

Jäger, D. (2018): Neunerkanal (Scheibenkanal, Lustenauer Kanal) bei Lustenau (Vorarlberg, Österreich). Entwicklung der Wasserpflanzenvegetation nach Kartierungsergebnissen aus den Jahren 2002, 2008 und 2017. *inataura – Forschung online*, 62: 11 S.

Neunerkanal (Scheibenkanal, Lustenauer Kanal) bei Lustenau (Vorarlberg, Österreich). Entwicklung der Wasserpflanzenvegetation nach Kartierungsergebnissen aus den Jahren 2002, 2008 und 2017

Dietmar Jäger¹

Nr. 62 - 2018

¹ Mag. Dr. Dietmar Jäger
Herrenriedstrasse 4, A 6845 Hohenems
E-Mail: dietmar.jaeger@tele2.at

Zusammenfassung

Im Jahre 2017 wurden die Wasserpflanzen des Neunerkanals bei Lustenau nach den Kartierungen in den Jahren 2002 und 2008 zum dritten Mal erhoben. Dabei wurden 28 Pflanzenarten, die unter Wasser wurzelten gefunden. Zwei Drittel dieser Arten konnten bei allen drei Kartierungen nachgewiesen werden. Die mengenmächtigsten und weitverbreitetsten Arten sind *Sparganium emersum*, *Potamogeton natans*, *Elodea canadensis* und *Fontinalis antipyretica*. Bemerkenswert ist das Ausbreiten von *Potamogeton coloratus* in den oberen Abschnitten des Kanals. Die Artenvielfalt (Makrophyten- α -Diversität nach VEIT & KOHLER 2008) hat tendenziell zugenommen. Der ökologische Zustand auf Basis der biologischen Qualitätskomponente »Makrophyten« nach PALL & MAYERHOFER (2015) hat sich in 13 Abschnitten verbessert und in einem Abschnitt verschlechtert; in 34 Abschnitten blieb die Einstufung unverändert. Die Berechnung des Trophieindex nach SCHNEIDER (2000) ergab in 15 Abschnitten ein niedrigeres (vor allem in den obersten Abschnitten) und in drei Abschnitten ein höheres (in den Abschnitten vor dem Bodensee) Trophieniveau verglichen mit der vorhergehenden Untersuchung im Jahre 2008.

Key words: Makrophyten, Trophieindex, Wasserrahmenrichtlinie, Wasserqualität, Artenvielfalt, Neunerkanal, Lustenau

1 Einleitung und Ziele

Als photoautotrophe Organismen, die Belastungen von Gewässern mit anorganischen Substanzen anzeigen, stellen Makrophyten (Wasserpflanzen) eine wichtige Komponente bei der Gewässergütebestimmung dar. Anders als physikalisch-chemische Wasseranalysen, mit deren Hilfe die Wassergüte zu genau dem Zeitpunkt der Probenentnahme beurteilt wird, integrieren Makrophyten die Gewässerzustände über mehrere Monate bis hin zu Jahren, sodass Entwicklungen

des Gewässerzustands an der Artenzusammensetzung und Artenverbreitung erkennbar werden.

Nach den Untersuchungen der Makrophytenvegetation des Neunerkanals in den Jahren 2002 und 2008 erfolgte im Sommer 2017 die dritte Kartierung nach der gleichen Methode mit dem Ziel, auf der Basis der vergleichbaren Ergebnisse die Entwicklung des Artenspektrums und der Artenverbreitung und darüber hinaus die Veränderungen des ökologischen Zustands auf Basis des ökologischen Qualitätslements Makrophyten aufzuzeigen.

