T. minima* vor allem auf eine hohe Bodenfeuchte, im Mittel 39,1 Vol-% ± 11,1, angewiesen ist. Zwischen den drei Tiefen (1, 3 und 15 cm) konnte kein statistisch gesicherter Unterschied bezüglich der Bodenfeuchte ausgemacht werden. Die Bodenfeuchte variierte insgesamt von 12,7 bis 61,1 Vol-%. Die Substrate an den Wuchsorten von *T. minima* bestanden aus schluffigen und sandigen Anteilen. Von den 26 Vorkommensflächen wies die Mehrzahl, 16 Bestände, reinen Sand auf. Der mittlere Anteil von reinem Sand pro Quadratmeter betrug 66,9 % (MW) ± 43,2 (SD).

Die Bestände von *T. minima* an der Oberen Drau ließen sich in die Morphodynamikeinflussklassen 2 bis 5 einteilen. Die meisten Bestände kamen in den mittleren Klassen 3 (38,5 % der Bestände) und 4 (50,0 %) vor. 7,7 % der Vorkommen befanden sich in der Klasse 5 mit der höchsten Morphodynamik. An der Oberen Drau konnten auch 3,8 % der Vorkommen in der gering dynamischen Klassen 2 gefunden werden. Standorte mit einem hohen Anteil von fertilen Trieben waren tendenziell stärker von der Morphodynamik beeinflusst, als Standorte mit niedrigem Anteil. Zwischen den beiden Merkmalen bestand ein gleichläufiger linearer Zusammenhang auf dem Signifikanz-Niveau von 5 % und einem Korrelationskoeffizient von 0,433.

Hinsichtlich der Überflutungsdynamik der Vorkommensflächen von *T. minima* an der Drau befanden sich die meisten Bestände in den mittleren Klassen 3 (38,5 % der Bestände) und 4 (42,3 %). Es konnten keine Bestände in geringeren Klassen gefunden werden, dafür konnten 19,2 % der Bestände der Klasse 5 mit der höchsten Überflutungsdynamik zugeordnet werden. Der Einfluss der Überflutungsdynamik nahm mit steigendem Anteil fertiler Triebe zu, jedoch war deren Korrelationskoeffizient mit 0,372 etwas geringer als der Koeffizient der Morphodynamik und statistisch nicht signifikant.

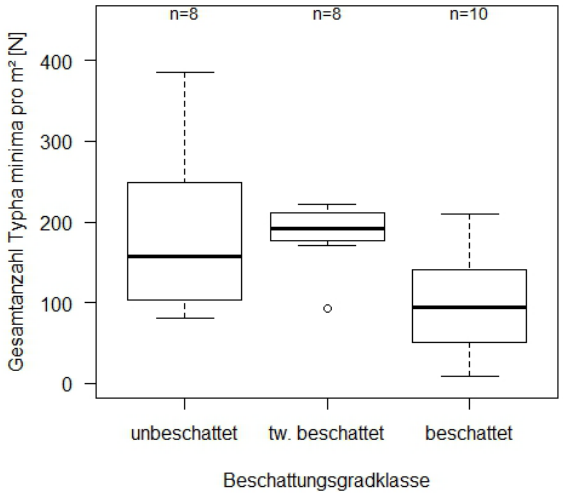


Abb. 3. Triebdichte von *Typha minima* unterteilt in drei Beschattungsgradklassen (‚unbeschattet' = 0 % Beschattung pro m²; ‚eilweise beschattet' < 50 %; ‚beschattet' > 50 %).

Fig. 3. Shoot density of *Typha minima* individuals at different shading levels ('unbeschattett' = 0% shadow per m²; 'teilweise beschattet' = less than 50%; 'beschattet' = more than 50%).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Der mittlere Beschattungsgrad der Bestände an der Oberen Drau betrug 35,3 % (MW) ± 23,5 (SD). *Typha minima* kam an der Oberen Drau sowohl auf offenen Flächen (Beschattung = 0 %) als auch noch bei einer maximalen Beschattung von 87 % durch Weidengebüsche vor. Die höchsten Triebdichten von *T. minima* waren in der vegetativen Jungphase gegeben, mit Maximalwerte von 150 bis 200 Triebe/m² bei einem Beschattungsgrad von 0 % (offen, unbeschattet) bis ca. 50 % (teilweise beschattet) zu finden (Abb. 3).

