



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Etablierung und Entwicklung der Deutschen Tamariske
(*Myricaria germanica*) an der oberen Drau in Kärnten

Verfasserin

Felicia Pia LENER

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 444

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Ökologie

Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Gerhard Karrer

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	7
--------------------	---

I. MATERIAL

2. Deutsche Tamariske (<i>Myricaria germanica</i> (L.) DESV.)	13
2.1 Wuchsform und Ökologie.....	13
2.2 Taxonomie und Verbreitung	18
2.3 Pflanzensoziologische Stellung und ökologische Bedingungen am Standort.....	20
2.3.1 Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. 1948 (Steinschutt- und Geröllfluren).....	22
2.3.2 Salicetea purpureae Moor 1958 (Uferweidenwälder und -gebüsche).....	24
3. Die Drau und das obere Drautal als Lebensraum	26
3.1 Geografische Lage	26
3.2 Einzugsgebiet.....	26
3.3 Geologie und Talmorphologie	27
3.4 Klima	27
3.5 Hydrologie	28
3.6 Flusstypisierung	28
3.7 Situation an der oberen Drau.....	29
3.8 Auwaldentwicklung an der oberen Drau	30
3.9 LIFE-Projekt und Revitalisierung	30
3.10 Tamariskenbestand an der oberen Drau	31
3.10.1 Initialpflanzungen von 2000 bis 2003.....	31
3.10.2 Initialpflanzungen von 2007 bis 2008.....	32
3.10.3 Tamariskenbestände 2010.....	32

II. METHODIK

4. Untersuchungsgebiete	35
4.1 Kleblach.....	35
4.2 Schottergrube Kellerberg	37
4.3 Lechauen.....	38
4.4 Labor und Gewächshaus.....	38

5. Untersuchungen zum Standort Kleblach	39
5.1 <i>Vegetation am Standort Kleblach</i>	39
5.2 <i>Myricaria germanica am Standort Kleblach.....</i>	42
5.2.1 Vorkommenshäufigkeit von Größenklassen	42
5.2.2 Blüh- und Fruchtklassen	45
5.2.3 Diasporendruck der <i>Myricaria</i> -Population am Standort Kleblach.....	46
5.3 <i>Wasserstände am Standort Kleblach.....</i>	47
6. Lebenszyklus von <i>Myricaria germanica</i>	48
6.1 <i>Keimung.....</i>	48
6.1.1 Keimversuche im Wasser	48
6.2 <i>Besiedlung, Entwicklung und Etablierung.....</i>	52
6.2.1 Nähe der Keimlinge zur Mutterpflanze.....	52
6.2.2 Wurzelwachstum	54
6.3 <i>Adulte reproduktive Pflanzen.....</i>	56
6.3.1 Phänologie der Referenztriebe.....	56
6.3.2 Diasporenproduktion.....	58
6.3.3 Sprossaufbau von <i>Myricaria germanica</i>	60
6.3.4 Diasporeneintrag in den Samenfallen	62
6.4 <i>Pflanzenalter und Absterbephase.....</i>	66
6.4.1 Altersbestimmung	66
7. Statistische Auswertung und grafische Darstellung	67

III. ERGEBNISSE

8. Untersuchungen zum Standort Kleblach	71
8.1 <i>Vegetation am Standort Kleblach</i>	71
8.2 <i>Myricaria germanica am Standort Kleblach.....</i>	75
8.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge	75
8.2.2 Räumliche Verteilung der Einjährigen	77
8.2.3 Verteilung der Größenklassen und Deckung.....	79
8.2.4 Diasporendruck der <i>Myricaria</i> -Population am Standort Kleblach.....	84
8.3 <i>Wasserstände am Standort Kleblach.....</i>	92
9. Lebenszyklus von <i>Myricaria germanica</i>	95
9.1 <i>Keimung.....</i>	95

9.1.1	Keimversuche im Wasser.....	95
9.2	<i>Besiedlung, Entwicklung und Etablierung</i>	106
9.2.1	Nähe der Keimlinge zur Mutterpflanze.....	106
9.2.2	Wurzelwachstum.....	111
9.3	<i>Adulte reproduktive Pflanzen</i>	114
9.3.1	Phänologie der Referenztriebe.....	114
9.3.2	Diasporenproduktion	115
9.3.3	Sprossaufbau von <i>Myricaria germanica</i>	121
9.3.4	Diasporeneintrag in den Samenfallen.....	126
9.4	<i>Pflanzenalter und Absterbephase</i>	130
9.4.1	Altersbestimmung.....	130

IV. DISKUSSION

10. Untersuchungen zum Standort Kleblach	137
10.1 <i>Vegetation am Standort Kleblach</i>	137
10.2 <i>Myricaria germanica am Standort Kleblach</i>	138
10.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge	138
10.2.2 Räumliche Verteilung der Einjährigen	140
10.2.3 Verteilung der Größenklassen und Deckung.....	141
10.2.4 Diasporendruck der <i>Myricaria</i> -Population am Standort Kleblach	142
10.3 <i>Wasserstände am Standort Kleblach</i>	142
11. Lebenszyklus von <i>Myricaria germanica</i>	144
11.1 <i>Keimung</i>	144
11.1.1 Keimversuche im Wasser.....	144
11.2 <i>Besiedlung, Entwicklung und Etablierung</i>	146
11.2.1 Nähe der Keimlinge zur Mutterpflanze.....	146
11.2.2 Wurzelwachstum.....	147
11.3 <i>Adulte reproduktive Pflanzen</i>	149
11.3.1 Phänologie der Referenztriebe.....	149
11.3.2 Diasporenproduktion	150
11.3.3 Sprossaufbau von <i>Myricaria germanica</i>	153
11.3.4 Diasporeneintrag in den Samenfallen.....	153
11.4 <i>Pflanzenalter und Absterbephase</i>	155
11.4.1 Altersbestimmung.....	155

V. RESÜMEE

Literaturverzeichnis.....	171
Anhang.....	177
Fotografien.....	189
Kurzfassung.....	197
Abstract.....	198
Danksagung	201
Lebenslauf.....	203

1. Einleitung

Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) 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 hat diese Art infolge der anthropogenen Veränderung der Fließgewässer eine dramatische Reduktion der einstigen Verbreitung erlitten (Kudrnovsky 2005). Flussbauliche Maßnahmen, wie harte Uferverbauungen, Kraftwerksbau und Ableitungen zur Flussregulierung, Ufersicherungen und Wasserkraftnutzung, führten zu einer veränderten Flussmorphologie und so zu einem nahezu vollständigen Verlust geeigneter Lebensräume (Kudrnovsky 2002, Petutschnig 2009, Egger et al. 2010). Entscheidend erwies sich dabei nicht, wie „hart“ die Uferverbauten sind. Nach Wittmann und Rücker (2006) bewirkt auch ein ingenieurbiologisches Weidengeflecht denselben Lebensraumverlust wie eine Betonmauer (Wittmann und Rücker 2006).

M. germanica ist eng an die frühen Pionierstadien der Schotteralluvionen gebunden, sie benötigt offene Standorte wie natürliche Aufweitungs- und Umlagerungsabschnitte, welche frei von konkurrenzstärkeren Pflanzen bleiben. Nur an sehr wenigen Flussstrecken des Alpenraumes ist dies durch eine natürliche Flusssdynamik mit periodischer Umlagerung und ständiger Störung der aufkommenden Vegetation im Zuge von Hochwässern noch gewährleistet (Kudrnovsky 2002, Kudrnovsky 2005, Egger et al. 2010). Bleiben Störungen aus und entwickelt sich die Sukzession in Richtung Auwald, so wird die Tamariske von höher wüchsigen Sträuchern und Bäumen verdrängt (Egger et al. 2010).

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 somit einem europaweiten Schutzstatus (Fundort: Eur-Lex (2011)). In der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (Niklfeld 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 (Egger et al. 2007b).

In der Pflanzenartenschutzverordnung für das Bundesland Kärnten vom 15.02.2007 (**LGBl. Nr. 9/2007, 5. Stück**) wird *M. germanica* als vollkommen geschützte Pflanze (nach §1) ausgewiesen (Fundort: RIS (2011)).

Mit Ausnahme einiger sekundärer Standorte sind die Vorkommen in Österreich auf wenige kleinflächige Bestände beschränkt. Nur in Nord- bzw. Osttirol, insbesondere am Tiroler Abschnitt des Lech und der Isel samt ihrer Zubringer, gibt es noch stabile und teilweise ausgedehnte Bestände (Kerber 2003, Kudrnovsky 2007, Egger et al. 2010).

Auch in Kärnten galt die Art an der oberen Drau bereits als ausgestorben (Pichler et al. 2003). Um den Fortbestand dieser Leitart für dynamische Uferstandorte alpiner Fließgewässer zu gewährleisten, wurde im Rahmen des LIFE-Projekts „Auenverbund Obere Drau“ ein Wiederansiedlungsversuch durchgeführt (Pichler et al. 2003). Die Pflanzenart hat sich in den letzten Jahren speziell in den revitalisierten Drauabschnitten weiter natürlich ausgebreitet (Egger et al. 2011).

Wiederansiedlungsversuche in Österreich sind aber nicht immer erfolgreich (Kammerer 2009). Oft werden die gesamten angepflanzten Bestände nach einem Hochwasserereignis wieder weggerissen. Noch nicht ganz geklärt ist, wann und wie Renaturierungsmaßnahmen tatsächlich sinnvoll bzw. zielführend sind.

Für *M. germanica* steht die Wiederherstellung geeigneter Lebensräume allerdings außer Zweifel, denn sie besitzt aufgrund ihrer sehr spezifischen Lebensraumansprüche einen hohen naturschutzfachlichen Indikatorwert für ökologisch intakte naturnahe Auen und Ufer alpiner Fließgewässer. Sie wird von Egger et al. (2010) als „Flaggschiff-Art“ bezeichnet, das sind Arten, die besonders für den Naturschutz relevant sind, da sie einen hohen Prestige- und/oder Öffentlichkeitswert besitzen bzw. einem breiten Publikum bekannt sind. Letztlich können mittels „Flaggschiff-Arten“ ganze Lebensräume geschützt werden (Nentwig et al. 2004).

Zur Biologie und Ökologie von *M. germanica* steht einige Literatur zur Verfügung:

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) liefert Daten zur Ökophysiologie, und durch Opitz (1993) stehen grundlegende Daten zur generativen und vegetativen Vermehrung der Art zur Verfügung. Bill et al. (1997) bzw. Bill (2000) haben wichtige Daten zur Besiedlungsdynamik und Populationsbiologie von *M. germanica* erhoben.

Aufbauend auf diesen Arbeiten, besonders auf den Untersuchungen von Bill (2000), sollen im Rahmen dieser Diplomarbeit Fragen zur Überlebensstrategie, zur Besiedlungs-, Etablierungs- und Ausbreitungsbiologie der Art an der oberen Drau geklärt werden. Im Speziellen wird auf den Lebenszyklus der Deutschen Tamariske eingegangen (Abbildung 1), zudem sollen Fragen zu den wichtigsten Schlüsselfunktionen der verschiedenen Altersstadien beantwortet werden. Dabei stehen die Analyse der Ansprüche jedes Lebensabschnittes und Schlüsselfaktoren, die das Überleben der Art gewährleisten, im Vordergrund.

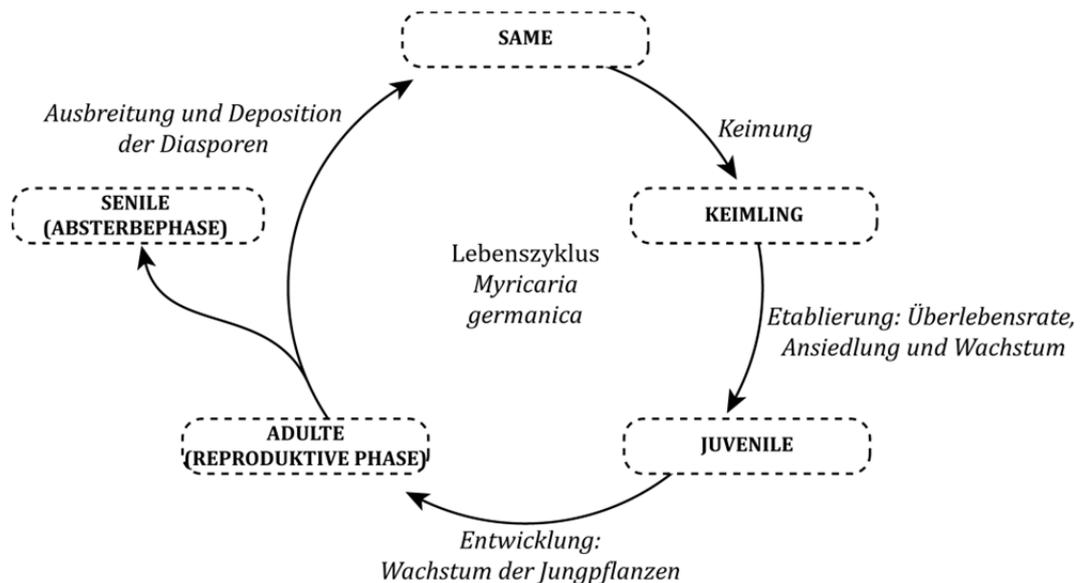


Abbildung 1: Lebenszyklus von *Myricaria germanica*: Altersstadien und die wichtigsten Funktionen im Ablauf dieser Lebensabschnitte in Anlehnung an Gatsuk et al. (1980) sowie Dixon und Turner (2006).

ZIEL DER UNTERSUCHUNG

- **Keimung:** Welche speziellen Bedingungen benötigt die Art zum Keimen? Wie ist das Keimverhalten im Wasser?
- **Etablierung (Ansiedlung und Wachstum):** Wie viele Keimlinge siedeln sich wie weit weg von den Mutterpflanzen im Gelände an bzw. wie sind diese am Standort verteilt? Welche abiotischen Faktoren nehmen Einfluss auf die Besiedlungschancen der Keimlinge? Wie hoch ist die Überlebensrate der Keimlinge? Wie viele Einjährige - Keimlinge des Vorjahres - kommen im Vergleich dazu vor?
- **Entwicklung (Wachstum der Jungpflanzen):** Wie schnell wachsen die Primärwurzeln, wie schnell können die Jungpflanzen tiefer liegende Sedimentschichten erreichen?
- **Ausbreitung und Deposition der Diasporen (reproduktive Phase und phänologische Aspekte):** Wie viele Samen befinden sich im Mittel in einer Frucht, wie viele Fruchtknoten befinden sich im Schnitt auf einem Fruchtstand? Wie hoch ist die Diasporenproduktion pro Individuum? Inwieweit hängt der Fruchtansatz von der Größe und Vitalität der Pflanze ab? Wie lange und intensiv blühen die Tamarisken bzw. wovon hängt der Blüh- und Fruchtzeitraum ab? Wie weit und in welcher Menge werden die Diasporen verbreitet? Wie nimmt der Diasporendruck mit der Entfernung ab?
- **Senile Phase:** Wie alt werden die Pflanzen bzw. lässt sich das Alter der Pflanzen im Freiland abschätzen? Was für eine Bedeutung hat das Alter einer Tamariskenpopulation?

Mittels dieser Populationsparameter sollen Aussagen über den Zustand und die Zukunft des Tamariskenbestands an der oberen Drau, speziell am Standort Kleblach, getroffen werden. Für diesen Standort stehen bereits exakte Daten zu den Renaturierungsmaßnahmen bzw. zu den Initialpflanzungen zur Verfügung. Daher können genaue Aussagen getroffen werden, wie und in welchem zeitlichen Rahmen sich die Deutsche Tamariske an dem neu geschaffenen Pionierstandort verbreitet hat. Die Ergebnisse sollen als wissenschaftliche Grundlage für die Ausarbeitung mittel- bis langfristiger Schutzmaßnahmen für die Tamariske und deren Habitate dienen.

I. MATERIAL

2. Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.)

2.1 Wuchsform und Ökologie

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 (Hegi 1975, Petutschnig 1994, Kudrnovsky 2002). Die aufrechten, rutenförmigen, gelblichgrünen bis purpurroten Äste verzweigen sich basal sehr stark (Hegi 1975, Kudrnovsky 2002, Kudrnovsky 2005).

M. germanica bildet Langtriebe, die sich sympodial, mit basi- bis mesotoner Förderung des Sprosssystems verzweigen (Karrer, mündl. Mitt.; Abbildung 2 (A)). 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 (Opitz 1993); letztere tragen die einander oft dachziegelartig überdeckenden, schuppenförmigen, graublaugrünen, 2 bis 3 mm langen Laubblätter (Hegi 1975, Petutschnig 1994, Bachmann 1997, Kudrnovsky 2002; Abbildung 2 (A)), welche durch ihren xeromorphen Blattbau das Überdauern der Pflanze bei Trockenheit bzw. Niedrigwasserständen begünstigen (Bill et al. 1997, Kammerer 2003). Die Laubblätter bleiben krautig und fallen im Herbst ab (Opitz 1993).

Das Längenwachstum der Langtriebe endet spätestens nach dem Absterben der terminalen Fruchtstände (Opitz 1993). Zu diesem Zeitpunkt ist das sekundäre Dickenwachstum jedoch noch nicht abgeschlossen (Opitz 1993). Unterhalb des Hauptblütenstandes verholzt der Langtrieb und kann im nächsten Jahr wieder neue Langtriebe hervorbringen (Opitz 1993).

Ein Langtrieb endet in der Regel mit einem traubigen Hauptblütenstand (bzw. -fruchtstand). Unterhalb der Hauptblütenstände können Nebenblütenstände (-fruchtstände) abzweigen (Opitz 1993; Abbildung 25, S.61). 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 (Hegi 1975; Abbildung 2 (B)). Die Blütenstände mit den kleinen, etwa 4 mm langen, blassrosa bis weißen, fünfzähligen Blüten erblühen im Frühsommer von der Traubenbasis aufwärts (Hegi 1975, Petutschnig 1994, Bachmann 1997). Die Blütezeit der Tamariske dauert von Juni bis August (Kudrnovsky 2002, Latzin und Schratt-Ehrendorfer 2005), wobei diese aber von der

Meereshöhe des Standortes und der Wasserversorgung über die Vegetationsperiode hinweg deutlich mitbestimmt wird (Bachmann 1997, Kudernovsky, mündl. Mitt.).



Abbildung 2: **(A)** Kurz- und Langtriebe **(B)** Blütenstand von *Myricaria germanica* (Fotos: © Štěpánka Kalousová aus: Zicha 1999-2011)

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 überlaufenen, pyramidenförmigen, septiziden Kapseln (Opitz 1993, Kammerer 2003). In diesen 12 mm langen und oben zugespitzten Fruchtkapseln entwickeln sich mehr als 100 winzige Samen (Opitz 1993, Petutschnig 1994, Bachmann 1997). Die Kapseln öffnen sich bei Trockenheit (Opitz 1993; Abbildung 3).

Die Samen sind mit einem 5 bis 7 mm langen gestielten Haarschopf ausgestattet, es handelt sich um typische Schirmflieger (Hegi 1975, Bachmann 1997; Abbildung 23, S.58). Sie treten einzeln oder in lockeren, durch den Haarschopf verklumpten Ballen auf (Hegi 1975). Die nach Bill et al. (1997) nur 0,074 mg (+/- 0,002 mg) leichten Samen sind somit für die Fernausbreitung mittels Wind prädestiniert (Latzin und 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 und Stecher 2009) vermutet Staffler (2000) auch eine vegetative Ausbreitung durch Sprosssteile.

Die Samen keimen sehr schnell mit 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; Wasserstandschwankungen sollten laut Kammerer (2003) nur sehr gering ausfallen. In dieser ersten Phase von der Keimung bis zur Ausbildung tiefgehender Wurzeln sind derart günstige Voraussetzungen selten (Petutschnig 1994), daher ist die Besiedlungsdichte durch *M. germanica*-Keimlinge auch in ihrem typischen Lebensraum (Kies- und Schotterbänke mit Überflutungen, Trockenperioden, Übersättigungen durch Geröll) sehr niedrig (Bill 2000).

Die anschließende Entwicklung der Pflanzen verläuft sehr langsam (Bill 2000, Wittmann und 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 *Salix spp* (Weiden) und *Alnus incana* (Grau-Erle) (Bill et al. 1997, Wittmann und Rücker 2006).

Myricaria germanica (L.) DESV.

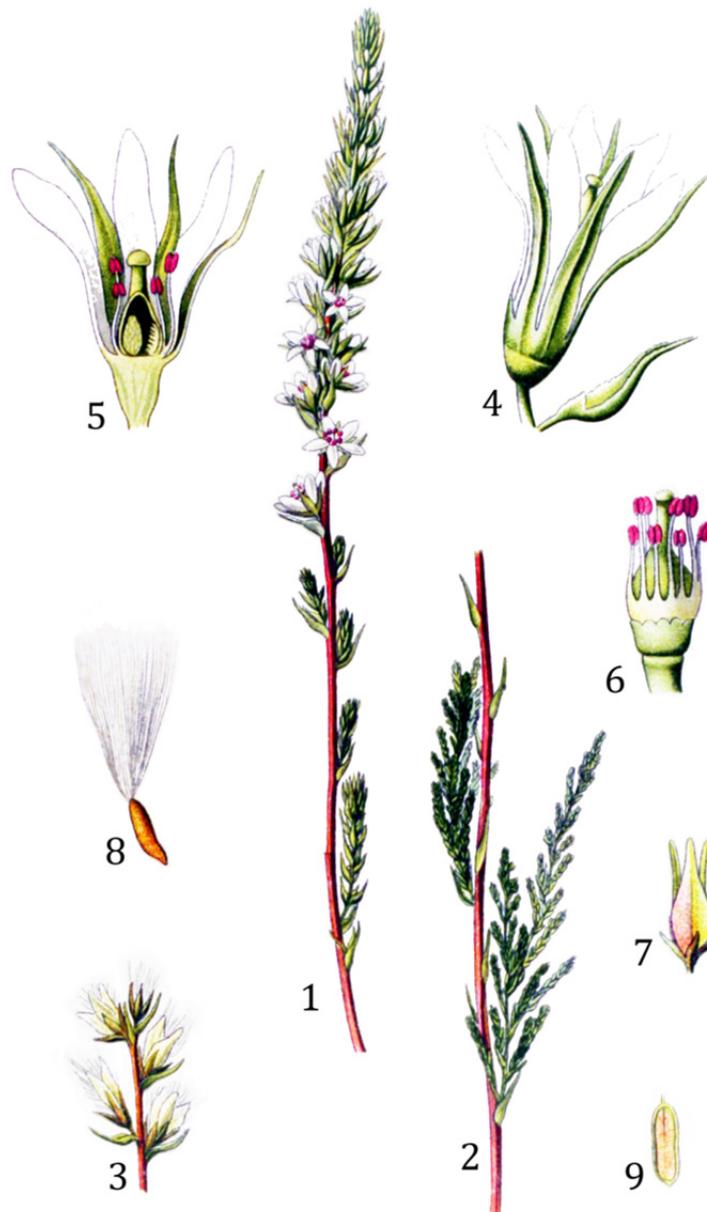


Abbildung 3: *Myricaria germanica*: **(1)** Blühender Sprossteil: Spitze des Langtriebes mit dem endständigen Hauptblütenstand und den darunter liegenden Bereicherungstrieben; letztere entspringen schuppenförmigen Tragblättern **(2)** Teile der blühenden Pflanze: die Laubblätter sind flach, schmal und 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 **(8)** Samen mit dem gestielten Haarschopf **(9)** durchgeschnittene länglich-lineale Samen (Benennung vgl. Hegi 1975); (© Kurt Stueber aus: Thomé 1905, geringfügig verändert).

Als adulte Pflanze ist die Deutsche Tamariske gegen die Flussdynamik hingegen äußerst resistent (Hegi 1975, Kammerer 2003, Kerber et al. 2007). Die Fähigkeit zur vegetativen Erneuerung und sehr guten Regenerationsfähigkeit nach mechanischer Schädigung ist die wichtigste Anpassung von *M. germanica*, die 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 Hochwasser (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, da Tamarisken unter gewissen Umständen die Fähigkeit zur Absenkerbildung besitzen (Opitz 1993). So können im Wasser liegende und vom Substrat überdeckte Langtriebe Wurzel bilden. Ob sich diese in Folge von der Mutterpflanze trennen, ist nicht bekannt (Opitz 1993).

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 daher nur überleben, wenn vom Fluss immer wieder neue geeignete Pionierstandorte geschaffen werden (Egger et al. 2009).

Neben dem Mangel an geeigneten Standorten sind technische Anlagen für den Hochwasserschutz, die das Geschiebe zurückhalten, ein nicht unwesentlicher Grund für den Rückgang der Deutschen Tamariske. Derartige Maßnahmen führen zu einer Eintiefung der Flusssohle (Egger et al. 2010). Die Grundwasseroberfläche unter den Schotterflächen sinkt dadurch ab, 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).

Bei der Angabe des Höchstalters gibt es in der Literatur 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, nimmt er 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 in der Regel nicht älter als 10 bis 15 Jahre werden (Ellenberg 1996, Kudrnovsky 2002).

2.2 Taxonomie und Verbreitung

Mit weltweit vier Gattungen und etwa 100 Arten (Hegi 1975, Meusel et al. 1978) ist die Familie der Tamaricaceae in der temperierten und subtropischen Zone der Alten Welt verbreitet und besiedelt dort vor allem küstennahe und sandige Habitate (Hegi 1975, Kammerer 2003). *M. germanica* ist die einzige in Österreich heimische Vertreterin aus der Familie der Tamariskengewächse (Tamaricaceae) (Hegi 1975).

M. germanica 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; Abbildung 4). Die Art wird als Glazialrelikt angesehen und ist im Allgemeinen sehr wenig veränderlich (Hegi 1975).

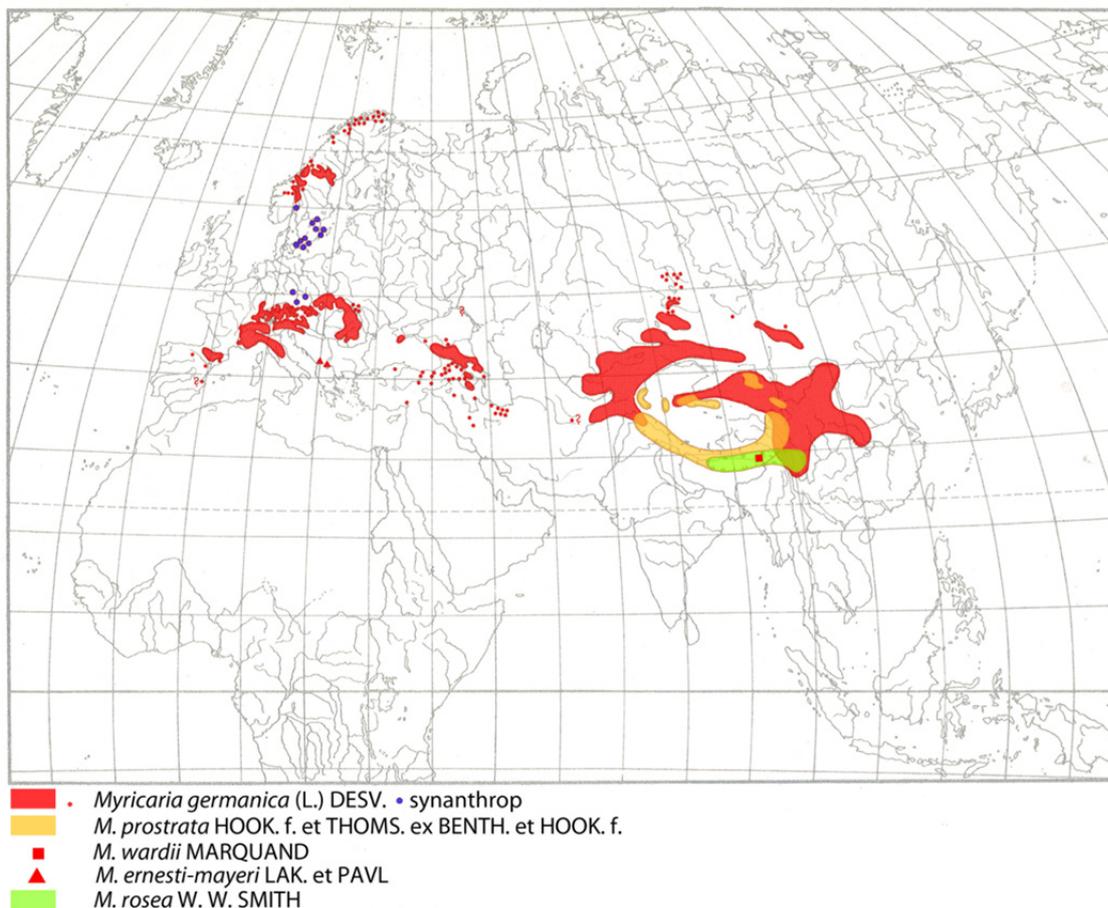


Abbildung 4: Weltweite Verbreitung von *Myricaria germanica* (gerasterte rote Flächen und Einzelpunkte) und nah verwandten Arten (aus Meusel et al. 1978, geringfügig verändert).

In Europa kommt die Art im Wesentlichen von der Ebene über die montane bis in die subalpine Höhenstufe vor. Das höchstgelegene Vorkommen Europas liegt in der Schweiz im Wallis auf 2350 m Seehöhe, wo die Deutsche Tamariske noch auf den Gletschervorfeldern zu finden ist. In Norwegen kommt die Art bis etwa 630 m, in Frankreich von 300 bis 1600 m, in den Bayerischen Alpen bis etwa 1100 m, im Engadin und in Graubünden bis 2000 m und in Tirol bis 2300 m Seehöhe. In Kleinasien ist *M. germanica* in einer Seehöhe von etwa 800 bis

2500 m, in Afghanistan von 1400 bis 2700 m zu finden. In Kaschmir und in Turkestan wächst die Art bis auf 3000 m hinauf, in Südwestchina ist die Deutsche Tamariske zwischen 1300 und 3800 m anzutreffen (Meusel et al. 1978).

M. germanica kommt an den Pionierstandorte der Auen alpiner und voralpiner Flüsse vor (Kudrnovsky 2002). Daneben sind spontane Vorkommen an Sekundärstandorten auf Bahndämmen, lehmigen Wegböschungen, Kies- und Schottergruben bekannt (Hegi 1975, Petutschnig 1994, Bill et al. 1997, Kerber 2003). Anthropogene Standorte, wie zum Beispiel grundwassernahe Kiesgruben, bieten aber nur für kurze Zeit geeignete Lebensbedingungen, da die Pioniervegetation bald von höherwüchsigen Gehölzen überwachsen wird (Petutschnig 1994).

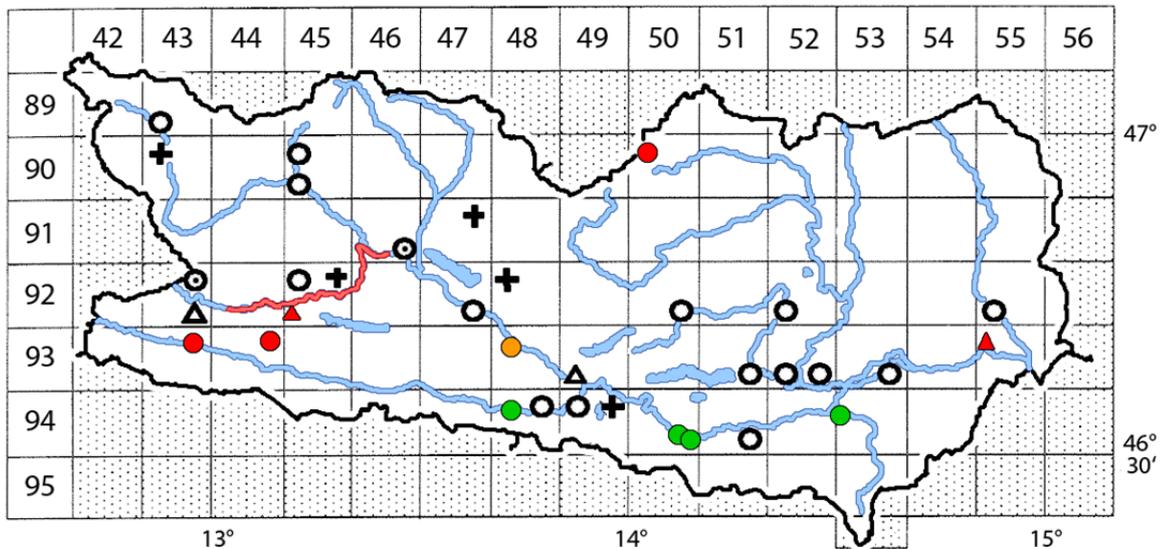
In Österreich ist die Verbreitung von *M. germanica* und der Weiden-Tamarisken-Gebüsche gut dokumentiert (Kudrnovsky 2005) bzw. wird für den gesamten Ostalpenraum evaluiert (Kudrnovsky in prep.).

M. germanica war früher in allen Bundesländern bis auf das Burgenland verbreitet, heute existiert die Art nur noch in Tirol (Kudrnovsky 2005), Salzburg (Wittmann und Rücker 2006), Kärnten (Hartl et al. 1992, Petutschnig 1994, Egger et al. 2010) und der Steiermark (Zimmermann et al. 1989, Essl et al. 2000, Kudrnovsky 2005). Zur Zeit finden Wiederansiedlungsversuche an der oberen Traun (Nikowitz 2010), sowie an der Traisen bei St. Pölten (Schletterer und Scheiber 2008) statt. Auf den Flächen des Nationalparks Donau-Auen wird versucht, die Art wieder einzubürgern (Latzin und Schratt-Ehrendorfer 2005), bis dato vergebens (Kudrnovsky, mündl. Mitt.). In Vorarlberg gilt die Art als ausgestorben (Bohle 1987).

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 fünf kleine Restbestände nachgewiesen werden (Petutschnig 1994): Ein Vorkommen befand sich am Flattnitzbach im Nockgebiet, zwei Standorte lagen an der Gail (im Lesachtal oberhalb 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; Abbildung 5). 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 (Schiegl et al. 2003) und weiteren Pflanzungen im Jahr 2007 (Egger et al. 2010) befinden sich inzwischen an der oberen Drau die größten Vorkommen (Abbildung 5).



Verbreitungskarte von *Myricaria germanica* in Kärnten. Symbole:

Stand 1993 (Petutschnig 1994):

- aktuelle Verbreitung, natürlicher Standort
- ▲ aktuelle Verbreitung, Sekundärstandort
- ⊕ erloschene Vorkommen von Angaben nach 1945
- ⊙ Angaben zwischen 1945 und 1900
- Angaben vor 1900
- ▲ Angabend von 1900, Sekundärstandort

Stand 2000 -2010:

- Wiederansiedlung im Jahr 2007 (Egger et. al 2010)
- Sekundärstandort, Kellerberg
- ~ Wiederansiedlung ober Drau, begonnen im Jahr 2000

Abbildung 5: Verbreitung von *Myricaria germanica* in Kärnten (aus Petutschnig 1994, verändert)

2.3 Pflanzensoziologische Stellung und ökologische Bedingungen am Standort

In Österreich hat *M. germanica* Anschluss zu verschiedenen Pflanzengesellschaften (Kudrnovsky 2002). Bezüglich der Abgrenzung der Gesellschaften gibt es in der Literatur unterschiedliche Auffassungen. Petutschnig (1994) schreibt dazu: „Das Myricarieto-Epilobietum (Aichinger 1993) und das Myricario-Chondriletum (Volk 1940) beinhalten *Myricaria*-reiche Bestände lichtoffener Pionierfluren einschließlich trockener, kiesiger Böden mit meist zahlreichen Alpenschwemmlingen und xerophilen Arten. Moor (1958) trennt die *Myricaria*-reichen Bestände von den Pionier-Schotterfluren und beschreibt ein Salici-Myricarietum, in welchem er aber nur den feuchten Flügel der Tamariskenflur über schluffig-sandigen Sedimenten belegt. Höfler (1965) beschreibt hingegen eine *Myricaria germanica*-*Astragalus alpinus*-Assoziation aus Osttirol über grobem Silikatschotter mit zahlreichen Alpenschwemmlingen in der Krautschicht. Oberdorfer (1992) ordnet die Tamarisken-

bestände in die Gesellschaft der Weiden-Tamariskenflur (*Myricarietum*) nach Jenik (1955) ein.“

Nach Petutschnig (1994) handelt es sich bei dem von Moor (1958) beschriebenen Standort um das Anfangsstadium für die Entwicklung eines tamariskenreichen Weiden-Gebüsches: „Eine Umwandlung bzw. Weiterentwicklung durch flussdynamische Prozesse (Überschüttung mit Geschiebe) führt häufig zu wesentlich trockeneren Standortbestimmungen. In der Strauchschicht wirkt sich diese Umwandlung nur unwesentlich aus, da die Tamariske und verschiedene Weidenarten die Auflandung relativ gut überstehen. Die Krautschicht wird hingegen zunehmend von xerophilen Arten besiedelt. Dem feuchten Flügel der Weiden-Tamariskenflur ist daher auch eine „Trockene Variante“ gegenüberzustellen“ (Petutschnig 1994).

Die pflanzensoziologische Stellung der Tamariske ist unklar. Es gibt deutliche Unterschiede in der Artenkombination zwischen der Weiden-Tamariskenflur am Fluss und spontan besiedelten Sekundärstandorten wie zum Beispiel Schottergruben (Petutschnig 1994).

Um die pflanzensoziologische Stellung genauer typisieren zu können, werden zurzeit im Rahmen der Arbeit „Die Deutsche Tamariske im Ostalpenraum“ entsprechende Vegetationsaufnahmen ausgewertet (Kudrnovsky in prep.).

Die folgenden Charakterisierung der Gesellschaften (Kapitel 2.3.1 und 2.3.2), in denen *M. germanica* als Art der diagnostischen Artenkombination beschrieben ist, folgt dem zweiten Band der „Pflanzengesellschaften Österreichs - natürlich waldfreie Vegetation“ (Grabherr und Mucina 1993) sowie der neuen Auflage des dritten Bandes „Die Wälder und Gebüsche Österreichs“ (Willner und Grabherr 2007).

2.3.1 Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. 1948 (Steinschutt- und Geröllfluren)

„Die Klasse der Thlaspietea rotundifolii umfasst Pionier- und Dauergesellschaften auf Geröllstandorten, Schotteralluvionen und Schutthalden. Einige Gesellschaften besiedeln auch Sekundärstandorte (z.B. Steinbrüche, anthropogene Halden, Bahnschotter)“. Die pflanzensoziologische Stellung der *Myricaria germanica*-Gesellschaften innerhalb dieser Klasse ist wie folgt nach Grabherr und Mucina (1993) wiedergegeben (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über die Systematik der Gesellschaften und Vegetationseinheiten, in denen *Myricaria germanica* als wichtige Art beschrieben ist (Grabherr und Mucina 1993).

Klasse: Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. 1948

Klasse der Steinschutt- und Geröllfluren

Ordnung:	Epilobietalia fleischeri Moor 1958 Syn.: Myricarietalia G. Br.-Bl. et J. Br.-Bl. 1931 Ordnung der alpigenen Kiesbettfluren
Verband:	Salicion incanae Aichinger 1933 Syn.: Epilobion fleischeri sensu auct. Verband der alpigenen Kiesbettfluren
Assoziationen:	Epilobietum fleischeri Frey 1922 Syn.: Epilobietum fleischeri Lüdi 1921, Epilobietum fleischeri Br.-Bl. 1923 Fleischers Weidenröschen-Gesellschaft
	Myricario-Chondriletum Br.-Bl. in Volk Syn.: Chondriletum chondrilloides Moor 1958 Syntax. Syn.: Astragalo alpini-Myricarietum Höfler 1964 Knorpelsalat-Alluviongesellschaft
	Epilobio-Myricarietum Aichinger 1933 nom. inv. Weidenröschen-Tamariskenflur

Epilobietum fleischeri Frey 1922 (Fleischers Weidenröschen-Gesellschaft)

Synonym: Epilobietum fleischeri Lüdi 1921, Epilobietum fleischeri Br.-Bl. 1923)

Diagnostische Artenkombination:

- Kennart: *Epilobium fleischeri* (transgressive Kennart/Kenntaxon)
- Trennarten (klasseneigene Trennart/Trenntaxon): *Rumex scutatus*, *Saxifraga bryoides*, *Trifolium pallescens*
- Konstante Begleiter: *Anthyllis vulneraria subsp. alpestris*, *Erigeron acris subsp. angulosus*, *Chlorocrepis stacticifolia*, *Linaria alpina*, *Poa alpina*, *Poa nemoralis*

„Das Epilobietum fleischeri tritt im Vorfeld von Gletschern, auf Schwemmsand- und Kiesfluren der subalpinen bis alpinen Bäche auf. Es löst nach oben zu das tiefer gelegene Myricario-Chondriletum (Knorpelsalat-Alluviongesellschaft) ab. Die Vegetation ist ziemlich lückig und wird von Hemikryptophyten beherrscht. Chamaephyten und Nanophanerophyten, wie juvenile Sträucher von *Myricaria germanica*, *Salix spp.*, spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Die Weiterentwicklung dieser Arten wird aber durch regelmäßige Überschwemmungen gestört. In der Gesellschaft ist eine große Zahl von zufälligen Arten zu

finden, da der Artenwettbewerb in der lückigen und offenen Vegetationsdecke schwach ist. Das Epilobietum enthält im Gegensatz zum Myricario-Chondriletum echte Alpenpflanzen.“

Myricario-Chondriletum Br.-Bl. in Volk 1939 (Knorpelsalat-Alluviongesellschaft)

Synonym: Chondriletum chondrilloides Moor 1958

Syntax. Syn.: Astragalo alpini-Myricarietum Höfler 1964

Diagnostische Artenkombination:

- Kennarten: *Chondrilla chondrilloides* (reg.; Nordalpen), *Erucastrum nasturtiifolium* (transgressive Kennart/Kenntaxon)
- Trenntaxa: *Dryas octopetala*, *Conyza canadensis*, *Pritzelago alpina* subsp. *alpina* (klasseneigene Trenntart/Trenntaxon)
- Trennarten (gegen das Epilobietum fleischeri): *Alnus incana*, *Pinus sylvestris*
- Dominante und konstante Begleiter: *Salix eleagnos* (dominant), *Agrostis gigantea*, *Anthyllis vulneraria* (meist subsp. *alpestris*), *Campanula cochleariifolia*, *Gypsophila repens*, *Hieracium piloselloides*, *Myricaria germanica*, *Salix purpurea*
- Dominante und konstante Begleiter bei Vorkommen in Silikatgebieten nach Bachmann (1997): *Minuartia viscosa*, *Scleranthus polycarpus*, *Hernaria glabra*, *Arenaria marschlinsii*

„Die Assoziation kommt auf periodisch überschwemmten, meist neutral bis schwach basischen Kies- und Grobsandflächen der submontan-montanen Stufe vor. Hier entwickelt sich eine offene Pionierflur mit einem geringen Deckungsgrad der Vegetation von nur 2-10 % mit der ostalpinischen Charakterart *Chondrilla chondrilloides*. Das Myricario-Chondriletum wird als montaner Vikariant zum Epilobietum fleischeri aufgefasst. Die Bestände werden häufig mit Geröll überlagert, weswegen auch von einer Dauergesellschaft ausgegangen wird.“

„Die Gesellschaft setzt sich aus Schutthalden-Arten und Alpenschwemmlingen zusammen, wie zum Beispiel *Anthyllis vulneraria* subsp. *alpestris*, *Campanula cochleariifolia*, *Gypsophila repens*, *Linaria alpina*, *Poa alpina*. Nanophanerophyten wie *Myricaria germanica*, *Salix eleagnos*, *S. purpurea* und *S. daphnoides*, *Alnus incana*, *Pinus sylvestris* und *Hippophae rhamnoides* subsp. *fluviatilis* sind als Sämlinge oder juvenile, zerstreut stehende Büsche vorzufinden. Oft kommen auch Verbandskennarten vor (*Epilobium fleischeri*, *Erigeron acris* subsp. *angulosus*, *Hieracium piloselloides*, *Chlorocrepis staticifolium*). *Dryas octopetala*, Weiden und Tamariske tragen zur Bodenfestigung bei und leiten die Weiterentwicklung zum Salici-Myricarietum Moor 1958 ein. In der Artengarnitur findet sich ein hoher Anteil an Fabaceen, wie zum Beispiel *Astragalus alpinus*, *Lotus corniculatus*, *Oxytropis campestris*, *Trifolium repens*. Fabaceen haben auf den nährstoffarmen Rohböden aufgrund der stickstoffbindenden Bakterien einen Konkurrenzvorteil. An Stellen mit etwas feineren Sedimenten, wie Sand und

Schlick, finden sich als Begleiter Dauco-Melilotion-Arten, was als Einstrahlung des Echio-Melilotetum gesehen wird. Ca. 30 % der Arten sind Alpenschwemmlinge. Diese kommen hauptsächlich als Sprosse mit dem Hochwasser auf die Kiesflächen. Anemochorie spielt für die Samenverbreitung eine wichtige Rolle, die Charakterarten besitzen für die Windverbreitung bestens geeignete Diasporen des Schirmflieger-Typs. Die Gesellschaft ist auf ständigen Nachschub von Diasporen der charakteristischen Arten angewiesen. Veränderungen im Flusssystem führen oft zu einer Änderung im Artengefüge. Das Myricario-Chondriletum gehört zu einer der gefährdetsten Pflanzengesellschaften Mitteleuropas.“

Epilobio-Myricarietum Aichinger 1933 nom. inv. (Weidenröschen-Tamariskenflur)

Diagnostische Artenkombination:

- Kennart: *Chondrilla chondrilloides* (reg.; Südalpen)
- Trennarten: *Aethionema saxatile* (klasseneigene Trennart/Trenntaxon), *Bupthalmum salicifolium*, *Carex digitata*, *Centaurea jacea*, *Euphorbia cyparissias*, *Poa compressa*, *Polygala amarella*, *Salix triandra*, *Tortella inclinata*
- Konstante Begleiter: *Epilobium dodonaei*, *Erigeron acris* subsp. *angulosus*, *Gypsophila repens*, *Myricaria germanica*, *Pinus sylvestris*, *Salix eleagnos*, *Salix purpurea*

„Die Gesellschaft kommt auf den basenreichen Kiesanschwemmungen der wärmeren Gebiete Österreichs (ehemals z.B. Donau, Südalpen) vor. Die Gesellschaft mit *Epilobium dodonaei* wird von Zeit zu Zeit vom Hochwasser überschwemmt, in den Zwischenzeiten aber in den oberen Bodenschichten vollkommen ausgetrocknet. *Epilobium dodonaei* ist ein Höhenvikariant von *E. fleischeri* mit submediterran-montanem bis temperatem Areal. Bedingt durch den höheren Wärmegenuss treten Arten wie etwa *Bupthalmum salicifolium*, *Epilobium dodonaei* und *Euphorbia cyparissias* auf. *M. germanica* und *Salix*-Arten legen ihre Äste aktiv flach auf das weiße Kalkgeröll. Die Ursache dafür liegt vermutlich in der Rückstrahlung von Wärme und Licht. In der Gesellschaft kommen kaum noch Alpenschwemmlinge vor.“

2.3.2 Salicetea purpureae Moor 1958 (Uferweidenwälder und – gebüsche)

„Die Klasse der Uferweidenwälder und -gebüsche umfasst die von Weiden dominierten Pioniergesellschaften im Hochwasserbereich von Flüssen. Die Gesellschaften besiedeln die periodisch überfluteten Standorte mit stark schwankendem Grundwasserstand.“ Die pflanzensoziologische Stellung der *M. germanica*-Gesellschaften innerhalb dieser Klasse ist wie folgt nach Wäldern und Gebüschen wiedergegeben (Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht über die Systematik der Gesellschaften und Vegetationseinheiten, in denen *Myricaria germanica* als wichtige Art beschrieben ist (Grabherr und Mucina 1993).

Klasse: Salicetea purpureae Moor 1958	
Klasse der Uferweidengesellschaften	
Ordnung:	Salicetalia purpureae Moor 1958 Ordnung der Uferweidenwälder und -gebüsche
Verband:	Salicion eleagno-daphnoidis (Moor 1958) Grass 1993 Syn. Salicion eleagni Moor 1958 Montane Uferweidengebüsche
Assoziationen:	Salici-Myricarietum Moor 1958 Syn. Myricarietum sensu Seibert & Conrad 1992 Weiden-Tamariskenflur

Salici-Myricarietum Moor 1958 (Weiden-Tamarisken-Gebüsch, Weiden-Tamariskenflur)

Synonym: Myricarietum sensu Seibert & Conrad 1992

„*M. germanica* wird im Weiden-Tamarisken-Gebüsch etwa 2 m hoch und bildet mit etwa 2 m hohen Strauchweiden ein mehr oder weniger dichtes Gebüsch. Diese Gesellschaft kommt auf Pionierstandorten auf Feinsand mit anhaltend hohem Grundwasserspiegel (bisweilen nachträglich mit Kies oder Schotter überlagert; bzw. auf Rohauboden) von der submontanen bis montanen Stufe vor. *M. germanica* kommt als Pionierpflanze an Flussalluvionen vor, als Jungpflanze kommt sie in Epilobion fleischeri-Gesellschaften vor. Die Art stirbt dort aber rasch wieder ab. Günstige Bedingungen findet *M. germanica* auf feuchtem Feinsand. Werden solche Standorte später mit Kies überschüttet, hält sich *M. germanica* wegen ihrer hohen Ausschlagfähigkeit lang und es kommt zu Übergangsbeständen mit dem Hippophao-Salicetum (Trockenes Lavendel-Weiden-Gebüsch).“

Typische Ausbildung des Weiden-Tamarisken-Gebüsches:

„Die Gesellschaft bildet meist dichte Bestände auf Feinsand mit anhaltend hohem Grundwasserspiegel. Typisch sind stille Buchten oder Stellen an der strömungsabgewandten Seite von Flussinseln“. Nach Angaben von Kudrnovsky (mündl. Mitt.) ist diese Gesellschaft am Inn und an der Isel zudem auf Schotterbänken ausgebildet. Der Standort wird periodisch überflutet.

Diagnostische Artenkombination:

- *Juncus articulatus*, *Calamagrostis epigejos*, *Juncus alpinoarticulatus*, *Festuca arundinacea*, *Phragmites australis*, *Juncus bufonius*, *Equisetum palustre*

Ausbildung mit *Chlorocrepis staticifolia*:

„Die Gesellschaft bildet mäßig dichte Bestände auf Kiesbänken mit geringer Feinsandaufgabe, jedoch hohem Grundwasserstand. Dies wird durch die Flussnähe oder seitliches Druckwasser bedingt. Der Standort trocknet oberflächlich oft aus. Die Krautschicht weist nur eine geringe Deckung auf, die neben den Kiesbettflurarten regelmäßig Trockenheitszeiger, Wiesenarten und Alpenschwemmlinge enthält.“

Diagnostische Artenkombination:

- *Campanula cochleariifolia*, *Chlorocrepis staticifolia*, *Dryas octopetula*, *Thymus praecox*, *Sesleria albicans*, *Gypsophila repens* u.a.

3. Die Drau und das obere Drautal als Lebensraum

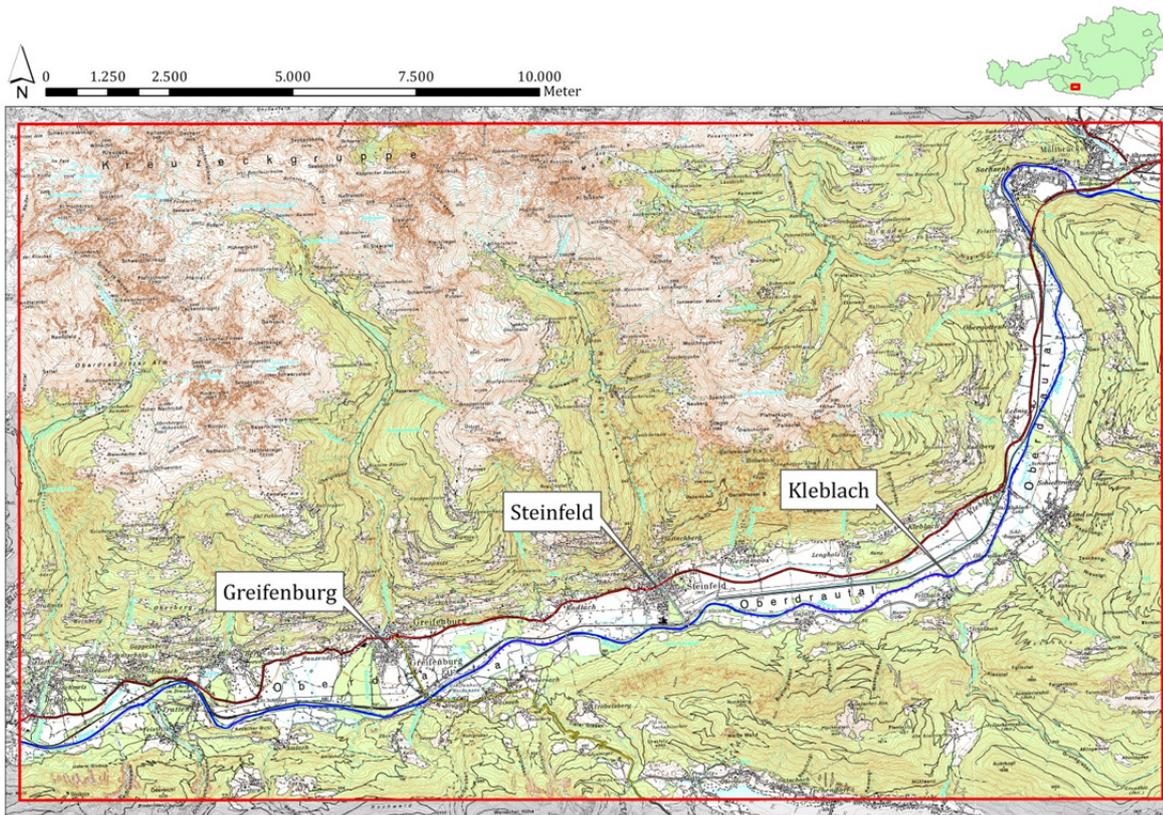


Abbildung 6: Oberes Drautal

3.1 Geografische Lage

Der Gewässerursprung der Drau liegt in Italien zwischen Innichen und Döblach auf 1192 m Seehöhe. Bei Erlach (Sillian) kommt sie nach Osttirol und durchfließt das Pustertal, bei Lienz mündet der erste große Zubringer, die Isel, in die Drau. Anschließend durchfließt die Drau das obere Drautal (Abbildung 6), bis bei Möllbrücke der zweite große Zubringer, die Möll, in die Drau mündet. Die Drau durchfließt weiter Oberkärnten und östlich von Villach das Klagenfurter Becken. Südlich von Lavamünd fließt sie weiter Richtung Slowenien (aus Egger et al. 1995, vgl. auch Daniczek 2003).

3.2 Einzugsgebiet

Die Drau verfügt mit einer Länge von 748 km über ein Einzugsgebiet von etwa 41000 km². Davon liegen 212 km auf österreichischem Staatsgebiet. Bis auf kleine Teile im

Bereich der Turracher Höhe entwässert der Fluss das gesamte Bundesland Kärnten. Das mittlere Gefälle beträgt in Kärnten 1,27 ‰, auf der Strecke werden 290 Höhenmeter zurückgelegt. Die Nebenflüsse im Norden entwässern den Südrand der Hohen Tauern und ihre Vorlagerungen (Defreggen-, Schober-, Kreuzeck-, Reißeckgruppe), wodurch die Drau zur lokalen Erosionsbasis der gesamten Südabdachung der Hohen Tauern wird (aus Egger et al. 1995, vgl. auch Daniczek 2003, Habersack und Sereinig 2004).

3.3 Geologie und Talmorphologie

Das Drautal und somit auch die Drau stellen eine natürliche geologische Grenze zwischen den nördlichen und südlichen Gebirgszügen dar. Nördlich des Drautals befindet sich die Zentralzone mit dem Tauernfenster. Die wichtigsten Gesteine im Norden sind Para- und Orthogneis, Phyllit und Glimmerschiefer. Südlich der Drau, mit Ausnahme der Latschurgruppe (Goldeck), befinden sich die Südlichen Kalkalpen.

Das Geschiebe der Drau besteht zum überwiegenden Teil aus silikatischem Gestein, Geschiebe aus Kalkstein spielt eine untergeordnete Rolle. Das breite, von Gletschern geformte Trogtal der oberen Drau wird seitlich von steil ansteigenden Hängen begrenzt. Die Schwemmkegel der seitlichen Zubringer prägen den Lauf des Flusses, welcher diesen ausweichen muss und so zu einem pendelnden Verlauf gezwungen wird. Das Muttergestein tritt nur an wenigen Stellen hervor. Fast der gesamte Talabschnitt wird von Schutthalden, Schwemm- und Murenkegeln ausgefüllt. Die maximale Talbreite von 1,5 km wird bei Lurnfeld erreicht (aus Egger et al. 1995, vgl. auch Daniczek 2003, Habersack und Sereinig 2004).

3.4 Klima

Das regionale Klima im oberen Drautal ist viel mehr durch Exposition, Höhenlage und Relief geprägt als durch die geografische Breite. Durch die West-Ost-Ausdehnung der Gebirgsketten nördlich und südlich des Drautales wird das Klima im Drautal von zwei unterschiedlichen Wettersituationen dominiert. Bei einer Nordwetterlage schirmen die hohen Gebirgsrücken der Hohen Tauern einen großen Teil der Regenfälle ab. So fällt nördlich der Hohen Tauern eine wesentlich größere Menge Regen in der gleichen Zeit als südlich der Hohen Tauern. Die zweite bestimmende Wettersituation sind die mediterranen Tiefdruckgebiete. Infolge der eher geringen Höhe der Karnischen Alpen gelangen sehr viele Tiefdruckgebiete ohne Abschwächung in das Drautal.

Die Dauer der geschlossenen Schneedecke beträgt im Drautal im Mittel zwischen 75 und 100 Tage mit Beginn im November und Ende im März. Die mittlere Schneehöhe beträgt 30 bis 50 cm. Im oberen Drautal liegen die mittleren Jahresniederschläge bei über 1000 mm (in Sachsenburg bei 1067 mm, in Greifenburg bei 1199 mm und in Oberdrauburg bei 1193 mm). Die Jahresmaxima liegen im Juni und Juli. In Oberdrauburg existiert ein zweites Maximum in den Monaten Oktober und November (Beobachtungszeitraum 1901-1980) (aus Egger et al. 1995, vgl. auch Daniczek 2003, Schober 2006).

3.5 Hydrologie

Charakteristisch für die Drau sind die großen Unterschiede bei den natürlichen Abflüssen zwischen den Wintermonaten und den Sommermonaten. 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 (aus Egger et al. 1995, vgl. auch Daniczek 2003, Schober 2006).

Die Drau wird energiewirtschaftlich genutzt (z.B. Laufkraftwerke: Amlach, Edling, Ferlach-Maria Rain, Feistritz-Ludmannsdorf, Annabrücke, Rosegg-St. Jakob, Schwabeck usw. (TIWAG 2011, Verbund 2011)), dementsprechend dürfte zumindest indirekt das aktuelle Abflussregime beeinflusst sein.