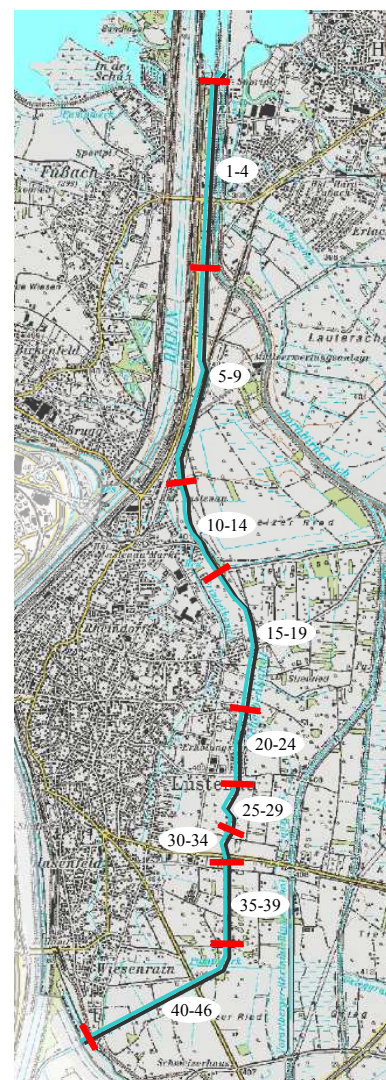


Abb. 1: Der Neunerkanal. Lage der Abschnitte und der Abschnittsgrenzen (rot).

2 Das untersuchte Gewässer

Der Neunerkanal (örtlich auch als Scheibenkanal bzw. auf den unteren 5 km als Lustenauer Kanal bezeichnet) hat seinen Ursprung in Diepoldsau auf Schweizer Staatsgebiet und fließt, in ein großes Betonrohr gefasst, durch den Alten Rhein nach Vorarlberg. Die untersuchte Strecke vom Alten Rhein bei Lustenau bis in den Bodensee (Mündungsbereich Dornbirner Ach) hat eine Länge von 11 km (Abb. 1). Die Gewässerbreite weitet sich von anfangs 4 m (Abb. 3) auf rund 11 m im Mündungsbereich beim Bodensee (Abb. 4). Der über mehrere Jahre berechnete mittlere Abfluss beträgt im Norden Lustenaus $MQ = 1,41 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Die Entlastung des Neunerkanals von kommunalen und gewerblichen Abwässern aus Lustenau fand verteilt über 50 Jahre in mehreren Etappen statt und wurde erst im Jahre 2017 vollständig abgeschlossen. Die letzten Einleitungen von Abwässern erfolgten über den Grindelkanal, der bei km 4,71 (zwischen Abschnitt 11 und 11.1) in den Neunerkanal einmündet.

Abb. 2 zeigt die Belastung des Neunerkanals durch Gesamtposphor basierend auf Messdaten des Instituts für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg (Umweltinstitut Vorarlberg) im Zeitraum Jänner 2000 bis Juni 2017. Die Messdaten wurden an den vier Messstellen in den