Die Beschattungsgradklassen ‚unbeschattet' und ‚teilweise beschattet' ähnelten sich hinsichtlich der Triebdichte von *T. minima* so sehr, sodass sie zu einer Klasse zusammengefasst werden konnten. Dies wurde auch durch die Ergebnisse der TREE-Analyse bestätigt. Dabei betrug die mittlere Bestandsdichte der 1. Beschattungsgradklasse (‚unbeschattet' und ‚teilweise beschattet') 184,75 (MW) ± 76,46 (SD) *T. minima*-Triebe pro m², wohingegen die 2. Beschattungsgradklasse (‚beschattet') einen deutlich geringeren Mittelwert von 98,40 (MW) ± 63,69 (SD) Triebe pro m² aufwies. Die Bestandsdichte von *T. minima* hing zu 40 % ($ETA^2 = 0{,}400$) von der Beschattungsklasse ab (61,5 % der Bestände in der 1. Klasse, 38,5 % in der 2. Klasse).

4.3 Keimungsbedingungen

Aus allen Versuchen keimten insgesamt 143 Samen. Der Median der mittleren Keimrate betrug 5 %, der arithmetische Mittelwert war mit 15,6 % deutlich höher (Tab. 2). Die Samen brauchten durchschnittlich 5,8 Tage bis zum Beginn der Keimung und 10,3 Tage bis zur vollständigen Keimung. Die mittlere maximale Keimlingslänge betrug 2,95 mm. Die Versuche bei unterschiedlichen Substraten (inkl. Töpfe mit Substrat, Petrischalen ohne Substrat) wiesen hinsichtlich der Keimrate keine Unterschiede auf.

3.3.1 Einflussfaktoren auf die Keimrate

Zwischen der Lagerungsdauer und der Keimrate war kein statistischer Zusammenhang erkennbar. Ab einer Lagerung von 336 Stunden sank die Keimrate deutlich (Abb. 4). Nach 480 Stunden Lagerung der Samen im Kühlschrank war keine Keimung mehr gegeben. Ein kleiner Teil der gelagerten Samen im Kühlschrank erhielt einen fünftägigen Kälteschock im Gefrierschrank. Diese keimten später nicht. Ebenso wiesen diese Samen nach der Gefrierschrank-Lagerung eine dunkelbraune Samenfarbe auf, bei der die Keimrate gleich null war (BAUR 2014).

Tabelle 2. Keimrate, Keimungszeit und Keimlingswachstum im ex situ Experiment mit *Typha minima*-Samen von der Oberen Drau (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler).

Table 2. Germination rate, germination time and seedling growth in the ex situ experiment with *Typha minima*-seeds from the Upper Drava River (MW = mean, SD = standard deviation, SE = standard error).

	Mittlere Keimrate [%]	Tage bis zum Keimungsbeginn	Tage bis zur vollständigen Keimung	Maximale Keimlingslänge [mm]
MW	15,6	5,8	10,3	2,95
Median	5,0	5,0	9,0	2,50
Min	0,0	1,0	2,0	0,25
Max	90,0	14,0	27,0	8,00
SD	22,2	4,0	6,8	1,94
SE	2,6	0,5	0,8	0,23

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

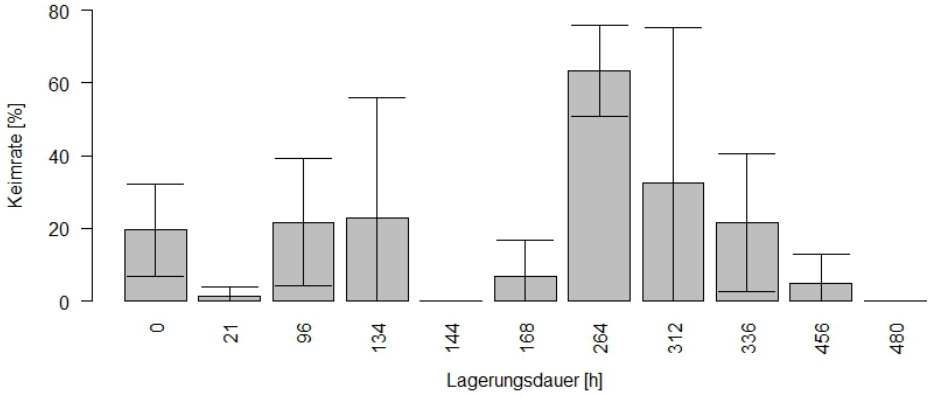


Abb. 4. Keimraten der *Typha minima* Samen (Mittelwert ± Standardabweichung) bei unterschiedlichen Lagerungszeiten (h = Stunden).