3.6 Flusstypisierung

Es gibt kein europaweit gültiges Klassifikationssystem für Fließgewässer. Folgende Charakterisierung der oberen Drau ist eine Verknüpfung verschiedener Klassifikationssysteme (Habersack und Sereinig 2004; Tabelle 3).

Tabelle 3: Charakterisierung der oberen Drau anhand bestehender Klassifikationssysteme (übernommen aus Habersack und 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

Abflussregime

Das Abflussregime basiert im Wesentlichen auf der Speisungsart des Flusses (pluvial, nival, glazial und Kombinationen). Die obere Drau weist ein Nivo-Glaziales Regime auf, es ist schnee- und gletschergesteuert (Neuhold 2005).

Flussordnungszahl

Jedes Gerinne bekommt eine Ordnungsziffer im hierarchischen Aufbau eines Flussgebietes. Die Ordnungszahl steigt mit der Anzahl der zufließenden Gewässer gleicher Ordnung. Bis zur Möllmündung stellt die Drau ein Flussgebiet 6. Ordnung, ab der Möllmündung ein Fließgewässer 7. Ordnung dar (Neuhold 2005, Alber 2006).

Morphologischer Typ

Der morphologische Typ der Drau wird historisch als ein gewundener Flusstyp mit Einengung durch Schwemmfächer bzw. als pendelnd furkierend beschrieben. Aktuell muss man jedoch von einem anthropogen gestreckten Fluss sprechen (Neuhold 2005).

Bioökotischer Typ

Die obere Drau kann dem ökologischen Bereich des Hyporhithrals, der Äschenregion zugeordnet werden (Neuhold 2005).

Vegetationskundliche Höhenstufe

Die obere Drau befindet sich in der submontanen Höhenstufe (Neuhold 2005).

Flusstypisierung nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Nach den Vorgaben des Anhangs II der EU-Wasserrahmenrichtlinie für Österreich wird die obere Drau dem Gewässertyp „Alpenflüsse“ als Grenze zwischen der Bioregion „Südalpen“ und der Bioregion „unvergletscherte Zentralalpen“ in der Ökoregion „Alpen“ zugeordnet (Habersack und Sereinig 2004).

3.7 Situation an der oberen Drau

Seit der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert fließt die Drau in einem korrigierten und verbauten Flussbett. Die Gesamtregulierungsmaßnahmen wurden Ende des 19. Jahrhunderts zur Gewinnung landwirtschaftlicher Produktionsflächen und zur Sicherung der neuerrichteten Bahnstrecke sowie zum Hochwasserschutz von Siedlungen begonnen (Schober 2006). Ab Mauthbrücken wird der Fluss von einer Kette von insgesamt 10 Laufkraftwerken geprägt und entspricht in diesem Abschnitt daher nicht mehr dem ursprünglichen Flusstyp (Habersack und Sereinig 2004).

Eine Erhebung der oberen Drau in den 1990er Jahren ergab, dass mehr als 80 % beider Ufer hart mit Blocksteinwurf verbaut waren. Die obere Drau zeigte bis vor kurzem einen völlig gestreckten Flusslauf (Exner und Michor 2009). Mit der Festlegung einer konstanten Flussbettbreite und der Errichtung von Durchstichen (Begradigungen) wurden weitere Auflandungen im Flussbett gestoppt und eine Erhöhung der Sohlschleppspannung im Fluss erreicht. Bedingt durch die Einengung des Draubettes, die Reduktion von Geschiebeeinstößen aus den seitlichen Wildbächen (Geschieberückhalt durch Wildbachverbauungen) und die Schotterentnahme infolge von Baggerungen waren in den letzten Jahrzehnten merkliche Sohleeintiefungen an der oberen Drau zu beobachten (Habersack und Sereinig 2004).

3.8 Auwaldentwicklung an der oberen Drau

Wendelberger-Zelinka (1952) unterscheidet bezüglich der Auwaldentwicklung die drei Sukzessionsserien der An-, Auf- und Verlandung, eine entsprechende Beschreibung dieser befindet sich im Anhang. An der oberen Drau wurden die natürlichen Sukzessionsverläufe der An-, Auf- und Verlandung infolge der Verbauungsmaßnahmen, der Grundwasserabsenkung und der fehlenden Gewässerneubildungen allerdings stark verändert.

Die zonale Auenvegetation im Talbodenbereich wird von der Grau-Erle (*Alnetum incanae* Lüdi 1921) dominiert, die **Anlandungsreihe** spielt im Gebiet flächenmäßig die weitaus größte Rolle (Egger et al. 1995).

Verlandungsprozesse wurden infolge der Verbauungen beschleunigt, da abgeschnittene Totarme bei Hochwasser als Sedimentationsfallen wirken. Das feinsedimentführende Drauwasser überschwemmt die abgeschlossenen Gerinne, die Sedimente fallen durch die geringe Strömung aus und lagern sich ab.

Die Entstehung von Schotterflächen und Inseln wurde durch die Verbauungsmaßnahmen unterbunden, dementsprechend präsentierten sich die natürlichen Standorte der **Auflandungsreihe** nur mehr sehr kleinflächig, als schmaler Saum zwischen den Auwäldern (Egger et al. 1995, Egger und Aigner 2004).

3.9 LIFE-Projekt und Revitalisierung

Im Jahre 1995 reichte das Amt der Kärntner Landesregierung ein LIFE-Projekt (LIFE99 NAT/A/006055) zur Durchführung von Flussrückbaumaßnahmen an der oberen Drau ein, was vorerst an der fehlenden Nominierung der Drau als Natura 2000-Gebiet scheiterte (Michor 2004). 1998 wurde die Nominierung des Flusses als Schutzgebiet im Sinne der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie beschlossen. Im August des darauffolgenden Jahres genehmigte die EU die Förderung des Flussaufweitungsprojekts (Michor 2004). Im Rahmen des EU-LIFE-Projekts „Auenverbund Obere Drau“ wurden Revitalisierungsmaßnahmen gestartet und umfangreiche wasserbauliche Maßnahmen umgesetzt (Pichler et al. 2003).

Im Rahmen dieses LIFE-Projekts wurden von 1999 bis 2003 insgesamt 10 Flusskilometer revitalisiert, 22 Augewässer geschaffen und etwa 100 Hektar Auwald gesichert (Amt der Kärntner Landesregierung [online]).

Die obere Drau wurde bei Kleblach-Lind, Dellach und im Spittaler Feld aufgeweitet. Des Weiteren wurden Gehölzbestände angelegt, Auen neu geschaffen, verbaute Ufer restrukturiert, flusssynamische Prozesse wiederhergestellt und die Nebengewässer wieder verstärkt mit dem Hauptfluss vernetzt (Schober 2006). Wesentliches Projektziel war die Revitalisierung und Sicherung der gewässermorphologischen Verhältnisse eines inneralpinen Fließgewässers. Die charakteristischen Lebensräume des Flusses sollen erhalten bzw. wiederhergestellt werden. Der günstige Erhaltungszustand der charakter-

istischen Tier- und Pflanzenarten soll gewährleistet werden, wobei der Hochwasserschutz berücksichtigt wird (Kucher et al. 2003).

Der Erfolg des LIFE-Projekts war Grund dafür, dass die EU ein Nachfolgeprojekt (LIFE06/NAT/A/000127) bewilligte. Dieses Projekt wurde im Jahr 2006 mit einer Laufzeit von fünf Jahren gestartet. Ziel dieses Projekts ist die Fortsetzung und Ausdehnung der Revitalisierungsmaßnahmen. Der Geschiebeeintrag soll erhöht werden, um die Flusssohle und den Grundwasserhaushalt zu stabilisieren. Weitere Maßnahmen für den Biotopverbund sind geplant. Zusammen mit den Drau-Anrainerstaaten sollen Strategien gesucht werden, um die wasserwirtschaftlichen und ökologischen Probleme an der Drau zu lösen (Amt der Kärntner Landesregierung [online]).

3.10 Tamariskenbestand an der oberen Drau

3.10.1 Initialpflanzungen von 2000 bis 2003

In den Jahren 2000 bis 2003 wurde die Deutsche Tamariske an den renaturierten Abschnitten der Drau wieder angesiedelt (Schiegl et al. 2003, Kammerer 2009). Stecklinge sowie bewurzelte Tamarisken wurden aus der Schottergrube bei Wunderstätten, nahe Lavamünd, entnommen und entlang der Drau wieder eingepflanzt (Kammerer 2009) bzw. ergänzt. 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 5000 m² (Pichler et al. 2003; Abbildung 7, Tabelle 4). Des Weiteren wurde im Jahr 2001 eine Spontanansiedlung der Art flussabwärts der Kleblacher Brücke nachgewiesen (W. Petutschnig, mündl. Mitt.), die vermutlich von einer über 60 km entfernten *Myricaria*-Population an der Isel stammt (Egger et al. 2011).

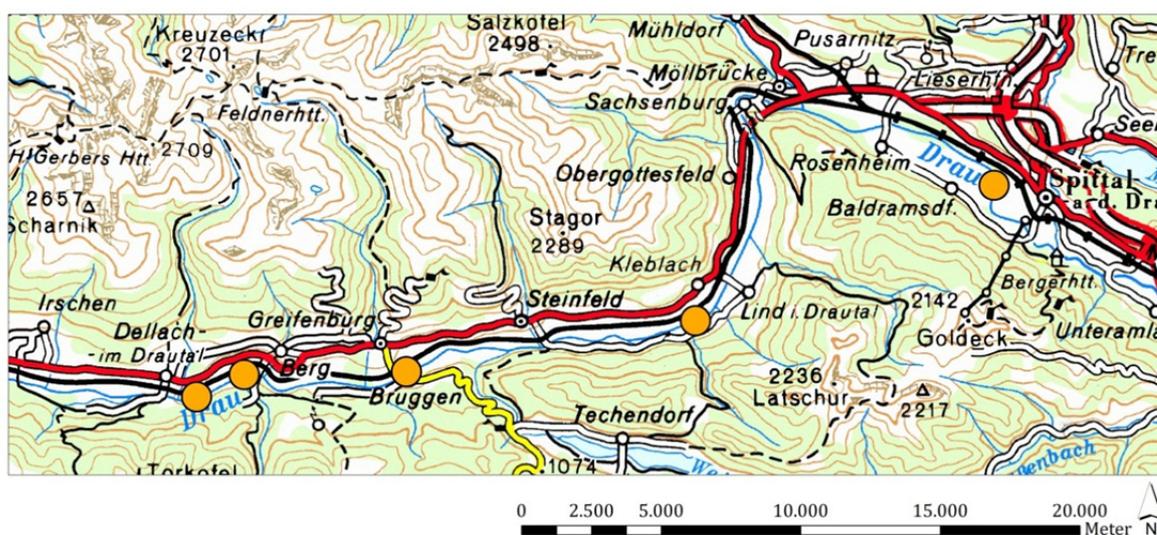


Abbildung 7: Lage der Pflanz-Standorte der Tamariske an der oberen Drau (orange Einzelpunkte); (Stand 2003)

Tabelle 4: Wiederansiedlungsversuche auf den geschaffenen Schotterbänken an fünf Standorten seit dem Jahr 2000 (Stand 2003; Pichler et al. 2003).

Standort	Initialpflanzung	
Aufweitung Dellach	begonnen 2000	ergänzt 2002**
Feistritzbach/Berg	begonnen 2000*	
Aufweitung Greifenburg/Bruggen	begonnen 2000	ergänzt 2002**
Aufweitung Kleblach	2001 natürlicher Anflug auf einer Schotterinsel	ergänzt 2003**
Aufweitung Spittal	2002 begonnen**; insgesamt 2 Standorte (links- und rechtsufrig).	

* Bestand mittlerweile erloschen

** Pflanzenmaterial aus einer Schottergrube bei Lavamünd

3.10.2 Initialpflanzungen von 2007 bis 2008

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, sowie zusätzlich an der unteren Gail und den südlichen Zubringern der Drau statt (Egger et al. 2010). Die Bestände konnten sich zumindest an der oberen Drau mittelfristig etablieren (Egger et al. 2010). 2008 wurden Tamarisken zum Teil nachgepflanzt. Die dafür verwendeten Pflanzensetzlinge stammen aus der Schottergrube bei Kellerberg (Egger et al. 2010).

3.10.3 Tamariskenbestände 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 (detaillierte Bearbeitung siehe Egger et al. 2010).

II. METHODIK

4. Untersuchungsgebiete

4.1 Kleblach

Das Untersuchungsgebiet liegt in Oberkärnten und umfasst den Wasserbauabschnitt Kleblach-Ost (Flusskilometer 37,2-37,9) an der Drau (Exner et al. 2008). 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 aufgeweitet (Pichler et al. 2003, Habersack und Sereinig 2004). Auf ehemals größtenteils ackerbaulich genutzten Flächen wurde ein 500 m langer und rund 30 m breiter Seitenarm (Abbildung 8) angelegt. Eine ca. drei Hektar große Insel entstand (Pichler et al. 2003).

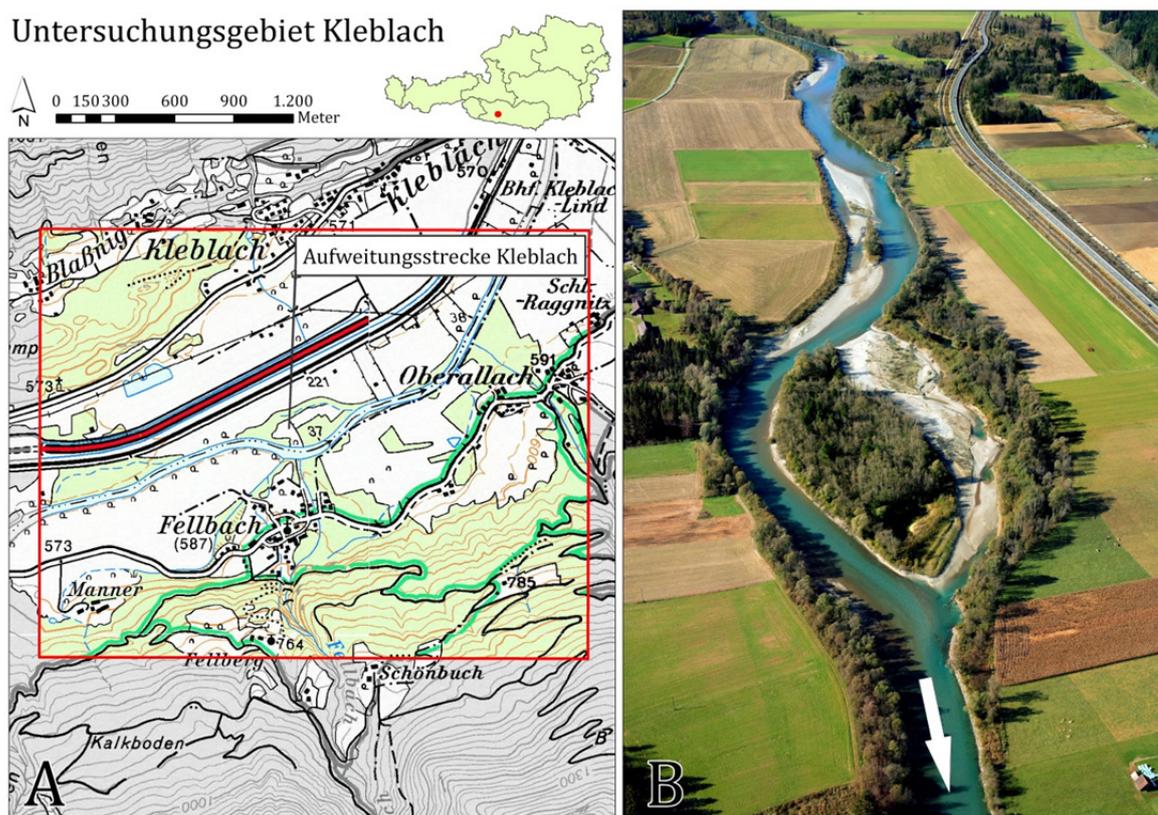


Abbildung 8: **(A)** Lage des Untersuchungsgebietes Kleblach-Lind (ÖK50; zur Verfügung gestellt von der Firma eb&p Umweltbüro GmbH) **(B)** Aufweitungsstrecke bei Kleblach-Lind; Seitenarm (Luftbild von 2009; zur Verfügung gestellt von der Firma eb&p Umweltbüro GmbH).

Da der Seitenarm zu verlanden drohte, wurde dieser als Flutmulde im Jahr 2010 ausgebaggert und wird deshalb zurzeit permanent von Wasser durchflossen. Orografisch linksufrig ist der Seitenarm zum Teil durch Buhnen 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 (Abbildung 9).

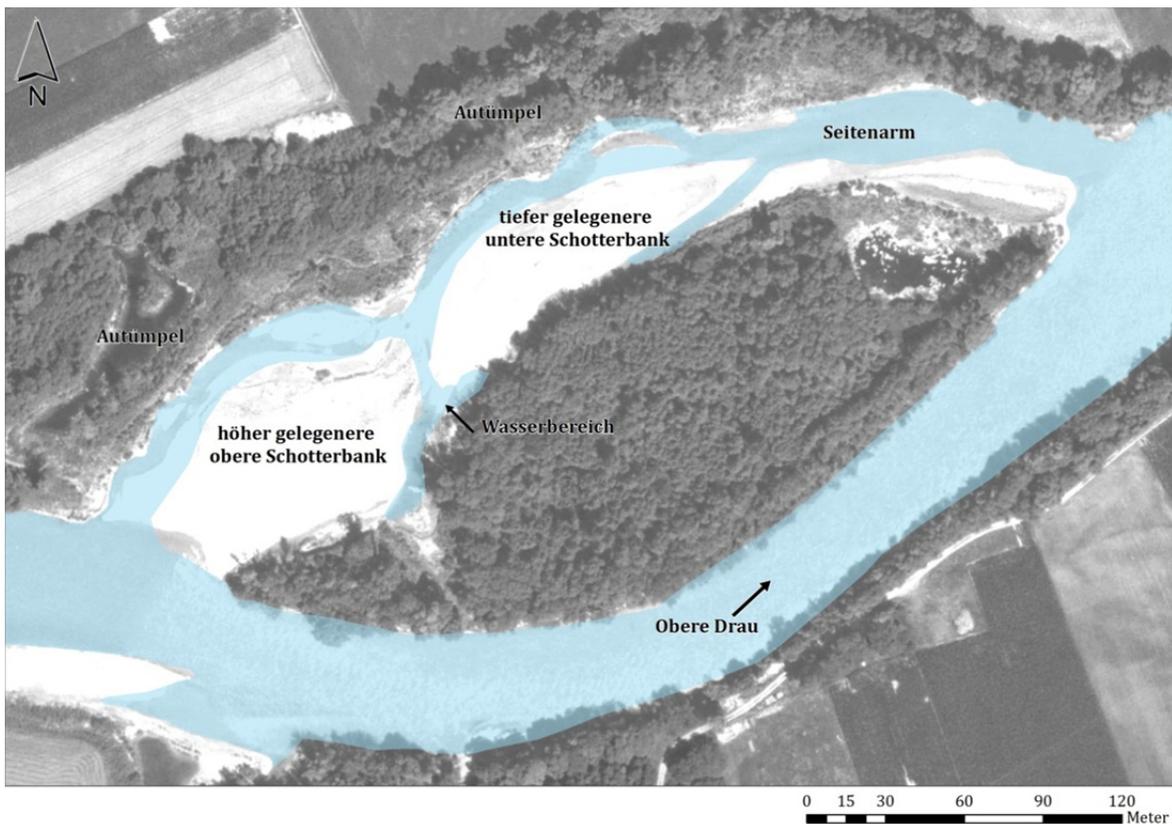


Abbildung 9: Kleblach Ost: Aufweitungsstrecke; neu geschaffener Seitenarm

4.3 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 (Abbildung 11).

Untersuchungsgebiet Lech

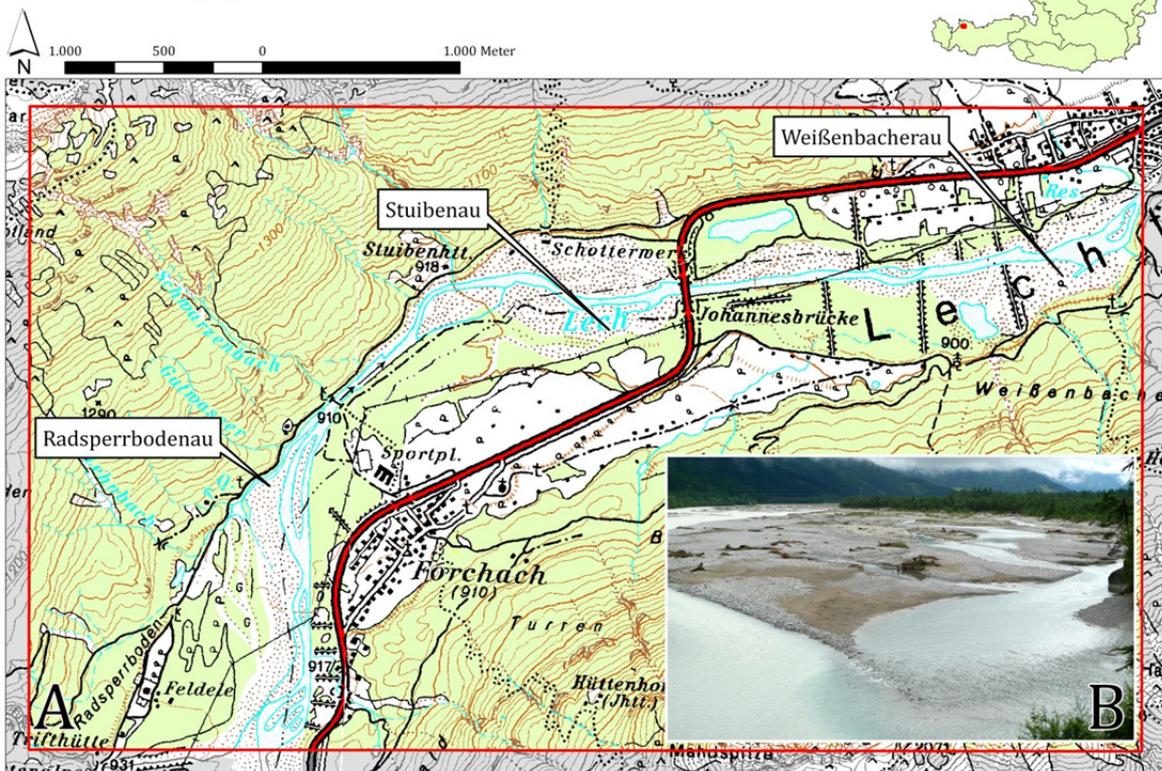


Abbildung 11: **(A)** Lage des Untersuchungsgebietes am Tiroler Lech: Weißenbacher Au, Stuibenu und Radsperrenbodenau (ÖK50; Quelle BEV) **(B)** Radsperrenbodenau (Blick flussaufwärts; Aufnahme vom 13.08.2010).

4.4 Labor und Gewächshaus

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

5. Untersuchungen zum Standort Kleblach

5.1 Vegetation am Standort Kleblach

Im Zuge der Umsetzung des LIFE-Projekts „Auenverbund Oberes Drautal“ findet seit 2003 ein Monitoringprogramm der Vegetation des 57 km langen Drautalabschnitts zwischen Oberdrauburg und Spittal statt (Kucher et al. 2003, Egger et al. 2011). Um den Vegetationszustand und die Standortbedingungen am Untersuchungsstandort Kleblach festzuhalten, wurden im Sommer 2010 die verschiedenen Biotoptypen kartiert und repräsentative Vegetationsaufnahmen durchgeführt (vgl. Kucher et al. 2003, Egger et al. 2011).

Die flächenmäßig und thematisch bedeutenden Biotoptypen des Untersuchungsgebiets wurden jeweils vor (1999) und nach Durchführung der Maßnahmen (2003, 2005, 2007 und 2010) kartiert (Exner et al. 2008), so auch im Rahmen dieser Arbeit für den Maßnahmenbereich Kleblach-Ost im Jahr 2010 (vgl. Egger et al. 2011).

Die Biotoptypen werden abgegrenzt anhand charakteristischer Artenkombinationen sowie der Bestandsstruktur (Tabelle 5) und in Karten durch Polygone dargestellt. Des Weiteren wurden die Deckung und Art des Substrats, der Totholz- und Getreibselanteil, die Beschattung und die Neigung erhoben. Im Speziellen wurde die Deckung von *M. germanica* und *Typha minima* (Zwerg-Rohrkolben) aufgenommen (vgl. Egger et al. 2011).

Tabelle 5: Biotoptypenliste: Die Ausweisung und Abgrenzung der Biotoptypen basiert auf der Vegetationstypenliste in Egger et al. (2011) im Kapitel 3.3 „Kartierung der aktuellen Vegetation in den Maßnahmenabschnitten“.

BIOTOPTYPENLISTE	
Wasserzone	Auenzone-Wälder und Gebüsche
Drau	Silberweidenau
Au-Tümpel	Grauerlenau
Seiten- (Neben-) arm	Fichten-Forst
Altarm	Fichten-Grauerlenau
Wildbach, wasserführend	Weiden-Kiefernwald
Wildbach, periodisch wasserführend	Sonstige Gehölzbestände (Einzelbaum, Feldgehölz)
Totarm (Au-Weiher)	Erlen-Weidengebüsch
Seitenbach	Ufergehölz
Baggersee, Fischteich	Reifweidenbestand
Entwässerungsgraben	Lavendelweidenau
Lauenbach	Eschenau
Uferzone	Eschen-Fichtenbestand
Flutmulde	Laubmischwald
Mittelwasserregulierung	Fichten-Kiefernbestand
gesichertes Ufer	Purpurweidengebüsch
Buhnen	Lavendelweidengebüsch
Abbruch	Mandelweidengebüsch
Schotterbank (+/- vegetationslos)	Sonstige Bestände in der Auenzone
Blöcke	Neophytenflur
Schotterbank (anthropogen)	Hochstaudenflur, nass-feucht
Pioniergesellschaft auf Schotter	Hochstaudenflur, nitrophil-frisch
Sandbank (+/- vegetationslos)	Ruderalflur
Pioniergesellschaft auf Sand	Seggenröhricht
Flussuferröhricht	Schilfröhricht
Rohrglanzgrasröhricht	Traubenkirschen-Holundergebüsch
Uferpioniergebüsch	Schlagfläche
Zwerg-Rohrkolbenröhricht (<i>Typha minima</i>)	Laub-Nadelmischwald
Uferpioniergebüsch mit Ruderalelementen	Fichten-Hangwald
Weidengebüsch mit Ruderalelementen	Landwirtschaftliche Nutzflächen
Weiden-Tamarisken-Gebüsch	Acker & Intensivgrünland
Rauhbaum	Acker-, Wiesenbrache
Treibholz-Schwemmholz	Magerwiese, -weide
Infrastruktur	Feucht-, Nasswiese
Siedlungs- und Gewerbefläche	Obstbaumwiese
Befestigte Straßen, Wege	
Unbefestigte Straßen, Wege	
Freizeitflächen	
Eisenbahn	

Zur Flächencharakterisierung des Maßnahmenbereichs Kleblach-Ost wurden in den Jahren 1999, 2003, 2005, 2007 und 2008 Vegetationsaufnahmen nach der pflanzensoziologischen Methode von Braun-Blanquet (1964) erstellt (vgl. Kucher et al. 2003, Exner et al. 2008). Die Wiederholung der Erhebung vom Jahr 2010 beinhaltet acht Vegetationsaufnahmen. Sieben davon wurden am selben Ort wie im Jahr 2005, 2007 und 2008 durchgeführt, neu ist der Standort der Vegetationsaufnahme Nr. 8, welche im Biotoptyp des „Zwergrohrkolbenröhrichts“ liegt (vgl. Egger et al. 2011).

Die Vegetationsaufnahmen wurden in der Zeit vom 16.06.2010 bis zum 21.08.2010 durchgeführt. Auf den Untersuchungsflächen wurden alle Pflanzenarten schichtbezogen, jeweils die Arten der Baumschichten (t1, t2), Strauchschicht (s1) und Krautschicht (hl) separat, aufgenommen. Der Deckungsgrad der Pflanzenarten wurde wie folgt aufgenommen: „r“ für 1-2 Exemplare, „+“ für 5-10 Exemplare oder < 1 % Deckung, „1“ für 1-5 % Deckung, „2“ für 5-25 %, „3“ für 25-50 % Deckung, „4“ für 50-75 % Deckung und „5“ für 75-100 % Deckung. Folgende Parameter wurden für die Untersuchungsflächen erhoben: Zeitpunkt der Aufnahme, Größe der Aufnahmefläche, Seehöhe, Exposition, Neigung und Relief der Fläche sowie Bestandsstruktur, Bodentyp, Wasser- und Nährstoffhaushalt. Die Pflanzenarten wurden getrennt nach Aufnahme und Schicht in das Datenbankprogramm Turboveg eingegeben (vgl. Egger et al. 2011). Die Lage der Aufnahmeflächen ist in Abbildung 12 dargestellt.

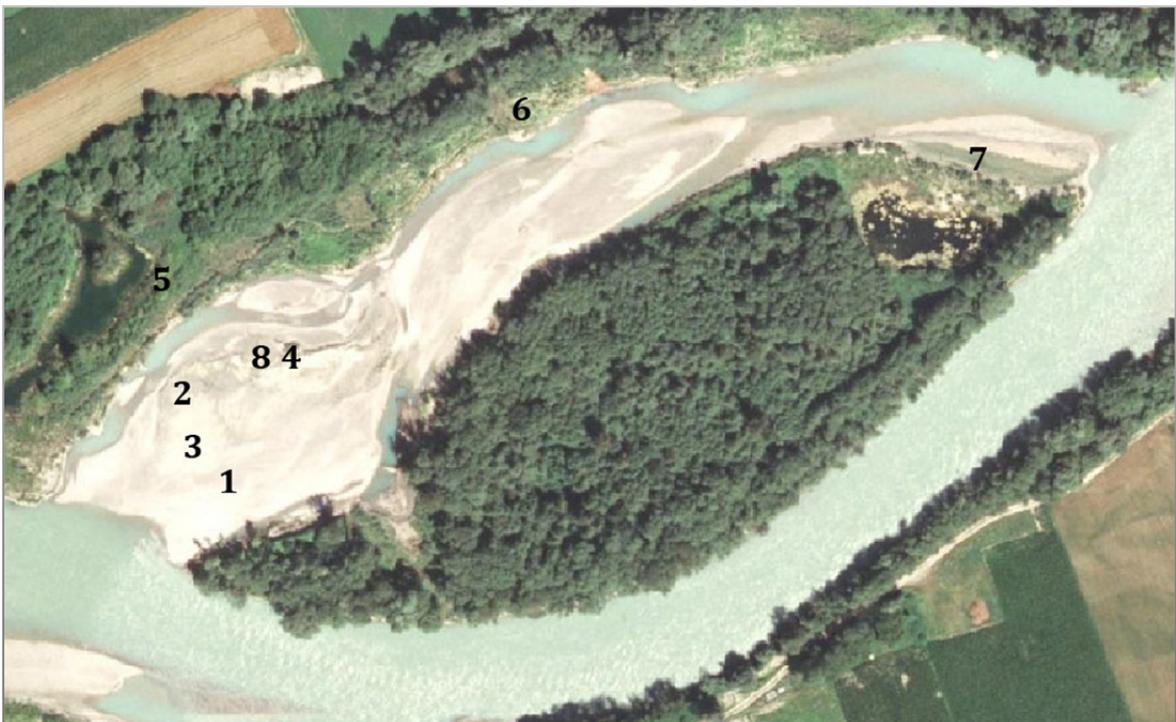


Abbildung 12: Lage der Vegetationsaufnahmen im Untersuchungsgebiet Kleblach.

5.2 *Myricaria germanica* am Standort Kleblach

Im Zuge der Erhebung der Biotoptypen (vgl. Kapitel 5.1 Vegetation am Standort Kleblach) wurden zusätzlich „tamariskenspezifische“ Parameter aufgenommen. Die Daten wurden an drei Terminen (am 26.05.2010, am 17.07.2010 und am 18.08.2010) aufgenommen.

5.2.1 Vorkommenshäufigkeit von Größenklassen

Um die Vorkommenshäufigkeit von verschiedenen großen *M. germanica*-Individuen am Standort Kleblach zu untersuchen, wurden fünf Größenklassen anhand von 21 ausgewählten „Referenzsträuchern“ definiert.

Diese Größenklassen entsprechen verschiedenen Entwicklungsstadien. Für jeden Referenzstrauch wurde das Alter aufgrund der Größe und des Verzweigungsmusters geschätzt. Als Orientierungshilfe diente die Tatsache, dass das erstmalige Vorkommen von *M. germanica* (Anpflanzung im Jahr 2000) sowie dessen weitere Verbreitung bekannt sind (Egger et al. 2011).

Nach der Definition der Größenklassen wurde allen weiteren Tamarisken-Individuen pro Biotyp und Polygon eine dieser Größenklassen zugeordnet. Anschließend konnte die Gesamtdeckung der einzelnen Größenklassen pro Polygon in Prozent geschätzt werden.

Das Klassifikationssystem dieser fünf Größenklassen wurde im Zuge dieser Arbeit auch am Standort Kellerberg sowie am Lech angewandt.

Größenklasse 1; Keimlinge

Bei dieser Kategorie handelt es sich um die diesjährigen *M. germanica*-Keimlinge (Abbildung 13 (A)). Da Ende Mai die Tamarisken noch nicht fruchteten, gab es am 26.05.2010 noch keine Keimlinge, diese Daten wurden am 17.07.2010 und am 18.08.2010 erhoben.

Da es nicht möglich ist, jeden einzelnen Keimling zu zählen, wurde deren Häufigkeit pro Polygon geschätzt und in Kategorien eingeteilt:

- Kategorie A: Keine Keimlinge wurden im Polygon verzeichnet.
- Kategorie B: Wenige, vereinzelte Keimlinge wurden vorgefunden, das heißt zwischen 1 und 20 (100) pro Polygon. Diese keimten vor allem direkt neben oder unter den Mutterpflanzen.
- Kategorie C: Viele, das heißt >20 bis wenige 100 Keimlinge im Polygon traten direkt neben und unter den Mutterpflanzen auf, kamen aber auch in mehreren Metern Entfernung zu diesen Pflanzen vor.
- Kategorie D: Sehr viele, mehrere 100 Keimlinge wurden im Polygon verzeichnet. Die Keimlinge kamen vor allem nahe den Mutterpflanzen vor, waren aber auch sonst überall im Polygon häufig.

Größenklasse 2; Einjährige Tamarisken

Bei der Größenklasse 2 handelt es sich um Einjährige, das sind Keimlinge aus dem Vorjahr (Abbildung 13 (B)). Diese Pflanzen sind basal kaum verzweigt, die oberirdischen Sprosssteile nicht länger als 10 (40) cm. Eine Zählung der einzelnen Individuen war nicht möglich. Ähnliche Kategorien wie für die Größenklasse 1 (Keimlinge) wurden verwendet, um deren Häufigkeit pro Polygon zu schätzen:

- Kategorie A: Keine Einjährigen wurden verzeichnet.
- Kategorie B: Wenige, vereinzelt Einjährige wurden im Polygon vorgefunden, das heißt abhängig von der Flächengröße etwa 1 bis 5.
- Kategorie C: Wenige bis viele Einjährige, das heißt abhängig von der Flächengröße des Polygons zwischen 5 und 10, kamen vor.
- Kategorie D: Mehr als 10 bis sehr viele Einjährige wurden im Polygon verzeichnet.

Größenklasse 3; Zwei- bis drei Jahre alte Tamarisken

Die Einteilung erfolgte aufgrund der Größe der Individuen. Diese noch relativ kleinen, ca. 50 cm (± 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 (Benennung vgl. Opitz 1993; Abbildung 13 (C)). Ihre genaue Anzahl wurde pro Polygon gezählt.

Größenklasse 4; Drei bis fünf Jahre alte Tamarisken

Die basal stark verzweigten Langtriebe sind meist verholzt, aber noch unter 1,5 m lang (Abbildung 13 (D)). Ihre genaue Anzahl wurde pro Polygon erhoben.

Größenklasse 5; Über vier (fünf) Jahre alte Tamarisken

Tamarisken der Größenklasse 5 wurden älter als vier Jahre geschätzt und sind äußerst vital (Abbildung 13 (E)). Es handelt sich um die ältesten Exemplare an der oberen Drau. Diese wurden entweder angesiedelt oder haben sich spontan ausgebreitet.

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. Ihre genaue Anzahl pro Polygon wurde erhoben (Benennung vgl. Opitz 1993).

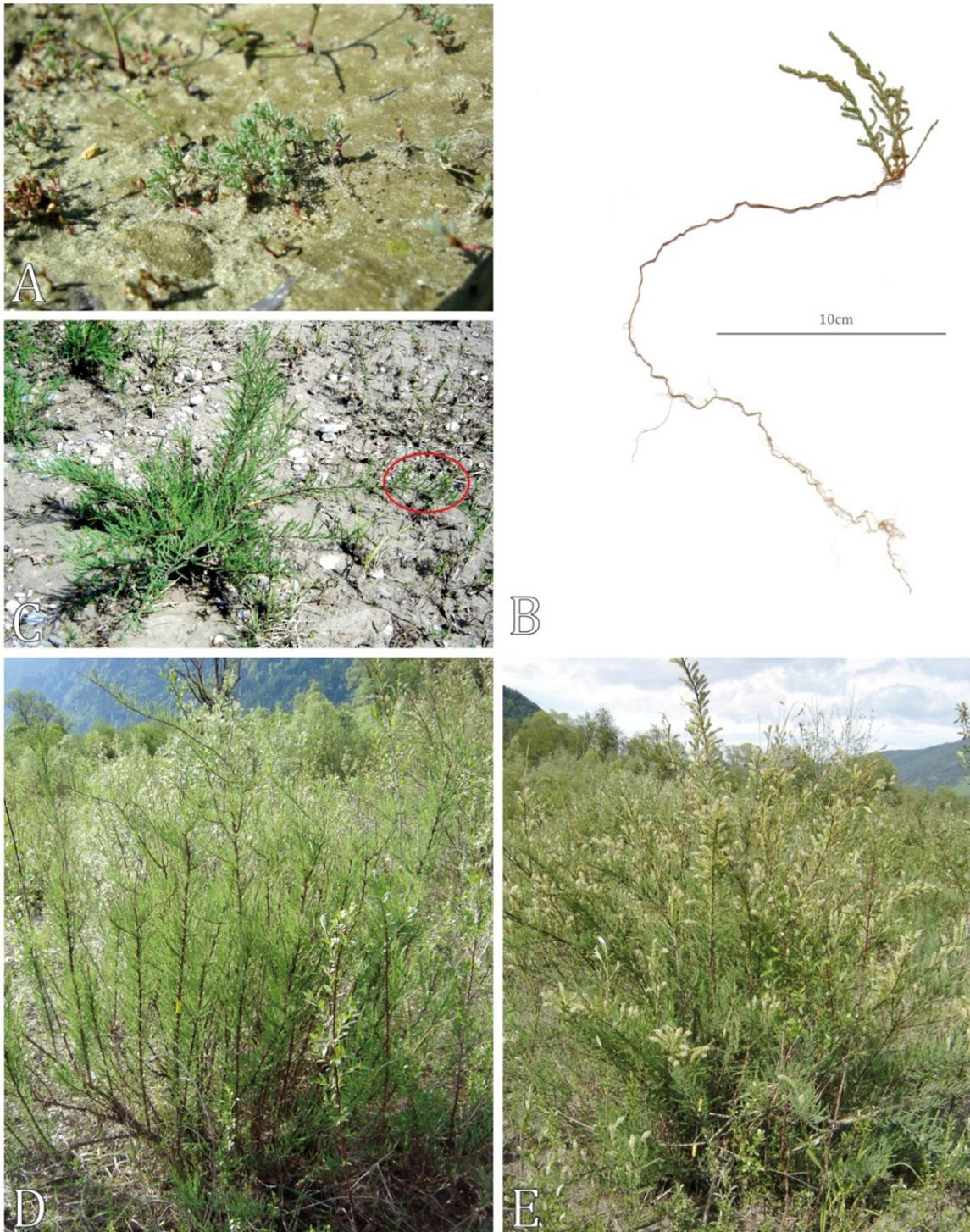


Abbildung 13: Größenklasse: **(A)** Keimlinge; Tamarisken der Größenklasse 1; Aufnahme vom 21.08.2010 **(B)** Einjährige Tamariske der Größenklasse 2; gesammelt am 21.08.2010 **(C)** Referenzstrauch Nr. 1, Tamariske der Größenklasse 3 und Blühklasse 2 (Blütenstände rechts im Bild); Aufnahme vom 17.05.2010 **(D)** Referenzstrauch Nr. 8; größeres Exemplar einer Tamariske der Größenklasse 4; Blühklasse 1; Aufnahme vom 17.05.2010 **(E)** Referenzstrauch Nr. 7, Tamariske der Größenklasse 5 und Blühklasse 4; Aufnahme vom 17.05.2010.

5.2.2 Blüh- und Fruchtklassen

Der Blüh- und Fruchtzustand wurde festgehalten. Dafür wurde jeder Tamariske entweder eine „Blühklasse“ oder eine „Fruchtklasse“ zugewiesen.

Blühklassen

Eine Blühklasse wurde allen Tamarisken zugewiesen, die entweder erst Blüten oder unreife, das heißt geschlossene Kapsel Früchte trugen, und zwar abhängig von der Anzahl der Blütenstände pro Individuum, wie folgt:

- Blühklasse 1: Keine Blütenstände sind vorhanden.
- Blühklasse 2: Dazu zählen Tamarisken, die nur vereinzelt Blütenstände aufweisen, das heißt abhängig von der Größe der Tamariske etwa 1 bis 10 (20).
- Blühklasse 3: Tamarisken dieser Blühklasse haben, abhängig von ihrer Größe, mehr als 10 bis wenige 100 Blütenstände.
- Blühklasse 4: Tamarisken dieser Blühklasse blühen sehr auffällig. Die Pflanzen tragen sehr viele Blütenstände, abhängig von der Größe mehrere 100 bis mehrere 1000 (Abbildung 13 (E)).

Fruchtklassen

Die Einteilung der Fruchtklassen ist ähnlich der Blühklassen. Aus den Blüten gehen die Kapsel Früchte hervor, die sich öffnen und in der Folge die Samen frei geben, womit die Blütenstände zu Fruchtständen werden.

Für die Zuordnung der Tamarisken zu einer Fruchtklasse mussten die Pflanzen bereits offene Kapsel Früchte aufweisen (= Samenflug). Eine Pflanze, die gleichzeitig Blüten- und Fruchtstände trug, wurde generell einer Fruchtklasse zugewiesen. Die Einteilung der Fruchtklassen hängt ebenfalls von der Gesamtanzahl aller Frucht- und Blütenstände ab. Eine Fruchtklasse 1 wurde nicht ausgewiesen, da den Pflanzen ohne Fruchtstände grundsätzlich eine Blühklasse zugeordnet wurde.

- Fruchtklasse 2: Dazu zählen Tamarisken, die nur spärlich fruchten, also nur vereinzelt Frucht- und ggf. Blütenstände aufweisen, abhängig von der Größe der Tamariske etwa 1 bis 10 (20).
- Fruchtklasse 3: Tamarisken dieser Fruchtklasse haben, abhängig von ihrer Größe, insgesamt mehr als 10 bis wenige 100 Frucht- und ggf. Blütenstände.
- Fruchtklasse 4: Tamarisken dieser Fruchtklasse fruchten sehr auffällig. Die Pflanzen tragen sehr viele Frucht- und ggf. Blütenstände, abhängig von der Größe mehrere 100 bis mehrere 1000.

5.2.3 Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach

Aus der Auswertung der tamariskenspezifischen Parameter sowie der Diasporenproduktion (siehe Ergebnisteil des Kapitels 9.3.2 Diasporenproduktion, S.115) lässt sich der Gesamtdiasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach pro Polygon bzw. pro m² hochrechnen.

Als Grundlage für die Ermittlung des Diasporendrucks dienen Tabelle 27 (S.121) und Tabelle 28 (S.121).

Berechnet wird für den Standort Kleblach der sogenannte „**maximale**“ und der „**aktuelle**“ Diasporendruck für den 27.07.2010 (Abbildung 14)

- Der „**maximale**“ Diasporendruck lässt sich aus der Anzahl der Tamarisken sowie deren Fruchtzustand am Standort Kleblach, aus der Anzahl der Samen pro Kapsel Frucht multipliziert mit dem Mittel aller Fruchtknoten pro Blüten- bzw. Fruchtstand (vgl. Kapitel 9.3.2) hochrechnen und wird für den 17.07.2010 und den 18.08.2010 als Vergleich angegeben.
- Der „**aktuelle**“ Diasporendruck ergibt sich aus der Anzahl der Tamarisken sowie deren Fruchtzustand zu einem bestimmten Beobachtungszeitpunkt, aus der Anzahl der Samen pro Kapsel Frucht und dem Mittel an Früchten, die zu einem bestimmten Zählzeitpunkt offen sind, folglich Samen freigeben. Die Anzahl der Kapsel Früchte pro Fruchtstand wurde für den 27.07.2010 erhoben (vgl. Kapitel 9.3.2), als Grundlage für die Anzahl der Tamarisken sowie deren Fruchtzustand am Standort Kleblach diente die zeitnahe Erhebung der „tamariskenspezifischen“ Parameter vom 17.07.2010.

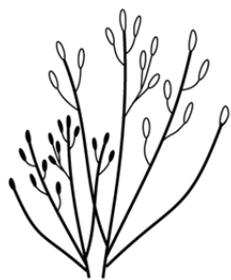
Samen pro Kapselfrucht	Fruchtknoten pro Blüten- und Fruchtstand	Blüten- und Fruchtstände pro Individuum	Diasporen pro Individuum
 126 Samen	 37 Fruchtknoten; gilt für den 18.-20.05.2010	→ <i>Myricaria germanica</i> bildet abhängig von ihrer Größe zwischen 2 und 2758 Blüten- bzw. Fruchtstände	→ maximale Diasporenproduktion wenn gilt: 36,51 Fruchtknoten * 125,97 Samen
	 17 reife Kapselfrüchte; gilt für den 27.07.2010	→	→ aktuelle Diasporenproduktion wenn gilt: 16,71 Kapselfrüchte * 125,97 Samen
Tamariskenspezifische Parameter		Diasporendruck der <i>Myricaria</i> -Population am Standort Kleblach	
Anzahl der Tamarisken am Standort Kleblach Erhebung der Blüh- und Fruchtclassen			
	Erhebung am 17.07.2010	→	aktueller Diasporendruck Anzahl der am 17.08.2010 fruchtenden Tamarisken am Standort Kleblach multipliziert mit der aktuellen Diasporenproduktion als Momentaufnahme am 27.07.2010
	81 Blühklasse 1		
	106 Blühklasse 2, 3, 4		
	<u>441 Fruchtklasse 2, 3, 4</u>		
<u>628 Tamarisken</u>			
	Erhebung am 18.08.2010	→	maximaler Diasporendruck Anzahl der am 17.07.2010 bzw. am 18.08.2010 fruchtenden Tamarisken am Standort Kleblach multipliziert mit der maximalen Diasporenproduktion
	164 Blühklasse 1,		
	44 Blühklasse 2, 3, 4		
	<u>353 Fruchtklasse 2, 3, 4</u>		
	<u>561 Tamarisken</u>		

Abbildung 14: Berechnung des Diasporendrucks der *Myricaria*-Population.

5.3 Wasserstände am Standort Kleblach

Mittels einer Nivellierungsmessung wurden die Wasserstände des abgeschnittenen Wasserarms und des durchflossenen Seitenarms (Abbildung 9, S.36) am 18.04.2010 und am 16.05.2010 erhoben. Zusätzlich wurde mittels Lichtlot der Grundwasserstand gemessen. Als Grundwassersonde diente ein Eisenrohr, das im Bereich der unteren, etwas weniger mächtigen, flussabwärts gelegenen Schotterbank im Boden versenkt wurde.

6. Lebenszyklus von *Myricaria germanica*

6.1 Keimung

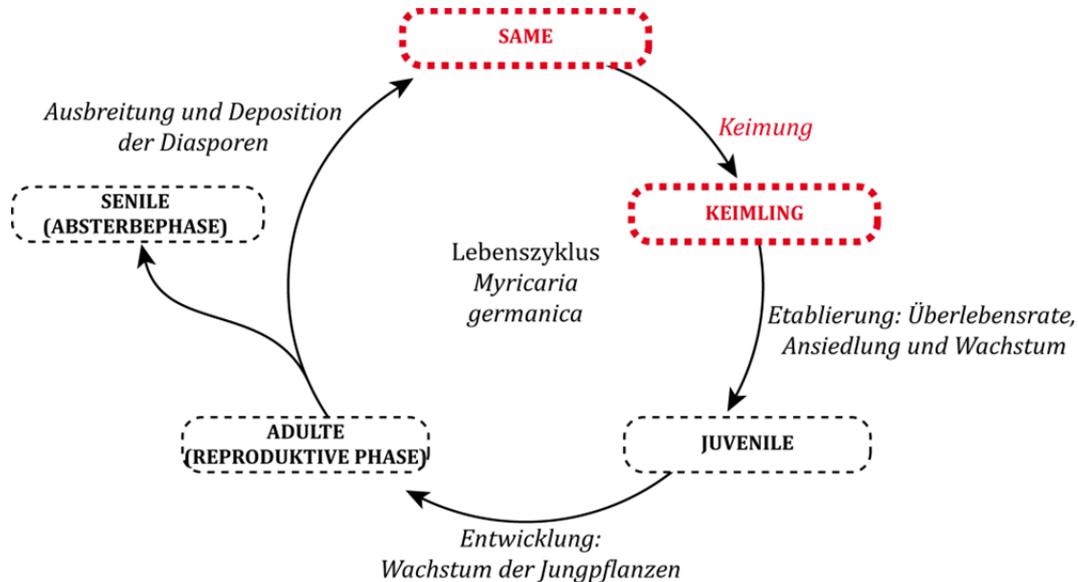


Abbildung 15: Lebenszyklus von *Myricaria germanica*: Same-Keimung-Keimling.

6.1.1 Keimversuche im Wasser

Zur Bestimmung der Keimrate und Keimfähigkeitsdauer im Wasser wurden frische und unterschiedlich lang gelagerte Diasporen in wassergefüllten Petrischalen kultiviert. Von mehreren Tamarisken des Standorts Kellerberg wurden am 05.07.2010 Samen gesammelt. Nur Diasporen bereits geöffneter Kapsel Früchte wurden für die Keimtests vermischt und verwendet.

Mit 300 **frischen** Samen wurden am 06.07.2010 und am 07.07.2010 Keimtests durchgeführt. Zur Bestimmung der Keimfähigkeitsdauer wurde das restliche Saatgut aufgeteilt, zum einen in trockenen Papiertüten bei **Zimmertemperatur**, und zum anderem, eingewickelt in Küchenpapier, in handelsübliche Gefrierbeutel gefüllt, bei etwa 10-12°C im **Kühlschrank** gelagert.

Keimversuche wurden unter kontrollierten Bedingungen im **Bergstollen** und als Vergleich unter naturnäheren Bedingungen im **Glashaus** des botanischen Gartens in Klagenfurt durchgeführt. Im Bergstollen keimten die Samen bei ca. 2000-3000 LUX, die Hellphase wurde auf 14 Stunden eingestellt. Die Temperaturen waren mit 15-16°C im Bergstollen konstant. Naturnähere Bedingungen herrschten im offenen, nicht klimatisierten Glashaus vor. Die Keimung hängt hier vom Tageslicht ab, die Temperaturen waren mit 20-30°C deutlich höher.

Die Samen wurden in, bis zum Rand mit Leitungswasser angefüllten, geschlossenen Plastikpetrischalen (PS, unsteril, 94/16, ohne Belüftungsnocken) kultiviert. Der Boden wurde

mit einer Lage Filterpapier ausgelegt. Pro Versuchsansatz wurden je 10 (anfänglich je 20) Samen pro Petrischale in fünf Wiederholungen kultiviert.

Die Keimung von *M. germanica* verläuft ähnlich wie bei *Tamarix chinensis* (Abbildung 16 (A-F)). Im Keimexperiment galten als „gekeimt“ Diasporen bei Erscheinen der Radicula (zur Methode vgl. Bill et al. 1997; vgl. Abbildung 16 (C)). 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 (vgl. Abbildung 16 (D-E)).



Abbildung 16: Verlauf der Samenkeimung von *Tamarix chinensis*: (A-B) Samen (C-F) Keimung (C) Zuerst bricht die Radicula aus der Samenschale hervor (D) Während sich das Hypocotyl streckt, wird die Samenschale abgeworfen (E-F) Das Hypocotyl streckt sich weiter, die Kotyledonen ergrünen; die Ergrünung kann auch erfolgen, wenn die bräunlich dünne und daher lichtdurchlässige Samenschale noch nicht abgeworfen ist. Der Haarschopf ist ein Auswuchs der Samenschale, der mit dieser übrig bleibt. (Benennung vgl. Opitz 1993); (übernommen aus Shepperd 2008)

Die Versuche wurden abgebrochen, 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 errechneten sich aus der Anzahl der „gekeimten“ Samen bzw. der „voll entwickelten“ Keimlinge, bezogen auf die Ausgangszahl der getesteten Samen pro Versuchsansatz und werden in % angegeben (Zimmermann 2009). Angegeben werden immer die mittleren Keimraten:

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

Um die Keimfähigkeitsdauer im Wasser zu bestimmen, wurden Keimtests mit unterschiedlich lang gelagerten Diasporen gemacht. Der erste Versuchsansatz wurde am 06.07.2010 gestartet, Samen wurden sowohl im Bergstollen, als auch im Glashaus kultiviert. Weitere Versuchsansätze fanden nach 1, 2, 4, 7, 14, 21 und 41 Tagen statt. Die Keimlinge wurden über 6 Wochen hinweg kultiviert. Insgesamt wurden so 27 Versuchsansätze (bis 16.08.2010) durchgeführt: 14 Ansätze im Bergstollen 13 Ansätze im Glashaus und zur Kontrolle.

Die Kontrolle der Petrischalen erfolgte am ersten Tag mit einer Auflösung von etwa sechs Stunden. Weitere Kontrollen erfolgten nach 1, 2, 3 usw. Tagen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Überblick über die Versuchsansätze des Keimexperiments: Nummer des Versuchsansätze, Aufstellungsort der Petrischalen, Lagerungsart, Startdatum des Versuchsansatzes, Datum der letzten Kontrolle, Lagerungsdauer in Tagen, Versuchsdauer = Zeit, die seit dem Start des Gesamtversuchs vergangen ist (in Stunden) und Anzahl der getesteten Samen.

Versuchs- ansatz	Aufstellungs- ort	Lagerungs- art	Start- datum	Letzte Kontrolle	Lagerungs- dauer [d]	Versuchs-Anzahl der dauer [h]	Samen
1	Bergstollen	Frisch	06.07.10	13.07.10	0	167:10	99
2	Glashaus	Frisch	06.07.10	13.07.10	0	167:30	101
3	Bergstollen	Frisch	07.07.10	13.07.10	1	142:20	100
4	Bergstollen	Kühlschrank	08.07.10	13.07.10	2	118:56	100
5	Bergstollen	Zimmertemp.	08.07.10	13.07.10	2	118:56	100
6	Glashaus	Kühlschrank	08.07.10	16.07.10	2	191:00	100
7	Glashaus	Zimmertemp.	08.07.10	16.07.10	2	191:00	100
8	Bergstollen	Kühlschrank	10.07.10	19.07.10	4	216:00	100
9	Bergstollen	Zimmertemp.	10.07.10	19.07.10	4	216:00	100
10	Glashaus	Kühlschrank	10.07.10	14.07.10	4	96:30	50
11	Glashaus	Zimmertemp.	10.07.10	13.07.10	4	80:00	50
12	Glashaus	Kühlschrank	13.07.10	16.07.10	7	72:00	50
13	Glashaus	Zimmertemp.	13.07.10	16.07.10	7	71:30	50
14	Bergstollen	Kühlschrank	13.07.10	19.07.10	7	143:00	50
15	Bergstollen	Zimmertemp.	13.07.10	19.07.10	7	143:00	50
16	Glashaus	Kühlschrank	20.07.10	27.07.10	14	167:20	50
17	Glashaus	Zimmertemp.	20.07.10	27.07.10	14	167:20	50
18	Bergstollen	Kühlschrank	20.07.10	27.07.10	14	168:15	50
19	Bergstollen	Zimmertemp.	20.07.10	27.07.10	14	168:15	50
20	Glashaus	Kühlschrank	27.07.10	16.08.10	21	480:10	50
21	Glashaus	Zimmertemp.	27.07.10	16.08.10	21	480:10	50
22	Bergstollen	Kühlschrank	27.07.10	16.08.10	21	479:00	50
23	Bergstollen	Zimmertemp.	27.07.10	16.08.10	21	479:00	50
24	Bergstollen	Zimmertemp.	16.08.10	26.08.10	41	240:30	50
25	Bergstollen	Kühlschrank	16.08.10	26.08.10	41	240:30	50
26	Glashaus	Zimmertemp.	16.08.10	26.08.10	41	240:00	50
27	Glashaus	Kühlschrank	16.08.10	26.08.10	41	240:00	50

6.2 Besiedlung, Entwicklung und Etablierung

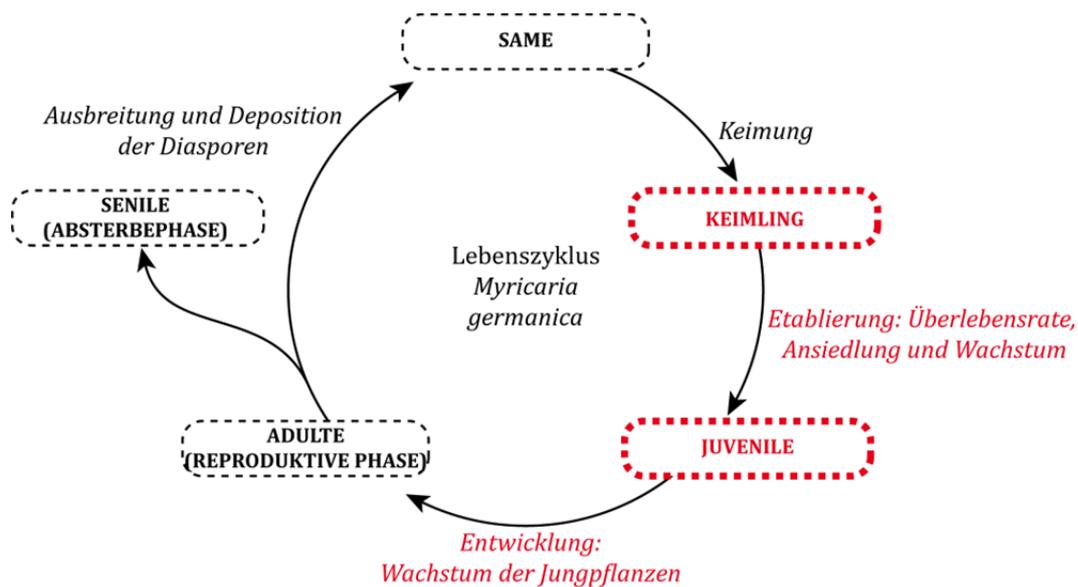


Abbildung 17: Lebenszyklus von *Myricaria germanica*: Keimling-Etablierung-Juvenile Pflanze-Entwicklung

6.2.1 Nähe der Keimlinge zur Mutterpflanze

Um Aussagen über den Dichtegradient der Samen und Keimlinge im Gelände treffen zu können, wurde deren Anzahl im Gelände in Abhängigkeit von der Distanz zur Mutterpflanze bestimmt. Für diesen Versuch wurden drei Tamarisken der Größenklasse 4 am Standort Kleblach (Tamariske A, B, C), der Blühklasse 3 (Tamariske A, B) und 4 (Tamariske C) ausgewählt. Tamariske C befand sich auf der etwas mächtigeren, oberen Schotterbank, die anderen zwei Pflanzen befanden sich weiter flussab (Abbildung 9, S.36).