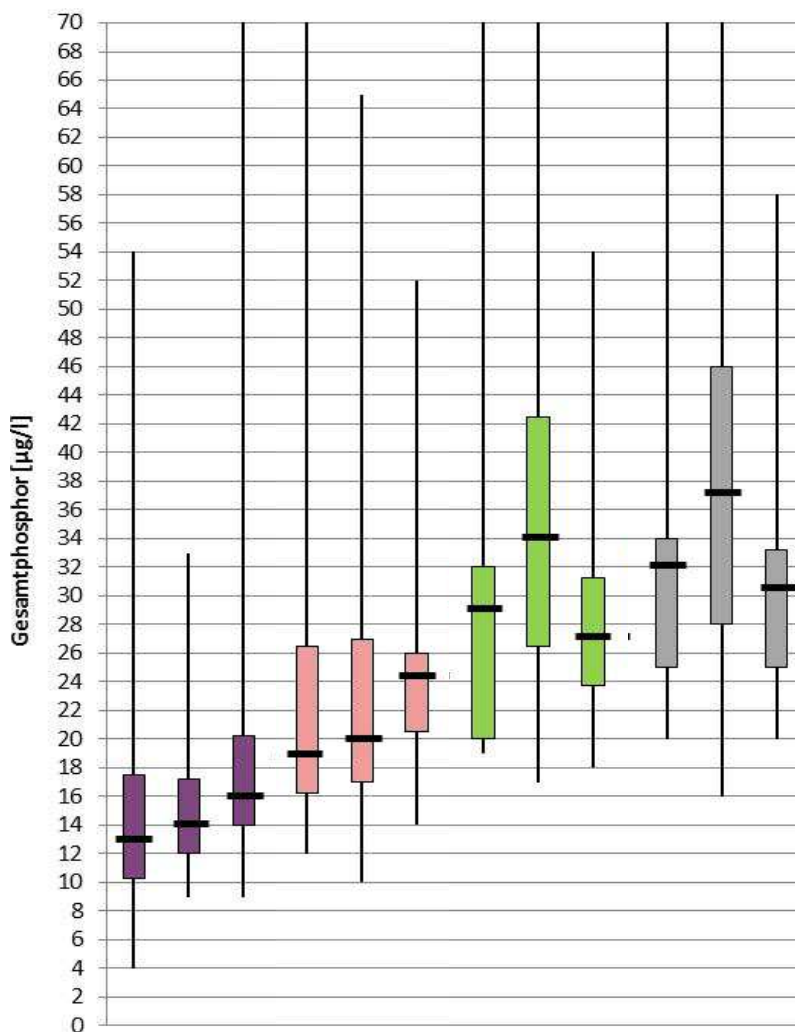


Abb. 2: Konzentrationen von Gesamtposphor im Zeitraum Jänner 2000 bis Juni 2017. violett: Messstelle »Hohenemserstraße« (Abschnitt 41) hellrot: Messstelle »Hundesportplatz« (Abschnitt 31) grün: Messstelle »Hofsteigstraße« (Abschnitt 18) grau: Messstelle »Zellgasse« (Abschnitt 11) Weitere Erläuterungen im Text. Datenquelle: Umweltinstitut des Landes Vorarlberg.

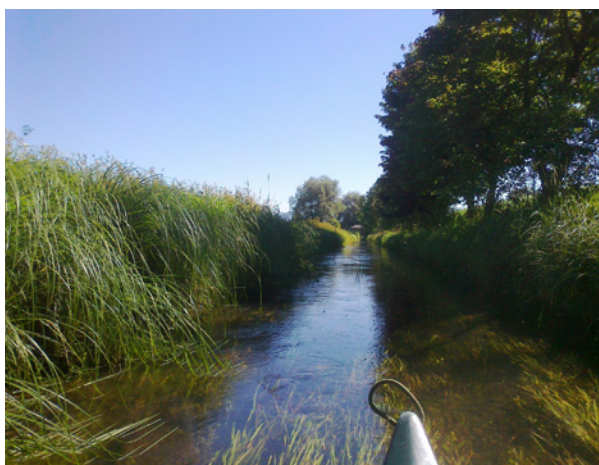


Abb. 3: Der Neunerkanal im Abschnitt 45. Zu erkennen sind die Unterwasserblätter von *Sparganium emersum*

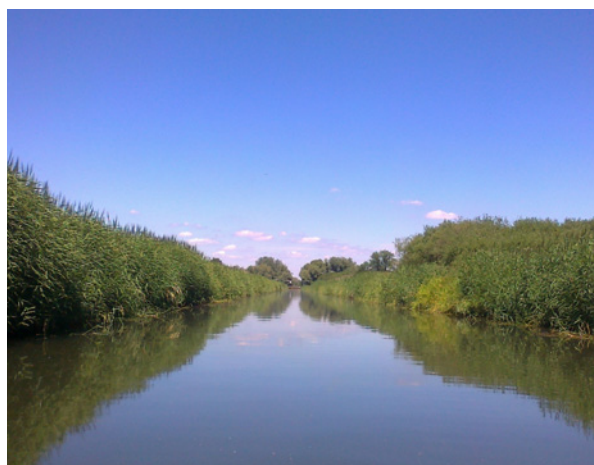


Abb. 4: Der Neunerkanal im Abschnitt 1 vor der Mündung in den Bodensee bzw. in den Mündungsbereich der Dornbirner Ach

Gewässerabschnitten 41, 31, 18 und 11 erhoben, die hier durch verschiedene Farben gekennzeichnet sind.

Um eine Grundlage für die Diskussion der Ergebnisse der Wasserpflanzenkartierungen zu schaffen, erfolgte die Unterteilung der Messdaten jeder Messstelle in jeweils drei Gruppen, die zeitlich den Vegetations-Untersuchungen der Jahre 2002, 2008 und 2017 vorausgingen. In Abb. 2 können die Messstellen anhand der Farbe unterschieden werden. Die erste Whisker-And-Box-Darstellung jeder Messstelle umfasst Messungen im Zeitraum Jänner 2000 bis April 2002, die jeweils zweite umfasst Messungen im Zeitraum Jänner 2003 bis Juni 2008 und die jeweils dritte umfasst Messungen im Zeitraum Jänner 2013 bis Juni 2017.