Fig. 4. Germination rates of *Typha minima* seeds (mean ± standard deviation) at different storage periods (h = hours).

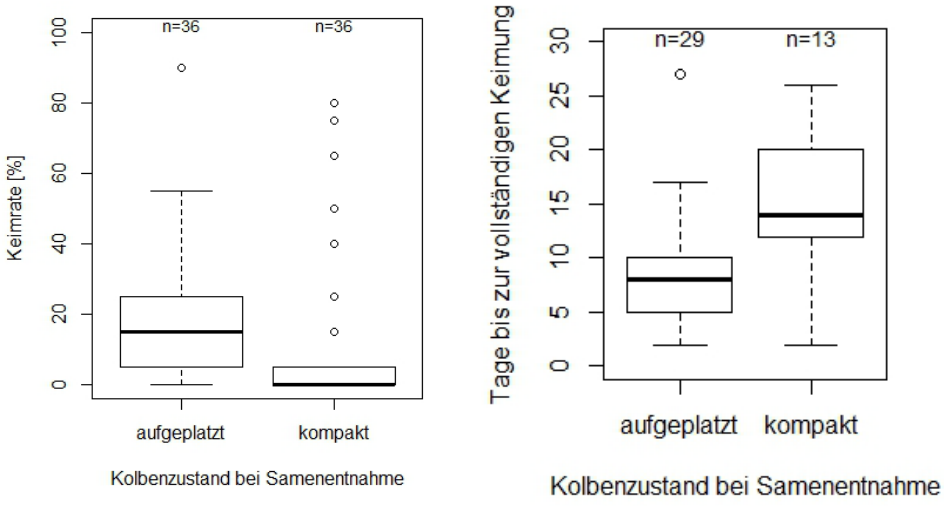


Abb. 5. Keimraten (links) und Keimungszeiten (rechts) der Samen von *Typha minima* aus aufgeplatzten und kompakten Kolbenständen (bei Samenentnahme).

Fig. 5. Germination rates (left) and germination time (right) of *Typha minima* seeds from compact and burst inflorescence heads (at seed collection).

Der Reifegrad der Samen konnte durch den Kolbenzustand bei der Entnahme der Samen angezeigt werden. Der Mann-Whitney-U-Test wies einen hoch signifikanten Unterschied zwischen den Keimraten von Samen aus kompakten und aufgeplatzten Kolben (W = 378,5; p-Wert = 0,0016) auf. Abbildung 5 links zeigt bei kompakten Kolben eine mittlere Keimrate von 0 %, bei aufgeplatzten Kolben war der Median der mittleren Keimrate bei 15 %.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3.3.2 Einflussfaktoren auf die Keimungszeit

Höhere Lufttemperaturen am Versuchsort trugen tendenziell zur schnelleren Keimung bei. Die Keimung der Samen bei 15°C im Stollen des Botanischen Gartens in Klagenfurt setzte nach 6 Tagen (Median) deutlich später ein, als bei denen in den 10 K wärmeren Büroräumlichkeiten (ca. 25 °C) nach einem Tag. Auch die Tage bis zur vollständigen Keimung waren bei höheren Lufttemperaturen (Median = 4 Tage) unverkennbar geringer als bei niedrigeren Temperaturen im Stollen (Median = 11 Tage) (s. Abb. 6 links).

Der Reifegrad der Samen beeinflusste die Keimungszeit im Experiment. Die Keimung der reiferen Samen aus bereits aufgeplatzten Kolben (Median = 8 Tage) ging schneller von statten als mit Samen aus kompakten Kolben (Median = 13 Tage) (s. Abb. 5 rechts).

3.3.3 Einflussfaktoren auf das Wachstum der Keimlinge

Höhere Lufttemperaturen am Versuchsort förderten tendenziell das Wachstum der Keimlinge. Der Median der Keimlingslänge bei 25 °C betrug 6 mm und war somit doppelt so groß als bei 15 °C mit einem Median von 2,5 mm (Abb. 6 rechts).