Die Anzahl der Samen und Keimlinge wurde in drei verschiedenen Transekten von den Mutterpflanzen ausgehend gezählt. Am 22.07.2010 wurde von einem Punkt Null aus (= Wurzelhals der Tamarisken (= Mutterpflanzen)) in 10 * 10 cm großen Versuchsflächen die Samen- und Keimlingsanzahl im Abstand von 0 m, 0,25 m, 0,5 m, 1 m, 1,5 m, 2 m, 2,5 m, 3 m, 3,5 m, 4 m, 4,5 m, 5 m und 6 m gezählt (Abbildung 18, Abbildung 19).

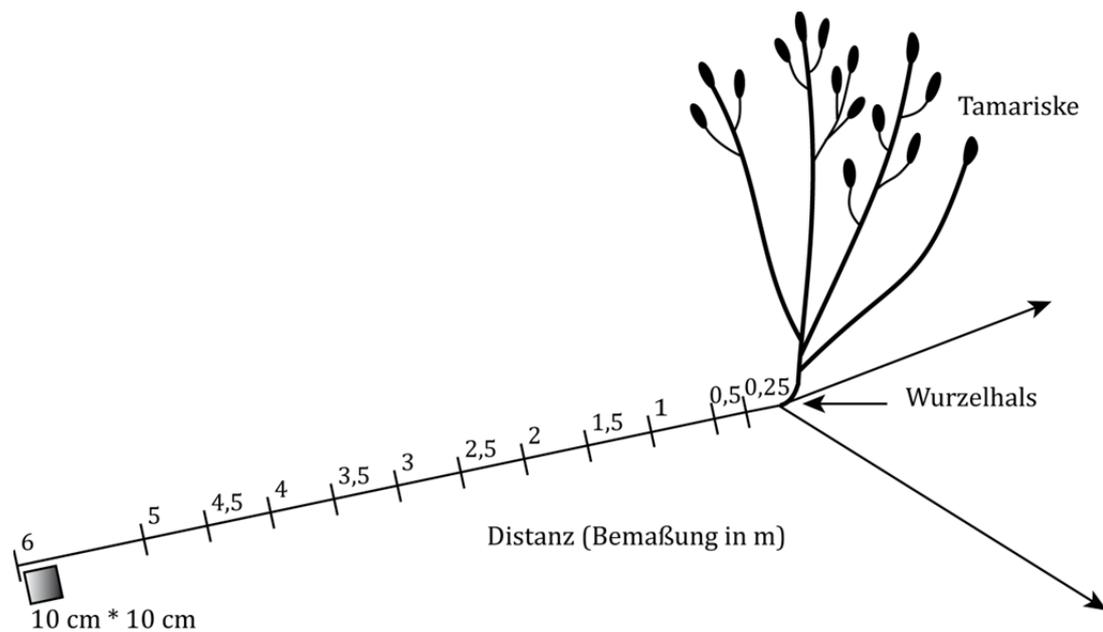


Abbildung 18: Versuchsaufbau des Dichtegradienten: Gezählt wurde die Anzahl der Samen und Keimlinge in Abhängigkeit von der Entfernung zur Mutterpflanze jeweils in drei verschiedenen Transekten.



Abbildung 19: Einrichtung der Transekten zur Ermittlung der Keimlingsdichte ausgehend von Mutterpflanzen der Deutschen Tamariske.

6.2.2 Wurzelwachstum

Wurzelwachstum der Keimlinge unter kontrollierten Bedingungen

Im Glashaus des botanischen Gartens wurden Keimlinge gezogen, um die Längenzunahme der Wurzeln und der oberirdischen Sprosse zu ermitteln. Neun Rosentöpfe wurden mit Originalsubstrat von der oberen Drau befüllt, jeweils drei Töpfe mit Sand, Schluff und Kies (Tabelle 7, Abbildung 20). Die Aussaat fand am 13.07.2010 statt, wobei in sechs Töpfen auf dem Substrat Samen ausgebracht und in drei Töpfen Keimlinge gesetzt wurden. Alle Töpfe wurden regelmäßig bewässert.

Die verwendeten Samen stammten aus der Schottergrube Kellerberg (gesammelt am 05.07.2010). Bis zur Aussaat wurde ein Teil der Samen im Kühlschrank bei 10-12°C, ein zweiter Teil hingegen bei Zimmertemperatur gelagert (vgl. Kapitel 6.1.1 Keimversuche im Wasser, S.48).

Die verwendeten, bereits vorgekeimten Tamarisken stammten aus dem Glashaus von den mit Wasser gefüllten Petrischalen der Keimversuche (vgl. Kapitel 6.1.1 Keimversuche im Wasser, S.48). Diese Keimlinge waren bereits alle „voll entwickelt“, das heißt die Keimlinge hatten sich bereits komplett aus der Samenschale herausgelöst, die Kotyledonen waren dadurch frei, die zarten Primärwurzeln erst wenige mm lang.

Tabelle 7: Überblick; Topfversuch

Topfnummer	Substrat	Aussaat
1	Schluff	Samen
2	Schluff	Keimling
3	Schotter	Keimling
4	Schluff	Samen
5	Sand	Samen
6	Sand	Samen
7	Sand	Keimling
8	Schotter	Samen
9	Schotter	Samen

Um das Austrocknen der empfindlichen Keimlinge zu verhindern, wurden alle Pflanzentöpfe auf eine mit Wasser angefüllte Untertasse gestellt und die Pflanzen einmal, bei starker Hitze zwei- bis dreimal täglich benebelt. Die Temperatur im Glashaus wurde nicht geregelt, die Belichtung erfolgte mit Tages- und Kunstlicht.

Nach 43 Tagen (am 25.08.2010) wurden Länge der Primärwurzel und Länge des oberirdischen Sprosses gemessen; 50 Keimlinge wurden dafür den Töpfen mit den Nummern 1, 5 und 8 entnommen.



Abbildung 20: Topfversuch

Wurzelwachstum im Gelände

Als Vergleich wurden zehn Einjährige im Gelände ausgegraben. Diese Pflanzen wurden bei der oberen Drau am Standort Kleblach vom Seitenarm, vom orografisch rechten Ufer bei Kleblach, vom orografisch rechten Ufer der Aufweitungsstrecke bei Spittal sowie vom Lech flussab der Johannesbrücke gesammelt. Die Wurzellänge und die Länge des längsten oberirdischen Sprosssteils (längster Trieb) wurden gemessen.

Ein Teil dieser Pflanzen und weitere Tamarisken, die nicht vollständig ausgegraben werden konnten und deshalb nicht für diesen Versuch verwendet werden konnten, wurden herbarisiert (Herbarnummern des Kärntner Landesherbars: BP 139378, 139379, 139380, 139381, 139382, 139383, 139384, 139385, 139386, 139387, 139388, 139389, 139390, 139391, 139392, 139393, 139394, 139395, 139396, 139397, 139398, 139399, 139400, 139401, 139402).

6.3 Adulte reproduktive Pflanzen

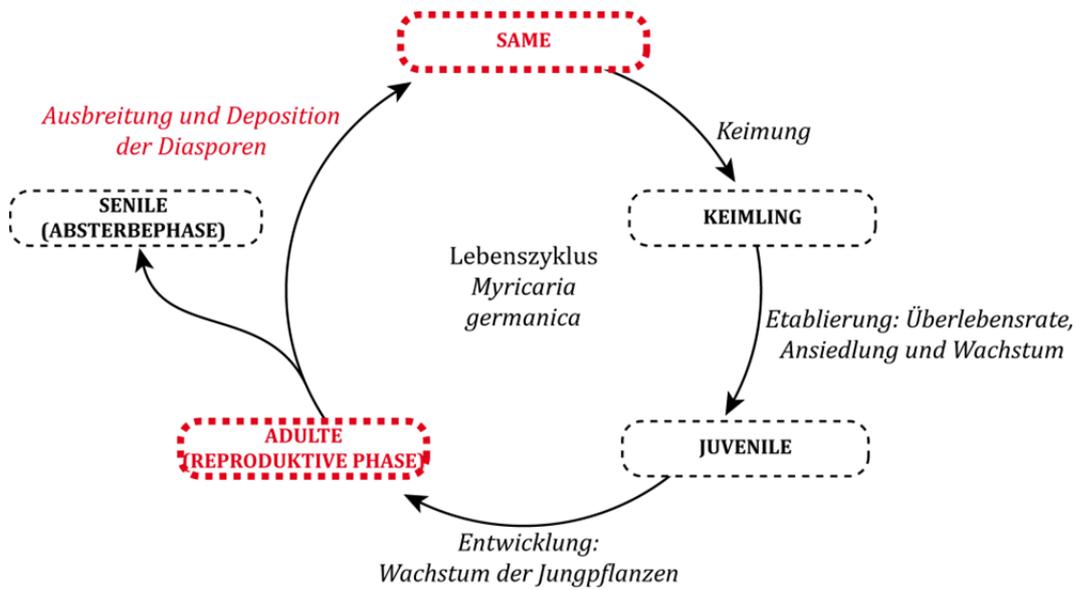


Abbildung 21: Lebenszyklus von *Myricaria germanica*: Adulte-Ausbreitung und Deposition der Diasporen

6.3.1 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 (Abbildung 22).

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; Tabelle 9). Die Blüten- und Fruchtstände des Referenztriebes wurden am 08.06.10, 15.06.10, 27.07.10 und 21.08.10 bewertet (4 Beobachtungstermine).

Aus der Schottergrube Kellerberg wurden zwei Referenztriebe von Tamarisken der Größenklassen 4 bzw. 5 bewertet (Tabelle 8). Beobachtungstermine fanden in der Schottergrube am 08.06.10, 15.06.10, 22.06.10, 05.07.10, 14.07.10 und 17.08.10 statt (6 Beobachtungstermine).

Tabelle 8: Überblick über die Referenztriebe

Standort	Referenztrieb	Größenklasse	Blühklasse
Kellerberg	1	5	4
Kellerberg	2	4	3
Kleblach	3	5	4

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 Früchte 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).



Abbildung 22: Langtrieb Nr. 1 mit Markierung, Schottergrube Kellerberg, Aufnahme vom 08.06.2010.

6.3.2 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).

Anzahl der Samen pro Kapsel Frucht

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 etwa jeder fünften bis zehnten Kapsel Frucht eines Fruchtstandes ausgezählt.

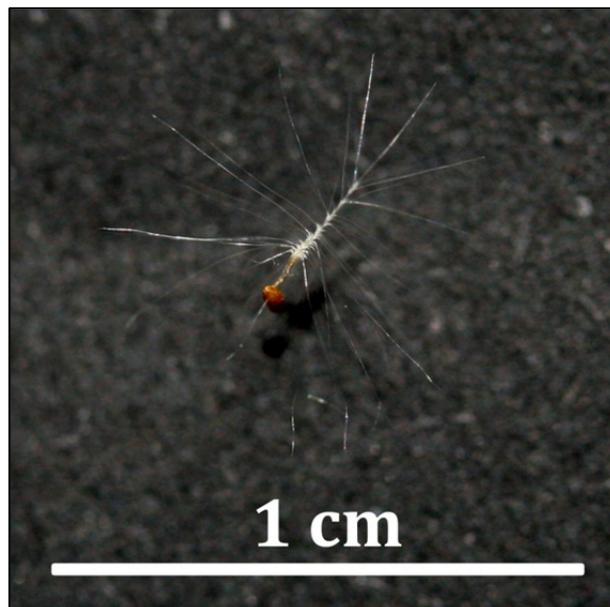


Abbildung 23: trockener Same

Anzahl der Fruchtknoten pro Blüten- und Fruchtstand

Ende Mai (18.05.2010 bis 20.05.2010) wurde die Anzahl der Fruchtknoten von 146 Blütenständen erhoben. Von zwei Referenzsträuchern (Nr. 19 und 14; Tabelle 9) der Größenklasse 3 bzw. 4 und Blühklasse 2 bzw. 4 wurde etwa jeder fünfte Blütenstand ausgewertet. Zusätzlich wurde zwischen Knospen, offenen Blüten und unreifen, das heißt noch geschlossenen, Kapsel Früchten unterschieden (Abbildung 24) sowie die Länge der Blütenstände gemessen.

Ende Juli (27.07.2010) wurde als Vergleich zur Erhebung vom Mai die Anzahl der Früchte von 17 Fruchtständen zweier Referenzsträucher (Nr. 1 und 21; Tabelle 9) 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 (Abbildung 24). Die Länge der Fruchtstände wurde ebenfalls gemessen.



Abbildung 24: **(A)** Knospe **(B)** Blüte **(C)** geschlossene Kapsel Frucht **(D)** offene Kapsel Frucht von *Myricaria germanica*

Anzahl der Blüten- und Fruchtstände pro Individuum

Am Standort Kleblach wurde anhand von elf typischen Tamarisken („Referenzsträuchern“) für jeden Größen- und Blüh- oder Fruchtklassentyp (vgl. Kapitel 5.2.1 Vorkommenshäufigkeit von Größenklassen, S.42) die Anzahl der Blüten- bzw. Fruchtstände pro Langtrieb gezählt (Tabelle 9). 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, das heißt, sie wiesen reife Kapsel Früchte auf.

Bei dem Referenzstrauch Nr. 20 handelt es sich um die sogenannte Initialpflanze am orografisch linken Ufer des Seitenarms, eine Pflanze, welche am Standort Kleblach angepflanzt wurde.

Tabelle 9: Überblick über die 11 Referenzsträucher (= Tamarisken am Standort Kleblach; „typisch“ für jede Größen-, Blüh- bzw. Fruchtklasse).

Referenzstrauch Nr.	Größenklasse	Blühklasse	Fruchtklasse
4	4	2	-
16	3	2	-
18	5	2	-
19	3	2	-
15	4	3	-
17	3	3	-
13	5	4	-
14	4	4	-
20	5	4	-
1	3	-	2
21	4	-	3

Diasporen pro Individuum

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 (Tabelle 9) produziert.

Für die Ermittlung der „maximalen“ Diasporenproduktion wird angenommen, dass sich alle Fruchtknoten zu reifen Kapsel Früchten weiterentwickeln und in der Folge auch Samen abgeben. Des Weiteren wird angenommen, dass eine Kapsel Frucht im Mittel 126 Samen enthält und sich im Mittel 37 Fruchtknoten auf einem Blütenstand befinden. Der Mittelwert von 126 Samen pro Kapsel Frucht ergibt sich aus der Zählung gemäß Tabelle 22. Der zugrunde gelegte Mittelwert von 37 Fruchtknoten je Blütenstand basiert auf den Zählungen vom Mai 2010 (Tabelle 23). Vernachlässigt werden die Erhebung der Fruchtknoten je Fruchtstand vom 27.07.2010 gemäß Tabelle 24. Zwar weisen die an diesem Tag untersuchten Fruchtstände eine durchschnittlich höhere Anzahl an Fruchtständen auf als bei der Zählung im Mai 2010, jedoch liegt die Stichprobengröße maßgeblich niedriger.

Auch die Tatsache, dass *M. germanica* den ganzen Sommer hinweg neue Blütenstände produziert, sodass die Fruchtknotenanzahl in Wirklichkeit zunimmt, muss aus technischen Gründen vernachlässigt werden.

Für die Berechnung der „aktuellen“ Diasporenproduktion als „Momentaufnahme“ wird der 27.07.2010 gemäß Tabelle 24 mit 17 reifen Früchten pro Fruchtstand herangezogen. So lässt sich die Diasporenproduktion für jede Größen- und Fruchtklasse grob berechnen.

6.3.3 Sprossaufbau von *Myricaria germanica*

Von den, bereits in Kapitel „Anzahl der Blüten- und Fruchtstände pro Individuum“, S.59, verwendeten elf Referenzsträuchern (Tabelle 9) wurden Daten zum Sprossaufbau der Tamarisken erhoben (Abbildung 25).

Die Anzahl aller wohl entwickelten Langtriebe wurde erhoben und ihre Gesamtlänge bis zum Boden wurde gemessen (Abbildung 25 (1)). Der Einfachheit halber wurden sehr kurze Langtriebe, die erst im Laufe des Sommers heranwuchsen, als „Seitentriebe“ gewertet. Ihre Länge wurde nicht festgehalten.

Falls die Langtriebe einen Blüh- bzw. Fruchtansatz aufwiesen, wurde dieser ebenfalls vermessen. Ein Langtrieb endet meist mit einem traubigen Blütenstand (Fruchtstand). Unterhalb dieses Hauptblütenstandes (-fruchtstandes) können Nebenblütenstände (-fruchtstände) abzweigen. 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 (Abbildung 25 (2)) oder bis zum Abzweigungspunkt

des untersten Seitentriebs (Abbildung 25 (3)) vermessen. Falls nur ein Hauptblütenstand vorhanden war (Abbildung 25 (4)), wurde die Länge von diesem angegeben.

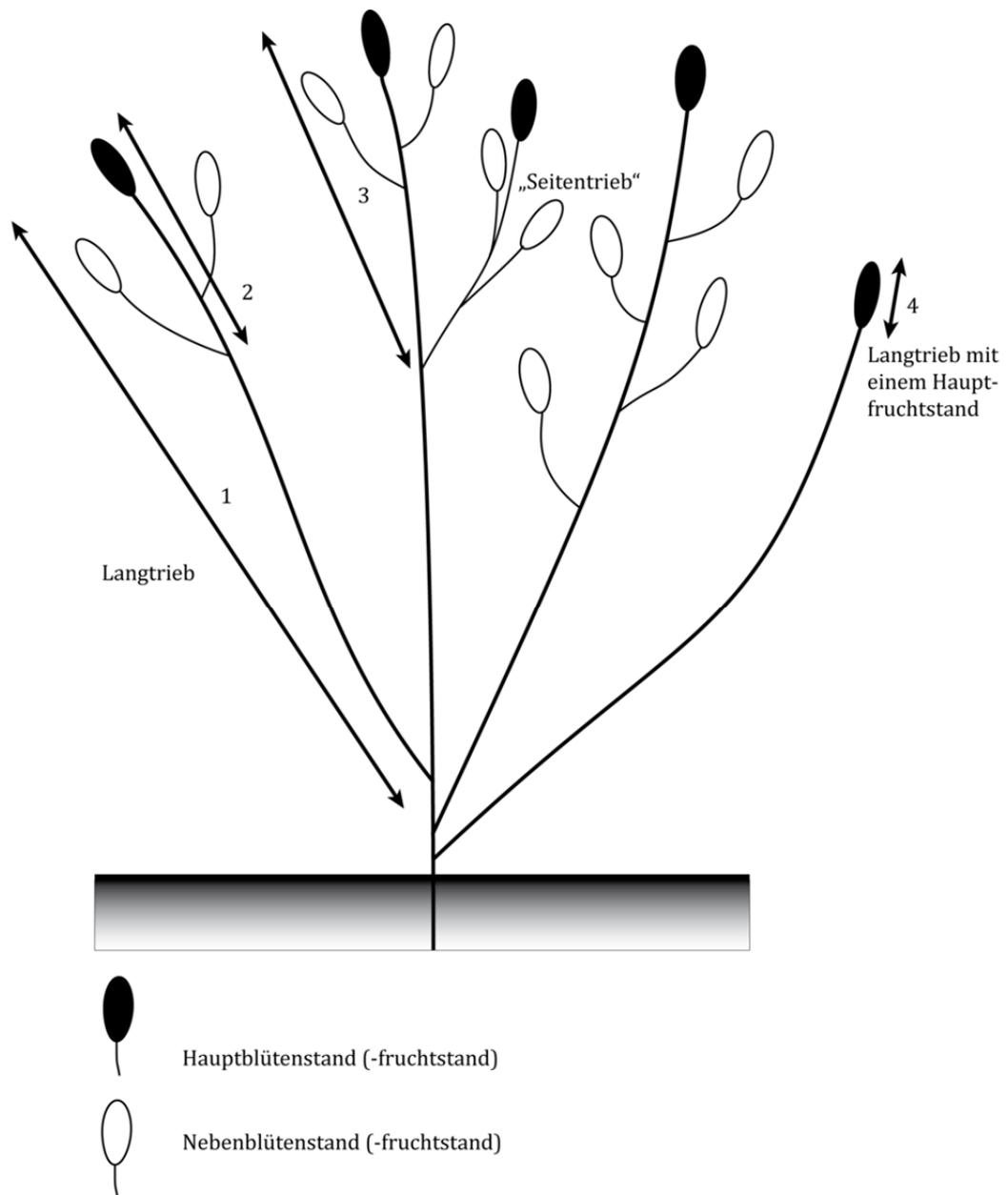
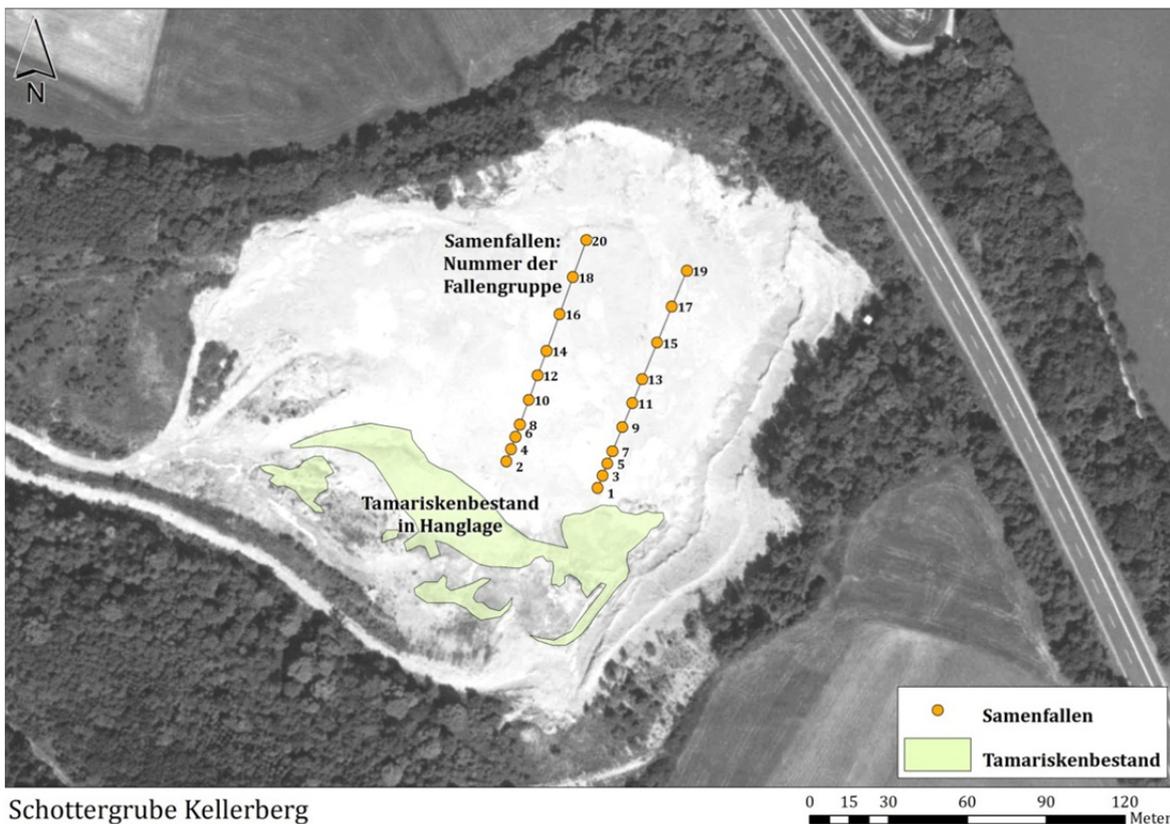


Abbildung 25: Habitus von *Myricaria germanica*: Langtriebe mit Haupt- und Nebenblütenständen bzw. -fruchtständen (Benennung nach Opitz 1993).

6.3.4 Diasporeneintrag in den Samenfallen

Der Diasporenregen von *M. germanica* in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Mutterpflanzen wurde mittels Samenfallen in der Schottergrube Kellerberg erhoben, Nassfallen nach Ryvar den (1971) wurden dafür verwendet. Ein ausgedehnter Tamariskenbestand kommt hier in Hanglage auf einer Fläche von etwa 3357 m² vor (Abbildung 26, Abbildung 27).

Insgesamt wurden 80 Nassfallen verwendet, am geeignetsten erwiesen sich mit Wasser angefüllte Pikierschalen (30 cm * 60 cm * 5 cm), die am ebenen Grubenboden der Schottergrube ausgelegt wurden. Eine Fallenfläche von insgesamt 14,4 m² wurde damit abgedeckt. Die Samenfallen wurden in zwei Reihen zu je 10 4-er Gruppen aufgestellt. Eine 4-er Gruppe besteht aus den einzelnen Samenfallen A, B, C und D (Abbildung 29). Der Abstand zwischen diesen 4er-Gruppen betrug 5, 5, 5, 10, 10, 10, 15, 15, 15 m, damit wurde eine Gesamtdistanz von 90 m pro Reihe abgedeckt. Der Abstand zwischen den beiden Reihen betrug ca. 37 m (Abbildung 26, Abbildung 27 und Abbildung 28).



Schottergrube Kellerberg

Abbildung 26: Etablierter Tamariskenbestand am Standort Kellerberg und Lage der Samenfallengruppen.

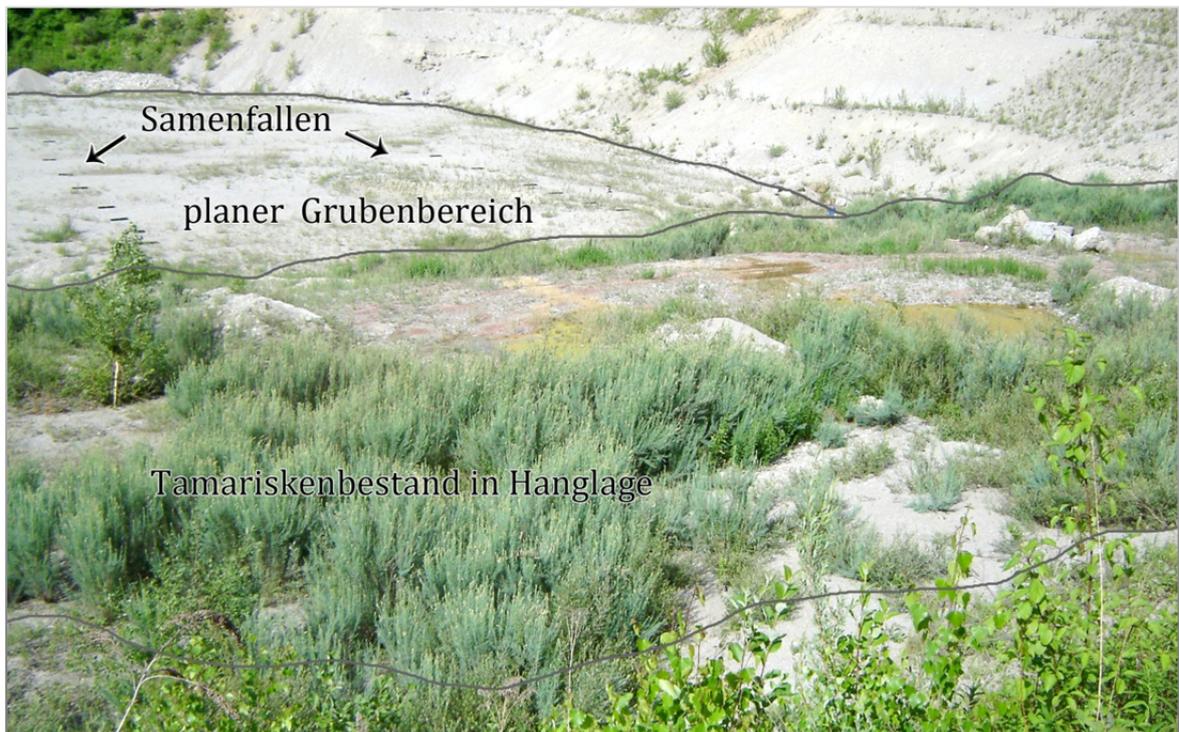


Abbildung 27: Schottergrube Kellerberg: Spontanstandort von *Myricaria germanica*; Aufnahme vom 10.06.2010.



Abbildung 28: Schottergrube Kellerberg; 20 Samenfallegruppen entlang von zwei Reihen (schwarze Markierung).



Abbildung 29: Schottergrube Kellerberg: 4 geblockte Samenfallen (A, B, C und D) in Blickrichtung zur Quellpopulation.

Bei den Tamarisken der Umgebung wurde unterschieden, ob diese vorwiegend der Größenklasse 5 bzw. der Größenklassen 3 bis 4 zugeordnet werden können, um feststellen zu können, von wo am meisten Diasporen eingetragen werden.

Im ebenen Grubenbereich, der nicht ständig mit Wasser versorgt wird, wachsen ebenfalls kleinere Tamarisken (Abbildung 27). Die Blühtriebe dieser Pflanzen wurden entfernt, um die Tamarisken in Hanglage als eindeutige Diasporenquelle definieren zu können.

Am Boden der Fallen wurde ein Gartenvlies angebracht, das am Versuchsende samt den Samen (bzw. Diasporen) herausgenommen wurde. Die Samen konnten so aus den Fallen entfernt und anschließend gezählt werden. Die Samenfallen wurden am 21.06.2010 eingerichtet und am 23.06.2010 vormittags wieder ausgeleert. Zu diesem Zeitpunkt fruchteten und blühten die Tamarisken stark (Abbildung 30).



Abbildung 30: Reich blühende und fruchtende Tamarisken in der Schottergrube Kellerberg: phänologisches Maximum des Samenfluges; Aufnahme vom 22.06.2010.

7. 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.

Von der Firma eb&p Umweltbüro GmbH wurden die verwendeten Orthofotos sowie die Daten des Vegetationsmonitorings zur Verfügung gestellt. 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 durch das Programm errechnet, die Flächenbilanz lässt sich für jeden Biotoptyp ermitteln und entsprechend darstellen.

Die Darstellungen der räumlichen Verteilung der Keimlinge und Einjährigen sowie die Darstellung des Diasporendrucks am Standort Kleblach (vgl. Kapitel 8.2 *Myricaria germanica* am Standort Kleblach, S.75) erfolgten mittels quantitativer Symbole. Für die quantitative Darstellung der Häufigkeit der Keimlinge und Einjährigen am Standort Kleblach wurde die Funktion „Graduated Symbols“ (abgestufte Symbole) eingesetzt. Dies ermöglicht, bestimmte Werte durch veränderlich große Symbole darzustellen, das heißt die Größe der Symbole repräsentiert die Häufigkeit der Keimlinge und Einjährigen anhand der Kategorie B, C oder D (vgl. Kapitel 5.2.1 Vorkommenshäufigkeit von Größenklassen, S.42; Günther 2009).

Der Diasporendruck am Standort Kleblach (vgl. Kapitel 8.2 *Myricaria germanica* am Standort Kleblach, S.75) wurde ebenfalls quantitativ dargestellt. In Abhängigkeit von der Anzahl der Diasporen kann mittels der Funktion „Dot Density“ (Punktdichte) eine verhältnismäßig große Anzahl an Punktsymbolen auf das Polygon verteilt werden, sodass die Dichte vermittelt wird. Der Punkt ist keine Ortssignatur, sondern zufällig innerhalb der Fläche verteilt (Günther 2009).

III. ERGEBNISSE

8. Untersuchungen zum Standort Kleblach

8.1 Vegetation am Standort Kleblach

Im Zuge der Biotoptypenkartierung wurden am Standort Kleblach 33 Biotoptypen unterschieden, die den vier Großgruppen, der Wasserzone, der Uferzone, der Auenzone (Wälder und Gebüsche) bzw. sonstigen Flächen zugeordnet wurden (vgl. Egger et al. 2011).

Eine detaillierte Beschreibung der kartierten Biotoptypen ist im Monitoringbericht über das Natura-2000-Gebiet Obere Drau (Begleitende Untersuchungen zum LIFE II-Projekt, Analyse und Bilanz der Schutzobjekte Lebensraumtypen und Vegetation im Kapitel 4.1 „Vegetation“ angeführt (vgl. Egger et al. 2011).

Die Kartierungseinheiten sind in Abbildung 32 dargestellt, Tabelle 10 zeigt die Flächenbilanz. Die erfassten Polygone wurden, wie in Abbildung 33 beschrieben, nummeriert.

Die Weiden-Tamarisken-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. 2011).

Die Vegetationsaufnahmen befinden sich im Anhang.

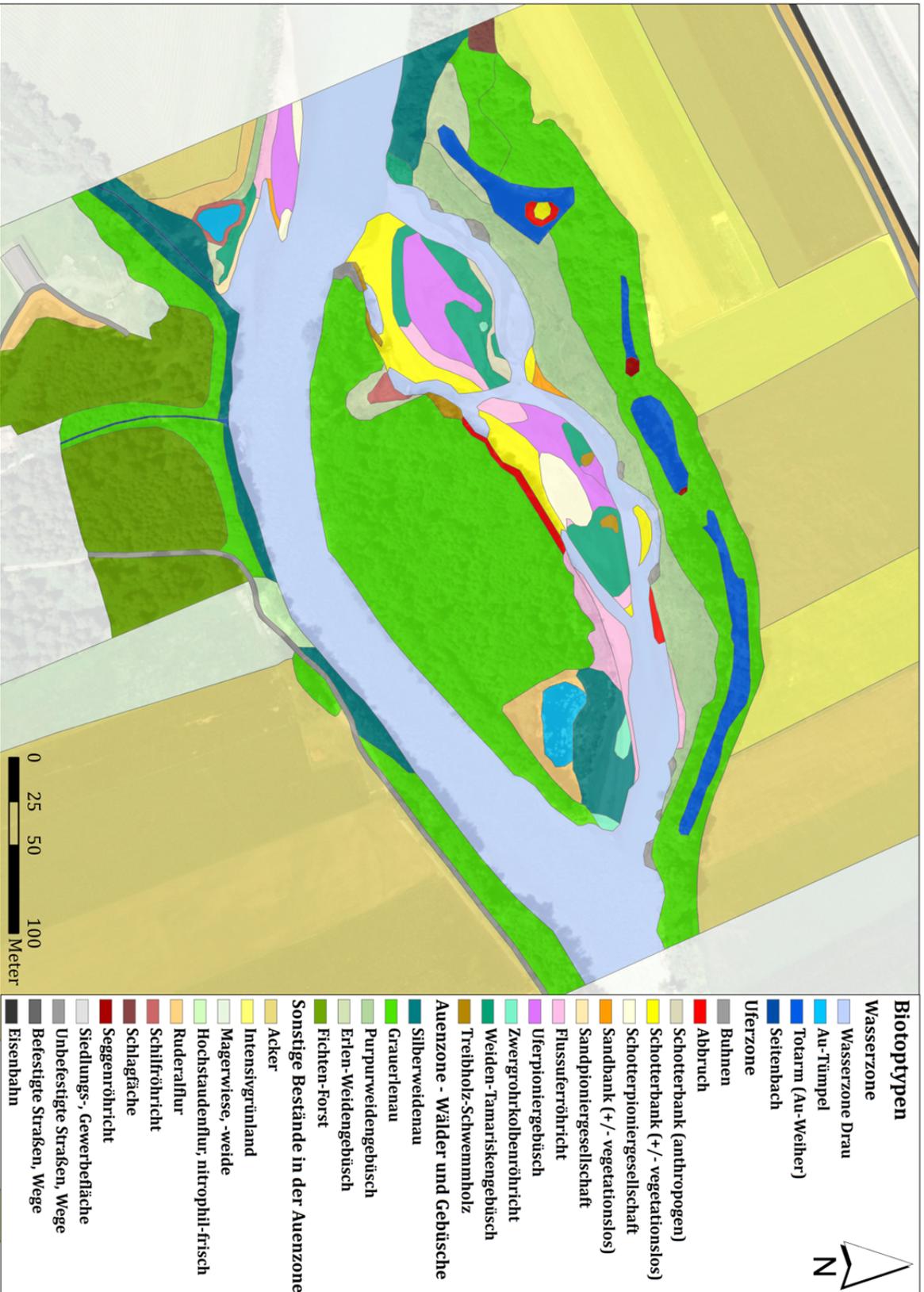


Abbildung 32: Standort Kleblach: Karte der Biotypen im Jahr 2010.

Tabelle 10: Flächenbilanz der Kartierungseinheiten am Standort Kleblach

	Flächengröße		Flächenanteil %
	m ²	ha	
Wasserzone			
Drau	35711,36	3,57	11,22
Totarm (Au-Weiher)	3921,75	0,39	1,23
Au-Tümpel	1158,12	0,12	0,36
Seitenbach	198,31	0,02	0,06
Uferzone			
Weiden-Tamarisken-Gebüsch	3397,76	0,34	1,07
Uferpioniergebüsch	3323,55	0,33	1,04
Schotterbank (+/- vegetationslos)	2953,49	0,30	0,93
Flussuferröhricht	2446,87	0,24	0,77
Schotterpioniergesellschaft	1016,49	0,10	0,32
Abbruch	609,71	0,06	0,19
Buhnen	461,32	0,05	0,14
Treibholz-Schwemmholz	355,93	0,04	0,11
Schotterbank (anthropogen)	270,39	0,03	0,08
Zwergrohrkolbenröhricht	259,35	0,03	0,08
Sandbank (+- vegetationslos)	191,30	0,02	0,06
Sandpioniergesellschaft	166,72	0,02	0,05
Auenzone - Wälder und Gebüsche			
Grauerlenau	43695,30	4,37	13,73
Fichten-Forst	14491,70	1,45	4,55
Purpurweidengebüsch	7369,73	0,74	2,32
Silberweiden-Au	6816,90	0,68	2,14
Erlen-Weidengebüsch	1575,99	0,16	0,50
Seggenröhricht	87,84	0,01	0,03
Sonstige Bestände in der Auenzone			
Acker	123062,06	12,31	38,67
Intensivgrünland	31013,23	3,10	9,75
Magerwiese, -weide	19185,75	1,92	6,03
Ruderalflur	5040,67	0,50	1,58
Unbefestigte Straßen, Wege	3254,17	0,33	1,02
Siedlung, Gewerbeflächen	2268,71	0,23	0,71
Eisenbahn	2054,76	0,21	0,65
Hochstaudenflur, nitrophil-frisch	970,06	0,10	0,30
Schilfröhricht	401,45	0,04	0,13
Befestigte Straßen, Wege	256,52	0,03	0,08
Schlagfläche	245,61	0,02	0,08
SUMME	318232,86	31,82	100,00

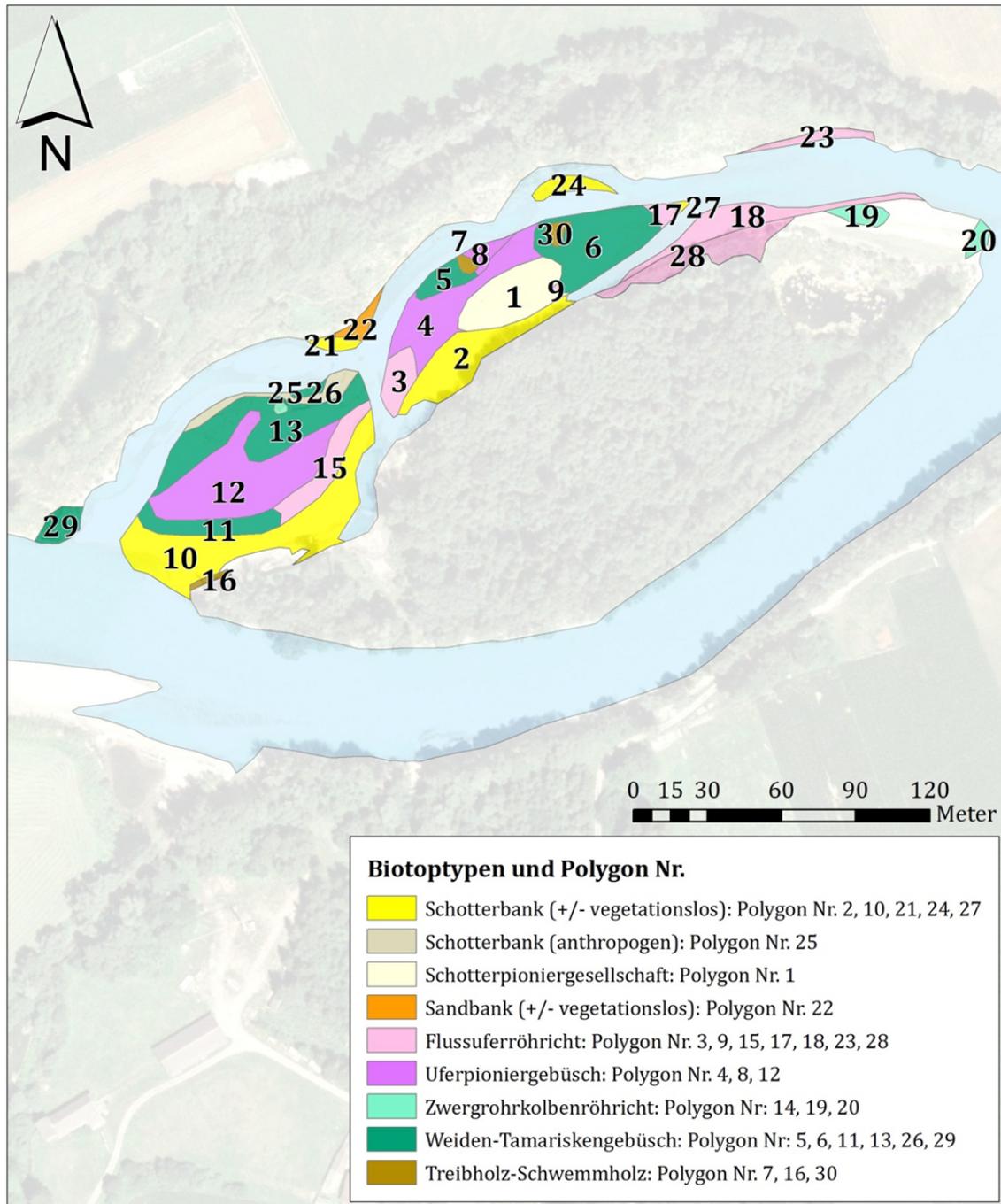


Abbildung 33: Versuchsfläche Kleblach: Polygonnummern der Biotoptypen.

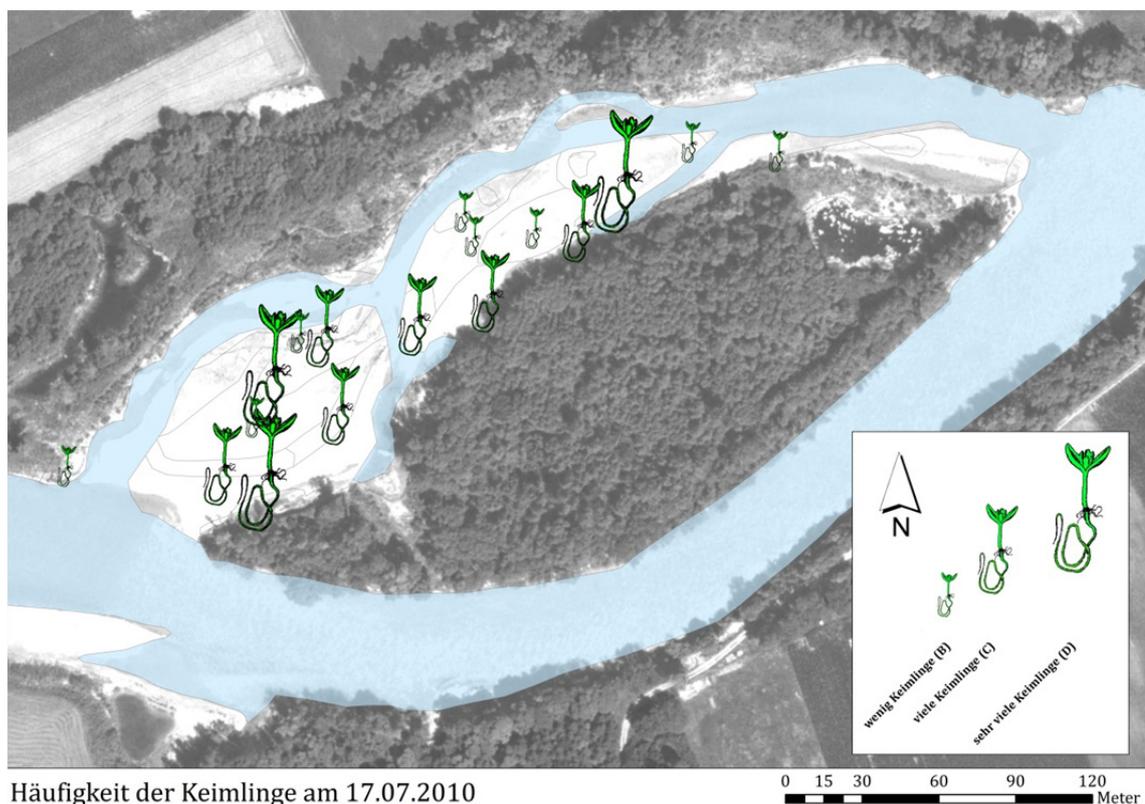
8.2 *Myricaria germanica* am Standort Kleblach

8.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge

Die Häufigkeiten und die räumliche Verteilung der Keimlinge pro Polygon für den 17.07.2010 und den 18.08.2010 sind in Abbildung 34 und Abbildung 35 dargestellt sowie in Tabelle 11 aufgelistet. Insgesamt wurden mehr Keimlinge auf der flussaufwärts gelegenen oberen Schotterbank gefunden

Die meisten Keimlinge der Kategorie D kamen am 17.07.2010 im Weiden-Tamarisken-Gebüsch, Polygon Nr. 6 und 13 vor, besonders unter den Mutterpflanzen und in deren unmittelbarer Nähe. Im Biotoptyp der „vegetationslosen Schotterbank“, Polygon Nr. 10, wurde ebenfalls die Kategorie D erhoben. Kategorie C wurde in den Biotoptypen, „Schotterbank“, „Flussuferföhricht“ und „Weiden-Tamarisken-Gebüsch“, der Polygone Nr. 2, 3, 9, 11, 15 und 26 verzeichnet.

Betreffend Kategorie B ist interessant, dass am 17.07.2010 Keimlinge im Biotoptyp „Flussuferföhricht“, Polygon Nr. 18, auf einer Fläche vorkamen, auf der kurz vorher Sand und Schluff abgelagert wurde.



Die Wiederholung der Erhebung am 18.08.2010 zeigt eine leichte Abnahme der Keimlingshäufigkeit. Eine hohe Keimlingsdichte (Kategorie D) wurde nur dreimal, nämlich im Polygon Nr. 25, 26 und 29 erhoben. Polygon Nr. 26 und 29 sind Weiden-Tamarisken-Gebüsche. Das Polygon Nr. 29 befindet sich am orografisch linken Ufer. An dieser Stelle wächst die sogenannte „Initialpflanze (= Referenzstrauch Nr. 20; Tabelle 9, S.59) der Größenklasse 5. Bei Polygon Nr. 25 handelt es sich um die, durch die Ausbaggerung neu geschaffene Schotterbank, äußerst viele Keimlinge wurden hier gefunden (Abbildung 86, S.139). Die Kategorie C wurde im Weiden-Tamarisken-Gebüsch der Polygone Nr. 6, 11 und 13 verzeichnet.

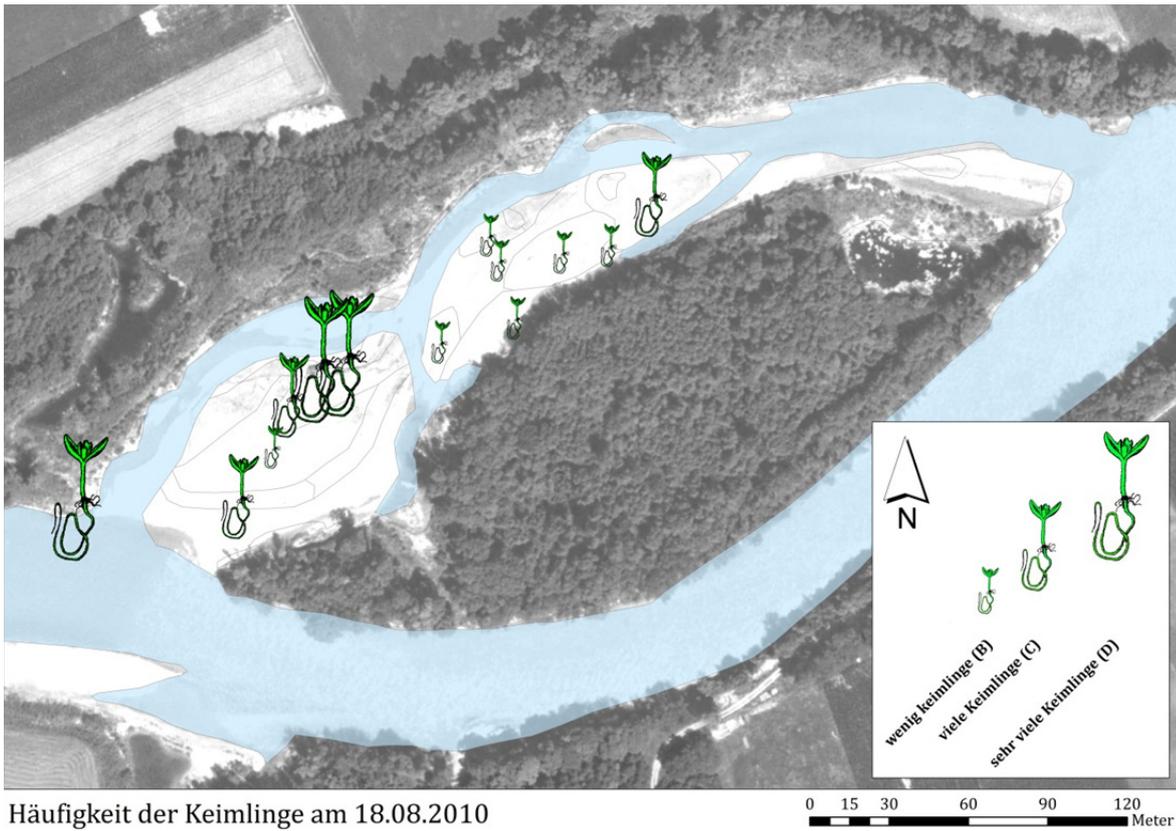


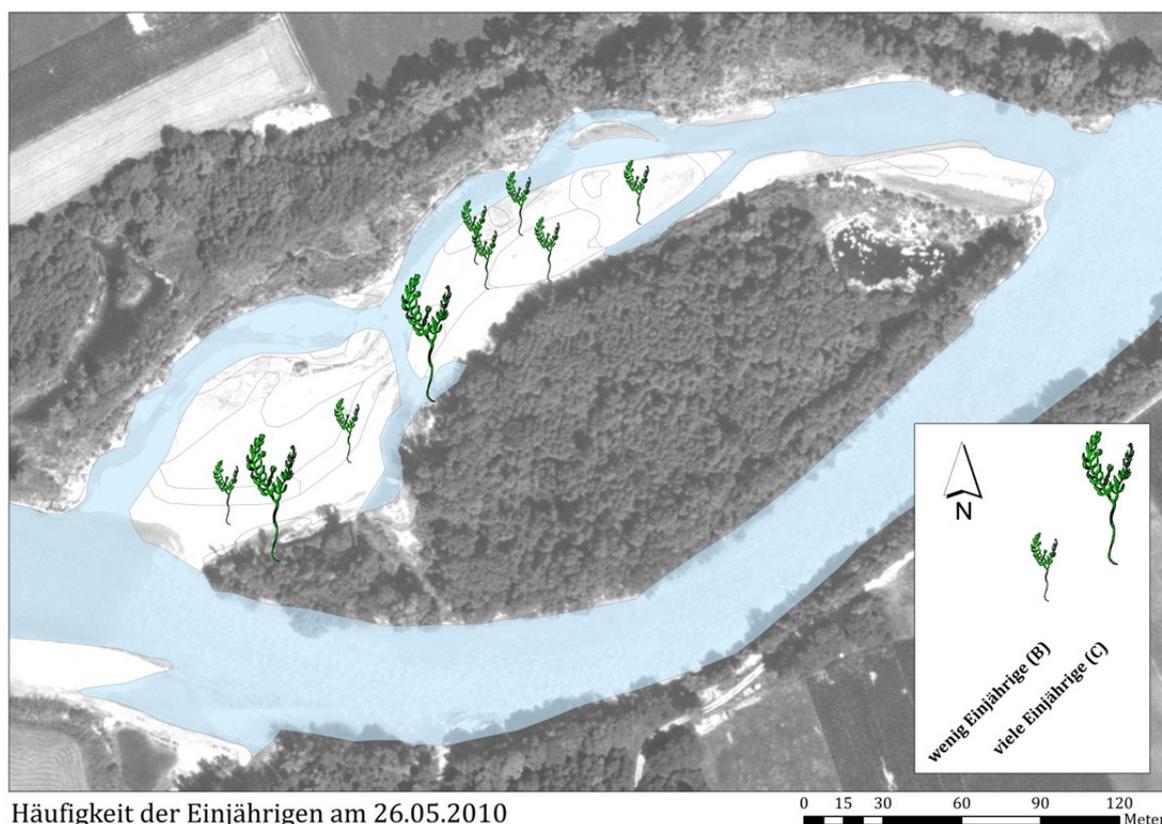
Abbildung 35: Versuchsfläche Kleblach: Häufigkeit der Keimlinge von *Myricaria germanica* pro Polygon am 18.08.2010.

8.2.2 Räumliche Verteilung der Einjährigen

Die Häufigkeit und die räumliche Verteilung der Einjährigen pro Polygon für den 26.05.2010, den 17.07.2010 und den 18.08.2010 ist in Abbildung 36, Abbildung 37 und Abbildung 38 dargestellt und in Tabelle 11 aufgelistet.

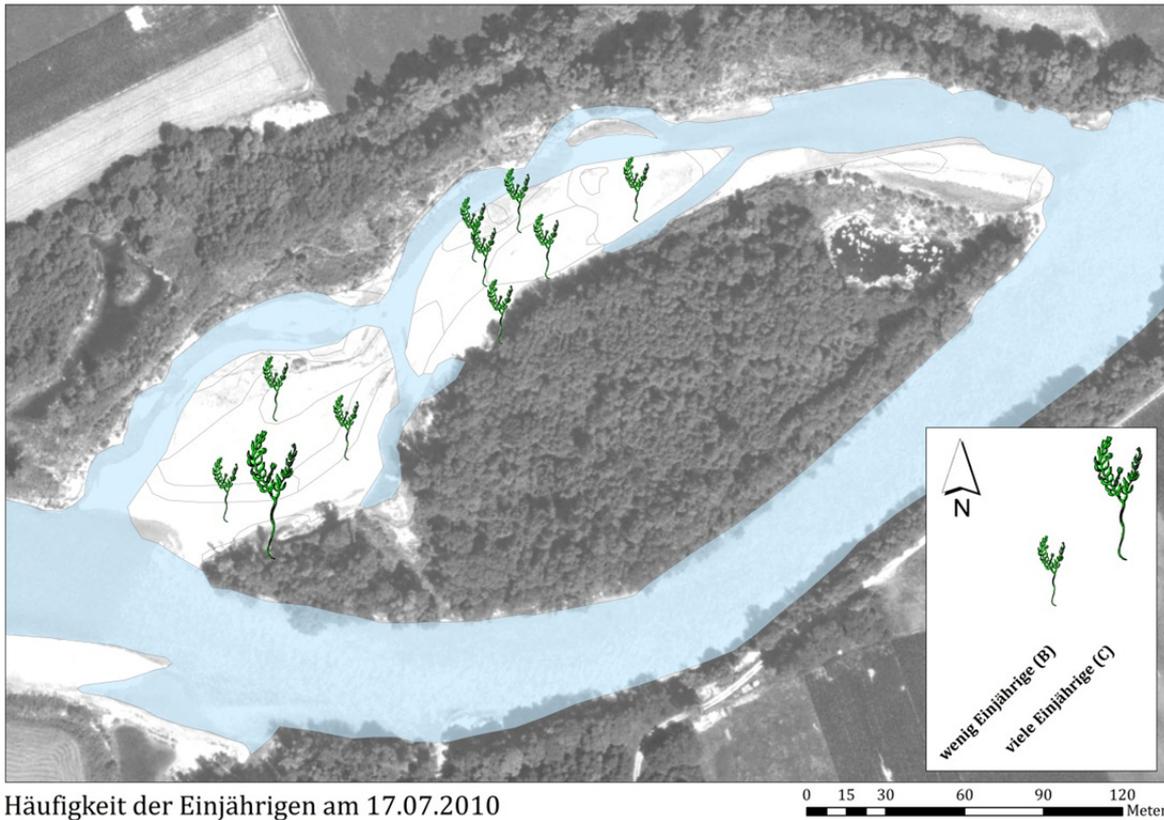
Bei den ersten beiden Erhebungsterminen wurden etwa gleich viel Einjährige gefunden, etwas weniger am 18.08.2010. Insgesamt kamen auf der unteren Schotterbank flussabwärts mehr Einjährige vor als auf der oberen Schotterbank flussaufwärts. Die Kategorie D wurde nicht vergeben.

Die meisten Einjährigen der Kategorie C kamen am 26.05.2010 im „Flussuferferröhricht“ und auf der „vegetationslosen Schotterbank“ in den Polygonen Nr. 3 und 10, vor. Die Kategorie B wurde in den Polygonen mit der Nr. 1, 4, 5, 6, 8, 11 und 15 vergeben, in den restlichen Polygon kamen keine Einjährigen vor. Am 17.07.2010 wurde die Kategorie C ausschließlich auf der vegetationslosen Schotterbank, Polygon Nr. 10 vergeben. Die Kategorie B wurde in den Polygonen mit der Nr. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 13 und 15 erhoben. Am 18.08.2010 wurden nur sehr wenige Einjährige gefunden, es wurde maximal die Kategorie B vergeben, und zwar für die Polygon der Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 15 und 26.



