

Sprossaufbau und Entwicklung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) an der Oberen Drau (Kärnten, Österreich)

Von Felicia Pia LENER, Gregory EGGER & Gerhard KARRER

Zusammenfassung

Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) ist eine charakteristische Pionierart naturnaher Bäche und Flüsse der europäisch-westasiatischen Gebirge. Aufgrund der vielfältigen hydromorphologischen Eingriffe in die Fließgewässer ist die Tamariske in Österreich bis auf wenige Restbestände nahezu ausgestorben. An der Oberen Drau in Kärnten wurden seit 2000 im Rahmen von Flussrevitalisierungsprojekten mehrere Wiederansiedlungen vorgenommen, wodurch sich mittlerweile wieder stabile und in Ausdehnung begriffene Bestände etablieren konnten. Im Rahmen des dazu parallel laufenden Monitorings wurde ein besonderer Fokus auf die Ökologie und die Untersuchung des Lebenszyklus der Deutschen Tamariske gelegt. Im Speziellen wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit der Sprossaufbau, die Keimung und die Etablierung auf den neu geschaffenen Aufweitungs- und Umlagerungsstrecken bei Kleblach an der Oberen Drau analysiert. Zusätzlich wurden Laboruntersuchungen zur Bestimmung der Keimrate und des Keimverlaufes bei unterschiedlichen Bedingungen vorgenommen. Zur näheren Charakterisierung der Biologie und Phänologie der Tamariske wurden Referenzsträucher unterschiedlicher Größen- und Blühklassen in Hinblick auf Sprossaufbau, Fruchtstandsmerkmale und Diasporenproduktion ausgewertet. Die Tamariske zeichnet sich durch einen enorm hohen Samendruck aus. Die Samen haben eine hohe Keimrate und keimen unter optimalen Bedingungen innerhalb weniger Stunden. Allerdings sind auf natürlichen Standorten nur im unmittelbaren Nahbereich von Mutterpflanzen Keimlinge in größerer Anzahl zu beobachten. Diese zeichnen sich innerhalb der ersten beiden Jahre durch ein langsames Spross- und Wurzelwachstum aus und sind extrem empfindlich gegenüber morphodynamischen Umlagerungsprozessen. Die Untersuchungen haben bestätigt, dass die Standortbedingungen in der Etablierungsphase der juvenilen Pflanzen zu den kritischsten Schlüsselfunktionen im Lebenszyklus der Art zählen. Einmal am Standort etabliert, wächst die Pflanze sehr rasch, ist zugleich extrem störungstolerant und damit optimal an die extremen Bedingungen der Uferpionierstandorte angepasst. Auch wenn die Pflanzen mehrere Jahrzehnte alt werden können, so stellt die regelmäßige Neuschaffung von offenen Uferstandorten im lokalen Nahbereich von fruchtenden Altbeständen eine Voraussetzung für das langfristige Überleben der Bestände dar.

Abstract

Stem Construction and Development of the German Tamarisk (*Myricaria germanica*) at the Oberen Drau (Carinthia, Austria)

The german tamarisk (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) is a pioneer species characteristic of semi-natural creeks and rivers of the European-West Asian mountains. Due to the various impacts on rivers hydromorphology the tamarisk nearly extinct in Austria. Since 2000 several repopulation projects were undertaken at the Oberen Drau (Carinthia) with the objective of re-establishing a stable and self sustaining tamarisk population. As part of an ongoing monitoring program the study was focused on the german tamarisk ecology and life cycle. This paper has its focus on the tamarisk stem construction, recruitment and establishment, analyzed within the restored river

Schlüsselwörter

Flussdynamik, Auenvegetation, Sprossaufbau, Keimung, Etablierung, Sukzession, Ausbreitung, Diasporen

Keywords

River dynamic, Floodplain vegetation, stem structure, germination, establishment, succession, dispersal, propagule

reaches of the River Drau, near Kleblach. In addition, experiments were performed to determine the germination rate and seedling development under different conditions. In order to characterize the biology and phenology, individual tamarisk shrubs of different size and florescence classes were analyzed in the field in terms of stem construction, infructescence characteristics and seed production. The german tamarisk is characterized by an extremely high seed number dispersal rate. The seeds have a high germination rate and under optimal conditions can germinate within a few hours. However, in natural sites, large number of seedlings are only found in the immediate vicinity of their parents. In the first two years, tamarisk recruits are characterized by a slow shoot and root growth and are extremely sensitive to morphodynamic processes. The investigations have confirmed that physical habitat conditions during the establishment phase of juvenile plants play the most crucial role in the life cycle of tamarisk. Once established, the tamarisk plants grows rapidly, they are extremely tolerant to natural disturbances, and thus optimally adapted to the extreme physical habitat conditions of the bank zone. Even though the tamarisk life-span can reach up to several decades, the prerequisite for maintaining the local population is the regular creation of barren ground that can be found in the bank zone nearby the fruiting mature plants. These two prerequisites, together with the presence of open sites in the bank zone and proximity of mature individuals to these sites are the essence for the long-term survival of german tamarisk populations.

Einleitung

Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) ist eurasiatisch verbreitet (HEGI 1975, MEUSEL et al. 1978) und eine Charakterpflanze der europäisch-westasiatischen Gebirge (HEGI 1975). Ihr Areal reicht von der Mongolei im Osten bis nach Skandinavien im Norden und in die Pyrenäen im Südwesten (HEGI 1975, MEUSEL et al. 1978). Sie ist eine charakteristische Begleitpflanze naturnaher Gebirgsbäche und Alpenflüsse (STAFFLER 2000) und kommt als Pioniergehölz auf periodisch vom Hochwasser stark überströmten und zeitweise sehr trockenen Kies- und Sandbänken vor (HEGI 1975, KAMMERER 2003).

Im Laufe der vergangenen 150 Jahre erfuhr diese Art infolge der anthropogenen Veränderung der Fließgewässer eine dramatische Reduktion der einstigen Verbreitung. Flussbauliche Maßnahmen und Kraftwerksbau führten zu einer veränderten Flussmorphologie und zu einem nahezu vollständigen Verlust geeigneter Lebensräume (KUDRNOVSKY 2002, PETUTSCHNIG 2009, EGGER et al. 2010).

In Österreich ist die Verbreitung von *M. germanica* und der Weiden-Tamarisken-Gebüsche gut dokumentiert (KUDRNOVSKY 2005, KUDRNOVSKY 2011). *M. germanica* war historisch in allen Bundesländern bis auf das Burgenland verbreitet. Mit Ausnahme einiger sekundärer Standorte sind die Vorkommen in Österreich auf wenige kleinflächige Bestände beschränkt. Lediglich in Nord- bzw. Osttirol, insbesondere am Tiroler Abschnitt des Lechs und der Isel samt ihrer Zubringer, gibt es noch stabile und teilweise ausgedehnte Bestände (KERBER 2003, KUDRNOVSKY 2007, EGGER et al. 2007, EGGER et al. 2010). Natürliche Standorte mit *M. germanica* sind aktuell neben Tirol noch in Kärnten (HARTL et al. 1992, PETUTSCHNIG 1994, EGGER et al. 2010) und der Steiermark (ZIMMERMANN et al. 1989, ESSL et al. 2000, KUDRNOVSKY 2005) vorzufinden.

Für Kärnten liegen historische Belege für Bestandsvorkommen verstreut über das gesamte Bundesland vor (PACHER 1887). Der Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Kärntens beinhaltet zahlreiche Angaben (HARTL et al. 1992). Im Jahr 1993 konnten allerdings nur mehr

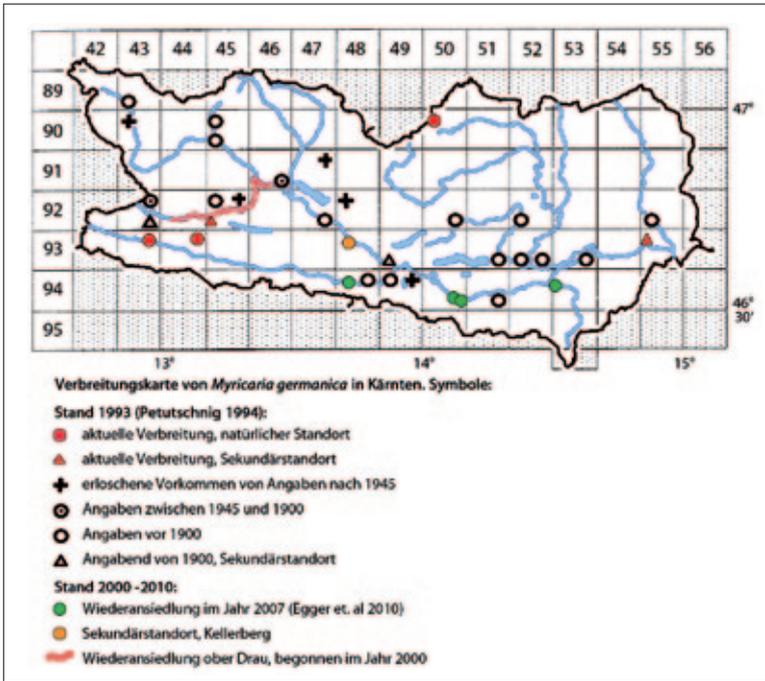


Abb. 1: Verbreitung von *Myricaria germanica* in Kärnten im Jahr 2010 (aus PETUTSCHNIG 1994, ergänzt und verändert).

fünf kleine Restbestände nachgewiesen werden (PETUTSCHNIG 1994): Ein Vorkommen befand sich am Flattnitzbach im Nockgebiet, zwei Standorte lagen an der Gail (im Lesachtal flussauf von Kötschach und im Ausschotterungsbecken bei Dellach), und zwei weitere Vorkommen betrafen die Schottergruben bei Wunderstätten nahe Lavamünd sowie im Drautal bei Greifenburg (PETUTSCHNIG 1994). Der Bestand bei Greifenburg wurde mittlerweile durch Schotterabbau zerstört (EGGER et al. 2010). Aktuell gibt es einen ausgedehnten Spontanstandort in den Schottergruben bei Kellerberg an der Drau und Wunderstätten. Durch Wiederansiedlungen im Rahmen eines LIFE-Projekts im Jahr 2000 (siehe Abb. 2 und SCHIEGL et al. 2003) und weiteren Pflanzungen im Jahr 2007 befinden sich inzwischen an der Oberen Drau die größten Vorkommen (EGGER et al. 2010). Alle Fundmeldungen sind in Abb. 1 zusammenfassend dargestellt.

Die Bestände der Deutschen Tamariske zählen nach Anhang I der FFH-Richtlinie (RL 92/43/EWG ABI 1992 L 206 idF ABI 1996 L 59) zum Lebensraumtyp „Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *M. germanica*“ (FFH-Code 3230) und unterliegen einem europaweiten Schutzstatus. In der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (NIKL FELD 1999) und speziell Kärntens (KNIELY et al. 1995) wird die Deutsche Tamariske als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft, und der Biotoptyp „Weiden-Tamarisken-Gebüsch“ wird in der Roten Liste der Biotoptypen Kärntens der Kategorie „von vollständiger Vernichtung bedroht“ zugeordnet (KEUSCH et al. 2010).

In der Pflanzenartenschutzverordnung für das Bundesland Kärnten vom 15. Februar 2007 (LGBl. Nr. 9/2007) wird *M. germanica* als vollkommene geschützte Pflanze (nach §1) ausgewiesen (RIS 2011). Auch in

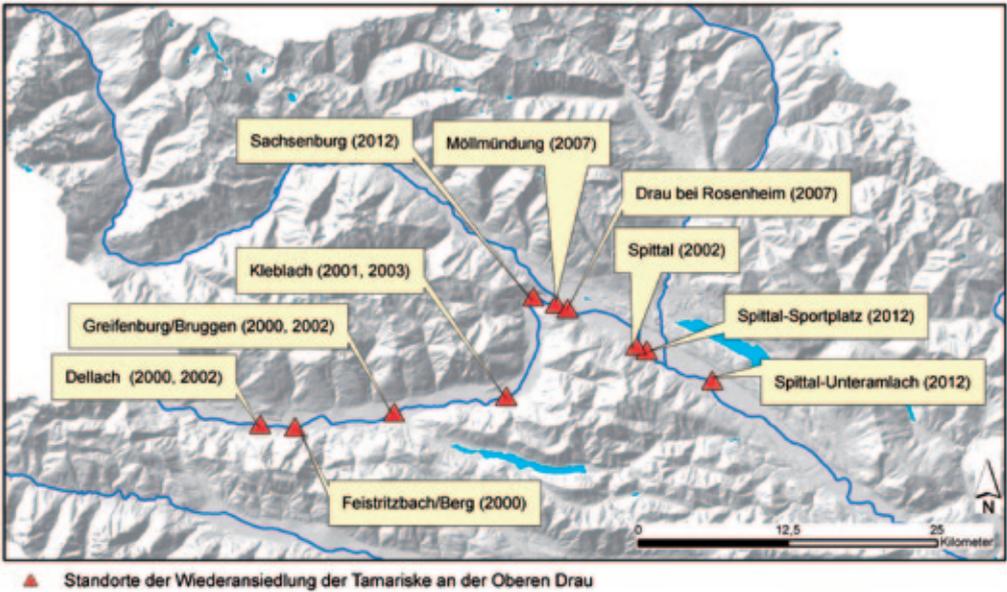


Abb. 2:
Lage der Pflanz-
standorte der Tama-
riske an der Oberen
Drau (verändert aus
EGGER et al. 2012)

Kärnten galt die Art an der Oberen Drau bereits als ausgestorben (PETUTSCHNIG 1994). Um den Fortbestand dieser Leitart für dynamische Uferstandorte alpiner Fließgewässer zu gewährleisten, wurden im Rahmen des LIFE-Projekts „Auenverbund Obere Drau“ ab 2000 bis 2003, bei Dellach, Feistritz/Berg, Greifenburg/Bruggen, Kleblach und Spittal Wiederansiedlungen durchgeführt (SCHIEGL et al. 2003, KAMMERER 2009). Stecklinge sowie bewurzelte Tamarisken wurden aus der Schottergrube bei Wunderstätten, nahe Lavamünd, entnommen und entlang der Drau eingepflanzt bzw. ergänzt (KAMMERER 2009). Zwischen Dellach und Spittal wurden insgesamt 109 Tamarisken in Form von Wurzelpflanzen und Stecklingen ausgebracht (PETUTSCHNIG 2009). Ende 2003 existierten fünf Standorte im Ausmaß von insgesamt 5000 m² (PICHLER et al. 2003). Des Weiteren wurde im Jahr 2001 eine Spontanansiedlung der Art flussabwärts der Kleblacher Brücke nachgewiesen, die vermutlich von einer über 60 km entfernten *Myricaria*-Population an der Isel stammt (EGGER et al. 2012).

Weitere Initialpflanzungen der Tamariske fanden 2007 an zwei Standorten im Oberen Drautal an der Möllmündung und weiter flussabwärts an der Drau in der Nähe von Rosenheim statt. Die Bestände konnten sich zumindest an der Oberen Drau mittelfristig etablieren. 2008 wurden Tamarisken zum Teil nachgepflanzt. Die dafür verwendeten Pflanzensetzlinge stammen aus der Schottergrube bei Kellerberg (EGGER et al. 2010). Die im Zuge des LIFE-Projekts wiederangesiedelten und durch weitere Initialpflanzungen eingebrachten Tamarisken konnten sich auf natürlichem Weg in Restrukturierungsabschnitten weiter ausbreiten. Mittlerweile gibt es an der Oberen Drau größere Bestände (EGGER et al. 2010; EGGER et al. 2012).

Für *M. germanica* steht die hohe Bedeutung der Wiederherstellung geeigneter Lebensräume allerdings außer Zweifel, denn sie besitzt auf-

grund ihrer sehr spezifischen Lebensraumansprüche einen hohen naturschutzfachlichen Indikatorwert für ökologisch intakte naturnahe Auen und Ufer alpiner Fließgewässer.

Durch die Arbeiten von KUDRNOVSKY (2005) ist die aktuelle Verbreitung der Art in Österreich gut dokumentiert; BACHMANN (1997) liefert Daten zur Ökologie und Verbreitung der Art in Südtirol. KERBER (2003) beschreibt die Ökophysiologie, und durch OPITZ (1993) stehen grundlegende Daten zur generativen und vegetativen Vermehrung der Art zur Verfügung. BILL et al. (1997) und BILL (2000) haben Daten zur Besiedlungsdynamik und Populationsbiologie von *M. germanica* erhoben.

Aufbauend auf diesen Arbeiten werden im Rahmen der vorliegenden Publikation Fragen zu Sprossaufbau, Besiedlungs- und Etablierungsbiologie der Art im Detail auf den neu geschaffenen Aufweitungs- und Umlagerungstrecken bei Kleblach an der Oberen Drau erhoben und analysiert. Im Speziellen wird auf den Lebenszyklus der Deutschen Tamariske eingegangen.

Mittels dieser Populationsparameter sollen Aussagen über den Zustand und die Zukunft des Tamariskenbestands an der Oberen Drau getroffen werden. Die Ergebnisse sollen als fachliche Grundlage für die Ausarbeitung mittel- bis langfristiger Schutzmaßnahmen für die Tamariske und deren Habitate dienen.