5. Diskussion

Typha minima zeichnet sich durch zwei Reproduktionsstrategien aus. Dabei führt die vegetative Ausbreitung mittels Ausläufer zur mittelfristigen Erhaltung bzw. Ausdehnung bereits etablierter Bestände. Allerdings um neue Standorte zu erobern, ist die generative Vermehrung mittels Samen Voraussetzung. Deshalb spielt die Keimphase eine Schlüsselrolle für die Entwicklung von *T. minima*.

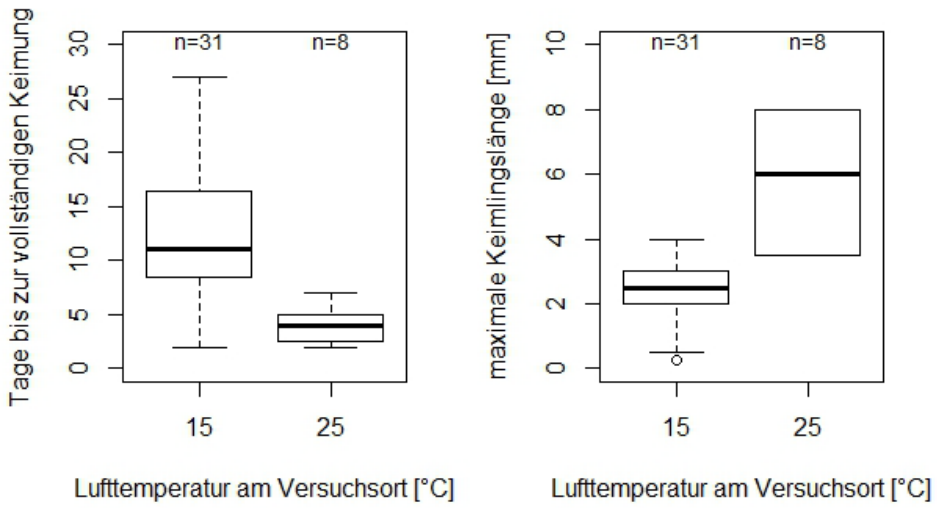


Abb. 6. Wachstum der Keimlinge (links) und Keimungszeiten der Samen (rechts) von *Typha minima* bei verschiedenen Lufttemperaturen an den Versuchsorten.

Fig. 6. Growth (left) and germination time (right) of *Typha minima* seedlings at two different air temperatures (15 °C and 25 °C) in experimental trials.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die Samen brauchten bei niedrigeren Lufttemperaturen deutlich länger um die Keimung zu starten und diese zu vollenden als bei höheren Lufttemperaturen. Damit konnte nachgewiesen werden, dass die Lufttemperatur einen entscheidenden Einfluss auf die Keimung besitzt. In den Untersuchungen von CSENCSICS et al. (2008) benötigten die Samen auf feuchtem Substrat 24 Stunden zum Keimen. Allerdings wurden keine Angaben zur Lufttemperatur während der Keimungsversuche angeführt. KÄSERMANN & MOSER (1999) nannten Keimraten von reifen Früchten mit 90 %. Im Vergleich dazu war die mittlere Keimrate unserer Versuche mit 15,5 % sehr niedrig. Die Keimungsversuche mit hoher Samenanzahl von CSENCSICS & HOLDEREGGER (2013) wiesen auch eine geringe Keimrate von 15 % auf. Unsere niedrige Keimrate könnte zum einen am Reifegrad der Samen gelegen haben oder zum anderen am Kolben selbst, da dieser nach dem Aufplatzen zwei unterschiedlich aussehende Samen enthielt. Die Versuche von BAUR (2014) zeigten, dass die mittleren Keimraten von kleinen hellen Samen deutlich höher (Mittelwert = 31,2 %) waren als von großen dunkelbraunen Samen (0 %). Es liegt die Vermutung nahe, dass die dunkelbraunen Samen vertrocknet waren. Dies könnte durch den nassen Frühsommer 2014 verursacht worden oder durch die Lagerung im Kühlschrank entstanden sein. MÜLLER (2007) gab allgemein an, dass die Witterung großen Einfluss auf die Anzahl der reifen Samen besitzt. Bei der Entnahme der Samen aus kompakten Kolben waren keine Unterschiede zwischen den Samen erkennbar. Bei der Untersuchung der Populationsgenetik von CSENCSICS & HOLDEREGGER (2013) zeichnete sich die Population an der Oberen Drau durch eine hohe Klonalität aus, was die geringe Keimrate unserer Versuche eventuell auch beeinflusst haben könnte.

