

# Habitats und Vorkommen der Deutschen Ufer-Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.): Vergleich zwischen Voll- und Restwasserstrecken

Von Gregory EGGER, Pamela Alessandra BAUR, Erwin LAUTSCH, Oliver STÖHR, Evelyn BRUNNER, Stephan SENFTER, Mario LUMASEGGER, Andreas NIEDERMAYR & Martin SCHLETTERER

## Zusammenfassung

Die Habitatansprüche der Deutschen Ufer-Tamariske und Effekte von Ausleitungskraftwerken auf die Habitats und das Vorkommen von Tamariskenbeständen wurden anhand von drei Restwasserstrecken und fünf Vollwasserstrecken von Fließgewässern in Österreich analysiert. Die ex-situ Keimversuche von *Myricaria germanica* zeigten, dass die Keimung der Samen bereits nach wenigen Stunden im Wasser begann und der Same im Mittel zwei Tage nach der Überflutung vollständig gekeimt war. Während der Keimphase investierte die Deutsche Ufer-Tamariske wenig in das Wurzel- und Sprosswachstum, dafür als junge Tamariske überwiegend in das Wurzelwachstum. Generell bestätigten die Felduntersuchungen, dass die höchsten Etablierungserfolge auf mehr oder minder offenen, bodenfeuchten und zugleich nicht extrem morphodynamisch beeinflussten Standorten zu finden waren. Die Analysen der Standortbedingungen für die Tamariske zeigten beim Abflussregime und der Morphodynamik nur geringe Unterschiede hinsichtlich mit und ohne Kraftwerkeinfluss auf. Die drei Restwasserabschnitte zeichneten sich durch eine deutlich geringere Vorkommenshäufigkeit der Tamariske aus, wobei hierfür auch flussmorphologische Aspekte als möglicher Grund zu nennen sind. In manchen Strecken (Voll- und Restwasser) war eine geringe Individuenanzahl der Keim- und Etablierungsphase gegeben. Diese Beobachtung unterstreicht die Tatsache, dass eine erfolgreiche Etablierung von neuen Tamarisken-Generationen nicht in allen Jahren gegeben ist. Zudem ist zu beachten, dass ausleitungsbedingte Änderungen des Abflussregimes in Bezug auf kleine (regelmäßig) auftretende Hochwässer sich negativ auf die jungen Entwicklungsphasen der Tamariske auswirken können. Um nachhaltige Tamarisken-Populationen in Restwasserstrecken zu erhalten, muss daher der Geschiebedurchgängigkeit und ganz besonders den bettbildenden Abflüssen ein besonderes Augenmerk geschenkt werden.

## Abstract

The habitat requirements of *Myricaria germanica* and the impact of the residual flow regime of hydropower plants on their habitats and occurrence was analyzed in Austria on three river sections within the influence of diversion plants and five river sections without. The ex-situ germination experiments showed that the germination of *Myricaria germanica* seeds began after only a few hours in the water and the seeds were germinated on average two days after the flooding. During the germination phase the German tamarisk invested little in root and shoot growth, but afterwards, the young plants showed rapid root growth. In general, the field survey confirmed that the success of establishment of *Myricaria germanica* was highest on sites which are more or less open, have high soil moisture and are also not significantly influenced by extrem morphodynamics. The analysis of the site conditions for the tamarisk showed only slight differences in the flow regime and the

## Schlüsselwörter

Deutsche Ufer-Tamariske, Habitatansprüche, Restwasserführung, Wasserkraftwerke, Österreich

## Keywords

*Myricaria germanica*, habitat requirements, residual flow regime, hydropower plants, Austria

morphodynamics with regards to and without the influence of hydropower plants. The three residual flow sections were characterized by a clearly lower occurrence of the tamarisk, although river morphological aspects could also be a possible reason for this. In some sections (natural and residual flow) there was a low number of individuals of the seedling and establishment phase. This observation underscores the fact that a successful establishment of new tamarisk generations is not possible in all years. Additionally it should be noted, however, that changes in the flow regime caused by diversion plants can have a negative effect on the young development phases of tamarisks in small (regularly occurring) floods. In order to maintain sustainable tamarisk populations in residual flow sections, special attention must be paid to the continuous transport of bed load and in particular, the river bed forming discharges.

### Einleitung

Aufgrund ihrer sehr spezifischen Lebensraumsprüche ist die Deutsche Ufer-Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) eine ausgezeichnete Indikatorart für ökologisch intakte alpine Fließgewässer (EGGER et al. 2010, LENER et al. 2013). Noch bis zu Mitte des vorigen Jahrhunderts war sie in Österreich weit verbreitet. Infolge des Habitatverlustes durch Flussregulierung, Ufersicherung und durch den Bau von Wasserkraftwerken ist sie mittlerweile bis auf die Vorkommen an der Isel, am Tiroler Lech und an der Oberen Drau (hier erfolgreich wiederangesiedelt) weitgehend verschwunden bzw. in Ostösterreich ausgestorben (siehe Überblick in KUDRNOVSKY & STÖHR 2013 sowie Angaben in WITTMANN & RÜCKER 2006, EGGER et al. 2010, LANDMANN 2013). Entsprechend hoch ist der Schutz- und Gefährdungstatus der Art sowie dessen Lebensraumtyp „Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica*“ (FFH-Code 3230). Dies trifft sowohl auf nahezu alle Bundesländer sowie auf die nationale österreichische Ebene (Status 1 „vom Aussterben bedroht“ in der Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs von NIKLFELD (1999)) und EU-Ebene (RL 92/43/EWG ABL 1992 Nr. L 206/17) zu. Lediglich für Nord- und Osttirol stufen NEUNER & POLATSCHKE (2001) die Tamariske als „derzeit nicht gefährdet“ ein. Allerdings wird aufgrund einer Gefährdung der empfindlichen Habitate von KUDRNOVSKY (2005) empfohlen, diese Einstufung zu überarbeiten. Nach der Tiroler Naturschutzverordnung 2006 § 2 wird die Tamariske als gänzlich geschützte Pflanzenart ausgewiesen. Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Wasserkraftnutzung in Abschnitten mit Vorkommen der Tamariske kommt der detaillierten Analyse möglicher Auswirkungen auf die Habitate und Vorkommen dieser Art eine zentrale Bedeutung zu. Die vorliegende Publikation stellt eine zusammenfassende Darstellung des von der Tiroler Wasserkraft AG finanzierten Forschungsprojektes „Tamariskenvorkommen an Fließgewässern im Zusammenhang mit einer Restwasserführung“ dar (EGGER et al. 2015), welches folgende zwei Forschungsfragen behandelt:

- Welche Lebensraumbedingungen müssen erfüllt sein, um langfristig stabile Tamariskenbestände zu sichern?
- Inwieweit wirken sich Restwasserführungen auf die Standortbedingungen und die Bestandsstabilität aus, die für das Vorkommen der Deutschen Ufer-Tamariske von Bedeutung sind?

Neben den spezifischen Erhebungen und Analysen zu den beiden Forschungsfragen und den gestellten Hypothesen (siehe Methodik) wurden darüber hinaus Untersuchungen zur Keimung der Tamariske durchgeführt.

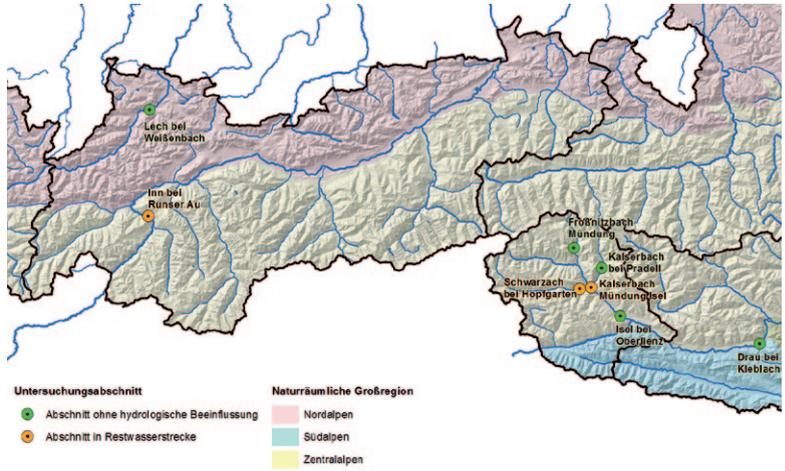
Entscheidend für sämtliche Aussagen zur Restwasserführung, insbesondere für die Bewertung von Eingriffen und deren Veränderungen, ist die naturnahe Referenz die Weißenbacher Au am Tiroler Lech. Diese bildet den Wertemaßstab und ist nicht als statisch zu betrachten, sondern unterliegt zeitlichen und räumlichen Veränderungen. Zudem ist jeder Flussabschnitt individuell zu betrachten und ist durch eine ganz bestimmte Historie und eine Faktorenkombination gekennzeichnet. Im Rahmen dieser Studie wurde zum einen auf ein statistisch abgesichertes Methodendesign großer Wert gelegt und zum anderen die Weißenbacher Au am Tiroler Lech als natürliche Referenzstrecke im Detail untersucht (vgl. BARTH 2015).

Vor dem Hintergrund der teils sehr kontroversiell und emotional geführten Diskussionen der nachhaltigen Energiegewinnung durch die Wasserkraft versus deren Einfluss auf die Naturnähe der Fließgewässer steht gerade die Restwasserführung durch Ausleitungskraftwerke in Österreich sehr im gesellschaftspolitischen Blickpunkt. Insbesondere dann, wenn – wie im Falle der vorliegenden Studie – ökologisch extrem sensible Arten und stark gefährdete Lebensräume betroffen sind. Gerade deshalb kommt auch der wissenschaftlichen Untersuchung dieser Fragen nicht nur eine unmittelbare hohe ökologischen Relevanz, sondern auch darüber hinaus eine enorme sozioökonomische Bedeutung zu.

### **Lage und hydrologische Charakteristik der Untersuchungsabschnitte**

Die Mehrzahl der untersuchten Flussabschnitte liegt am Lech und am Inn in Nordtirol und an der Isel sowie an deren Zubringern, dem Kalserbach, der Schwarzach und dem Mündungsbereich des Froßnitzbaches in den Tauernbach in Osttirol. Zusätzlich wurde ein Gebiet an der Oberen Drau in Kärnten ausgewählt (siehe Abb. 1). Konkret wurden im Zuge einer Geländebegehung folgende drei Restwasserabschnitte ausgewählt: die Kalserbach-Mündung in die Isel (Osttirol), der Inn auf Höhe Runserau (Nordtirol) und die Schwarzach bei Hopfgarten (Osttirol) (siehe Abb. 6, Abb. 10, Abb. 16). Zusätzlich wurden folgende fünf Vollwasserstrecken ohne hydrologische Beeinflussung durch ein Ausleitungskraftwerk untersucht: die Drau bei Kleblach (Kärnten), die Froßnitzbach-Mündung (Osttirol), der Kalserbach bei Pradell (Osttirol), die Isel bei Oberlienz (Osttirol) und der Lech bei Weißenbach (Nordtirol) (siehe Abb. 2, Abb. 4, Abb. 8, Abb. 12, Abb. 14). In Tab. 1 sind die hydrologischen Kennwerte der drei Ausleitungsstrecken jeweils mit dem aktuellen Restwasserabfluss sowie mit Naturabfluss (ohne Berücksichtigung der bestehenden Ausleitung) und in Tab. 2 die Kennwerte der fünf Untersuchungsabschnitte ohne Kraftwerkeinfluss angeführt (Anmerkung: Für den Inn/Runserau beträgt seit 22.12.2015 die Mindest-Dotierwassermenge 5 m<sup>3</sup>/s, welche durch die Maßnahmen i. Z. mit dem Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan an der Wehranlage Runserau (Umsetzung WRRL) umgesetzt wurde).