3 Methode

Die Kartierung erfolgte unter quantitativen Aspekten nach der Methode von KOHLER (1978), wobei die Menge der einzelnen Makrophyten-Arten pro Untersuchungsabschnitt nach einer fünfstufigen Schätzskala erhoben wurde. Erfasst wurden alle Pflanzen, die zum Aufnahmezeitpunkt im Wasser wurzelten. Um eine gute Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden bei der vorliegenden Wiederholungskartierung die Abschnittsgrenzen der Erstkartierungen (JÄGER 2005) genau eingehalten (zur groben Orientierung siehe Abb. 1). Neben dem Artenspektrum und der Verbreitung der einzelnen Arten wurden aus den gewonnenen Daten folgende Größen ermittelt:

- Relative Areallänge der Arten nach KOHLER et al. (1994)
- Relative Pflanzenmenge nach PALL & JANAUER (1995)
- Makrophyten- α -Diversität nach VEIT & KOHLER (2008)
- Ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potential nach PALL & MAYERHOFER (2015)
- Trophieindikation anhand des Makrophyten-Trophie-Index (TIM) nach SCHNEIDER 2000

Hydrophyten (Wasserpflanzen s. str.)	2002	2008	2017	Rote Listen					
				V	A	FL	CH	BW	BY
<i>Callitriche palustris</i> agg.		x		DD	k.A.	VU	LC	d	V
<i>Chara globularis</i> Thuill.	x	x	x	VU	k.A.	k.A.	LC	*	*
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	x	x	x	LC	*	LC	NE	*	*
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	x	x	x	LC	k.A.	k.A.	LC	*	
<i>Groenlandia densa</i> (L.) Fourr.		x		LC	3	k.A.	NT	2	3
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	x	x	x	VU	3	VU	NT	3	3
<i>Mysiophyllum verticillatum</i> L.	x		x	VU	3	CR	NT	V	3
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	x	x	x	VU	3	RE	LC	*	*
<i>Potamogeton bertholdii</i> Fib.	x	x	x	LC	3r	LC	LC	*	3
<i>Potamogeton coloratus</i> L.	x	x	x	CR	1	k.A.	EN	0	2
<i>Potamogeton natans</i> L.	x	x	x	LC	3r	LC	LC	*	*
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.		x		LC	*	EN	LC	*	*
<i>Potamogeton × schreberi</i> Fisch.		x	x	DD	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix.	x	x	x	LC	3r	LC	LC	*	V

Amphiphyten (Seichtwasserpflanzen)	2002	2008	2017	V	A	FL	CH	BW	BY
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	x	x		LC	3r	LC	LC	*	*
<i>Glyceria maxima</i> Holm.	x	x	x	VU	3r	VU	VU	*	*
<i>Mentha aquatica</i> L.		x	x	LC	*	LC	LC	*	*
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	x	x	x	LC	*	LC	LC	*	*
<i>Nasturtium officinale</i> L.	x	x		LC	3r	LC	LC	*	*
<i>Polygonum amphibium</i> L.			x	VU	*	CR	LC	k.A.	*
<i>Schoenoplectus lacustris</i> Pal.	x	x	x	VU	3r	VU	LC	*	V
<i>Sparganium emersum</i> Reh.	x	x	x	LC	3	EN	VU	*	V
<i>Sparganium erectum</i> agg.	x	x	x	LC	k.A.	k.A.	NT	*	*
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	x	x	x	LC	*	LC	LC	*	*
<i>Veronica beccabunga</i> L.	x	x	x	LC	*	LC	LC	*	*

Helophyten (Röhrichtpflanzen)	2002	2008	2017	V	A	FL	CH	BW	BY
<i>Epilobium hirsutum</i>	x			LC	*	LC	LC	*	*
<i>Equisetum palustre</i> L.	x			LC	*	LC	LC	*	*
<i>Iris pseudacorus</i> L.	x	x	x	VU	3r	VU	LC	*	*
<i>Juncus articulatus</i> L.	x			LC	*	LC	LC	*	*
<i>Juncus inflexus</i> L.	x			LC	*	LC	LC	*	*
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	x	x	x	LC	*	LC	LC	*	*
<i>Lythrum salicaria</i> L.	x		x	LC	*	LC	LC	*	*
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	x	x	x	LC	*	LC	LC	*	*
<i>Phragmites australis</i> Trin.	x	x	x	LC	*	LC	LC	*	*
<i>Polygonum</i> sp.	x		x	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	x			LC	3r	LC	LC	*	*
<i>Typha latifolia</i> L.	x			NT	3r	LC	LC	*	*

Tab. 1: Liste der in den Jahren 2002, 2008 und 2017 im Neunerkanal gefundenen Arten der Gruppen Hydrophyten, Amphiphyten und Helophyten, alphabetisch geordnet.