Die Vorquellung im Wasser förderte eine kürzere Keimungsdauer auf Originalsubstrat von der Drau, da bereits eine Vorkeimung im Wasser stattfand, die zur Halbierung der Keimungszeit beitrug sowie tendenziell eine höhere Keimrate bewirkte (BAUR 2014). Jedoch muss darauf hingewiesen werden, dass dies an einer sehr geringen Stichprobenanzahl untersucht worden ist.

In unserer Versuchsreihe wiesen die Samen aus aufgeplatzten Kolben eine deutlich höhere Keimrate auf als aus kompakten Kolben. Dies könnte daran liegen, dass die Samen aus kompakten Kolben bei der Entnahme noch nicht reif genug waren und bei der Lagerung nachgereift sind. Der optimale Reifegrad der Samen aus aufgeplatzten Kolben scheint vor dem Aufplatzen erreicht zu sein, denn die mittlere Keimrate von frischen Samen aus aufgeplatzten Kolben entsprach maximal 50 % von jenen aus kompakten Kolben. Diese Feststellung hat auch CAMENISCH (1996) getroffen. Im Rahmen der Diplomarbeit von GALEUCHET (1998) fand ein Vergleich der Keimraten zwischen *T. minima* Samen aus kompakten und aufgeplatzten Kolben statt, jedoch war hier der Unterschied geringer als bei unseren Versuchen. In unserem Experiment ging die Keimrate nach mehr als 480 Stunden Lagerung der Samen unabhängig vom Kolbenzustand gegen null. Dies wurde auch von MÜLLER (2007) bestätigt, wo nach 4 Wochen Lagerung die Samen nicht mehr keimfähig seien. Auch CSENCSICS & HOLDEREGGER (2013) gaben in ihren Handlungsempfehlungen an, dass der Keimungserfolg vom Reifegrad der Samen abhängig sei und dass in feuchten Jahren kaum keimfähige Samen vorhanden seien. Ebenso empfahlen diese Autoren eine sofortige Aussaat der Samen nach der Ernte.

Die vier Entwicklungsphasen des Zwerg-Rohrkolbens konnten an den Beständen der Oberen Drau genau untersucht werden. Das Alter spielt bei der Ausbildung von fertilen Trieben eine wichtige Rolle. So konnten die Bestände an der Oberen Drau, die drei Jahre alt waren nur sterile Triebe aufweisen, aber in neun Jahre alten Bestände waren fertile Triebe zu

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

finden. Die Ergebnisse von CSENCSICS & MÜLLER (2015) zeigten, dass nach 4 Jahren die ersten Blüten von *T. minima* zu verzeichnen waren, danach nahm bis zum 11. Jahr die Anzahl der fertilen Triebe zu, um danach wieder abzunehmen.

Keimlinge von *T. minima* waren an der Oberen Drau nur sehr selten zu beobachten. Dies könnte daran gelegen haben, dass die Keimlinge übersandet wurden und somit nicht mehr auffindbar waren. Auch konnte, trotz intensiver Suche, nicht ausgeschlossen werden, dass Keimlinge aufgrund ihrer Unscheinbarkeit übersehen wurden. Nichts desto trotz legen die Ergebnisse den Schluss nahe, dass es in der Regel kaum zur Keimung kommt, allerdings in Einzelfällen die generative Vermehrung mittels Samen auch eine wichtige Rolle spielt und *T. minima* sich nicht ausschließlich vegetativ vermehrt. Damit der Zwerg-Rohrkolben keimen und sich entwickeln kann, benötigt er optimale Rahmenbedingungen. Die Entwicklung kann durch kleinere oder mittlere Hochwässer, Übersandungen etc. kurzzeitig gestoppt oder zum endgültigen Stillstand gebracht werden. Doch langfristig betrachtet ist eine hohe Morphodynamik des Gewässers für *T. minima* Voraussetzung, damit neue potentielle Keimungsorte entstehen können. Dieses Phänomen ist auch bei der Deutschen Tamariske zu beobachten (LENER et al. 2013). Mit einem Anteil von 62 % pro Quadratmeter wies die vegetative Jungphase den höchsten Flächenanteil in den Beständen auf, da sich *T. minima* in dieser Phase bereits etablieren konnte und sich gegenüber äußeren Einflüssen wie Hochwässer, Beschattung oder anthropogene Eingriffen durch eine relativ hohe Resistenz auszeichnet.