Die vorliegende Publikation stellt im Wesentlichen einen zusammenfassenden Auszug der Diplomarbeit von LENER (2011) dar, welche Bestandteil des Monitoringprojektes für das Natura-2000-Gebiet Obere Drau war (EGGER et al. 2012).

1 Bauplan und Standortsbindung der Deutschen Tamariske

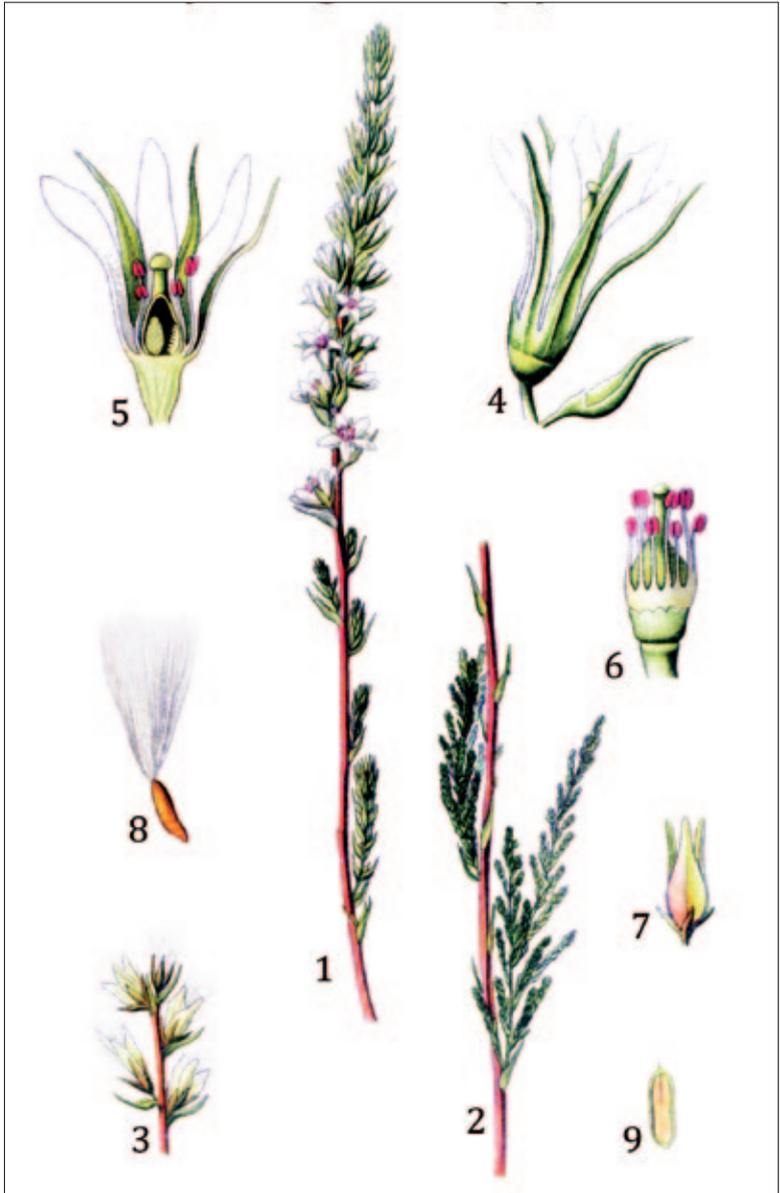
Myricaria germanica L. (DESV.), die Deutsche Tamariske, auch Rispelstrauch, Tamarischgen, Porsthirtz, Porstbirtze oder Birtzenbertz genannt, ist ein 0,6 bis 2 (2,5) m hoher, ausdauernder Nanophanerophyt ohne oberirdischen Hauptstamm (FISCHER et al. 2008). Die aufrechten, rutenförmigen, gelblichgrünen bis purpurroten Äste verzweigen sich basal sehr stark (HEGI 1975). Nach der Wuchsformtypologie von KÄSTNER & KARRER (1995) kann man *M. germanica* dem Normaltyp des Kleinstrauchs, mit Übergängen zum Halbstrauch bzw. auch zum Legtriebstrauch zuordnen.

M. germanica bildet Langtriebe, die sich sympodial, mit basi- bis mesotoner Förderung des Sprosssystems verzweigen. Nach der Definition von OPITZ (1993) gehören Langtriebe, die unmittelbar aus dem Wurzelhals kommen, der 1. Verzweigungsordnung an, aus diesen gehen Langtriebe der 2. Verzweigungsordnung hervor usw. OPITZ (1993) berichtet von Langtrieb-Verzweigungen bis zur 5. Ordnung, die alle innerhalb eines Jahres entstehen können. Den Langtrieben entspringen reichverzweigte Kurztriebe (Abb. 3). Die schuppenförmigen, graublaugrünen, 2 bis 3 mm langen Laubblätter (HEGI 1975, PETUTSCHNIG 1994, BACHMANN 1997) zeichnen sich durch xeromorphen Bau aus, wodurch das Überdauern der Pflanze bei Trockenheit bzw. Niedrigwasserständen begünstigt wird (BILL et al. 1997, KAMMERER 2003). Diese Laubblätter überdecken einander an Kurztrieben oft dachziegelartig, bleiben krautig und fallen im Herbst ab. Das Längenwachstum der Langtriebe endet spä-

Abb. 3:

***Myricaria germanica*:** (1) Blühender Sprossenteil: Spitze des Langtriebes mit dem endständigen Hauptblütenstand und den darunter liegenden Bereicherungstrieben; letztere entspringen schuppenförmigen Tragblättern; (2) Teile der blühenden Pflanze: die Laubblätter sind flach, schmal und wechselständig angeordnet; (3) Teil des Fruchtstandes; (4) kurz gestielte Einzelblüte mit Tragblatt; die 5 (selten 4) linealen, etwa 3 mm langen Kelchblätter sind am Rand häutig; die 5 (selten 4) Kronblätter sind etwa 4 mm lang, hellrosa oder weiß (5) Blüte im Längsschnitt; mit dem schmalen pyramidenförmigen Fruchtknoten; (6) Blüte nach Entfernung von Kelch- und Kronblättern: die äußeren 5 der 10 Staubblätter sind länger als die 5 inneren; die Staubbeutel sind purpurrot bis rot (7) aufgesprungene Kapsel Frucht; (8) Samen mit dem gestielten Haarschopf; (9) durchgeschnittene länglich-lineale Samen (Benennung vgl. HEGI 1975); (© Kurt Stueber aus: THOMÉ 1905, geringfügig verändert).

testens mit dem Absterben der terminalen Fruchtstände. Zu diesem Zeitpunkt ist das sekundäre Dickenwachstum jedoch noch nicht abgeschlossen. Unterhalb des Hauptblütenstandes verholzt der Langtrieb und kann im nächsten Jahr wieder neue Langtriebe hervorbringen. Ein Langtrieb endet in der Regel mit einem traubigen Hauptblütenstand bzw. -fruchtstand. Unterhalb der Hauptblütenstände können Nebenblütenstände abzweigen. Der Fruchtansatz eines Langtriebes ist umso höher, je geringer seine Verzweigungsordnung ist (OPITZ 1993).



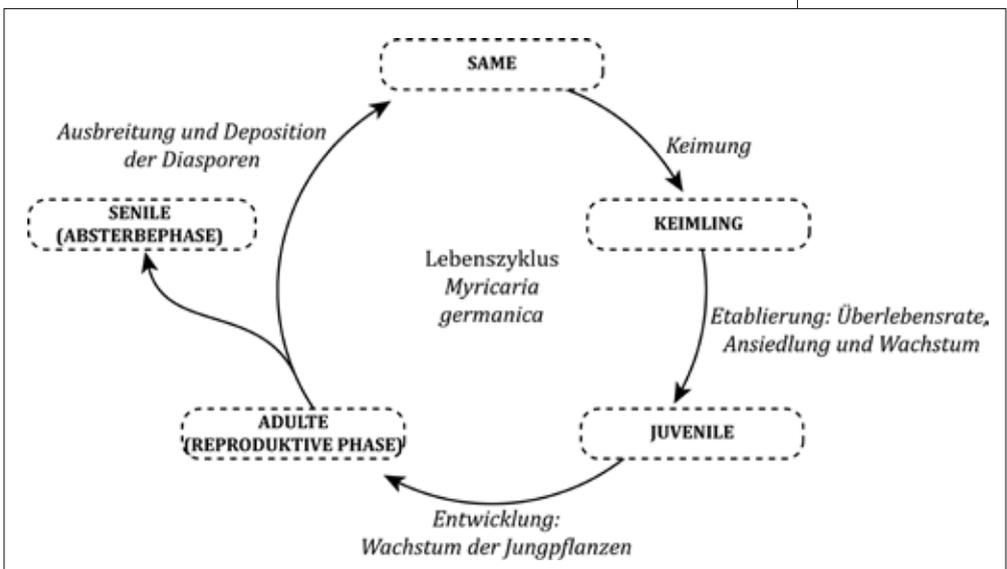
Die Blütenstände der Tamariske sind gedrungene Trauben mit relativ kurz gestielten Blüten, die sich in den Achseln der länglich-schuppigen Tragblätter befinden. Die kleinen, etwa 4 mm langen, blassrosa bis weißen, fünfzähligen Blüten erblühen im Frühsommer von der Traubenbasis aufwärts (HEGI 1975). Die Blütezeit der Tamariske dauert von Juni bis August (KUDRNOVSKY 2002, LATZIN & SCHRATT-EHRENDORFER 2005), wobei diese aber von der Meereshöhe des Standortes und der Wasserversorgung über die Vegetationsperiode hinweg deutlich mitbestimmt wird (BACHMANN 1997).

Die Pollenkörner von *M. germanica* weisen eine hohe Keimfähigkeit auf (OPITZ 1993). Die Bestäubung erfolgt bei günstigem Wetter durch Insekten, bei Regen ist eine Selbstbestäubung möglich (HEGI 1975). Die oberständigen, aus drei Fruchtblättern verwachsenen Fruchtknoten entwickeln sich zu graugrünen, oft rötlich überlaufenden, pyramidenförmigen, septiziden Kapseln. In diesen 12 mm langen und oben zugespitzten Fruchtkapseln entwickeln sich mehr als 100 winzige Samen. Die Kapseln öffnen sich bei Trockenheit (OPITZ 1993).

Die Samen sind mit einem 5 bis 7 mm langen gestielten Haarschopf ausgestattet (Abb. 3), es handelt sich um typische Schirmflieger (HEGI 1975, BACHMANN 1997). Sie treten einzeln oder in lockeren, durch den Haarschopf verklumpten Ballen auf (HEGI 1975). Die nach BILL et al. (1997) nur 0,074 mg (\pm 0,002 mg) leichten Samen sind somit für die Fernausbreitung mittels Wind prädestiniert (LATZIN & SCHRATT-EHRENDORFER 2005). Des Weiteren sind die Diasporen schwimmfähig, daher wird auch von einer Ausbreitung durch Wasser ausgegangen (BILL et al. 1997). Neben der Ausbreitung über Wasser und Wind (BILL et al. 1997, LANZ & STECHER 2009) vermutet STAFFLER (2000) auch eine vegetative Ausbreitung durch Sprosssteile.

In Abbildung 4 ist der Lebenszyklus von *M. germanica* mit allen Entwicklungsstadien dargestellt. Die Samen keimen sehr schnell mit

Abb. 4: Lebenszyklus von *Myricaria germanica*: Altersstadien und die wichtigsten Funktionen im Ablauf dieser Lebensabschnitte (in Anlehnung an GATSUK et al. (1980) sowie DIXON & TURNER (2006)).



überwiegend hohen Keimraten (OPITZ 1993, BILL et al. 1997). Nach HEGI (1975) besteht eine Empfindlichkeit der Samen gegen Licht und Feuchtigkeit, vor allem Tau. Die Keimung wird durch gelbes Licht stark verlangsamt, während hellviolett Licht die Keimung positiv beeinflusst. Bei Dunkelheit können nur etwas feuchte Samen keimen (HEGI 1975). Nach OPITZ (1993) sind die Samen sowohl im Hell-Dunkel-Rhythmus als auch im Dunkeln keimfähig.

Für eine erfolgreiche Etablierung sind das Zusammenspiel der Häufigkeit von Umlagerung, Substratbeschaffenheit und dem damit verbundenen Wasserangebot sowie die Lichtverhältnisse von großer Bedeutung (OPITZ 1993, BILL et al. 1997, KAMMERER 2003, KERBER et al. 2007). Dies erfordert Standorte, welche außerhalb des normalen Schwankungsbereiches des Abflusses liegen. Wasserstandsschwankungen sollten laut KAMMERER (2003) nur sehr gering ausfallen. In dieser ersten Phase von der Keimung bis zur Ausbildung tiefegehender Wurzeln sind derart günstige Voraussetzungen selten (PETUTSCHNIG 1994). Daher ist die Besiedlungsdichte durch *M. germanica*-Keimlinge auch in ihrem typischen Lebensraum wie Kies- und Schotterbänken mit Überflutungen, Trockenperioden und Überschüttungen durch Geröll sehr niedrig (BILL 2000). Die anschließende Entwicklung der Pflanzen verläuft langsam (BILL 2000, WITTMANN & RÜCKER 2006).

Insgesamt sind die zeitlich enge Keimnische, die schnell nachlassende Keimfähigkeit und das langsame Wachstum im ersten Jahr ein Grund für die niedrigen Etablierungserfolge von *M. germanica* (BILL 2000) und verantwortlich für die Konkurrenzschwäche dieser Art gegenüber Weidenarten (*Salix spp.*) und der Grau-Erle (*Alnus incana*) (BILL et al. 1997, WITTMANN & RÜCKER 2006).

Als adulte Pflanze ist die Deutsche Tamariske gegen die Flussdynamik jedoch äußerst resistent (HEGI 1975, KAMMERER 2003, KERBER et al. 2007). Die Fähigkeit zur vegetativen Erneuerung und die sehr gute Regenerationsfähigkeit nach mechanischer Schädigung ist die wichtigste Anpassung von *M. germanica*, welche es ihr ermöglicht, auf den dynamischen, durch Überflutung geprägten Kies- und Schotterbänken zu überleben (BILL et al. 1997, EGGER et al. 2010). Ist *M. germanica* mit ihren Wurzeln tief verankert, überlebt sie auch Hochwässer (BILL 2001). Verletzte und überschüttete Pflanzen können innerhalb weniger Wochen wieder austreiben (BILL et al. 1997).

BILL et al. (1997) beobachteten nach einem Hochwasserereignis das „Durchwachsen“ einer etwa 20 bis 25 cm dicken Kies- und Sandauflage. Die Pflanze trieb bereits nach zwei Wochen wieder aus (BILL et al. 1997). Auch heruntergebogene Äste können sich wieder bewurzeln und neu austreiben, so wie Tamarisken ganz allgemein unter gewissen Umständen die Fähigkeit zur Absenkerbildung besitzen (OPITZ 1993). So können sich aus im Wasser liegenden und vom Substrat überdeckten Langtrieben sprossbürtige Wurzeln bilden.

Die Bedeutung der Überschüttung und damit der Hochwasserereignisse liegt nicht nur in der Verjüngung der Bestände, sondern auch darin, dass fast alle Konkurrenten der Deutschen Tamariske dies nicht überleben oder zumindest deren Bestände dadurch niedrig gehalten werden (BILL et al. 1997). Daher übertrifft die Regenerationskraft der Tamarisken jene der Weiden bei weitem (BILL et al. 1997). Bei Ausbleiben einer Störung

wird *M. germanica* als konkurrenzschwache Pionierart von Arten reiferer Stadien in der Sukzessionsfolge vor allem von Weiden-Gebüsch rasch abgelöst und verdrängt (KAMMERER 2003). *M. germanica* kann sich langfristig daher nur behaupten, wenn vom Fluss immer wieder neue geeignete Pionierstandorte geschaffen werden (EGGER et al. 2009).

Neben dem Mangel an geeigneten Standorten durch flussbauliche Maßnahmen sind technische Anlagen für den Hochwasserschutz, die das Geschiebe zurückhalten, ein nicht unwesentlicher Grund für den immer weitergehenden Rückgang der Deutschen Tamariske. Derartige Maßnahmen können zu einer Eintiefung der Flusssohle (EGGER et al. 2010) und zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels führen, so dass die Tamarisken an Wassermangel leiden und langsam absterben. Die Absenkung des Grundwassers wirkt sich umso stärker aus, je geringer die Niederschläge während der Vegetationsperiode sind (OPITZ 1993).

Die Angaben zum Höchstalter sind in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben. BOHLE (1987) gibt 10 Jahre an, FRISENDAHL (1921) stellte an einem 9,5 cm dicken Stock 67 gut entwickelte Jahresringe fest. Da der innerste Kern morsch war, konnte das Alter nur geschätzt werden, Frisendahl nimmt für dieses älteste Exemplar ein Gesamtalter von mindestens 70 Jahren an (aus HEGI 1975). Im Allgemeinen bedingt die Flussdynamik eine ständige Veränderung der Standorte, weshalb die einzelnen Individuen nach ELLENBERG (1996) und KUDRNOVSKY (2002) in der Regel nicht älter als 10 bis 15 Jahre werden bzw. nach Altersbestimmung am Tiroler Lech von EGGER et al. (2003) ein Alter von 15 bis 25 Jahren erreichen.