Kurzbezeichnungen der Gefährdungsgrade der Roten Listen:

Für V = Vorarlberg (AMANN 2016; JÄGER 2013; SCHRÖCK et al. 2013), FL = Liechtenstein (BROGGIET al. 2006) und CH = Schweiz (BORNAND et al. 2016; SCHNYDER et al. 2004): CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet, DD = ungenügende Datengrundlage, NE = keine Einstufung, k.A. = keine Angabe.

Für A = Österreich (NICKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER 1999), BW = Baden-Württemberg (BREUNIG & DEMUTH 1999; SAUER & AHRENS 2006), BY = Bayern (SCHEUERER & AHLMER 2003), DE (KORSCH et al. 2012): 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, r = regional gefährdet, V = Vorwarnstufe, * = keine Gefährdung, d = ungenügende Datengrundlage, k.A. = keine Angabe.

4 Ergebnisse

4.1 Artenliste

Die Kartierung ergab eine Anzahl von 28 Pflanzenarten, die unter Wasser wurzelten bzw. verankert waren.

Davon zählen elf Arten zu der Gruppe der Hydrophyten. Werden alle drei Untersuchungen der Jahre 2002, 2008 und 2017 zusammengefasst, so beläuft sich die Gesamtzahl auf 14 Hydrophytenarten. Etwa zwei Drittel davon, nämlich neun Arten, konnten bei allen drei Kartierungen gefunden werden. Sie sind als charakteristisch für den Neunerkanal anzusehen (siehe Tab. 1, blau markiert). Drei Arten (*Callitriche palustris* agg., *Groenlandia densa*, *Potamogeton pectinatus*) kamen nur im Jahre 2008 in kleinen Mengen in kleinen Arealen vor. Eine Art (*Myriophyllum verticillatum*) zeigte ein wechselhaftes Auftreten, sowohl zeitlich als auch örtlich. Sehr konstant, weil schon vor 2008 jährlich beobachtet, erwies sich der Laichkrauthybrid *Potamogeton* × *schreberi*. Möglicherweise wurde er bei der ersten Kartierung 2002 übersehen, da er leicht mit der Fließgewässerform var. *prolixus* von *Potamogeton natans* verwechselt werden kann.

Von den zehn Amphiphyten, die in der jüngsten Kartierung festzustellen waren, scheinen acht Arten in allen drei Artenlisten der Jahre 2002, 2008 und 2017 auf. *Alisma plantago-aquatica* und *Nasturtium officinale* konnten zwar in den Jahren 2002 und 2008 an wenigen Stellen in geringer Mengenausprägung gefunden werden, jedoch im Jahre 2017 nicht mehr. Neu auf der Liste der Amphiphyten ist *Polygonum amphibium*.

Im Vergleich mit dem Jahre 2002 erweist sich das Spektrum der Helophyten in der neuen Untersuchung

als deutlich reduziert. Sieben Arten konnten 2017 im Wasser wurzelnd vorgefunden werden. Die reichere Artenpalette des Jahres 2002 ist auf wenige Individuen von *Epilobium hirsutum*, *Equisetum palustre*, *Juncus articulatus*, *Juncus inflexus*, *Scirpus sylvaticus* und *Typha latifolia* an einzelnen Stellen zurückzuführen.

4.2 Gefährdungsgrad der nachgewiesenen Arten

Von den 28 aktuell nachgewiesenen Arten sind für das Gebiet Vorarlberg 32 % (9 Arten) zumindest als »gefährdet« eingestuft (Tab. 1). Werden das gesamte Österreich und die benachbarten Länder Liechtenstein, Schweiz, Baden-Württemberg und Bayern in die Betrachtung einbezogen, zeigt sich, dass 25 % der im Neunerkanal 2017 gefundenen Arten in mehr als einem Land zumindest als »gefährdet« bezeichnet werden müssen. »Regional gefährdet« in mindestens einem der angeführten Länder sind jedoch 71 % der 28 aktuell nachgewiesenen Arten. *Potamogeton coloratus* (Abb. 5) scheint in der Roten Liste für Vorarlberg als »vom Aussterben bedroht« auf. Diese Einschätzung gilt auch für das gesamte Österreich. In Baden-Württemberg ist diese Art nach der Roten Liste »ausgestorben bzw. verschollen«. Für die Schweiz und Bayern erfolgte die Einstufung als »stark gefährdet« (siehe Tab. 1).