Die Bestände von *T. minima* an der Oberen Drau zeichneten sich durch Standortsfaktoren wie hohe Bodenfeuchte im Mittel 39 Vol-%, sandiges oder schluffiges Substrat, mittlere bis hohe Morphodynamik sowie mittlere bis hohe Überflutungshäufigkeit aus. Die Analysen haben gezeigt, dass die Triebdichte des Zwerg-Rohrkolbens zu 40 % von der Beschattung abhängt. Erst ab einer Beschattung durch Weidengebüsche von mehr als 50 % kommt es zu limitierenden Auswirkungen für die Triebdichte von *T. minima*. Die Triebdichte halbiert sich bei dieser Beschattung im Mittel von 184,75 auf 98,20 *T. minima*-Triebe pro Quadratmeter. Der Zwerg-Rohrkolben bildet dominante Bestände in Zwerg-Rohrkolben-Röhrichten aus, kommt aber auch noch in lückenhaften bis locker geschlossenen Weidengebüschen vor (BAUR et al. 2015). Sobald der Zwerg-Rohrkolben die Juvenilphase durchschritten und sich erfolgreich etablieren konnte, kann er in der Regel nur noch durch eine fortschreitende Sukzession durch Weidengebüsche verdrängt oder durch sehr hohe Sedimentations- oder Erosionsdynamik übersandet oder weggespült werden.

Damit es überhaupt zur Etablierung kommt, spielt die Keimungsphase eine zentrale Rolle für die Entwicklung des Zwerg-Rohrkolbens. Denn ohne geeignete Keimungsorte mit optimalen Bedingungen wie offene, sonnige und feuchte Sandbänke sowie mittlere Hochwässer zum richtigen Zeitpunkt, kann sich *T. minima* generativ nicht vermehren. Falls diese Bedingungen nicht vorhanden sind, bleibt dem Zwerg-Rohrkolben zwar noch die vegetative Vermehrung durch Ausläufer, die aktuelle Vorkommen vergrößern und befestigen, aber kaum neue Bestände an anderen potentiell geeigneten Habitaten entstehen lassen und somit nicht zur langfristigen und nachhaltigen Etablierung der bedrohten Art führen. Des Weiteren folgen häufig durch die genetische Verarmung von isolierten und kleinen Populationen von *T. minima* Inzuchtdepressionen sowie eine Verminderung der reproduktiven Fitness wie geringeres Wachstum der Nachkommen oder kaum keimfähige Samen (CSENCSICS & HOLDEREGGER 2013). Ebenso von Bedeutung ist, dass sich die erfolgreichen Wiederansiedlungsprojekte am Tiroler Lech nur auf Abschnitte mit einer weitgehend naturnahen Feststoff- und Abflussdynamik und einer gewissen Mindestgröße der dynamischen Auenlebensräume bewegen (CSENCSICS & MÜLLER 2015). Damit sich die Pionierart *T. minima* langfris-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

tig wieder an alpinen Flüssen etablieren kann, müssen die Flusslandschaften spezifische und anspruchsvolle Standortsbedingungen wie mittlere bis hohe Morphodynamik, wenig Beschattung, offene Sandbänke als potentielle Keimungsorte, feuchter Sand und mittlere bis hohe Überflutungshäufigkeit aufweisen. Bei der Vermehrung mittels Samen sollte auf den optimalen Reifegrad der Samen geachtet werden. CSENCSICS & MÜLLER (2015) empfehlen, dass die Züchtung aus ausgereiften Samen des Zwerg-Rohrkolbens mühelos gelingen kann, wenn man erntefrische Samen sofort wiederverwendet. Ebenso weisen die Autoren darauf hin, dass *T. minima* wie *Myricaria germanica* eine rasche und hohe Keimfähigkeit besitzt, die allerdings aufgrund der kurzlebigen Diasporenbank ähnlich rasch abnimmt.