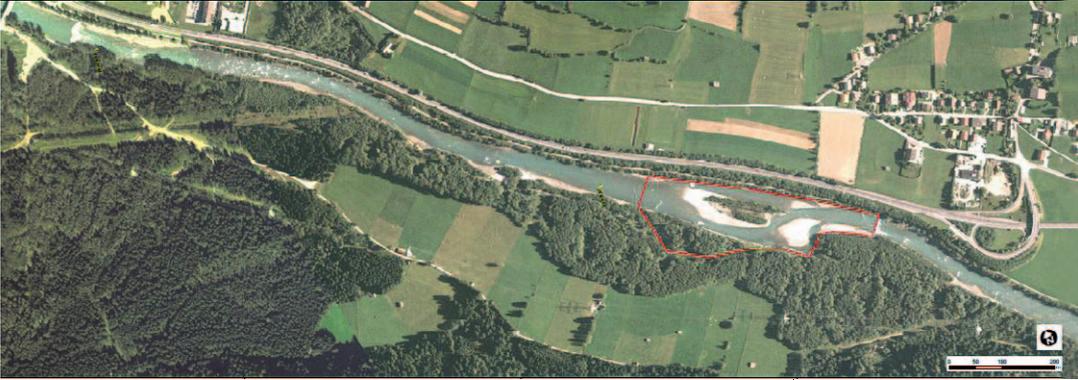
**Abb. 1:**  
Geographische  
Lage der acht  
Untersuchungsab-  
schnitte (aus: EGGER  
et al. 2015).



**Abb. 2:**  
Orthofoto des  
Untersuchungsab-  
schnittes Drau bei  
Kleblach (aus: EGGER  
et al. 2015).



**Abb. 3:**  
Überblicksfoto des  
Untersuchungsab-  
schnittes Kleblach.  
Foto: P. Baur



**Abb. 4:**  
Orthofoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Isel bei  
Oberlienz (aus:  
EGGER et al. 2015).



**Abb. 5:**  
Überblicksfoto  
des Untersuchungs-  
abschnittes Isel  
bei Oberlienz.  
Foto: P. Baur

**Abb. 6:**  
Orthofoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Kaiser-  
bach-Mündung  
(aus: EGGER et al.  
2015).



**Abb. 7:**  
Überblicksfoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Kalser-  
bach-Mündung.  
Foto: REVITAL



**Abb. 8:**  
Orthofoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Kalser-  
bach bei Pradell  
(aus: EGGER et al.  
2015).



**Abb. 9:**  
Überblicksfoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Kalser-  
bach bei Pradell.  
Foto: REVITAL



**Abb. 10:**  
Orthofoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes  
Schwarzach bei  
Hopfgarten (aus:  
EGGER et al. 2015).

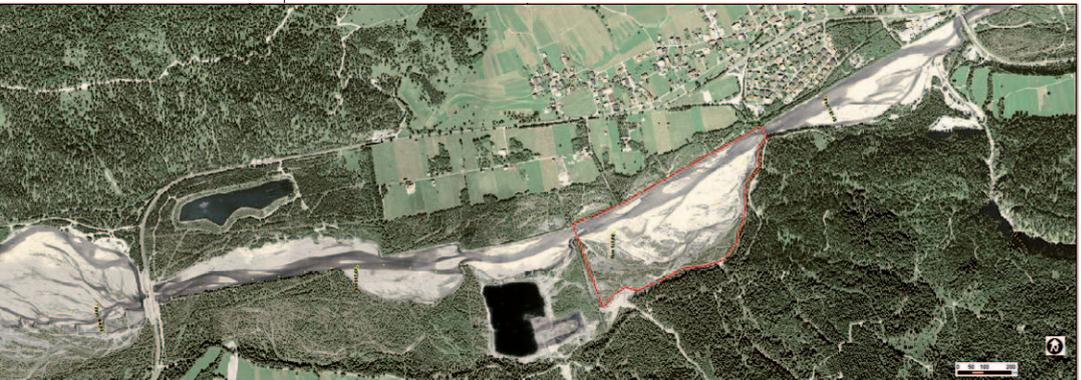


**Abb. 11:**  
Überblicksfoto  
des Untersuchungs-  
abschnittes  
Schwarzach bei  
Hopfgarten.  
Foto: REVITAL

**Abb. 12:**  
Orthofoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Froß-  
nitzbach-Mündung  
(aus: EGGER et al.  
2015).



**Abb. 13:**  
Überblicksfoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Froß-  
nitzbach-Mündung.  
Foto: REVITAL



**Abb. 14:**  
Othofoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Lech  
bei Weißenbach  
(aus: EGGER et al.  
2015).



**Abb. 15:**  
Überblicksfoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Lech  
bei Weißenbach.  
Foto: G. Egger



**Abb. 16:**  
Orthofoto des  
Untersuchungs-  
abschnittes Inn bei  
der Runserau (aus:  
EGGER et al. 2015).



**Abb. 17:**  
Überblicksfoto  
des Untersuchungs-  
abschnittes Inn  
bei der Runserau.  
Foto: P. Baur

Alle ausgewählten Referenzabschnitte („Vollwasser“) sowie Kraftwerksabschnitte („Restwasser“) zeichnen sich durch rezente Tamariskenvorkommen aus (Abb. 1). Aus Synergiegründen wurden vorrangig Gewässer ausgewählt, die eine gute Datensituation hinsichtlich Hydrologie und Geschiebefracht aufweisen. Weitere Kriterien für die Auswahl der Abschnitte waren ausreichende Flächengröße bzw. Abschnittslängen im Hinblick auf die Datenaufnahme (mind. 250 m Länge) sowie Abschnitte mit gutem Kenntnisstand aufgrund bereits durchgeführter Bearbeitungen (vgl. EGGER et al. 2007, EGGER et al. 2010, KUDRNOVSKY & STÖHR 2013, LENER et al. 2013) oder spezifischer Angaben aus der Literatur im Hinblick auf die aktuelle Situation der Deutschen Ufer-Tamariske (POLATSCHKE et al. 2001, WITTMANN & RÜCKER 2006, KUDRNOVSKY 2007, 2013, KOCH & KOLLMANN 2012, WERTH & SCHEIDEGGER 2014).

Abflüsse in m <sup>3</sup> /s	Inn/ Runserau (Natur)	Inn/Runserau (Restwasser)	Kalserbach/ Mündung (Natur)	Kalserbach/ Mündung (Restwasser)	Schwarzach (Natur)	Schwarzach (Rest- wasser)
NQT	6.9	1.0	0.48	0.2	0.87	0.87
MJNQT	14.1	1.0	0.82	0.3	1.5	0.88
MQJahr	85.6	26.1	7.7	2.4	9.1	5.8
MQSommer (Juni–Aug.)	152	70	19.6	14.3	19	14.1
Q10	231	146	29	23.7	28.5	26.2
NHQ	270	185	36.4	31.1	38.5	33.9
HQ2	400	315	41.9	36.6	64	59.4
MHQ	420	335	46.3	41	68	63.4
HQ5	501	416	60.3	55	80	80
HQ10	574	574	74.4	74.4	107	107
HQ100	801	801	121	121	288	288

Tab. 1: Hydrologische Kennwerte mit Naturabfluss und Restwasserabfluss der Untersuchungsabschnitte im Bereich bestehender Ausleitungskraftwerke (Beobachtungszeitraum: 2004–2011).

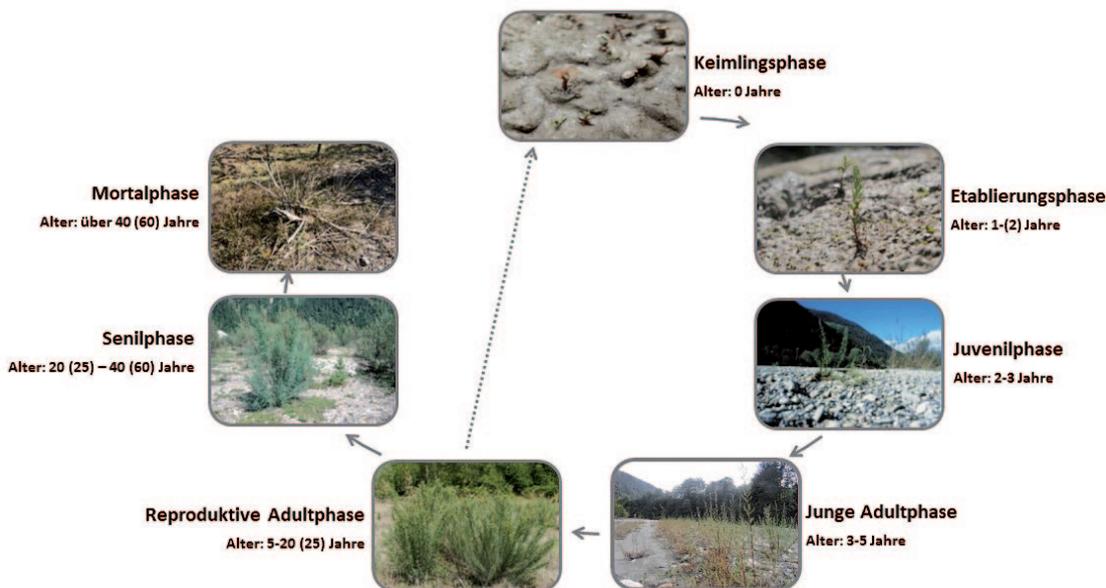
Abflüsse in m <sup>3</sup> /s	Isel/ Oberlienz	Lech/ Weißbach	Froßnitzbach/ Mündung	Kalserbach/ Pradell	Drau/ Kleibach
NQT	2.9	5	0.14	0.32	13.2
MJNQT	6	9.3	0.2	0.54	18.8
MQJahr	37.9	43.7	1.85	5.1	70.5
MQSommer (Juni–Aug.)	86.2	73.7	4.2	13	138
Q10	127	126	7.8	19.2	185
NHQ	148	234	14.9	27.7	250
HQ2	246	350	25	31.8	320
MHQ	277	362	28.2	35.2	375
HQ5	364	450	45	45.9	480
HQ10	442	520	62	56.5	580
HQ100	718	762	115	91.7	1000

Tab. 2: Hydrologische Kennwerte der untersuchten nicht-kraftwerksbeeinflussten Abschnitte Ausleitungskraftwerke (Beobachtungszeitraum: 2004–2011 bzw. 2004–2012 für den Lech).

## METHODIK

### Überblick und Vorgehensweise

Auf Basis umfangreicher Geländeerhebungen im Jahr 2014 wurden die Entwicklungsphasen von *Myricaria germanica* sowie Vegetationsstruktur und Standorteigenschaften auf 240 Einzelflächen (Plots) erhoben. Zusätzlich wurde für alle acht Abschnitte ein numerisches, zweidimensional tiefengemittelttes Hydraulikmodell (Hydro\_AS-2D) erstellt und die hydraulischen Kenngrößen wie Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Sohlschubspannung für unterschiedliche Abflüsse berechnet. Die Lokalisierung der Plots wurde auf Basis einer stratifizierten Randomisierung festgelegt. Als Kartierungsgrundlage dienten in allen Abschnitten mittels UAV's (Unpiloted Aerial Vehicles) erstellte aktuelle Orthofotos und mittels der SfM (Structure for Motion)-Methode ausgearbeitete digitale Geländemodelle. Letztere waren auch Grundlagen für die hydraulischen Berechnungen mittels der numerischen 2D-Modelle. Zusätzlich wurden Untersuchungen zum Grundwasser im Abschnitt Isel bei Oberlienz durchgeführt.



### Auswahl der Probeflächen (Plots) in den Gewässerabschnitten

Die Plotauswahl (30 Plots pro Untersuchungsabschnitt) erfolgte mittels randomisierter Stratifizierung, bei welcher die Faktorenkombination aus drei Substratklassen (feines, mittleres, grobes Substrat) und aus drei Häufigkeitsklassen der Tamariske (keines, geringes, häufiges Vorkommen) in Summe neun Straten (Flächen gleicher Faktorenkombination) ergaben. Diese gewährleisteten, dass sowohl zwei Drittel der Flächen mit Tamarisken untersucht wurden, aber auch Flächen ohne Tamarisken aufgenommen werden konnten. Die räumliche Auswahl und Verortung der Plots am Orthofoto der einzelnen Straten mittels Zufallsauswahl erfolgte durch GIS-Operationen.

### Untersuchte Parameter pro Plot

Die Parameter, die für jeden Plot erhoben bzw. im Falle der Hydraulikparameter Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Sohlschubspannung (jeweils für die unterschiedlichen Abflüsse) durch eine GIS-Verschneidung mit den Ergebnissen des Hydraulikmodells ermittelt wurden, sind im Anhang in Tab. 5 aufgelistet.