Untersuchungsgebiete

Die Obere Drau mit dem Untersuchungsgebiet Kleblach

Der Gewässerursprung der Drau liegt in Italien zwischen Innichen und Döblach auf 1192 m Seehöhe. Sie durchfließt das Pustertal und ab Lienz das Obere Drautal. Das Geschiebe der Drau besteht zum überwiegenden Teil aus silikatischem Gestein, Geschiebe aus Kalkstein spielt eine untergeordnete Rolle. Im Oberen Drautal liegen die mittleren Jahresniederschläge bei ca. 1.100 bis 1.200 mm. Die Niederschläge werden während des Winterhalbjahres in Form von Schnee und Eis gebunden und tragen daher nur zu einem sehr kleinen Teil zum Abfluss bei. Durch die Schneeschmelze in den hochalpinen Lagen findet der maximale Abfluss im Sommer statt. Zu diesem Sommermaximum tragen zusätzlich die hohen Niederschläge im Sommer bei (EGGER et al. 1995, vgl. auch DANICZEK 2003, SCHOBER 2006).

Tab. 1:
Charakterisierung
der Oberen Drau
anhand bestehender
Klassifikationssysteme (HABERSACK
& SEREINIG 2004).

Parameter	Charakterisierung
Abflussregime	Nivo-Glazial
Flussordnungszahl	7
Morphologischer Typ	Gewunden mit Einengungen durch Schwemmfächer bzw. pendelnd furkierend; aktuell: anthropogen gestreckt
Biozönotischer Typ	Hyporhithral (Äschenregion)
Vegetationskundliche Höhenstufe	Submontan
Gewässertyp lt. EU-Wasserrahmenrichtlinie	Alpenflüsse (Grenze zwischen der Bioregion „Südalpen“ und „unvergletscherte Zentralalpen“)

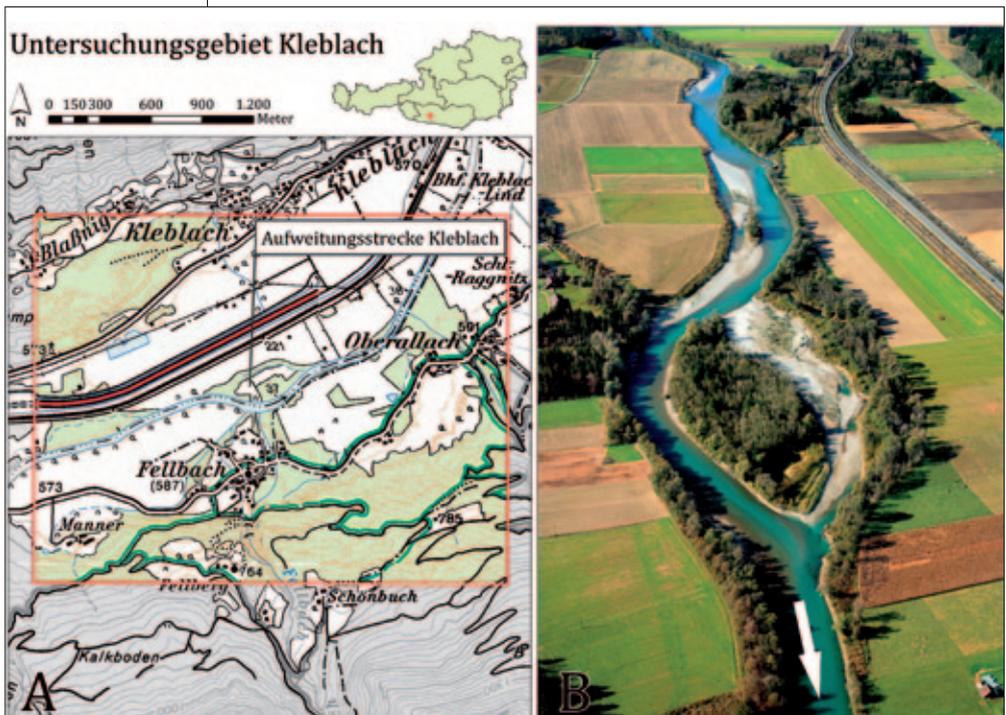
Seit der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert sind der Lauf der Drau korrigiert und die Ufer gesichert (SCHÖBER 2006). Ab Mauthbrücken wird der Fluss von einer Kette von insgesamt 10 Laufkraftwerken geprägt.

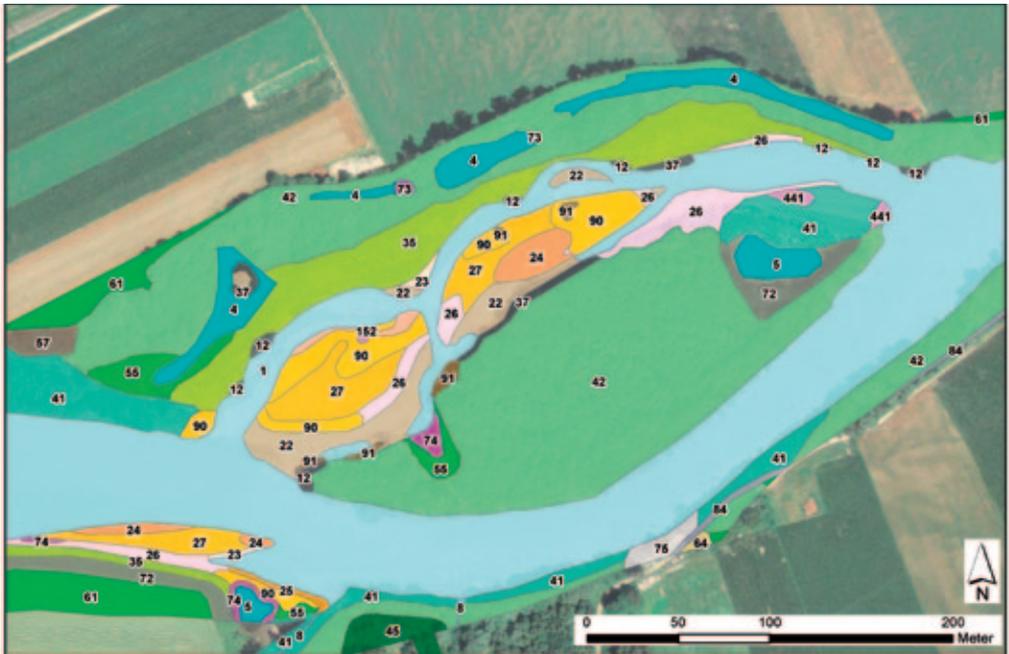
Im Rahmen eines LIFE-Projekts wurden an der Oberen Drau von 1999 bis 2003 insgesamt 10 Flusskilometer revitalisiert, 22 Augewässer geschaffen und etwa 100 Hektar Auwald gesichert (MANDLER et al. 2003). Wesentliches Projektziel war dabei die Revitalisierung und Sicherung der gewässermorphologischen Verhältnisse eines inneralpinen Fließgewässers. Die charakteristischen Lebensräume des Flusses sollen erhalten bzw. wiederhergestellt werden. Der günstige Erhaltungszustand der charakteristischen Tier- und Pflanzenarten soll gewährleistet werden, wobei auch der Hochwasserschutz berücksichtigt wurde (KUCHER et al. 2003).

Das Untersuchungsgebiet umfasst den Wasserbauabschnitt Kleblach-Ost (ca. 566–567 m ü. A; Flusskilometer 37,2 bis 37,9) an der Oberen Drau (Abb. 5). Im Rahmen des LIFE-Projekts „Auenverbund Obere Drau“ (LIFE NAT/A/006055) erfolgten im Bereich der Drau-Altarme zwischen Steinfeld und Kleblach-Lind umfangreiche Rückbaumaßnahmen. Zu diesem Zweck wurde die Obere Drau in den Jahren 2002 und 2003 im Bereich der „Kleblacher Totarme“ von Flusskilometer 36,061 bis 38,497 revitalisiert (PICHLER et al. 2003, HABERSACK & SERENIG 2004). Auf ehemals größtenteils ackerbaulich genutzten Flächen wurde ein 500 m langer und rund 30 m breiter Seitenarm angelegt. Eine ca. drei Hektar große Insel entstand (PICHLER et al. 2003)

Da der Seitenarm zu verlanden drohte, wurde dieser als Flutmulde im Jahr 2010 ausgebaggert und wird zurzeit permanent von Wasser durch-

Abb. 5:
(A) Lage des Untersuchungsgebietes Kleblach-Lind; **(B)** Aufweitungsstrecke bei Kleblach-Lind; Seitenarm (Luftbild von 2009); Pfeil: Laufrichtung.





flossen. Orografisch linksufrig ist der Seitenarm zum Teil durch Bühnen gesichert, damit die dahinter liegenden Autümpel erhalten bleiben.

Am orografisch rechten Ufer des Seitenarms wurden durch Hochwässer Sand und Schotter aufgeschüttet. Der Bereich der oberen Schotterbank ist etwas höher gelegen als der Bereich flussabwärts und wird deshalb erst bei etwas höheren Wasserständen zur Gänze überflutet. Durch den niedrigen Wasserstand der Drau Anfang Sommer 2010 war ein Wasserbereich komplett vom Seitenarm abgeschnitten.

Im Zuge der Biotoptypenkartierung wurden am Standort Kleblach 33 Vegetationstypen unterschieden, die den vier Großgruppen, der Wasserzone, der Uferzone, der Auenzone (Wälder und Gebüsche) bzw. sonstigen Flächen zugeordnet wurden (Abb. 6). Die Weiden-Tamarisken-

Abb. 6: Vegetationstypen des Standorts Kleblach (Stand 2010) (geringfügig verändert aus EGGER et al. 2012).

Gebüsche und die Uferpioniergebüsche machen den größten Teil der Fläche der Uferzone aus, gefolgt von den fast vegetationslosen Schotterbänken. Zusammen nehmen diese drei Biotoptypen etwa 60 % der Fläche der Uferzone ein (vgl. EGGER et al. 2012).

Schottergrube Kellerberg

In der Schottergrube Kellerberg an der Drau (Gemeinde Weißenstein: 46°40'47.98"N 13°41'41.48"O, Höhe 524 m ü. A.) gibt es einen ausgedehnten Spontanstandort von *M. germanica*, äußerst vitale Tamarisken kommen hier in Hanglage an freigelegten Hangwasser-Austrittszonen auf einer Fläche von etwa 3.357 m² vor. Im ebenen und planen Grubenbereich, der nicht ständig mit Wasser versorgt wird, wachsen ebenfalls kleinere Tamarisken.

Lechauen

Für die Altersbestimmung wurden Tamarisken der Tiroler Lechauen gesammelt. Die Pflanzen stammen vom orografisch rechten Lechufer der Weißenbacher Au und der Stuibenu. Weitere Exemplare wurden vom orografisch linken Lechufer, flussauf der Hängebrücke bei Forchach, aus der Radsperrenbodenau entnommen.

Labor und Gewächshaus

Für die Keimversuche und die Versuche zum Wurzelwachstum standen der Bergstollen sowie die Gewächshäuser des Botanischen Gartens in Klagenfurt zur Verfügung.

Methodik

Erhebungen zur Biologie und Standortsbindung von *Myricaria germanica*

Um die Vorkommenshäufigkeit von verschiedenen großen *M. germanica*-Individuen am Standort Kleblach zu untersuchen, wurden fünf Größenklassen anhand von 21 ausgewählten „Referenzsträuchern“ definiert (Abb. 7). Diese 5 Größenklassen entsprechen verschiedenen Entwicklungsstadien und werden – wo sinnvoll – entsprechend ihrer quantitativen Ausprägung (Auftrittsdichte, Häufigkeit) weiter in „Kategorien“ gegliedert:

- Größenklasse 1 = Keimlinge (diesjährige Pflanzen):
 - Kategorie A: Keine Keimlinge
 - Kategorie B: Wenige, vereinzelte Keimlinge (1 bis 20); diese keimten vor allem direkt neben oder unter den Mutterpflanzen
 - Kategorie C: Viele Keimlinge (> 20 bis wenige 100); zumeist direkt neben und unter sowie auch in mehreren Metern Entfernung zu den Mutterpflanzen
 - Kategorie D: Sehr viele Keimlinge (mehrere 100); gehäuft nahe den Mutterpflanzen, aber auch im gesamten im Polygon häufig
- Größenklasse 2 = Einjährige Tamarisken: Pflanzen basal kaum verzweigt, die oberirdischen Sprosssteile sind nicht länger als 10 (40) cm:
 - Kategorie A: Keine Einjährigen
 - Kategorie B: Wenige, vereinzelte Einjährige (1 bis 5)
 - Kategorie C: Wenige bis viele Einjährige (5 und 10)
 - Kategorie D: Sehr viele Einjährige (> 10)

- Größenklasse 3: Zwei bis drei Jahre alte Tamarisken: Die Einteilung erfolgte aufgrund der Größe der Individuen. Diese noch relativ kleinen, ca. 50 cm (\pm 20 cm) hohen Pflanzen besitzen wenige verholzte, mehrjährige Langtriebe. Die meisten Langtriebe sind diesjährig, unverholzt und noch nicht verzweigt. Die Langtriebe wachsen im Laufe des Sommers heran, bis sie schließlich fruchten.
- Größenklasse 4: Drei bis fünf Jahre alte Tamarisken: Die basal stark verzweigten Langtriebe sind meist verholzt, aber noch unter 1,5 m lang.
- Größenklasse 5: Über ca. fünf Jahre alte Tamarisken: Die mehrjährigen Langtriebe der 1. Verzweigungsordnung dieser Tamarisken sind verholzt und oft über 1,5 m hoch, basal stark verzweigt und tragen viele, größtenteils verholzte ältere und unverholzte diesjährige Langtriebe.

Für den 26. Mai 2010, 17. Juli 2010 und 18. August 2010 wurden im Zuge einer flächendeckenden Vegetationskartierung auf Basis von Orthofotos (Datenquelle KAGIS) für jede Teilfläche des Standortes Kleblach (siehe Abb. 6) auch hinsichtlich der Tamarisken die Verbrei-

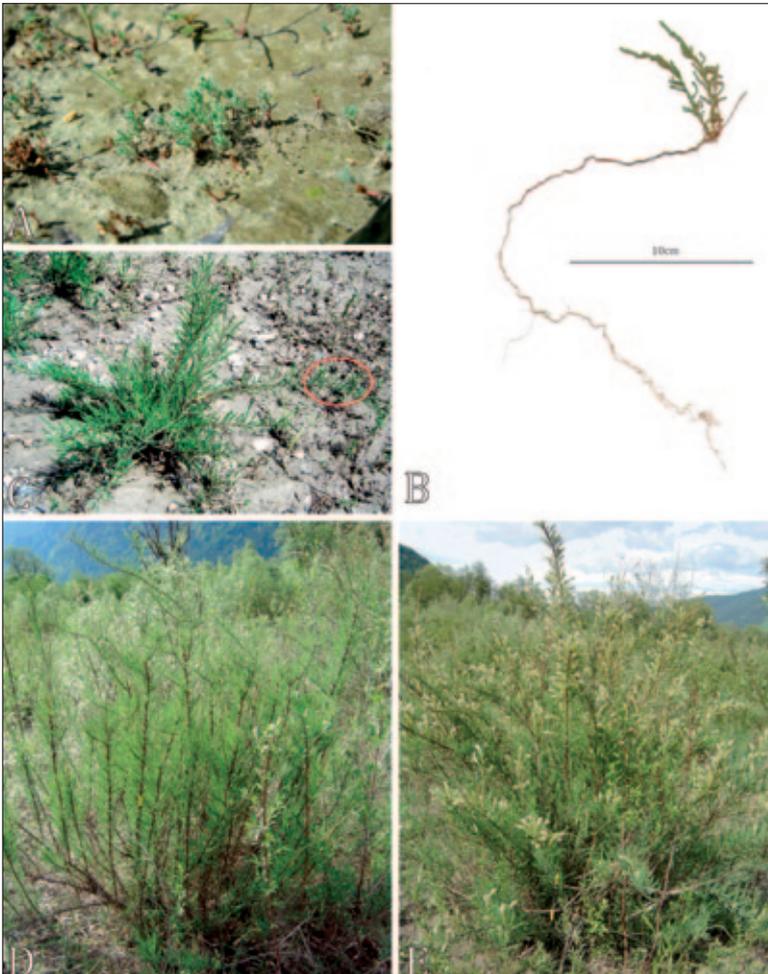


Abb. 7:
Beispiele für Größen- und Blühklassen von *Myricaria germanica*: (A) Keimlinge der Größenklasse 1; Aufnahme vom 21. August 2010. (B) Einjährige Tamariske der Größenklasse 2; 21.08.2010. (C) Tamariske (Referenzstrauch Nr. 1) der Größenklasse 3 und Blühklasse 2 (Blütenstände rechts im Bild); 17. Mai 2010, (D) Größeres Exemplar einer Tamariske der Größenklasse 4; Blühklasse 1 (Referenzstrauch Nr. 8); 17. Mai 2010, (E) Größenklasse 5 und Blühklasse 4 (Referenzstrauch Nr. 7); 17. Mai 2010.

tungskategorie der Größenklasse 1 und 2 erhoben bzw. die exakte Anzahl der Individuen pro Polygon der Größenklasse 3, 4 und 5 gezählt.