Danksagung

Wir möchten uns beim Naturwissenschaftlichen Verein Kärnten und bei der Abteilung 8, Kompetenzzentrum für Umwelt, Wasser und Naturschutz des Amtes der Kärntner Landesregierung für die Finanzierung des Projektes bedanken. Unser Dank gilt auch Karoline Egger für die Betreuung der Keimversuche sowie Norbert Müller und Daniela Csencsics über die hilfreichen Informationen. Ganz besonders möchten wir uns auch bei Mag. Dr. Roland Eberwein, Leiter des Kärntner Botanikzentrums, für das Bereitstellen des Durchführungsortes und der Beleuchtungsanlage für die Keimversuche im Bergstollen des Botanischen Gartens Klagenfurts bedanken!

Literatur

AMT DER KÄRNTER LANDESREGIERUNG (2012): Hydrologische Kennwerte Pegel Oberdrauburg - Drau. – Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 8/Wasserwirtschaft/Hydrographie, Klagenfurt: 1 pp.

AMT DER KÄRNTER LANDESREGIERUNG (2013): HQn-Hochwasserkennwerte. – Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 8/Wasserwirtschaft/Hydrographie, Klagenfurt: 3 pp.

BAUR, P.A. (2014): Ökologie des Zwerg-Rohrkolbens (*Typha minima* Funck ex Hoppe) dargestellt am Beispiel der Population an der Oberen Drau in Kärnten (Österreich). – Bachelorarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT): 146 pp.

BAUR, P.A., EGGER, G., LAUTSCH, E. & SCHMIDTLEIN, S. (2015): Artenschutzprojekt Zwerg-Rohrkolben (*Typha minima* Funck ex Hoppe): Die Wiederansiedlung im Europaschutzgebiet Obere Drau in Kärnten (Österreich). – Carinthia II 205./125.: 503–536.

BROGGI, M.F. (2013): Verbreitung und Vorkommen des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe) und der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) im Alpenrheintal einst und jetzt. – Ber. Bot.-Zool. Ges. Liecht.-Sarganserl.-Werdenb. 37: 145–158.

CAMENISCH, M. (1996): *Typha minima* Hoppe (Kleiner Rohrkolben) - Stirbt ein Spezialist unserer Flussauen aus? – Jber. Natf. Ges. Graubünden 108: 199–208.

CSENCSICS, D., GALEUCHET, D., KEEL, A., LAMBELET, C., MÜLLER, N. & WERNER, P. (2008): Der Kleine Rohrkolben. Bedrohte Bewohner eines seltsamen Lebensraumes. – Merkbl. Prax. 43:1–8.

CSENCSICS, D. & HOLDEREGGER, R. (2013): Kleiner Rohrkolben. Genetische Grundlagen für eine erfolgreiche Wiederansiedlung in revitalisierten Flussauen. – Abschlussbericht, Birmensdorf: 13 pp.

CSENCSICS, D. & MÜLLER, N. (2015): Die Bedeutung der genetischen Vielfalt bei Wiederansiedelungsprojekten – Untersuchungen am Zwerg-Rohrkolben (*Typha minima*) im Naturpark Tiroler Lech. – ANLiegen Nat. 37: 67–75.

EGGER, G., GRUBER, A., AIGNER, S., LENER, F., MELCHER, D. & BRUNNER, D. (2012): Monitoring Natura-2000- Gebiet Obere Drau. Begleitende Untersuchungen zum LIFE II-Projekt. Analyse und Bilanz der Schutzobjekte Lebensraumtypen und Vegetation. – Projektbericht, Klagenfurt: 321 pp.

EGGER, G., POLITTI, E., LAUTSCH, E., BENJANKAR, R., GILL, K.M. & ROOD, S.B. (2015): Floodplain forest succession reveals fluvial processes: A hydrogeomorphic model for temperate riparian woodlands. – J. Environ. Manag. 161: 72–82.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

ELLMAUER, T. (2005): 7240 * Alpine Pionierformationen des *Caricion bicoloris-atrofuscae*. – In: ELLMAUER, T. (Ed.): Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie: 349–356. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH: 902 pp.

ENDRESS, P.K. (1975): Der Verbreitungsrückgang von *Myricaria germanica* Desv. und *Typha minima* Hoppe auf der Alpennordseite Graubündens. – Vierteljahresschr. Naturforsch. Ges. Zürich 120 (1): 1–14.

FRANZ, W.R. & LEUTE, G.H. (2004): Einige floristische Besonderheiten. – In: PETUTSCHNIG, W. & HONSIG-ERLENBURG, W. (Eds.): Das Obere Drautal - Tiere, Pflanzen und Lebensräume einer inneralpinen Flusslandschaft, 61. Sonderh.: 76–88. Carinthia II. - Mitt. Naturwiss. Ver. Kärnten.