### Ex-situ Keimversuche und Rhizotronexperimente

Die Gefäße wurden mit den unterschiedlichen Substrattypen 1) Kies mit Grobsand (Originalsubstrat), 2) schluffigem Feinsand (typisch für flussnahe Mulden) und 3) Mittelsand (ohne Schluffanteil; typisch für Uferwall) gefüllt. Pro Gefäß wurden 15 Samen von *Myricaria germanica* gegeben. Das Keimversuchs-Experiment wurde unterteilt in Überstauung (in größere Gefäße gestellt und 24 Stunden mit Wasser überflutet, danach Wasserablassung) und in Untersuchung von Grundwasserein-

**Abb. 18:**  
Die sieben Entwicklungsphasen von *Myricaria germanica*.

fluss (in eine Wanne mit Wasser gestellt und täglich besprüht als Simulation eines mittleren Regenereignisses). In selbstgebauten Rhizotronen wurde das Spross- und Wurzelwachstum unter unterschiedlichem Substrat beobachtet.

### **Drohnenbefliegung**

Im Rahmen des Projektes wurden von der Firma ARDIS Airpicture Befliegungen mittels Drohnen (UAV's) durchgeführt. Aus den gewonnenen Luftbildern wurden mit fotogrammetrischen Verfahren detaillierte Oberflächenmodelle mit einer Auflösung von wenigen Zentimetern erstellt.

### **Hydraulik-Modell**

Die hydraulischen Parameter (siehe Anhang Tab. 5) für charakteristische Abflusswerte wurden mit dem zweidimensional tiefengemittelten Strömungsmodell Hydro\_AS-2d berechnet. Für jeden Abschnitt wurden mindestens elf Rechenläufe für die definierten Abflusswerte durchgeführt. Falls es sich um eine Restwasserstrecke handelte, wurde sowohl die Hydraulik für den Naturzustand („Naturabfluss“) als auch für die aktuellen Restwasserbedingungen („Restwasserabfluss“) untersucht (siehe Tab. 1; Details siehe EGGER et al. 2015). Die je nach Abfluss überströmten Bereiche und dort berechneten hydraulischen Kenngrößen wurden für die weitere Datenverarbeitung als Rasterdatensätze ausgegeben.

### **Statistische Auswertung**

Die Merkmale pro Erhebungsplot wurden varianzanalytisch ausgewertet. Die Aussagekraft der Unterschiede der Merkmale wurden mit dem Grad der Varianzaufklärung  $ETA^2$ -Wert ermittelt. Zusätzlich fand für die drei kraftwerksbeeinflussten Abschnitte (Runserau, Kalserbach-Mündung und Schwarzach) eine Berechnung für sämtliche Parameter des 2D-Modells für den Ausleitungsabfluss und für den Abfluss ohne Ausleitung („Naturabfluss“) statt. Die Unterschiede wurden jeweils anhand der Differenz der Mittelwerte („Naturabfluss“ – „Restwasserabfluss“) und dem Quotienten („Naturabfluss“ / „Restwasserabfluss“) aller Plots berechnet und mittels ANOVA (F-Test/Signifikanz und  $ETA^2$ /Stärke) statistisch geprüft.  $ETA^2$  ist vergleichbar mit dem Bestimmtheitsgrad  $R^2$ .

Zur Darstellung der Standorteigenschaften und des Vorkommens von Tamarisken in der Keimungs- und Etablierungsphase wurden die Ergebnisse der Plots aller acht Untersuchungsabschnitte in Form von Boxplots (Median mit 25 und 75 Perzentil, Minimum und Maximum) dargestellt.

Mittels PCA (Hauptkomponentenanalyse) konnten die konkret messbaren Standorteigenschaften zu komplexen (nicht direkt messbaren) Eigenschaftskomponenten zusammengefasst werden. Eine weitere Möglichkeit zur Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Standorteigenschaften und Tamariskenvorkommen unter Berücksichtigung des Einflusses des Kraftwerkbetriebs wurde mit der Kreuztabellenanalyse umgesetzt.

Sämtliche statistische Berechnungen und Analysen wurden in den Softwares RStudio Version 1.0.44 und IBM SPSS Statistics Version 21.0 durchgeführt.

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### Keimgeschwindigkeit und Keimrate

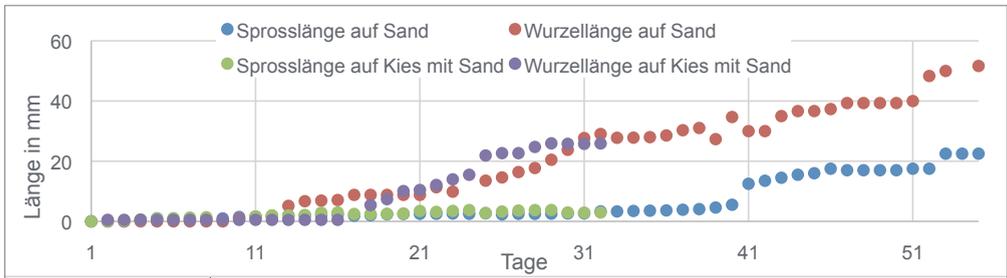
Die Keimung der Samen von *Myricaria germanica* begann bereits nach wenigen Stunden im Wasser, wobei der Samen in dieser Studie im Mittel zwei Tage nach der Überflutung vollständig gekeimt war. Bei LENER et al. (2013) konnte die erste Keimung in wassergefüllten Petrischalen bereits nach fünf Stunden beobachtet werden und nach 50 Stunden waren mehr als 80 % der Samen gekeimt, was eine rasche Keimung mit hoher Keimrate darstellt. Im Gegensatz zu LENER et al. (2013) fanden die durchgeführten Keimversuche von EGGER et al. (2015) auf Substrat und ohne Vorkeimung in Wasser und Luft statt. Insgesamt wiesen in diesem Versuchsansatz die Samen von *Myricaria germanica* (genehmigte Entnahme 2014 an der Drau bei Kleblach) eine hohe mittlere Keimrate von 76,9 % auf Substrat auf. Auf kiesigem Substrat war die höchste mittlere Keimrate mit 83,3 % zu finden. Die rascheste Keimung befand sich mit durchschnittlich 1,7 Tage auch auf kiesigem Substrat. Die höchste Keimrate von 91,7 % kam beim Versuchsansatz von 24 Stunden Überstauung vor. Jedoch betrug die Zeit bis zum ersten ausgebildeten Keimling im Mittel drei Tage, d. h. zwei Tage nach der Überflutung waren die Samen vollständig gekeimt. Die relativ langsame bzw. späte Keimung könnte durch die geringen Lufttemperaturen am Versuchs-ort (konstant bei 15°C) eine Rolle gespielt haben, da zur normalen Keimungszeit von *Myricaria germanica* die Lufttemperaturen an sonnigen Tagen in der Regel deutlich höher sind.

Mittelwerte der Substrat-/Testversuche	Tage bis zum ersten Keimling	Keimrate [%]
Gesamt (N = 50)	2,9	76,9
auf Sand (N = 10)	3,6	67,4
auf Kies (N = 5)	2,5	83,3
auf Kies mit Sand (N = 10)	1,7	66,7
mit Überstauung (N = 10)	3,0	91,7
mit Grundwassereinfluss (N = 15)	2,3	83,8

### Wurzel- und Sprosswachstum in der Keimphase

Das Sprosswachstum zeigte im Mittel kaum Unterschiede ob auf Sand bzw. Kies mit Sand. Auch im Wurzelwachstum waren nur geringe Differenzen erkennbar. Auf Sand war das Wurzelwachstum im ersten Monat etwas geringer, danach waren auch hier die Wachstumsraten auf Kies und Sand annähernd vergleichbar (Abb. 19). Auffallend ist, dass sowohl das Wurzel- als auch Sprosswachstum innerhalb der Keimphase sehr gering war. Nach ca. 10 bis 15 Tagen erreichten die Wachstumsraten bei den Wurzeln im Mittel 1 mm/Tag, hingegen beim Spross im Mittel nur einen Bruchteil davon, wobei die Sprosswachstumsraten sehr heterogen waren. Es liegt der Schluss nahe, dass die jungen Tamarisken zu Beginn überwiegend in das Wurzelwachstum investieren (vgl. OPITZ 1993). Damit vermögen sie möglichst rasch das Grundwasser bzw. den Kapillarsaum zu erreichen (BILL et al. 1997, KAMMERER 2003, KERBER et al. 2007). Berücksichtigt man, dass bei kiesigem Substrat mit Grobsand (je nach Feinsubstratanteil) der Kapillarsaum ca. 50 bis 70 cm über den Grundwasserspiegel liegt, so erreichen die jungen Tamarisken den

**Tab. 3:**  
Mittelwerte der  
Ergebnisse der  
Keimversuche.



**Abb. 19:**  
Mittleres Spross-  
und Wurzelwachstum auf Sand und  
Kies mit Sand.

Kapillarsaum auf Standorten bis zu einem Meter Grundwasserflurabstand (welcher im flussnahem Bereich weitgehend dem Abstand zum Flusswasserstand entspricht) nach ca. einem Monat und sind damit weitgehend unabhängig von Niederschlägen.

### **Hydromorphologische Habitatbedingungen zur Sicherung langfristig stabiler Tamariskenbestände**

Um die erste Forschungsfrage „Welche Lebensraumbedingungen müssen erfüllt sein, um langfristig stabile Tamariskenbestände zu sichern?“ der vorliegenden Studie zu beantworten, wurden zwei Hypothesen aufgestellt, welche zum einen die hydraulischen und zum anderen die ökologischen Standortbedingungen für die Tamariske in den Fokus stellen.

**Hypothese 1:** „Für die langfristige Sicherung stabiler Tamariskenbestände ist innerhalb eines Flussabschnittes ein kleinräumig stark variiierendes Mosaik unterschiedlich hydromorphologisch beeinflusster Standorte Voraussetzung. Prägend für die Standortunterschiede sind die je nach Abflussmenge unterschiedlichen hydraulischen Parameter.“

Die Deutsche Ufer-Tamariske zeichnet sich je nach Lebensphase durch unterschiedliche Ansprüche an den Standort aus. Zudem variieren auch die Standortbedingungen jährlich je nach Hochwassereinfluss, Abflussmenge etc. Um unter diesen wechselnden Bedingungen langfristig einerseits eine erfolgreiche Reproduktion, andererseits auch ein Überleben von adulten, samentragenden Individuen innerhalb eines Flussabschnittes über mehrere Jahre sicherzustellen, sind unterschiedliche Standorteigenschaften wie Entfernung zum Fluss, Höhe über Mittelwasser, Stabilität des Standortes, Substrat usw. ein wesentliches Merkmal (OPITZ 1993, BILL et al. 1997, KAMMERER 2003, KERBER et al. 2007). Prägend für die Standortunterschiede sind die je nach Abflussmenge unterschiedlichen hydraulischen Parameter. Dies konnte auch im Rahmen dieser Studie mittels statistischer Analysen klar bestätigt werden. Die mittels Hydraulikmodell ermittelten Abflussparameter Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Sohlschubspannung sind entscheidend für die Erklärung der Unterschiede der Standorte. Der Erklärungsgrad (über alle Parameter, siehe Tab. 5 im Anhang) reduziert sich ohne die drei

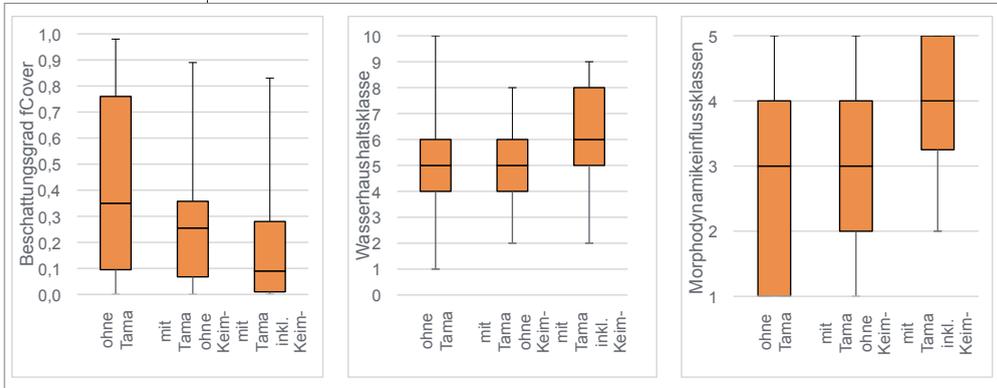
hydraulischen Habitatparameter Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Sohlschubspannung von 91 % auf 56 %, was deren zentrale Bedeutung hervorhebt. Dadurch kann Hypothese 1 als bestätigt angesehen werden.