Neben den Größenklassen wurden die Tamariskenindividuen zu jedem Beobachtungstermin jeweils einer Blühklasse bzw. Fruchtklasse (Pflanze mit offenen Kapsel Früchten) zugewiesen:

- Blüh- bzw. Fruchtklasse 1: keine Blüten- bzw. Fruchtstände
- Blüh- bzw. Fruchtklasse 2: vereinzelt Blüten- bzw. Fruchtstände (1 bis 10 (20))
- Blüh- bzw. Fruchtklasse 3: viele Blüten- bzw. Fruchtstände (> 10 bis wenige 100)
- Blüh- bzw. Fruchtklasse 4: sehr viele Blüten- bzw. Fruchtstände (mehrere 100 bis mehrere 1000)

Keimversuche

Zur Bestimmung der Keimrate und Keimfähigkeitsdauer im Wasser wurden frische und unterschiedlich lang gelagerte Diasporen in wassergefüllten Petrischalen kultiviert. Für diesen Zweck wurden am 5. Juli 2010 Samen von mehreren Tamarisken des Standortes Kellerberg gesammelt. Nur Diasporen bereits geöffneter Kapsel Früchte wurden für die Keimtests verwendet.

Mit 300 frischen Samen wurden am 6. Juli 2010 und am 7. Juli 2010 Keimtests durchgeführt. Zur Bestimmung der Andauer der Keimfähigkeit wurde das Saatgut aufgeteilt: Ein Teil wurde in trockenen Papiertüten bei Zimmertemperatur und ein anderer Teil, eingewickelt in Küchenpapier in handelsübliche Gefrierbeutel gefüllt, bei etwa 10–12 °C im Kühlschrank gelagert. Nach diesen unterschiedlichen Vorbehandlungen wurde die Keimung der Samen unter kontrollierten Bedingungen im Bergstollen des Botanischen Gartens in Klagenfurt getestet. Dort keimten die Samen bei ca. 2.000–3.000 LUX, die Hellphase wurde auf 14 Stunden eingestellt. Die Temperaturen waren mit 15–16 °C konstant.

Die Samen wurden in bis zum Rand mit Leitungswasser angefüllten, geschlossenen Petrischalen aus Kunststoff (PS, unsteril, 94/16, ohne Belüftungsnocken) kultiviert. Der Boden wurde vorher mit einer Lage Filterpapier ausgelegt. Pro Versuchsansatz wurden je 10 (anfangs je 20) Samen pro Petrischale mit je fünf Wiederholungen kultiviert.

Im Keimexperiment zählten Diasporen bei Erscheinen der Radicula als „gekeimt“ (zur Methode vgl. BILL et al. 1997). Zusätzlich wurde festgehalten, wie lange es dauerte, bis der Keimling „voll entwickelt“ war. „Voll entwickelt“ bedeutet, dass sich der Keimling ganz aus der Samenschale herausgelöst hat, die Kotyledonen dadurch frei geworden sind. Die Versuche wurden beendet, wenn alle Keimlinge entweder „voll entwickelt“ waren oder keine Veränderung mehr zu beobachten war, folglich die Samen nicht keimten oder sich die Keimlinge nicht mehr weiterentwickelten.

Die Keimraten im Experiment errechnen sich aus der Anzahl der „gekeimten“ Samen bzw. der „voll entwickelten“ Keimlinge, bezogen auf die Ausgangszahl der getesteten Samen pro Versuchsansatz in Prozent (ZIMMERMANN 2009). Angegeben wurden immer die mittleren Keimraten:

$$\text{Keimrate} = \frac{\text{Anzahl gekeimter Samen}}{\text{Anzahl ausgebrachter Samen}} * 100$$

Um die Keimfähigkeitsdauer im Wasser zu bestimmen, wurden Keimtests mit unterschiedlich lang gelagerten Diasporen durchgeführt. Der erste Versuchsansatz wurde am 6. Juli 2010 gestartet, weitere Versuchsansätze 1, 2, 4, 7, 14, 21 und 41 Tage später. Die Keimlinge wurden über 6 Wochen hinweg kultiviert. Insgesamt wurden so 14 Keimserien im Bergstollen durchgeführt. Die Kontrolle der Petrischalen erfolgte am ersten Tag mit einer Auflösung von etwa sechs Stunden. Weitere Kontrollen erfolgten täglich.

Phänologie der Referenztriebe

Um die Dauer der Fruchtzeit von *M. germanica* zu bestimmen, wurde der Zustand der Blüten- bzw. Fruchtstände dreier Langtriebe (= Referenztriebe) von drei unterschiedlichen Tamarisken exemplarisch bewertet.

Vom Standort Kleblach wurde ein Langtrieb einer Tamariske der Größenklasse 5 als Referenz gewählt. Bei dieser Pflanze handelt es sich um die sogenannte „Initialpflanze“, eine Tamariske, welche im Rahmen des Wiederansiedlungsprojekts linksufrig angepflanzt wurde (= Referenzstrauch Nr. 20). Die Blüten- und Fruchtstände des Referenztriebes wurden am 8. Juni 2010, 15. Juni 2010, 27. Juli 2010 und 21. August 2010 bewertet.

Aus der Schottergrube Kellerberg wurden zwei Referenztriebe von Tamarisken der Größenklassen 4 bzw. 5 bewertet. Beobachtungstermine fanden in der Schottergrube am 8. Juni 2010, 15. Juni 2010, 22. Juni 2010, 5. Juli 2010, 14. Juli 2010 und 17. August 2010 statt.

Die Blütenstände von *M. germanica* blühen von unten nach oben auf (PETUTSCHNIG 1994). Die untersten Knospen öffnen sich zuerst. In der Folge bilden sich die reifen Kapsel Früchte, welche die Samen abgeben. Die Kapseln vertrocknen anschließend.

Neben der Gesamtanzahl der entwickelten Blüten- und Fruchtstände pro Referenztrieb (total) wurde bewertet, ob diese vor allem Knospen (a), Knospen und Blüten (b), Blüten und bereits junge, aber noch geschlossene Kapsel Früchte (c), reife, offene Früchte (d), reife Früchte und bereits abgefruchtete Kapsel Früchte (e) trugen oder ob die Fruchtstände bereits vollkommen abgefruchtet (f) und in weiterer Folge nur mehr als vertrockneter Rest zu erkennen waren (g).

1.1 Diasporenproduktion

Zur Ermittlung der Diasporenproduktion wurde die Anzahl der Samen pro Kapsel, die Anzahl der Fruchtknoten pro Blüten- bzw. Fruchtstand und exemplarisch an elf typischen Tamarisken die Anzahl der Blüten- bzw. Fruchtstände bestimmt (zur Methode vgl. BILL et al. 1997).

Die Anzahl der Samen pro Frucht wurde anhand von 58 Kapseln von Haupt- und Nebenfruchtständen mehrerer Tamarisken des Standorts Kleblach und der Schottergrube Kellerberg gezählt. Um ein repräsentatives Mittel zu erhalten, wurde die Samenmenge von durchschnittlich jeder siebenten Kapsel Frucht eines Fruchtstandes ausgezählt.

Ende Mai (18. Mai 2010 bis 20. Mai 2010) wurde die Anzahl der Fruchtknoten von 146 Blütenständen erhoben. Von zwei Referenz-



Abb. 8:
(A) Knospe,
(B) Blüte,
(C) geschlossene
Kapsel Frucht,
(D) offene Kapsel-
Frucht von *Myricaria*
***germanica*.**

sträuchern der Größenklasse 3 bzw. 4 und Blühklasse 2 bzw. 4 wurde etwa jeder fünfte Blütenstand ausgezählt. Zusätzlich wurde zwischen Knospen, offenen Blüten und unreifen, das heißt noch geschlossenen Kapsel Früchten unterschieden sowie die Länge der Blütenstände gemessen.

Ende Juli (27. Juli 2010) wurde als Vergleich zur Erhebung vom Mai die Anzahl der Früchte von 17 Fruchtständen zweier Referenzsträucher der Größenklasse 3 bzw. 4 und Fruchtklasse 2 bzw. 3 bestimmt. Unterschieden wurden Knospen und Blüten, unreife (geschlossene) Kapsel Früchte und reife (offene) Kapsel Früchte sowie bereits abgefruchtete Früchte. Die Länge der Fruchtstände wurde ebenfalls gemessen.

Am Standort Kleblach wurde anhand von elf typischen Tamarisken („Referenzsträuchern“) für jeden Größen- und Blüh- oder Fruchtklassentyp die Anzahl der Blüten- bzw. Fruchtstände pro Langtrieb gezählt. Bei neun Tamarisken wurden die Daten Ende Mai bzw. Anfang Juni aufgenommen. Zu diesem Zeitpunkt wiesen die Pflanzen nur Blütenstände auf. Ende Juli wurden zusätzliche Daten von zwei weiteren Tamarisken erhoben. Die Pflanzen trugen vor allem Fruchtstände (reife Kapsel Früchte). Aufbauend auf den Informationen zu den Samen pro Kapsel Frucht, Fruchtknoten pro Blüten- bzw. Fruchtstand und den Blüten- und Fruchtständen pro Pflanze lässt sich ermitteln, wie viele Samen bzw. Diasporen jeder Referenzstrauch produziert.

Sprossaufbau von *Myricaria germanica*

Von den verwendeten elf Referenzsträuchern wurden Daten zum Sprossaufbau der Tamarisken erhoben. Die Anzahl aller gut entwickelten Langtriebe und deren jeweilige Gesamtlänge wurde gemessen. Der Einfachheit halber wurden jene Langtriebe, die erst im Laufe des Sommers heranwuchsen und sehr kurz waren, als „Seitentriebe“ gewertet. Ihre Länge wurde daher nicht gemessen.

Falls die Langtriebe einen Blüh- bzw. Fruchtansatz aufwiesen, wurde deren Länge ebenfalls vermessen. Ein Langtrieb endet meist mit einem traubigen Blüten- bzw. Fruchtstand. Unterhalb dieses Hauptblüten-

standes (-fruchtstandes) können Nebenblütenstände (-fruchtstände) abzweigen („rispig verzweigte Trauben“ nach HEGI 1975). Bei größeren Tamarisken verzweigen sich die Langtriebe. Diese Langtriebe können dann ebenfalls Haupt- und Nebenblütenstände (-fruchtstände) entwickeln (Bezeichnung nach OPITZ 1993).

Als Länge der fertilen Abschnitte des Langtriebes wurde die Länge von der Triebspitze bis zum untersten Nebenblütenstand oder bis zum Abzweigungspunkt des untersten Seitentriebs vermessen. Falls nur ein Hauptblütenstand vorhanden war, wurde die Länge von diesem angegeben.

Statistische Auswertung und grafische Darstellung

Die Eingabe der im Freiland erhobenen Daten sowie deren Verwaltung erfolgte mittels Microsoft Excel 2007 und 2010. Zum Teil wurden die Daten in das Statistikprogramm SPSS.17 exportiert. Microsoft Excel und SPSS.17 dienten der statistischen Auswertung und der Erstellung der Graphen und Diagramme.

Die Tamariskenbestände der Schottergrube Kellerberg wurden auf Basis des Orthofotos im Programm ArcMap der ArcGis-Produktfamilie digitalisiert. Die im Gelände am Standort Kleblach erhobenen Daten wurden als Attribute beigefügt. Exakte Flächen- und Umfangswerte der Polygone wurden im GIS ermittelt. Die Darstellungen der räumlichen Verteilung der Keimlinge und Einjährigen sowie die Darstellung des Diasporendrucks am Standort Kleblach erfolgten mittels quantitativer Symbole („Graduated Symbols“).

Ergebnisse

Räumliche Verteilung der Keimlinge

Sowohl am 17. Juli 2010 (Abb. 9) als auch am 18. August 2010 (Abb. 10) wurden mit Ausnahme der untersten, flussabwärts gele-



Abb. 9:
Versuchsfläche Kleblach: Häufigkeit der Keimlinge von *Myricaria germanica* pro Polygon am 17. Juli 2010, gemessen in den Kategorien der Größenklasse 1.

Abb. 10:
Versuchsfläche
Kleblach: Häufigkeit
der Keimlinge von
*Myricaria germa-
nica* pro Polygon
am 18. August 2010,
gemessen in den
Kategorien der
Größenklasse 1.



genen Sandbank Keimlinge, teils auch in höheren Dichten, vorgefunden. Tendenziell waren die Dichten im Juli etwas höher als im August.

Die Wiederholung der Erhebung am 18. August 2010 zeigt eine leichte Abnahme der Keimlingshäufigkeit.

Räumliche Verteilung der Größenklasse Einjährige

Bei den ersten beiden Erhebungsterminen (Abb. 11 und Abb. 12) wurden etwa gleich viel Einjährige gefunden, etwas weniger am 18. Au-

Abb. 11:
Versuchsfläche
Kleblach: Häufigkeit
der Größenklasse
„Einjährige“ von
*Myricaria germa-
nica* pro Polygon
am 26. Mai 2010,
gemessen in den
Kategorien der
Größenklasse 2.

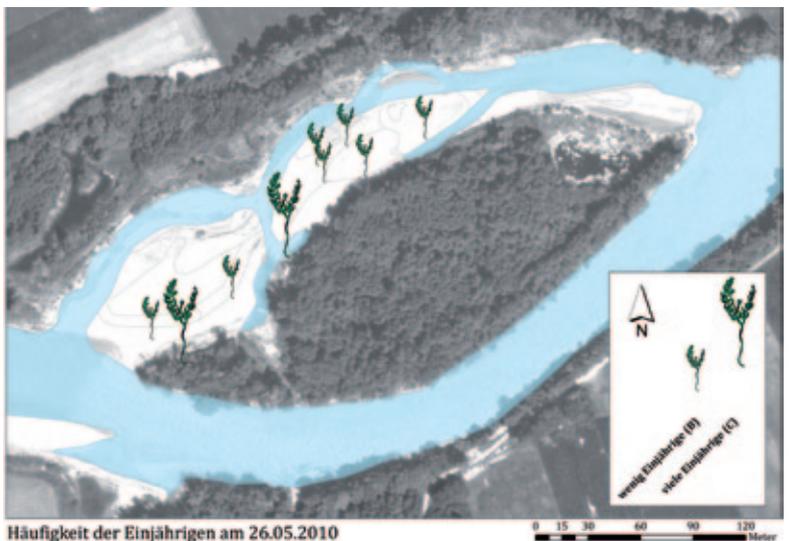




Abb. 12: Versuchsfläche Kleblach: Häufigkeit der Größenklasse „Einjährige“ von *Myricaria germanica* pro Polygon am 17. Juli 2010, gemessen in den Kategorien der Größenklasse 2.

gust 2010. Insgesamt kamen auf der unteren Schotterbank flussabwärts mehr „Einjährige“ vor als auf der oberen Schotterbank flussaufwärts. Die quantitative Kategorie D wurde nicht erreicht.

Am Standort Kleblach-Ost wurden am 17. Juli 2010 insgesamt 628 Tamarisken gezählt (Tab. 2), davon gehören 396 (63 %) der Größenklasse 3 an und 183 Tamarisken der Größenklasse 4 (29 %). Die restlichen 8 % sind 49 Tamarisken der Größenklasse 5. 81 Tamarisken weisen keine Blütenstände auf (Blühklasse 1), 106 Tamarisken blühten (Blühklasse 2, 3, 4) und 441 fruchteten (Fruchtklasse 2, 3, 4).



Abb. 13: Versuchsfläche Kleblach: Häufigkeit der Einjährigen von *Myricaria germanica* pro Polygon am 18. August 2010, gemessen in den Kategorien der Größenklasse 2.