GALEUCHET, D.J. (1998): Stirbt der Kleine Rohrkolben (*Typha minima*) in Europa aus? – Diplomarb., Univ. Zürich: 49 pp.

IBM CORPORATION (2011): SPSS Decision Tree 20. – URL: http://www.math.uni-leipzig.de/pool/tuts/SPSS/IBM%20SPSS%20Decision%20Trees.pdf.

KÄSERMANN, C. & MOSER, D.M. (1999): Merkblätter Artenschutz. Blütenpflanzen und Farne. – Merkblätter Artenschutz - Blütenpflanzen und Farne. – BUWAL, Bern: 344 pp.

LENER, F.P., EGGER, G. & KARRER, G. (2013): Sprossaufbau und Entwicklung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) an der Oberen Drau (Kärnten, Österreich). – Carinthia II 203./123.: 515–552.

LEMON, S.C., ROY, J., CLARK, M.A., FRIEDMANN, P.D. & RAKOWSKI, W. (2003): Classification and Regression Tree Analysis in Public Health: Methodological Review and Comparison with Logistic Regression. – Ann. Behav. Med. 26:172–181.

MOSER, D., GYGAX, A., BÄUMLER, B., WYLER, N. & PALESE, R. (2002): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. – BUWAL, Bern: 118 pp.

MÜLLER, N. (1991): Verbreitung, Vergesellschaftung und Rückgang des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe). – Hoppea 50: 323–341.

MÜLLER, N. (2007): Zur Wiederansiedlung des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe) in den Alpen - eine Zielart alpiner Flusslandschften. – Nat. Tirol 13: 180–193.

NIKLFELD, H. (1999): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs, Bd. 10. – Austrian Medien Service GmbH, Graz: 292 pp.

PACHER, D. (1881): Systematische Aufzählung der in Kärnten wildwachsenden Gefäßpflanzen. – In: PACHER, D. & JABORNEGG, M.V. (Eds.): Flora v. Kärnten. I. Abt.: Akotyledones, Monokotyledones. – Ferdinand v. Kleinmayr, Klagenfurt: 258 pp.

PETUTSCHNIG, W. (2003): Das LIFE-Projekt „Auenverbund Obere Drau“. – Kärntner Naturschutzber. 8: 15–24.

PRUNIER, P., GARRAUD, L., KÖHLER, C., LAMBELET-HAUETER, C., SELVAGGI, A. & WERNER P. (2010): Distribution and decline of Dwarf Bulrush (*Typha minima*) in the Alps. – Bot. Helv. 120: 43–52.

STABER, R. (1934): *Rhododendron flavum* DON. und andere Pflanzenneuheiten in Oberkärnten. – Carinthia II. 123./124. (43./44.): 46–51.

WEISS, M. & BARET, F. (2014): CAN-EYE V6.313 User Manual. French National Institute of Agricultural Research (INRA), EMMAH laboratory (Mediterranean environment and agro-hydro system modelisation): 48 pp. URL: https://www6.paca.inra.fr/can-eye.

WERNER, P. (1998): Essais de réintroduction de la petite massette *Typha minima* sur le Rhône de Finges VS et recommandations pour la revitali- sation des grandes rivières alpines (Testing of reintroduction of *Typha minima* at Rhône de Finges VS and recommendations for revitalization at the major alpine rivers) [in French]. – Murithienne 116: 57–67.

WERNER, P. (2001): Observations sur la distribution des Orthoptères des zones alluviales dans les Alpes occidentales et sur leur valeur d'indica- teurs pour la revitalisation des grandes rivières (Observations on the distribution of Orthoptera in alluvial zones in the Western Alps and their value as indicators for revitalization of large rivers) [in French]. – Bull. Rom. Entomol. 19: 27–46.

ZAMG (2002): Klimadaten von Österreich 1971–2000: Lufttemperatur und Niederschlag von Dellach in Kärnten. – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik,Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: NS_37

Autor(en)/Author(s): Baur Pamela Alessandra, Egger Gregory, Lautsch Erwin, Schmidtlein Sebastian

Artikel/Article: Ökologie und Entwicklung des Zwerg-Rohrkolbens (Typha minima) dargestellt am Beispiel der wieder eingebürgerten Population an der Oberen Drau (Österreich) 163-177