**Hypothese 2:** *„Die Etablierungserfolge sind auf mehr oder minder offenen, bodenfeuchten und zugleich nicht extrem morphodynamisch gestörten Standorten am höchsten.“*

Der Keimungsprozess wird im Wesentlichen durch eine Befeuchtung des Samens ausgelöst. Die Deutsche Ufer-Tamariske benötigt für die Keimung einen mehr oder minder offenen Standort (Lichtkeimer). Des Weiteren ist für die erfolgreiche Keimung ein feuchtes Keimbett Voraussetzung (durch hoch anstehendes Grundwasser bzw. Kapillarsaum oder Wassersättigung des Bodens infolge Überflutung). Um eine erfolgreiche Etablierung zu gewährleisten, darf der Standort infolgedessen weder erodiert, umgelagert oder sedimentiert werden, da dies die junge Tamariske in der Keimlings- und Etablierungsphase zerstören würde (KAMMERER 2003).

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass sich die Vorkommensflächen (Plots) mit Tamarisken in der Keimungs- und Etablierungsphase im Gegensatz zu Plots mit älteren Tamarisken durch offene bzw. kaum beschattete Standorte auszeichneten. Der Median des Beschattungsgrades (fCover) war bei der Gruppe, in der keine Tamarisken zu finden sind, am größten (= 0,35). Bei der Gruppe mit Tamarisken inklusive der Keim- und Etablierungsphase war der Median von fCover am niedrigsten (= 0,09). Somit nahm im Mittel die Beschattung von der ersten zur dritten Gruppe hin ab (siehe Abb. 20). Die größte Streuung hinsichtlich der Beschattung wiesen die Plots ohne Tamariskenvorkommen auf. Die Maximalwerte waren bei allen drei Gruppen gleich (Maximum = 5). Erstaunlich war, dass die Gruppe ohne Tamarisken und die Gruppe mit Tamarisken, aber ohne Keim- oder Etablierungsphase den gleichen Median besaßen. Die Tamarisken mit Keim- und Etablierungsphase wiesen im Mittel die höchste Morphodynamik auf (Median = 4). Dabei ist zu beachten, dass die Tamariskenspflanzen selbst ihren Standort insofern beeinflussen, als dass das Substrat mit Hilfe der Wurzeln stabilisiert wird und zugleich infolge der erhöhten Rauigkeit auch die Fließgeschwindigkeit im unmittelbaren Nahbereich der Pflanzen herabgesetzt wird. Dieser Rückkoppelungseffekt kann dazu führen, dass mit zunehmender Größe und Dichte der Tamariskenbestände die Flussdynamik in ihrer Wirkung reduziert wird und Standorte mit etablierten Tamariskenbeständen tendenziell eine geringere Morphodynamik aufweisen. Die größte Streuung besaßen auch hier die Plots ohne Tamariskenvorkommen (Abb. 20). Zugleich zeichneten sich die Plots mit Tamarisken in der Keimungs- und Etablierungsphase durch feuchtere Standorte aus (Abb. 20).

Damit wurde Hypothese 2, dass die Etablierungserfolge auf mehr oder minder offenen, bodenfeuchten und zugleich nicht extrem morphodynamisch gestörten Standorten am höchsten sind, durch die Auswertungen bestätigt.



**Abb. 20:** Vergleich des Beschattungsgrades, der Wasserhaushaltsklassen und der Morphodynamik-Einflussklassen (Definitionen siehe Tab. 6 im Anhang) in den drei Gruppen: ohne Tamarisken (N = 113), mit Tamarisken ohne Tamarisken-Keimlinge (N = 84) und mit Tamarisken inklusive Tamarisken-Keimlinge (N = 46); (Tama = Tamariske, Keim-Tama = Tamariske in der Keim- und Etablierungsphase).

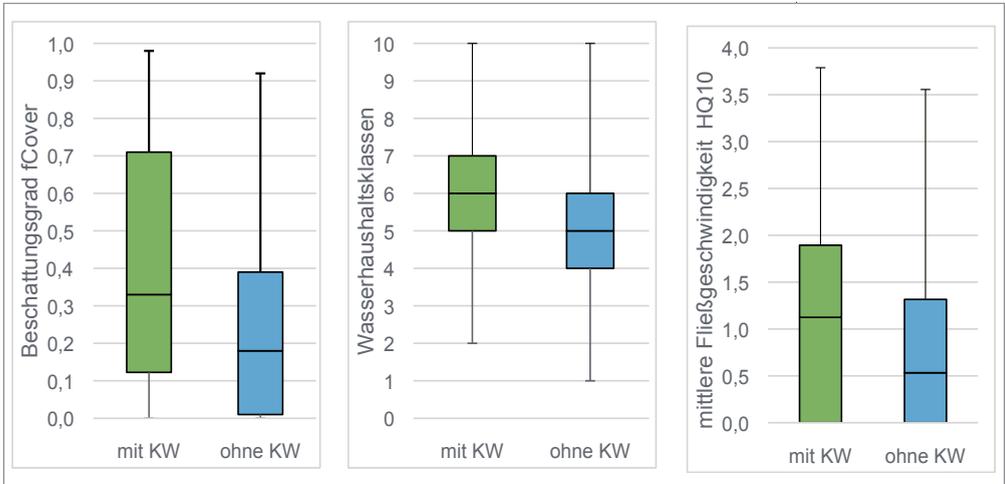
### Auswirkung von Restwasserführung auf die Standortbedingungen und die Bestandsstabilität von Vorkommen der Deutschen Ufer-Tamariske

Um die zweite Forschungsfrage „Inwieweit wirken sich Restwasserführungen auf die Standortbedingungen und die Bestandsstabilität aus, die für das Vorkommen der Deutschen Ufer-Tamariske von Bedeutung sind?“ in dieser Studie zu beantworten, wurden drei Hypothesen zu Auswirkungen von Ausleitungen hinsichtlich Veränderungen der Vorkommenshäufigkeit von Tamarisken, der Standortbedingungen und des Abflussregimes bzw. der Morphodynamik aufgestellt.

**Hypothese 3:** „Ausleitungskraftwerke verändern das Abflussregime und die Morphodynamik und damit die Standortbedingungen für die Tamariske.“

Das Vorkommen stabiler Tamariskenbestände ist weitgehend an Umlagerungsstrecken von Fließgewässern gebunden. Diese zeichnen sich durch eine Kombination aus mehr oder minder hoher Abflussdynamik und hoher Morphodynamik (inkl. Geschiebeeintrag) aus. Änderungen im Abflussregime und/oder Geschiebehaushalt ziehen somit auch eine Änderung der Habitateigenschaften nach sich. Wobei die Reduktion von kleineren Hochwasserereignissen (bis ca. HQ2/HQ5) insbesondere die Gewässerbett- und Ufermorphologie betrifft (mehr oder minder „ständige“ Veränderung). Hingegen sind größere Hochwasserereignisse durch Verlegung des Hauptarmes oder Schaffung von Seitenarmen für die Entstehung neuer Pionierstandorte verantwortlich (BILL et al. 1997, EGGER et al. 2009).

Die Auswertung der Plots mit und ohne Kraftwerke zeigten in Hinblick auf die ausgewählten Standortparameter (ohne nähere Spezifizierung der einzelnen Phasen, siehe Hypothese 4) statistisch nur eingeschränkte Unterschiede. Lediglich der Beschattungsgrad war in den Plots ohne Kraftwerkeinfluss etwas geringer, die Wasserhaushaltsklasse (Bodenfeuchtigkeit) war ebenfalls um eine Klasse geringer und die mittleren Fließgeschwindigkeiten waren bei einem HQ10 ebenso etwas geringer (siehe Abb. 21). Alle anderen untersuchten Parameter zeigten keine Unterschiede zwischen den Plots mit und ohne Kraftwerkeinfluss.



**Abb. 21:** Vergleich des Beschattungsgrades (0 = vollständig beschattet, 1 = unbeschattet), des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsklassen siehe Tab. 7 im Anhang) und der mittleren Fließgeschwindigkeit bei einem HQ10 mit (N = 84; grün) und ohne Kraftwerkseinfluss (N = 159; blau); KW = Ausleitungskraftwerk).

Allerdings zeigte der Vergleich von Naturabfluss und Restwasserabfluss der drei Restwasserstrecken, dass in Hinblick auf die absoluten Mittelwertdifferenzen vor allem die Fließgewässertiefen vom Sommer-Mittelwasser ( $p = 0.000$ ,  $ETA^2 = 0.198$ ) bis hin zu Situationen mit mittleren Hochwässern ( $p = 0.000$ ,  $ETA^2 = 0.424-0.679$ ) sich infolge der Ausleitung statistisch signifikant unterscheiden. In Hinblick auf das Verhältnis Naturabfluss/ausgeleiteter Abfluss zeigten die Fließgewässertiefen ( $p = 0.000-0.015$ ,  $ETA^2 = 0.099-0.276$ ), die Fließgeschwindigkeit ( $p = 0.000$ ,  $ETA^2 = 0.228-0.270$ ) und die Sohlschubspannung ( $p = 0.000$ ,  $ETA^2 = 0.223-0.270$ ) des HQ5, HQ10 und des HQ100 deutliche und statistisch signifikante Unterschiede.

Die aufgestellte Hypothese 3, dass Ausleitungskraftwerke das Abflussregime und die Morphodynamik und damit die Standortbedingungen für die Tamariske verändern, konnte anhand des Vergleichs der nicht ausgeleiteten und ausgeleiteten Abschnitte hinsichtlich Beschattungsgrad, Wasserhaushaltsklasse und der mittleren Fließgeschwindigkeiten bei einem HQ10 Abfluss nur in geringem Ausmaß bestätigt werden. Der überwiegende Anteil der untersuchten Parameter zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Hingegen bestätigte der Vergleich der hydromorphologischen Standortparameter bei Restwasserabfluss und Naturabfluss in den drei untersuchten Restwasserstrecken die Hypothese 3.

**Hypothese 4:** „Die Entwicklungsphasen von Tamariskenbeständen zeichnen sich durch eine unterschiedliche Ausprägung der Standortfaktoren aus. Infolge kraftwerksbedingter Ausleitungen werden die Standortfaktoren für die einzelnen Entwicklungsphasen der Tamariske verändert.“

Die einzelnen Entwicklungsphasen der Tamariske sind in Hinblick auf die Standortanforderungen und insbesondere auch in Hinblick auf die Sensibilität gegenüber Standortparametern teilweise sehr unterschiedlich

einzuordnen. Daher ist die Frage, welche Auswirkungen kraftwerksbedingte Änderungen der Standortbedingungen nach sich ziehen, immer in Bezug auf die Entwicklungsphasen der Tamariske zu beurteilen (BROGGI 2013).

In den ausgewählten Untersuchungsabschnitten zeigten die für mit und ohne Kraftwerkseinfluss analysierten Ergebnisse der Standortfaktoren in Hinblick auf die zwei zusammengefassten Entwicklungsphasen der Tamariske (mit bzw. ohne Keimlings- und Etablierungsphase) bzw. auf Plots ohne Tamariske kaum statistisch signifikante Mittelwertsunterschiede. Die aufgestellte Hypothese konnte in diesem Punkt nicht bestätigt werden.