4.3 Verbreitung und Verbreitungsmuster der Arten

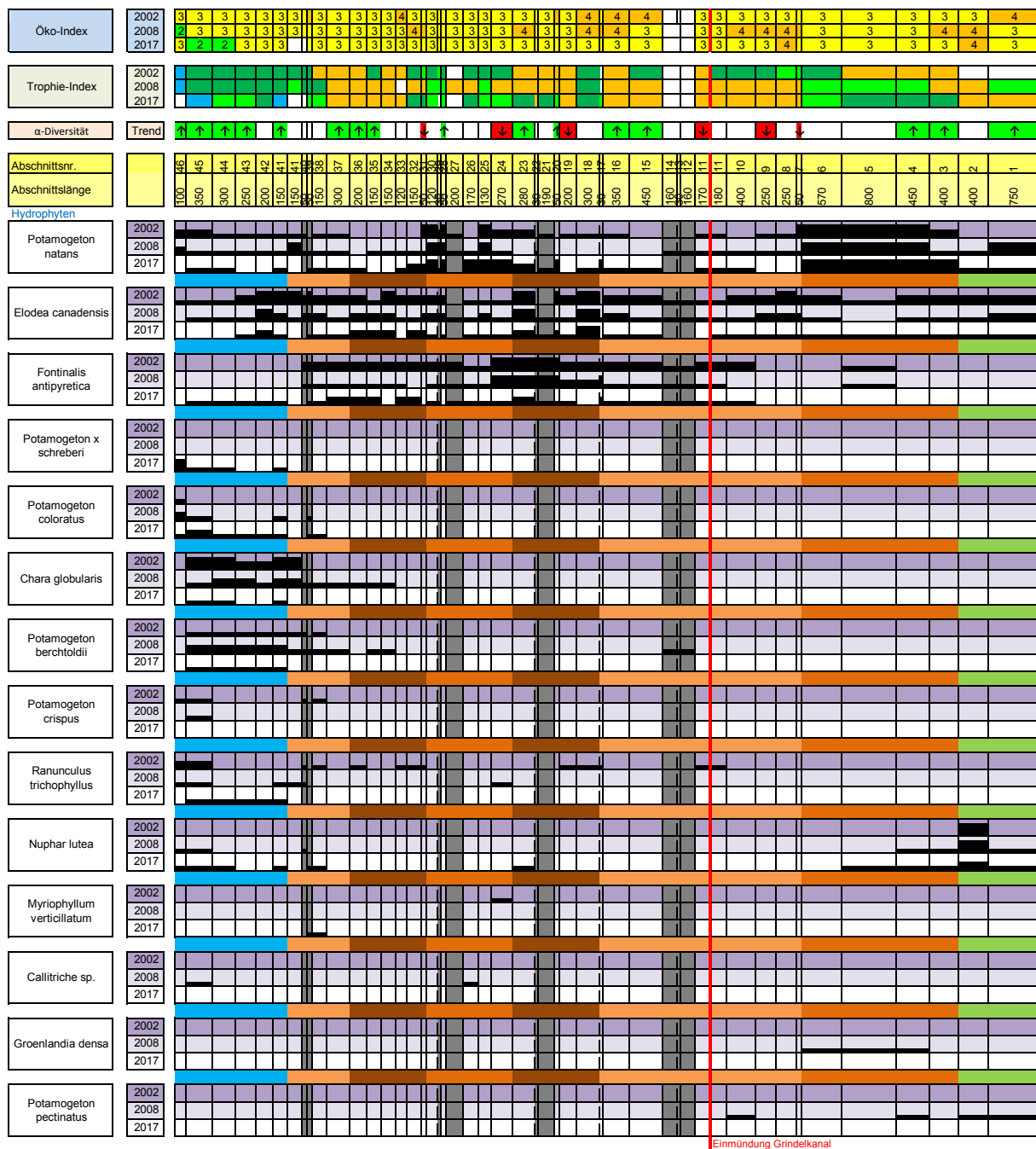
In den Abbildungen 6 und 7 (Verbreitungsdiagramme) sind die Verbreitungen der Hydrophyten und der Amphiphyten für die drei Kartierungen 2002, 2008 und 2017 dargestellt. Die Reihung der Arten erfolgte nach dem Gesichtspunkt ihrer Verbreitungsschwerpunkte. Anhand des Verbreitungsdiagramms wird die durchgehende Präsenz des für den Neunerkanal bezeichnenden Artensets deutlich; bei allen drei Untersuchungen waren vor allem der Amphiphyt *Sparganium emersum* sowie – leicht untergeordnet – die Hydrophyten *Potamogeton natans* und *Elo-dea canadensis* in den meisten Abschnitten und oft in größeren Mengen anzutreffen.