Häufigkeit der Einjährigen am 26.05.2010

Abbildung 36: Versuchsfläche Kleblach: Häufigkeit der Einjährigen von *Myricaria germanica* pro Polygon am 26.05.2010.



Häufigkeit der Einjährigen am 17.07.2010

Abbildung 37: Versuchsfläche Kleblach: Häufigkeit der Einjährigen von *Myricaria germanica* pro Polygon am 17.07.2010.



Häufigkeit der Einjährigen am 18.08.2010

Abbildung 38: Versuchsfläche Kleblach: Häufigkeit der Einjährigen von *Myricaria germanica* pro Polygon am 18.08.2010.

Tabelle 11: Häufigkeit der Keimlinge und Einjährigen von *Myricaria germanica* in den Polygonen unterschiedlicher Biotoptypen skaliert in Häufigkeitsklassen (Polygonnummern: siehe Abbildung 33).

Polygon Nr.	Biotoptyp	26.05.2010		17.07.2010		18.08.2010	
		Keim- linge	Ein- jährige	Keim- linge	Ein- jährige	Keim- linge	Ein- jährige
1	Schotterpioniergesellschaft	A	B	B	B	B	B
2	Schotterbank, vegetationslos	A	A	C	B	B	B
3	Flussuferröhricht	A	C	C	A	B	B
4	Uferpioniergebüsch	A	B	B	B	B	B
5	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	A	B	B	B	B	A
6	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	A	B	D	B	C	B
7	Treibholz-Schwemmholz	A	A	A	A	A	A
8	Uferpioniergebüsch	A	B	A	B	A	A
9	Flussuferröhricht	A	A	C	A	B	B
10	Schotterbank, vegetationslos	A	C	D	C	A	B
11	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	A	B	C	B	C	A
12	Uferpioniergebüsch	A	A	B	A	B	A
13	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	A	A	D	B	C	A
14	Zwergrohrkolbenröhricht	A	A	A	A	A	A
15	Flussuferröhricht	A	B	C	B	A	B
16	Treibholz-Schwemmholz	A	A	A	A	A	A
17	Flussuferröhricht	A	A	B	A	A	A
18	Flussuferröhricht	A	A	B	A	A	A
19	Zwergrohrkolbenröhricht	A	A	A	A	A	A
20	Zwergrohrkolbenröhricht	A	A	A	A	A	A
21	Schotterbank, vegetationslos	A	A	A	A	A	A
22	Sandbank, vegetationslos	A	A	A	A	A	A
23	Flussuferröhricht	A	A	A	A	A	A
24	Schotterbank, vegetationslos	A	A	A	A	A	A
25	Schotterbank, anthropogen	A	A	B	A	D	A
26	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	A	A	C	A	D	B
27	Schotterbank, vegetationslos	A	A	A	A	A	A
28	Flussuferröhricht	A	A	A	A	A	A
29	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	A	A	B	A	D	A
30	Treibholz-Schwemmholz	A	A	A	A	A	A

8.2.3 Verteilung der Größenklassen und Deckung

Die Anzahl an Tamarisken nahm im Untersuchungszeitraum ab, am 26.05.2010 wurden 655 Tamarisken, am 17.07.2010 628 Tamarisken und am 18.08.2010 561 Tamarisken gezählt. Bei jeder Zählung wurden ca. 60 % der Tamarisken der Größenklasse 3, etwa 30 % der Größenklasse 4 und ca. 10 % der Größenklasse 5 zugeordnet (Tabelle 12), das heißt die Verteilung der Tamarisken nach Größenklassen blieb, trotz sinkender Anzahl, relativ konstant. Tamarisken der Größenklasse 5 kommen nur auf der oberen Schotterbank vor, Tamarisken der Größenklasse 3 wachsen am Standort Kleblach fast überall, dominieren aber auf der unteren Schotterbank (Abbildung 39). In Abbildung 39 ist am orografisch linken Ufer die Stelle mit der sogenannte „Initialpflanze“ eingezeichnet, in diesem Polygon wachsen insgesamt vier Tamarisken.

Anzahl der Tamarisken am Standort Kleblach

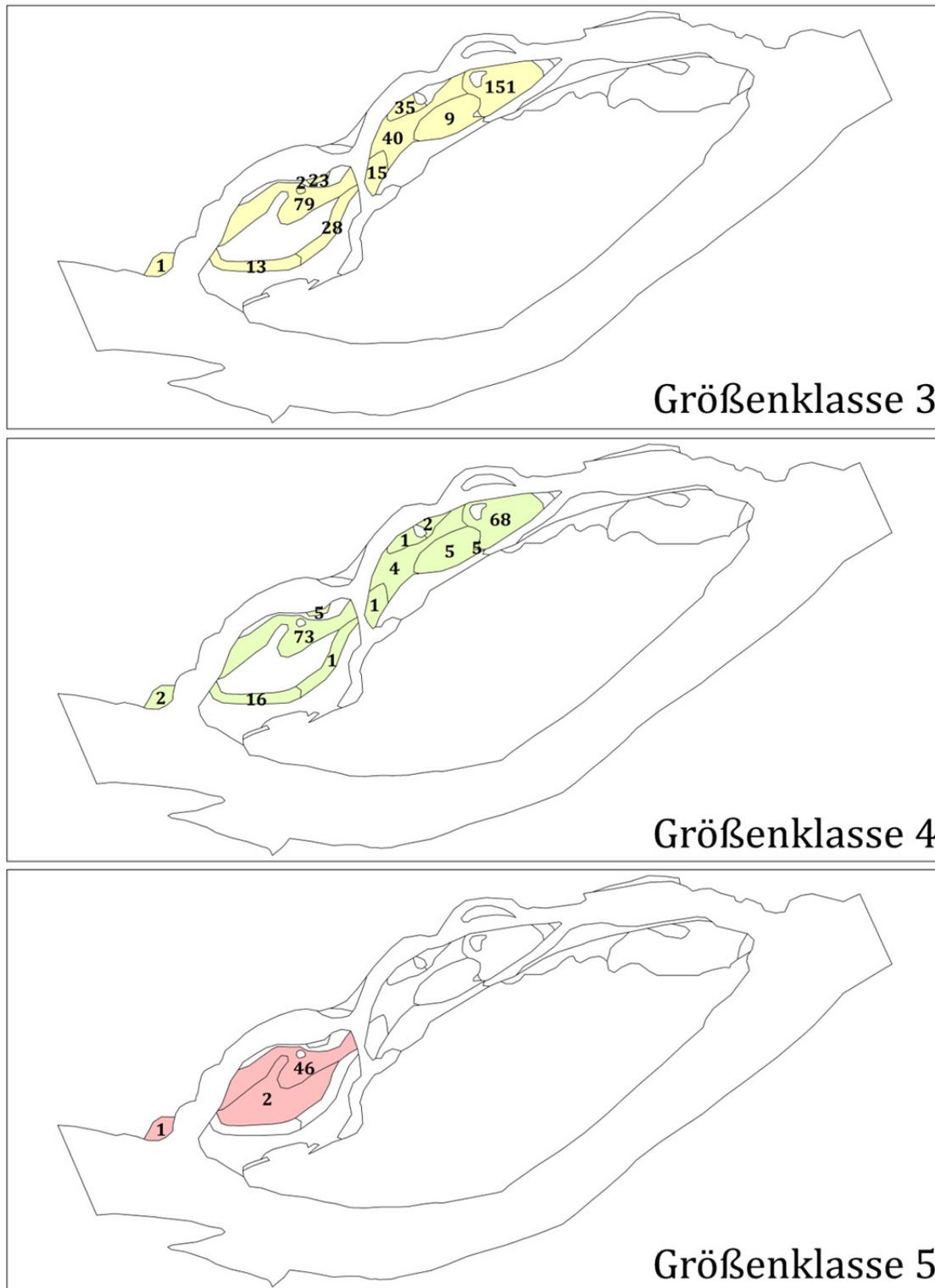


Abbildung 39: Anzahl der Tamarisken am Standort Kleblach, eingeteilt nach ihren Größenklassen (3, 4 und 5) am 17.07.2010

In Abbildung 40 und Tabelle 12 ist der Blüh- bzw. Fruchtzustand der Tamarisken für den 26.05.2010, den 17.07.2010 und den 18.08.2010 wiedergegeben.

Von den insgesamt 655 Tamarisken wiesen am 26.05.2010 228 Tamarisken keine Blütenstände auf (Blühklasse 1), 427 Tamarisken blühten (Blühklasse 2, 3, 4), noch keine Tamariske fruchteten. Am 17.07.2010 wurde 81 von insgesamt 628 Tamarisken die Blühklasse 1 zugewiesen, 106 blühten und 441 fruchteten. Am 18.08.2010 befanden sich noch 561 Tamarisken am Standort. 164 Tamarisken wurde die Blühklasse 1 zugewiesen, 44 Tamarisken blühten und 353 Tamarisken fruchteten.

Tabelle 12: Anzahl der Tamarisken, nach ihrer Größen- und Blüh- bzw. Fruchtklasse, für den 26.05.2010, den 17.07.2010 und den 18.08.2010.

Anzahl der Tamarisken									
Datum	Größen- klasse	Gesamt- anzahl	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	

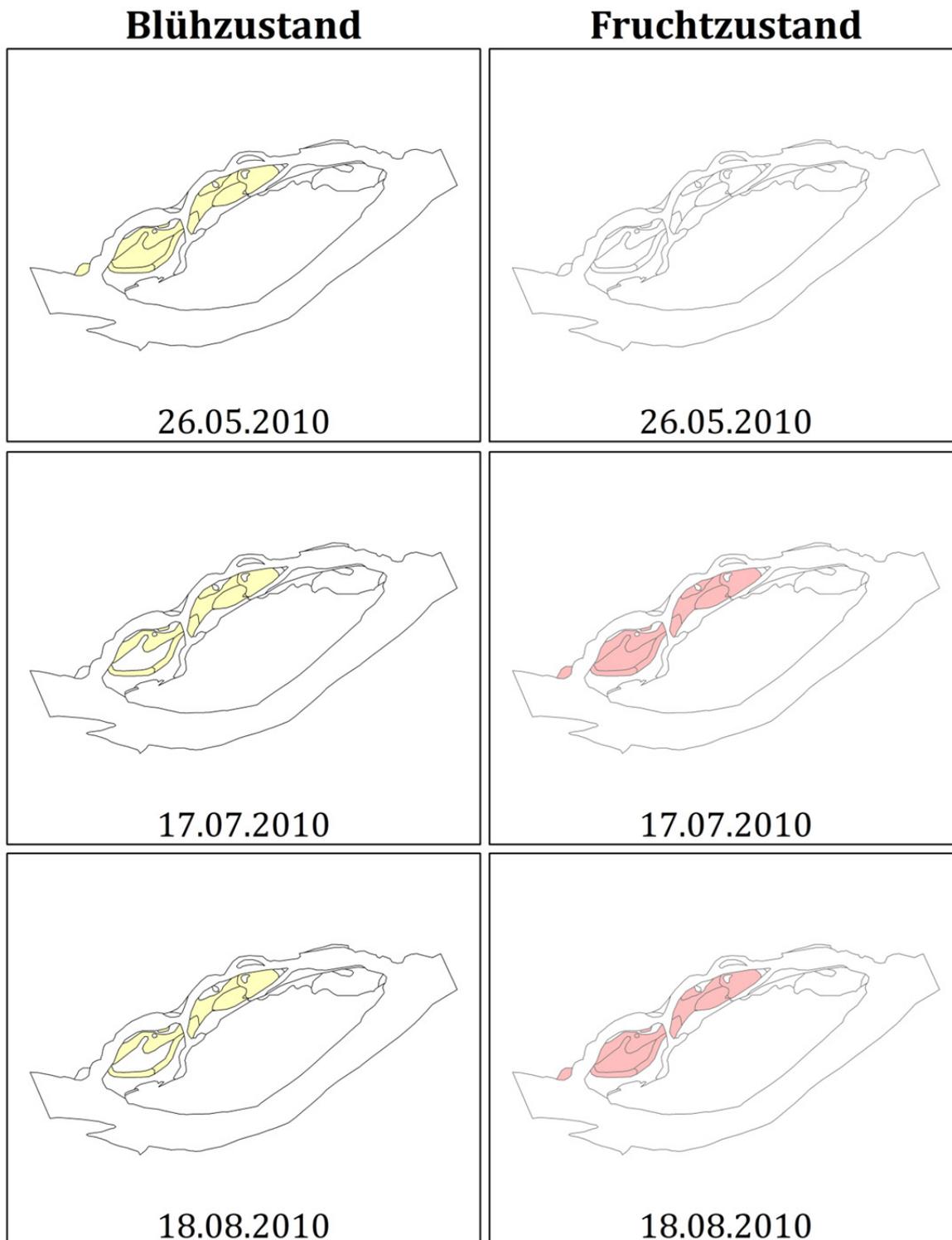
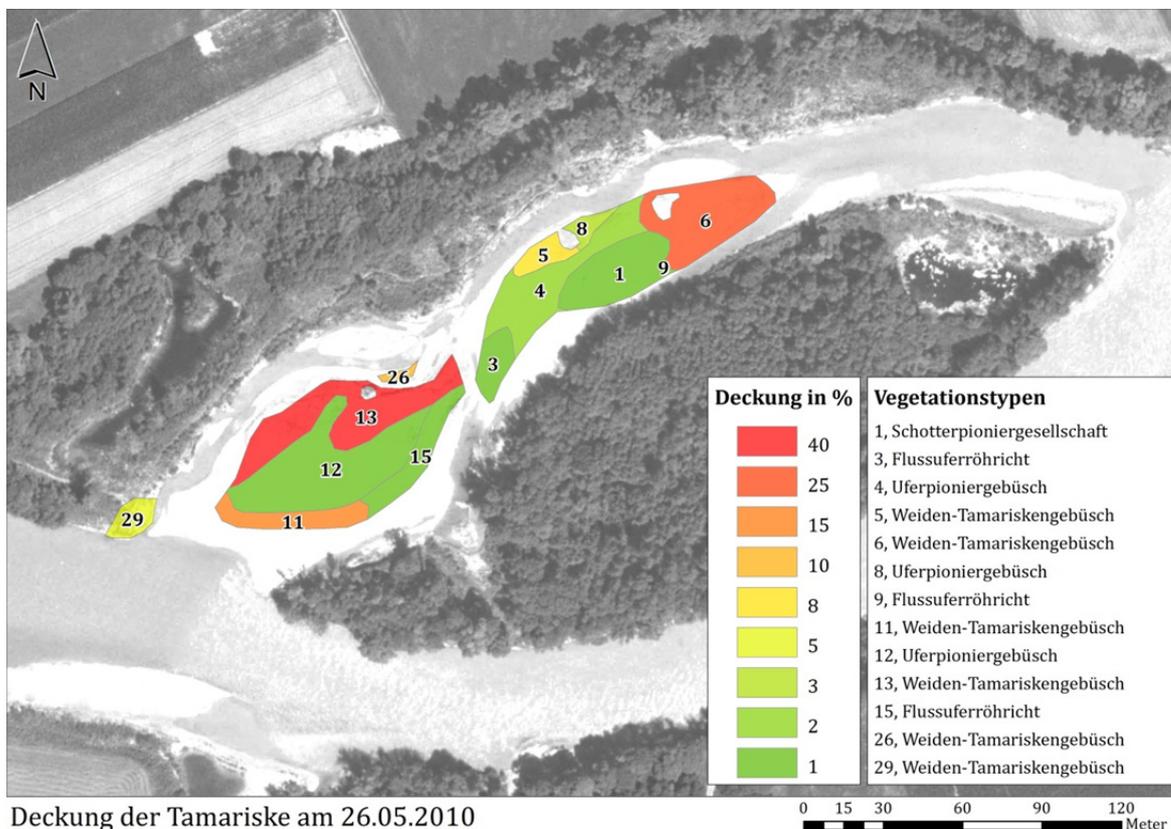


Abbildung 40: Blühzustand (**gelb**) und Fruchtzustand (**rot**) der Tamarisken am Standort Kleblach für den 25.05.2010, den 17.07.2010 und den 18.08.2010.

In Abbildung 41 ist die Deckung von *M. germanica* in Prozent dargestellt. 40 % Deckung hat die Tamariske im Weiden-Tamarisken-Gebüsch, Polygon Nr. 13, auf der oberen Schotterbank, dort wachsen auch die Tamarisken der Größenklasse 5. Im Weiden-Tamarisken-Gebüsch auf der unteren Schotterbank, Polygon Nr. 6, beträgt die Deckung 25 %, in allen restlichen Polygonen liegt die Deckung unter 15 %.



Deckung der Tamariske am 26.05.2010

Abbildung 41: Deckung der Tamariske in Prozent in den kartierten Biotoptypen am Standort Kleblach am 26.05.2010; die Polygonnummern sind in schwarz dargestellt.

8.2.4 Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach

Maximaler Diasporendruck

Der maximale Diasporendruck der *Myricaria*-Population ist für jedes Polygon pro m² in Tabelle 13 wiedergegeben bzw. in Abbildung 42 für den 17.07.2010 und in Abbildung 43 für den 18.08.2010 pro Polygon dargestellt.

Da sich der Diasporendruck der *Myricaria*-Population aus der Anzahl der Tamarisken sowie deren Fruchtzustand ergibt, ist dieser dementsprechend in den Weiden-Tamarisken-Gebüschchen mit den Tamarisken der Größenklasse 5 am höchsten.

Für den 17.07.2010 ergibt sich im Polygon Nr. 13 ein maximaler Diasporendruck von 553374 Diasporen pro m². Am 18.08.2010 errechnet sich der maximale Diasporendruck mit 324034 Diasporen pro m².

In den Polygonen mit der Nr. 26, 9, 6, 11 und 29 ist der Diasporendruck ebenfalls beachtlich, der maximale Diasporendruck beträgt in diesen Weiden-Tamarisken-Gebüschchen zwischen 82506 und 228035 Diasporen pro m². Für den 18.08.2010 ergeben sich Werte für den maximalen Diasporendruck von 68105 bis 178853 Diasporen pro m².

In den Polygonen der Nr. 2, 7, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28 und 30 beträgt der Diasporendruck 0, hier gab es keine fruchtenden Tamarisken. Im Polygon Nr. 14 wurden am 17.07.2010 bzw. im Polygon Nr. 8 und 12 am 18.08.2010 keine fruchtenden Tamarisken verzeichnet.

Tabelle 13: Maximale Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach pro m² im jeweiligen Polygon (Lage der der Polygone siehe Abbildung 33).

Polygon Nr.	Biotoptyp	Diasporendruck pro Polygon und m ²	
		MAXIMAL	
		17.07.2010	18.08.2010
2	Schotterbank, vegetationslos	0	0
7	Treibholz-Schwemmholz	0	0
10	Schotterbank, vegetationslos	0	0
16	Treibholz-Schwemmholz	0	0
17	Flussuferröhricht	0	0
18	Flussuferröhricht	0	0
19	Zwergrohrkolbenröhricht	0	0
20	Zwergrohrkolbenröhricht	0	0
21	Schotterbank, vegetationslos	0	0
22	Sandbank, vegetationslos	0	0
23	Flussuferröhricht	0	0
24	Schotterbank, vegetationslos	0	0
25	Schotterbank, anthropogen	0	0
27	Schotterbank, vegetationslos	0	0
28	Flussuferröhricht	0	0
30	Treibholz-Schwemmholz	0	0
14	Zwergrohrkolbenröhricht	0	3725
3	Flussuferröhricht	1686	1342
1	Schotterpioniergesellschaft	2661	2940
5	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	3372	4100
4	Uferpioniergebüsch	3577	2674
15	Flussuferröhricht	3847	4064
8	Uferpioniergebüsch	7837	0
12	Uferpioniergebüsch	12723	0
29	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	82506	68105
11	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	88349	28033
6	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	88692	32318
9	Flussuferröhricht	121479	117906
26	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	228035	178853
13	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	553374	324034

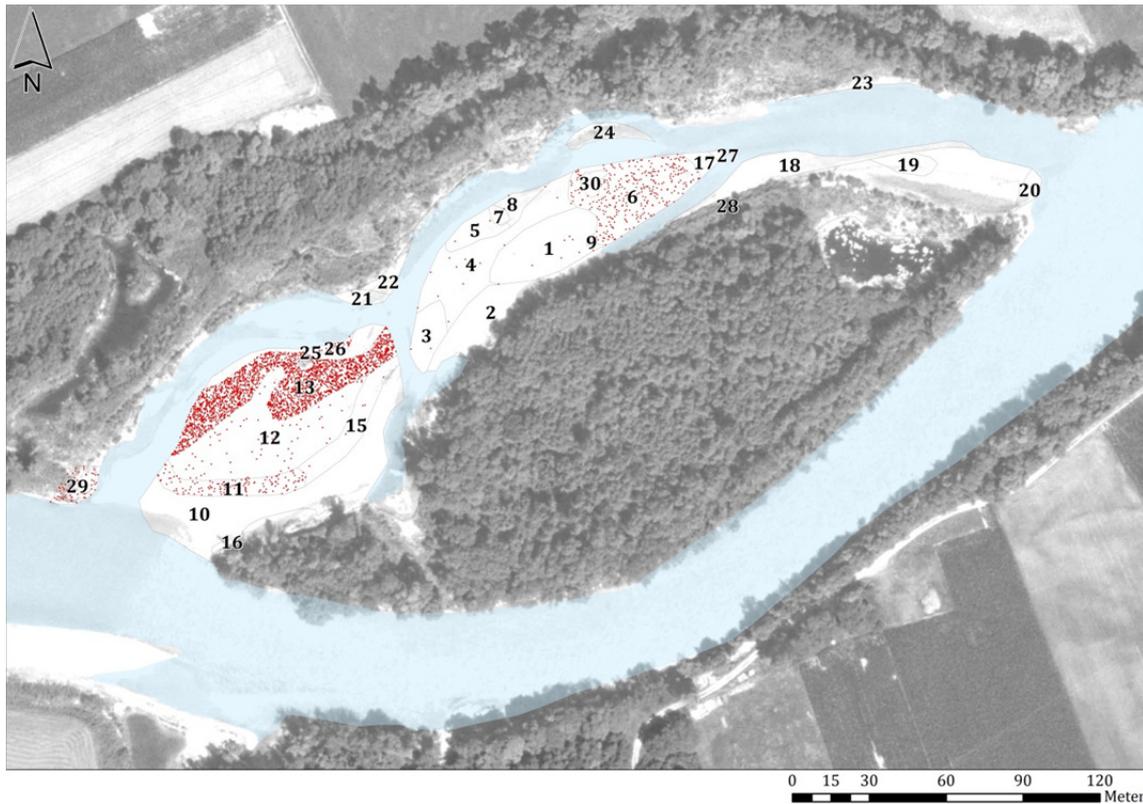


Abbildung 42: „Maximaler“ Diasporendruck im jeweiligen Polygon von *Myricaria germanica* am Standort Kleblach am 17.07.2010 (rote Punkte = „Dot Density“); die Polygonnummern sind in schwarz dargestellt.

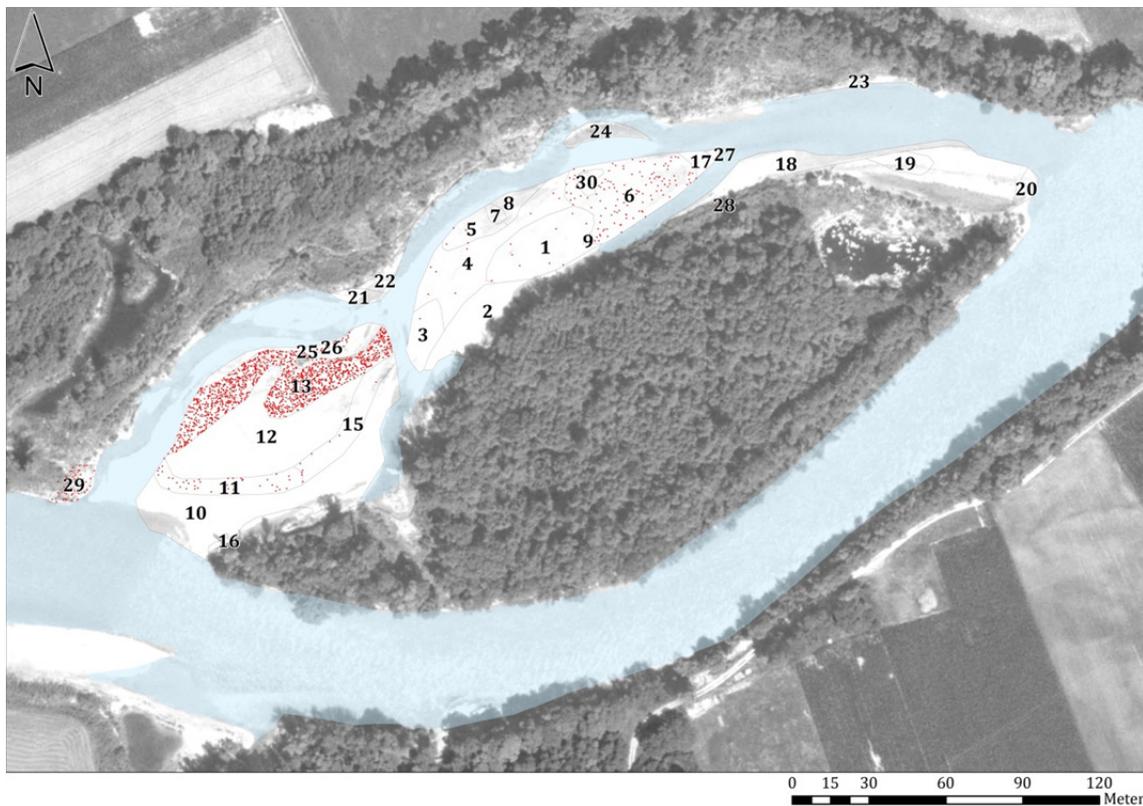


Abbildung 43: „Maximaler“ Diasporendruck im jeweiligen Polygon von *Myricaria germanica* am Standort Kleblach am 18.08.2010 (rote Punkte = „Dot Density“); die Polygonnummern sind in schwarz dargestellt.

In Tabelle 14 ist der rechnerisch ermittelte Gesamtdiasporendruck aller, einer Fruchtklasse zugeordneten, Tamarisken am Standort Kleblach wiedergegeben, in der Annahme, dass jeder Fruchtknoten eine reife Kapselfrucht entwickelt und in Folge Samen abgibt. Angegeben wird der jeweilige maximale Diasporendruck für den 17.07.2010 und den 18.08.2010.

Am 17.07.2010 wurden von den Tamarisken am Standort Kleblach „maximal“ ca. 865400000 Diasporen von den Tamarisken abgegeben, am 18.08.2010 etwa 474000000 (Tabelle 14).

Tabelle 14: Maximaler Gesamtdiasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach (gerundet auf 100000).

Datum	Maximale Gesamtdiasporendruck	
17.07.2010	865400000	gerundet auf 100000
18.08.2010	474000000	gerundet auf 100000

In Abbildung 44 und Abbildung 45 ist die Anzahl der Tamarisken nach ihrer Größenklasse (Tabelle 12) sowie der Diasporendruck nach ihrer Größenklasse für den 17.07.2010 dargestellt (Tabelle 14):

Ca. 63 %, 369 Tamarisken der Größenklasse 3 von insgesamt 628 Tamarisken am Standort Kleblach, produzieren nur rund 1 % aller Diasporen, das sind ca. 12700000 Diasporen von insgesamt 865400000. Etwa 41 % der Diasporen, ca. 358300000 von insgesamt 865400000, werden von 29 %, 183 Tamarisken der Größenklasse 4, produziert. Die restlichen 8 %, das sind 49 Tamarisken der Größenklasse 5 von insgesamt 628 Tamarisken, produzieren mehr als 57 % aller Diasporen, das sind ca. 494300000 von insgesamt 865400000.

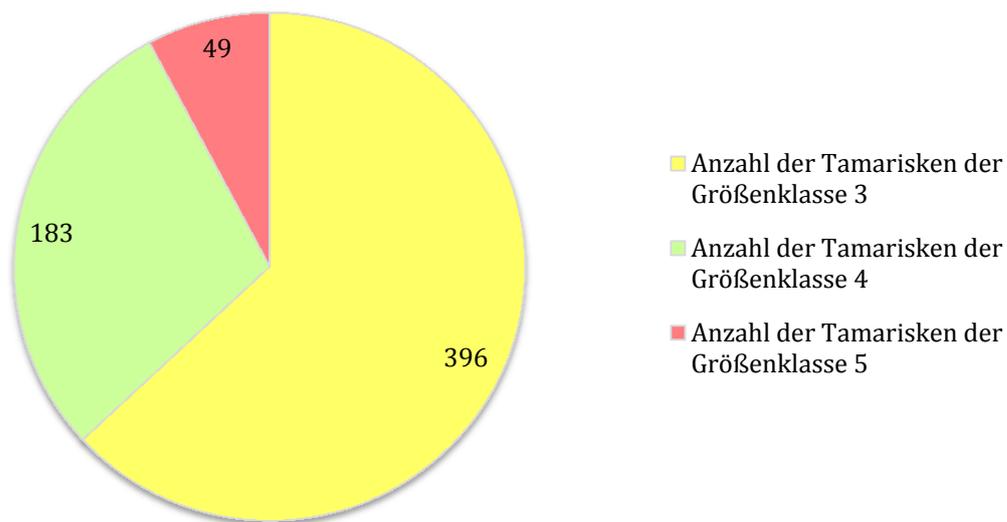


Abbildung 44: Anzahl der Tamarisken am Standort Kleblach differenziert nach Größenklassen: Am 17.07.2010 wurden insgesamt 628 Tamarisken gezählt.

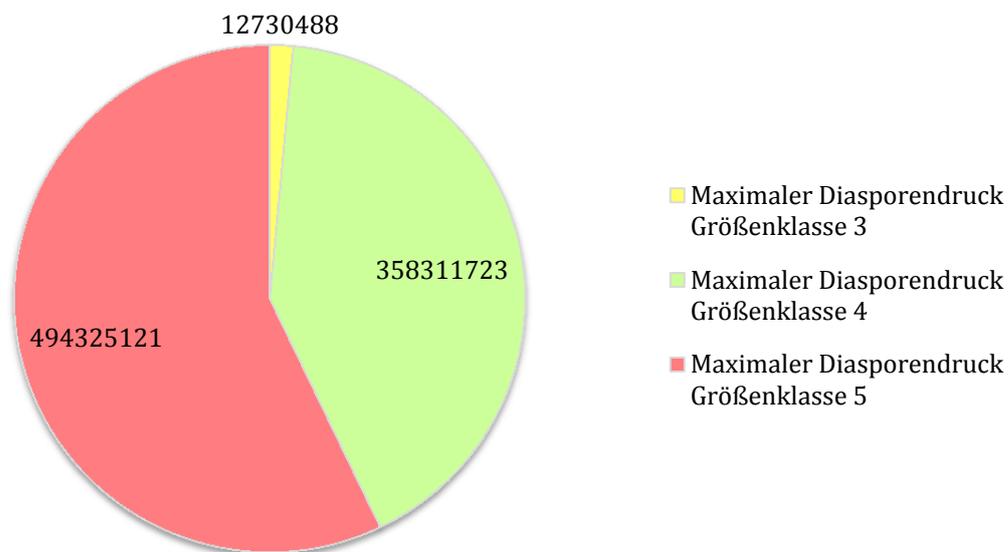


Abbildung 45: Maximaler Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach für den 17.07.2010 differenziert nach den Anteilen der drei Größenklassen.

Ein ähnliches Ergebnis liefert die vergleichende Darstellung der Anzahl der Tamarisken sowie des Diasporendrucks nach ihrer Größenklasse am 18.08.2010. Dies verdeutlicht, dass vor allem die Tamarisken der Größenklasse 5 zur Gesamtdiasporenproduktion der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach beitragen Abbildung 46 und Abbildung 47.

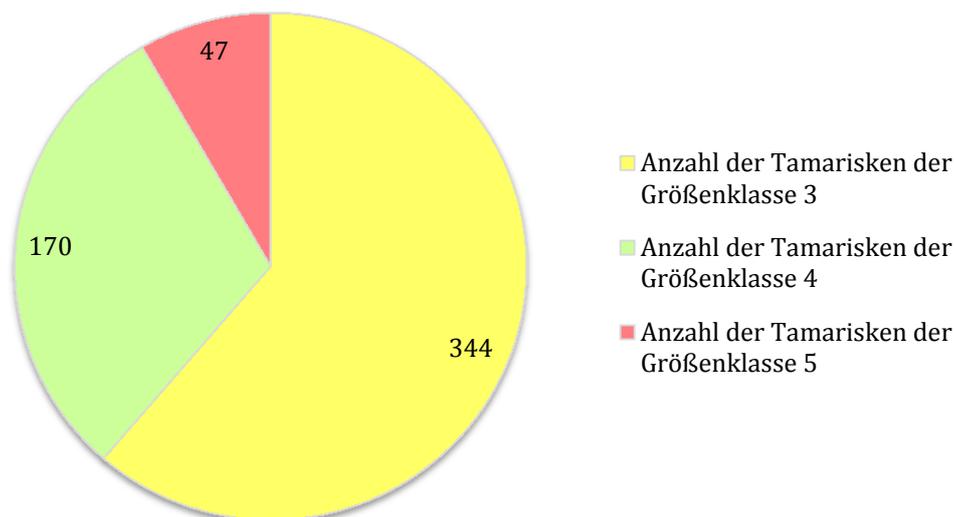


Abbildung 46: Anzahl der Tamarisken am Standort Kleblach differenziert nach Größenklassen: Am 18.08.2010 wurden insgesamt 561 Tamarisken gezählt.

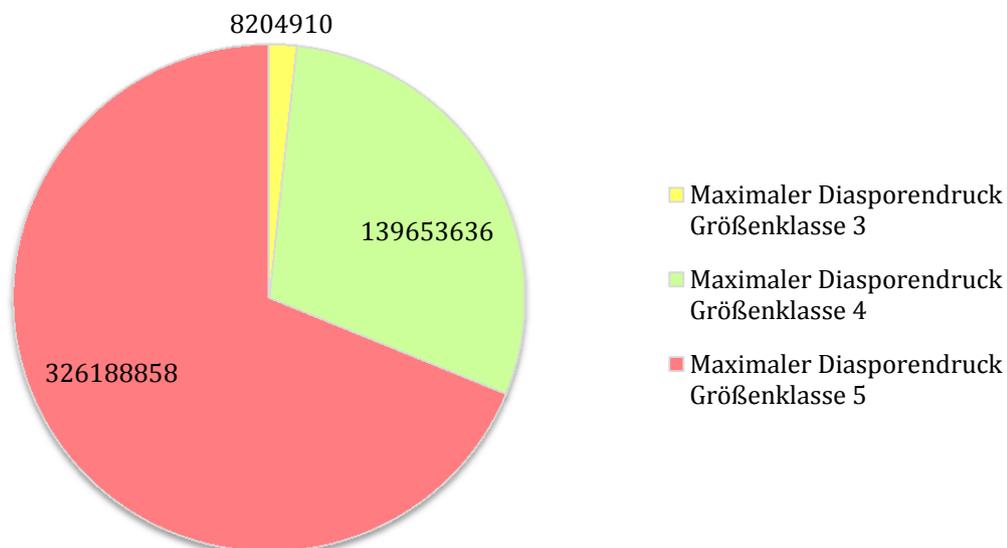


Abbildung 47: Maximaler Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach für den 18.08.2010 differenziert nach den Anteilen der drei Größenklassen.

Aktueller Diasporendruck

Der aktuelle Diasporendruck der *Myricaria*-Population ergibt sich aus der Anzahl der am 27.07.2010 offenen Kapsel Früchte pro Fruchtstand, sowie aus der zeitnahen Erhebung der tamariskenspezifischen Parameter vom 17.07.2010 und ist in Tabelle 15 für jedes Polygon pro m² wiedergegeben.

Im Polygon Nr. 13, im Weiden-Tamarisken-Gebüsch, beträgt der aktuelle Diasporendruck ca. 253270 Diasporen pro m². In den restlichen Weiden-Tamarisken-Gebüsch, in den Polygonen mit der Nr. 26, 9, 6, 11, 29 und 5, liegt der aktuelle Diasporendruck zwischen 1543 und 104368 Diasporen pro m². Der niedrigste aktuelle Diasporendruck von 772 Diasporen pro m² wurde im Polygon Nr. 3 verzeichnet, es handelt sich um ein Flussuferhölzchen. In den Polygonen der Nr. 2, 7, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30 und 14 beträgt der Diasporendruck 0, hier gab es keine fruchtenden Tamarisken.

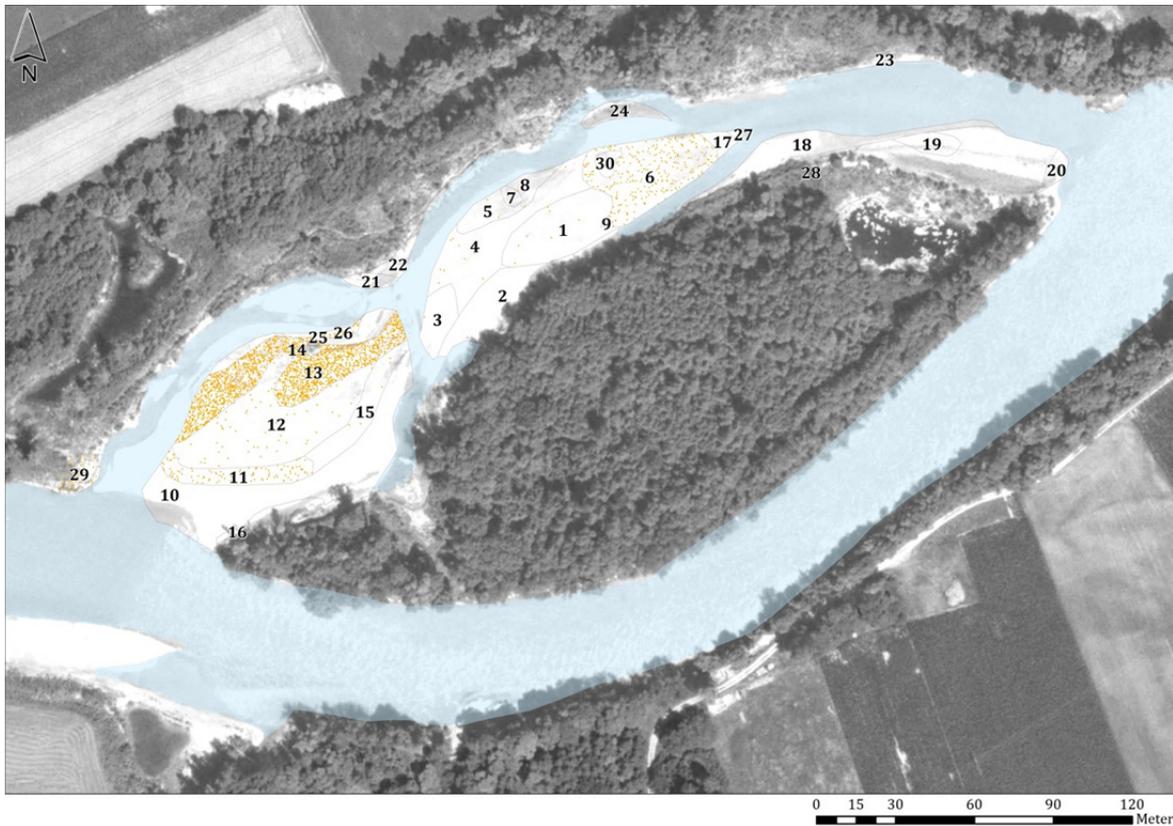


Abbildung 48: „Aktueller“ Diasporendruck im jeweiligen Polygon von *Myricaria germanica* am Standort Kleblach am 27.07.2010 (orange Punkte = „Dot Density“); die Polygonnummern sind in schwarz dargestellt.

Tabelle 15. Aktuelle Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach pro m² im jeweiligen Polygon als Momentaufnahme für den 27.07.2010 (Lage der der Polygone siehe Abbildung 33).

Polygon Nr.	Biotoptyp	Diasporendruck pro Polygon und m ²
		AKTUELL 27.07.2010
2	Schotterbank, vegetationslos	0
7	Treibholz-Schwemholz	0
10	Schotterbank, vegetationslos	0
16	Treibholz-Schwemholz	0
17	Flussuferröhricht	0
18	Flussuferröhricht	0
19	Zwergrohrkolbenröhricht	0
20	Zwergrohrkolbenröhricht	0
21	Schotterbank, vegetationslos	0
22	Sandbank, vegetationslos	0
23	Flussuferröhricht	0
24	Schotterbank, vegetationslos	0
25	Schotterbank, anthropogen	0
27	Schotterbank, vegetationslos	0
28	Flussuferröhricht	0
30	Treibholz-Schwemholz	0
14	Zwergrohrkolbenröhricht	0
3	Flussuferröhricht	772
1	Schotterpioniergesellschaft	1218
5	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	1543
4	Uferpioniergebüsch	1637
15	Flussuferröhricht	1761
8	Uferpioniergebüsch	3587
12	Uferpioniergebüsch	5823
29	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	37762
11	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	40436
6	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	40593
9	Flussuferröhricht	55599
26	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	104368
13	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	253270

Für den 27.07.2010 errechnet sich ein aktueller Gesamtdiasporendruck von ca. 396100000 Diasporen (gerundet auf 100000), die von den Tamarisken am Standort Kleblach, abgegeben werden.

8.3 Wasserstände am Standort Kleblach

Die Nivellierungsmessungen zeigten unterschiedlich hohe Wasserstände. Am 18.04.2010 betrug die Differenz zwischen dem durchflossenen Seitenarm und dem abgeschnittenen Wasserbereich 20 cm. Der Grundwasserspiegel befand sich in 82,5 cm Tiefe. Am 16.05.2010 wurde ein Höhenunterschied der oben erwähnten Wasserstände von 0,5 cm verzeichnet. Der Grundwasserspiegel war in einer Tiefe von 31,5 cm.

Ab Ende Mai stiegen die Wasserstände der oberen Drau, Anfang Juni war es nicht mehr möglich auf die Schotterbänke zu gelangen (Abbildung 49, Abbildung 50 und Abbildung 51). Die Kies- und Schotterbänke wurden zum Teil komplett vom Hochwasser überschwemmt und die Vegetation überflutet. Der Bereich der unteren Schotterbank wurde vom Hochwasser stärker beeinflusst als die höher angelandete, obere Schotterbank. Erst ab dem 14.07.2010 war es wieder möglich, auf die Schotterbänke zu gelangen.



Abbildung 49: Aufweitung der oberen Drau bei Kleblach; Seitenarm: höher angelandete obere Schotterbank flussaufwärts rechts im Bild, untere Schotterbank teilweise überflutet links im Bild; Blick flussaufwärts; Aufnahme vom 07.06.2010.



Abbildung 50: Aufweitung der oberen Drau bei Kleblach; Einmündungsbereich der oberen Drau in den Seitenarm: Vegetation auf der oberen Schotterbank teilweise überflutet; Blick flussabwärts; Aufnahme vom 15.06.2010.



Abbildung 51: Aufweitung der oberen Drau bei Kleblach; Seitenarm: obere Schotterbank mit dem Weiden-Tamarisken-Gebüsch; Blick flussaufwärts; Aufnahme vom 15.06.2010.



Abbildung 52: Aufweitung der oberen Drau bei Kleblach; Seitenarm: untere Schotterbank, Tamarisken überflutet; Blick flussabwärts; Aufnahme vom 15.06.2010.

9. Lebenszyklus von *Myricaria germanica*

9.1 Keimung

9.1.1 Keimversuche im Wasser

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) (Tabelle 16, Tabelle 17).

FrISCHE Samen

Tabelle 16: Keimraten von frischen *Myricaria*-Samen im Wasser in Prozent; nach Standort, Art und Dauer der Lagerung für „gekeimt“ sowie für „voll entwickelt“; SD = Standardabweichung (bei 5 Wiederholungen).

Aufstellungsort	Lagerungsdauer	Keimrate für „gekeimt“	SD	Keimrate für „voll entwickelt“	SD
Bergstollen	0 Tag	98	4	96	5
	1 Tag	91	7	88	6
Glashaus	0 Tag	100	0	97	0

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, sowohl im Bergstollen als auch im Glashaus (Abbildung 53). Über 70 % der Samen waren zu diesem Zeitpunkt bereits voll entwickelt (Abbildung 54).

Im Bergstollen wurden Keimraten für gekeimt von 98 % bzw. 91 % erreicht (Abbildung 53), 96 % bzw. 88 % der Samen entwickelten sich voll (Abbildung 54, Tabelle 16).

Die im Glashaus kultivierten Samen erreichten eine Keimrate für das Stadium gekeimt von 100 % (Abbildung 53) 97 % entwickelten sich voll (Abbildung 54, Tabelle 16).

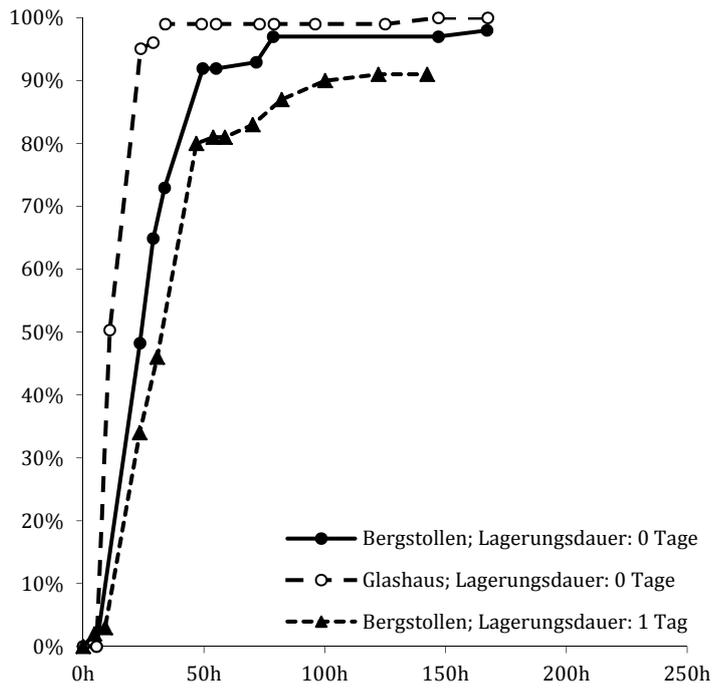


Abbildung 53: Keimverlauf frischer *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „gekeimt“

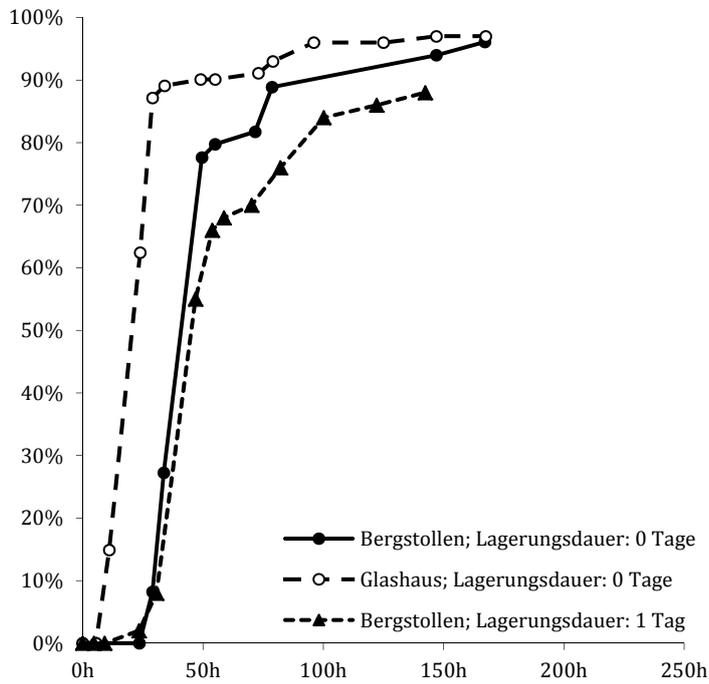


Abbildung 54: Keimverlauf frischer *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „voll entwickelt“

Gelagerte Samen

Tabelle 17: Keimraten von, unter verschiedenen Bedingungen und verschieden lang gelagerten, *Myricaria*-Samen im Wasser in Prozent; differenziert nach Ort der Keimung (Bergstollen/Glashaus) und Entwicklungsstadium („gekeimt“/„voll entwickelt“); SD = Standardabweichung (bei 5 Wiederholungen).

Aufstellungs-ort	Lagerungs- art	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	Zimmertemp.	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	Zimmertemp.	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

AUFSTELLUNGORT BERGSTOLLEN - LAGERUNGSART KÜHLSCHRANK

Samen, die im Kühlschrank unterschiedlich lange (2 bis 41 Tage) aufbewahrt wurden, zeigten fast idente Keimgeschwindigkeit, die Samen keimten bereits nach wenigen Stunden. Nach 50 Stunden waren bereits mehr als 80 % der Samen gekeimt (Abbildung 55).

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 (Abbildung 55), und ≥ 88 % aller Samen entwickelten sich voll, das heißt lösen sich komplett aus der Samenschale (Abbildung 56, Tabelle 17).

Samen des Versuchsansatzes 25 (Tabelle 6, S.51), welche 41 Tage im Kühlschrank gelagert wurden, keimten sogar zu 100 % (Abbildung 55), und 90 % dieser Samen entwickelten sich voll (Abbildung 56, Tabelle 17).

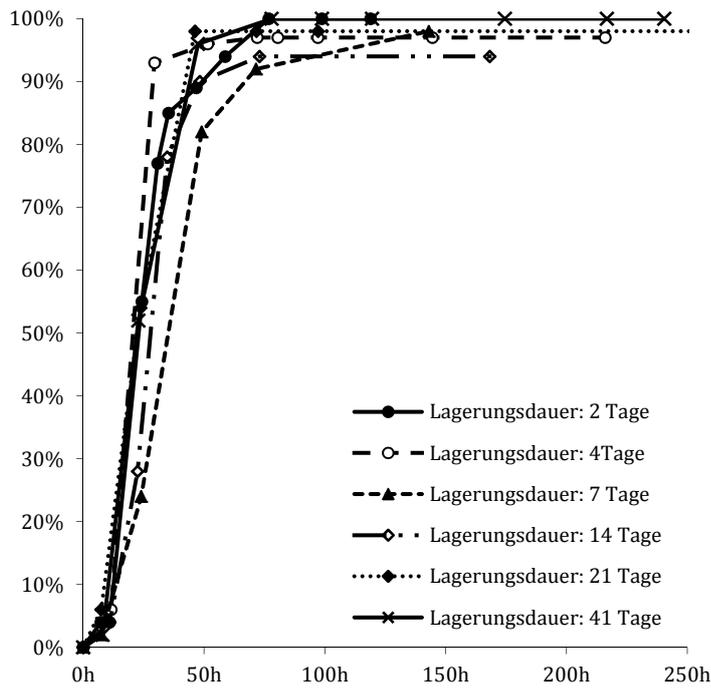


Abbildung 55: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „gekeimt“; Aufstellungsort Bergstollen, Lagerungsart Kühlschrank

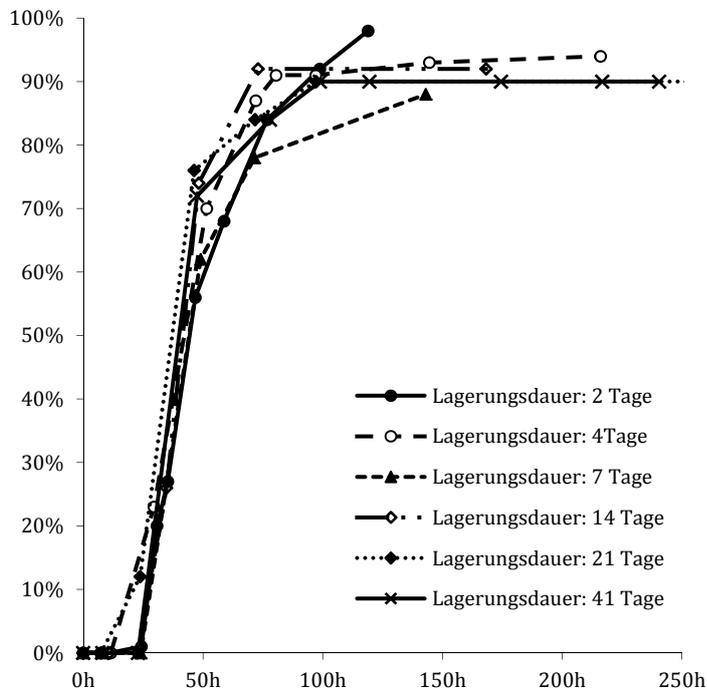


Abbildung 56: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „voll entwickelt“. Aufstellungsort Bergstollen, Lagerungsart Kühlschrank

AUFSTELLUNGORT BERGSTOLLEN - LAGERUNGSART ZIMMERTEMPERATUR

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 (Abbildung 57).

Für Samen, die länger gelagert wurden, nahm die Keimgeschwindigkeit 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, nach 78 Stunden erst 12 % der Samen gekeimt (Abbildung 57).

Samen, die 2, 4, 7, 14 und 21 Tage lang bei Zimmertemperatur gelagert wurden, erreichten Keimraten von $\geq 96\%$ (Abbildung 57), und $\geq 80\%$ der Samen entwickeln sich voll (Abbildung 58, Tabelle 17).

Die 41 Tage lang gelagerten Samen erreichten zwar eine Keimrate von 80 % (Abbildung 57), aber weniger als ein Viertel (24 %) der Samen entwickelte sich voll (Abbildung 58, Tabelle 17).

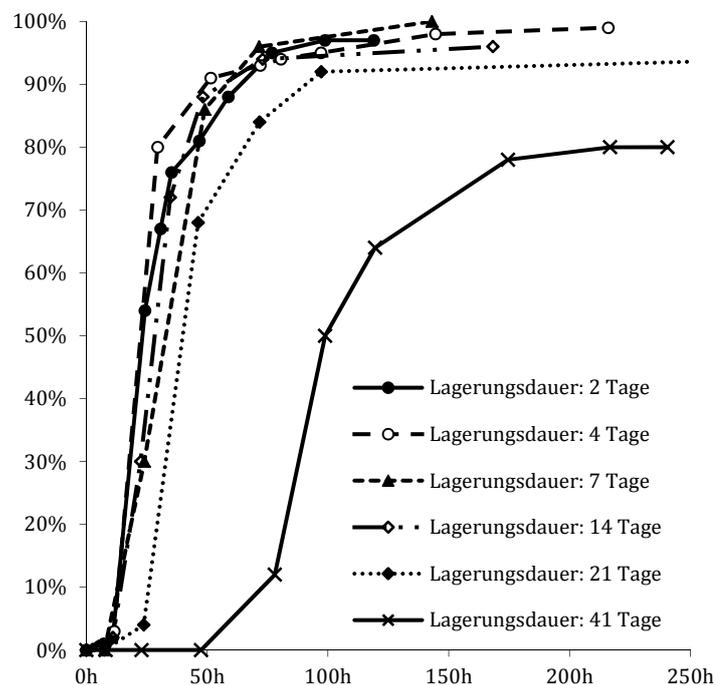


Abbildung 57: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „gekeimt“; Aufstellungsort Bergstollen, Lagerungsart Zimmertemperatur

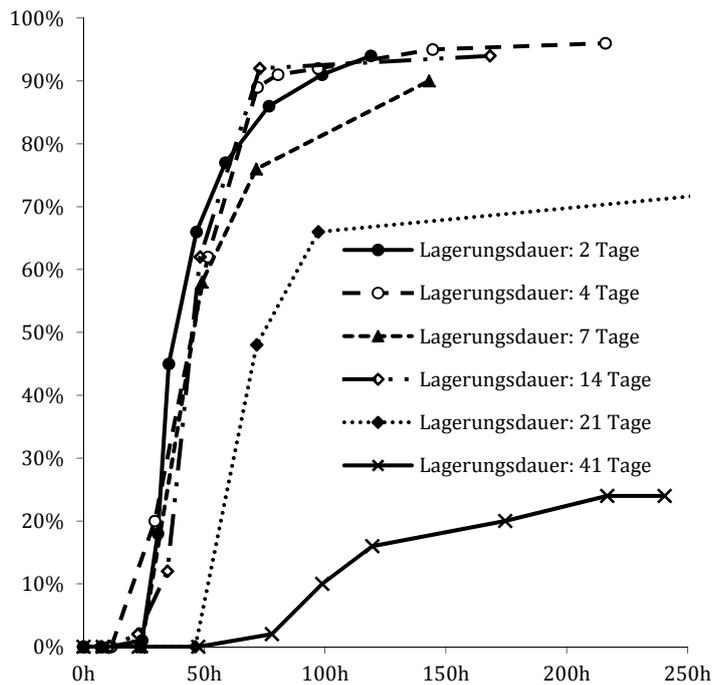


Abbildung 58: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „voll entwickelt“; Aufstellungsort Bergstollen, Lagerungsart Zimmertemperatur

AUFSTELLUNGORT BERGSTOLLEN – VERGLEICH DER KEIMRATEN FÜR GEKEIMT UND VOLL ENTWICKELT

Der nachstehende Vergleich der Keimraten für Keimlinge im Stadium „gekeimt“ und solche im Stadium „voll entwickelt“ zeigt auf, dass diese im Untersuchungszeitraum für im Kühlschrank aufbewahrte Samen kaum variieren, während die Keimraten für bei Zimmertemperatur aufbewahrte Samen abnehmen (Abbildung 59, Abbildung 60).

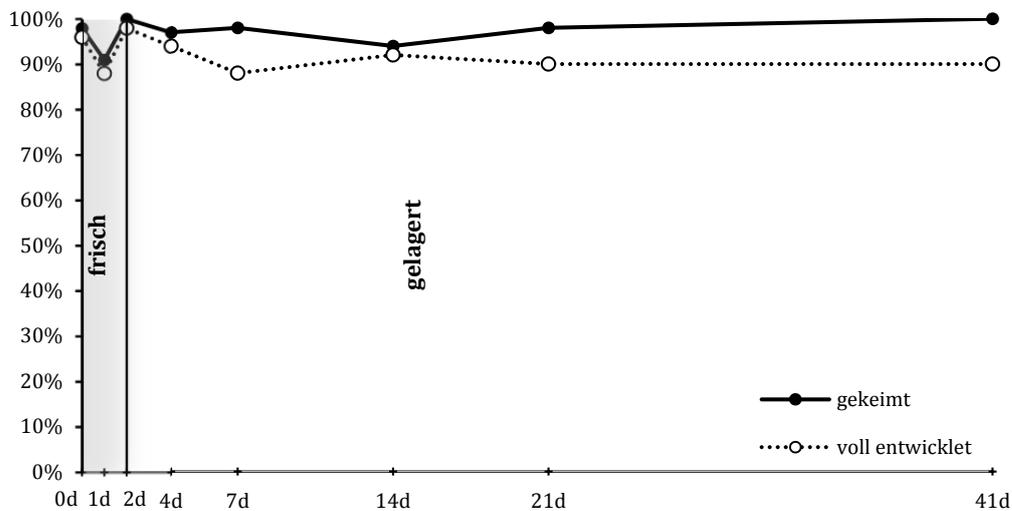


Abbildung 59: Keimraten im Bergstollen von **frischen** sowie von im **Kühlschrank** verschieden lang gelagerten *Myricaria*-Samen unterschiedlichen Entwicklungsstadiums („gekeimt“ und „voll entwickelt“).