Die Standortfaktoren spiegelten sich jedoch sehr klar in den für die Abschnitte prägenden Parameter („Hauptkomponenten“) wider. Ungefähr 50 % Erklärungswert wurde alleine durch die Flussdynamik kleiner Hochwässer sowie die Überflutungshöhe der Standorte bei Hochwasser erklärt. Dies unterstreicht die hohe ökologische Bedeutung dieser Faktoren in Hinblick auf das Vorkommen/Nichtvorkommen der jungen Tamarisken-Entwicklungsphasen. Des Weiteren gaben die Beschattung, die Prozessfaktoren Morphodynamik und Überflutungseinfluss und der Bodenwasserhaushalt weitere 25 % Erklärungswert. Geringeren Erklärungswert besaßen die Flussdynamik großer Hochwässer und das Substrat (in Summe 8 %). Mit diesem Ergebnis wurde unterstrichen, dass sich in erster Linie ausleitungsbedingte Änderungen des Abflussregimes kleiner, aber regelmäßig auftretender Hochwässer deutlich negativ auf die jungen Entwicklungsphasen der Tamariske auswirken können. Des Weiteren waren Beschattung und Bodenwasserhaushalt wesentliche Komponenten. Vergleich man allerdings das Streudiagramm der Hauptkomponenten 1 und 2 (Flussdynamik kleiner Hochwässer sowie die Überflutungshöhe der Standorte bei Hochwasser) mit den einzelnen Standortfaktoren, so war generell nur ein schwacher Zusammenhang zu diesen gegeben. Damit wurden die geringen Mittelwertsunterschiede bestätigt, was sich auch in der Kreuztabellen-/Kontingenztafelanalyse zeigte (Details siehe EGGER et al. 2015). Die für die einzelnen Hauptkomponenten differenzierte Auswertung der sechs Kraftwerks-Tamariskenprofile (Kombination aus jeweils mit und ohne Kraftwerkseinfluss mit den jeweiligen zwei zusammengefassten Entwicklungsphasen sowie ohne Tamariskenvorkommen) in Hinblick auf deren Bedeutung der Differenzierung der Profile zeigte, dass die Hauptkomponenten 1 „Flussdynamik kleiner Hochwässer“, 2 „Überflutungshöhe bei Hochwasser“, 5 „Bodenwasserhaushalt“, 6 „Flussdynamik großer Hochwässer“ und 7 „Substrat“ nicht statistisch signifikant waren, allerdings zeigte die Beschattung (Hauptkomponente 3) für das Profil „Mit Kraftwerkseinfluss/keine Tamarisken“ eine statistisch gesicherte Relevanz. Damit wurde die Hypothese 4 insofern teilweise bestätigt, als dass die ökologisch sensible Entwicklungsphase der Keimung und Etablierung durch die Prozessfaktoren Morphodynamik und Überflutungseinfluss entscheidend geprägt werden. Allerdings konnte die aufgestellte Hypothese 4, wonach kraftwerksbedingte Ausleitungen die Standortfaktoren und damit die Entwicklungsphasen verändern (vgl. auch MÜLLER 2014), nicht generell bestätigt werden.

**Hypothese 5:** „Ausleitungen können zu einer geänderten Vorkommenshäufigkeit der einzelnen Entwicklungsphasen der Tamariske führen.“

Reproduktive Adultbestände sind Voraussetzung für einen hohen Samendruck, sodass potenzielle Keimhabitats im nahen Umfeld – bei passenden Standorteigenschaften (feuchtes, offenes Keimbett) – auch erfolgreich besiedelt werden (LENER et al. 2013). Junge Phasen (Keimungs-, Etablierungs- und junge Adultphasen) zeigen an, dass das Standortpotenzial und die konkreten Standortbedingungen gegeben sind und die Reproduktion kurz- und mittelfristig erfolgreich ist. Dadurch werden ältere, absterbende oder infolge der Flussdynamik zerstörte Bestände laufend wieder ersetzt (GEWOLF 2013). Dabei ist zu beachten, dass es auch unter natürlichen Bedingungen nicht zwingend jedes Jahr zu einer erfolgreichen Keimung und Etablierung eines Jungbestandes kommen muss.

Generell zeigten die drei untersuchten Kraftwerksabschnitte eine geringere Vorkommenshäufigkeit der Tamariske als die fünf Nichtkraftwerksabschnitte (siehe Abb. 22). Insbesondere war ein deutlicher Unterschied in der Individuenanzahl der Keim- und Etablierungsphase gegeben. Es sind jedoch auch zwei Ausnahmen hervorzuheben: Zum einen konnten im Nichtkraftwerksabschnitt Weißenbachau/Lech (nahezu) keine Keimlinge bzw. einjährige Jungpflanzen (Etablierungsphase) nachgewiesen werden (siehe auch BARTH 2015), andererseits wurde im Kraftwerksabschnitt Runserau am Inn eine sehr hohe Anzahl von Keimlingen nachgewiesen. Die Anzahl von Tamarisken in den adulten Phasen schwankt – aufgrund der Dynamik als auch in Abhängigkeit von der Gewässergröße und Morphologie – stark. So zeigten beispielsweise die Referenzstrecken wie der Lech und auch die Froßnitzbachmündung auffallend geringe Individuendichten.

Im Gegensatz zur Häufigkeitsverteilung der Individuen pro Phase und Standort zeigte sich bei den Deckungsgraden eine deutlich andere Verteilung der Entwicklungsphasen (siehe Abb. 23). Den höchsten Deckungsgrad wies in allen Standorten die reproduktive Adultphase auf, unabhängig davon, ob dieser Standort von einem Kraftwerk beeinflusst wird oder nicht. Im Mittel nahm der Deckungsgrad von der Keim- zur reproduktiven Adultphase zu und danach wieder ab. Die restlichen Phasen besaßen meist einen geringen Deckungsgrad (kleiner 1 %). Den höchsten Deckungsgrad wies die reproduktive Phase in Kleblach mit 19 % auf. Auch die Standorte Oberlienz (14 %) und Kalserbach-Pradell (12 %) wiesen in der reproduktiven Adultphase höhere Deckungsgrade als die Standorte mit Kraftwerkeinfluss auf. Die Kraftwerksabschnitte hatten in der reproduktiven Adultphase Deckungsgrade kleiner 10 %.

Das Ergebnis der Clusteranalyse auf Basis der Deckungsgrade der Tamarisken der einzelnen Standorte zeigte im Wesentlichen zwei sehr deutlich unterschiedliche Gruppen: 1) Die nicht-kraftwerksbeeinflussten Standorte Kalserbach-Pradell, Oberlienz und Kleblach sowie 2) die drei kraftwerksbeeinflussten Standorte Kalserbach-Mündung, Runserau und Schwarzach inklusive die beiden nicht-kraftwerksbeeinflussten Standorte Lech und Froßnitzbachmündung (siehe Abb. 24).

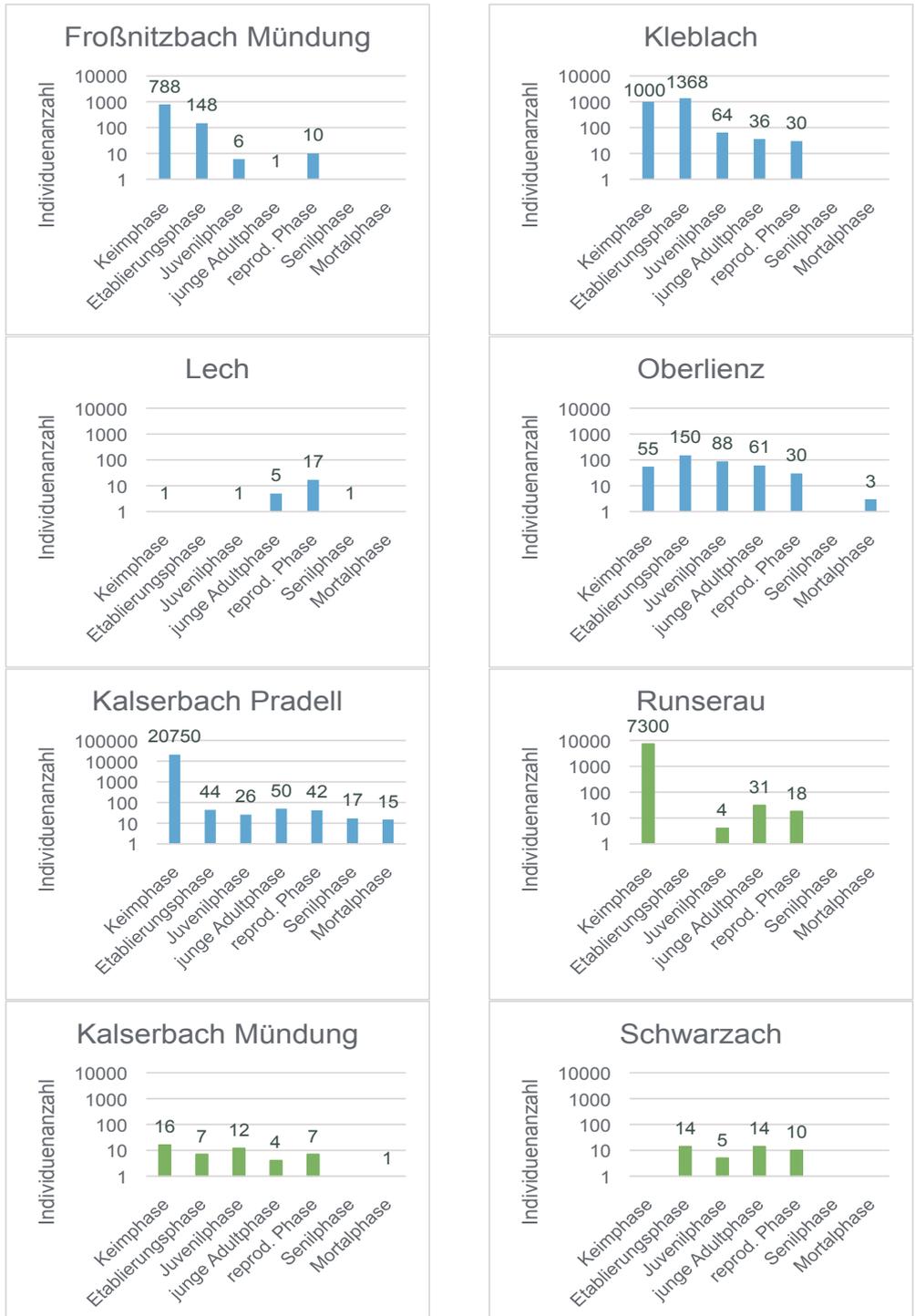
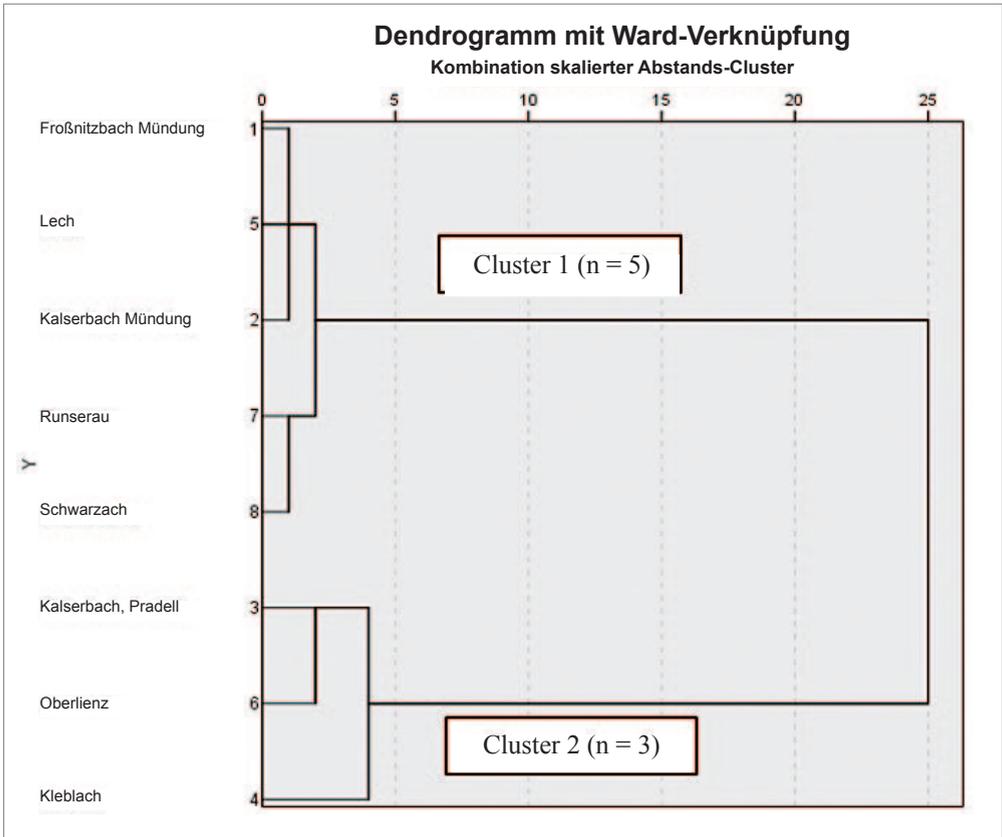


Abb. 22: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Tamarisken-Individuen pro Standort und Entwicklungsphase (blau ohne Kraftwerkseinfluss; grün mit Kraftwerkseinfluss).