Anhand der anderen »begleitenden« Arten lassen sich Zonen mit speziellen Artenzusammensetzungen erkennen, die im Verbreitungsdiagramm (Abb. 6 und 7) farblich hervorgehoben sind.

Zone 1 (blau): Die im oberen Bereich des Kanals gelegenen Abschnitte 41.1 bis 46 sind durch die Hydrophyten *Chara globularis*, *Potamogeton coloratus*, *Potamogeton berchtoldii*, *Potamogeton* × *schreberi* und *Ranunculus trichophyllus* charakterisiert. In diesen Abschnitten haben auch die Amphiphyten *Schoenoplectus lacustris*, *Hippuris vulgaris* und *Sparganium erectum* ihren Verbreitungsschwerpunkt.



Abb. 5: *Potamogeton coloratus* im Neunerkanal (rötlichbraun). Die Pflanze mit den hellgrünen bandförmigen Blättern ist *Sparganium erectum*.



Ökoindex: 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht

Trophieindex: blau = oligo-mesotroph, hellgrün = mesotroph, dunkelgrün = meso-eutroph, orange = eutroph

α-Diversität: rot = abnehmend, weiß = gleichbleibend, grün = zunehmend

□ selten □ verbreitet □ häufig

Abb. 6: Der Neunerkanal, Verbreitungsdiagramm der Hydrophyten. Die Anordnung der Abschnitte von links nach rechts entspricht der Fließrichtung. Abschnitte mit starker Beschattung sind grau hinterlegt.

Zone 2 (braun, mit drei Untergliederungen): Der große Mittelteil des Gewässerverlaufs (Abschnitte 5 bis 41) ist von den in 4.1 erwähnten drei Hauptarten geprägt. Stets zu finden ist hier auch das Moos *Fontinalis antipyretica*, das auf den Blocksteinen der Uferverbauung wächst. Unterschiedliche Mengenverhältnisse zwischen den Hauptarten sind in *Abbildungen 6* und *7* durch Abstufungen der Farbe Braun dargestellt. Neben den Hauptarten kommen nur stellenweise kleine Mengen weiterer Arten vor. Von diesen 18 zusätzlichen Arten konnten im Jahre 2017 nur noch 11 Arten gefunden werden.

a) Hellbraun: Die Abschnitte 7 bis 17 und 37 bis 41 werden deutlich von *Sparganium emersum* dominiert.

b) Mittelbraun: In den Abschnitten 3 bis 6 und 24 bis 30 hat sich *Potamogeton natans* gegenüber *Sparganium emersum* dominant durchgesetzt oder kommt zumindest codominant mit dieser Art vor.

c) Dunkelbraun: Die Abschnitte 18 bis 23 und 31 bis 36 bilden eine weitere Teilzone, in der *Elodea canadensis* stark vertreten ist.

Zone 3 (grün): Die letzte ca. 1 km lange Fließstrecke vor dem Bodensee (Abschnitte 1 und 2) zeichnet sich durch die Arten *Nuphar lutea*, *Potamogeton pectinatus*, *Glyceria maxima* und *Polygonum amphibium* aus, die bereits Einflüsse des nahen Sees anzeigen.

4.4 Quantitativer Vergleich der Vorkommen der Makrophytenarten in den Jahren 2002, 2008 und 2017 über die gesamte Gewässerstrecke

4.4.1 Relative Areallänge (Lr)

Die Summe aller Abschnittslängen, in denen eine Art vorkommt, ergibt entsprechend ihrem prozentuellen Anteil an der Gesamtlänge des Kanals die relative Areallänge (Lr) der betrachteten Art. In *Abbildung 8* sind die relativen Areallängen der Hydrophyten und der Amphiphyten dargestellt. Die Anordnung richtet sich nach den Ergebnissen aus dem Jahre 2017.