Tab. 2:
Anzahl der Tamarisken am Standort Kleblach, differenziert nach ihrer Zuordnung zu Größen- und Blüh- bzw. Fruchtklassen, für den 26. Mai 2010, den 17. Juli 2010 und den 18. August 2010

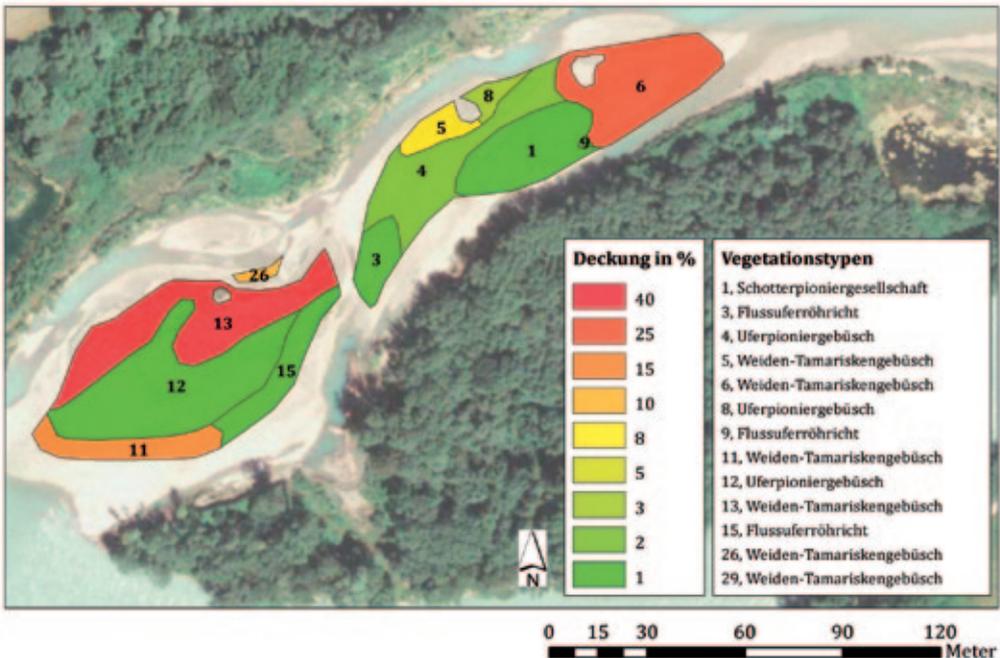
Datum	Größenklasse	Gesamtanzahl	Anzahl der Tamarisken						
			Blühklasse				Fruchtklasse		
			1	2	3	4	2	3	4
26. 05. 2010	3	418	210	125	83	0	0	0	0
	4	186	18	49	73	46	0	0	0
	5	51	0	12	0	39	0	0	0
Summe		655	228	427			0		
17. 07. 2010	3	396	80	76	18	0	121	100	1
	4	183	1	6	6	0	4	57	109
	5	49	0	0	0	0	0	0	49
Summe		628	81	106			441		
18. 08. 2010	3	344	158	28	10	0	88	60	0
	4	170	6	3	3	0	35	94	29
	5	47	0	0	0	0	9	7	31
Summe		561	164	44			353		

In Abb. 14 kann man erkennen, dass die Tamariske im Weiden-Tamarisken-Gebüsch auf der Schotterbank flussauf 40 % Deckung hat. Dort wachsen auch die größten Tamarisken der Größenklasse 5. Im Weiden-Tamarisken-Gebüsch auf der Schotterbank flussab beträgt die Deckung 25 %, in allen restlichen Polygonen liegt die Deckung unter 15 %.

Abb. 14:
Deckungsanteile der Tamariske (in Prozent) in den zu Biotoptypen zugeordneten Polygonen am Standort Kleblach am 26. Mai 2010.

Keimversuche

M. germanica keimt im Wasser sehr rasch und mit überwiegend hohen Keimraten (> 80 %). Abhängig vom Standort, der Art der Lagerung und Lagerungsdauer ergeben sich unterschiedliche Keimraten für das Stadium „gekeimt“ (Erscheinen der Radicula) bzw. für das Stadium „voll entwickelt“ (Keimlinge, die sich komplett aus der Samenschale herausgelöst haben) (Tab. 3).



Aufstellungsort	Lagerungsart	Lagerungs- dauer	Keimrate für „gekeimt“	SD	Keimrate für „voll entwickelt“	SD
Bergstollen	Kühlschrank	2 Tage	100	0	98	3
		4 Tage	97	3	94	4
		7 Tage	98	4	88	16
		14 Tage	94	5	92	8
		21 Tage	98	4	90	10
		41 Tage	100	0	90	10
Bergstollen	Zimmertemperatur	2 Tage	97	4	94	8
		4 Tage	99	2	96	7
		7 Tage	100	0	90	7
		14 Tage	96	5	94	9
		21 Tage	96	5	80	23
		41 Tage	80	23	24	21
Glashaus	Kühlschrank	2 Tage	92	6	90	6
		4 Tage	24	15	0	0
		7 Tage	24	15	2	4
		14 Tage	96	5	92	8
		21 Tage	96	5	94	5
		41 Tage	100	0	98	4
Glashaus	Zimmertemperatur	2 Tage	89	12	70	41
		4 Tage	22	11	0	0
		7 Tage	12	16	0	0
		14 Tage	96	9	90	17
		21 Tage	94	9	78	16
		41 Tage	70	41	36	36

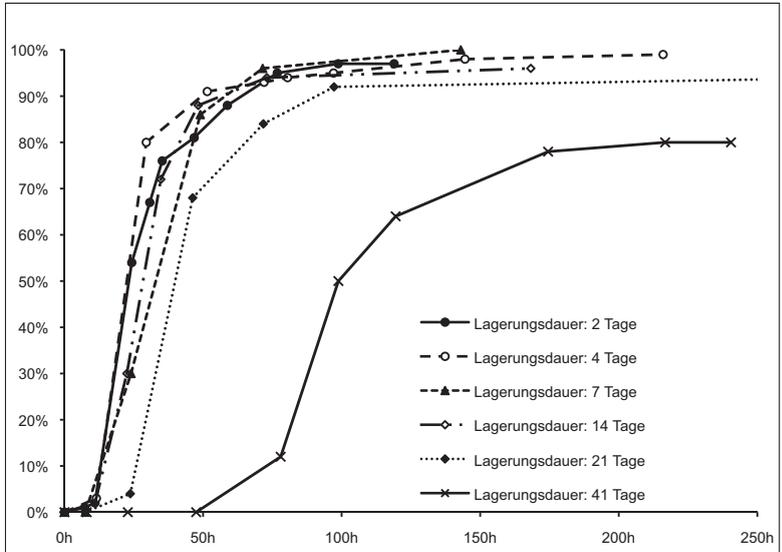
Tab. 3:
Keimraten von unter verschiedenen Bedingungen und verschieden lang gelagerten *Myricaria*-Samen, in Prozent; differenziert nach dem Entwicklungsstadium („gekeimt“/„voll entwickelt“); SD = Standardabweichung (n=5)

Frische Samen mit einer Lagerungsdauer von nicht mehr als einem Tag keimten im Wasser bereits nach etwa 5 Stunden. Nach ca. 50 Stunden waren bereits > 80 % aller Samen gekeimt (Abb. 15), über 70 % der Samen waren zu diesem Zeitpunkt bereits voll entwickelt (Abb. 16). Insgesamt wurden Keimraten für gekeimt von 98 % bzw. 91 % erreicht, 96 % bzw. 88 % der Samen entwickelten sich voll.

Samen, die im Kühlschrank unterschiedlich lange (2 bis 41 Tage) aufbewahrt wurden, zeigten fast idente Keimdynamik, die Samen keimten bereits nach wenigen Stunden. Nach 50 Stunden waren bereits mehr als 80 % der Samen gekeimt. Die Keimraten veränderten sich mit der Zunahme der Lagerungsdauer praktisch nicht und erreichten ähnliche Ergebnisse wie die Keimversuche mit frischen Samen. Keimraten von ≥ 94 % waren zu beobachten und ≥ 88 % aller Samen entwickelten sich voll, lösten sich sohin komplett aus der Samenschale.

Der Keimverlauf für bei Zimmertemperatur gelagerte Samen verändert sich mit der Zunahme der Lagerungsdauer: Länger gelagerte Samen keimen langsamer. Samen, welche 2, 4, 7 und 14 Tage lang gelagert wurden, keimten nach wenigen Stunden. Nach 50 Stunden waren > 80 % der Samen dieser Versuchsansätze gekeimt. Für Samen, die länger gelagert wurden, nahm die Keimgeschwindigkeit deutlich ab: Von den 21 Tage lang gelagerten Samen waren nach 46 Stunden erst 68 % gekeimt. Von Samen, die 41 Tage lang gelagert wurden, waren nach einem vergleichbaren Zeitraum von 47 Stunden und 30 Minuten noch keine,

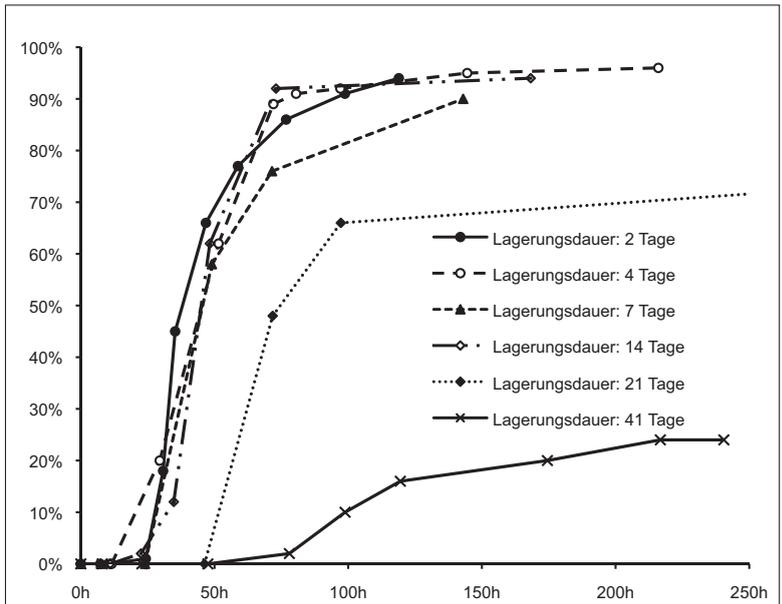
Abb. 15: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „gekeimt“. Aufstellungsort Bergstollen, Lagerungsart Zimmertemperatur.



nach 78 Stunden erst 12 % der Samen gekeimt. Samen, die 2, 4, 7, 14 und 21 Tage lang bei Zimmertemperatur gelagert wurden, erreichten Keimraten von $\geq 96\%$, und $\geq 80\%$ Prozent der Samen entwickeln sich voll. Die 41 Tage lang gelagerten Samen erreichten zwar eine Keimrate von 80 %, aber weniger als ein Viertel (24 %) der Samen entwickelte sich voll.

Die Keimfähigkeitsdauer der Samen hängt somit stark von der Art der Lagerung ab: Die Samen von *M. germanica* sind im ungekühlten,

Abb. 16: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „voll entwickelt“. Aufstellungsort Bergstollen, Lagerungsart Zimmertemperatur.



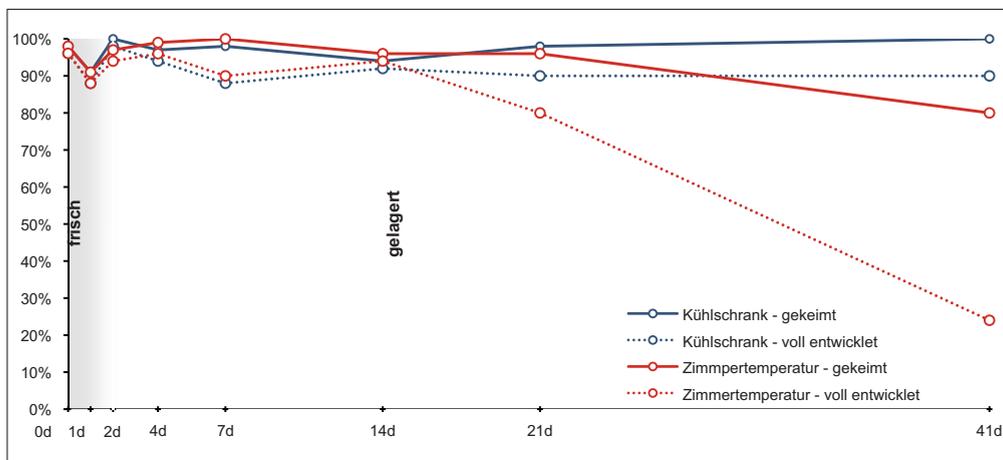


Abb. 17:
Keimraten im Bergstollen von frischen und unterschiedlich lang im Kühlschrank und bei Zimmertemperatur gelagerten *Myricaria*-Samen; Keimraten für unterschiedliche Keimstadien: „gekeimt“ und „voll entwickelt“.

trockenen Zustand nur kurz keimfähig. Durch eine entsprechende Lagerung im Kühlschrank kann die Keimfähigkeit aber ausgedehnt werden, was auch der nachstehende Vergleich der Keimraten von im Kühlschrank aufbewahrte Samen bzw. für bei Zimmertemperatur aufbewahrte Samen für Keimlinge im Stadium „gekeimt“ und solche im Stadium „voll entwickelt“ verdeutlicht (Abb. 17).

Phänologie der Referenztriebe adulter reproduktiver Pflanzen

Im Juni befanden sich noch vereinzelt meist Knospen tragende Blütenstände an den drei Referenztrieben. Die Referenztriebe der beiden Standorte verhielten sich deutlich unterschiedlich (Tab. 4). Der Referenztrieb am Standort Kleblach wies am 8. Juni 2010 mit 59 von 60 Fruchtständen nahezu ausschließlich reife und abgefruchtete Kapsel Früchte auf, welche in den beiden Folgewochen vollkommen abfruchteten.

Im Juli fruchteten die Referenztriebe der Tamarisken auch am Standort Kellerberg ab.

Am 17. August 2010 war an den Referenztrieben am Standort Kellerberg kein Samenflug mehr zu beobachten. Am Langtrieb der Tamariske vom Standort Kleblach war am 21. August 2010 wiederum ein Blütenstand mit vor allem Blüten und geschlossenen Kapsel Früchten und ein Fruchtstand mit reifen Kapsel Früchten vorhanden. Alle restlichen Fruchtknoten waren ebenfalls bereits komplett vertrocknet oder abgefallen.

Diasporenproduktion

Anzahl der Samen pro Kapsel frucht:

Im Mittel befanden sich in einer Kapsel frucht 126 Samen (Standardabweichung 22,3). Das Minimum betrug 65 Samen pro Kapsel frucht und wurde durch eine Insektenlarve, die sich in der Kapsel frucht befand, verursacht. Maximal wurden 189 Samen pro Frucht gezählt (Tab. 5).

Wird der Insektenfraß vernachlässigt, ergibt sich ein arithmetisches Mittel von 129 Samen pro Frucht; das Minimum beträgt 87.

Referenztrieb	Standort	Größenklasse	Blüh- bzw. Fruchtklasse	Datum	a	b	c	d	e	f	g	total
1	Kellerberg		4	08.06.10	4	10	7	0	1	9	1	32
				15.06.10	6	3	4	11	0	11	0	35
				22.06.10	5	2	6	5	8	11	0	37
				05.07.10	0	0	1	4	7	20	0	32
				14.07.10	0	0	0	1	3	28	0	31
				17.08.10	0	0	0	0	0	21	0	21
2	Kellerberg		3	08.06.10	2	1	6	0	0	0	6	15
				15.06.10	3	0	1	5	0	1	6	16
				22.06.10	1	0	0	0	7	2	6	16
				05.07.10	0	2	0	0	3	8	6	19
				14.07.10	0	0	0	0	2	11	6	19
				17.08.10	0	0	0	0	0	19	0	19
3	Kleblach		4	08.06.10	0	0	1	0	59	0	0	60
				15.06.10	0	0	2	0	0	53	0	55
				27.07.10	0	0	3	2	0	0	50	55
				21.08.10	0	0	1	0	1	9	–	11

Tab. 4: Veränderung der Anzahl und des Zustands der Blüten- und Fruchtstände pro Referenztrieb der 3 *Myricaria germanica* Pflanzen von Sommer bis Herbst 2010: Anzahl (total), Blütenstand mit vor allem Knospen (a), Knospen und Blüten (b), Blüten und geschlossenen Kapsel Früchten (c), Fruchtstand mit reifen Kapsel Früchten (d), reifen und abgefruchteten Kapsel Früchten (e), vollkommen abgefruchtete Fruchtstände (f), vertrocknete Fruchtstände (g)

Anzahl der Fruchtknoten pro Blüten- und Fruchtstand:

Die Blütenstandsmerkmale von *M. germanica* wurden an insgesamt 146 Blütenständen ermittelt, die sich auf zwei Individuen befanden. Im Mittel trug ein Blütenstand Ende Mai 37 Fruchtknoten und war durchschnittlich 5 cm lang (Tab. 6). Diese Blütenstände setzten sich zu diesem Zeitpunkt durchschnittlich aus 13 Blüten, 14 Knospen und 10 unreifen, geschlossenen Früchten zusammen.

Die Fruchtstandsmerkmale von *M. germanica* wurden an insgesamt 17 Fruchtständen ermittelt, die sich auf zwei Individuen befanden. Ende Juli waren die Fruchtstände dieser Referenzsträucher im Mittel über 11 cm lang und trugen etwa 66 Fruchtknoten. Zieht man davon die bereits abgefruchteten Kapseln ab, waren auf einem Fruchtstand noch immer 63 Fruchtknoten vorhanden. Die Fruchtstände bestanden im Durchschnitt aus 10 Knospen, 8 Blüten, 28 unreifen, geschlossenen Früchten und 17 reifen, offenen Früchten (Tab. 7). 4 Fruchtknoten waren durchschnittlich bereits abgefruchtet.