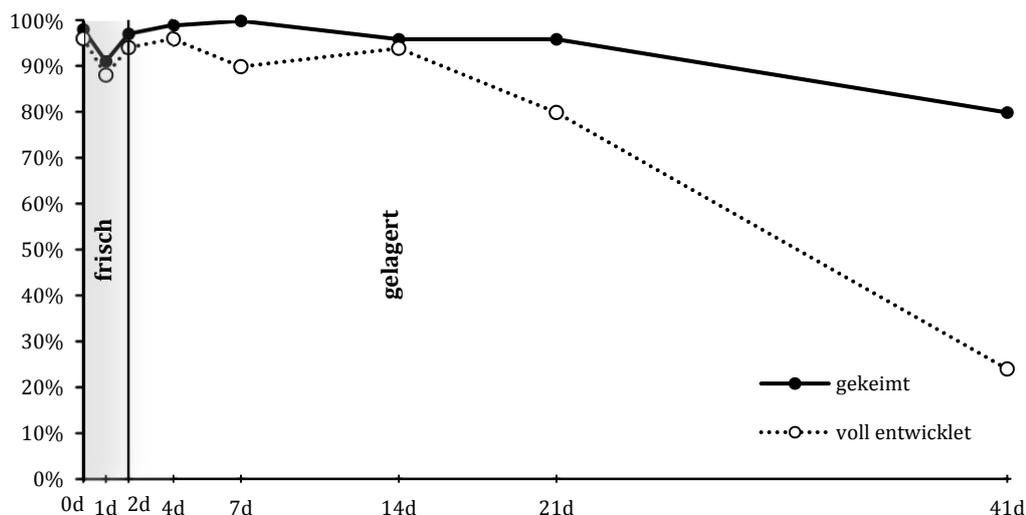


Abbildung 60: Keimraten im Bergstollen von **frischen** sowie von bei **Zimmertemperatur** verschieden lang gelagerten *Myricaria*-Samen unterschiedlichen Entwicklungsstadiums („gekeimt“ und „voll entwickelt“).

AUFSTELLUNGORT GLASHAUS – LAGERUNGSART KÜHLSCHRANK

Die Keimgeschwindigkeit für Keimlinge des Stadiums „gekeimt“ ändert sich für Samen, die 2, 14, 21 und 41 Tage lang im Kühlschrank gelagert wurden, kaum. Nach 50 Stunden waren bereits >80 % der Samen gekeimt.

Die Samen dieses Versuchsansatzes erreichten Keimraten von mehr als 90 % (Abbildung 61) und mindestens 90 % aller Samen entwickelten sich infolge auch voll (Abbildung 62, Tabelle 17).

Ein starker Abfall der Keimraten von Samen, die im Glashaus am 10.07.2010 (Lagerungsdauer 4 Tage) und am 13.07.2010 (Lagerungsdauer 7 Tage) angesetzt wurden, ist gegeben. Keimraten von jeweils nur 24 % wurden erreicht (Abbildung 61) und nur 0 % bzw. 2 % der Samen entwickelten sich voll (Abbildung 62, Tabelle 17 (**fett**)).

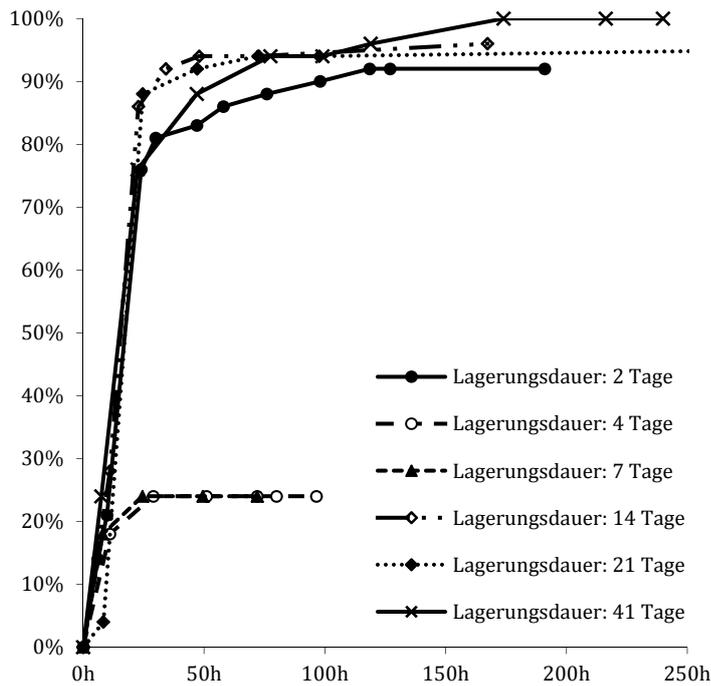


Abbildung 61: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „gekeimt“; Aufstellungsort Glashaus, Lagerungsart Kühlschrank

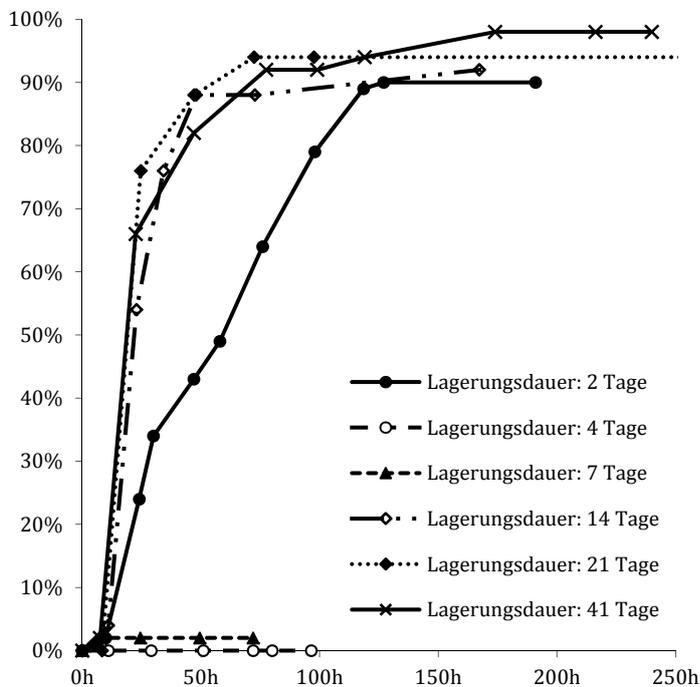


Abbildung 62: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „voll entwickelt“; Aufstellungsort Glashaus, Lagerungsart Kühlschrank

AUFSTELLUNGORT GLASHAUS – LAGERUNGSART ZIMMERTEMPERATUR

Der Keimverlauf für bei Zimmertemperatur gelagerten Samen verändert sich mit der Zunahme der Lagerungsdauer.

Von den Samen, die 2, 14 und 21 Tage gelagert wurden, waren nach ca. 50 Stunden mehr als 80 % gekeimt. Samen, die 41 Tage gelagert wurden, keimten deutlich langsamer: Nach 47 Stunden waren erst 28 % der Samen gekeimt (Abbildung 63).

Samen, die 2, 14 und 21 Tage gelagert wurden, erreichten Keimraten von $\geq 89\%$. Die 41 Tag gelagerten Samen erreichten nur eine Keimrate von 70 % für gekeimt (Abbildung 63) und weniger als 40 % der Samen entwickelten sich voll (Abbildung 64, Tabelle 17).

Die Ergebnisse der Keimversuche am 10.07.2010 (Lagerungsdauer 4 Tage) und am 13.07.2010 (Lagerungsdauer 7 Tage) weichen deutlich ab:

Es zeigt sich ein starker Abfall der Keimraten: Diese betragen für „gekeimt“ nur 12 % bzw. 22 %. (Abbildung 63). Keiner der Samen entwickelte sich voll (Abbildung 64, Tabelle 17 (**fett**)).

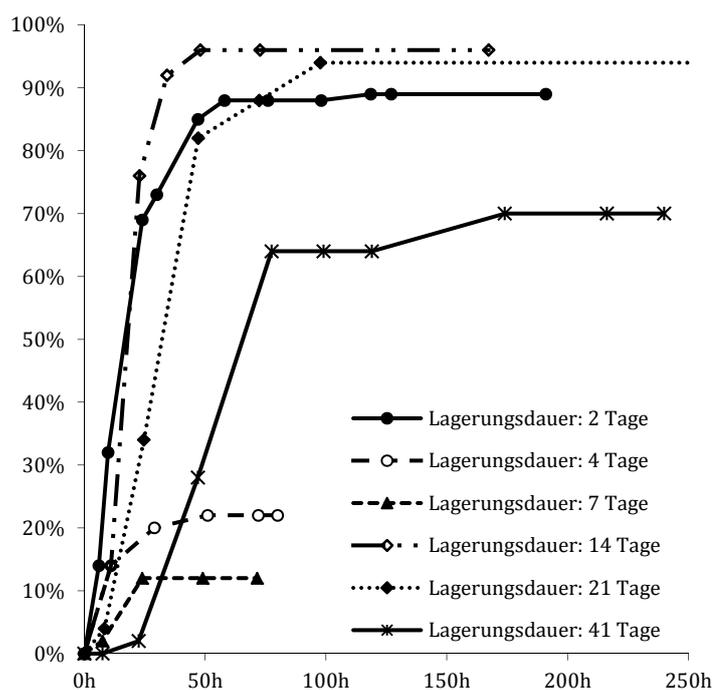


Abbildung 63: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „gekeimt“; Aufstellungsort Glashaus, Lagerungsart Zimmertemperatur

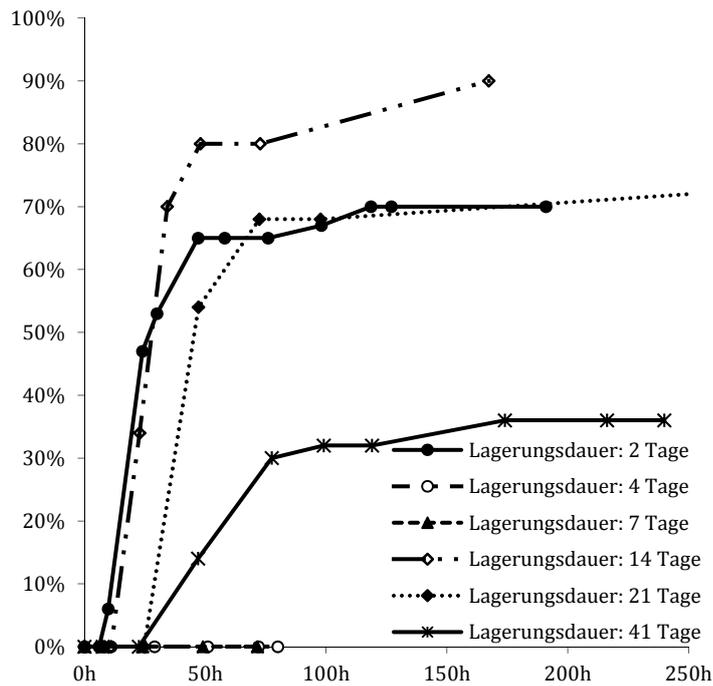


Abbildung 64: Keimverlauf unterschiedlich lang gelagerter *Myricaria*-Samen im Wasser: Keimraten in Prozent für Keimlinge im Stadium „voll entwickelt“; Aufstellungsort Glashaus, Lagerungsart Zimmertemperatur

AUFSTELLUNGORT GLASHAUS - VERGLEICH DER KEIMRATEN FÜR GEKEIMT UND VOLL ENTWICKELT

Dass die Keimraten der Samen, die 4 bzw. 7 Tage gelagert wurden (Versuchsansätze am 10.07.2010 und am 13.07.2010 angesetzt) stark herabgesetzt sind, zeigen Abbildung 65 und Abbildung 66.

Im Übrigen zeigt der Vergleich der Keimraten für das Stadium „gekeimt“ und „voll entwickelt“, dass diese für im Kühlschrank aufbewahrte Samen im Untersuchungszeitraum nicht abnehmen und darüber hinaus sehr eng beieinander liegen (Abbildung 65). Im Gegensatz dazu nehmen die Keimraten für Samen, die bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurden, mit zunehmender Lagerungsdauer deutlich ab (Abbildung 66).

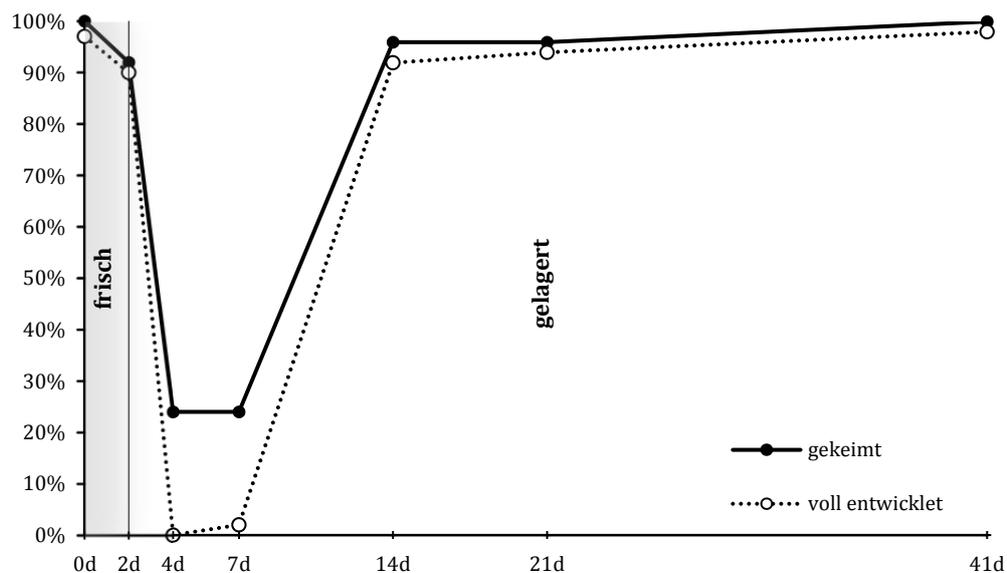


Abbildung 65: Keimraten im Glashaus von **frischen** sowie von im **Kühlschrank** verschieden lang gelagerten *Myricaria*-Samen unterschiedlichen Entwicklungsstadiums („gekeimt“ und „voll entwickelt“).

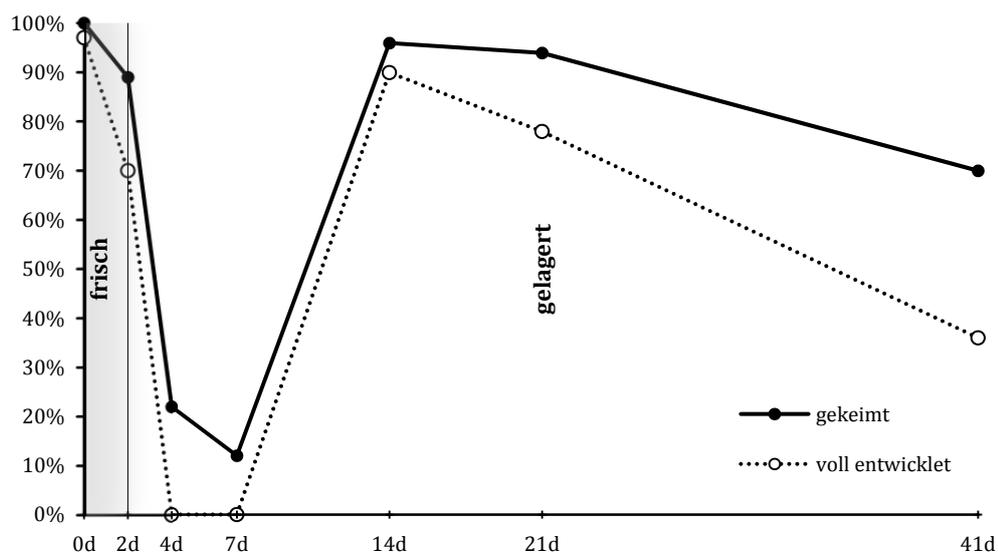


Abbildung 66: Keimraten im Glashaus von **frischen** sowie von bei **Zimmertemperatur** verschieden lang gelagerten *Myricaria*-Samen unterschiedlichen Entwicklungsstadiums („gekeimt“ und „voll entwickelt“).

9.2 Besiedlung, Entwicklung und Etablierung

Wo sich *M. germanica* etablieren kann hängt von der räumlichen Verteilung der Diasporen und Keimlinge ab, und ob und wie schnell sie sich am Standort weiter entwickeln.

9.2.1 Nähe der Keimlinge zur Mutterpflanze

Tamariske A

Das Maximum von 33 Samen und Keimlingen wurde bei Tamariske A in einer Distanz von 0,5 m in Transekt 1 verzeichnet. Im Transekt 2 wurden maximal 15 Samen und Keimlinge in einer Distanz von 1 m, im Transekt 3 maximal 11 Samen und Keimlinge in einer Distanz von 3 m gezählt. In 6 m Distanz kamen zwischen 1 und 8 Samen und Keimlinge vor (Abbildung 67).

Keine Daten konnten für das Transekt 2 für die Distanz 0 m, 0,25 m und 0,5 m, und für das Transekt 3 für die Distanz 4,5 m erhoben werden, weil sich Langtriebe der Tamariske A in den Versuchsflächen befanden (Abbildung 67).

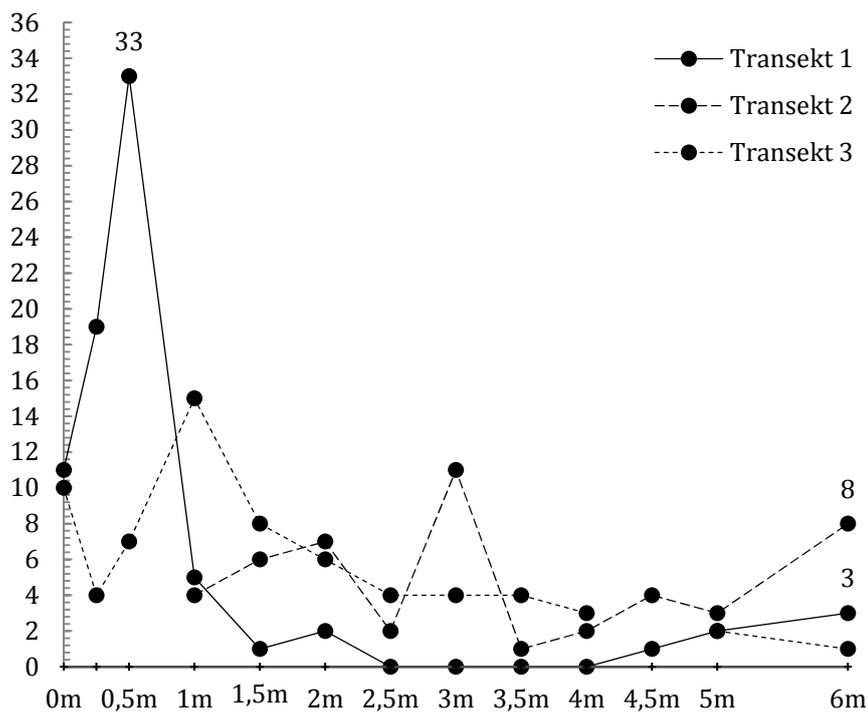


Abbildung 67: Gradient der Dichte von Samen und Keimlingen von *Myricaria germanica* in Relation zur Distanz zur Mutterpflanze (Tamariske A), an 3 Transekten; Bei fehlenden Messwerten ist die Linie unterbrochen.

Tamariske B

Ein Maximum von 25 Samen und Keimlingen wurde bei Tamariske B im Transekt 2 in 1 m Distanz verzeichnet. In Transekt 3 wurden maximal 9 Samen und Keimlinge in 0,25 m Distanz zur Mutterpflanze gezählt, je 3 Samen und Keimlinge als Höchstwert kamen im Transekt 1 in einer Distanz von 1,5 m und 2 m vor. Im Transekt 2 konnten für die Distanz 0 m und 0,25 m keine Daten erhoben werden (Abbildung 68).

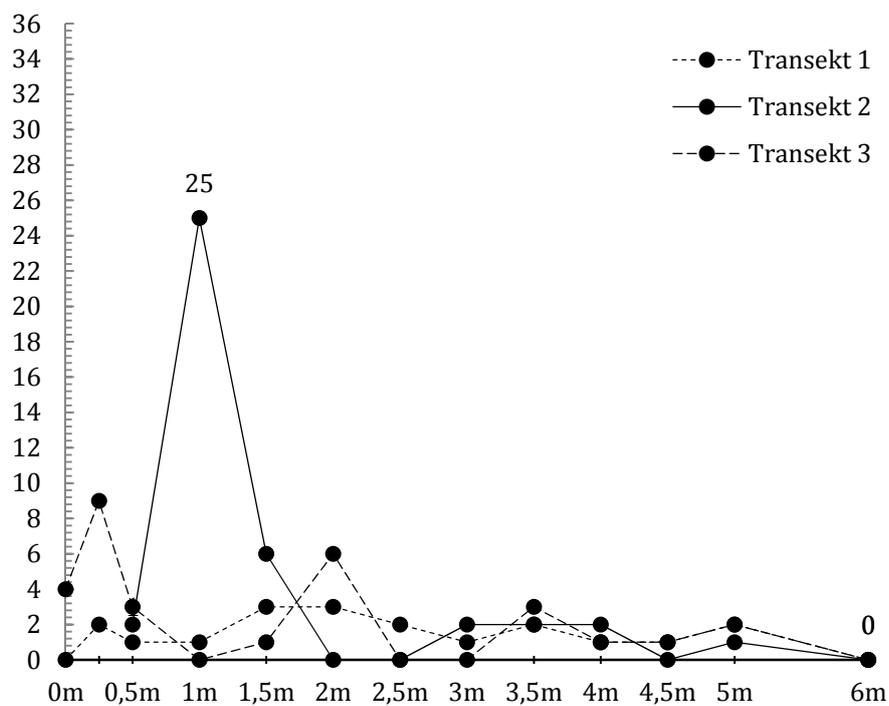


Abbildung 68: Gradient der Dichte von Samen und Keimlingen von *Myricaria germanica* in Relation zur Distanz zur Mutterpflanze (Tamariske B), an 3 Transekten; Bei fehlenden Messwerten ist die Linie unterbrochen.

Tamariske C

Bei der Tamariske C kommen als Maxima 30 Samen und Keimlinge in Transekt 1, in einer Distanz von 1 m, 28 Samen und Keimlinge in Transekt 2, in einer Distanz von 0,5 m, und 27 Samen und Keimlinge in Transekt 3, in einer Distanz von 1 m vor. In 6 m Distanz wurden 0 bis 13 Samen und Keimlinge gezählt (Abbildung 69).

Keine Daten konnten im Transekt 1 für die Distanz von 0 m und 0,25 m und im Transekt 2 für die Distanz von 6 m erhoben werden (Abbildung 69).

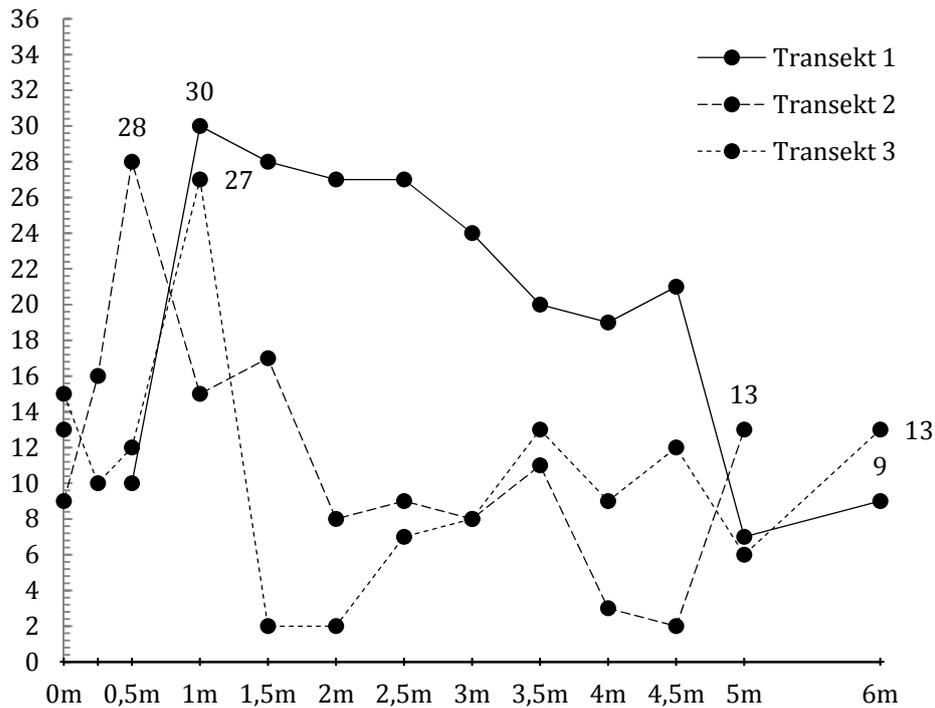


Abbildung 69: Gradient der Dichte von Samen und Keimlingen von *Myricaria germanica* in Relation zur Distanz zur Mutterpflanze (Tamariske C), an 3 Transekten. Bei fehlenden Messwerten ist die Linie unterbrochen.

Summenkurve

In Abbildung 70 sind die Summen der Dichtegradienten der Transekte 1, 2 und 3 für jede Tamariske dargestellt. Tamariske C wies insgesamt am meisten Samen und Keimlinge auf, am niedrigsten ist die Summenkurve der Transekte von Tamariske B.

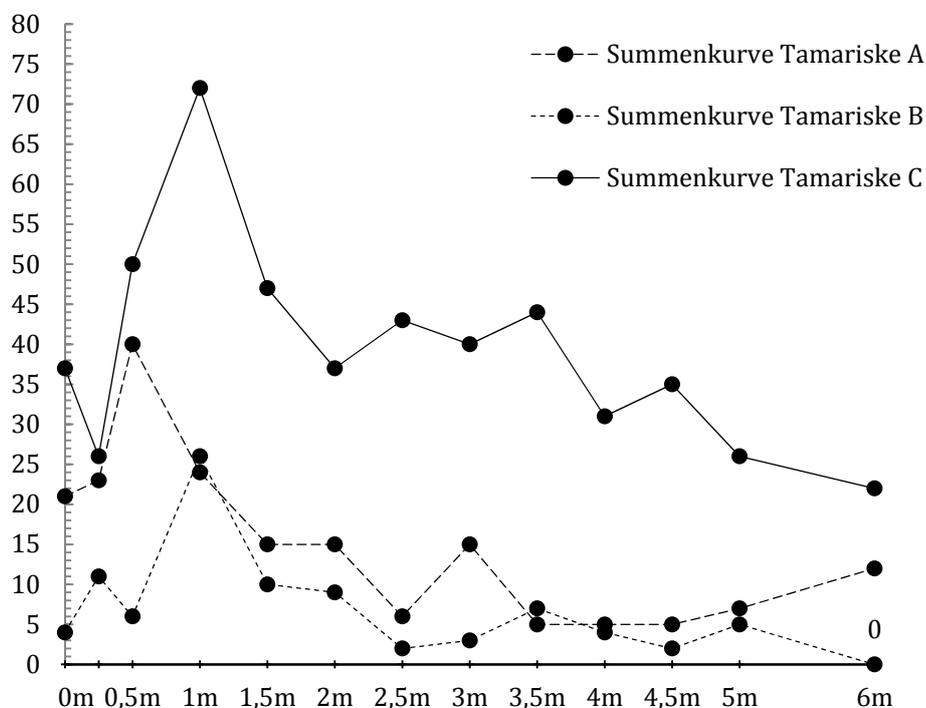


Abbildung 70: Summenkurven der Transekte 1, 2 und 3 für Tamariske A, B und C: Anzahl der Samen und Keimlinge in Abhängigkeit von der Distanz.

Das Streudiagramm (Abbildung 71) veranschaulicht den Zusammenhang zwischen der Distanz zur Mutterpflanze und der Anzahl an Keimlingen und Samen der Tamarisken A, B und C. Der Korrelationskoeffizient nach Spearman beträgt $-0,314$ (

Tabelle 18). Somit besteht ein negativ signifikanter ($p < 0,001$) Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Das Bestimmtheitsmaß beträgt nur $r^2 = 0,088$, was bedeutet, dass nur etwa 9 % der Abnahme der Anzahl der Samen und Keimlinge durch die zunehmende Distanz erklärt werden können.

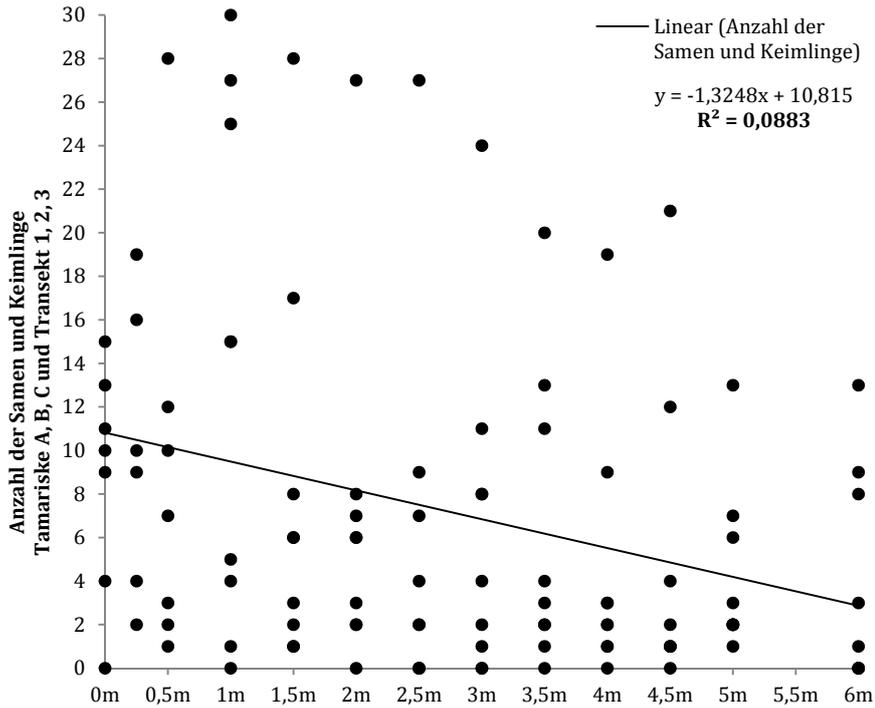


Abbildung 71: Streudiagramm: Anzahl an Samen und Keimlingen von Tamariske A, B und C der Transekte 1, 2 und 3.

Tabelle 18: Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman

Spearman Korrelation			
		Distanz [m]	Anzahl der Samen und Keimlinge
Spearman-Rho		Korrelationskoeffizient	1,000
			-,314**
	Distanz [m]	Sig. (2-seitig)	.
		N	117
	Anzahl der Samen und Keimlinge	Korrelationskoeffizient	-,314**
		Sig. (2-seitig)	,001
	N	109	

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

9.2.2 Wurzelwachstum

Wurzelwachstum der Keimlinge unter kontrollierten Bedingungen

In den Töpfen mit den Nummern 1, 4, 5, 6, 8 und 9 keimten die ausgesäten Samen sehr schnell (Tabelle 7, S.54), ein Großteil bereits am 14.07.2010, einen Tag nach der Aussaat. Die meisten Keimlinge überlebten und konnten nach 43 Tagen ausgegraben werden (Abbildung 88, S.148). Im Gegensatz dazu ist keine der im Wasser vorgekeimten Tamarisken angewachsen (Tabelle 7: Topfnummer 2, 3 und 7, S.54).

Die Wurzellängen der ausgegrabenen Tamarisken waren nach 43 Tagen im Mittel 4,61 cm lang. Der oberirdische Sprossteil war deutlich kürzer, im Mittel nur 2,21 cm. Die kürzeste Wurzel wies eine Länge von 3 cm auf, die längste war über 7 cm lang, der oberirdische Sprossteil hatte eine minimale Länge von 0,9 cm und maximal von 3,4 cm (Tabelle 19, Abbildung 72). Die mittlere Gesamtlänge der Keimlinge betrug sohin nach 43 Tagen knappe 7 cm. Bezüglich des Substrats wurden keine Unterschiede festgestellt. Die Rohdaten zu dieser Untersuchung befinden sich im Anhang (Tabelle 34, S.187).

Tabelle 19: Wurzelwachstum von *Myricaria germanica*: Wurzellänge und Länge des oberirdischen Sprosstoteles in cm nach 43 Tagen Wachstum.

	Wurzel [cm]	Oberirdische Sprosstheil [cm]	Gesamtlänge des Keimlings [cm]
Stichprobengröße	50	50	50
Mittelwert	4,61	2,21	6,82
Standardfehler	0,15	0,09	0,19
Median	4,65	2,40	6,80
Standardabweichung	1,04	0,66	1,35
Minimum	3,00	0,90	4,00
Maximum	7,10	3,40	9,60

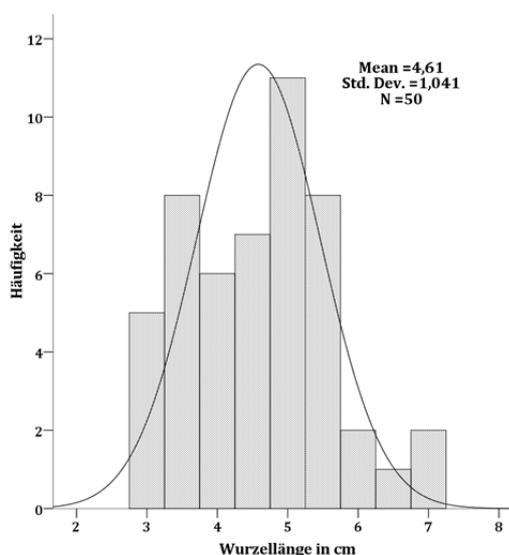


Abbildung 72: Mittlere Wurzellängen von in Töpfen kultivierten *Myricaria*-Jungpflanzen im ersten Jahr ihrer Entwicklung (in cm).

Nimmt man für die Beziehung zwischen Wurzelwachstum und Alter der Keimlinge eine lineare Funktion an (Dixon und Turner 2006), ergibt sich eine durchschnittliche Längenzunahme von 0,11 cm pro Tag.

Wurzelwachstum im Gelände

Die Einjährige mit der längsten Wurzel von 39,2 cm wurde am Standort Kleblach ausgegraben. Die oberirdischen Sprosssteile sind deutlich kürzer als die Wurzeln (zwischen 4 cm und 23 cm). Die Wurzellängen in cm sowie die Längen des jeweils längsten oberirdischen Sprosssteils sind in Tabelle 20 wiedergegeben.

Tabelle 20: Wurzellänge und Länge des oberirdischen längsten Sprosssteiles (längster Trieb) von Einjährigen verschiedener Populationen Kärntens und des Lech in cm.

Einjährige	Sammeldatum	Herkunft	Wurzellänge [cm]	Oberirdische Sprosssteil [cm]
a*	21.08.10	obere Drau, Seitenarm Kleblach	37,3	7,7
b*	21.08.10	obere Drau, Seitenarm Kleblach	39,2	9,7
c*	21.08.10	obere Drau, Seitenarm Kleblach	32,6	3,8
d*	21.08.10	obere Drau, Seitenarm Kleblach	26,5	5,7
e*	21.08.10	obere Drau, Seitenarm Kleblach	32,4	6,5
	23.07.10	Kleblach, orografisch rechte Ufer	29,3	23,2
	23.07.10	Spittal, orografisch rechte Ufer, Schotterbank	18,0	18,6
	23.07.10	Spittal, orografisch rechte Ufer, Schotterbank	25,5	16,7
	12.08.10	Lech, Johannesbrücke, flussabwärts	33,1	9,4
	12.08.10	Lech, Johannesbrücke, flussabwärts	18,9	4,0

* vgl. Abbildung 73

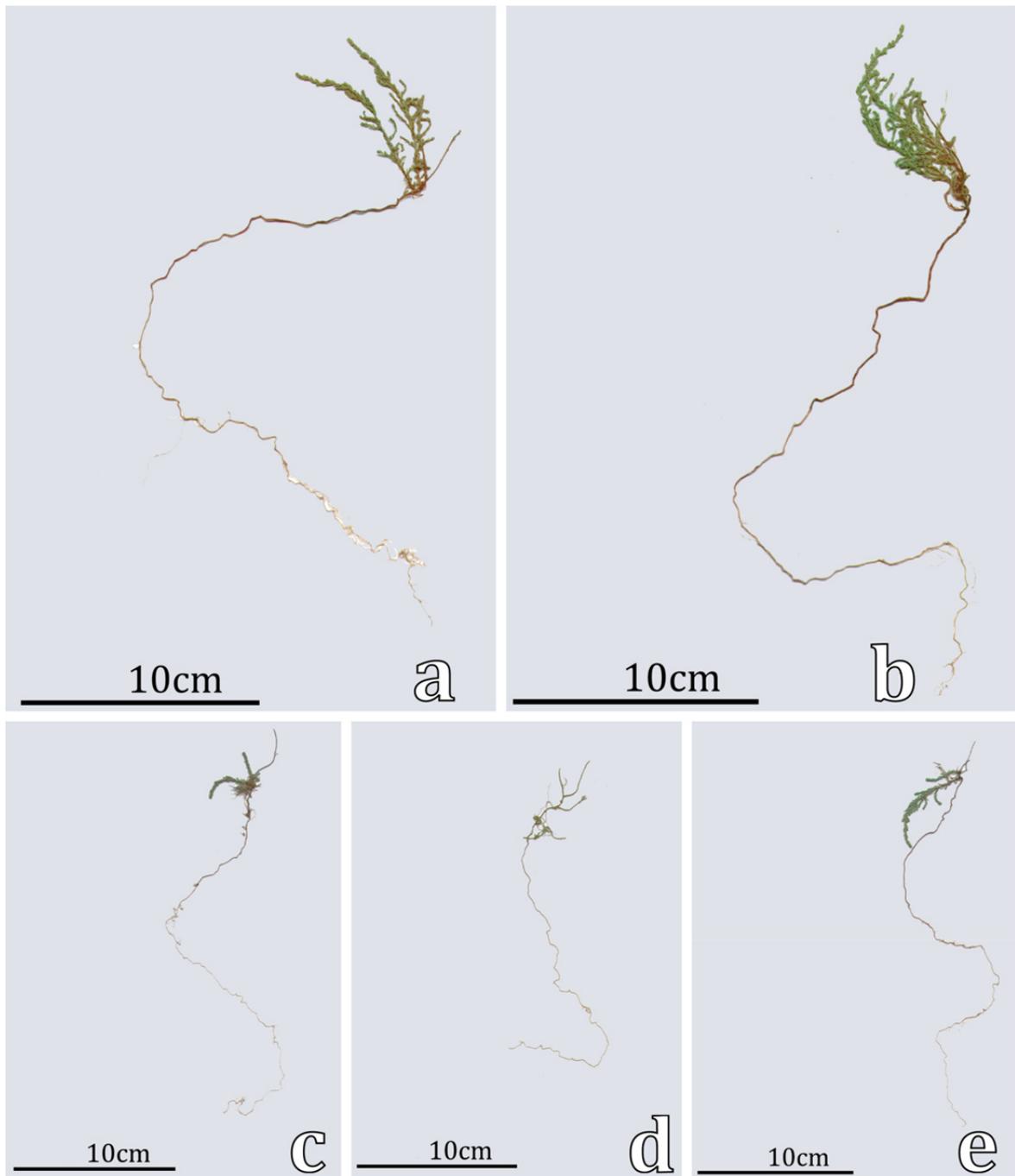


Abbildung 73: *Myricaria germanica*-Jungpflanzen der Größenklasse 2, gesammelt von Naturstandorten: Benennung (a), (b), (c), (d) und (e) vgl. Tabelle 20.

9.3 Adulte reproduktive Pflanzen

9.3.1 Phänologie der Referenztriebe

Die Anzahl und der Zustand der Blüten- und Fruchtstände an den drei über den Sommer 2010 hinweg detailliert ausgezählten Referenztrieben sind in Tabelle 21 dargestellt:

Im Juni befanden sich noch vereinzelt Blütenstände, die vor allem Knospen trugen, auf den drei Referenztrieben. Im Übrigen wiesen die Referenztriebe eine heterogene Zusammensetzung auf. Der Referenztrieb am Standort Kleblach wies am 08.06.2010 mit 59 von 60 Fruchtständen nahezu ausschließlich reife und abgefruchtete Kapsel Früchte auf, welche in den beiden Folgewochen vollkommen abfruchteten (Tabelle 21).

Im Juli fruchteten die Referenztriebe der Tamarisken auch am Standort Kellerberg ab (Tabelle 21).

Am 17.08.2010 war an den Referenztrieben am Standort Kellerberg kein Samenflug mehr zu beobachten. Am Langtrieb der Tamariske vom Standort Kleblach war am 21.08.2010 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 (Tabelle 21).

Tabelle 21: 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 geschlossene Kapsel Früchte (**c**), Fruchtstand mit reifen Kapsel Früchten (**d**), reifen und abgefruchteten Kapsel Früchten (**e**), vollkommen abgefruchteten Fruchtstände (**f**), vertrocknete Fruchtstände (**g**).

Referenz- trieb	Standort	Größen- klasse	Blüh- bzw. Fruchtklasse	Datum	a	b	c	d	e	f	g	total
1	Kellerberg	5	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	4	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	5	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

9.3.2 Diasporenproduktion

Anzahl der Samen pro Kapsel frucht

Im Schnitt befanden sich in einer Kapsel frucht etwa 126 Samen, wobei die Daten normalverteilt sind. 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 (Tabelle 22).

Wird der Insektenfraß vernachlässigt, ergibt sich ein Mittel von 129 Samen pro Frucht; das Minimum beträgt dann 87 (Tabelle 22).

Tabelle 22: Anzahl der Samen in einer Frucht.

Anzahl der Samen in einer Frucht	mit Insektenfraß	kein Insektenfraß
Stichprobengröße	58	53
Mittelwert	125,97	128,60
Standardfehler	2,927	2,811
Median	124,50	125,00
Standardabweichung	22,288	20,468
Varianz	496,736	418,936
Minimum	65	87
Maximum	189	189

Anzahl der Fruchtknoten pro Blüten- und Fruchtstand

Die Blütenstandsmerkmale von *M. germanica* wurden an insgesamt 146 Blütenständen ermittelt, die sich auf zwei Individuen befanden (= Referenzstrauch Nr. 19 und 14). Im Mittel trug ein Blütenstand Ende Mai 37 Fruchtknoten und war durchschnittlich 5 cm lang. Dieser Blütenstand setzte sich durchschnittlich aus 13 Blüten, 14 Knospen und 10 unreifen, geschlossenen Früchten zusammen (Tabelle 23, Abbildung 74).

Tabelle 23: Blütenstandsmerkmale von *Myricaria germanica*; Aufnahmezeitraum: 18.05.2010 bis 20.05.2010.

	Stichproben- größe	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
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

Die Fruchtstandsmerkmale von *M. germanica* wurden an insgesamt 17 Fruchtständen ermittelt, die sich auf zwei Individuen befanden (= Referenzstrauch Nr. 1 und 21). Ende Juli waren die Fruchtstände der Referenzsträucher Nr. 1 und 21 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 Schnitt aus 10 Knospen, 8 Blüten, 28 unreifen, geschlossenen Früchten und 17 reifen, offenen Früchten. Im Schnitt waren 4 Fruchtknoten bereits abgefruchtet (Tabelle 24, Abbildung 75).

Tabelle 24: Fruchtstandsmerkmale von *Myricaria germanica*; Aufnahmedatum: 27.07.2010.

	Stichproben- größe	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
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
abgefruchtet 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

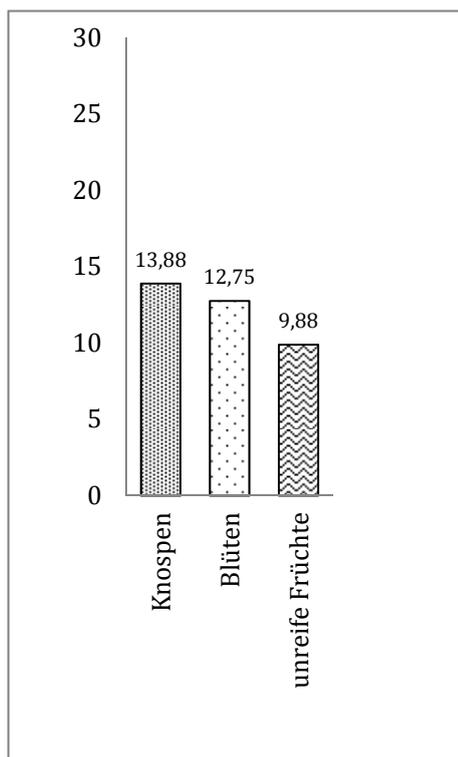


Abbildung 74: Blütenstandsmerkmale von *Myricaria germanica* am 18./20.05.2010; Mittlere Anzahl der Knospen, Blüten und unreifen Früchte.

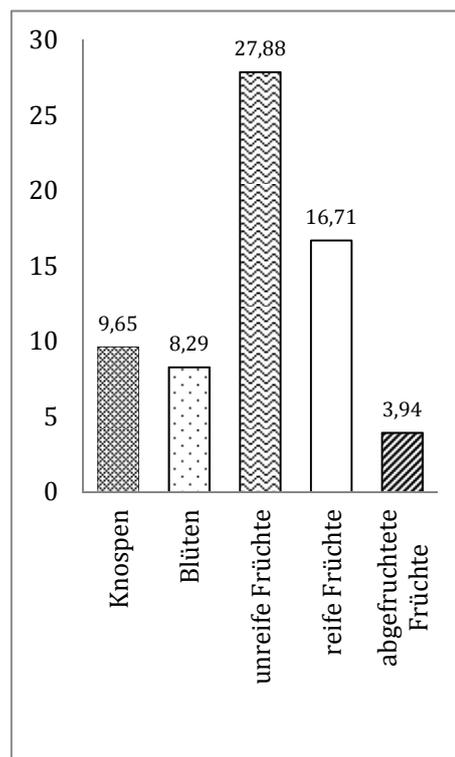


Abbildung 75: Fruchtstandsmerkmale von *Myricaria germanica* am 27.07.2010; Mittlere Anzahl der Knospen, Blüten, unreifen Früchte, reifen Früchte und abgefruchteten Früchte.

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 2758 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 2758 Blütenstände gezählt. Ebenfalls als Größenklasse 5 und Blühklasse 4 kategorisiert wurde der Referenzstrauch Nr. 13. Dieser wies 1629 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 (Abbildung 76).

Der Referenzstrauch der Nr. 14 der Größenklasse 4 wies 661 Blütenstände auf und gehört zur Blühklasse 4 (Abbildung 76).

Tamarisken der Größenklasse 3 wiesen einen eher geringeren Blüh- und Fruchtansatz auf, die untersuchten Exemplare hatten nur 2 bis 18 Blüten- bzw. Fruchtstände (Abbildung 76).

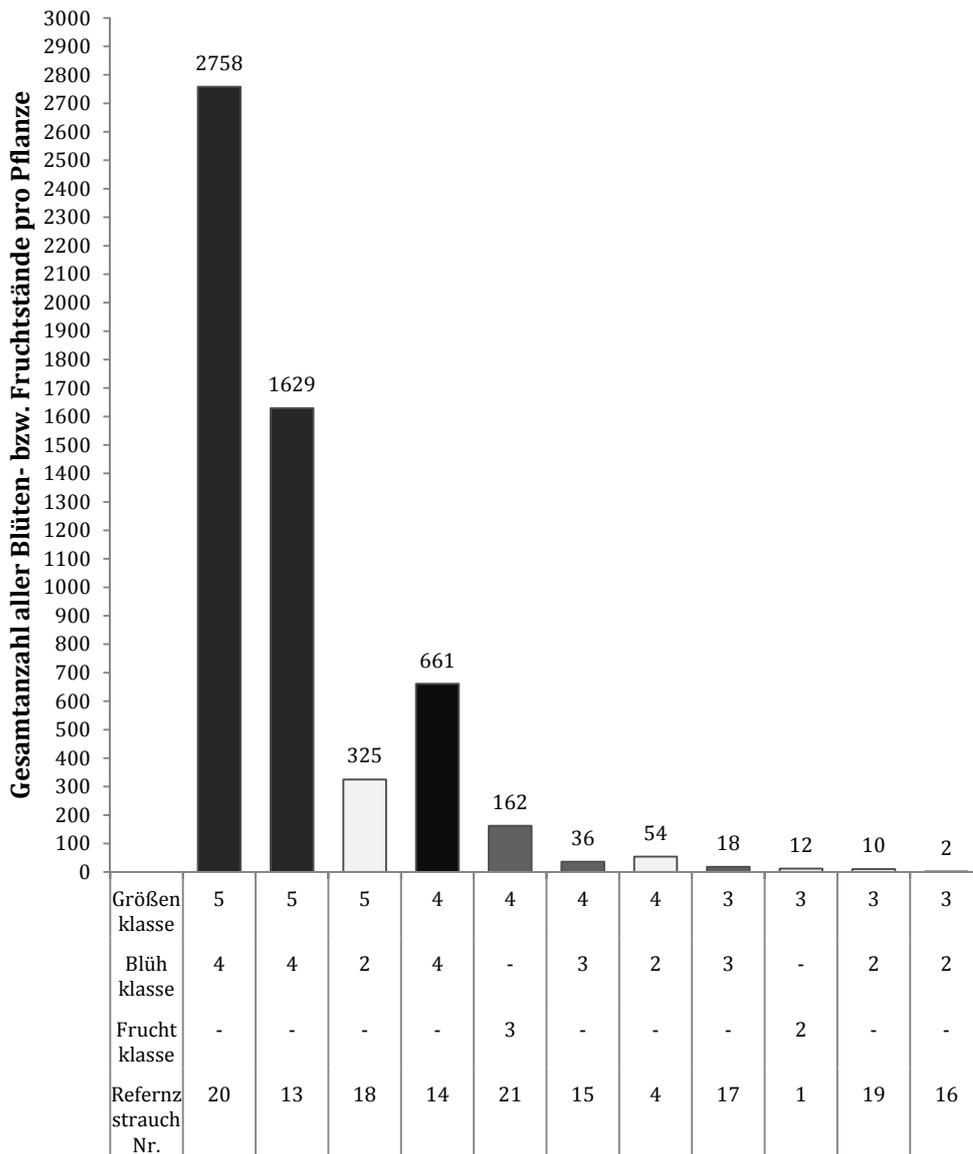


Abbildung 76: Anzahl der Blüten- und Fruchtstände pro Referenzstrauch von *Myricaria germanica* geordnet nach absteigender Größen- und Blüh- bzw. Frucht-klasse; (Blüh-bzw. Frucht-klasse: 4 = schwarz, 3 = dunkelgrau, 2 = hellgrau).

Diasporen pro Individuum

Der Blüh- bzw. Fruchtansatz hängt von der Größe der Tamarisken ab (Abbildung 77), so auch die Menge der produzierten Samen pro Pflanze (die Diasporenproduktion).

MAXIMALE DIASPORENPRODUKTION

Für die Berechnung der „maximalen“ Diasporenproduktion wurde angenommen, dass eine Kapselfrucht im Mittel 126 Samen enthält und sich im Mittel 37 Fruchtknoten auf einem Blütenstand befinden. Das Ergebnis dieser Hochrechnung ist in Tabelle 25 wiedergegeben.

Tabelle 25: Maximale Diasporenproduktion von 11 Referenzsträuchern von *Myricaria germanica*. Die Anzahl der Blüten- und Fruchtblände wurde gezählt (**fett**), die mittlere Anzahl der Fruchtknoten und Samen wurde hochgerechnet (*kursiv*).

Referenz- strauch Nr.	Größen- klasse	Blüh- klasse	Frucht- klasse	Anzahl der Blüten- & Fruchtblände	Mittlere Anzahl der Fruchtknoten (*36,51)	Mittlere Anzahl der Samen (*125,97)
16	3	2	-	2	<i>73</i>	<i>9198</i>
19	3	2	-	10	<i>365</i>	<i>45992</i>
1	3	-	2	12	<i>438</i>	<i>55190</i>
17	3	3	-	18	<i>657</i>	<i>82785</i>
4	4	2	-	54	<i>1972</i>	<i>248355</i>
15	4	3	-	36	<i>1314</i>	<i>165570</i>
21	4	-	3	162	<i>5915</i>	<i>745065</i>
14	4	4	-	661	<i>24133</i>	<i>3040048</i>
18	5	2	-	325	<i>11866</i>	<i>1494729</i>
13	5	4	-	1629	<i>59475</i>	<i>7492039</i>
20	5	4	-	2758	<i>100695</i>	<i>12684496</i>

Die Ergebnisse zeigen, dass der Blüh- bzw. Fruchtansatz und in der Folge die Samenproduktion mit der Größe der Tamarisken exponentiell ansteigt (Abbildung 77).

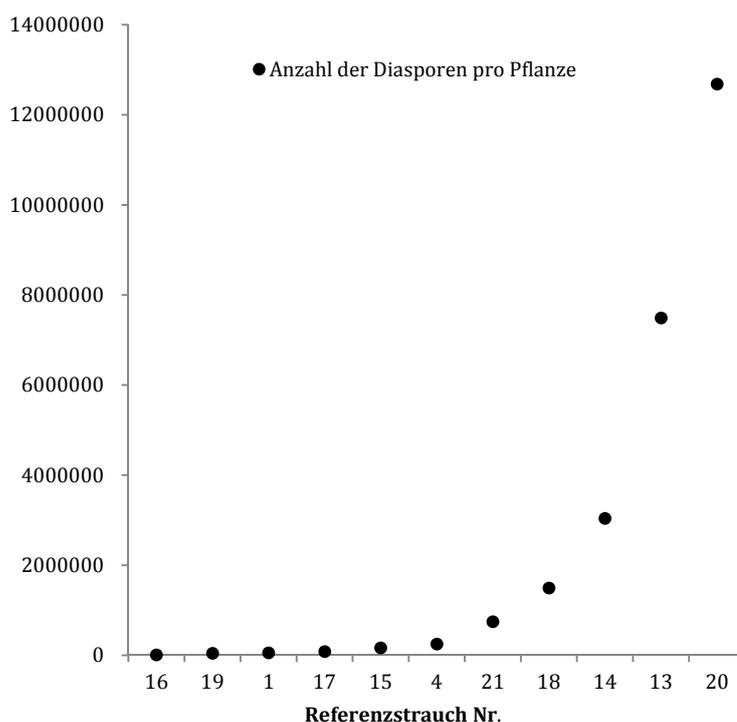


Abbildung 77: Reihung der Referenzsträucher nach ansteigender Diasporenproduktion.

Tamarisken der Größenklasse 3 produzierten durchschnittlich 48000 Samen (minimal 9000 bis maximal 83000; gerundet auf 1000), jene der Größenklasse 4 durchschnittlich 1050000 Samen (minimal 170000 bis maximal 3040000; gerundet auf 10000) sowie jene der Größenklasse 5 im Durchschnitt 7200000 Samen (minimal 1500000 bis maximal 12700000; gerundet auf 100000).

AKTUELLE DIASPORENPRODUKTION

Die „aktuelle“ Diasporenproduktion, als Momentaufnahme für den 27.07.2010, ist in Tabelle 26 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 (Tabelle 26).

Tabelle 26: Aktuelle Diasporenproduktion von 11 Referenzsträucher von *Myricaria germanica*; Momentaufnahme am 27.07.2010. Die Anzahl der Blüten- und Fruchtstände wurde gezählt (**fett**), die mittlere Anzahl der Fruchtknoten und Samen wurde hochgerechnet (*kursiv*).

Referenz-Größen- strauch Nr.	Blüh- klasse	Frucht- klasse	Anzahl der Blüten- & Fruchtstände	Mittlere Anzahl der Fruchtknoten (*16,71)	Mittlere Anzahl der Samen (*125,97)	
16	3	2	-	2	<i>33</i>	<i>4210</i>
19	3	2	-	10	<i>167</i>	<i>21050</i>
1	3	-	2	12	<i>201</i>	<i>25260</i>
17	3	3	-	18	<i>301</i>	<i>37889</i>
4	4	2	-	54	<i>902</i>	<i>113668</i>
15	4	3	-	36	<i>602</i>	<i>75779</i>
21	4	-	3	162	<i>2707</i>	<i>341003</i>
14	4	4	-	661	<i>11045</i>	<i>1391378</i>
18	5	2	-	325	<i>5431</i>	<i>684112</i>
13	5	4	-	1629	<i>27221</i>	<i>3428978</i>
20	5	4	-	2758	<i>46086</i>	<i>5805476</i>

Tamarisken der Größenklasse 3 produzierten am 27.07.2010 durchschnittlich 22000 Samen (minimal 4000 bis maximal 38000; gerundet auf 1000), jene der Größenklasse 4 durchschnittlich 480000 Samen (minimal 80000 bis maximal 1390000; gerundet auf 10000) sowie jene der Größenklasse 5 im Durchschnitt 3306000 Samen (minimal 700000 bis maximal 5800000; gerundet auf 100000).

BERECHNUNG DES DIASPORENDRUCKS DER MYRICARIA-POPULATION AM STANDORT KLEBLACH

Die Ergebnisse der Diasporenproduktion pro Pflanze dienen als Grundlage für die Ermittlung des Gesamtdiasporendrucks der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach (vgl. Kapitel 5.2.3 Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach, S.46). Dabei wurden die in Tabelle 27 und Tabelle 28 dargestellten Werte für die Anzahl der Diasporen pro Pflanze herangezogen.

In Tabelle 27 ist die „**maximale**“ Diasporenproduktion der Tamarisken nach ihrer Größenklasse und Blüh- bzw. Fruchtklassen dargestellt. Angegeben sind die Durchschnittswerte der Anzahl der Samen pro Pflanze, wenn angenommen wird, dass eine Fruchtkapsel im Mittel 126 Samen beinhaltet und ein Blütenstand bzw. Fruchtstand im Mittel 37 Fruchtknoten trägt.

Tabelle 27: Maximale Diasporenproduktion der Tamarisken der Größenklasse 3, 4, 5 und Blüh- bzw. Fruchtklassen 2, 3 und 4.

Diasporen pro Pflanze; wenn gilt: 36,51*125,97			
Größenklasse	Fruchtklasse 2	Fruchtklasse 3	Fruchtklasse 4
3	36793	82785	_*
4	248355	455317	3040048
5	1494729	_*	10088268

_*...keine Schätzwerte sind bekannt

In Tabelle 28 ist die „aktuelle“ Diasporenproduktion der Tamarisken nach ihrer Größenklasse und Blüh- bzw. Fruchtklassen dargestellt. Angegeben sind die Durchschnittswerte der Anzahl der Samen pro Pflanze, wenn angenommen wird, dass eine Kapselfrucht im Mittel 126 Samen beinhaltet und sich im Mittel 17 reife, das heißt offene Kapsel Früchte (= Samenflug) auf einem Fruchtstand befinden.