**Abb. 23:** Häufigkeitsverteilung der Deckungsgrade der Tamarisken pro Entwicklungsphase und Standort (blau ohne Kraftwerkseinfluss, grün mit Kraftwerkseinfluss).



**Abb. 24:**  
**Aufteilung der**  
**Standorte in zwei**  
**Cluster.**

Die Auswertung der Flächenbilanzen der Tamariskenvorkommen zeigte die großen Unterschiede der Untersuchungsabschnitte in Hinblick auf deren Flächenausdehnung generell und der Vorkommensflächen von Tamarisken im Speziellen (Tab. 4):

- Die mit Abstand größten Untersuchungsabschnitte waren die Weißenbacher Au am Lech mit ca. 160 ha und die Runserau am Inn mit ca. 140 ha. Diese beiden Abschnitte unterschieden sich allerdings völlig hinsichtlich der absoluten (und damit auch anteilmäßigen) Flächen mit Tamariskenvorkommen. So kamen am Inn in der Runserau lediglich auf in Summe 3 % der Fläche bzw. auf ca. 0,3 ha Tamarisken vor, hingegen kamen am Lech in der Weißenbacher Au auf in Summe 50 ha Tamarisken vor.
- Neben der Weißenbacher Au am Lech waren flächenmäßig die nächstbedeutendsten Vorkommensflächen mit Tamarisken in Pradell am Kalserbach (ca. 47,5 ha) und an der Isel bei Oberlienz (ca. 19 ha) zu finden. Flächenmäßig von Bedeutung waren auch die Vorkommen an der Drau bei Kleblach (ca. 9 ha).
- Alle restlichen Abschnitte hatten relativ dazu wesentlich kleinflächigere Tamariskenvorkommen: Froßnitzbachmündung (ca. 1 ha; ohne Ausleitung) sowie die Ausleitungsstrecken Kalserbachmündung (ca. 2,4 ha) und an der Schwarzach bei Hopfgarten (ca. 2,7 ha).

Straten	Ohne Kraftwerk					Mit Kraftwerk		
	Froßnitz- bach	Drau Kleblach	Lech	Isel Oberlienz	Kalserbach Pradell	Inn Runser-Au	Kalserbach Mündung	Schwarzach Hopfgarten
Kein TaVo (m <sup>2</sup> )	2.810	2.727	108.725	5.204	4.537	136.357	6.364	3.003
Geringes TaVo (m <sup>2</sup> )	746	5.104	19.791	13.751	19.440	1.534	1.921	1.363
Häufiges TaVo (m <sup>2</sup> )	226	3.840	30.980	5.445	18.112	2.424	447	1.311
Gesamtfläche (m <sup>2</sup> )	3.782	11.672	159.496	24.400	42.090	140.315	8.732	5.678
Kein TaVo (%)	74	23	68	21	11	97	73	53
Geringes TaVo (%)	20	44	12	56	46	1	22	24
Häufiges TaVo (%)	6	33	19	22	43	2	5	23
Gesamtsumme (%)	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tab. 4:**  
Zusammenfassung  
der Flächenbilanz  
in m<sup>2</sup> und in Prozent  
der Stratengruppen  
aller Untersu-  
chungsabschnitte  
(TaVo = Tamarisken-  
vorkommen, Basis =  
Orthofotos von 2014).

Fasst man die über die Plots analysierten Ergebnisse der Clusteranalyse und der flächendeckenden Erhebungen der Stratifizierung zusammen, so zeigte sich, dass sich die als stabil einzustufenden Tamariskenvorkommen der Nichtkraftwerksabschnitte Kalserbach-Pradell, Drau bei Kleblach und Isel bei Oberlienz durch das Vorhandensein sowohl von jungen als auch hohen Deckungsgraden der reproduktiven Adultphase auszeichneten.

Der naturnahe Referenzabschnitt in der Weißenbacher Au am Tiroler Lech hatte absolut gesehen großflächige Tamariskenbestände, allerdings zum Erhebungszeitpunkt 2014 nur relativ geringe Anteile sehr junger Entwicklungsphasen. Der Trend am Lech war bereits seit ca. 10 Jahren abnehmend. Berücksichtigt man allerdings das Hochwasserregime in der jüngeren Vergangenheit, so erscheint dies noch im Rahmen einer natürlichen Schwankungsbreite gegeben zu sein. Hingegen war der Nichtkraftwerksabschnitt im Mündungsbereich des Froßnitzbaches in Hinblick auf das kleinflächige Tamariskenvorkommen und die Verteilung der Entwicklungsphasen mit den Beständen der drei untersuchten Ausleitungsstrecken vergleichbar. Dieser Bestand steht stellvertretend für eine Reihe (aber nicht im Rahmen dieses Forschungsprojektes berücksichtigten) derartiger kleinräumiger Vorkommen in Österreich. Es muss allerdings festgehalten werden, dass es infolge des Hochwassers im August 2014 zu Überschwemmungen und Umlagerungen gekommen ist, welche die Verteilung der einzelnen Entwicklungsphasen, welche nach den Überschwemmungen erhoben wurden, verändert haben könnte.

Im Gegensatz dazu waren alle untersuchten Kraftwerksabschnitte – bezogen auf das Tamariskenvorkommen – sehr ähnlich und unterschieden sich deutlich und signifikant von den Nichtkraftwerksabschnitten Kalserbach-Pradell, Drau bei Kleblach und Isel bei Oberlienz. Sie waren durch deutlich geringere Deckungsgrade der reproduktiven Adultphase und einen wesentlich geringeren Anteil der jungen Entwicklungsphasen gekennzeichnet. Eine Ausnahme dabei bildete die hohe Anzahl der Keimlinge im Kraftwerksabschnitt Runserau am Inn. Die Hypothese 5, wonach Ausleitungen zu einer geänderten bzw. zu einer geringeren Vorkommenshäufigkeit der einzelnen Entwicklungsphasen der Tamariske führen können, wurde insofern teilweise bestätigt.

Allerdings ist zu beachten, dass die ausgewählten Nichtkraftwerksabschnitte Kleblach an der Oberen Drau, Isel bei Oberlienz und Kalserbach bei Pradell zu den großflächigsten und vitalsten Beständen in

Österreich zählen. Zudem können auch nichtkraftwerksbeeinflusste Abschnitte durch große Schwankungen (z. B. Weißenbacher Au am Tiroler Lech) oder durch kleine Bestände gekennzeichnet sein, deren Bestandsstabilität langfristig nur eingeschränkt gesichert ist. Umgekehrt gibt es auch große Tamariskenpopulationen in Ausleitungsstrecken, wie sie z. B. durch REICH et al. (2008) und JUSZCZYK (2017) für die Obere Isar zwischen Krüner Wehr bei Walgau und dem Sylvensteinspeicher dokumentiert sind.

Bei der Interpretation der unterschiedlichen Vorkommenshäufigkeiten der einzelnen Entwicklungsphasen der Tamariske ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass sich neben den unmittelbaren Eingriffen in die Hydromorphologie – infolge der kraftwerksbedingten Ausleitung – die Standorte auch in weiteren Faktoren unterscheiden. Einen maßgeblichen Unterschied findet man in der Morphologie der Gewässer. Inwieweit diese Unterschiede (Gewässergröße, Gefälle, Einzugsgebiets-Charakteristika etc.) einen entscheidenden Einfluss auf die Häufigkeitsverteilung der Tamarisken-Entwicklungsphasen besaßen, wurde im Rahmen der Arbeit nicht näher analysiert.

### RESÜMEE

Eine Schlüsselrolle für die langfristige Bestandsstabilität von Tamariskenpopulationen und deren Sensitivität gegenüber Eingriffen in die Hydromorphologie ist die erfolgreiche Keimung und Etablierung in zumindest mittelfristigen Zeitintervallen (mehrfach innerhalb einer Bestandesgeneration). Voraussetzung dafür ist ein entsprechender Anteil der reproduktiven Adultphase, welche für einen hohen Samendruck verantwortlich ist, sowie das Vorhandensein von offenen Pionierflächen mit feuchtem Keimsubstrat. Dies sowie die hohe Bedeutung der Morphodynamik und des Überflutungseinflusses konnten durch die Untersuchungen bestätigt werden. Auch der Beschattungsgrad wurde als wesentliche ökologische Komponente für das Vorkommen der Tamariske bestätigt.

Es wurde auch festgestellt, dass sich in erster Linie ausleitungsbedingte Änderungen des Abflussregimes kleiner, aber regelmäßig auftretender Hochwässer deutlich negativ auf die jungen Entwicklungsphasen der Tamariske auswirken können. Allerdings zeigten die Analysen der hydromorphologischen Parameter, dass sich diese in den drei untersuchten Kraftwerksabschnitten statistisch nur in wenigen Parametern und dabei nur in geringem Ausmaß von den fünf ausgewählten nichtkraftwerksbeeinflussten Abschnitten unterscheiden.

Des Weiteren zeigten die Analysen der hydraulischen Parameter, dass sich diese in den drei untersuchten Kraftwerksabschnitten statistisch nicht signifikant von den fünf untersuchten Nichtkraftwerksabschnitten unterscheiden. Um nachhaltige Tamarisken-Populationen in Restwasserstrecken zu erhalten, muss daher der Geschiebedurchgängigkeit und ganz besonders den bettbildenden Abflüssen ein besonderes Augenmerk geschenkt werden!

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass die Untersuchungsabschnitte teils deutliche Unterschiede in der Fließgewässermorphologie aufweisen. Diese hat– neben den hydrologischen und hydraulischen Parametern – einen wesentlichen Einfluss auf die Etablierung und das Vorkommen von Tamarisken.

## ANHANG

Tab. 5: Bezeichnung, Abkürzung und Datentyp der erhobenen bzw. mittels Hydraulikmodell ermittelten Parameter im Plot.

Parameterbezeichnung	Abkürzung	Datentyp
Standort/Untersuchungsabschnitt	STO	string
Plot-Nr.	PNR	num
Datum von	Dat1	date
Datum bis	Dat2	date
verantwortliches Büro	Buero	string
Erheber	ERH	string
Wettersituation	WET_Sit	string
Lagebeschreibung	Labs	string
Wasserstand des Flusses [m]	WST	num
Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	AFL	num
Abflussbeurteilung	AFL-Txt	string
Messstation [von Abfluss und Wasserstand]	MST	string
Auswahl	Ausw	string
Straten-Nr.	SNR	num
Koordinaten: N	KON	num
Koordinaten: O	KOO	num
Seehöhe [m]	SH	num
Genauigkeit/Abweichung	GN_0	num
Überblicks-Foto-1-Nr.	UeBF_1	string
Überblicks-Foto-2-Nr.	UeBF_2	string
Bodenfoto-Nr.	BoF	string
Morphodynamikeinfluss-Klasse	MPH	num
Überflutungsdynamikeinfluss-Klasse	UeFD	num
Grundwasserflurabstand [cm]	GWf	num
Höhe über Mittelwasser [cm]	HMW	num
Bodenfeuchte 1 cm [%]	BF_1	num
Genauigkeit bei 1 cm (1 = hoch, 2 = mittel, 3 = gering)	GN_1	num
Bodenfeuchte 3 cm [%]	BF_3	num
Genauigkeit bei 3 cm	GN_3	num
Bodenfeuchte 15 cm [%]	BF_15	num
Genauigkeit bei 15 cm	GN_15	num
Deckungsgrad [%] Block	DG_BL	num
Deckungsgrad [%] Steine	DG_ST	num
Deckungsgrad [%] Kies	DG_KI	num
Deckungsgrad [%] Sand	DG_SA	num
Deckungsgrad [%] schluffiger Sand	DG_SS	num
Deckungsgrad [%] Schluff/Ton	DG_ST	num
Deckungsgrad A-Horizont [%]	DG_A	num
Tamariskenvorkommen beschattet < 50% (1)	BESCHATT_1	1/0
Tamariskenvorkommen tw. beschattet > 50% (2)	BESCHATT_2	1/0
Tamariskenvorkommen unbeschattet (0)	BESCHATT_0	1/0
Beschattung Tamariskenvorkommen gesamt	BESCHATT_ges	num
effektiver Pflanzenflächenindex bei 57°	PAIeffP57	num
wahrer Pflanzenflächenindex bei 57°	PAItrueP57	num
Beschattungsgrad (cover fraction)	fCoverP58	num
Fisheye-Foto Eckpunkt 1	FFE_EP1	string
Fisheye-Foto Eckpunkt 2	FFE_EP2	string
Fisheye-Foto Eckpunkt 3	FFE_EP3	string
Fisheye-Foto Eckpunkt 4	FFE_EP4	string
Fisheye-Foto Mitte Boden	FFE_MB	string
Fisheye-Foto Mitte 1,5m Höhe	FFE_MH	string
Fisheye Foto über Tamariske 1	FFE_TMR1	string
Fisheye Foto über Tamariske 2	FFE_TMR2	string
Fisheye Foto über Tamariske 3	FFE_TMR3	string
Flächengröße Myricariabestand [grober Umriss] /plot [%]	FLG_MYR	num
Keine Tamariskenvorkommen (0)	TAMRVK_0	1/0
Tamariskenvorkommen vereinzelt < 10% (1)	TAMRVK_1	1/0
Tamariskenvorkommen mittel-häufig > 10% (2)	TAMRVK_2	1/0
Tamariskenvorkommen gesamt	TAMRVK_ges	num
Anzahl Individuen Keimphase	N_I_KPH	num
Anzahl Individuen Etablierungsphase	N_I_EPH	num
Anzahl Individuen Juvenilphase	N_I_JPH	num