Anzahl der Samen in einer Frucht	mit Insektenfraß	kein Insektenfraß
Stichprobengröße	58	53
Mittelwert	126,0	128,6
Median	124,5	125,0
Standardabweichung	22,3	20,5
Minimum	65	87
Maximum	189	189

Tab. 5: Statistische Auswertung der Samenanzahl pro Kapsel Frucht

	n	Min	Max	MW	STD
Länge der Blütenstände in cm	145	0,90	9,40	4,95	1,96
Knospen	146	0,00	83,00	13,88	11,01
Blüten	146	0,00	30,00	12,75	6,60
unreife Früchte	146	0,00	36,00	9,88	9,72
Gesamtanzahl der Fruchtknoten	146	8,00	90,00	36,51	10,91

	n	Min	Max	MW	STD
Länge der Fruchtstände in cm	17	3	23	11,38	5,17
Knospen	17	0	64	9,65	17,16
Blüten	17	0	34	8,29	10,95
unreife Früchte	17	0	61	27,88	20,49
reife Früchte	17	0	44	16,71	15,44
abgefruchtete Fruchtknoten	17	0	16	3,94	5,24
Summe der Fruchtknoten ohne den abgefruchteten Früchten	17	0	130	62,53	37,23
Summe aller Fruchtknoten	17	11	146	66,47	36,91

Tab. 7:

Fruchtstandsmerkmale von *Myricaria germanica*; Aufnahmedatum: 27. Juli 2010 (n ... Stichprobenanzahl, Min ... Minimum, Max ... Maximum, MW ... arithmetischer Mittelwert, STD ... Standardabweichung)



Tab. 6:

Blütenstandsmerkmale von *Myricaria germanica*; Aufnahmezeitraum: 18. Mai 2010 bis 20. Mai 2010 (n ... Stichprobenanzahl, Min ... Minimum, Max ... Maximum, MW ... arithmetischer Mittelwert, STD ... Standardabweichung)

Abb. 18:

Blüten- und Fruchtstände von *Myricaria germanica*: (A) Blütenstand mit Knospen und Blüten; Standort Kleblach; Aufnahme vom 16. Mai 2010; (B) Fruchtstand: geschlossene und offene Kapsel Früchte; Standort Kellerberg; Aufnahme vom 3. Juni 2010; (C) abgefruchteter, vertrockneter Fruchtstand; Standort Kellerberg; Aufnahme vom 17. August 2010; (D) Fruchtstände mit abgefruchteten, offenen und noch geschlossenen, grünen Kapsel Früchten; Standort Kleblach; Aufnahme vom 8. Juni 2010.

Anzahl der Blüten- und Fruchtstände pro Individuum

Der Blüh- und Fruchtansatz hing stark von der Größe der Tamariske ab und variierte von minimal 2 bis maximal 2.758 Blüten- und Fruchtständen pro Pflanze. Tamarisken der Größenklasse 5 vermögen sehr viele Blüten- und Fruchtstände auszubilden. Bei dem Referenzstrauch Nr. 20 der Größenklasse 5 und Blühklasse 4 wurden Ende Mai 2.758 Blütenstände gezählt. Ebenfalls als Größenklasse 5 und Blühklasse 4 kategorisiert wurde der Referenzstrauch Nr. 13. Dieser wies 1.629 Blütenstände auf. Der Referenzstrauch Nr. 18 gehörte zwar ebenfalls zur Größenklasse 5, aber nur zur Blühklasse 2. Es wurden deutlich weniger, nämlich 325 Blütenstände verzeichnet. Der Referenzstrauch Nr. 14 der Größenklasse 4 wies 661 Blütenstände auf und gehört zur Blühklasse 4. Tamarisken der Größenklasse 3 wiesen einen eher geringeren Blüh- und Fruchtansatz auf, die untersuchten Exemplare hatten nur 2 bis 18 Blüten- bzw. Fruchtstände.

Diasporen pro Individuum

Der Blüh- bzw. Fruchtansatz hängt von der Größe der Tamarisken ab, so auch die Menge der produzierten Samen pro Pflanze. Die „aktuelle“ Diasporenproduktion, als Momentaufnahme für den 27. Juli 2010, ist in Tab. 8 dargestellt. Für die Berechnung wird angenommen, dass ein Fruchtstand im Mittel 66 Fruchtknoten trägt und 17 Fruchtknoten davon als reife Kapsel Früchte entwickelt sind, welche ihre Samen aktuell entlassen (Tab. 7).

Tab. 8: Diasporenproduktion ausgewählter 11 Referenzindividuen von *Myricaria germanica*; Momentaufnahme am 27. Juli 2010. Die Anzahl der Blüten- und Fruchtstände wurde gezählt (fett), die mittlere Anzahl der Fruchtknoten und Samen wurde hochgerechnet.

Referenzstrauch-Nr.	Größenklasse	Blühklasse	Fruchtklasse	Anzahl der Blüten- & Fruchtstände	Mittlere Anzahl der Fruchtknoten (*16,71)	Mittlere Anzahl der Samen (*125,97)
16	3	2	–	2	33	4.210
19	3	2	–	10	167	21.050
1	3	–	2	12	201	25.260
17	3	3	–	18	301	37.889
4	4	2	–	54	902	113.668
15	4	3	–	36	602	75.779
21	4	–	3	162	2.707	341.003
14	4	4	–	661	11.045	1.391.378
18	5	2	–	325	5.431	684.112
13	5	4	–	1.629	27.221	3.428.978
20	5	4	–	2.758	46.086	5.805.476

Tamarisken der Größenklasse 3 produzierten am 27. Juli 2010 durchschnittlich 22.000 Samen (minimal 4.000 bis maximal 38.000; gerundet auf 1.000), jene der Größenklasse 4 durchschnittlich 480.000 Samen (minimal 80.000 bis maximal 1.390.000; gerundet auf 10.000) sowie jene der Größenklasse 5 im Durchschnitt 3.306.000 Samen (minimal 700.000 bis maximal 5.800.000; gerundet auf 100.000).

Sprossaufbau von *Myricaria germanica*

Anzahl der Langtriebe

Je größer eine Tamariske ist, desto höher ist auch die Anzahl der Langtriebe, die einen Blüh- bzw. Fruchtansatz aufweisen (vgl. Tab. 9).

Die drei Referenzsträucher der Größenklasse 5 hatten 77, 74 oder 67 Langtriebe, wobei 45 bzw. 67 oder 65 davon einen Blüh- bzw. Fruchtansatz aufwiesen. Referenzstrauch Nr. 1 besaß mit 80 die meisten Langtriebe in der Größenklasse 3, aber nur 12 davon wiesen einen Blüh- bzw. Fruchtansatz auf. Abgesehen von dieser Ausnahme haben Tamarisken der Größenklasse 3 aber deutlich weniger Langtriebe, zwischen 7 und 15 wurden gezählt, davon trugen 1 bis 6 Blüten- bzw. Fruchtstände.

Mittlere Länge der Langtriebe

Nicht nur die Anzahl, sondern auch die mittlere Länge der Langtriebe nimmt mit der Größe der Tamarisken zu (Tab. 9). Die Langtriebe des Referenzstrauchs Nr. 20 waren im Mittel 229 cm lang, jene des Referenzstrauchs Nr. 13 174 cm, die Langtriebe des Referenzstrauchs Nr. 18 waren 165 cm lang. Die Langtriebe der Referenzsträucher 14, 21, 15 und 4 der Größenklasse 4 waren etwas kürzer, durchschnittlich zwischen 74 cm und 136 cm lang. Die mittlere Länge der Langtriebe der Tamarisken der Größenklasse 3 betrug 39 cm bis 58 cm. Je größer eine Tamariske, desto länger sind auch jene Teile der Langtriebe, die einen Blüh- bzw. Fruchtansatz aufweisen.

Die Langtriebe mit einem Blüh- bzw. Fruchtansatz der Tamarisken der Größenklasse 5 waren 231 cm, 178 cm und 176 cm lang, die Länge der fertilen Abschnitte dieser Langtriebe betrug 94 cm, 63 cm und 37 cm. Tamarisken der Größenklasse 3 hingegen wiesen keinen hohen Blüh- bzw. Fruchtansatz auf, die Langtriebe mit einem Blüh- bzw. Fruchtansatz dieser Tamarisken waren zwischen 66 und 44 cm lang, der fertile Teil betrug nur maximal 21 und minimal 10 cm.

Tab. 9: Mittlere Länge der Langtriebe mit Fruchtansatz bzw. mittlere Länge der fertilen Abschnitte an 11 Referenzsträuchern von *Myricaria germanica*; geordnet nach absteigender Größenklasse (MW ... arithmetischer Mittelwert, STD ... Standardabweichung, Min ... Minimum, Max ... Maximum)

Referenzstrauch Nr.	Größenklasse	Blühklasse	Fruchtklasse	Anzahl der Langtriebe			Länge aller Langtriebe (cm)				Länge der Langtriebe mit Fruchtansatz (cm)				Länge der Langtriebe ohne Fruchtansatz (cm)			
				gesamt	mit Fruchtansatz	ohne Fruchtansatz	MW	STD	Min	Max	MW	STD	Min	Max	MW	STD	Min	Max
20	5	4	–	67	65	2	228,9	35,1	125	290	231,3	32,7	125	290	93,7	36,4	22	190
13	5	4	–	74	67	7	173,7	26,4	81	236	178,2	21,3	130	236	63,2	21,0	12	110
18	5	2	–	77	45	32	165,0	28,5	103	219	176,1	23,4	110	219	36,7	24,4	4	115
14	4	4	–	47	39	8	86,1	33,0	34	158	93,7	30,7	46	158	45,7	24,3	10	106
21	4	–	3	26	22	4	136,4	23,0	93	180	134,0	23,1	93	171	41,9	29,2	1	86
15	4	3	–	28	10	18	73,5	21,7	32	128	90,7	16,4	75	128	33,6	12,8	15	50
4	4	2	–	33	9	24	100,2	30,0	32	159	135,4	17,9	94	159	49,0	8,7	35	57
17	3	3	–	15	6	9	57,7	14,3	24	82	68,2	10,8	56	82	26,1	10,9	14	41
1	3	–	2	80	12	68	45,3	20,7	10	98	66,1	20,3	35	98	10,4	4,5	3	16
19	3	2	–	15	5	10	47,1	15,7	30	86	59,2	17,2	38	86	–	–	–	–
16	3	2	–	7	1	6	39,4	13,1	24	59	44,0	–	44	44	21,0	–	21	21

Alter

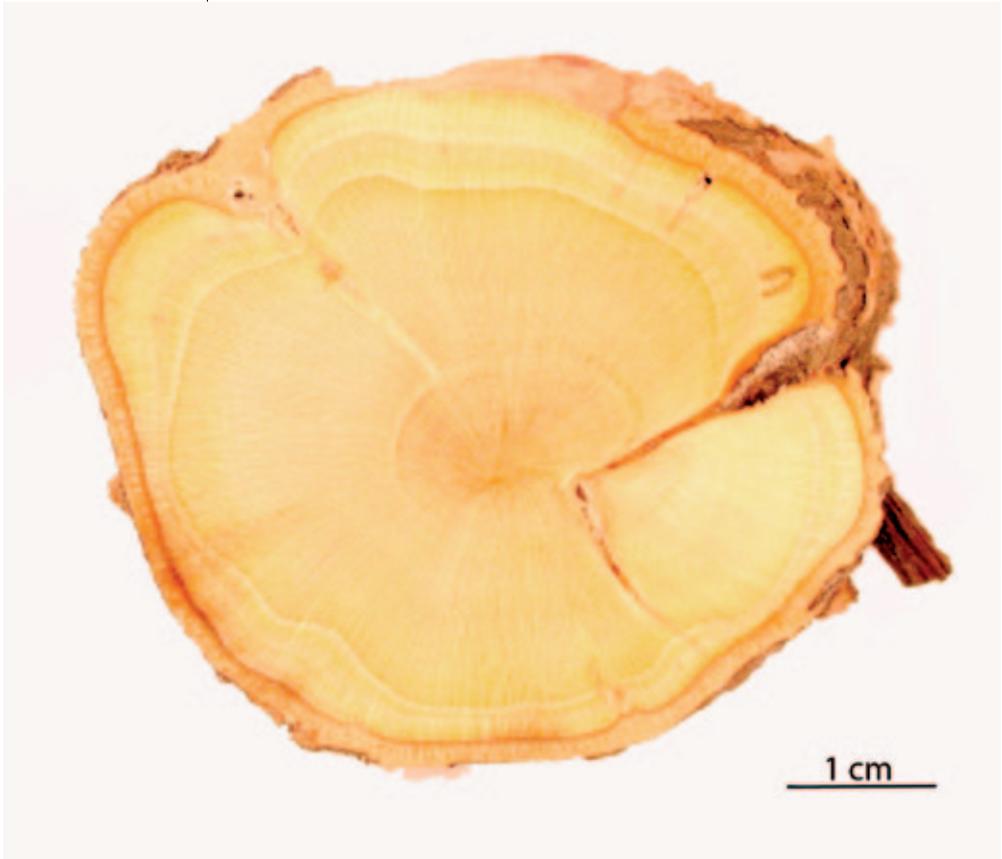
Bereits junge Pflanzen von *Myricaria germanica* weisen eine kräftige, stark verholzte Primärwurzel auf (SCHWEINGRÜBER et al. 2007). *M. germanica* zeigt einen mit zunehmendem Alter deutlich kräftigeren Sprossaufbau (longitudinaler Zuwachs) wie auch eine Verdickung der basalen Spross- und Wurzelabschnitte durch Dickenwachstum. In den folgenden Tabellen sind das Alter und der Durchmesser der Primärwurzeln luftgetrockneter Tamarisken unterschiedlicher Herkunft wiedergegeben.

Die Tamarisken der Oberen Drau sind nicht älter als sechs Jahre, was auch in etwa mit dem Zeitpunkt der Wiederansiedlung (2000 bis 2003) übereinstimmt.

Der Durchmesser der Primärwurzel der ältesten Tamariske vom Standort Dellach beträgt ca. 25 mm. Den kleinsten Durchmesser der Primärwurzel von 4 mm hat zugleich die jüngste Pflanze, eine zweijährige Tamariske. Als maximaler Durchmesser wurde bei einer vierjährigen Tamariske 31 mm gemessen.

Die in der Schottergrube Kellerberg gesammelten Tamarisken sind für das Jahr 2010 zwischen 3 und 4 Jahre alt, der Durchmesser der Pri-

Abb. 19:
Querschnitt durch die Primärwurzel einer vierjährigen *Myricaria germanica* mit einem Durchmesser von 48 mm von der Schottergrube Kellerberg; gesammelt am 17. August 2010.



märwurzel dieser Tamarisken beträgt minimal 9 mm, maximal 48 mm. Letzteres Exemplar weist drei deutliche Jahresringe auf, befindet sich also im vierten Lebensjahr. Dies bedeutet einen Zuwachs im Durchmesser von über 1 cm pro Jahr.

Am Lech wurden sehr verschieden alte Individuen gesammelt. Die älteste gesammelte Tamariske stammt aus der Radsperrbodenau. Sie weist an der Sprossbasis 25 Jahresringe auf, ist also zumindest 26 Jahre alt, und besitzt eine Primärwurzel von ca. 43 mm Durchmesser. Die jüngsten Tamarisken von den Lech-Alluvionen sind 1 bis 2 Jahre alt. Sie wurden in der Weißenbacher Au auf einer Schotterbank flussab der Johannesbrücke gesammelt. Ihre Primärwurzeln weisen einen Durchmesser von etwa 1 bis 2 mm auf. Flussauf der Johannesbrücke wurde, nahe einer Abbruchkante zum Lech, eine 5 und eine 6 Jahre alte Tamariske mit einer Primärwurzel von nur 3 bzw. 4 mm Durchmesser untersucht. Weitere, in der Stuibenua gesammelt Exemplare waren zwischen 15 und 22 Jahre alt.

Diskussion und Resümee

Die Wiederansiedlungsversuche der Deutschen Tamariske am Standort Kleblach im Zuge des EU-LIFE-Projekts „Auenverbund Obere Drau“ waren erfolgreich. *Myricaria germanica* hat sich in den letzten Jahren weiter spontan ausgebreitet. Das Weiden-Tamarisken-Gebüsch besiedelt den Standort Kleblach derzeit großflächig (EGGER et al. 2012). Etliche Keimlinge wurden im Sommer 2010 am Standort verzeichnet.

Um die Besiedlungsstrategie der Art verstehen zu können, gilt es, die Keimeigenschaften als wichtige Schlüsselfunktion von *M. germanica* näher zu betrachten (BILL 2000). Unsere Keimtests bestätigen, dass die Deutsche Tamariske im Wasser mit äußerst hohen Keimraten bereits nach wenigen Stunden keimt, was sich mit den Ergebnissen von BILL (2000) und OPITZ (1993) deckt. Nach BILL et al. (1997) sinkt die Keimrate vom ersten Tag von nahezu 100 % nach zwei Wochen auf unter 50 %, und nach einer Lagerungsdauer von zwölf Wochen liegt die Keimrate bereits unter 10 %. Nach OPITZ (1993) sind die Samen der Tamariske etwa sechs Wochen keimfähig.