Tabelle 28: Aktuelle Diasporenproduktion der Tamarisken der Größenklasse 3, 4, 5 und Blüh- bzw. Fruchtklassen 2, 3 und 4; als Momentaufnahme am 27.07.2010

Diasporen pro Pflanze, wenn gilt: 16,71*125,97			
Größenklasse	Fruchtklasse 2	Fruchtklasse 3	Fruchtklasse 4
3	16840	37889	_*
4	113668	208391	1391378
5	684112	_*	4617227

_*...keine Schätzwerte sind bekannt

Für Pflanzen, die der Größenklasse 3 und Fruchtklasse 4 bzw. der Größenklasse 5 und Fruchtklasse 3 zugeordnet wurden, sind keine Schätzwerte bekannt. Eine Pflanze, die der Größenklasse 3 und Fruchtklasse 4 zugeordnet wurde, gibt es am Standort Kleblach nur einmal, eine Pflanze der Größenklasse 5 und Fruchtklasse 3 nur zweimal. Der Diasporendruck dieser Exemplare wurde vernachlässigt.

9.3.3 Sprossaufbau von *Myricaria germanica*

Anzahl der Langtriebe

Je größer eine Tamariske ist, desto höher ist dann auch die Anzahl der Langtriebe, die einen Blüh- bzw. Fruchtansatz aufweisen (Abbildung 78, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

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.

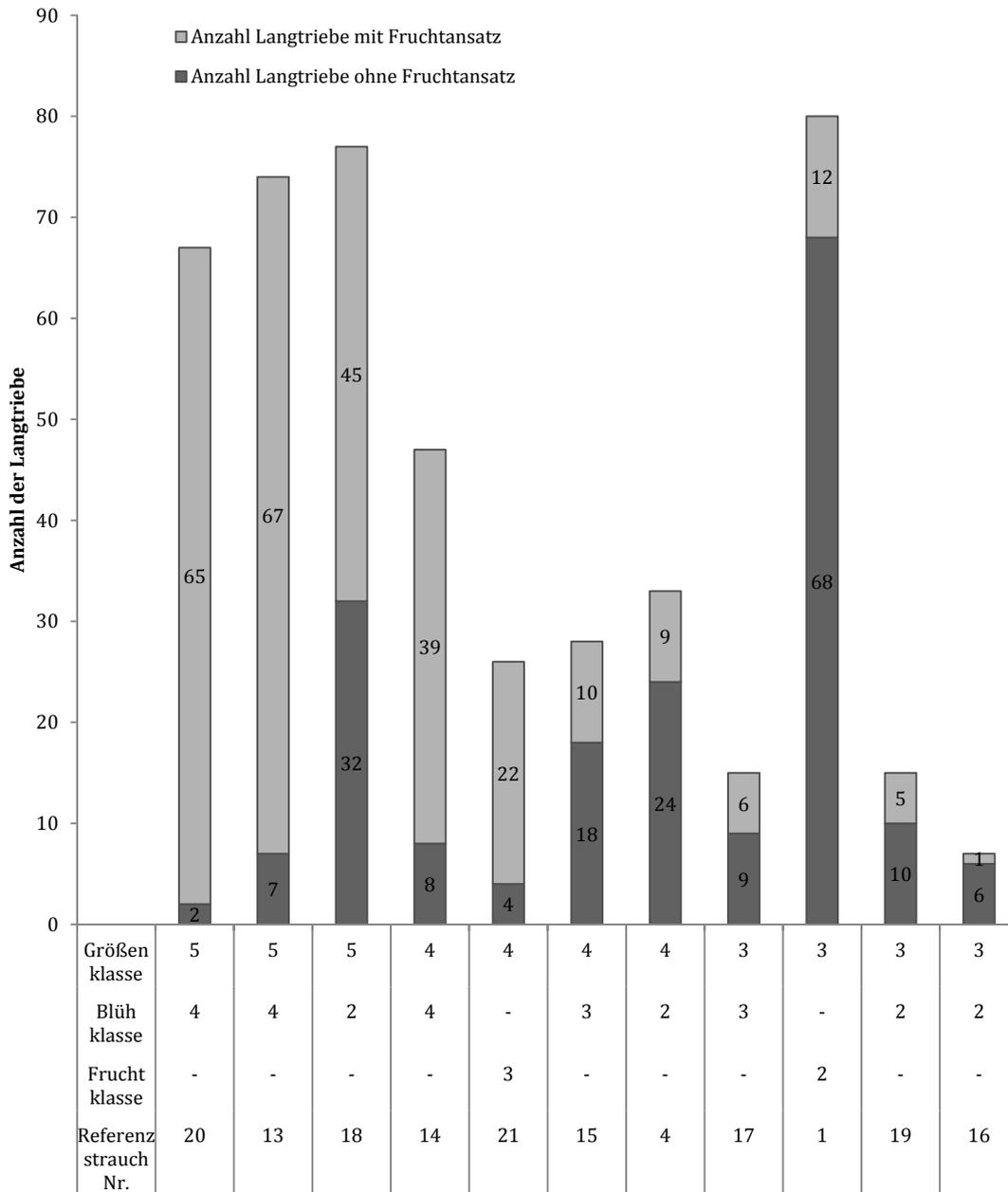


Abbildung 78: Anzahl der Langtriebe mit und ohne Fruchtansatz an 11 Referenzsträuchern von *Myricaria germanica*; geordnet nach absteigender Größenklasse.

Mittlere Länge der Langtriebe

Nicht nur die Anzahl, sondern auch die mittlere Länge der Langtriebe nimmt mit der Größe der Tamarisken zu.

Die Langtriebe des Referenzstrauchs Nr. 20 waren im Mittel 229 cm lang, jene des Referenzstrauchs Nr. 13 174 cm, die Langtriebe des Referenzstrauchs Nr. 18 165 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 (Abbildung 79)

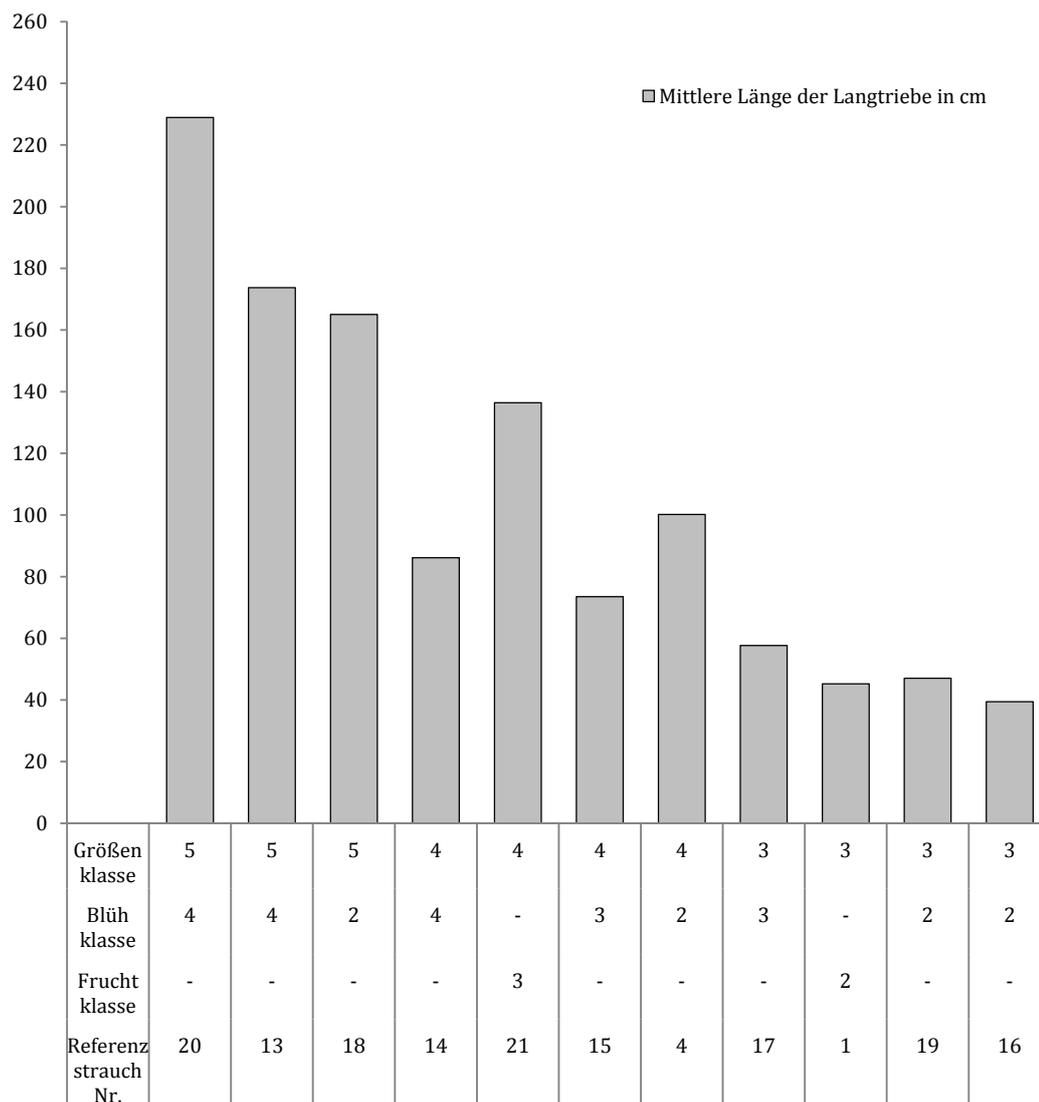


Abbildung 79: Mittlere Länge der Langtriebe an 11 Referenzsträuchern von *Myricaria germanica*; geordnet nach absteigender Größenklasse.

Je größer eine Tamariske, desto länger sind auch jene Teile der Langtriebe, die einen Blüh- bzw. Fruchtansatz aufweisen.

In Abbildung 80 ist die mittlere Länge jener Langtriebe dargestellt, die einen Blüh- bzw. Fruchtansatz tragen und, als Vergleich, die mittlere Länge des fertilen Abschnittes (= der Teil der Langtriebe mit einem Blüh- bzw. Fruchtansatz).

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 (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Abbildung 80).

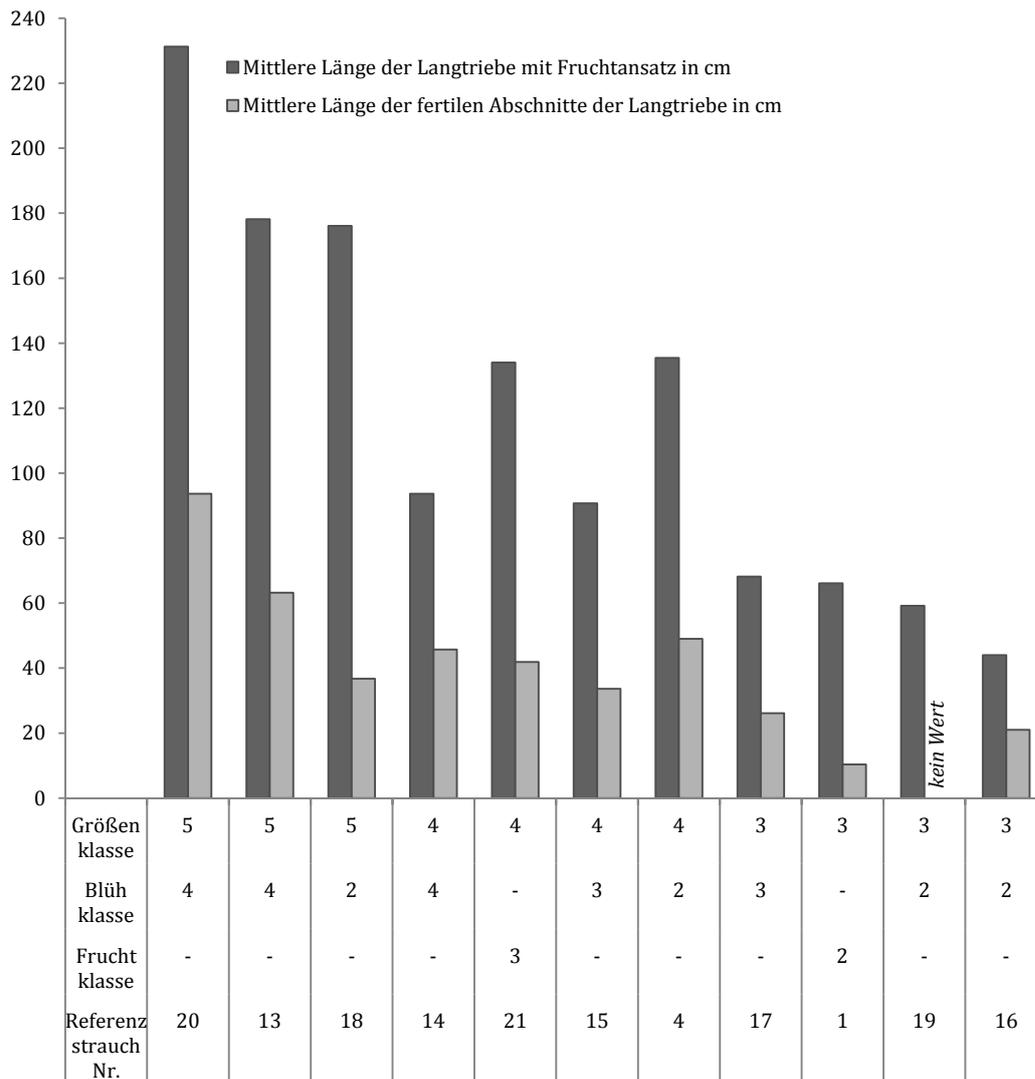


Abbildung 80: Mittlere Länge der Langtriebe mit Fruchtansatz bzw. mittlere Länge der fertilen Abschnitte an 11 Referenzsträuchern von *Myricaria germanica*; geordnet nach absteigender Größenklasse.

Tabelle 29: Anzahl der Langtriebe mit und ohne Blüh- bzw. Fruchtansatz; Länge der Langtriebe bzw. Länge der Langtriebe mit Fruchtansatz und Länge des fertilen Abschnittes der Langtriebe; an 11 Referenzsträuchern von *Myricaria germanica*.

				Abbildung 78						Abbildung 79						Abbildung 80								
				ANZAHL			LÄNGE [cm]			LÄNGE [cm]			LÄNGE [cm]			LÄNGE [cm]			LÄNGE [cm]			LÄNGE [cm]		
				der Langtriebe			der Langtriebe			der Langtriebe			der Langtriebe mit Fruchtansatz			des fertilen Abschnittes des Langtriebes			des fertilen Abschnittes des Langtriebes			des fertilen Abschnittes des Langtriebes		
Referenzstrauh Nr.	Größenklasse	Blühklasse	Fruchtklasse	Anzahl aller Langtriebe	Anzahl der Langtriebe mit Fruchtansatz	Anzahl Langtriebe ohne Fruchtansatz	Stichprobengröße	Fehlende Werte	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Stichprobengröße	Fehlende Werte	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Stichprobengröße	Fehlende Werte	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
20	5	4	-	67	65	2	67	0	228,9	35,1	125	290	65	0	231,3	32,7	125	290	65	2	93,7	36,4	22	190
13	5	4	-	74	67	7	74	0	173,7	26,4	81	236	67	0	178,2	21,3	130	236	67	7	63,2	21,0	12	110
18	5	2	-	77	45	32	77	0	165,0	28,5	103	219	45	0	176,1	23,4	110	219	24	53	36,7	24,4	4	115
14	4	4	-	47	39	8	47	0	86,1	33,0	34	158	39	0	93,7	30,7	46	158	39	8	45,7	24,3	10	106
21	4	-	3	26	22	4	26	0	136,4	23,0	93	180	22	0	134,0	23,1	93	171	22	5	41,9	29,2	1	86
15	4	3	-	28	10	18	28	0	73,5	21,7	32	128	10	0	90,7	16,4	75	128	8	20	33,6	12,8	15	50
4	4	2	-	33	9	24	33	0	100,2	30,0	32	159	9	0	135,4	17,9	94	159	5	28	49,0	8,7	35	57
17	3	3	-	15	6	9	15	0	57,7	14,3	24	82	6	0	68,2	10,8	56	82	5	10	26,1	10,9	14	41
1	3	-	2	80	12	68	80	0	45,3	20,7	10	98	12	0	66,1	20,3	35	98	12	68	10,4	4,5	3	16
19	3	2	-	15	5	10	15	0	47,1	15,7	30	86	5	0	59,2	17,2	38	86	0	15	kein Wert	kein Wert	kein Wert	kein Wert
16	3	2	-	7	1	6	7	0	39,4	13,1	24	59	1	0	44,0	kein Wert	44	44	1	6	21,0	kein Wert	21	21

9.3.4 Diasporeneintrag in den Samenfallen

Insgesamt wurden 25121 Diasporen von *M. germanica* in den 80 Diasporenfallen am Standort Kellerberg aufgefangen. Mit zunehmender Entfernung von dem Tamariskenbestand nimmt der Diasporeneintrag in den Fallen ab. In der Reihe mit den Fallengruppen gerader Nummerierung wurden insgesamt mehr Samen gezählt als in der Reihe der Fallengruppen ungerader Nummerierung (Tabelle 29, Abbildung 81, und Abbildung 82).

Abgesehen von einigen wenigen Achänen von Asteraceen und Samen von verschiedenen *Salix*-Arten, die in unmittelbarer Nähe vorkamen, wurden keine weiteren Samen in den Fallen gefunden.

Am meisten Samen wurden in den Fallengruppen mit der Nr. 1, 2 und 4, in unmittelbarer Nähe des Tamariskenbestands, verzeichnet. 2400 bis 2500 Samen blieben während des Versuchszeitraums von knapp drei Tagen in diesen Fallen hängen. Eine Fallengruppe deckt in etwa eine Fläche von ca. 0,72 m² ab, umgerechnet bedeutet das einen Diasporeneintrag von 3300 bis etwa 3300 Samen pro m². Selbst in 90 Meter Entfernung ist der Diasporeneintrag in den Fallen noch äußerst hoch, zwischen 280 und 430 Samen befanden sich in den von den Tamarisken am weitesten entfernten Fallengruppen (Tabelle 29, Abbildung 81 und Abbildung 82), das sind ca. 400 und 660 Samen pro m².

In den Samenfallen A, B, C und D wurden pro Fallengruppe etwa gleich viele Samen gezählt, maximal wurden pro einzelner Falle 747 Samen (Samenfalle der Fallengruppe Nr. 4), minimal 66 (Samenfalle der Fallengruppe Nr. 19) verzeichnet (Tabelle 29).

Tabelle 29: Diasporeneintrag von *Myricaria germanica* in die Samenfallen am Standort Kellerberg; Die jeweils ersten Fallengruppen der beiden Reihen (Nr. 1 und Nr. 2) befinden sich in 6 m bzw. 16 m Entfernung zur Quellpopulation.

ANZAHL DER DIASPOREN							
Fallen- gruppe Nr.	Samen- falle A	Samen- falle B	Samen- falle C	Samen- falle D	Summe pro Fallengruppe	pro m ²	Abstand der Fallengruppe entlang der 2 Reihen [m]
1	668	541	576	604	2389	3318	0
2	639	630	627	610	2506	3481	0
3	332	324	312	291	1259	1749	5
4	747	610	530	551	2438	3386	5
5	242	283	270	262	1057	1468	10
6	521	463	551	640	2175	3021	10
7	267	194	218	181	860	1194	15
8	570	604	527	654	2355	3271	15
9	287	298	346	359	1290	1792	25
10	319	346	345	319	1329	1846	25
11	246	226	204	253	929	1290	35
12	350	347	376	333	1406	1953	35
13	274	203	225	236	938	1303	45
14	264	250	265	238	1017	1413	45
15	200	186	179	185	750	1042	60
16	139	149	164	157	609	846	60
17	171	155	179	156	661	918	75
18	85	113	118	121	437	607	75
19	76	78	66	66	286	397	90
20	112	113	106	99	430	597	90

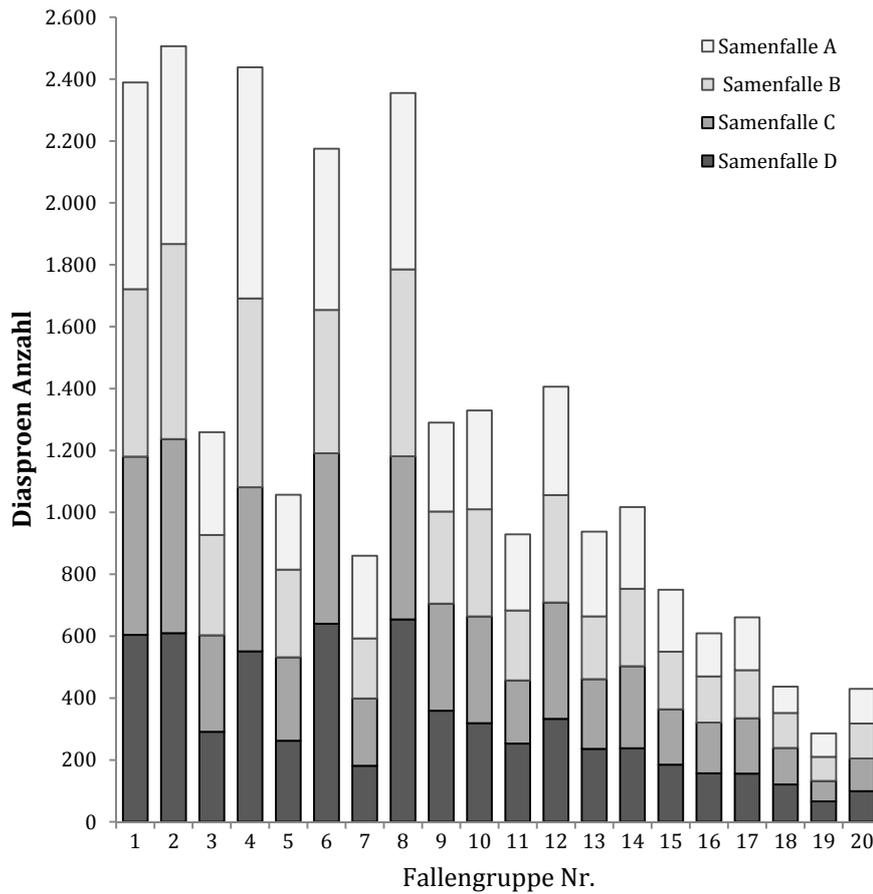
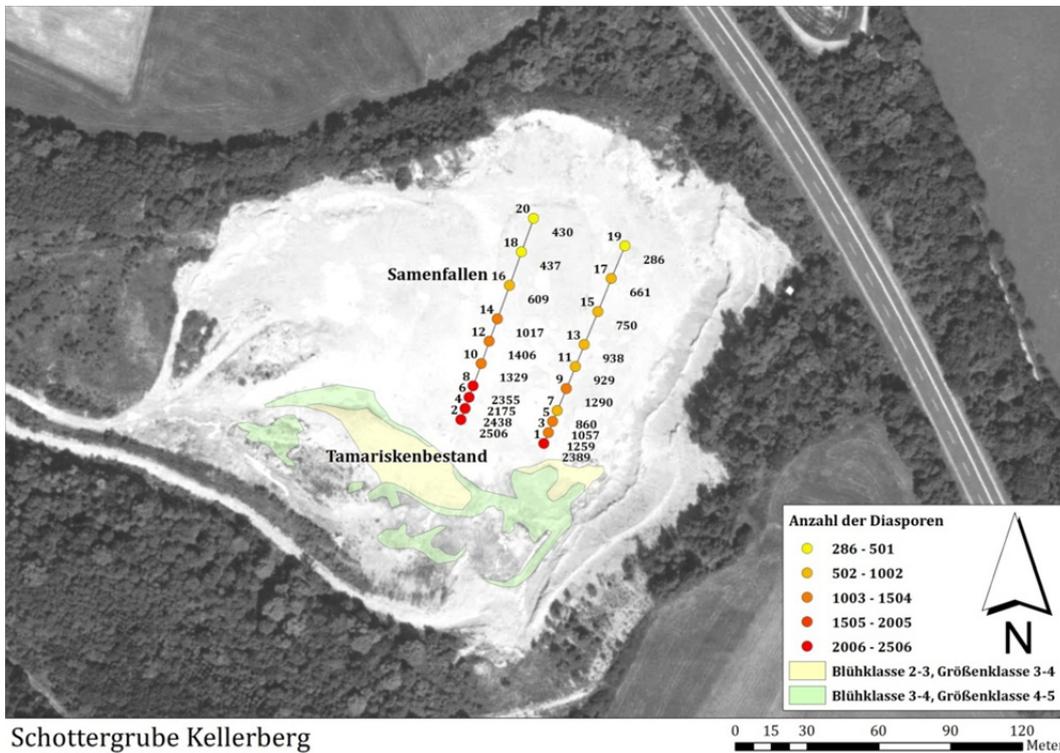


Abbildung 81: Anzahl der Diasporen von *Myricaria germanica* in den Samenfallengruppen am Standort Kellerberg (Balkenwerte additiv aus den jeweils 4 Samenfallen pro Gruppe bestehend (A, B, C, D)).



Schottergrube Kellerberg
Abbildung 82: Tamariskenbestand am Standort Kellerberg: Anzahl der *Myricaria*-Diasporen in den Fallengruppen.

Ein Zusammenhang zwischen der Abnahme des Diasporenregens und zunehmender Entfernung von der Quellpopulation kann am besten durch die in Abbildung 83 dargestellte exponentielle Anpassungslinie erklärt werden. Die Ergebnisse der Modellzusammenfassung sind in Tabelle 30 angeführt.

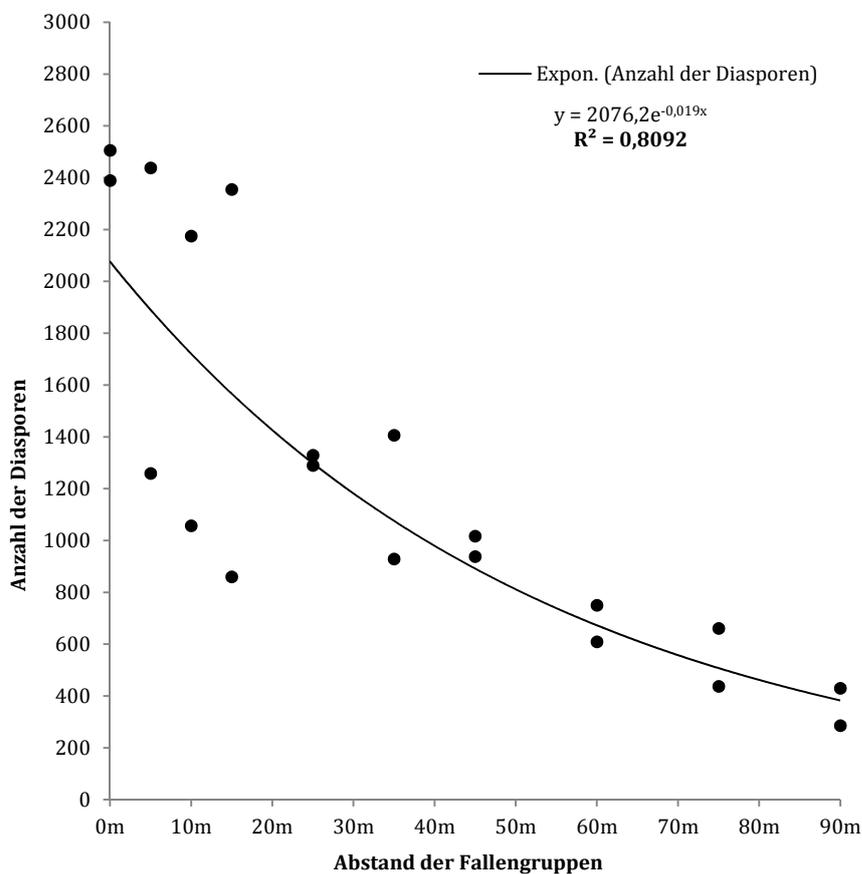


Abbildung 83: Abnahme des Diasporenregens mit zunehmender Entfernung von der Quellpopulation von *Myricaria germanica* am Standort Kellerberg.

Tabelle 30: Modellzusammenfassung: Abnahme des Diasporenregens und zunehmender Entfernung zur Quellpopulation von *Myricaria germanica* am Standort Kellerberg

Modelle und Parameterschätzer									
Modell Zusammenfassung					Parameterschätzung				
	R ²	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Exponentiell	0,809	76,329	1	18	0,000	2076,170	-0,019		

9.4 Pflanzenalter und Absterbephase

9.4.1 Altersbestimmung

Die Abgrenzung der Zuwachszonen ist bei *M. germanica* deutlich. Auch junge Pflanzen weisen eine kräftige, stark verholzte Primärwurzel auf (Schweingruber et al. 2007). In den folgenden Tabellen (Tabelle 31, Tabelle 32) sind das Alter und der Durchmesser der Primärwurzel, der luftgetrockneten Tamarisken unterschiedlicher Herkunft, wiedergegeben.

Die Tamarisken der oberen Drau sind nicht älter als sechs Jahre, was auch in etwa mit dem Zeitpunkt der Wiederansiedlung übereinstimmt (Tabelle 31). Das Alter von Exemplaren, die im Zuge der Initialpflanzungen ausgesetzt wurden, wurde nicht bestimmt.

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 (Tabelle 31).

Die in der Schottergrube Kellerberg gesammelten Tamarisken sind zwischen 3 und 4 Jahre alt (Tabelle 31), der Durchmesser der Primärwurzel 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.

Tabelle 31: Herkunft, Alter und Durchmesser der Primärwurzeln von *Myricaria germanica*-Individuen an verschiedenen Standorten in Kärnten.

obere Drau	Alter [a]	Durchmesser [mm]
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	2	4,0
Aufweitung Kleblach - orografisch rechte Ufer	3	10,3
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	3	27,0
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	4	4,3
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	4	4,3
Aufweitung Kleblach - orografisch rechte Ufer	4	6,0
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	4	9,3
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	4	10,3
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	4	13,7
Aufweitung Kleblach - Seitenarm	4	30,7
Aufweitung Kleblach - orografisch rechte Ufer	5	7,0
Dellach* - orografisch rechte Ufer	5	13,0
Dellach*- orografisch rechte Ufer	6	25,3
Schottergrube - Kellerberg	3	10,3
Schottergrube - Kellerberg	4	9,3
Schottergrube - Kellerberg	4	10,7
Schottergrube - Kellerberg	4	15,0
Schottergrube - Kellerberg	4	48,3

*Standortbeschreibung: siehe Kapitel 3.10 Tamariskenbestand an der oberen Drau, S.31

Am Lech wurden sehr verschieden alte Individuen gesammelt. Die älteste gesammelte Tamariske stammt aus der Radsperrenbodenau. 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 1-2 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. (Tabelle 32). Flussauf der Johannesbrücke wurden, nahe einer Abbruchkante zum Lech, eine 5 und eine 6 Jahre alte Tamariske ausgegraben, mit einer Primärwurzel von nur 3 bzw. 4 mm Durchmesser. Weitere Exemplare, die in der Stuibenau gesammelt wurden, waren zwischen 15 und 22 Jahre alt.

Tabelle 32: Herkunft, Alter und Durchmesser der Primärwurzeln von *Myricaria germanica*-Individuen an verschiedenen Standorten in den Lech-Alluvionen.

Lech	Alter [a]	Durchmesser [mm]
orografisch rechte Ufer, flussab der Johannesbrücke, Weißenbacher Au	1	2,0
orografisch rechte Ufer, flussab der Johannesbrücke, Weißenbacher Au	2	1,3
orografisch rechte Ufer, flussab der Johannesbrücke, Weißenbacher Au	2	2,0
orografisch rechte Ufer, flussab der Johannesbrücke, Weißenbacher Au	3	1,7
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, nahe Abbruchkante, Stuibenau	5	2,7
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, nahe Abbruchkante, Stuibenau	6	4,0
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, Stuibenau	15	19,7
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, Stuibenau	17	30,3
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, Stuibenau	18	22,0
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, Stuibenau	18	23,0
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, Stuibenau	22	12,7
orografisch rechte Ufer, flussauf der Johannesbrücke, Stuibenau	22	25,0
Forchach, orografische rechte Ufer, ehemaliger Seitenarm, Radsperrenbodenau	12	22,7
Forchach, orografische rechte Ufer, ehemaliger Seitenarm, Radsperrenbodenau	26	42,7

Das Streudiagramm Abbildung 84 deutet auf keinen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Durchmesser der Primärwurzel hin. Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman liegt bei 0,567 (Tabelle 33).

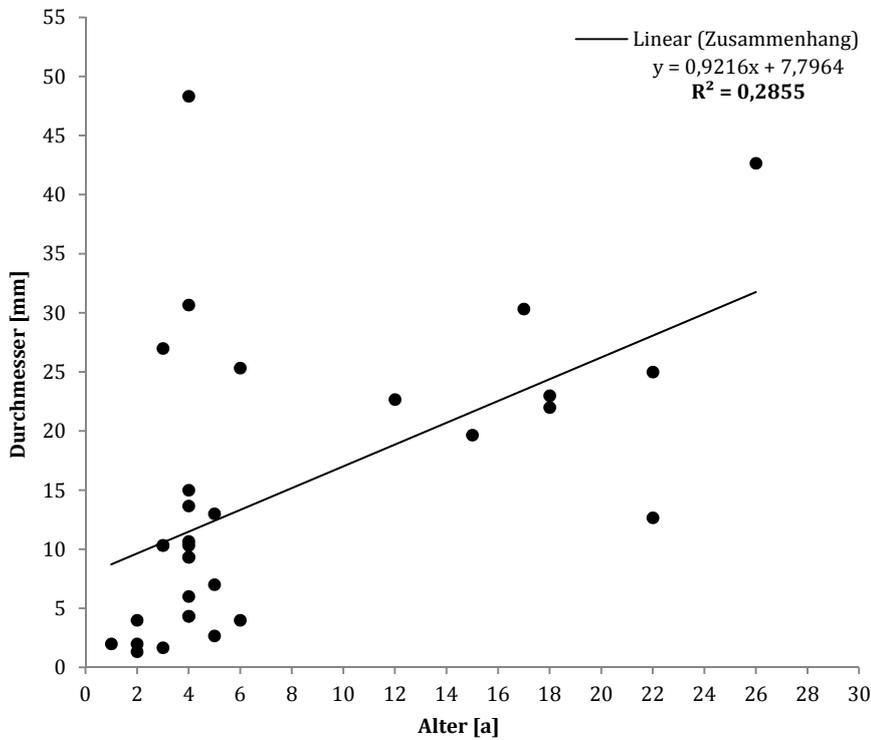


Abbildung 84: Linearer Zusammenhang zwischen Durchmesser und Alter der Primärwurzel von *Myricaria germanica*-Individuen von den verschiedenen Pflanzenstandorten in Kärnten und den Lech-Alluvionen.

Tabelle 33: Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman für den Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Durchmesser der Primärwurzeln von *Myricaria*-Pflanzen unterschiedlicher Herkunft.

Spearman Korrelation			
		Alter [a]	Durchmesser [mm]
Spearman-Rho	Alter [a]	<i>Korrelationskoeffizient</i>	1,000
		<i>Sig. (2-seitig)</i>	,
		<i>N</i>	32
	Durchmesser [mm]	<i>Korrelationskoeffizient</i>	-,567**
		<i>Sig. (2-seitig)</i>	,001
		<i>N</i>	32

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Mikroskopische Schnitte der Primärwurzel und der Sprossbasis

Querschnitte der Sprossbasis wurden mittels der Mischung der drei Farbstoffe Fuchsin, Chrysoidin und Astralblau (gelöst in 2-%er Essigsäure) gefärbt (Abbildung 85). Im Querschnitt sind die zwei Jahresringe der ringporigen Art gut sichtbar. Die verholzten Zellwände sind rot gefärbt, cutinisierte Zellwände sind gelb bis orange gefärbt, unverholzte und nicht cutinisierte Zellwände sind blau eingefärbt. Die Korkschichten werden bei dieser Färbemethode nicht gefärbt.

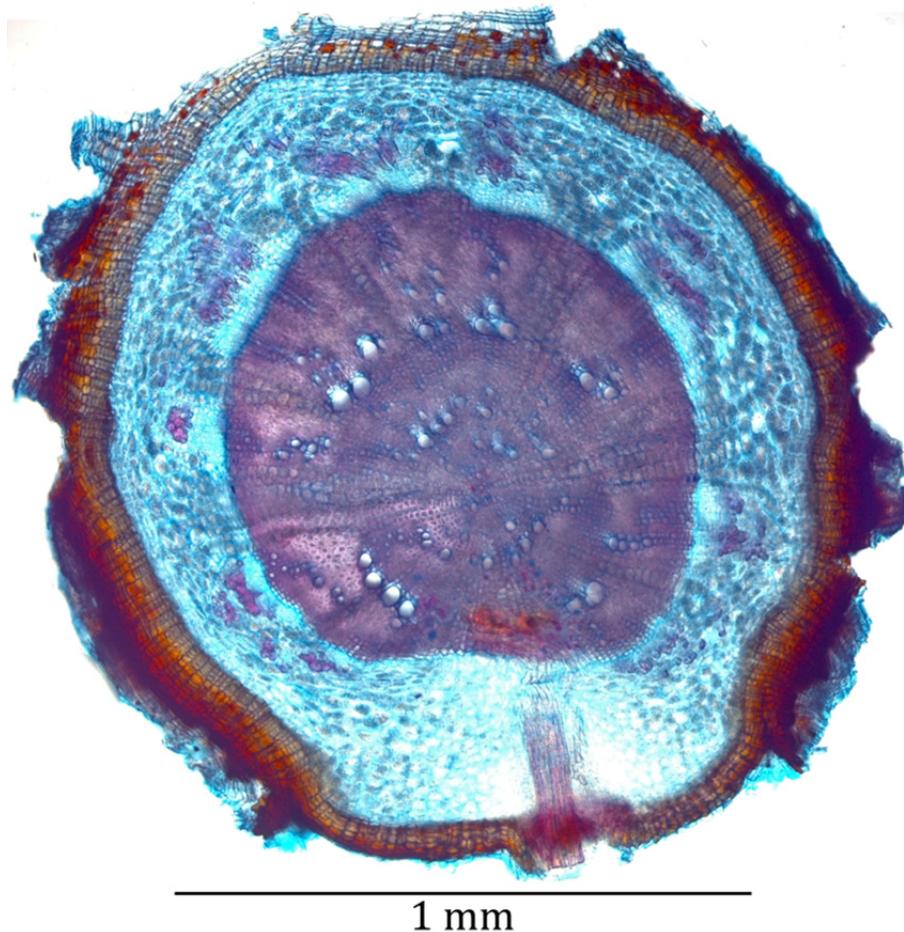


Abbildung 85: Querschnitt durch den obersten Wurzelteil einer Primärwurzel von *Myricaria germanica*, gesammelt am 17.08.2010 in der Schottergrube Kellerberg; Alter: 2 Jahre; Vergrößerung 10x.

IV. DISKUSSION

Die Zusammenstellung der mit den verschiedenen Untersuchungsansätzen gewonnenen Ergebnisse ergibt einen Überblick über die Ausbreitungs-, Besiedlungs- und Etablierungsstrategie von *M. germanica*.

10. Untersuchungen zum Standort Kleblach

10.1 Vegetation am Standort Kleblach

Der am Standort Kleblach untersuchte Seitenarm der Drau weist Kies- und Schotterbänke auf, welche in ihren mächtigeren Lagen, die nicht so stark von der flussmorphologischen Dynamik betroffen sind, überwiegend von standorttypischen Weiden-Tamarisken-Gebüsch und Uferpioniergebüsch besiedelt werden.

Die Tamariske hat sich im Untersuchungsgebiet Kleblach seit dem Jahr 2001 deutlich ausgebreitet. Im Jahr 2007 wurde erstmals ein Weiden-Tamarisken-Gebüsch kartiert. Die Biotoptypenkartierungen von 2010 zeigen eine deutliche Ausbreitung des Weiden-Tamarisken-Gebüsches von ca. 564 m² auf 3398 m² seit dem Jahr 2007. Beachtlich sind auch die *Typha minima*-Bestände, diese Art wurde ebenfalls im Zuge des EU-LIFE-Projekts „Auenverbund Obere Drau“ an der oberen Drau wieder angesiedelt (Pichler et al. 2003, Egger et al. 2011). Die Initialpflanzungen von *M. germanica* scheinen somit erfolgreich gewesen zu sein, der Prozess der Wiederbesiedlung wurde dadurch maßgeblich beschleunigt.

Werden Wiederansiedlungsprojekte durchgeführt, sollte grundsätzlich darauf geachtet werden, dass das verwendete Pflanzenmaterial aus einem für die Art entsprechenden Herkunftsgebiet stammt (Kammerer 2003). Ansonsten besteht die Gefahr der Florenverfälschung. Liegt die Spenderpopulation jedoch nicht in unmittelbarer Nähe, kann die genetische Variabilität bzw. die innere Differenzierung nicht erhalten werden (Niklfeld, mündl. Mitt.).

Die für die Anpflanzungen verwendeten *M. germanica*-Pflanzen stammen zum Großteil aus der Schottergrube bei Lavamünd. Da im Fundortkatalog von Pracher (1994) etliche Nachweise von *M. germanica* für Kärnten angegeben werden, ist es wahrscheinlich, dass es sich bei der Population dieser Schottergrube um eine autochthone Restpopulation handelt. Als gesichert gilt dies allerdings nicht (Niklfeld, mündl. Mitt.).

Möglicherweise wäre es sinnvoller gewesen, auf Pflanzenmaterial von einer näher gelegenen Spenderpopulation der Isel zurückzugreifen. Momentan laufende Forschungen am Lech und Tagliamento sollen genaueren Aufschluss über den Genfluss zwischen den Populationen liefern (Werth und Scheidegger 2011).

10.2 *Myricaria germanica* am Standort Kleblach

10.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge

Am Standort Kleblach fruchteten die Tamarisken bereits im Juni, die Kies- und Schotterbänke waren zu diesem Zeitpunkt zum Teil komplett überschwemmt (vgl. Kapitel 8.3 Wasserstände am Standort Kleblach, S.92). In diesem Zeitraum standen nur wenigen Keimlingen geeignete „Safe Sites“ für die sofortige Etablierung zur Verfügung. Die hohen Wasserstände gingen erst Anfang Juli zurück. Die bei der Aufnahme am 17.07.2010 vorgefundenen Keimlinge wiesen zum großen Teil erst die Kotyledonen auf.

Im Juli und August 2010 produzierten die Pflanzen sehr viele Samen, wodurch die relativ hohen Abundanzen der Keimlinge am 17.07.2010 und am 18.08.2010 erklärt werden können.

Allerdings war am 18.08.2010 gegenüber dem 17.07.2010 die Häufigkeit der Keimlinge etwas verringert. Dies widerspricht zunächst den Erwartungen, dass sich durch den andauernden Samenflug bis Mitte August entsprechend mehr Keimlinge hätten ansiedeln und etablieren können.

Im Juli war der Diasporendruck der *Myricaria*-Population fast doppelt so hoch wie im August (Tabelle 14). Dies bedeutet, dass die Häufigkeit der Keimlinge den jeweiligen Diasporendruck widerspiegelt. Hieraus lässt sich schließen, dass die Überlebensrate der Keimlinge gering ist.

Ein Grund dafür dürften schwankende Habitatbedingungen sein: Auch wenn das Substrat in wenigen Zentimetern Tiefe feucht bleibt, trocknet die Oberfläche sehr rasch aus, und die zarten Keimlinge haben mit ihren äußerst kurzen Primärwurzeln (nur wenige mm bis cm) kaum Chancen, unter solchen Bedingungen zu überleben. Ursache für die leichte Abnahme der Keimlingshäufigkeit könnte auch sein, dass die untere Schotterbank überflutet wurde.

Im Bereich der oberen Schotterbank stehen die vitalsten Tamarisken mit dem höchsten Fruchtansatz der Größenklasse 5. In dem dortigen Weiden-Tamarisken-Gebüsch kamen die meisten Keimlinge vor. Bereits in geringer Distanz zu den Mutterpflanzen wurden verhältnismäßig wenig Keimlinge gefunden, obwohl der Diasporenniederschlag mit zunehmender Entfernung nicht in diesem Maße (vgl. Kapitel 9.3.4 Diasporeneintrag in den Samenfallen, S. 126) abnimmt.

Ein Grund könnte darin liegen, dass durch den Tamariskenbestand selbst günstige Keim- und Etablierungsbedingungen geschaffen werden. Die Mutterpflanzen bieten einen gewissen Schutz vor dynamischen Veränderungen und können unter gewissen Umständen als „Sedimentfalle“ wirken. Wenn das Sediment vermehrt aus feinpartikulärem Substrat (Sand, Schluff) besteht, kann sich das positiv auf die Keimerfolge auswirken. Eine Verallgemeinerung dieses sich „selbst verstärkenden Prozesses“ ist aber nicht ohne weiteres möglich. Dieser Prozess hängt vielmehr vom Abflussregime, dem Einzugsgebiet (Silikat vs. Kalk), dem Geschiebetransport etc. ab, was wiederum bestimmt, welche

Korngrößenfraktionen (Sand, Kies oder Schotter) transportiert und abgelagert werden (Kudrnovsky, mündl. Mitt.). Am Standort Kleblach wurde jedenfalls entsprechend feinputikuläres Substrat unter den Mutterpflanzen vorgefunden.

Die im Polygon Nr. 18 (Abbildung 34, S.75) vorgefundenen Keimlinge kamen entlang eines Schwemmsaumes, einer Linie parallel zum Fluss, vor. Feinmaterial, ein für die Keimung geeignetes Substrat, wurde an dieser Stelle zuvor angelandet. Keine dieser Keimlinge überlebte. Diese Stelle erwies sich, obwohl das Substrat für die Keimung geeignet war, für die Etablierung der Keimlinge als zu dynamisch, da der Bereich bei jeder kleinen Wasserstandschwankung wieder überflutet, wodurch der Schwemmsaum immer wieder abgetragen wurde.

Auffällig viele Keimlinge wurden am 18.08.2010 im Polygon Nr. 25, einer durch die Ausbaggerung entstandenen Schotterbank, vorgefunden (Abbildung 86). Hier war eine Deckschicht mit feinputikulärem Material abgelagert, sodass diese Stelle mit einer durch Hochwasser entstandenen Rohbodenfläche verglichen werden kann. Rohbodenflächen sind potentielle neue Habitate für *M. germanica*, die rasch wiederbesiedelt werden können (Wittmann und Rücker 2006). Diese Stelle liegt höher als Polygon Nr. 18, und das Weiden-Tamarisken-Gebüsch grenzt an, was einen hohen Diasporendruck bedingt. Die Keimlinge waren Ende August zum Teil bereits basal verzweigt, sehr junge Keimlinge, die noch Kotyledonen aufwiesen, kamen aber ebenfalls vor (Abbildung 86, roter Kreis). Hingegen wurden nur wenig Keimlinge anderer Arten vorgefunden.

Hier waren die Bedingungen für eine Etablierung der Keimlinge günstig: Das feinputikuläre Substrat ist für die Wasserversorgung optimal (Opitz 1993, Bill et al. 1997, Müller 2005, Kerber et al. 2007) und der Diasporendruck war hier zudem sehr hoch, was erklärt, weshalb es gerade der Deutschen Tamariske als erste gelungen ist, diese Stelle zu besiedeln.



Abbildung 86: Verschieden große und alte Keimlinge; Aufnahme vom 21.08.2010.

Die Keimlinge am Standort Kleblach sind eher mosaikartig verteilt, ihre Verteilung hängt zumindest nicht von der Entfernung zum Flusswasser ab. Entscheidend ist, dass die Standorte über längere Zeit feucht bleiben (Bill et al. 1997). Auch Bill (2000) stellte im Zuge seiner Arbeit fest, dass es keine linearen Veränderungen entlang eines Gradienten bezüglich

der Parameter „Entfernung zum nächsten Wasserarm“ und „Höhe über dem nächsten Wasserarm“ gibt.

Nach eigener Beobachtung blieb das Substrat selbst in wenigen Zentimetern Tiefe feucht, auch wenn dieses oberflächlich stark austrocknete. Wesentliche Voraussetzung für die Etablierung der Keimlinge dürfte es deshalb sein, dass es die Keimlinge rechtzeitig schaffen, diese tieferen Bodenschichten zu erreichen.

An der oberen Drau ist nach dem Sommermaximum des Abflusses vermutlich der günstigste Zeitraum für die Etablierung der Keimlinge, vorausgesetzt es kommt zu keinen erneuten Hochwässern. Die hohen Wasserstände gehen zurück, übrig bleiben die durchfeuchteten Schotterbänke, auf denen zusätzlich Feinsediment abgelagert wurde. Bis zum Winter haben die Keimlinge somit immer noch relativ viel Zeit, um eine kräftige Wurzel zu bilden. Bekannt ist, dass Keimlinge, die im Sommer erst viel später keimen, den Winter genauso überstehen können. Wittmann und Rücker (2006) berichten von Tamarisken, die Ende November nur wenige mm groß waren, im darauffolgenden Jahr aber kräftig weiterwuchsen. Durch die fortwährende hohe Samenproduktion über den gesamten Sommer hinweg ist *M. germanica* gut angepasst, um die zeitlich und räumlich selten auftretenden geeigneten Bedingungen für eine Etablierung der Keimlinge auszunutzen (Bill 2000).

Beachtet werden muss bei dieser Argumentation allerdings, dass diese oben angeführten Etablierungschancen für Keimlinge nicht ohne weiteres auf andere Flusssysteme umgelegt werden können. Insgesamt beeinflusst eine Vielzahl von Faktoren und deren Zusammenspiel die Überlebenschancen der Keimlinge.

10.2.2 Räumliche Verteilung der Einjährigen

Im Vergleich zur Keimlingshäufigkeit wurden am Standort Kleblach sehr wenig Einjährige gefunden. Nie wurde die Kategorie D („sehr viele“) vergeben. Auffällig ist, dass die meisten Einjährigen in Polygonen gefunden wurden, die stärker vom Hochwasser betroffen waren (Polygon Nr. 10: Schotterbank vegetationslos und Polygon Nr. 3: Flussuferrohricht) und nicht im Weiden-Tamarisken-Gebüsch, wie es zum Teil bei den Keimlingen der Fall war (vgl. Kapitel 8.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge, S.75). Der Grund dafür liegt vermutlich darin, dass sich beschattete Keimlinge durch den Lichtmangel im Weiden-Tamarisken-Gebüsch nicht etablieren können (Bill et al. 1997, Kerber et al. 2007).

Bei den Aufnahmen im Sommer 2010 wurden in einzelnen Polygonen unterschiedliche Häufigkeitsklassen der Einjährigen festgestellt, was darauf zurückzuführen ist, dass diese Bereiche erodiert bzw. zusedimentiert wurden, großflächig wurde auch Treibholz abgelagert (Polygon Nr. 5, 8, 11). Hinzu kommt die Ungenauigkeit der Methode selbst, die Häufigkeiten wurden nur geschätzt.

10.2.3 Verteilung der Größenklassen und Deckung

Seit den ersten Bepflanzungsaktionen im Jahr 2000 hat sich die Deutsche Tamariske am Standort Kleblach gut etablieren können. Das Erhebungsjahr 2010 zeigt auch eine deutliche Ausbreitung der Weiden-Tamarisken-Gebüsche seit dem Jahr 2003 (Egger et al. 2011).

Die Besiedlung ging dabei von der hier angepflanzten Initialpflanze aus. 2010 kamen auf den Schotterbänken etwa 600 Tamarisken aller Größenklassen bzw. Altersstufen vor. Die ältesten und größten Tamarisken kommen in relativ kurzer Distanz zur Initialpflanze im Weiden-Tamarisken-Gebüsch auf der oberen Schotterbank vor, hier liegt die Deckung der Tamarisken bei 40 %.

Den ältesten auf der unteren Schotterbank vorkommenden Tamarisken wurde die Größenklasse 4 zugeordnet, ansonsten dominieren Pionierstandorte mit Jungpflanzen der Größenklasse 3. Da die Tamarisken auf der unteren Schotterbank kleiner sind, beträgt die Deckung in diesem Weiden-Tamarisken-Gebüsch nur 25 %.

Die unterschiedliche Gesamtsumme aller Tamarisken bei jeder Zählung ergibt sich aus der Tatsache, dass zum Teil ganze Randbereiche der Schotterbänke samt den Tamarisken durch das Hochwasser weggeschwemmt oder großflächig von Schwemm- und Totholz bzw. Sand und Schluff überlagert wurden. Bedingt durch die hohe Regenerationskraft der Pflanzen (Bill et al. 1997), trieben mit Sediment überdeckte und abgelegte Sprosse rasch aus, bildeten neue Langtriebe nach und fruchteten teilweise wieder. Bekannt ist, dass die Tamarisken auch die Fähigkeit zur Absenkerbildung besitzen (Opitz 1993).

In Abbildung 87 ist der Referenzstrauch Nr. 1 zu sehen, links vor dem Einfluss durch Hochwasser am 17.05.2010 und rechts nach einer Überflutung am 27.07.2010. Über den Sommer hinweg hat diese Pflanze etliche neue Langtriebe nachgebildet.



Abbildung 87: Referenzstrauch Nr. 1: Tamariske der Größenklasse 3 und Blühklasse 2 am 17.05.2010 und am 27.07.2010

10.2.4 Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach

Die Ausbreitung ist ein Prozess, der die räumliche Verteilung der Pflanzen und ihrer Diasporen bedingt, also zur Verbreitung der Art führt (Tackenberg 2001). Besonders in Lebensräumen mit unvorhersehbaren Umweltbedingungen ist für eine Besiedlung geeigneter Standorte auch die Höhe der Diasporenproduktion entscheidend (Harper et al. 1970, Urbanska und Schütz 1986, Bill 2000).

Wird davon ausgegangen, dass sich aus jedem Fruchtknoten eine reife Kapselfrucht entwickelt, welche Samen abgibt, werden von den ca. 600 Tamarisken am Standort Kleblach, abhängig von deren Fruchtzustand, insgesamt etwa 474000000 bis 865400000 Diasporen abgegeben (maximaler Diasporendruck).

Die Hochrechnung des maximalen Diasporendrucks kann insgesamt nur als Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse betrachtet werden. Nicht beachtet werden konnte der Umstand, dass die Anzahl der Blüten- und Fruchtstände über den Sommer hinweg variiert, ebenso veränderte sich die Anzahl der Fruchtknoten und reifen Kapsel Früchte pro Fruchtstand (vgl. Methodenkapitel 6.3.2 Diasporenproduktion, S.58).

Der Gesamtdiasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach ist dessen ungeachtet äußerst hoch, speziell in den Weiden-Tamarisken-Gebüschchen, wo Tamarisken der Größenklasse 5 vorkommen und eine hohe Deckung aufweisen.

Diese größten Pflanzen sind hauptsächlich für die Diasporenproduktion am Standort Kleblach verantwortlich und somit für die Ausbreitung der Population von entscheidender Bedeutung. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Praktikumsarbeit von Lanz und Stecher (2009).

Die Ergebnisse bestätigen, dass die Fähigkeit zur Ausbreitung für *M. germanica* kein limitierender Faktor ist (Bill 2000, Lanz und Stecher 2009), das heißt nicht dafür maßgeblich ist, dass die Pflanze heute nur mehr auf wenigen Standorten vorkommt. Dies gilt umso mehr als die Samen für die Ausbreitung via Wind prädestiniert sind (Hegi 1975, Bill et al. 1997, Bill 2000, Latzin und Schratt-Ehrendorfer 2005, Lanz und Stecher 2009).

10.3 Wasserstände am Standort Kleblach

Die Tatsache, dass die verglichenen Wasserstände am Standort Kleblach unterschiedlich hoch sind, ist vor allem für Keimlinge relevant, welche für ihr Überleben so schnell wie möglich Grundwasseranschluss finden bzw. auf Substrat mit entsprechendem kapillarem Wasseranstieg keimen müssen (Opitz 1993, Bill et al. 1997, Meier 2008).

Meier (2008) nimmt in seiner Arbeit an, dass der Grundwasserspiegel nicht horizontal bzw. der Kapillarsaum nicht parallel dazu verläuft. Die Bänke alluvialer Flüsse bestehen aus einer Mischung von hauptsächlich grobschottrigem Material und Kies. In den Zwischenräumen werden die feinsedimentreichen Fraktionen, vor allem Sand und Schluff, abgelagert, was eine

bimodale Sedimentstruktur bewirkt. Die Zusammensetzung des Substrats ist nicht homogen. Abhängig vom Grundwasserkörper und dem Substrat ist auch der kapillare Anstieg des Wassers unterschiedlich hoch (Meier 2008).

Es kann angenommen werden, dass diese These auch kleinräumig die unterschiedlichen Wasserstände am Standort Kleblach erklärt.

11. Lebenszyklus von *Myricaria germanica*

11.1 Keimung

11.1.1 Keimversuche im Wasser

Frische *M. germanica*-Samen keimen im Wasser bereits nach wenigen Stunden mit überwiegend hohen Keimraten von >90 %, was vermutlich eine wichtige Anpassung in einem so dynamischen Lebensraum darstellt (Bill et al. 1997). Ähnliche Ergebnisse lieferten bereits Opitz (1993) und Bill et al. (1997).

Der starke Abfall der Keimraten der Versuchsansätze 10, 11, 12 und 13, vom 10.07.2010 und 13.07.2010 im Glashaus wurde durch eine Hitzewelle hervorgerufen. Die Temperaturen stiegen während dieser Zeit auf über 30°C an, was zum Absterben der Keimlinge führte. Bei einigen brach zwar noch die Radicula hervor, diese wies aber eine gelbe und nicht grüne Färbung auf.

Samen, die unterschiedlich lang im Kühlschrank aufbewahrt wurden, unterschieden sich bezüglich den Keimraten und Keimgeschwindigkeiten kaum. Die Keimraten für „gekeimt“ bzw. „voll entwickelt“ blieben über den Versuchszeitraum konstant. Gut konservierte Samen, die nicht austrockneten, waren auch nach 41 Tagen genauso keimfähig wie frische Samen, Keimraten von >90 % wurden verzeichnet (Tabelle 17, S.97).

Die Keimraten sowie die Keimgeschwindigkeiten von Samen, die trocken bei Zimmertemperatur gelagert wurden, nahmen hingegen mit zunehmender Lagerungsdauer deutlich ab; während des Untersuchungszeitraums fielen diese auf ca. 70 %. Sehr auffällig ist zudem ihre verlangsamte Entwicklung; nach einer Lagerungsdauer von 41 Tagen betragen die Keimraten voll entwickelter Keimlinge nur zwischen 24 % und 36 % (Tabelle 17, S.97). Die Keimung fand zwar statt, die darauf folgende Entwicklung der Keimlinge und das Wachstum der Primärwurzel war aber stark verlangsamt, was bedeutet, dass diese Samen nicht so vital waren.

Die Keimfähigkeitsdauer der Samen hängt somit stark von der Art der Lagerung ab: Die Samen von *M. germanica* sind im ungekühlten, trockenen Zustand nur kurz keimfähig. Durch eine entsprechende Lagerung im Kühlschrank kann die Keimfähigkeit aber stark ausgedehnt werden. Dieses Phänomen wurde bereits von Krautzer (beschrieben in Wittmann und Rucker 2006) dargestellt.