Parameterbezeichnung	Abkürzung	Datentyp
Anzahl Individuen junge Adultphase	N_I_JAPH	num
Anzahl Individuen reproduktive Adultphase	N_I_RAPH	num
Anzahl Individuen Senilphase	N_I_SPH	num
Anzahl Individuen Mortalphase	N_I_MPH	num
Deckungsgrad [%] Keimphase	DG_KPH	num
Deckungsgrad [%] Etablierungsphase	DG_EPH	num
Deckungsgrad [%] Juvenilphase	DG_JPH	num
Deckungsgrad [%] junge Adultphase	DG_JAPH	num
Deckungsgrad [%] reproduktive Adultphase	DG_RAPH	num
Deckungsgrad [%] Senilphase	DG_SPH	num
Deckungsgrad [%] Mortalphase	DG_Mph	num
Anzahl Klasse 1	NKL1	num
Anzahl Klasse 2	NKL2	num
Anzahl Klasse 3	NKL3	num
Anzahl Klasse 4	NKL4	num
Zuordnung Vegetationstyp/Pflanzenges. vom Plot	ZO_VT	num
Angrenzend Typ 1	AG_T1	num
Dominanz [%] Typ 1	DO_T1	num
Angrenzend Typ 2	AG_T2	num
Dominanz [%] Typ 2	DO_T2	num
Angrenzend Typ 3	AG_T3	num
Dominanz [%] Typ 3	DO_T3	num
Angrenzend Typ 4	AG_T4	num
Dominanz [%] Typ 4	DO_T4	num
Angrenzend Typ 5	AG_T5	num
Dominanz [%] Typ 5	DO_T5	num
Angrenzend Typ 6	AG_T6	num
Dominanz [%] Typ 6	DO_T6	num
Gesamtdeckungsgrad Vegetation alle Schichten [%]	G_DG_VS	num
Deckungsgrad Streu [%]	DG_ST	num
Deckungsgrad offener Boden [%]	DG_BO	num
Deckungsgrad [%] Mooschicht	DG_MO	num
Deckungsgrad [%] Krautschicht	DG_KR	num
Deckungsgrad [%] Strauchschicht	DG_STS	num
Deckungsgrad [%] Baumschicht	DG_BA	num
mittlere Höhe Vegetationsschicht [cm] Mooschicht	MI_HVS_MO	num
mittlere Höhe Vegetationsschicht [cm] Krautschicht	MI_HVS_KR	num
mittlere Höhe Vegetationsschicht [cm] Strauchschicht	MI_HVS_STS	num
mittlere Höhe Vegetationsschicht [cm] Baumschicht	MI_HVS_BA	num
maximale Höhe Vegetationsschicht [cm] Mooschicht	MA_HVS_MO	num
maximale Höhe Vegetationsschicht [cm] Krautschicht	MA_HVS_KR	num
maximale Höhe Vegetationsschicht [cm] Strauchschicht	MA_HVS_STS	num
maximale Höhe Vegetationsschicht [cm] Baumschicht	MA_HVS_BA	num
Wasserhaushaltsklassen:		
trocken (1)	tro	1/0
wechselfeucht (2)	we_tro	1/0
mäßig trocken (3)	mae_tro	1/0
mäßig frisch (4)	mae_feu	1/0
frisch (5)	fri	1/0
frisch-feucht (6)	fri_feu	1/0
feucht-nass (7)	feu_nas	1/0
wechselfeucht (8)	we_feu	1/0
nass (9)	nas	1/0
nass – Wasseroberfläche (10)	na_WOFL	1/0
Wasserhaushalt	WaHa	num
Tamariske-Pflanzen mit Stockausschlag im Plot	T_Pfl_STA	num
Schätzung Anteil [%] der Tamariske-Pflanzen im Plot, die vom Stock ausschlagen	SCH_ANT	num
Schätzung Standortalter [seit wann Pflanzen im Plot]	SCH_STOA	num
Artnamen ältestes Strauch- oder Baumindividuum	AN_STR_BA	string
Durchmesser ältestes Strauch- oder Baumindividuum [cm]	DM_STR_BA	num
Plot homogen	PL_HOM	1/0
Geländehöhe_mean	GEL	num
Fließtiefe NQT_mean	FTNQT_m	num
Fließtiefe MJNQT_mean	FTMJNQT_m	num
Fließtiefe MQJahr_mean	FTMQJahr_m	num

Parameterbezeichnung	Abkürzung	Datentyp
Fließtiefe MQSommer_mean	FTMQSommer_m	num
Fließtiefe Q10_mean	FTQ10_mw	num
Fließtiefe NHQ_mean	FTNHQ_mw	num
Fließtiefe HQ2_mean	FTHQ2_mw	num
Fließtiefe MHQ_mean	FTMHQ_mw	num
Fließtiefe HQ5_mean	FTHQ5_mw	num
Fließtiefe HQ10_mean	FTHQ10_mw	num
Fließtiefe HQ100_mean	FTHQ100_mw	num
Fließgeschwindigkeit NQT_mean	V_NQT_mw	num
Fließgeschwindigkeit MJNQT_mean	V_MJNQT_mw	num
Fließgeschwindigkeit MQJahr_mean	V_MQJahr_mw	num
Fließgeschwindigkeit MQSommer_mean	V_MQSommer_mw	num
Fließgeschwindigkeit Q10_mean	V_Q10_mw	num
Fließgeschwindigkeit NHQ_mean	V_NHQ_mw	num
Fließgeschwindigkeit HQ2_mean	V_HQ2_mw	num
Fließgeschwindigkeit MHQ_mean	V_MHQ_mw	num
Fließgeschwindigkeit HQ5_mean	V_HQ5_mw	num
Fließgeschwindigkeit HQ10_mean	V_HQ10_mw	num
Fließgeschwindigkeit HQ100_mean	V_HQ100_mw	num
Schubspannung NQT_mean	SSS_NQT_mw	num
Schubspannung MJNQT_mean	SSS_MJNQT_mw	num
Schubspannung MQJahr_mean	SSS_MQJahr_mw	num
Schubspannung MQSommer_mean	SSS_MQSommer_mw	num
Schubspannung Q10_mean	SSS_Q10_mw	num
Schubspannung NHQ_mean	SSS_NHQ_mw	num
Schubspannung HQ2_mean	SSS_HQ2_mw	num
Schubspannung MHQ_mean	SSS_MHQ_mw	num
Schubspannung HQ5_mean	SSS_HQ5_mw	num
Schubspannung HQ10_mean	SSS_HQ10_mw	num
Schubspannung HQ100_mean	SSS_HQ100_mw	num
Bemerkungen	REMA	string

Klasse	Definition
1	<b>keine, sehr gering:</b> morphodynamische Prozesse beschränken sich auf seltene Katastropheneignisse (ca. HQ100), dabei kommt es zu lokalen Erosionen (vorwiegend Seitenerosion), keine Umlagerung und nur lokal schwach ausgeprägte Sedimentation von Feinmaterial; zumeist mächtiger, deutlich ausgeprägter A-Horizont (mehrere cm bis dm), mächtiger O-Horizont (Streuauflage); Weichholzaubestände bis Hartholzaubestände bzw. Mischbestände mit Nadelholzanteil (Fichte)
2	<b>gering:</b> im Einflussbereich von mittleren bis großen Hochwässern (Katastropheneignissen, ca. HQ10–100), keine Umlagerungsprozesse, Morphodynamik beschränkt sich auf lokale Erosion (vorwiegend Seitenerosion) und Sedimentationen mit Feinsedimenten (Feinsand-Schluff) in zumeist nur geringer Mächtigkeit; gering mächtiger, schwach ausgeprägter A-Horizont (Humushorizont, mm bis wenige cm-Bereich), deutlich ausgebildeter O-Horizont (Streuauflage); zumeist jüngere bis mittelalte Weichholzaubestände
3	<b>mittel:</b> im Abflussbereich mittlerer Hochwässer (HQ3–HQ10), morphodynamische Prozesse beschränken sich zumeist auf gering mächtige Sedimentationen (Sandfraktion), lokale Erosionsprozesse, allerdings kaum flächige Umlagerungen; Rohauboden mit gering mächtigem O-Horizont (Streuauflage), allerdings i. R. noch kein A-Horizont (Humushorizont); mehr oder weniger dichtes Weiden-Tamariskengebüsch mit Grauerlen (Pioniiergehölze)
4	<b>hoch:</b> zumeist einmal jährliche flächige Umlagerung bzw. Erosion und Sedimentation, kann in Einzeljahren ausfallen (HQ1–HQ3), entspricht in etwa dem bordvollen Abfluss/mittleren Hochwasserabfluss; Aufkommen von Pioniervegetation bis lückiges Flussuferrohricht und teilweise Weiden- und Tamariskengebüsch (strömungs-resistente holzige Pflanzenarten), letztere sind gekennzeichnet durch mehr oder weniger hohe Beschädigungen (abgerissene Zweige, Stamm mechanisch beschädigt)
5	<b>sehr hoch:</b> mehrmals jährliche flächige Umlagerung bzw. Erosion und Sedimentation im höheren Ausmaß im Bereich des Standorts; Rohboden (reiner Sand bzw. Kies), kein A-Horizont, kein O-Horizont; entspricht mehr oder weniger vegetationslosen Flächen, teilweise Aufkommen von Pioniervegetation

**Tab. 6:** Definition der Klassen des Morphodynamikeinflusses und der im Zuge der Beurteilung der Morphodynamik entsprechenden Werte der morphodynamischen Aktivität.