Hohe Keimgeschwindigkeiten und Keimraten sind auf den dynamischen, sich ständig ändernden Standorten ein Vorteil, allerdings verlieren die Samen schnell ihre Keimfähigkeit. Dies kann von Nachteil sein, da die Keimbedingungen oft nur während eines kurzen Zeitraums optimal sind. Auf Extremstandorten, wie es die Kies- und Schotterbänke sind, wäre eine längere Keimfähigkeitsdauer günstiger, da auf diese Weise Trockenperioden überstanden werden könnten (BILL 2000). Dieser Nachteil wird aber durch die lange Blüh- und Fruchtphase ausgeglichen. Diese sorgt dafür, dass über einen längeren Zeitraum hinweg immer wieder neue Samen verfügbar werden, welche sich ergebende günstige Etablierungsfenster nutzen können.

Die Ergebnisse der Keimtests zeigen, dass, wenn die Samen bei einer Lagerungstemperatur von ca. 10–12 °C im Kühlschrank aufbewahrt werden, die Keimfähigkeit zumindest über einen Untersuchungszeitraum von sechs Wochen mit Keimraten von ≥ 90 % konstant hoch bleibt. Im Gegensatz dazu nimmt die Keimfähigkeit von bei Zimmertemperatur

trocken gelagerten Samen mit zunehmender Lagerungsdauer ab. Darüber hinaus ist auffällig, dass sich vor allem die Entwicklung der Keimlinge vom Durchbruch der Radicula durch die Samenschale bis zum Auswachsen der Primärwurzel verlangsamt und ihre Vitalität deutlich und rasch sinkt. Ein ähnliches Ergebnis lieferten Kultivierungsversuche von KRAUTZER (unpubliziert, beschrieben in WITTMANN & RÜCKER 2006). Demnach ist *M. germanica* im ungekühlten Zustand nur kurz keimfähig, die Keimfähigkeit kann durch eine entsprechende Lagerung im Kühlschrank auf mehrere Monate ausgedehnt werden. Es ist nicht auszuschließen, dass im Boden gelagerte Diasporen durch erneute Umlagerung möglicherweise wieder so zu liegen kommen, dass eine Keimung möglich ist. Bekannt ist, dass *M. germanica* keine persistente Diasporenbank ausbildet (MÜLLER & SCHARM 2001). Eine kurzzeitig transiente Diasporenbank ist aber mit unseren Untersuchungen nachgewiesen.

Das Problem ist, dass ein geeigneter „Safe Site“ für eine Diaspore nicht unbedingt ein „Safe Site“ für einen Keimling sein muss. Optimale Bedingungen treten sowohl räumlich als auch zeitlich schwankend und selten auf, die Frequenzen erfolgreicher Besiedlung durch die Deutsche Tamariske sind daher sehr niedrig (BILL 2000).

Umso wichtiger ist es, dass die Samen die feuchten Keimbedingungen im Wasser nutzen und mit dem Transportmedium Wasser neue geeignete Habitats erreichen können, wie dies bereits von BILL et al. (1997) bzw. BILL (2000) sowie LANZ & STECHER (2009) vermutet wurde.

Ein Vergleich der Häufigkeiten von Keimlingen (Abb. 10, Abb. 11) und Einjährigen (Abb. 12, Abb. 13) am Standort Kleblach zeigt sehr deutlich, dass nur ein minimaler Anteil der Keimlinge tatsächlich anwächst. Nur die allerwenigsten *M. germanica*-Keimlinge (Abb. 20) überleben das erste Jahr.

Auffällig war, dass am Standort Kleblach die meisten Keimlinge dort keimten, wo die vitalsten Tamarisken mit dem höchsten Fruchtansatz wuchsen. Dies kann durchaus mit dem extrem hohen Diasporendruck der Mutterpflanzen erklärt werden, der nach eigenen Beobachtungen (LENER 2011) exponentiell abnimmt, was sich mit den Ergebnissen von LANZ & STECHER (2009) deckt. BILL (2000) stellte dazu fest, dass die Tamariske hohe Umlagerungshäufigkeiten ihres Standorts nicht durch eine entsprechende Besiedlung neuer Flächen ausgleichen kann, vielmehr ist ihre Überlebensstrategie eher auf ein Beharren einmal besetzter Standorte ausgerichtet. Die von BILL (2000) angeführten Merkmale deuten auf eine hohe Störungstoleranz der Art hin. Dass sich *M. germanica* bereits im zweiten Jahr reproduzieren kann (WITTMANN & RÜCKER 2006) und sehr viele Diasporen bildet, zeigen aber auch eine gewisse R-Kompetenz der Art (GRIME 2001). Die geringe Überlebensfähigkeit und langsame Entwicklung der Sämlinge verhindert eine Besiedlung neuer Standorte in hoher Zahl. Dennoch ist es aus der Sicht der Art sinnvoll, trotz der Zähigkeit, mit der einmal besiedelte Standorte gehalten werden, immer auch mit ausbreitungsfähigen Diasporen bereit zu stehen, wenn sich Etablierungschancen eröffnen. Die lange Blüh- und Fruchtausbreitungszeit ist ganz offensichtlich in diesem Sinn zu deuten.



Abb. 20: 43 Tage alter Keimling von *Myricaria germanica*; auf Schotter; Botanischer Garten Klagenfurt; Aufnahme vom 25. August 2010.

Eine weitere entscheidende Rolle für das starke Auftreten von Keimlingen im Bestand könnte auch spielen, dass durch den Tamariskenbestand selbst günstige Keim- und Etablierungsbedingungen geschaffen werden (KUDRNOVSKY, mündl. Mitt.), indem beispielsweise im Strömungsschatten der *Myricaria*-Individuen vermehrt feinputikuläres Sediment abgelagert wird.

Nach Studien an Tamariskenbeständen in der Schweiz benötigt die Art zum Keimen schluffige Sedimente (MOOR 1958), was aber nach PETUSCHNIG (1994) und BACHMANN (1997) nicht der Fall sein soll. Eigene Beobachtungen zeigen, dass die Samen bei genügend hoher Feuchtigkeit fast überall und sofort keimen.

Ob ein Standort für einen Keimling günstig ist, hängt vor allem von der Wasserversorgung und somit stark vom Substrat und dessen kapillaren Eigenschaft ab (OPITZ 1993, BILL et al. 1997, MÜLLER 2005, KERBER et al. 2007). Ist der Standort zu trocken, sterben die Keimlinge rasch ab. Genügend Wasser kann entweder direkt vom Fluss bzw. dem Grundwasser stammen, wenn Wasser durch Kapillarkräfte aufsteigt, oder indirekt, wenn nach der Schneeschmelze oder nach einer Überflutung die Wasserpegel sinken und dadurch Wasser durch Saugspannung im Sediment festgehalten wird (MEIER 2008). Eine gute Wasserhaltekapazität setzt Fein- und Mittelporen (0,2 µm bis 10 µm) voraus (OPITZ 1993), die von Feinsand- und Schluffpartikeln gebildet werden (BILL et al. 1997, BILL 2000). Die Sämlinge etablieren sich umso besser, je mehr Feinsand das Substrat enthält (OPITZ 1993, MÜLLER 2005, EGGER et al. 2010). Schotterbänke bestehen zumeist aus Schotter mit einer dazwischen liegenden Matrix aus Sand und Schluff (MEIER 2008). Sind die Sedimente zu grobkörnig, können Keimlinge diese nicht durchwachsen (BILL et al. 1997).

Nach BILL (2000) hängt die Verteilung der Keimlinge nicht von der Entfernung zum bzw. der Höhe über dem nächsten Wasserarm ab. Alle von ihm untersuchten Pionierarten wiesen eine mosaikartige Anordnung im Gelände auf (BILL 2000). Auf die Verteilung der Keimlinge am Standort Kleblach trifft dies ebenfalls zu.

Die „Dynamik“, das heißt die Umlagerungshäufigkeit des Substrats am Standort, ist ein weiterer entscheidender Faktor für das Überleben der Keimlinge (BILL 2000). In der Etablierungsphase der juvenilen Pflanzen dürfen Wasserstandsschwankungen nur sehr gering ausfallen (KAMMERER 2003). Das Substrat darf nicht überspült werden, denn auch die Umlagerung nur kleiner Kornfraktionen führt zum Absterben der Keimlinge (KAMMERER 2003).

Diese Tatsache lässt sich mit der langsamen Entwicklung der Keimlinge erklären (vgl. OPITZ 1993) und ist verantwortlich für die Konkurrenzschwäche der Art gegenüber Weiden und Grauerlen (BILL et al. 1997, WITTMANN & RÜCKER 2006).

Der Sämling investiert in den ersten Monaten in das Wurzelwachstum, wie das Verhältnis der Wurzel- zur Sprosslänge zeigt (OPITZ 1993). Die Primärwurzeln der Keimlinge müssen deshalb schnell wachsen, damit sie die tieferen und damit feuchteren Sedimentschichten erreichen können (BILL et al. 1997, BILL 2000). Eigene Beobachtungen könnten darauf hinweisen, dass oberflächlich ausgetrocknetes Substrat selbst in wenigen Zentimetern Tiefe noch immer feucht bleibt. Die gemessene

Wachstumsgeschwindigkeit der Primärwurzel von nur 0,11 cm pro Tag ist dennoch sehr niedrig (LENER 2011). Dass das Wurzelwachstum der Keimlinge verhältnismässig langsam verläuft, zeigten auch Beobachtungen von WITTMANN & RÜCKER (2006).

M. germanica kann in der ersten Phase, von der Keimung bis zur Ausbildung tief gehender Wurzeln, nur unter günstigen Bedingungen überleben (PETUTSCHNIG 1994), dies stellt somit eine limitierende Schlüsselfunktion im Lebenszyklus der Art dar. Hat *M. germanica* mit ihren Wurzeln Zugang zum Grundwasser, übersteht sie oberflächliche Austrocknungen oder Sedimentation unbeschadet (BILL et al. 1997, KAMMERER 2003, KERBER et al. 2007).

M. germanica hat auch das Problem zu überwinden, dass sie durch die geringe Größe der Samen sehr von der Nährstoffversorgung der Keimstelle während des Etablierungswachstums abhängt. Wenn die Start-Biomasse wie bei *Myricaria* sehr klein ist und der Standort nährstofflimitiert (grobskelettreiches Sediment), dann wächst bei schlechter Nährstoffversorgung sicher auch die Primärwurzel nur langsam aus. Individuen, die günstigere Nährstoffversorgung erfahren, können sich schneller etablieren, penetrieren das Substrat rascher bis zu tieferliegenden regelmäßig Wasser führenden Schichten und können auch durch basale Bestockung erstarken.

Im zweiten Jahr kann eine deutlichere Wachstumsphase beobachtet werden (WITTMANN & RÜCKER 2006), die dann auch zu einer stärkeren basalen Verholzung der juvenilen Pflanzen (KAMMERER 2003) und unter günstigen Bedingungen bereits zum Blühen und Fruchten führt (PETUTSCHNIG 1994).

M. germanica besitzt außerordentlich gute Reproduktions- und Ausbreitungseigenschaften (BILL 2000). Der Fruchtsatz und somit auch die Diasporenproduktion steigen mit der Größe der Pflanze sehr stark an, die Summe der Diasporen pro Pflanze ist beeindruckend. Je nach Größenklasse können von einem einzigen Individuum 9.000 bis 12.700.000 Samen produziert werden (LENER 2011). Schätzwerte von BILL (2000) ergaben eine Zahl von 12.000 bis 15.000 Diasporen pro Individuum, während die Ergebnisse von LANZ & STECHER (2009) mit 7.300.000 Samen ähnliche Werte wie LENER (2011) in Kleblach nachweisen konnten. Durch diese hohe Diasporenanzahl pro Individuum und der guten Flugfähigkeit der Samen ist es auch plausibel, dass die Art Lebensräume in sehr großen Distanzen erreichen kann (BILL 2000).

Der Vorteil von *M. germanica* als adulte Pflanze gegenüber anderen Konkurrenten liegt an der hervorragenden Anpassung an die Hochwaserdynamik. Die Deutsche Tamariske kann sich an Standorten, welche durch Überschwemmungen und Umlagerungen immer wieder gestört werden, besser halten als andere Pionierarten (BILL 2000). Überschooterte Individuen treiben wieder aus und sind in der Lage, eine mehr als 25 cm dicke Sedimentschicht zu durchwachsen (BILL et al. 1997). Die Bedeutung der Überschüttung liegt zum einen in dem dadurch induzierten Neuaustrieb der Bestände, aber auch vor allem darin, dass fast alle Konkurrenten der Deutschen Tamariske diese Dynamik nicht überleben oder zumindest niedrig gehalten werden (BILL et al. 1997). Die extrem hohe Störungstoleranz etablierter Individuen bringt der Deutschen Tamariske somit starke Konkurrenzvorteile gegenüber den anderen Ge-

hölzen dieser Habitats. Bleibt die Störung aus, wird *M. germanica* von reiferen Stadien in der Sukzessionsfolge, vor allem von Weiden-Gebüsch abgelöst und verdrängt (KAMMERER 2003). Entscheidend für die langfristige Erhaltung vitaler Bestände ist daher eine naturnahe Hochwasser- und Geschiebedynamik (BILL 2001).

Das Höchstalter von Pflanzen unterliegt einer standörtlich und zeitlich bedingten Variabilität. Der Tod der Individuen oder zumindest das Absterben von Pflanzenteilen ist nach SCHWEINGRUBER et al. (2007) vermutlich genetisch determiniert, die maximalen Altersgrenzen werden aber von standörtlichen Verhältnissen verändert und modifiziert. Die eigenen Altersbestimmungen wie auch jene der zitierten Autoren zeigen, dass die Tamarisken eine verhältnismäßig lange Lebensdauer erreichen können. Am Lech, auf Standorten mit eher ungünstigeren Bedingungen, kommen zum Teil ziemlich alte, sehr klein gebliebene Sträucher vor. Aufgrund der relativ langen Lebensdauer ist *M. germanica* auch an eine temporäre Isolation angepasst bzw. stellt ein vorübergehendes Fehlen geeigneter Besiedlungsstandorte mittelfristig für die Art kein größeres Problem dar (BILL et al. 1997).

Unter optimalen Verhältnissen, wie diese aktuell in Kleblach vorhanden sind, wachsen die Pflanzen allerdings sehr rasch und nehmen schnell an Größe zu, was sich vor allem positiv auf den Fruchtansatz und die Anzahl der produzierten Früchte auswirkt. Eine hohe Diasporenproduktion bedeutet wiederum, dass die Besiedlungschancen der Art am Standort und darüber hinaus stark erhöht werden.

Die Ergebnisse der Arbeit bestätigen, dass der Entwicklungs- und Etablierungserfolg von *M. germanica* an der Oberen Drau vor allem von der Qualität des Standorts und den Habitatbedingungen abhängt. Die Deutsche Tamariske hat in jedem Lebensabschnitt ganz spezifische Ansprüche an ihren Lebensraum: Keimlinge benötigen offene, gut durchfeuchtete frisch angelandete Standorte, während adulte Pflanzen Standorte mit hoher Dynamik benötigen, die dadurch konkurrenzfrei bleiben.

Für die Aufrechterhaltung von stabilen Populationen an der Oberen Drau wird es von Bedeutung sein, dass genügend, in entsprechend kurzer Distanz zu Quellpopulationen gelegene, geeignete Standorte zur Verfügung stehen. Um das dauerhafte Überleben der Populationen in einem so dynamischen Lebensraum zu gewährleisten, ist es wesentlich, dass diese Habitats eine gewisse Mindestgröße besitzen und die Lebensräume untereinander ausreichend vernetzt sind (WERTH et al. 2012a, WERTH et al. 2012b). Teilpopulationen, die lokal wieder aussterben, müssen in der Lage sein, vorher andernorts neue Subpopulationen zu gründen (vgl. MÜLLER 2007). Untersuchungen an Tamariskenpopulationen im Alpenraum der Schweiz (WERTH et al. 2012a) und der Isar in Deutschland (WERTH et al. 2012b) haben gezeigt, dass diese sich durch eine hohe genetische Vielfalt auszeichnen. Von entsprechender Bedeutung ist es daher auch, dass für Wiederansiedlungsaktionen möglichst auf die lokalen Genotypen zurückgegriffen wird.