Die Wassertemperaturen der oberen Drau sind auch im Sommer deutlich unter den Lufttemperaturen und entsprechen annähernd den Lagerungstemperaturen im Kühlschrank im Rahmen der Keimversuche. Die guten Keimraten der gekühlt gelagerten Samen deuten darauf hin, dass Samen, die im Flusswasser transportiert werden, über einen längeren Zeitraum vital bleiben.

Von Bill et al. (1997) ist allerdings bekannt, dass die Samen von *M. germanica* nur etwa sechs Stunden schwimmfähig sind, und dass die Keimrate nach einem Wassertransport (die Samen wurden 48 Stunden im Wasser gelagert und erst danach Keimversuchen unterzogen) gegenüber dem Lufttransport (trocken gelagerte Samen) deutlich herabgesetzt ist (Bill et al. 1997). Trotz der eher kurzen Schwimmfähigkeit und verminderten Keimrate im Wasser, gehen Bill et al. (1997) von einer Ausbreitung via Wasser aus. Es wird angenommen, dass eine Fernausbreitung von über 200 km im Wasser, bei einer Fließgeschwindigkeit von ca. 30 km/h in 6 Stunden möglich ist (Bill et al. 1997).

Lanz und Stecher (2009) hingegen gehen davon aus, dass die Samen von *Myricaria* über 10 Tage an der Wasseroberfläche schwimmen können, sofern sie keinen Turbulenzen ausgesetzt werden. Vor allem dem Pappus wird dabei eine bedeutende Rolle für die Schwimmfähigkeit der Früchte zugesprochen.

Die Keimversuche zeigen jedenfalls, dass die Samen mit den oben beschriebenen Einschränkungen im Wasser sehr gut keimen, was bestätigt, dass diese in der Lage sind, neue geeignete Habitate via dem Transportmedium „Wasser“ zu erreichen (Bill et al. 1997, Lanz und Stecher 2009). Weitere Versuche wären allerdings nötig, um genau abklären zu können, ob die im Wasser transportierten Keimlinge sich in Folge tatsächlich etablieren können. Vor allem ist fraglich inwieweit bereits verlängerte Primärwurzeln noch in der Lage sind in das Substrat zu intrudieren und den Jungpflanzen auch genügend biomechanische Stabilität zu gewähren.

11.2 Besiedlung, Entwicklung und Etablierung

11.2.1 Nähe der Keimlinge zur Mutterpflanze

Die Schotterbänke in Kleblach wurden zwischen dem 19.07.2010 und dem 21.07.2010 überflutet. Dadurch war der Boden von einer frisch bis feuchten, sandig bis schluffigen Deckschicht überzogen. Aufgrund dieses Ereignisses konnte angenommen werden, dass alle am 22.07.2010 gezählten Diasporen erst nach dem Rückgang des Wassers auf der Deckschicht abgelagert wurden. Die vorhandenen Keimlinge wiesen in der Regel eine sehr feine Primärwurzel und kleine Kotyledonen auf (vgl. Abbildung 16 (D-F), S.49).

Durch den mechanischen Stress waren die Langtriebe der Tamarisken A und B zum Teil umgeknickt und am Boden angedrückt. Lagen Langtriebe am Boden oder waren teilweise übersandet, war es in den Versuchsflächen nicht möglich, die Samen und Keimlinge zu zählen. In anderen Fällen befanden sich die Fruchtstände nur knapp über dem Boden in unmittelbarer Nähe der Versuchsflächen, hier kamen relativ viele Samen und Keimlinge bei der Mutterpflanze vor: Bei Tamariske A im Transekt 1 in einer Distanz von 0 m, 0,25 m und 0,5 m (Abbildung 67, S.106) und bei Tamariske B im Transekt 2 in einer Distanz von 1 m (Abbildung 68, S.107). Die Maxima der Samen und Keimlinge in den Versuchsflächen kamen sohin durch den Einfluss einzelner Fruchtstände von durch das Hochwasser in Bodennähe gedrückten Langtrieben zustande.

Der Einfluss des Wassers war bei Tamariske C, die auf der etwas mächtigeren oberen Schotterbank wächst, nicht so stark zu beobachten. Dies wirkte sich auf die Anzahl und Verteilung der Samen und Keimlinge aus. Die Langtriebe der Tamariske C lagen durch den mechanischen Druck nur vereinzelt am Boden, standen in der Regel frei. Zudem war die Samenproduktion bei Tamariske C aufgrund der Blühklasse 4 deutlich höher als bei den anderen zwei Tamarisken, weswegen die Anzahl der in den Versuchsflächen erfassten Samen und Keimlinge deutlich von den Resultaten bei Tamariske A und Tamariske B abweicht. Die Summenkurve dieser Pflanze ist deshalb auch am höchsten.

Samen und Keimlinge kamen vermehrt in durch Steine bedingten Mulden vor (Tamariske A, im Transekt 2, in einer Distanz von 3 m, und bei Tamariske C, im Transekt 3 und in einer Distanz von 4,5 m), bevorzugt in dem noch feuchten und schluffigen Substrat. In Versuchsflächen, die eine bereits deutlich trockenere Oberfläche aufwiesen, wurden weniger Samen und Keimlinge gezählt (Tamariske C, im Transekt 3, in einer Distanz von 1,5 m und 2 m). Anzunehmen ist, dass die Samen von dort wieder vom Wind verblasen wurden.

Des Weiteren wurde die Anzahl der Samen und Keimlinge auch durch die in unmittelbarer Nähe vorkommenden Tamarisken beeinflusst (z.B. bei Tamariske A: Transekt 3, in einer Distanz von 1 m bis 2,5 m).

Die Anzahl der Samen und Keimlinge im Gelände in Abhängigkeit der Mutterpflanzen ist beachtlich. Die meisten Keimlinge kamen in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanze vor, aber nur ein sehr geringer Anteil überlebte (vgl. Bill 2000). Nur die wenigsten konnten Fuß fassen

und sich etablieren. Dies zeigt vor allem ein Vergleich mit der Häufigkeit der Keimlinge und Einjährigen am Standort Kleblach, da nur sehr wenig Einjährige aus dem Vorjahr am Standort Kleblach vorzufinden waren (vgl. Kapitel 8.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge, S.75; Kapitel 8.2.2 Räumliche Verteilung der Einjährigen, S.77).

Ein schwacher Zusammenhang ist zwischen der Abnahme der Samen und Keimlinge in Abhängigkeit der Distanz zur Mutterpflanze gegeben, was auf die oben angeführten Phänomene zurückgeführt werden kann.

11.2.2 Wurzelwachstum

Wurzelwachstum der Keimlinge unter kontrollierten Bedingungen

Kein Unterschied konnte bezüglich des Substrats festgestellt werden. Dies resultiert daraus, dass den Keimlingen genügend Wasser zur Verfügung gestellt wurde. Unter natürlichen Bedingungen spielt für das Überleben der Keimlinge vor allem der unterschiedliche kapillare Anstieg, abhängig vom Substrat, eine entscheidende Rolle (Opitz 1993). Versuche von Opitz (1993) zeigten für die Entwicklungsgeschwindigkeit ebenfalls nur eine tendenzielle Abhängigkeit von den Faktoren „Körnung“ und „Feuchtigkeit“.

Warum alle Tamarisken, die in den Petrischalen im Glashaus im Wasser vorgekeimt waren, abgestorben sind, ist unklar. Möglicherweise lagen die Keimlinge bereits zu lange im zu warmen Wasser und litten unter Sauerstoffmangel.

Die Keimlinge investierten zu Beginn vor allem in das Längenwachstum der Primärwurzel und nicht in den oberirdischen Sprosssteil. Die verzeichnete Längenzunahme von 0,11 cm pro Tag ist dennoch zu wenig, um sofort nach der Keimung mit der Primärwurzel die tiefer liegenden feuchten Substratschichten erreichen zu können.



Abbildung 88: 43 Tage alter Keimling von *Myricaria germanica*; auf Schotter; Botanischer Garten Klagenfurt; Aufnahme vom 25.08.2010.

Dass Keimlinge ein außerordentlich langsames Wachstum aufweisen, beobachteten auch Wittmann und Rucker (2006) im Rahmen ihrer Untersuchungen, Keimlinge des Sommers waren Ende November zum Teil erst wenige mm groß. Die Pflanzen erreichten dennoch im darauf folgenden Jahr eine Größe von über 1 m und konnten dann unter günstigen Voraussetzungen bereits blühen und fruchten (Wittmann und Rucker 2006).

Wurzelwachstum im Gelände

Das Ausgraben der Einjährigen im Gelände erwies sich als schwierig, es war kaum möglich, die Wurzeln komplett freizulegen. Die längste Wurzel war 39,2 cm lang, eine Länge, die der Pflanze Grundwasseranschluss ermöglicht. Haben die Pflanzen eine solch lange Wurzel ausgebildet, können sie auch auf oberflächlich stark austrocknenden Schotterbänken überleben (vgl. Bill et al. 1997).

11.3 Adulte reproduktive Pflanzen

11.3.1 Phänologie der Referenztriebe

Die Blütezeit von *M. germanica* liegt im Sommer und hängt von der Meereshöhe des Standortes ab (Bachmann 1997, Kudrnovsky 2005). An der oberen Drau und in der Schottergrube Kellerberg fruchteten die Tamarisken bereits Anfang Juni. Im August war ein Rückgang des Samenfluges zu verzeichnen. Auffällig war, dass in der Schottergrube Kellerberg am 17.08.2010 bereits alle Tamarisken komplett verblüht und abgefruchtet waren (Abbildung 89, Abbildung 90 (C)). Die Pflanzen produzierten danach keine neuen Blütenstände mehr. Möglicherweise bedingten die vergleichsweise höheren Temperaturen in der Schottergrube Kellerberg den Stopp der Blüte- und Fruchtzeit.

Deutlich anders war dies am Standort Kleblach. Etliche Tamarisken, die Blütenstände mit ausschließlich Knospen und Blüten besaßen, waren im August noch vorhanden. Vor allem Tamarisken der Größenklasse 3 und 4 bildeten immer wieder neue Blüten- und Fruchtstände aus. Hochwasser induzierte bei diesen Tamarisken vermutlich die Regeneration neuer Langtriebe, die in der Folge auch wieder neue Blüten- und Fruchtstände bildeten.

Dass die Blütezeit stark vom Standort abhängt, zeigt auch ein Vergleich mit den Tamarisken am Lech. Diese wiesen am 12.08.2010 zum Teil ebenfalls noch Blütenstände mit nur Knospen, Blüten und jungen Früchten auf.



Abbildung 89: Standort Kleblach; Fruchtstände von *Myricaria germanica* mit noch geschlossenen und offenen Kapsel Früchten, sowie bereits abgefruchteten Fruchtknoten; Aufnahme vom 21.08.2010.

11.3.2 Diasporenproduktion

Anzahl der Samen pro Kapsel Frucht

In fünf von 58 Kapsel Früchten wurden Insektenlarven gefunden, welche die Samenproduktion verminderten. Je größer die Larve war, desto weniger Samen wurden gezählt. Das Minimum von 65 Samen in einer Kapsel war ebenfalls ein Resultat des Insektenfraßes. Dadurch ergab sich ein Mittel von 126 Samen pro Kapsel Frucht.

Ein ähnliches Phänomen beschrieb Opitz (1993) in seiner Arbeit: „Die Kapseln wiesen im allgemeinen eine punktförmige Verletzung der Fruchtwand auf, die von einem inzwischen vernarbten Fraßgang stammte; Manchmal waren in den Kapseln Maden zu finden; Die Samen waren verkümmert und miteinander verklebt“.

Opitz (1993) nahm an, dass es sich um die Larve der Fliege *Lasiomma concomitans* (Synonym: *Egle concomitans* (Pandelle 1900)) aus der Familie der Anthomyiidae handelt. Seine Untersuchungen zum Befall der Kapseln durch diese Larven zeigten eine verringerte Anzahl der produzierten Samenmenge um ein Viertel. Seine Untersuchungen ergaben ein Mittel von etwa 105 Samen pro Kapsel.

Es könnte sich an der oberen Drau durchaus um denselben Insektenbefall handeln, genauere Informationen liegen aber nicht vor.

Anzahl der Fruchtknoten pro Blüten- und Fruchtstand

Die Dauer der Blüh- und Fruchtzeit hängt stark vom Standort ab (vgl. Kapitel 11.3.1 Phänologie der Referenztriebe, S.149). Die ersten Blütenstände erblühten an der oberen Drau Ende April/Anfang Mai. Ende Mai trug ein Blütenstand im Mittel 37 Fruchtknoten und war etwa 5 cm lang (Abbildung 90 (A)). Während die Kapsel Früchte reiften, wurden stets neue Fruchtknoten nachgebildet (Abbildung 90 (B und D)). Die Fruchtstände trugen Ende Juli fast doppelt so viele Fruchtknoten bzw. waren etwa doppelt so lang wie Ende Mai und wuchsen auch postfloral weiter, bis sie schließlich vertrockneten und abstarben (Abbildung 90 (C)).

Laut Opitz (1993) tragen Langtriebe umso mehr Kapseln, je geringer ihre Verzweigungsordnung ist, bzw. produzieren Hauptfruchtstände deutlich mehr Kapseln als Nebenfruchtstände (Opitz 1993). Es ist deshalb schwierig abzuschätzen, wie viel Kapsel Früchte tatsächlich von einem Fruchtstand über den Sommer hinweg gebildet werden. Eine Auswertung liegt für das Untersuchungsgebiet an der Sense bei Rufenen für eine kleinere *Myricaria*-Population vor, die Daten wurden über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet (Lanz und Stecher 2009). Abhängig von der Größe der Pflanze und dem Beobachtungstermin wurden zwischen 22 und 58 Samenkapseln pro Blüten- bzw. Fruchtstand verzeichnet.

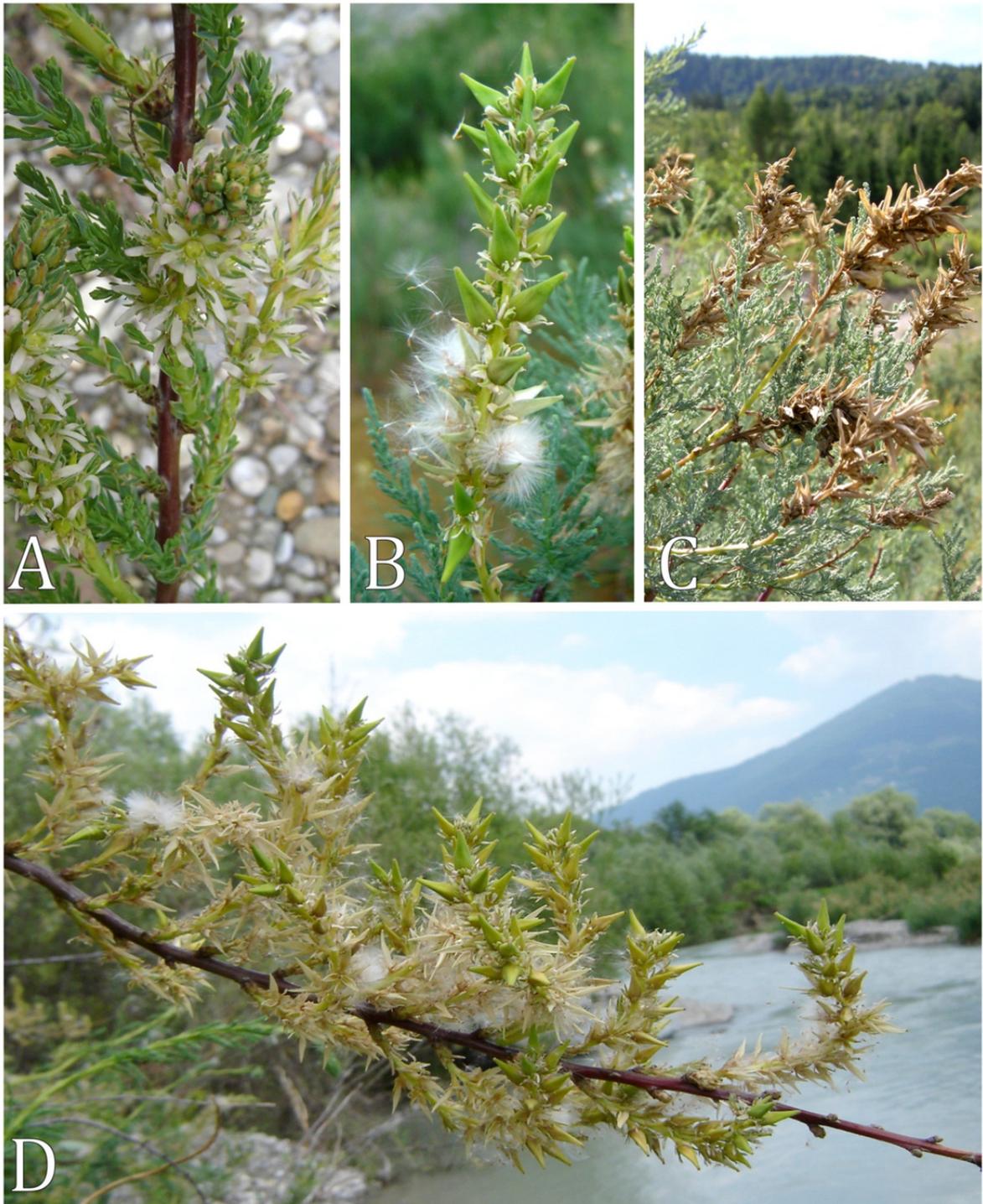


Abbildung 90: Blüten- und Fruchtstände von *Myricaria germanica*: **(A)** Blütenstand mit Knospen und Blüten; Standort Kleblach; Aufnahme vom 16.05.2010 **(B)** Fruchtstand: geschlossene und offene Kapsel Früchte; Standort Kellerberg; Aufnahme vom 03.06.2010 **(C)** abgefruchteter, vertrockneter Fruchtstand; Standort Kellerberg; Aufnahme vom 17.08.2010 **(D)** Fruchtstände mit abgefruchteten, offenen und noch geschlossenen, grünen Kapsel Früchten; Standort Kleblach; Aufnahme vom 08.06.2010.

Anzahl der Blüten- und Fruchtstände pro Individuum

Der Blüh- und Fruchtansatz von *M. germanica* hängt stark von ihrer Größe ab. Vitale, kräftige Exemplare der Größenklasse 5 wiesen ca. 600 bis 3000 Blüten- bzw. Fruchtstände auf (Abbildung 13 (E), S.44) Kleine Tamarisken der Größenklasse 3 hatten weniger als 20 Blüten- bzw. Fruchtstände (Abbildung 13 (C), S.44).

Zu beachten ist, dass die Blühzeit nicht überall gleich lange dauert, sie wird deutlich vom Standort mitbestimmt. Hinzu kommt, dass die Anzahl der Blüten- und Fruchtstände über den Sommer hinweg stark variiert bzw. das zeitliche Maximum, zu welchem Zeitpunkt die Pflanzen die meisten Blüten- und Fruchtstände tragen, ebenfalls von der Größe der Pflanzen abhängt (Lanz und Stecher 2009).

Diasporen pro Individuum

Die Diasporenproduktion von *M. germanica* kann mit einem angemessenen Arbeitsaufwand immer nur abgeschätzt werden (Bill 2000). Gerade bei *M. germanica* ist es schwierig, die Anzahl der Samen (Diasporen) zu ermitteln, da die Art den gesamten Sommer neue Blüten- und Fruchtstände sowie neue Fruchtknoten auf diesen bildet (vgl. Diskussionsteil 10.2.4 Diasporendruck der *Myricaria*-Population am Standort Kleblach, S.142).

Die ermittelte „maximale“ Diasporenproduktion (Tabelle 27) und die „aktuelle“ Diasporenproduktion als Momentaufnahme (Tabelle 28) können deshalb nur als Anhaltspunkt dienen (vgl. Bill 2000).

M. germanica produziert immens viele Samen, eine Tamariske mit nur zwei Blütenständen produziert über den Sommer hinweg etwa 9000 Samen, Tamarisken der Größenklasse 5 und Fruchtklasse 4 vermögen von 1500000 bis 12700000 Diasporen zu entwickeln („maximale“ Diasporenproduktion), die Diasporenproduktion steigt mit der Größe der Tamarisken exponentiell an (Abbildung 77, S.119). Ähnlich hohe Ergebnisse lieferten auch Lanz und Stecher (2009): Eine Diasporenproduktion von ca. 7300000 Diasporen wurde für eine große Pflanze festgestellt. Bill (2000) berichtet von 12000 bis 150000 (Maximalwert von 200000) Diasporen pro Individuum, abhängig von Größe und Alter der *Myricaria*-Individuen.

Die Ergebnisse der „aktuellen“ Diasporenproduktion als Momentaufnahme für den 27.07.2010, wenn nur die zu einem bestimmten Zeitpunkt offenen Kapsel Früchte berücksichtigt werden, von über 4000 bis 5800000 Samen pro Pflanze, sind ebenfalls beachtlich. Zu berücksichtigen ist hier allerdings die sehr kleine Stichprobengröße von N=17 für den 27.07.2010.

11.3.3 Sprossaufbau von *Myricaria germanica*

Die Anzahl der Langtriebe nimmt mit der Größenklasse der Pflanzen zu. Tamarisken der Größenklasse 5 sind über 150 cm hoch, Tamarisken der Größenklasse 3 etwa 50 cm und Pflanzen der Größenklasse 4 befinden sich zwischen diesen Werten.

Je größer die Tamarisken sind, desto mehr und längere Langtriebe haben sie, desto häufiger weisen die Langtriebe einen Blüh- bzw. Fruchtansatz auf, und desto länger ist auch der fertile Abschnitt (= jener Teil der Langtriebe mit einem Blüh- bzw. Fruchtansatz). Dies bedingt den exponentiellen Anstieg der Diasporenproduktion mit zunehmender Größe der Pflanzen.

Am meisten Langtriebe, insgesamt 80, wies allerdings der Referenzstrauch Nr. 1 der Größenklasse 3 auf. Dieses Exemplar wurde durch das Hochwasser übersandet (Abbildung 87, S.141), was dazu führte, dass alle verholzten Langtriebe umgelegt und von Flusssediment überdeckt wurden. Die Pflanze entwickelte darauf hin neue, rasch nachwachsende Langtriebe, was die Fähigkeit zur vegetativen Regeneration dieser Art verdeutlicht (vgl. Opitz 1993).

11.3.4 Diasporeneintrag in den Samenfallen

Zur Erfassung des Diasporenregens existiert eine Vielzahl an Methoden. Trichterfallen eignen sich nicht für leichte, gut flugfähige Diasporen, da das Ausblasen der Samen aufgrund der Fallenkonstruktion begünstigt wird. Das hier untersuchte Gebiet eignet sich für die Verwendung von Nassfallen nach Ryvarden (1971), welche bereits von Müller und Scharm (2001) am Lech erfolgreich eingesetzt wurden.

Vitale Pflanzen der Größenklasse 5, wie sie in der Schottergrube Kellerberg vorkommen, produzieren äußerst viele Diasporen, der Diasporenniederschlag in den Samenfallen ist dementsprechend hoch.

Die allermeisten Diasporen wurden direkt neben den Pflanzen, das heißt innerhalb der Population, gefunden (vgl. auch Bill 2000). Mehr als 3300 bis 3500 Samen pro m² wurden in unmittelbarer Nähe der Tamarisken verzeichnet, und selbst in 90 m Entfernung von den vordersten Fallen ist der Diasporenregen mit etwa 400 bis 600 Samen pro m² hoch. Auch in größeren Distanzen bis 100 m konnten noch immer beachtlich viele Diasporen beobachtet werden, auch von Bill et al. (1997) wurden Flugdistanzen von über 100 m verzeichnet. Die Ausbreitung nahm nicht linear ab. Diese Untersuchungsergebnisse sind sicherlich durch den Umstand determiniert, dass der Weitertransport von in den Samenfallen gefangenen Diasporen unterbunden wird.

Auch Lanz und Stecher (2009) beschreiben eine exponentielle Abnahme der Diasporen, wobei die Ergebnisse mittels Trichterfallen erhoben wurden; dabei wurden Ausbreitungsdistanzen bis 50 m nachgewiesen.

Nach Lanz und Stecher (1956) spielt nicht nur die Windgeschwindigkeit eine Rolle, wie weit die Samen fliegen, vor allem die Faktoren Auftrieb, Wärme, die Vegetation selbst, die Höhe der Samenfreigabe, die Wetterbedingungen etc. bestimmen die Flugdistanzen der Samen (Tackenberg 2001, Lanz und Stecher 2009). Der zurzeit der Untersuchung leichte bis mäßig schwache Wind hat die Ausbreitung via Luft sicherlich beeinflusst. Mangels konkreter Messungen kann auf diese Einflussfaktoren im Rahmen dieser Arbeit aber nicht eingegangen werden.

In der Literatur existieren verschiedene Abgrenzungen der Fernausbreitung (Bill 2000, Tackenberg 2001). Für viele Autoren steht die Entfernung der Ausbreitung der Diasporen im Vordergrund (Heintze (1932-35), Luftensteiner (1982)) oder der Prozentsatz der am weitesten ausgebreiteten Diasporen (Turchin 1998 in Cain et al. 2000). Hansson et al. (1992) definieren die Fernausbreitung als eine Ausbreitung über die Grenzen der Population hinaus. Am sinnvollsten ist aber vermutlich die Definition der Fernausbreitung als eine Ausbreitung an einen noch nicht besiedelten Ort (Lanz und Stecher 2009). Es kann als gesichert gelten, dass die Ausbreitung der Diasporen via Luft ein wichtiges Verbreitungsmedium darstellt (Bill 2000, Lanz und Stecher 2009).

Allein durch die Tatsache der hohen Diasporenproduktion über einen entsprechend langen Zeitraum hinweg (vgl. Kapitel 9.3.2 Diasporenproduktion, S.115) wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass einzelne Diasporen über weite Strecken durch die Luft ausgebreitet werden. Eine Ausbreitung im Kilometerbereich ist durchaus denkbar (Bill 2000), und erklärt auch die Spontanansiedlung der Art flussabwärts der Kleblacher Brücke (W. Petutschnig, mündl. Mitt.) bzw., wie es der Art möglich ist, Sekundärstandorte, die weitab von möglichen Ursprungspopulationen liegen, zu erreichen.

Unabhängig davon kann angenommen werden, dass der hohe Diasporendruck *M. germanica* auch im unmittelbaren Umfeld zur schnellen Ausbreitung verhilft, sofern der Standort geeignet ist, wodurch auch erklärt werden kann, wie es dieser Art möglich war, in der Schottergrube Kellerberg einen derart ausgedehnten Bestand innerhalb nur weniger Jahre zu bilden. Im Gebiet fahren erst seit 2004/2005 keine schweren Fahrzeuge mehr; 2009 wurde der Abschlussbetriebsplan Schottergrube Kellerberg von 2007 durchgeführt (Mitarbeiter Fa. KOSTMANN GesmbH, mündl. Mitt.), was bedeutet, dass die Tamarisken erst seit den letzten sechs Jahren einen so ausgedehnten Bestand bilden konnten. Diese rasche Etablierung lässt sich nur durch den beachtlichen Diasporenniederschlag in Kombination mit geeigneten „Safe Sites“ für die Diasporen und Keimlinge im unmittelbaren Umfeld der Mutterpflanze erklären.

So hoch der Diasporendruck ist, so gering ist im Vergleich dazu die Anzahl an jungen Tamarisken im Norden der Schottergrube. Die Bedingungen in der Schottergrube sind weitgehend gleich, nur die Versorgung mit Wasser nimmt dort stark ab.

Die Daten und die Ergebnisse des Diasporendrucks am Standort Kleblach könnten als Grundlage für weitere Modellierung der Diasporenausbreitung dienen, um das Ausbreitungspotential der Art genauer zu untersuchen. Unter dem Ausbreitungspotential

wird hier in Anlehnung an Tackenberg (2001) das „Angepasstsein“ einer Pflanzenart an einen bestimmten Ausbreitungstyp verstanden, das heißt der Anteil der Diasporen, der durch einen betrachteten Ausbreitungstyp eine definierte Referenzdistanz erreicht, stellt hierfür das Maß dar. Das Ausbreitungspotential wird als ein artspezifisches Merkmal betrachtet.

11.4 Pflanzenalter und Absterbephase

11.4.1 Altersbestimmung

Die Größe der Tamarisken allein, lässt nicht auf das Alter von *M. germanica* schließen. Der Durchmesser der Primärwurzel knapp unterhalb des Wurzelkragens einer Tamariske, welche vom Standort Kellerberg stammt, hatte einen Durchmesser von knapp 5 cm, aber nur 3 Jahresringe waren vorhanden (Abbildung 91). Diese vitale, basal stark verzweigte Tamariske der Größenklasse 5 wuchs in einem Bereich der Schottergrube, der den ganzen Sommer über mit Wasser versorgt wurde. Im Gegensatz dazu wurde vom orografisch rechten Lechufer der Stuibenau, flussauf der Johannesbrücke, nahe der Abbruchkante des Steilufers, eine 6-jährige Tamariske mit einem Durchmesser von nur 4 mm aufgesammelt (Abbildung 92, Abbildung 93). Dieses Exemplar wurde der Größenklasse 2 bis maximal 3 zugeordnet. Das Alter dieses kleinen Exemplars wurde stark unterschätzt.

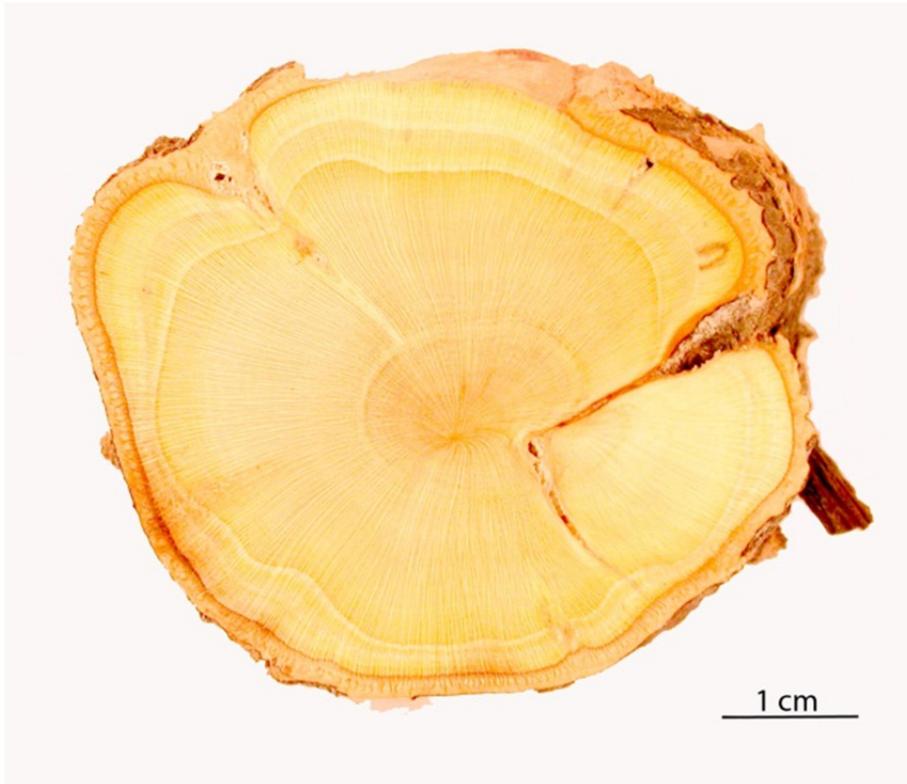


Abbildung 91: Querschnitt durch die Primärwurzel einer 4-jährigen *Myricaria germanica* mit einem Durchmesser von 48 mm von der Schottergrube Kellerberg; gesammelt am 17.08.2010



Abbildung 92: Querschnitt durch die Primärwurzel von 6-jährigen *Myricaria germanica* mit einem Durchmesser von etwa 4 mm vom Standort Lech; Stuibenu: flussauf der Johannesbrücke, orografisch rechtes Ufer, Abbruchkante des Steilufers; gesammelt am 12.08.2010).



Abbildung 93: Habitus von der 6-jährigen *Myricaria germanica*, vom Standort Lech; Stuibenau; flussauf der Johannisbrücke; gesammelt am 12.08.2010.

Das Wachstum der Tamariske wird vor allem von den vorherrschenden exogenen Umweltbedingungen bestimmt. Die Wachstumsbedingungen in der Schottergrube sind für *M. germanica* optimal, solange der Konkurrenzdruck fehlt und die Wasserversorgung nicht unterbrochen wird. Vermutlich tragen auch höhere Außentemperaturen zum raschen Wachstum bei.

Die Tamarisken in der Schottergrube Kellerberg bilden erst seit den Jahren 2004/2005 einen so ausgedehnten Tamariskenbestand mit entsprechendem Größenzuwachs der Individuen (vgl. Kapitel 11.3.4 Diasporeneintrag in den Samenfallen, S.153). Auf der Luftbildaufnahme von 2006 sind keine höherwüchsigen Tamarisken zu erkennen (Abbildung 94). Auch ein Vergleich von Aufnahmen der Schottergrube aus dem Jahr 2007 (Abbildung 95) bzw. 2010 (Abbildung 96, Abbildung 97 und Abbildung 98) zeigt die rasche Größenzunahme der Tamarisken. Waren die Pflanzen 2007 noch relativ klein, so wiesen sie 2010 bereits eine beachtliche Größe auf.



Abbildung 94: Schottergrube Kellerberg: Bildaufnahmedatum 10.10.2006 (Google Earth 2010).



Abbildung 95: Tamariskenbestand der Schottergrube Kellerberg 2007 (von der Firma eb&p Umweltbüro GmbH zur Verfügung gestellt).



Abbildung 96: Tamariskenbestand der Schottergrube Kellerberg 2010.



Abbildung 97: Tamariske der Schottergrube Kellerberg 2010.



Abbildung 98: Tamariske der Schottergrube Kellerberg 2010.

Unter natürlichen Bedingungen bestimmen die Dynamik des Flusses, die mechanischen Störungseinflüsse infolge von Geschiebetransport, der Morpho- und Hydrodynamik, die Dauer, Höhe und Frequenz der Überflutungen, sowie die Bodenart wesentlich die Wuchsbedingungen (Vitalität, Wuchsgeschwindigkeit, Alter von *M. germanica*). Sind die Standortfaktoren ungünstig, bleiben die Tamarisken klein.

Das Flussbett des Lech hat sich infolge der Regulierung eingetieft. Es gibt Standorte, die von der Morphodynamik des Flusses permanent abgeschnitten wurden, so auch der Bereich der Stuibenu (Bereich der „fossilen“ Lechau) (Egger et al. 2007a). Auf diesen höheren, über anstehendem Schotter, grundwasserferneren und daher besonders trockenen und nährstoffarmen Standorten, kommen, trotz des Verlustes der Morphodynamik noch immer Tamarisken-Weiden-Gebüsche vor.

Dort wurden am orografisch rechten Lechufer, flussaufwärts der Johannesbrücke, etwas landein, sechs Tamarisken aufgesammelt, die zwischen 15 und 22 Jahre alt waren. Das Alter dieser Exemplare wurde zunächst ebenfalls unterschätzt. Der Durchmesser einer etwa 22 Jahre alten Tamariske betrug nur knappe 13 mm (Abbildung 99).

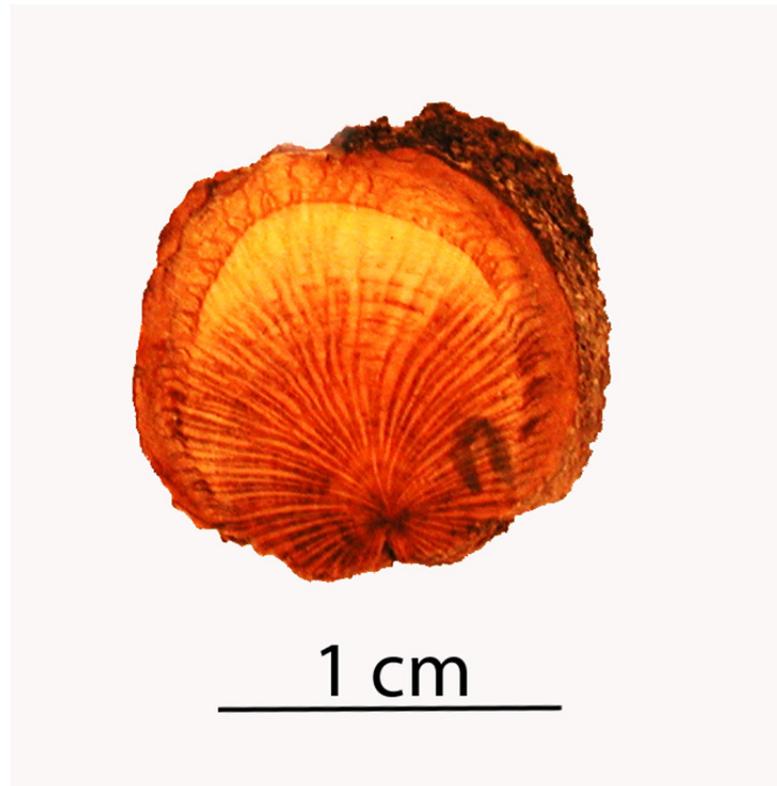


Abbildung 99: Querschnitt durch die Primärwurzel einer 22-jährigen Tamariske vom Lech, gesammelt am 12.08.2010.

Nach Angaben von Egger et al. (2007a) finden sich in der fossilen Au, auf flussnäheren, ca. 25 bis 30 Jahre alten Standorten allerdings auch jüngere Pflanzen (drei- bis fünfjährige Exemplare; Angaben für das Jahr 2007). Dies deutet auf eine Tamariskenverjüngung außerhalb des HQ 100 hin. Es ist daher nicht auszuschließen, dass sich *M. germanica* in sehr feuchten Jahren in kleinen Mulden, in denen sich z.B. Regen- oder Hangwasser sammelt, auch in der fossilen Au verjüngt. Möglicherweise wurde das Alter dieser eher kleinen Tamarisken aber unterschätzt. Der eher hohe Totholzanteil und „zerrissene“ Habitus dieser Tamarisken spricht eher für ein höheres Alter. Die Etablierungschancen an diesem Standort sind vermutlich noch reduzierter, als bis dato ohnehin angenommen. Ob diese in der fossilen Au hoch genug sind, sodass sich ein vitales Tamarisken-Weiden-Gebüsch auf Dauer halten kann, ist fragwürdig.

Die älteste Tamariske mit insgesamt 25 deutlichen Jahresringgrenzen stammt vom linken Lechufer, oberhalb der Hängebrücke bei Forchach aus der Radsperrbodenau. Auch dieser Bereich ist derzeit von Hochwasser unbeeinflusst.

Aus dem Bereich des ehemaligen Lechseitenarms wurde eine 12 Jahre alte Tamariske mitgenommen. Diese Tamariske ist jünger als der Standort selbst, hier zeigen die Tamarisken eine, wenn auch nur geringe Verjüngungstendenz, trotz fehlender Flussdynamik. Unter blühenden Exemplaren konnten auch Keimlinge nachgewiesen werden (Abbildung 100); diese etablieren sich vermutlich nur in den allerseltensten Fällen.



Abbildung 100: *Myricaria germanica*-Keimling vom Lech aus der Radsperrenbodenau, Aufnahme vom 13.08.2010.

Die jüngsten Tamarisken der untersuchten Standorte vom Lech sind ein bis drei Jahre alt und stammen aus der Weißenbacher Au, rechtsufrig flussab der Johannesbrücke, von einer Schotterbank, die im Rahmen der Renaturierungsmaßnahmen des EU-LIFE-Natur-Projekts „Wildflusslandschaft Tiroler Lech“ entstanden ist (Egger et al. 2007a).

Auch die Altersbestimmung für die Tamarisken vom Lech zeigt, dass ihre Größe sehr variabel, das Wachstum unter ungünstigen Bedingungen eingeschränkt, die Altersstruktur nicht ausgewogen, bzw. das Vorhandensein eher älterer Exemplare vermutlich ein Resultat der fehlenden natürlichen Dynamik ist. Um genauere Aussagen treffen zu können, wären umfangreichere Untersuchungen sowie weitere Altersbestimmungen nötig.

Insgesamt lassen die Ergebnisse keinen ganz engen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Durchmesser der Primärwurzel erkennen. Dennoch wurde das Alter der Tamarisken an der oberen Drau entsprechend den fünf Größenklassen geschätzt (vgl. Kapitel 5.2.1 Vorkommenshäufigkeit von Größenklassen, S.42), da von diesen Pflanzen gut bekannt ist, wann und wo diese ausgepflanzt wurden, bzw. wie sie sich über die Jahre hinweg ausgebreitet haben (Egger et al. 2011). Bis auf die im Rahmen des Wiederansiedlungsprojekts angepflanzten Exemplare sind die Tamarisken nicht älter als 10 Jahre.

V. RESÜMEE

Die Wiederansiedlungsversuche der Deutschen Tamariske am Standort Kleblach im Zuge des EU-LIFE-Projekts „Auenverbund Obere Drau“ waren erfolgreich, *M. germanica* hat sich in den letzten Jahren natürlich weiter ausgebreitet. Das Weiden-Tamarisken-Gebüsch besiedelt den Standort Kleblach derzeit großflächig (Egger et al. 2011). 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* zu verstehen (Bill 2000):

Keimtests bestätigen, dass die Deutsche Tamariske im Wasser mit äußerst hohen Keimraten bereits nach wenigen Stunden keimt, was sich mit den Ergebnissen der Keimtests 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 nach Bill (1997) schnell ihre Keimfähigkeit. Dies kann von Nachteil sein, da die Keimbedingungen oft nur während eines kurzen Zeitraums optimal sind. Auf einem Extremstandort, wie es die Kies- und Schotterbänke sind, wäre eine längere Keimfähigkeitsdauer günstiger, da auf diese Weise Trockenperioden überdauert werden könnten (Bill 2000).

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 konstant hoch bleibt, durchwegs wurden Keimraten von ≥ 90 % verzeichnet. Im Gegensatz dazu nimmt die Keimfähigkeit von bei Zimmertemperatur trocken gelagerter Samen mit zunehmender Lagerungsdauer ab. Darüber hinaus ist auffällig, dass sich vor allem deren Entwicklung verlangsamt, ihre Vitalität ist deutlich reduziert (vgl. Kapitel 11.1.1 Keimversuche im Wasser, S.144). Ein ähnliches Ergebnis lieferten Kultivierungsversuche von Krautzer (beschrieben in Wittmann und 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 aber 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 und Scharm 2001). Eine transiente Diasporenbank sollte aber in Betracht gezogen werden (Karrer, mündl. Mitt.).

Das Problem ist, dass eine geeignete „Safe Site“ für eine Diaspore nicht unbedingt eine „Safe Site“ für einen Keimling sein muss (Bill 2000). Optimale Bedingungen treten sowohl räumlich als auch zeitlich selten auf (Bill 2000), die Besiedlungsfrequenzen der Deutschen Tamariske sind daher sehr niedrig (Bill 2000).

Umso wichtiger ist es, dass die Samen die feuchten Keimbedingungen im Wasser nutzen und via dem Transportmedium Wasser neue geeignete Habitate erreichen können, wie dies bereits von Bill et al. (1997) bzw. Bill (2000) sowie Lanz und Stecher (2009) vermutet wurde.

Auch ein Vergleich der Häufigkeit von Keimlingen und Einjährigen am Standort Kleblach (vgl. Kapitel 10.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge, S.138, und 10.2.2 Räumliche Verteilung der Einjährigen, S.140) zeigt sehr deutlich, dass nur ein minimaler Anteil der Keimlinge tatsächlich anwächst. Nur die allerwenigsten *M. germanica*-Keimlinge überlebten das erste Jahr (vgl. Kapitel 10.2 *Myricaria germanica* am Standort Kleblach, S.138).

Auffällig war, dass am Standort Kleblach die meisten Keimlinge dort keimten, wo die vitalsten Tamarisken mit dem höchsten Fruchtansatz wuchsen (vgl. Kapitel 10.2.1 Räumliche Verteilung der Keimlinge, S.138). Dies kann durchaus mit dem extrem hohen Diasporendruck der Mutterpflanzen erklärt werden, welcher nach eigenen Ergebnissen exponentiell abnimmt, was sich mit den Ergebnissen von Lanz und 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 (Bill 2000). Die von Bill (2000) angeführten Merkmale deuten auf eine hohe Störungstoleranz der Art. Dass sich *M. germanica* bereits im zweiten Jahr reproduzieren kann (Wittmann und Rücker 2006) und sehr viele Diasporen bildet, deutet aber auch auf eine gewisse R-Kompetenz der Art hin (Karrer, mündl. Mitt.). Die geringe Überlebensfähigkeit und langsame Entwicklung der Sämlinge verhindert eine Besiedlung neuer Standorte in hoher Zahl.

Eine weitere entscheidende Rolle für das hohe Vorkommen von Keimlingen im Bestand könnte auch spielen, dass durch den Tamariskenbestand selbst günstige Keim- und Etablierungsbedingungen geschaffen werden (Kudrnovsky, mündl. Mitt.), indem dort feinpartikuläres Sediment abgelagert wird.

Nach Studien an Tamariskenbeständen in der Schweiz benötigt die Art zum Keimen schluffige Sedimente (Moor 1958), was aber nach Petutschnig (1994) und Bachmann (1997) nicht der Fall ist. Eigene Beobachtungen zeigen, dass die Samen bei genügend hoher Feuchtigkeit fast überall und sofort keimen, wobei die Wasserversorgung umso besser ist, je höher der Schluff-Anteil im Sediment ist.

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 (10 μm bis 0,2 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 immer aus Schotter mit einer dazwischen liegenden Matrix aus Sand und Schluff (vgl. Kapitel 10.3 Wasserstände am Standort Kleblach, S.142; Meier 2008). Sind die Sedimente zu grobkörnig, können Keimlinge diese nicht durchwachsen (Bill et al. 1997).

Aus diesem Grund sind offenbar auch an der Isel samt Zubringer die Keimbedingungen günstig, in Natura wurde hier ein massenhaftes Auftreten von Jungpflanzen festgestellt, was auf den Feinsedimentanteil durch den Gletscherschliff in den Schotter- und Kiesbänken zurückgeführt wird (Kudrnovsky 2005).

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 Standortes, 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 und Rucker 2006).

Der Sämling investiert in den ersten Monaten in das Wurzelwachstum, wie das Verhältnis der Wurzel- zur Sprosslänge zeigt (Opitz 1993). Die 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 cm Tiefe noch immer feucht bleibt. Die gemessene Wachstumsgeschwindigkeit der Primärwurzel von nur 0,11 cm pro Tag (vgl. Kapitel 11.2.2 Wurzelwachstum, S.147) ist dennoch sehr niedrig. Dass das Wurzelwachstum der Keimlinge sehr langsam verläuft, zeigten auch Beobachtungen von Wittmann und Rucker (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).

Im zweiten Jahr kann eine größere Wachstumsphase beobachtet werden (Wittmann und Rucker 2006), die dann auch zu einer basalen Verholzung der juvenilen Pflanzen (Kammerer

2003), unter günstigen Bedingungen bereits zum Blühen und Fruchten führt (Petutschnig 1994).

M. germanica besitzt außerordentlich gute Reproduktions- und Ausbreitungseigenschaften (Bill 2000). Der Fruchtansatz und somit auch die Diasporenproduktion steigen mit der Größe der Pflanze sehr stark an (Abbildung 77, S.119), die Summe der Diasporen pro Pflanze ist beeindruckend. Je nach Größenklasse können von einem einzigen Individuum 9000 bis 12700000 Samen produziert werden (Abbildung 77, S.119). Schätzwerte von Bill (2000) ergaben nur eine Zahl von 12000 bis 150000 Diasporen pro Individuum, während die Ergebnisse von Lanz und Stecher (2009) mit 7300000 Samen ähnliche Werte wie in dieser Arbeit fanden. Durch diese hohe Diasporenanzahl pro Individuum und der guten Flugfähigkeit der Samen ist es auch plausibel, dass die Art Lebensräume in sehr großen Distanzen erreicht (Bill 2000).

Der Vorteil von *M. germanica* als adulte Pflanze gegenüber anderen Konkurrenten liegt an der hervorragenden Anpassung an die Hochwasserdynamik. Die Deutsche Tamariske kann sich an Standorten, welche durch Überschwemmungen und Umlagerungen immer wieder gestört werden besser halten, als die anderen Pionierarten (Bill 2000). Überschottete 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 einem in der dadurch induzierten Verjüngung 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). Bleibt die Störung aus, wird *M. germanica* von reiferen Stadien in der Sukzessionsfolge, 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 der Tod von einzelnen Pflanzenteilen ist vermutlich genetisch determiniert, die maximalen Altersgrenzen werden aber von standörtlichen Verhältnissen verändert und modifiziert (Schweingruber et al. 2007).

Die Altersbestimmungen 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 für die Art kein 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 Standorte, während adulte Pflanzen Standorte mit hoher Dynamik benötigen, die dadurch konkurrenzfrei bleiben.

Für die Aufrechterhaltung einer stabilen Population an der oberen Drau wird es von Bedeutung sein, dass genügend, in entsprechender Distanz gelegene, geeignete Standorte zur Verfügung stehen. Um das dauerhafte Überleben der Population in einem so dynamischen Lebensraum zu gewährleisten, ist es auch wichtig, dass diese Habitate eine gewisse Mindestgröße besitzen. Teilpopulationen, die lokal wieder aussterben, müssen in der Lage sein, vorher andernorts neue Subpopulationen zu gründen (vgl. Müller 2007).

Literaturverzeichnis

- ABIDIN, Z. 1956. Über die Beeinflussung der Samenkeimung durch den Temperaturwechsel. *Zeitschrift für Botanik*. 44. S.207-220.
- AICHINGER, E. 1993. *Vegetationskunde der Karawanken*. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- ALBER, M. 2006. *Flussmorphologisches Monitoring an der Drau im Bereich von Spittal an der Drau*. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, Department für Wasser - Atmosphäre - Umwelt. S.92.
- AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG. LIFE Obere Drau II [Online]. Abt. 18 - Wasserwirtschaft. Verfügbar: www.life-drau.at. Abgefragt am: 04.05.2011.
- BACHMANN, J. 1997. *Ökologie und Verbreitung der Deutschen Tamariske (Myricaria germanica DESV.) in Südtirol und deren Pflanzensoziologische Stellung*. Diplomarbeit. Universität Wien. S.91.
- BILL, H. C. 2000. *Besiedlungsdynamik und Populationsbiologie charakteristischer Pionierpflanzenarten nordalpiner Wildflüsse*. Wissenschaft in Dissertationen. Band 557. Zugl.: Dissertation. Görlich & Weiershäuser GmbH. Marburg S.202 + Anhang.
- BILL, H. C. 2001. *Die Obere Isar - letzte Reste einer bayrischen Wildflusslandschaft. Flusslandschaften im Wandel - Veränderung und weiter Entwicklung von Wildflusslandschaften am Beispiel des alpenbürteigen Lechs und der Isar*. Laufener Seminarbeiträge 03/10. S.35-45.
- 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). S.137-150.
- BOHLE, K. 1987. *Verbreitung und Häufigkeit seltener Pflanzengesellschaften in Vorarlberg - Teil 2: Zwergrohrkolbenröhrichte (Equiseto-Typhetum minimae) und Myrtengebüsche (Salici-Myricarietum)*. Diplomarbeit. Leopold - Franzens - Universität Innsbruck. S119.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Aufl. Springer Verlag. Wien. S.865.
- CAIN, M. L., MILLIGAN, B. G. & STRAND, A. E. 2000. *Long-distance seed dispersal in plant populations*. *American Journal of Botany*. 87(9). S.1217-1227.
- DANICZEK, M. 2003. *Flussmorphologisches Monitoring an der Oberen Drau nach baulichen Eingriffen im Hinblick auf die ökologische Funktionsfähigkeit*. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau S.146.
- 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). S.1057-1083.
- EGGER, G., AIGNER, K. & ANGERMANN, K. 2007a. *Vegetationsdynamik einer alpinen Wildflusslandschaft und Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen auf das Störungsregime, dargestellt am Beispiel des Tiroler Lechs*. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt*. 72.Jg. S.5-54.
- EGGER, G. & AIGNER, S. 2004. *Auwälder an der Oberen Drau*. In: PETUTSCHNIG, W. & HONSIGERLENBURG, W. (Hrsg.) *Das Obere Drautal - Tiere, Pflanzen und Lebensräume einer*

inneralpinen Flusslandschaft Naturwissenschaftliche Verein für Kärnten Carinthia II. 61. Sonderheft. Klagenfurt.

- EGGER, G., AIGNER, S., PETUTSCHNIG, W. & GLATZ, S. 2007b. Rote Liste gefährdeter Biotoptypen Kärntens. Kärntner Naturschutzberichte. Band 11. Klagenfurt.
- EGGER, G., ANGERMANN, K. & GRUBER, A. 2010. Wiederansiedlung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) in Kärnten. *Carinthia II. 200./120. Jg. S.393-418.*
- EGGER, G., DRESCHER, A., PETUTSCHNIG, W., WRBKA-FUCHSIG, J. & PETUTSCHNIG, J. 1995. Landschaftspflegeplan Baldramsdorfer Feld und Schutzgebietskonzept Obere Drau - Vegetationsökologische Bestandsaufnahme und Schutzkonzept der Drauauen zwischen Lendorf und Spittal (Kärnten) Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 20. Klagenfurt.
- EGGER, G., EXNER, A. & KOMPOSCH, C. 2009. Die Dynamik der Au - Treibenden Kräfte der Veränderung. In: EGGER, G., MICHOR, K., MUHAR, S. & BEDNAR, B. (Hrsg.) Flüsse in Österreich - Lebensader für Mensch, Natur und Wirtschaft. Studienverlag. Innsbruck, Wien, Bozen. S.66-75.
- EGGER, G., GRUBER, A., AIGNER, S., LENER, F., MELCHER, D. & BRUNNER, D. 2011. Monitoring Natura-2000-Gebiet Obere Drau: Begleitende Untersuchungen zum LIFE II-Projekt - Analyse und Bilanz der Schutzobjekte Lebensraumtypen und Vegetation. eb&p Umweltbüro Klagenfurt - Auftraggeber: Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 20 - Fachlicher Naturschutz. Juni, 2011. Klagenfurt. S.310.
- ELLENBERG, H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. stark veränderte und verbesserte Aufl. Ulmer Verlag. Stuttgart.
- ESSL, F., DIRNBÖCK, T., DULLINGER, S. & WENZL, M. 2000. Bemerkenswerte Gefäßpflanzenfunde aus dem Salztal (Steiermark). *Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Band 130. S.121-132.*
- ETZOLD, H. 2002. Simultanfärbungen von Pflanzenschnitten mit Fuchsin, Chrysoidin und Astralblau. *Mikrokosmos. 91. Heft 5. S.316-318.*
- EXNER, A., EGGER, G., KUGI, K. & KUCHER, T. 2008. Vegetationsmonitoring - Massnahmenbereich Kleblach-Ost (Obere Drau) - 2008 eb&p Umweltbüro Klagenfurt - Amt der Kärntner Landesregierung. 30. Oktober 2008. Klagenfurt.
- EXNER, A. & MICHOR, K. 2009. Auenverbund Obere Drau - Geschichte einer erfolgreichen Revitalisierung. In: EGGER, G., MICHOR, K., MUHAR, S. & BEDNAR, B. (Hrsg.) Flüsse in Österreich - Lebensader für Mensch, Natur und Wirtschaft. Studienverlag. Innsbruck, Wien, Bozen. S.278-282.
- FRANZ, W. R. & LEUTE, G. H. 2004. Einige floristische Besonderheiten. In: PETUTSCHNIG, W. & HONSIG-ERLENBURG, W. (Hrsg.) Das Obere Drautal - Tiere, Pflanzen und Lebensräume einer inneralpinen Flusslandschaft. *Naturwissenschaftliche Verein für Kärnten Carinthia II. 61. Sonderheft. Klagenfurt. S.76-88.*
- FRISENDAHL, A. 1921. *Myricaria germanica* (L.) DESV. *Acta Florae Sueciae. 1. S.265-304.*
- GATSUK, L. E., SMIRNOVA, O. V., VORONTZOVA, L. I., ZAUGOLNOVA, L. B. & ZHUKOVA, L. A. 1980. Age States of Plants of Various Growth Forms: A Review. *Journal of Ecology. Vol. 68. S.675-696.*
- GOOGLE EARTH. 2010. Kellerberg, Österreich: 46°40'47.98"N, 13°41'41.48"E. Bildaufnahmedatum: 10.10.2006. Abgefragt am: 15.05.2011.
- GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Hrsg.) 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs Natürlich waldfreie Vegetation. Teil 2. Jena, Stuttgart, New York. Gustav Fischer Verlag.