**428** Egger et al.: *Habitats und Vorkommen der Deutschen Ufer-Tamariske*

Klasse (Nr.)	Definition
trocken (1)	Der Standort ist so trocken, dass alle Baumarten nur geringe oder sehr geringe Wuchsleistung aufweisen. Betriebssichere Bestockung. In der Vegetationszeit kommt es bereits kurze Zeit nach Niederschlägen wegen geringer Wasserspeicherkapazität zu deutlichem Wassermangel bzw. es tritt regelmäßig länger anhaltender deutlicher Wassermangel auf. (Vegetation: ausschließlich Trockenzeiger.)
wechselfrisch (2)	Für den überwiegenden Zeitraum der Vegetationsperiode frisch bis mäßig trocken, zeitweilig trocken.
mäßig trocken (3)	In der Vegetationszeit kommt es vorübergehend zu deutlichem Wassermangel. Mäßige Wuchsleistung der meisten Baumarten. (Geringe Wasserkapazität. Trockenheitszeiger herrschen vor.)
mäßig frisch (4)	In der Vegetationszeit kann Wassermangel noch vorübergehend auftreten. Mittlere bis gute Wuchsleistung der meisten Baumarten. (Wasserabfluss im Vergleich zum Zufluss überwiegend.)
frisch (5)	Infolge hoher nutzbarer Wasserkapazität oder hoher Niederschläge ganzjährig gut versorgte Standorte. Zufuhr ortsfremden Wassers selten. Wassermangel tritt nur in ausgeprägten/ausgedehnten Trockenperioden auf. (Vorherrschen mesophiler Arten.)
sehr frisch/frisch-feucht (6)	Auch während längerer Trockenperioden steht für die Baumvegetation ausreichend Bodenwasser zur Verfügung. In tieferen Bodenschichten tritt kurzfristig Luftmangel auf. Keine Trockenphase mehr möglich, vereinzelt kann Vernässung auftreten. (Feuchtigkeitsliebende Flora überwiegt deutlich.)
feucht/nass (7)	Auf dem Standort herrscht während des größten Teils des Jahres Wasserüberschuss. Baumarten, die dauernde Nässe und Überschwemmung nicht ertragen, bilden noch geschlossene Bestände aus. (Ausschließlich feuchtigkeitsliebende Bodenflora.)
wechselfeucht (8)	Für den überwiegenden Zeitraum der Vegetationsperiode frisch, zeitweilig feucht.
nass (9)	Der Standort ist so nass, dass nur Baumarten, die dauerhaft Nässe bzw. Überschwemmung ertragen, geschlossene Bestände ausbilden. Andere Baumarten bilden lückige Bestände (Überschirmung <0.5) aus. (Stets im Bereich stehenden und fließenden Wassers. Die Bodenprobe tropft nach Entnahme.)
nass – Wasseroberfläche (10)	Der Boden ist bis an die Oberflächen für den überwiegenden Zeitraum der Vegetationsperiode wassergesättigt (nass) bzw. überflutet bzw. eingestaut (Wasseroberfläche).

**Tab. 7:**  
**Angaben zu**  
**Wasserhaushalt-**  
**klassen nach**  
**FBVA-Berichte 104**  
**(ENGLISCH & KILIAN**  
**1999) mit Ergän-**  
**zungen.**

## LITERATUR

- BARTH W. (2015): Effects of river restoration at the River Lech. Comparison and change of hydrodynamic processes and vegetation composition at the Weißenbacher Au with a focus on *Myricaria germanica*. – Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 144 S.
- BILL H. C., SPAHN P., REICH M. & PLACHTER H. (1997): Bestandsveränderungen und Besiedlungsdynamik der Deutschen Tamariske, *Myricaria germanica* (L.) Desv., an der Oberen Isar (Bayern). – Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz, 6(3): 137–150.
- BROGGI M. F. (2013): Verbreitung und Vorkommen des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe) und der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) im Alpenrheintal einst und jetzt. – Bericht Botanisch-Zoologische Gesellschaft, 37: 145–158, Liechtenstein – Sarganserland – Werdenberg.
- EGGER G., AIGNER S. & ANGERMANN K. (2007): Vegetationsdynamik einer alpinen Wildflusslandschaft und Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen auf das Störungsregime, dargestellt am Beispiel des Tiroler Lechs. – Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, 72: 5–54, München.
- EGGER G., EXNER A. & KOMPOSCH C. (2009): Die Dynamik der Au – Treibende Kräfte der Veränderung: 66–75. In: EGGER G., MICHOR K., MUHAR S. & BEDNAR B. (Ed.) (2009): Flüsse in Österreich – Lebensader für Mensch, Natur und Wirtschaft. – Studienverlag Ges.m.b.H., Innsbruck, 311 S.
- EGGER G., ANGERMANN K. & GRUBER A. (2010): Wiederansiedlung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) in Kärnten. – Carinthia II, 200./120.: 393–418, Klagenfurt.
- EGGER G., BAUR P., LAUTSCH E., BARTH W., ANGERMANN K., STEINER R., EXNER A., STÖHR O., LUMASEGGER M., SENFTER S., BRUNNER E., RUMPLMAYR E., NIEDERMAYR A., MIRJAN S., PFÄFFLI M. & WINK K. (2015): Forschungsprojekt: Tamariskenvorkommen an Fließgewässern im Zusammenhang mit einer Restwasserführung. – Projektbericht, i.A. TIWAG Tiroler Wasserkraft AG, Innsbruck, 284 S.
- ENGLISCH M. & KILIAN W. (1999): Anleitung zur Forstlichen Standortkartierung in Österreich. – FBVA-Bericht 104, 110 S.
- GEWOLF S. (2013): Die Deutsche Tamariske. Indikatorart für intakte Flusslandschaften. – Dolomitenstadt: Das Magazin für Lienz und die Region 03/2013: 36–39.
- JUSZCZYK I. (2017): Auswirkungen von Ausleitungskraftwerken auf die Auenvegetation der Oberen Isar. – Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe.
- KAMMERER H. (2003): Artenschutzprojekt Deutsche Tamariske – Möglichkeiten und Aussichten einer Wiederansiedelung von *Myricaria germanica* im Gesäuse. – Projektbericht, Stipa – Technisches Büro für Ökologie (Auftraggeber: Nationalpark Gesäuse GmbH), Graz, 29 S.
- KERBER M., MAYER S. & BAUER H. (2007): Auswirkungen von Überflutung des Wurzelraumes auf Fotosynthese und Besiedlungsdynamik von *Myricaria germanica* und *Pinus sylvestris*. – Natur in Tirol, Beiträge der Abteilung Umweltschutz: International LIFE-Symposium. Riverine Landscapes: Restoration – Flood Protection – Conservation, Band 13: 164–179.
- KOCH C. & KOLLMANN J. (2012): Clonal re-introduction of endangered plant species: The case of German false tamarisk in pre-alpine rivers. – Environmental Management, 50: 217–225.
- KUDRNOVSKY H. (2005): Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) und ihre FFH-Ausweisung in Österreich. – Österreichischer Alpenverein, Kuratorium Wald-Umwelt Dachverband, Lienz, 32 S.
- KUDRNOVSKY H. (2007): Bestände der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) an Isel, Schwarzach, Kalserbach und Tauernbach in Osttirol. – Studie im Auftrag vom Umweltdachverband und Österreichischen Alpenverein, Fachabt. Naturschutz, 9 S.

## Dank

Wir möchten uns bei allen helfenden Händen (Wolfgang Barth, Karoline Angermann, Karoline Egger, Raphaela Steineder, Andreas Exner, Eva Rumpelmayr, Sammy Mirjan, Matthias Pfäffli, Karsten Wink), vor allem bei den arbeitsintensiven Geländeerhebungen und den Keimversuchen sowie bei der TIWAG – Tiroler Wasserkraft AG (Innsbruck) für die Finanzierung dieses Forschungsprojektes bedanken. Bedanken möchten wir uns auch bei Andreas Kleewein für die gute redaktionelle Betreuung.

## Anschriften der AutorInnen

PD Mag. Dr. Gregory Egger, Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Institut für Geographie und Geoökologie (IFGG), Abteilung Aueninstitut, Josefstraße 1, D-76437 Rastatt, E-Mail: gregory.egger@kit.edu

BSc. Pamela Alesandra Baur, Schießstättstr. 2, D-85356 Freising, E-Mail: baur.pamela@gmail.com

Prof. Dr. Dr. Erwin Lautsch, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien, E-Mail: erla42@gmx.de

Fortsetzung umseitig

**Anschriften  
der AutorInnen**

Mag. Dr. Oliver  
Stöhr, REVITAL  
Integrative Natur-  
raumplanung GmbH,  
Nußdorf 71, A-9990  
Nußdorf-Debant,  
E-Mail: o.stoehr@  
revital-ib.at

Mag. Evelyn Brun-  
ner, REVITAL Inte-  
grative Naturraum-  
planung GmbH,  
Nußdorf 71, A-9990  
Nußdorf-Debant,  
E-Mail: e.brunner@  
revital-ib.at

DI Stephan Senfter,  
REVITAL Integrative  
Naturraumplanung  
GmbH, Nußdorf 71,  
A-9990 Nußdorf-  
Debant,  
E-Mail: s.senfter@  
revital-ib.at

Mag. Mario  
Lumasegger,  
REVITAL Integrative  
Naturraumplanung  
GmbH, Nußdorf 71,  
A-9990 Nußdorf-  
Debant, E-Mail:  
m.lumasegger@  
revital-ib.at

Dr.-Ing. Andreas  
Niedermayr,  
Hunziker, Zarn &  
Partner AG,  
Schachenallee 29,  
CH-5000 Aarau,  
E-Mail: andreas.  
niedermayr@hzp.ch

Mag. Dr. Martin  
Schletterer, TIWAG-  
Tiroler Wasserkraft  
AG, Eduard-  
Wallnöfer-Platz 2,  
A-6020 Innsbruck,  
E-Mail:  
martin.schletterer@  
tiwag.at

- KUDRNOVSKY H. (2013): Alpine rivers and their ligneous vegetation with *Myricaria germanica* and riverine landscape diversity in the Eastern Alps: Proposing the Isel river system for the Natura 2000 network. – *Eco.mont*, 5(1): 5–18.
- KUDRNOVSKY H. & STÖHR O. (2013): *Myricaria germanica* (L.) Desv. historisch und aktuell in Österreich: ein dramatischer Rückgang einer Indikatorart von europäischem Interesse. – *Stapfia*, 99: 13–34.
- LANDMANN A. (2013): Die Deutsche Tamariske *Myricaria germanica* (L.) im Flusssystem der Isel (Osttirol). Bedeutung der Bestände vor dem Hintergrund von Kraftwerksplänen an der Oberen Isel. – Gutachten, Institut für Naturkunde und Ökologie (i.A. WWF Österreich), Innsbruck, 24 S.
- LENER F. P., EGGER G. & KARRER G. (2013): Sprossaufbau und Entwicklung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) an der Oberen Drau (Kärnten, Österreich). – *Carinthia II*, 203/123.: 515–552, Klagenfurt.
- MÜLLER N. (2014): Wasserkraftanlagen und FFH-Lebensräume „Alpine Flüsse“ unter besonderer Berücksichtigung der Deutschen Tamariske in Tirol. – Naturschutzpublikationen Tirol, online, 46 S.
- NEUNER W. & POLATSCHKE A. (2001): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg: 531–586. In: MAIER M., NEUNER W. & POLATSCHKE A. (Ed.) (2001): Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg, Band 5. – Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck.
- NIKLFELD H. (1999): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. – Grüne Reihe, Band 10, Austrian Medien Service GmbH, Graz, 290 S.
- OPITZ M. (1993): Untersuchungen zur generativen und vegetativen Vermehrung von *Myricaria germanica* (L.) Desv. – Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians Universität München, 78 S.
- POLATSCHKE A., MAIER M. & NEUNER W. (2001): Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Band 4. – Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck, 1083 S.
- RL 92/43/EWG ABL 1992 Nr. L 206/17. (o. J.): Eur-Lex – Der Zugang zum EU-Recht [Online]. – URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&qid=1491389685827&from=DE> (zuletzt abgerufen am 5. April 2017).
- REICH M., BARGIEL D. & RÜHMKORF H. (2008): Die Obere Isar zwischen Fkm 253 und Fkm 232 (Landkreise GAP & TÖL). Veränderungen der Vegetationsverhältnisse zwischen 1858 und 2006, Auswirkungen der Hochwasser 1999 und 2005 und Situation und Perspektive ausgewählter Zielarten. – Studie im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim, Augsburg, Weilheim, 159 S.
- WERTH S. & SCHEIDEGGER C. (2014): Gene Flow within and between Catchments in the threatened riparian plant *Myricaria germanica*. – *PLOS ONE*, 9(6): 1–13.
- WITTMANN H. & RÜCKER T. (2006): Über ein Wiederansiedlungsprojekt der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) im Bundesland Salzburg (Österreich). – Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs, 16: 91–103.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [207\\_127](#)

Autor(en)/Author(s): Egger Gregory, Baur Pamela Alessandra, Lautsch Erwin, Stöhr Oliver, Brunner Evelyn, Senfter Stephan, Lumasegger Mario, Niedermayr Andreas, Schletterer Martin

Artikel/Article: [Habitat und Vorkommen der Deutschen Ufer-Tamariske \(\*Myricaria germanica\* \(L.\) Desv.\): Vergleich zwischen Voll- und Restwasserstrecken 401-430](#)