LITERATUR

- BACHMANN J. (1997): Ökologie und Verbreitung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* DESV.) in Südtirol und deren Pflanzensoziologische Stellung. Diplomarbeit. Universität Wien, Wien, 91 S.
- BILL H. C. (2000): Besiedlungsdynamik und Populationsbiologie charakteristischer Pionierpflanzenarten nordalpiner Wildflüsse. Wissenschaft in Dissertationen. Band 557. Zugl.: Dissertation. Görlich & Weiershäuser GmbH, Marburg, 202 S. + Anhang.
- BILL H. C. (2001): Die Obere Isar – letzte Reste einer bayrischen Wildflusslandschaft. Flusslandschaften im Wandel – Veränderung und weitere Entwicklung von Wildflusslandschaften am Beispiel des alpenbürtigen Lechs und der Isar. Laufener Seminarbeiträge 03/10: 35–45, Laufen.
- BILL H. C., SPAHN P., REICH M. & PLACHTER H. (1997): Bestandsveränderungen und Besiedlungsdynamik der Deutschen Tamariske, *Myricaria germanica* (L.) Desv., an der Oberen Isar (Bayern). Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz. 6. (3): 137–150.
- BOHLE K. (1987): Verbreitung und Häufigkeit seltener Pflanzengesellschaften in Vorarlberg – Teil 2: Zwergrohrkolbenröhrichte (*Equiseto-Typhetum minima*) und Myrtengebüsche (*Salici-Myricarium*). Diplomarbeit. Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Innsbruck, 119 S.
- DANICZEK M. (2003): Flussmorphologisches Monitoring an der Oberen Drau nach baulichen Eingriffen im Hinblick auf die ökologische Funktionsfähigkeit. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien, Wien, 146 S.
- DIXON M. D. & TURNER M. G. (2006): Simulated recruitment of riparian trees and shrubs under natural and regulated flow regimes on the Wisconsin River, USA. *River Research and Applications*. 22. (10): 1057–1083.
- EGGER G. & AIGNER S. (2003): Monitoringprogramm Life-Natur-Projekt „Wildflusslandschaft Tiroler Lech“ Vegetationsmonitoring Lech-Maßnahmenabschnitte & Lech-Zubringer, Kleinmaßnahmen Lech-Lüss-System. Projektbericht Institut für Ökologie und Umweltplanung, Klagenfurt, 100 S.
- EGGER G., AIGNER S. & ANGERMANN K. (2007): Vegetationsdynamik einer alpinen Wildflusslandschaft und Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen auf das Störungsregime, dargestellt am Beispiel des Tiroler Lechs. *Jahrbuch Verein zum Schutz der Bergwelt*, 72: 5–54, München.
- EGGER G., ANGERMANN K. & GRUBER A. (2010): Wiederansiedlung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) in Kärnten. *Carinthia II*. 200./120: 393–418, Klagenfurt.
- EGGER G., WRBKA-FUCHSIG I., PETUTSCHNIG W., PETUTSCHNIG J. & DRESCHER A. (1995): Landschaftspflegeplan Baldramsdorfer Feld und Schutzgebietskonzept Obere Drau – Teil 2: Schutzkonzept der Drauaue zwischen Lendorf und Spittal (Kärnten). *Naturschutz in Kärnten* (Amt der Kärntner Landesregierung), Band 14: 97–172, Klagenfurt.
- EGGER G., EXNER A. & KOMPOSCH C. (2009): Die Dynamik der Au – Treibende Kräfte der Veränderung. In: EGGER G., MICHOR K., MUHAR S. & BEDNAR B. (Ed.). *Flüsse in Österreich – Lebensader für Mensch, Natur und Wirtschaft*. Studienverlag, 66–75, Innsbruck, Bozen, Wien.
- EGGER G., GRUBER A., AIGNER S., LENER F., MELCHER D., BRUNNER D. & MERKAČ N. (2012): Monitoring Natura-2000-Gebiet „Obere Drau“ – Begleitende Untersuchungen zum LIFE-II-Projekt-Analyse und Bilanz der Schutzobjekte Lebensraumtypen und Vegetation, Projektbericht eb&p Umweltbüro GmbH, Klagenfurt, 332 S. + Anhang.
- ELLENBERG H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*: In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart, 1095 S.
- ESSL F., DIRNBÖCK T., DULLINGER S. & WENZL M. (2000): Bemerkenswerte Gefäßpflanzenfunde aus dem Salzatal (Steiermark). *Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark*. Band 130: 121–132 S., Graz.

Dank

Für die Unterstützung der Projekte an der Oberen Drau möchten wir uns bei Ing. Herbert Mandler, Unterabteilung Wasserwirtschaft Spittal an der Drau der Abteilung 8 (Kompetenzzentrum Umwelt, Wasser und Naturschutz) des Amtes der Kärntner Landesregierung bedanken. Bedanken möchten wir uns ganz besonders bei Mag. Dr. Roland K. Eberwein, Leiter der Abteilung und des Kärntner Botanikzentrums mit Botanischem Garten, welcher uns die Räumlichkeiten des Botanischen Gartens zur Verfügung stellte. Für die fachliche Unterstützung möchten wir uns bei Dr. Mag. Werner Petutschnig, Unterabteilung Naturschutz der Abteilung 8 (Kompetenzzentrum Umwelt, Wasser und Naturschutz) des Amtes der Kärntner Landesregierung, und Mag. Helmut Kurdnovsky sowie DI Anna Gruber und Mag. Dr. Susanne Aigner (beide eb&p Umweltbüro GmbH) sehr herzlich bedanken!

- FISCHER M. A., OSWALD K. & ADLER W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Aufl. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der oberösterreichischen Landesmuseen, Linz, 1391 S.
- FRISENDAHL A. (1921): *Myricaria germanica* (L.) DESV. Acta Florae Sueciae. 1: 265–304 S.
- GATSUK L. E., SMIRNOVA O. V., VORONTOVA L. I., ZAUGOLNOVA L. B. & ZHUKOVA L. A. (1980): Age States of Plants of Various Growth Forms: A Review. Journal of Ecology. Vol. 68: 675–696 S.
- GRIME J. P. (2001): Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties. 2nd ed. John Wiley & Sons. Ltd., Chichester, 349 S.
- HABERSACK H. & SEREINIG N. (2004): Die Obere Drau – eine Flusscharakterisierung. In: PETUTSCHNIG W. & HONSIG-ERLENBURG W. (Ed.): Das Obere Drautal – Tiere, Pflanzen und Lebensräume einer inneralpinen Flusslandschaft. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten Carinthia II. 61. Sonderheft: 24–41 S., Klagenfurt.
- HARTL H., KNIELY G., LEUTE G. H., NIKLFELD H. & PERKO M. (1992): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Kärntens. Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten. Klagenfurt, 452 S.
- HEGI G. (1975): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band 5, Teil 1. Berlin, Hamburg. Paul Parey.
- KAMMERER H. (2003): Artenschutzprojekt Deutsche Tamariske – Möglichkeiten und Aussichten einer Wiederansiedelung von *Myricaria germanica* im Gesäuse. Stipa – Technisches Büro für Ökologie, Graz, 29 S.
- KAMMERER H. (2009): Machbarkeitsstudie Deutsche Tamariske, *Myricaria germanica*, im Gesäuse. Stipa – Technisches Büro für Ökologie (Auftraggeber: Nationalpark Gesäuse GmbH), Auf der Leber, 94 S.
- KÄSTNER A. & KARRER G. (1995): Übersicht der Wuchsformtypen als Grundlage für deren Erfassung in der „Flora von Österreich“. F.A.N. Florae Austriacae Novitates. 3: 1–31 S.
- KERBER M. (2003): Untersuchungen zur Ökophysiologie von *Myricaria germanica* und *Pinus sylvestris* am Tiroler Lech. Diplomarbeit. Leopold-Franzens-Universität Innsbruck. Innsbruck, 74 S.
- KERBER M., MAYER S. & BAUER H. (2007): Auswirkungen von Überflutung des Wurzelraumes auf Photosynthese und Besiedlungsdynamik von *Myricaria germanica* und *Pinus sylvestris*. Natur in Tirol – Beiträge der Abteilung Umweltschutz: International LIFE-Symposium – Riverine Landscapes: Restoration Flood Protection Conservation Band 13: 164–179 S.
- KEUSCH C., EGGER G., KIRCHMEIER H., JUNGMEIER M., PETUTSCHNIG W., GLATZ S. & AIGNER S. (2010): Aktualisierung der Roten Liste gefährdeter Biotoptypen Kärntens. In: Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 20 – Landesplanung: Kärntner Naturschutzberichte. Band 13: 39–69 S., Klagenfurt.
- KNIELY G., NIKLFELD H. & SCHRATT-EHRENDORFER L. (1995): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Kärntens. In: Carinthia II, Jg. 185/105: 353–392 S., Klagenfurt.
- KUCHER T., AIGNER S. & EGGER G. (2003): LIFE-Projekt „Auenverbund Oberes Drautal“ – Monitoring Vegetation. Projektbericht. Institut für Ökologie und Umweltplanung (Auftraggeber: Amt der Kärntner Landesregierung), Dezember 2003, Klagenfurt. S.113 + Anhang.
- KUDRNOVSKY H. (2002): Die Deutsche Tamariske an der Isel – Ergebnisse der Kartierung im Auftrag des Österreichischen Alpenvereins – Fachabteilung Raumplanung – Naturschutz Oktober 2002.
- KUDRNOVSKY H. (2005): Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) und ihre FFH-Ausweisung in Österreich – Unpub. Studie ÖAV. Lienz.
- KUDRNOVSKY H. (2007): Bestände der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) an Isel, Schwarzach, Kalserbach und Tauernbach in Osttirol. Österreichischer Alpenverein – Fachabteilung Raumplanung – Naturschutz, Innsbruck.

- KUDRNOVSKY H. (2011): Natura 2000 und Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica* (LRT 3230). Im Auftrag des Österreichischen Alpenvereins und des österreichischen Umweldachverbandes; Innsbruck, Wien: 30 S.
- LANZ T. & STECHER R. (2009): Untersuchungen zur Samenproduktion und -ausbreitung einer Kleinpopulation von *Myricaria germanica* an der Sense – Teilprojekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Integrales Flussgebietsmanagement“. Praktikumsarbeit. IKAÖ Bern und WSL Birmensdorf. 91 S.
- LATZIN S. & SCHRATT-EHRENDORFER L. (2005): Wiederansiedlung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) im Nationalpark Donau-Auen. Endbericht – Unveröff. Fachbericht (Institut für Botanik). Wien.
- LENER F. (2011): Etablierung und Entwicklung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) an der oberen Drau in Kärnten. Diplomarbeit, Universität Wien, Wien, 203 S.
- LGBI. Nr. 9/2007 5. Stück. 2011. Fundort: Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) [Online]. Verfügbar: www.ris.bka.gv.at. Abgefragt am: 15.05.2011.
- MANDLER H., PETUTSCHNIG W. & SEREINIG N. (Ed.) (2003): LIFE-Projekt Auenverbund Obere Drau. Bundeswasserbauverwaltung, vertreten durch Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 18 – Wasserwirtschaft. Endbericht, Klagenfurt. 135 S.
- MEIER C. I. (2008): Cottonwood Establishment in a Gravel-Bed River. Dissertation. University of Montana. 140 S.
- MEUSEL H., ECKEHART J., RAUSCHERT S. & WEINERT E. (Ed.) (1978): Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Band II. Textband. Gustav FISCHER Verlag, Jena, 418 S.
- MOOR M. (1958): Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. In: Mitteilung Schweizer Anstalt für forstliches Versuchswesen. H. 34: 221–359 S.
- MÜLLER N. & SCHARM S. (2001): The importance of seed rain and seed bank for the re-colonization of gravel bars in alpine rivers. Papers in commemoration of Prof. Dr. S. Okuda's retirement: Studies on the vegetation of alluvial plants, Yokohama. 127–140 S.
- MÜLLER N. (2005): Die herausragende Stellung des Tagliamento (Friaul, Italien) im Europäischen Schutzgebietssystem NATURA 2000. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt. Bd. 70: 19–35 S., München.
- MÜLLER N. (2007): Zur Wiederansiedlung des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe) in den Alpen – eine Zielart alpiner Flusslandschaften. Natur in Tirol. Bd. 13: 180–193 S., Innsbruck.
- NIKL FELD H. (1999): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. Band 10. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Wien, 292 S.
- OPITZ M. (1993): Untersuchungen zur generativen und vegetativen Vermehrung von *Myricaria germanica* (L) DESV.. Diplomarbeit. Ludwig-Maximilians-Universität München. München, 78 S.
- PACHER D. (1887): Systematische Aufzählung der in Kärnten wildwachsenden Gefäßpflanzen. I. Theil: Gefäßpflanzen. I. Abtheilung: Akotyledones, Monokotyledones. II. Abtheilung: Dicotylédones. III. Abtheilung: Dicotylédones dialypetalae. In: PACHER D. & JABORNEGG M. (Ed.) 1881–1894. Flora von Kärnten. Kleinmayr, Klagenfurt.
- PETUTSCHNIG W. (1994): Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) in Kärnten. In: Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten: Carinthia II, Jg. 184/104: 19–30, Klagenfurt.
- PETUTSCHNIG W. (2009): Die Deutsche Tamariske – Eine gelungene Wiederansiedlung an der Oberen Drau in Kärnten. In: EGGER G., MICHOR K., MUHAR S. & BEDNAR B. (Ed.) Flüsse in Österreich – Lebensader für Mensch, Natur und Wirtschaft. Studienverlag. 284–287 S., Innsbruck, Wien, Bozen.

- PICHLER R., UNTERLERCHER M., MAIRAMHOF C., MANDLER H., PETUTSCHNIG W. & SEREINIG N. (2003): LIFE-Projekt Auenverbund Obere Drau (01.04.1999–31.12.2003): Endbericht (LIFE99 NAT/A/006955). Auftraggeber: Bundeswasserbauverwaltung (Amt der Kärntner Landesregierung). Klagenfurt, 130 S.
- RL 92/43/EWG ABL 1992 L 206 idf ABL 1996 L 59. 2011. Fundort: Eur-Lex – Der Zugang zum EU-Recht [Online]. © Europäische Union. Verfügbar: <http://eur-lex.europa.eu/>. [05.05.2011]. Abgefragt am: 15.05.2011.
- SCHIEGL R., MARK-STÖHR B., HÜTTMEIR U., JERABEK M., KRAINER K. & REITER G. (2003): LIFE-Natur-Projekt „Auenverbund Obere Drau“, Naturraummanagement – Endbericht (2003/09/156–3). Arge Naturschutz (Amt der Kärntner Landesregierung). Oktober 2003. Klagenfurt.
- SCHÖBER S. (2006): Flussmorphologische Prozesse am Beispiel alpiner Einzugsgebiete (Dissertationen der Universität für Bodenkultur). Band 62. Dissertation. Verlag Guthmann-Petersond. Wien/Mülheim a. d. Ruhr, 295 S.
- SCHWEINGRUBER F. H., MÜNCH A. & SCHWARZ R. (2007): Dendrochronologie von Kräutern und Sträuchern im Vorfeld des Morteratschgletschers. *Bauhinia – Dendrochronologie*. 20: 5–17 S.
- STAFFLER H. (2000): Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) Bepflanzung und Pflege von verbauten Bachböschungen in Südtirol. Fließgewässer erhalten und entwickeln. 128: 67–71 S.
- THOMÉ O. W. 1905. Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz, Gera [Online]. © Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, Kurt Stueber. Verfügbar: www.BioLib.de. Abgefragt am: 04.05.2011.
- WITTMANN H. & RÜCKER T. (2006): Über ein Wiederansiedlungsprojekt der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) im Bundesland Salzburg (Österreich). *Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs*. 16: 91–103 S.
- ZIMMERMANN A., KNIELY G., MELZER H., MAURER W. & HÖLLRIEGL R. (Ed.) (1989): Atlas gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen der Steiermark. Graz. Mitt. Abt. Bot. Landesmuseum Joanneum Graz 18/19: 1–302.
- ZIMMERMANN K. (2009): Keimverhalten und Sämlingsentwicklung mehrerer Laubbaumarten bei unterschiedlicher Samenlagerung unter seminaturlichen Bedingungen und in einem buchendominierten Laubmischbestand eines Kalkstandortes. Schriftenreihe Freiburger forstliche Forschung; 41 (Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Waldbau-Inst.) Freiburg (Breisgau), Albert-Ludwigs-Universität und Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt – Zugl. Univ., Diss., 2008. 41. Baden-Württemberg, 174 S.
- WERTH S., ALP M., KARPATI T., GOSTNER W., SCHEIDEGGER C. & PETER A. (2012a): Biodiversität in Fließgewässern. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. BAFU, Bern. Merkblatt 2, 5 S.
- WERTH S., ALP M., JUNKER J., KARPATI T., WEIBEL D., PETER A. & SCHEIDEGGER C. (2012b): Vernetzung von Fließgewässern. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. BAFU, Bern. Merkblatt 4, 8 S.

Anschriften der Autoren

Mag. Felicia
Pia Lener,
Goldschlag-
straße 98/32,
1150 Wien,
E-Mail: felicia_
lener@hotmail.com

PD Mag.
Dr. Gregory Egger,
Umweltbüro GmbH,
Bahnhofstraße 39,
9020 Klagenfurt,
E-Mail:
gregory.egger@
umweltbuero.at

Ao. Univ.-Prof. Mag.
Dr. Gerhard Karrer,
Universität für
Bodenkultur,
Institut für Botanik,
Gregor-Mendel-
Straße 33,
1180 Wien,
E-Mail: gerhard.
karrer@boku.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [203_123](#)

Autor(en)/Author(s): Lener Felicia Pia, Egger Gregory, Karrer Gerhard

Artikel/Article: [Sprossaufbau und Entwicklung der Deutschen Tamariske \(*Myricaria germanica*\) an der Oberen Drau \(Kärnten, Österreich\). 515-552](#)