- GÜNTHER, S. 2009. Technische Universität Dresden, E-Learning, GIS-Lernkurs [Online]. Technische Universität Dresden. Verfügbar: <http://gis-lernkurs.elcms.net/content/e54/>. [03.06.2009]. Abgefragt am: 15.05.2011.
- HABERSACK, H. & SEREINIG, N. 2004. Die Obere Drau - eine Flusscharakterisierung. In: PETUTSCHNIG, W. & HONSIG-ERLENBURG, W. (Hrsg.) Das Obere Drautal - Tiere, Pflanzen und Lebensräume einer inneralpinen Flusslandschaft. Naturwissenschaftliche Verein für Kärnten Carinthia II. 61. Sonderheft. Klagenfurt. S.24-41.
- HANSSON, L., SÖDERSTRÖM, L. & SOLBRECK, C. (Hrsg.) 1992. The Ecology of Dispersal in Relation to Conservation Ecological Principles of Nature Conservation. London. Elsevier.
- HARPER, J. L., LOVELL, P. H. & MOORE, K. G. 1970. The Shapes and Sizes of Seeds. Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 1. S.327-356.
- 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.
- HEGI, G. (Hrsg.) 1975. Illustrierte Flora von Mitteleuropa: Dicotyledones - Linaceae - Violaceae Band 5, Teil 1. Berlin, Hamburg. Paul Parey.
- HEINTZE, A. 1932-35. Handbuch der Verbreitungsökologie der Pflanzen. Selbstverlag. Stockholm.
- HÖFLER, K. 1965. Die *Myricaria germanica*-*Astragalus alpinus*-Assoziation in Osttirol Defreggental. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Band 103./104. S.101-109.
- JENIK, J. 1955. Die Sukzessionen der Pflanzen auf den Flussalluvionen des Flusses Bela in der Hohen Tatra. Acta Univ. Carol, Pragae 4. S.58.
- KAMMERER, H. 2003. Artenschutzprojekt Deutsche Tamariske - Möglichkeiten und Aussichten einer Wiederansiedelung von *Myricaria germanica* im Gesäuse. Stipa - Technisches Büro für Ökologie (Auftraggeber: Nationalpark Gesäuse GmbH). Dezember 2003. Graz. S.1-29.
- KAMMERER, H. 2009. Machbarkeitsstudie Deutsche Tamariske, *Myricaria germanica*, im Gesäuse Stipa - Technisches Büro für Ökologie (Auftraggeber: Nationalpark Gesäuse GmbH). März 2009. Auf der Leber.
- KERBER, M. 2003. Untersuchungen zur Ökophysiologie von *Myricaria germanica* und *Pinus sylvestris* am Tiroler Lech. Diplomarbeit. Leopold - Franzens - Universität Innsbruck. Institut für Botanik. S.74.
- 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. S. 164-179.
- KNIELY, G., NIKLFELD, H. & SCHRATT-EHRENDORFER, L. 1995. Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Kärntens. - , : , . Carinthia II. 185./105. Klagenfurt.
- KUCHER, T., AIGNER, S. & EGGER, G. 2003. LIFE-Projekt "Auenverbund Oberes Drautal" - Monitoring Vegetation. Projektbericht. Institut für Ökologie und Umweltplanung (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 Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) an Isel, Schwarzach, Kalserbach und Tauernbach in Osttirol. Österreichischer Alpenverein - Fachabteilung Raumplanung-Naturschutz; Umweltdachverband. November 2007. Lienz.
- KUDRNOVSKY, H. in prep. Die Deutsche Tamariske im Ostalpenraum. Dissertation.
- 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. S.91.
- LATZIN, S. & SCHRATT-EHRENDORFER, L. 2005. Wiederansiedlung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) im Nationalpark Donau-Auen. Endbericht - Unveröff. Fachbericht (Institut für Botanik). Dezember 2005. Wien.
- LGBL. NR. 9/2007 5. STÜCK. 2011. Fundort: Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) [Online]. Verfügbar: www.ris.bka.gv.at. Abgefragt am: 15.05.2011.
- LUFTENSTEINER, H. W. 1982. Untersuchungen zur Verbreitungsbiologie von Pflanzengemeinschaften an vier Standorten in Niederösterreich. Bibliotheca Botanica. 135. S.68.
- MEIER, C. I. 2008. Cottonwood Establishment in a Gravel-Bed River. Dissertation. University of Montana. S.140.
- MEUSEL, H., ECKEHART, J., RAUSCHERT, S. & WEINERT, E. (Hrsg.) 1978. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora Textband. 2. Jena. Veb Gustav Fischer Verlag
- MICHOR, K. 2004. Sicherheit und Lebensraum - das LIFE-Projekt. In: PETUTSCHNIG, W. & HONSIG-ERLENBURG, W. (Hrsg.) Das Obere Drautal - Tiere, Pflanzen und Lebensräume einer inneralpinen Flusslandschaft. Naturwissenschaftliche Verrein für Kärnten Carinthia II. 61. Sonderheft. Klagenfurt. S.53-56.
- MOOR, M. 1958. Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen. Mitteilungen; Schweizerische Ansatalt für das fortstliche Versuchswesen. Band 34. Zürich.
- MÜLLER, N. 2005. Die herausragende Stellung des Tagliamento (Friaul, Italien) im Europäischen Schutzgebietssystem NATURA 2000. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt. (München). 70. S.19-35.
- MÜLLER, N. 2007. Zur Wiederansiedlung des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe) in den Alpen - eine Zielart alpiner Flusslandschaften. Natur in Tirol. Bd. 13. S.180-193.
- MÜLLER, N. & SCHARM, S. 2001. The importance of seed rain and seed bank for the recolonization of gravel bars in alpine rivers. Papers in commemoration of Prof. Dr. S. Okuda's retirement: Studies on the vegetation of alluvial plants, Yokohama. S.127-140.
- NENTWIG, W., BACHER, S., BEIERKUHNLEIN, C., BRANDL, R. & GRABHERR, G. (Hrsg.) 2004. Ökologie 1. Auflage. München. Elsevier GmbH
- NEUHOLD, C. 2005. Eigendynamische Entwicklung der Oberen Drau am Beispiel Kleblach-Lind. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, Department für Wasser - Atmosphäre - Umwelt. S.124.
- NIKLFELD, H. 1999. Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. Band 10. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie.
- NIKOWITZ, T. 2010. Wiederansiedlungsversuch der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) an der Oberen Traun - Flussraumbetreuung Obere Traun -Zwischenbericht. August 2010.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) 1992. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV Wälder und Gebüsche. Stuttgart. Fischer Verlag.

- OPITZ, M. 1993. *Untersuchungen zur generativen und vegetativen Vermehrung von Myricaria germanica (L.) DESV.*. Diplomarbeit. Ludwig - Maximilians Universität München. Lehrstuhl für Forstbotanik. S.78.
- 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. (Hrsg.) 1881-1894. *Flora von Kärnten*. Kleinmayr. Klagenfurt.
- PANDELLE, L. (Hrsg.) 1900. *Etudes sur les Muscides de France (III e partie)* [cont.]. *Revue Ent.* 19 (spec. pagination).
- PETUTSCHNIG, W. 1994. *Die Deutsche Tamariske (Myricaria germanica (L.) DESV.) in Kärnten*. *Carinthia II*. S.19-30.
- PETUTSCHNIG, W. 2009. *Die Deutsche Tamariske - Eine gelungene Wiederansiedlung an der Oberen Drau in Kärnten*. In: EGGER, G., MICHOR, K., MUHAR, S. & BEDNAR, B. (Hrsg.) *Flüsse in Österreich - Lebensader für Mensch, Natur und Wirtschaft*. Studienverlag. Innsbruck, Wien, Bozen. S. 284-287.
- 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. S.130.
- PRACH, K. 1994. *Vegetation successin on river gravel bars across the northwestern Himalayas, India*. *Arctic and Alpine Research*. 26. 4. 349-353.
- 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.
- RYVARDEN, L. 1971. *Studies in seed dispersal I. Trapping of diaspores in the alpine zone of Finse, Norway*. *Norw. J. Bot.* 18. S.215-226.
- 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.
- SCHLETTERER, M. & SCHEIBER, T. 2008. *Wiederansiedlung der Deutschen Tamariske (Myricaria germanica (L.) DESV.) an der Leutascher Ache (Nordtirol, Österreich)*. *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck*. Folge 95. S. 53-65.
- SCHOBER, S. 2006. *Flussmorphologische Prozesse am Beispiel alpiner Einzugsgebiete*. (Dissertationen der Universität für Bodenkultur). Band 62. Dissertation. Verlag Guthmann-Petersond. Wien/Mülheim a. d. Ruhr. S.295.
- SCHWEINGRUBER, F. H., MÜNCH, A. & SCHWARZ, R. 2007. *Dendrochronologie von Kräutern und Sträuchern im Vorfeld des Morteratschgletschers*. *Bauhinia - Dendrochonologie*. 20. S.5-17.
- SHEPPERD, W. D. 2008. *Tamarix chinensis Lour. Saltcedar or five-stamen Tamarisk*. In: BONNER, F. T., KARRFALT, R. P. & NISLEY, R. G. (Hrsg.) *The Woody Plant Seed Manual*. United States Department of Agriculture, Forest Service. Agriculture Handbook 727. Washington, DC. S.1087-1088.
- STAFFLER, H. 2000. *Die Deutsche Tamariske (Myricaria germanica (L.) DESV.) Bepflanzung und Pflege von verbauten Bachböschungen in Südtirol*. *Fließgewässer erhalten und entwickeln*. 128. S.67-71.

- TACKENBERG, O. 2001. Methoden zur Bewertung gradueller Unterschiede des Ausbreitungspotentials von Pflanzenarten - Modellierung des Windausbreitungspotentials und regelbasierte Ableitung des Fernausbreitungspotentials. Disstertation. Philipps-Universität Marburg. S.99 + Anhang.
- 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.
- TIWAG. 2011. Tiroler Wasserkraft AG [Online]. Verfügbar: <http://www.tiroler-wasserkraft.at/de/hn/stromerzeugung/kraftwerkspark/amlach/index.php>. Abgefragt am: 11.05.2011.
- URBANSKA, K. M. & SCHÜTZ, M. 1986. Reproduction by seed in alpine plants and revegetation research above timberline. *Botanica Helvetica*. Vol. 96. S.43-60.
- VERBUND. 2011. Verbund [Online]. Verfügbar: <http://www.verbund.com/cc/de/news-presse/unsere-kraftwerke/laufkraftwerk>. Abgefragt am: 11.05.2011.
- VOLK, O. H. 1940. Soziologische und ökologische Untersuchungen an der Auenvegetation im Churer Rheintal und Domleschg (unter Mitwirkung von J. Braun-Blanquet für den soziologischen Teil). *Jahresb. d. Naturforsch. Ges. Graub. 76 (1938/39): Comm. S.I.G.M.A.* 72.
- WENDELBERGER-ZELINKA, E. 1952. Die Vegetation der Donauauen bei Wallsee - eine soziologische Studie aus dem Machland. 11. O.-Ö. Landesverl. . Wels. S.196.
- WERTH, S. & SCHEIDEGGER, C. 2011. Isolation and characterization of 22 nuclear and 5 chloroplast microsatellite loci in the threatened riparian plant *Myricaria germanica* (Tamaricaceae, Caryophyllales). *Conservation Genet Resour.* 3. S.445-448.
- WILLNER, W. & GRABHERR, G. (Hrsg.) 2007. Die Wälder und Gebüsche Österreichs - Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. 1 Textband 1. München. Elsevier GmbH - Spektrum Akademischer Verlag.
- WITTMANN, H. & RÜCKER, T. 2006. Über ein Wiederansiedlungsprojekt der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) im Bundesland Salzburg (Österreich). *Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs*. 16. S.91-103.
- ZICHA, O. (ed.) 1999-2011. BioLib. Verfügbar von <http://www.biolib.cz/en>. Abgefragt am: 04.05.2010.
- ZIMMERMANN, A., KNIELY, G., MELZER, H., MAURER, W. & HÖLLRIEGL, R. (Hrsg.) 1989. Atlas gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen der Steiermark. Graz. Abteilung für Botanik am Landesmuseum Joanneum, dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung (Fachstelle Naturschutz) und dem Institut für Umweltwissenschaften und Naturschutz der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- ZIMMERMANN, K. 2009. Keimverhalten und Sämlingsentwicklung mehrerer Laubbaumarten bei unterschiedlicher Samenlagerung unter seminatürlichen 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.* S.174.

Anhang

Vegetationsentwicklung der Auen inneralpiner Wildflüsse

Bei einer entsprechend langen Entwicklungszeit spiegelt die floristische Struktur einer Pflanzengesellschaft die gesamten Wirkungen am jeweiligen Standort wider, somit ergibt sich die Artenzusammensetzung aus der Summe aller wirkenden Standortfaktoren.

Umgekehrt sind Pflanzengesellschaften (charakteristische Artenzusammensetzungen) daher Indikator der Standortbedingungen. Die Vergesellschaftung bestimmter Pflanzenarten gibt Aufschluss über den aktuellen Entwicklungszustand eines Standortes, und einzelne Arten lassen auf vergangene oder zukünftige Sukzessionsstadien schließen.

Auwälder sind Dauergesellschaften im Überschwemmungsbereich von Fließgewässern. Sie umfassen jene Gebiete, die zumindest vom hochanstehenden Grundwasser beeinflusst werden. Kennzeichnend für Auwaldsysteme ist ein eng vernetztes, vielfältiges Mosaik von Wasser, Sumpf- und Landökosystemen mit einer rasch ablaufenden Dynamik und Strukturkomplexität. Diese offenen und azonalen Ökosysteme sind ökologisch durch oberflächennahes, fließendes und damit sauerstoffreiches Grundwasser im Schwankungsbereich, sowie durch periodische, nährstoffreiche und düngende Überschwemmungen charakterisiert (Egger et al. 1995).

Für die montanen Auwaldgebiete ist ein reich gegliedertes Vegetationsmosaik infolge kleinräumiger nebeneinander ablaufender zyklischer Sukzessionen kennzeichnend. Die Sedimentations- und Erosionsvorgänge bedingen die verschiedenen Sukzessionsstadien von Pflanzengesellschaften und unterschiedliche Entwicklungsreihen. Erreichte Auwaldentwicklungsstadien werden zerstört und auf frühere Entwicklungsstadien zurückgeworfen, neue Standorte für die Bildung von Pioniervegetation werden geschaffen (Egger et al. 1995).

Die Differenzierung der Vegetation hängt nicht nur von der Dauer und Höhe der Überschwemmung ab. Für den konkreten Sukzessionsverlauf spielt vielmehr die Bodenart eine entscheidende Rolle. Abhängig von der Korngröße (Schluff, Sand, Schotter) variieren die Sedimentationsbedingungen, was wiederum die Vegetation der einzelnen Sukzessionsstadien prägt. Im Hinblick auf die Auwaldentwicklung werden die Sukzessionsserien, die Auflandungs-, die Anlandungs- und die Verlandungsserie unterschieden (Wendelberger-Zelinka 1952).

Das halbschematische Talquerprofil einer für die obere Drau charakteristischen Au in Abbildung 101 gibt einen Überblick über diese drei Sukzessionsserien und zeigt in idealisierter Form die Vegetationseinheiten im Bereich der unteren Auenstufe in Bezug zur Entfernung zum Fluss, zur Mächtigkeit der Feinsanddecke (weit punktiert), zum Humushorizont (eng punktiert für den Bereich der Grau-Erlen-Eschen-Au) und zum Aulehm

(sehr eng punktiert, Verlandungsserie). Das Bodenprofil ist gegenüber der Vegetation doppelt überhöht dargestellt. Daneben sind auch der Grundwasserspiegel für einen mittleren Sommerwasserstand und der Einflussbereich eines einjährigen bzw. eines zehnjährigen Hochwassers eingetragen (Egger und Aigner 2004). Die Vegetationseinheiten in Abbildung 101 entsprechen nicht unmittelbar einer Pflanzengesellschaft im pflanzensoziologischen Sinn, da sie keine Auskunft über eine genaue Artenzusammensetzung geben.

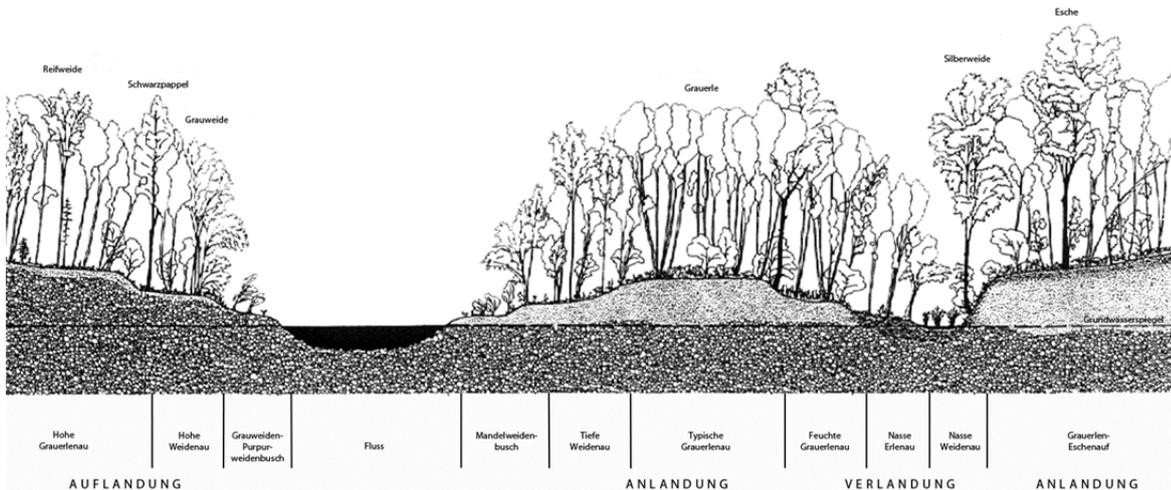


Abbildung 101: Das halbschematische Talquerprofil der Vegetationsabfolge einer inneralpiner Au für den Bereich der unteren Auenstufe (Bodenprofil doppelt überhöht); (aus Egger und Aigner 2004).

AUFLANDUNGSSERIE

Von der Flussdynamik am unmittelbarsten betroffen sind die Schotterbänke und -inseln. Die Pionierstandorte sind durch ständige Erosion und Auflandung (Aufschüttung) der Schotterflächen im Flussbett gekennzeichnet. Bei Hochwasserereignissen werden ständig neue Inseln und Schotterbänke zwischen den sich verlagernden Seitenarmen aufgeworfen. Je nach Höhe über dem Mittelwasserspiegel bzw. Häufigkeit der Überschwemmung werden diese von Pionierpflanzen besiedelt (Egger und Aigner 2004).

Flächen, die während der Niedrigwasserzeiten mehrere Dezimeter hoch über den Wasserspiegel ragen, weisen eine sehr lückige und unregelmäßige Vegetationsbedeckung auf. Sie werden zwar mehrmals pro Jahr überschwemmt, der Schotterkörper wird jedoch nur noch bei größeren Hochwässern umgelagert. Diese Standorte mit Pioniervegetation sind häufig artenreich. Typisch ist auch, dass viele Pflanzenarten der angrenzenden Auwälder vorkommen. Des Weiteren kommen auch viele Alpenschwemmlinge vor (Egger und Aigner 2004).

Auf Standorten mit geringerer flussmorphologischer Dynamik, wenn die Schotterbänke und -inseln genügend hoch über das Flussniveau aufgeworfen wurden und während der Vegetationsperiode zum Teil trocken liegen, kann sich in der ersten Phase der Vegetationsentwicklung ein Weiden-Gebüsch mit lückiger Krautschicht von einem bis wenigen Metern Höhe einstellen. Die gut belichtete Bodenoberfläche erlaubt das Auftreten

einer Reihe von lichtliebenden Arten, die bei Kronenschluss verschwinden (Egger und Aigner 2004).

Werden die Schotterbänke noch höher aufgeworfen, kann die flussmorphologische Dynamik nicht mehr in so starkem Ausmaß einwirken. Es bilden sich Purpur-Weiden-, Tamarisken- und Lavendel-Weiden-Gebüsche (Egger und Aigner 2004).

Lavendel-Weiden-Gebüsche sind typisch auf sehr hoch aufgeworfenen Standorten mit einem geringen Feinbodenaufbau (Egger und Aigner 2004).

Das **Tamarisken-Gebüsch** gedeiht optimal auf periodisch überfluteten Standorten mit schluffigem Feinsand und wird bis zu zwei Meter hoch. Weiden, vor allem die Lavendel- und Purpur-Weiden, sind am Bestandsaufbau beteiligt. Die Krautschicht ist meist nicht geschlossen, da der Oberboden rasch austrocknet (Egger und Aigner 2004).

Auf höher aufgeworfenen Schotter- und Kiesbänken, die deutlich über die Mittelwasserlinie herausragen, bildet sich eine locker gelagerte, sandige Sedimentschicht bis zu mehreren Dezimeter Mächtigkeit. Auf diesen Standorten entwickeln sich die typischen **Lavendel-Reif-Weiden-Auen**. Die Wurzeln der bestandbildenden Weiden erreichen das Grundwasser nur mehr bei hohen Wasserständen (Egger und Aigner 2004).

ANLANDUNGSSERIE

Die Vegetationsentwicklung der Anlandungsserie beginnt an Stellen mit geringer Strömung, beispielsweise Uferbuchten, der Strömung abgekehrten Teile von Schotterinseln, Gleitufeln und Mündungen von Seitenbächen. Hier lagert sich vermehrt Feinsand ab, vegetationsfreie Sandbänke sind zu Beginn der Sukzession ausgebildet (Egger und Aigner 2004).

Mit abnehmender flussmorphologischer Dynamik, bei entsprechend hohen Aufsandungen über dem sommerlichen Mittelwasser, kommen Weiden auf und bilden charakteristische **Mandel-Weiden-Gebüsche** (Egger und Aigner 2004).

Wenn die Dominanz der Silber-Weide zunimmt, entsteht die **Silber-Weidenau**. Bei zunehmendem geschlossenem Kronendach der Silber-Weiden schwinden die optimalen Lebensbedingungen der Mandel-Weide. Diese Bestände werden regelmäßig überflutet, die sandigen Böden gut durchfeuchtet (Egger und Aigner 2004).

Mit abnehmender flussmorphologischer Dynamik entwickelt sich ein „Grauer Auboden“. In die Weidenbestände tritt mit fortschreitender Entwicklung die Grau-Erle ein (Egger und Aigner 2004).

Landseitig schließt an die Grauerlenauen die **Grau-Erlen-Eschenau** an. Dieser Auwaldtyp liegt etwas höher als die Grau-Erlenau, die dynamischen Prozesse sind schwächer. Dementsprechend sind die Standorte weiter entwickelt (Egger und Aigner 2004).

VERLANDUNGSSERIE

Sind die Augewässer von der flussmorphologischen Dynamik abgeschnitten, tritt der Prozess der Verlandung ein. Stehende Altwässer mit schluff- und tonreichem Substrat stellen sich ein. Von den Rändern her bilden sich Röhrichtbestände, wie Schilfröhricht, Rohrkolbenröhricht oder Seggenröhricht (Egger und Aigner 2004).

Pflanzenliste der Vegetationsaufnahmen Kleblach (vgl. Egger et al. 2011)

Im Anschluss an die Pflanzennamen sind die Schichtcodes angeführt; Erläuterung dieser: Vgl. Kapitel 5.1 Vegetation am Standort Kleblach, S.39. Die Lage der Aufnahme­fläche ist in Abbildung 12 (S.41) dargestellt.

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 1

Relevé number: 11
Datum: 14.07.2010
Größe der Aufnahme­fläche (m²): 100
Seehöhe (m): ca. 570
Neigung (Grad): 0°
Deckung der Strauch­schicht (%): 10
Deckung der Kraut­schicht (%): 5
Höchster Strauch (m): 2,0
Niedrigster Strauch (m): 0,5
Durchschnittliche Höhe der (höheren) Kraut­schicht (cm): 30
Maximale Höhe der Kraut­schicht (cm): 50

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach; Wasserhaushalt: wechselltrocken; Nährstoffhaushalt: mäßig arm bis mäßig reich; Lage: Aufnahme­nummer 1; Die Aufnahme­fläche wurde vor 2 bis 4 Tagen übersandet; Feinmaterialauflage (Sand, Schluff); *Calamagrostis pseudophragmites* und *Myricaria germanica* wurden durch das Hochwasser umgeknickt.

<i>Anthyllis vulneraria</i> -hl	r	<i>Populus nigra</i> -s2	r
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -hl	1	<i>Salix alba</i> -jl	r
<i>Festuca arundinacea</i> -hl	r	<i>Salix alba</i> -s2	+
<i>Melilotus albus</i> -hl	r	<i>Salix purpurea</i> -hl	r
<i>Myricaria germanica</i> -hl	+	<i>Salix purpurea</i> -s2	r
<i>Myricaria germanica</i> -s2	+	<i>Salix triandra</i> -hl	r
<i>Phalaris arundinacea</i> -hl	+	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i> -hl	r

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 2

Relevé number: 12
Datum: 14.07.2010
Größe der Aufnahme­fläche (m²): 100
Seehöhe (m): ca. 570
Neigung (Grad): 0°
Deckung der Strauch­schicht (%): 30
Deckung der Kraut­schicht (%): 10
Höchster Strauch (m): 3,0
Niedrigster Strauch (m): 0,3
Durchschnittliche Höhe der (höheren) Kraut­schicht (cm): 30
Maximale Höhe der Kraut­schicht (cm): 140

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach; Wasserhaushalt: wechsellückig; Nährstoffhaushalt: mäßig arm bis mäßig reich; Lage: Aufnahme Nummer 2; Weiden-Tamarisken-Gebüsch: Aufnahme Fläche wurde vor 2 bis 4 Tagen übersandet; Feinmaterialauflage (Sand, Schluff); *Calamagrostis pseudophragmites* wurde durch das Hochwasser umgeknickt.

<i>Agrostis stolonifera</i> -hl	r	<i>Salix alba</i> -s2	2
<i>Artemisia vulgaris</i> -hl	+	<i>Salix daphnoides</i> -s2	+
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -hl	1	<i>Salix eleagnos</i> -hl	+
<i>Dactylis glomerata</i> -hl	r	<i>Salix purpurea</i> -hl	+
<i>Festuca arundinacea</i> -hl	+	<i>Salix purpurea</i> -s2	+
<i>Galium mollugo agg.</i> -hl	+	<i>Salix triandra</i> -s2	+
<i>Lotus corniculatus</i> -hl	+	<i>Solanum dulcamara</i> -hl	r
<i>Melilotus albus</i> -hl	+	<i>Solidago canadensis</i> -hl	+
<i>Myricaria germanica</i> -s2	+	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i> -hl	r
<i>Petasites albus</i> -hl	+	<i>Trifolium repens</i> -hl	r
<i>Phalaris arundinacea</i> -hl	+	<i>Vicia cracca</i> -hl	r
<i>Populus nigra</i> -hl	r		

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 3

Relevé number: 13
 Datum: 14.07.2010
 Größe der Aufnahme Fläche (m²): 100
 Seehöhe (m): ca. 570
 Neigung (Grad): 0°
 Deckung der Krautschicht (%): 25
 Durchschnittliche Höhe der (höheren) Krautschicht (cm): 50
 Maximale Höhe der Krautschicht (cm): 200

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach; Wasserhaushalt: wechsellückig; Nährstoffhaushalt: mäßig arm bis mäßig reich; Lage: Aufnahme Nummer 3; Weidenpioniergebüsch: Aufnahme Fläche wurde vor 2 bis 4 Tagen übersandet; Feinmaterialauflage (Sand, Schluff).

<i>Achillea millefolium</i> -hl	r	<i>Populus nigra</i> -hl	r
<i>Agrostis capillaris</i> -hl	r	<i>Salix alba</i> -hl	2
<i>Anthyllis vulneraria</i> -hl	r	<i>Salix eleagnos</i> -hl	+
<i>Artemisia vulgaris</i> -hl	r	<i>Salix purpurea</i> -hl	+
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -hl	1	<i>Salix triandra</i> -hl	+
<i>Festuca arundinacea</i> -hl	r	<i>Solanum dulcamara</i> -hl	r
<i>Lotus corniculatus</i> -hl	r	<i>Solidago canadensis</i> -hl	r
<i>Melilotus albus</i> -hl	r	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i> -hl	+
<i>Myricaria germanica</i> -hl	r	<i>Trifolium pratense</i> -hl	r
<i>Phalaris arundinacea</i> -hl	r	<i>Vicia cracca</i> -hl	r

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 4

Relevé number: 17
Datum: 21.08.2010
Größe der Aufnahme­fläche (m²): 25
Seehöhe (m): ca. 570
Neigung (Grad): 0°
Deckung der Krautschicht (%): 90
Durchschnittliche Höhe der (höheren) Krautschicht (cm) 100
Maximale Höhe der Krautschicht (cm): 150

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach; Wasserhaushalt: wechselfeucht; Nährstoffhaushalt: mäßig arm bis mäßig reich; Lage: Aufnahme­nummer 4; grenzt an die neu geschaffene anthropogene Schotterbank und deckt sich deshalb nicht ganz mit der ehemaligen Aufnahme­fläche 4 des Erhebungsjahrs 2008 (Exner et al. 2008); Flussufer­röhricht; Viele *Calamagrostis*-Keimlinge sind vorhanden.

<i>Artemisia vulgaris</i> -hl	r	<i>Myricaria germanica</i> -sl	+
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -hl	5	<i>Phalaris arundinacea</i> -hl	1
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -sl	+	<i>Salix alba</i> -hl	2
<i>Juncus articulatus</i> -hl	r	<i>Salix alba</i> -jl	+
<i>Myricaria germanica</i> -hl	+	<i>Salix triandra</i> -hl	1

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 5

Relevé number: 15
Datum: 16.06.201
Größe der Aufnahme­fläche (m²): 100
Seehöhe (m): ca. 570
Neigung (Grad): 0°
Deckung der Baumschicht (%): 80
Deckung der Strauchschicht (%): 10
Deckung der Krautschicht (%): 60
Höchster Baum (m): 8
Niedrigster Baum (m): 5
Höchster Strauch (m): 1,5
Maximale Höhe der Krautschicht (cm): 40

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach; Wasserhaushalt: frisch; Nährstoffhaushalt: mäßig reich bis reich; Koordinaten: N46°45'33.3", E13°19'36.6", Genauigkeit: 6 m; Lage: Aufnahme­nummer 5; am orografisch linken Draufer; zwischen Weg (frisch gemäht) und Autümpel; Weiden-Gebüsch mit Ruderalelementen im Unterwuchs; Zoologie: viele Ringelnattern wurden gefunden, vor allem Jungtiere, aber auch Adulte (>1,5 m).

<i>Achillea millefolium</i> agg.-hl	+	<i>Pinus sylvestris</i> -jl	r
<i>Betula pendula</i> -s2	+	<i>Poa palustris</i> -hl	+
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -s2	+	<i>Populus nigra</i> -s2	+
<i>Cirsium palustre</i> -hl	r	<i>Rubus caesius</i> -hl	2
<i>Clematis vitalba</i> -s2	+	<i>Salix alba</i> -s2	1
<i>Dactylis glomerata</i> -hl	r	<i>Salix alba</i> -t2	4
<i>Equisetum arvense</i> -hl	+	<i>Salix daphnoides</i> -s2	+
<i>Erigeron annuus</i> -hl	+	<i>Salix myrsinifolia</i> -hl	+
<i>Euphorbia cyparissias</i> -hl	r	<i>Salix myrsinifolia</i> -t3	+
<i>Festuca rubra</i> -s2	+	<i>Salix purpurea</i> -s2	r
<i>Galium mollugo</i> agg.-hl	r	<i>Solidago canadensis</i> -hl	3
<i>Lathyrus pratensis</i> -hl	+	<i>Solidago gigantea</i> -hl	1
<i>Matteuccia struthiopteris</i> -hl	r	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i> -hl	r
<i>Phalaris arundinacea</i> -hl	+	<i>Trifolium pratense</i> -hl	+
<i>Picea abies</i> -jl	+	<i>Trifolium repens</i> -hl	+

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 6

Relevé number: 16

Datum: 18.06.2010

Größe der Aufnahmefläche (m²): 100.00

Seehöhe (m): ca. 570

Neigung (Grad): 0°

Deckung der Baumschicht (%): 10

Deckung der Strauchschicht (%): 10

Deckung der Krautschicht (%): 100

Höchster Baum (m): 10

Niedrigster Baum (m): 6

Höchster Strauch (m): 1.5

Durchschnittliche Höhe der (höheren) Krautschicht (cm): 50

Maximale Höhe der Krautschicht (cm): 100

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach; Wasserhaushalt: frisch; Nährstoffhaushalt: mäßig reich bis reich; Koordinaten: N46°45'35.5", Eo13°19'42.4"; Lage: Aufnahme Nummer 6; am orografisch linken Draufer, kurz vor (flussauf) der Photovoltaik-Anlage; Der Weg geht durch die Aufnahmefläche; Eine relativ große *Populus nigra* befindet sich in der Aufnahmefläche und die Abbruchkante zum Fluss bildet den Rand der Aufnahmefläche; Ruderalflur.

<i>Achillea millefolium</i> agg.-hl	2	<i>Populus nigra</i> -t1	+
<i>Alnus incana</i> -s2	r	<i>Prunus padus</i> -t3	r
<i>Artemisia vulgaris</i> -hl	+	<i>Rubus caesius</i> -hl	3
<i>Carex hirta</i> -hl	1	<i>Salix alba</i> -s2	r
<i>Dactylis glomerata</i> -hl	1	<i>Salix daphnoides</i> -s2	r
<i>Equisetum arvense</i> -hl	+	<i>Salix purpurea</i> -s2	r
<i>Erigeron annuus</i> -hl	1	<i>Scrophularia nodosa</i> -hl	+
<i>Euonymus europaeus</i> -s2	r	<i>Selaginella helvetica</i> -ml	1
<i>Euphorbia cyparissias</i> -hl	r	<i>Solidago canadensis</i> -hl	4
<i>Galium mollugo</i> agg.-hl	1	<i>Solidago gigantea</i> -hl	1
<i>Humulus lupulus</i> -s2	r	<i>Stachys sylvatica</i> -hl	+
<i>Impatiens glandulifera</i> -hl	r	<i>Symphytum officinale</i> -hl	r
<i>Lathyrus pratensis</i> -hl	1	<i>Trifolium pratense</i> -hl	1
<i>Myosotis species</i> -hl	r	<i>Trifolium repens</i> -hl	1
<i>Phalaris arundinacea</i> -hl	1	<i>Valeriana officinalis</i> agg.-hl	+
<i>Poa palustris</i> -hl	1	<i>Vicia cracca</i> -hl	+

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 7

Relevé number: 18
 Datum: 21.08.2010
 Größe der Aufnahmefläche (m²): 25
 Seehöhe (m): ca. 570
 Neigung (Grad): 0°
 Deckung der Baumschicht (%): 5
 Deckung der Strauchschicht (%): 80
 Deckung der Krautschicht (%): 60
 Höchster Baum (m): 7
 Niedrigster Baum (m): 5
 Höchster Strauch (m): 4,5
 Niedrigster Strauch (m): 1,5
 Durchschnittliche Höhe der (höheren) Krautschicht (cm): 30
 Maximale Höhe der Krautschicht (cm): 200

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach Ost; Wasserhaushalt: feucht bis nass;
 Nährstoffhaushalt: reich bis übermäßig reich; Lage: Aufnahme Nummer 7; Verortung
 schwierig; Aufnahmefläche grenzt an den Uferwall; dichtes Silber-Weiden-Gebüsch;
 Feinmaterialauflage (Schluff; Sand, kein Schotter).

<i>Agrostis stolonifera</i> -hl	r	<i>Salix alba</i> -t2	4
<i>Artemisia vulgaris</i> -hl	r	<i>Salix daphnoides</i> -s2	1
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -hl	+	<i>Salix purpurea</i> -s2	1
<i>Caragana species</i> -hl	r	<i>Salix triandra</i> ssp. <i>amygdalina</i> -jl	r
<i>Carex nigra</i> -hl	r	<i>Scirpus sylvaticus</i> -hl	+
<i>Equisetum arvense</i> -hl	1	<i>Solidago gigantea</i> -hl	r
<i>Equisetum species</i> -hl	1	<i>Trifolium pratense</i> -hl	r
<i>Juncus articulatus</i> -hl	+	<i>Tussilago farfara</i> -hl	r
<i>Phragmites australis</i> -hl	2	<i>Typha minima</i> -hl	r
<i>Salix alba</i> -s2	1		

VEGETATIONSAUFNAHME NR. 8

Relevé number: 14
Datum: 14.07.2010
Größe der Aufnahme­fläche (m²): 100
Seehöhe (m): ca. 570
Neigung (Grad): 0°
Deckung der Strauch­schicht (%): 10
Deckung der Kraut­schicht (%): 70
Höchster Strauch (m): 3
Durchschnittliche Höhe der (höheren) Kraut­schicht (cm): 50
Maximale Höhe der Kraut­schicht (cm): 150

Projekt: Drau 09; Gemeinde: Kleblach; Wasserhaushalt: wechselltrocken; Nährstoffhaushalt: mäßig arm bis mäßig reich; Lage: Aufnahme­nummer 8; neben der anthropogenen Schotterbank; flussab steht einer etwas größere *Alnus incana*; Dies Aufnahme­fläche ist im Erhebungsjahr 2010 neu hinzugekommen; Kurzbeschreibung: Feinmaterialauflage (Sand/Schluff); Zwergrohrkolbenröhricht.

<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> -hl	3	<i>Salix alba</i> -hl	+
<i>Dactylis glomerata</i> -hl	r	<i>Salix alba</i> -s2	+
<i>Festuca arundinacea</i> -hl	r	<i>Salix daphnoides</i> -hl	+
<i>Myricaria germanica</i> -hl	r	<i>Salix triandra</i> -hl	+
<i>Phalaris arundinacea</i> -hl	+	<i>Solidago canadensis</i> -hl	r
<i>Rubus caesius</i> -hl	r	<i>Typha minima</i> -hl	5

Wurzelwachstum unter kontrollierten Bedingungen

Tabelle 34: Rohdaten: Wurzelwachstum unter kontrollierten Bedingungen.

Topfnummer	Substrat	Wurzellänge in cm	oberirdischer Spross teil in cm
1	Schluff	4,80	2,00
1	Schluff	5,20	2,40
1	Schluff	4,00	2,40
1	Schluff	4,80	2,70
1	Schluff	3,80	3,40
1	Schluff	3,60	3,20
1	Schluff	3,70	2,70
1	Schluff	5,30	2,70
1	Schluff	3,10	0,90
1	Schluff	3,10	3,00
1	Schluff	3,60	2,10
1	Schluff	3,40	2,00
1	Schluff	5,20	2,70
1	Schluff	5,00	3,00
1	Schluff	4,80	2,90
1	Schluff	5,90	3,00
5	Sand	4,40	2,00
5	Sand	3,30	1,90
5	Sand	5,70	2,90
5	Sand	4,40	1,90
5	Sand	5,50	2,10
5	Sand	3,40	2,40
5	Sand	4,70	2,60
5	Sand	5,20	2,50
5	Sand	4,80	1,10
5	Sand	3,00	1,80
5	Sand	6,00	1,20
5	Sand	3,90	1,20
5	Sand	3,30	1,90
5	Sand	3,60	1,80
5	Sand	7,10	2,40
5	Sand	7,00	2,60
5	Sand	5,70	3,00
5	Sand	5,00	2,70
5	Sand	6,70	2,30
8	Schotter	5,70	1,20
8	Schotter	4,60	2,20
8	Schotter	4,80	2,60
8	Schotter	5,40	3,20
8	Schotter	4,40	2,40
8	Schotter	4,60	2,40
8	Schotter	4,50	2,20
8	Schotter	3,20	1,40
8	Schotter	3,80	2,70
8	Schotter	5,60	1,60
8	Schotter	4,00	1,70
8	Schotter	5,50	2,40
8	Schotter	5,00	0,90
8	Schotter	3,20	0,90
8	Schotter	4,10	1,20

Fotografien

Greifenburg - Radlach
Nebenarm



Abbildung 102: Maßnahmenabschnitt Greifenburg (oben; links Mitte) sowie Dellach (unten; rechts Mitte), jeweils mit Beständen von *Typha minima*.

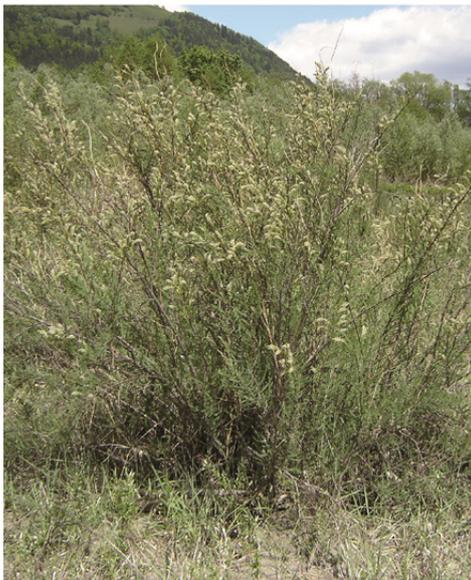
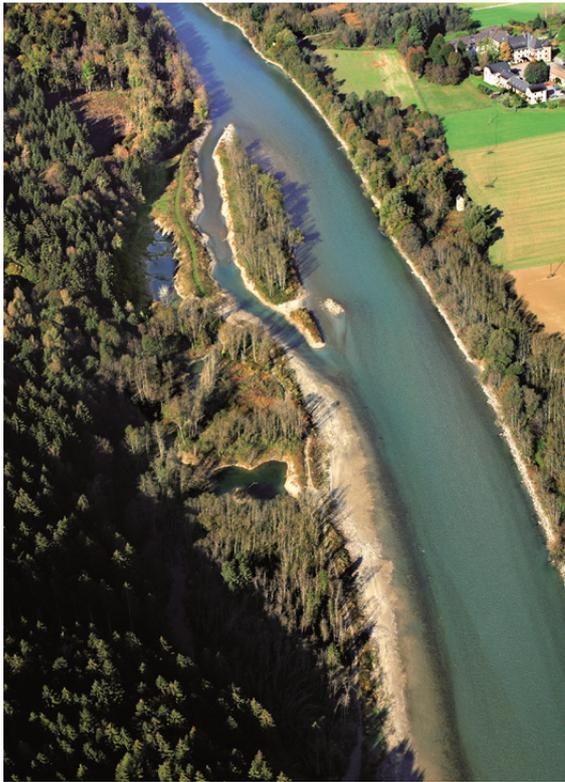
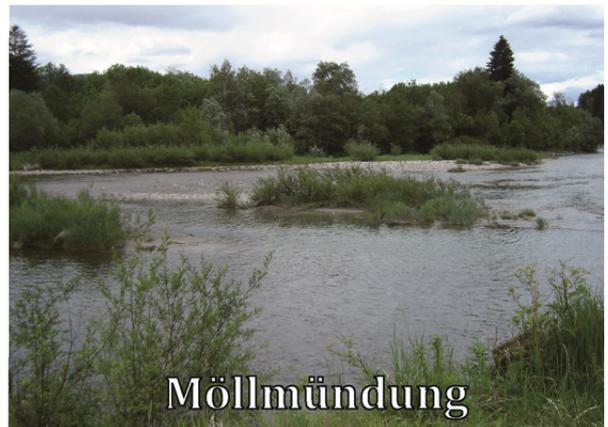


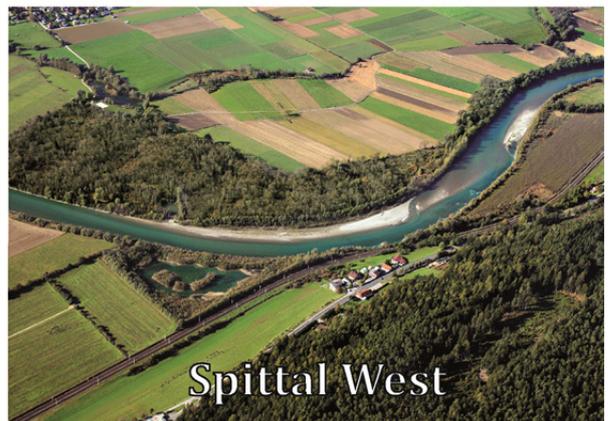
Abbildung 103: Maßnahmenabschnitt Kleblach-Ost: Weiden-Tamariskengebüsche der oberen (links Mitte; links unten) und unteren Schotterbank (rechts oben; rechts Mitte); Flussuferföhricht flussab (rechts unten).



Aufweitung Rosenheim



Möllmündung



Spittal West

Abbildung 104: Maßnahmenabschnitt Rosenheim (oben); Blick auf die obere Drau (links Mitte); Möllmündung (rechts Mitte); *Calamagrostis*-Keimlinge (links unten); Spittal West (rechts unten).

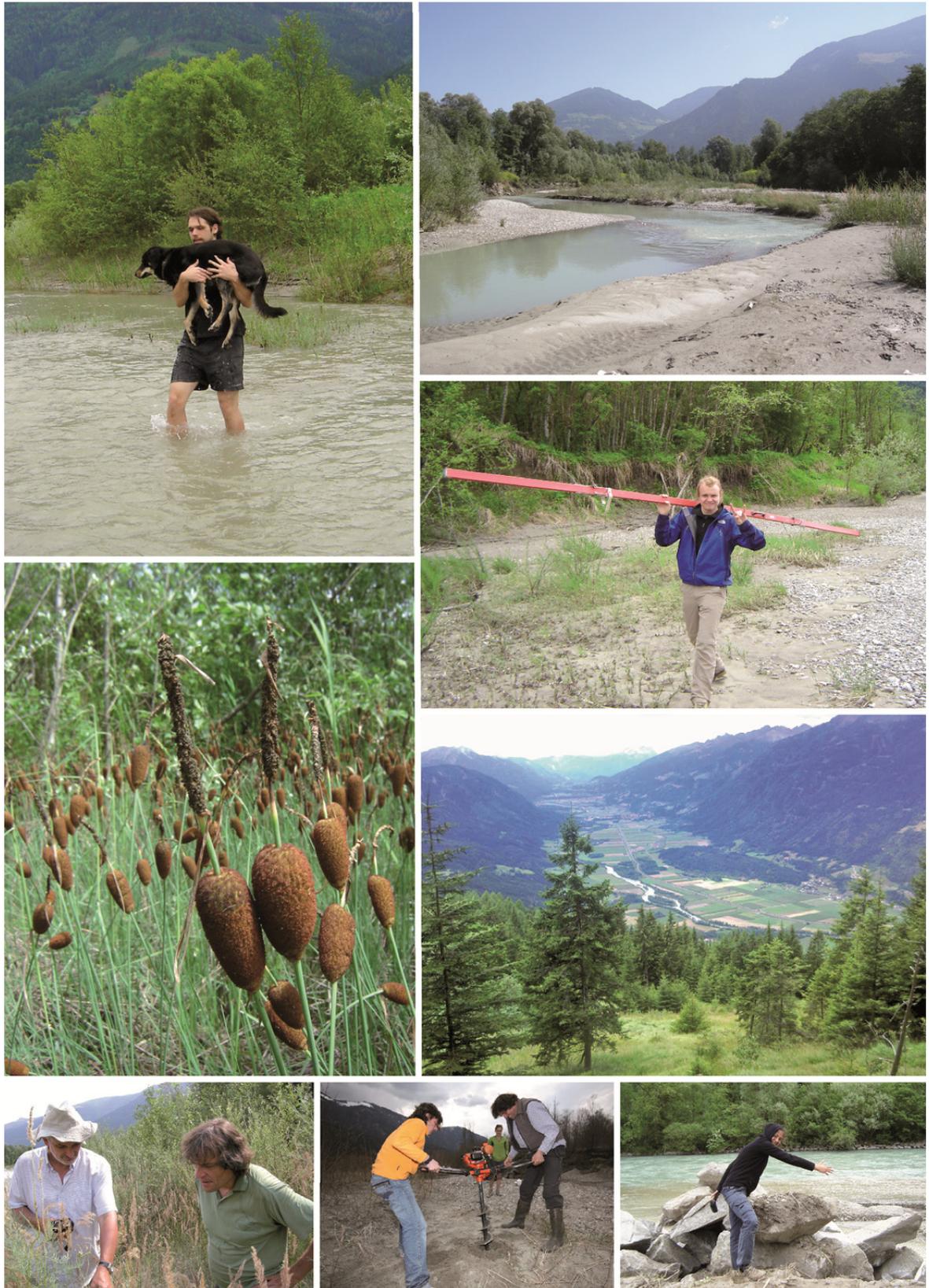


Abbildung 105: Maßnahmenabschnitt Kleblach: Blick vom Latschur; *Typha minima* Bestand bei Kleblach am orografisch linken Draufer; sowie freiwillige Helfer.

Kurzfassung

Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) ist eine charakteristische Begleitpflanze dynamischer Uferstandorte alpiner Fließgewässer. Infolge der anthropogenen Veränderung der Gebirgsbäche und Alpenflüsse und dem dadurch bedingten Verlust geeigneter Lebensräume gilt die Art heute alpenweit als gefährdet. In Kärnten kam die Art nur mehr auf wenigen Standorten vor, und auch an der oberen Drau galt *M. germanica* als ausgestorben. Die Deutsche Tamariske konnte im Zuge eines Ansiedlungsprojekts im Gebiet wieder etabliert werden, sie hat sich speziell in den revitalisierten Drauabschnitten weiter natürlich ausgebreitet.

M. germanica kann neu entstandene Kies- und Schotterbänke schnell und in ausreichender Anzahl besiedeln, wenn ausreichend viele Diasporen auf günstigen „Safe Sites“ für die Keimung ausgebreitet werden bzw. die Samen entsprechend günstige Keimeigenschaften aufweisen. Damit eine Etablierung auf den Kies- und Schotterbänken in einem so dynamischen Habitat Erfolg hat, müssen sich die Keimlinge entsprechend schnell entwickeln.

Ziel der Arbeit war es, grundlegende Fragen zur Biologie und Ökologie der Deutschen Tamariske als Leitart für dynamische Uferstandorte alpiner Fließgewässer zu beantworten. Dabei stehen ökophysiologische Aspekte im Vordergrund, im Speziellen wurde auf die einzelnen Lebensabschnitte und die in jeder dieser Phasen wichtigsten Schlüsselfunktionen der Art näher eingegangen. So können Aussagen über die Etablierung und die Entwicklung der Deutschen Tamariske an der oberen Drau getroffen werden. Zudem wurden phänologische Aspekte untersucht, der Blüh- und Fruchtansatz der Pflanzen wurde erhoben. Ermittelt wurde, wie viele Diasporen eine einzelne Pflanze im Schnitt produziert, und mittels Samenfallen wurde untersucht, wie weit die Diasporen transportiert werden. Des Weiteren wurde der Habitus der Pflanze näher untersucht.

Freilanduntersuchungen zum Lebensraum wurden an verschiedenen Standorten durchgeführt. Detaillierte Daten wurden am Standort Kleblach zum Tamariskenbestand erhoben. Aufbauend auf diesen Informationen konnten Aussagen über die Ausbreitung der Art an der oberen Drau getroffen werden. Am Standort Kleblach wurde die Verteilung und Häufigkeit der verschiedenen Altersstadien erhoben, speziell wurde auf die Verteilung der Keimlinge und Einjährigen im Gelände eingegangen. Ergänzt wurden diese Freilandstudien durch Untersuchungen im Labor zur Keimfähigkeit von Samen im Wasser und zum Wurzelwachstum der Keimlinge unter kontrollierten Bedingungen. Altersbestimmungen ermöglichten wiederum, Aussagen über Altersstruktur und die Vegetationsdynamik in einem solchen Habitat zu treffen.

Die Keimtests zeigen, dass *M. germanica* bereits im Wasser mit äußerst hohen Keimraten keimt und dass die Keimfähigkeit durch eine entsprechende Lagerung im Kühlschrank ausgedehnt werden kann. Die Art kann die günstigen feuchten Keimbedingungen im Wasser

nutzen, vorgekeimte Sämlinge können über das Transportmedium Wasser neue Lebensräume erreichen. Zudem wird die Art anemochor verbreitet, was die Ergebnisse des Diasporeneintrags in den Samenfallen bestätigen, und zwar in einer sehr hohen Zahl in einer Distanz von über 100 m. Das Wurzelwachstum der Keimlinge ist eher gering, obwohl der Sämling in den ersten Monaten vor allem in das Wurzelwachstum investiert. Die verlangsamte Entwicklung der Keimlinge ist der Hauptgrund für die hohe Sterblichkeit und bedingt die niedrigen Etablierungsfrequenzen der Art. Die Ergebnisse zur Phänologie zeigen, dass der Blüh- bzw. Fruchtansatz und infolge die Samenproduktion mit der Größe der Tamarisken exponentiell ansteigt. Die am Standort Kleblach produzierte Diasporensomme ist überaus hoch. Altersbestimmungen zeigten, dass die Art relativ langlebig sein kann und dass der Durchmesser der Primärwurzel allein nicht auf das Alter der Pflanzen schließen lässt.

Die Ergebnisse der Arbeit bestätigen, dass für die Deutsche Tamariske die Initialphase der kritischste Lebensabschnitt ist und dass die variierenden Standortbedingungen für die Etablierungschancen der Art entscheidend sind. Werden Restaurierungsmaßnahmen durchgeführt, ist vor allem darauf zu achten, dass im Gebiet genügend unterschiedliche Habitattypen vorhanden sind, die eine dauerhafte Besiedlung ermöglichen. Abhängig vom Lebensabschnitt benötigt die Art sehr unterschiedliche Standortbedingungen. Keimlinge benötigen offene, gut durchfeuchtete Standorte mit niedrigen Umlagerungsfrequenzen. Diese offenen Standorte sind aber immer ein Resultat einer zuvor sehr hohen Dynamik. Adulte Pflanzen können sich nur auf den ständig umgelagerten Standorten halten, die dadurch frei von Konkurrenten bleiben.

Die Ergebnisse der Arbeit sollen als wissenschaftliche Grundlage für die Ausarbeitung mittel- bis langfristiger Schutzmaßnahmen für die Tamariske und deren Habitate verwendet werden und als Grundlage für die Erstellung von „Expertenregeln“ für ein Auenvegetations-Sukzessionsmodell dienen.

Schlagwörter: Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*), Kärnten, obere Drau, Wiederansiedlung, Keimung, Entwicklung, Etablierung, Adulte reproduktive Pflanze, Diasporendruck, Altersbestimmung, Biotopkartierung

Abstract

The German Tamarisk (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) is a characteristic species at alpine floodplains and was widespread along the river beds in the alpine region. Due to human impact *M. germanica* nearly lost its complete habitats, only a few suitable sites have remained. The species is nowadays national endangered. In Carinthia, the German Tamarisk was restricted to a few locations and described to be extinct at the upper Drau River. Just recently, *M. germanica* could be resettled in this area. Due to this initial plantation, the German Tamarisk was able to re-establish, especially at the revitalised river sections.

M. germanica is a pioneer shrub which is able to recolonize recently formed gravel bars and sand banks. For the establishment of an adequate number of plants, a great number of

seeds have to be dispersed in order to reach appropriate 'Safe Sites' for germination. Furthermore, seedlings need to develop rapidly so that establishment in such a dynamic habitat is successful.

Since *M. germanica* is regarded as one of the most important indicator species for alpine rivers with natural dynamics, the main aim of this diploma thesis was to elucidate basic questions about biology and ecology of *M. germanica*, with a focus on ecophysiological aspects. The lifecycle of *M. germanica*, the major age states and the influence of the important key-functions during each state were analysed in order to evaluate the development and establishment of the German Tamarisk at the obere Drau River. In addition, phenological aspects were investigated. The magnitude of the infructescences per plant was determined and the number of seeds per plant was calculated. The seed rain was registered by traps to determine the distance of the seed dispersal. Furthermore, the habitus of *M. germanica* was reviewed.

Fieldwork studies were conducted at different sites. Detailed data for the *Myricaria*-population at the study site Kleblach were collected to conclude on the dispersion of *M. germanica* at the upper Drau River. The occurrence and distribution of *M. germanica* was determined, i.e. the size and total number of individuals belonging to different age states were evaluated. Especially the amount and distribution of seedlings and one-year-old plants were mapped. These fieldwork results were combined with results from experiments under laboratory conditions, for instance germination tests in water and experiments dealing with the growth rate of primary roots from *M. germanica*. In addition, the age of some plants was estimated to conclude on the age structure and dynamic of the population in such a habitat.

Germination tests in water show that *M. germanica* is able to germinate rapidly with a high percentage. The plant's capability to germinate can be even expanded, if the seeds are kept in a refrigerator. *M. germanica* benefits from the moist conditions, and pre-germinated seeds are able to distribute via water to reach new 'Safe Sites'. Results of the seed rain experiments verify that a great number of seeds are transported by wind, in fact over a distance more than 100 m. The growth rate of the primary roots is rather low, although the seedling invests a lot of energy in the first few months to develop a proper root system. The delayed growth rate of the primary root is probably the main reason why most seedlings are not able to settle, and as a consequence the rate of establishment is very low. The results of the phenological investigations show that *M. germanica* produces a remarkable amount of infructescences, and that the number of seeds rises exponentially with the plant's size. Hence, the seed rain of the *Myricaria*-population at the location Kleblach is extraordinary high as well. The age determinations show that *M. germanica* is quite persistent. Surprisingly, there is no correlation between the age of a plant and the diameter of its primary root.

The results approve that the initial phase is the most critical stage in the life cycle of this plant. Furthermore, the variable habitat conditions are important for the rate of establishment. If restorations of floodplains are realized, it would be important to provide appropriate sites with different habitat conditions which allow a colonisation and establishment of a stable population. Depending on the age stage of *M. germanica*, the species

have different requirements to its habitat. Seedlings need open, moist sites with a low rate of redistribution. However, such a habitat is always a result of a previously high river dynamic. In contrast, adults can only survive, if the gravel bars are flooded constantly, because otherwise other shrubs will become dominant.

The results obtained from this diploma work should provide basic information to elaborate medium- to long-term safety precautions for *M. germanica* and its habitat. These data could be used as a basis to establish so called “expert rules” for a vegetation-succession-model in floodplains.

Key words: German Tamarisk (*Myricaria germanica*), Carinthia, upper Drau River, initial plantation, resettlement, germination, establishment, recruitment, adult plant, seed rain, dispersal, age determination, habitat mapping.

Danksagung

Herzlicher Dank gebührt

Priv. Doz. Mag. Dr. Gregory Egger, Auftraggeber der Arbeit und Betreuer vor Ort sowie Ansprechpartner bei der Fertigstellung der Arbeit für die großartige Unterstützung.

Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Gerhard Karrer für die wissenschaftliche Betreuung und geduldige Unterstützung.

O. Univ. Prof. Mag. Dr. Georg Grabherr für die Unterstützung im Laufe meines gesamten Studiums. Seine interessanten Exkursionen und Vorlesungen haben bei mir das Interesse für diese Studienrichtung überhaupt erst geweckt.

Mag. Dr. Roland Karl Eberwein für seine Hilfsbereitschaft und Bemühungen vor Ort im botanischen Garten Klagenfurt, bei der Durchführung und Planung der Versuche sowie die guten Ratschläge.

Mag. Dr. Susanne Aigner sowie allen Mitarbeitern des Umweltbüros Klagenfurt, die mir bei dieser Arbeit geholfen haben.

Mag. Helmut Kudrnovsky für die zahlreichen Tipps, der Hilfe bei der Literaturrecherche und die guten Korrekturvorschläge.

Frau Gudrun Moser sowie der Familie Wielscher für ihre Gastfreundschaft in Kärnten, im Speziellen bedanke ich mich bei meinem Bergführer und Wildspezialitätenhaubenkoch Markus.

Meinen Freunden Monika, Severin, Elisabeth, Katharina, Tanja, Mariella, Katrin und Stephanie gebührt ein ganz besonderer Dank für ihre Bemühungen.

Meiner Familie, im Speziellen meiner Mutter Angelika und meinem Bruder Urs für ihre Hilfe beim Verbessern der Arbeit.

Ein besonderer Dank gilt meinem Freund Stefan, der mich von Beginn an unterstützt und sich trotz seiner eigenen Dissertation immer Zeit genommen hat; er war mir eine nicht wegzudenkende Hilfe bei der Datenerhebung vor Ort sowie beim Verfassen der Arbeit selbst!

Finanziell unterstützt wurde diese Diplomarbeit von der Firma eb&p Umweltbüro GmbH.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Felicia Pia Lener, geb. am 04.09.1985 in Rum in Tirol

Mutter: Dr. jur. Angelika Lener

Vater: Univ. Prof. Dipl.-Ing Dr. techn. Gerhard Lener

Geschwister: Mag. phil. Urs Christoph Lener

Schulische Ausbildung

Matura am BG Feldkirch 2004

Universitäre Ausbildung

Studium an der Universität Wien:

Diplomstudium Biologie von 2005 - 2006

Diplomstudium Ökologie seit 2007

Studium an der Universität für Bodenkultur:

Bachelorstudium Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur seit 2009

Berufserfahrung und Praktika

Sommer 2007 und 2008: Praktikum Abwasseranalytik bei der ARA
Verbandsregion Feldkirch

Sommer 2009: Ferialpraktikantin beim Land Tirol in der Abteilung für
Umweltschutz

Zusätzliche Qualifikationen

Sprachkenntnisse: Gute Englischkenntnisse

EDV: Gute Anwendungskenntnisse in Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint),
Adobe Illustrator, Adobe Photoshop und Geografische Informationssysteme

Führerschein B