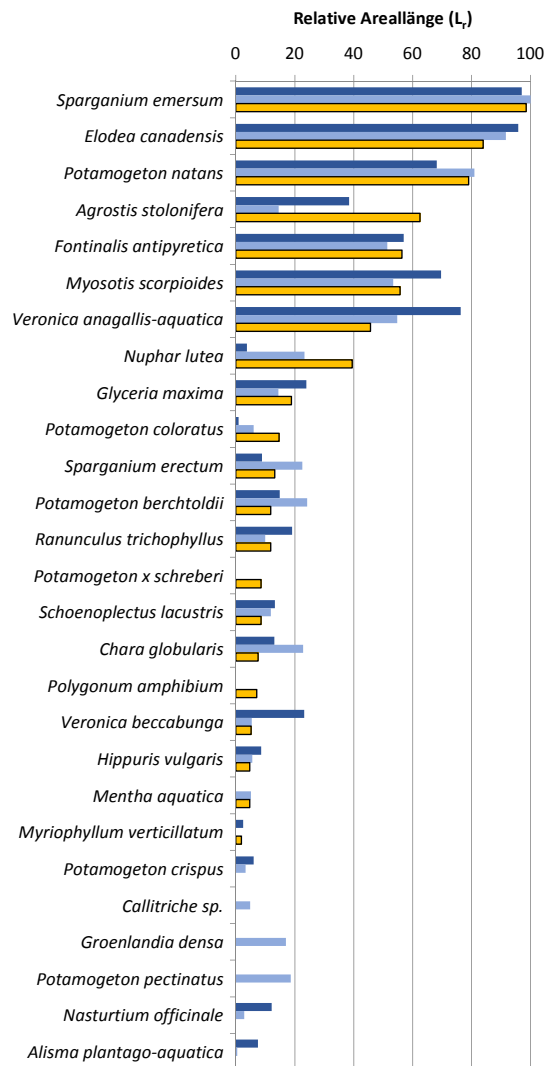


Abb. 8: Neunerkanal: Relative Areallängen der Hydro- und der Amphiphyten. (dunkelblau = 2002, hellblau = 2008, gelb = 2017).

Um Entwicklungen in der Verbreitung der einzelnen Arten im Neunerkanal leichter erkennbar zu machen, werden sie auf der Basis der Veränderungen ihrer relativen Areallängen zwischen den Jahren 2002, 2008 und 2017 in Gruppen eingeteilt:

Arten mit stetig zunehmender Verbreitung sind in der Reihenfolge ihrer relativen Areallänge *Nuphar lutea*, *Potamogeton coloratus* und tendenziell auch *Potamogeton natans*.

Arten mit nahezu gleichbleibender Verbreitung sind in der Reihenfolge ihrer relativen Areallänge *Sparganium emersum*, *Fontinalis antipyretica* und *Schoenoplectus lacustris*.

Arten mit stetig abnehmender Verbreitung sind in der Reihenfolge ihrer

relativen Areallänge *Elodea canadensis*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton crispus* und *Nasturtium officinale*.

Arten mit schwankender Verbreitung sind in der Reihenfolge ihrer relativen Areallänge *Agrostis stolonifera*, *Myosotis scorpioides*, *Glyceria maxima*, *Sparganium erectum*, *Potamogeton berchtoldii*, *Ranunculus trichophyllus*, *Chara globularis*, *Veronica beccabunga*, *Mentha aquatica* und *Myriophyllum verticillatum*.

Arten, die nur einmalig nachgewiesen wurden sind in der Reihenfolge ihrer relativen Areallänge *Polygonum amphibium*, *Callitriche sp.*, *Groenlandia densa*, *Potamogeton pectinatus* und *Alisma plantago-aquatica*.

4.4.2 Relative Pflanzenmenge (RPM)

Über die mengenmäßige Bedeutung der einzelnen Arten gibt der errechnete Anteil an der Gesamtpflanzenmenge (relative Pflanzenmenge, RPM) Aufschluss.

Es sind neun Arten, die im Jahre 2017 mindestens 1 % Anteil an der Gesamtpflanzenmenge (RPM) des Neunerkanals hatten: *Sparganium emersum* (RPM = 49 %), *Potamogeton natans* (RPM = 21 %), *Elodea canadensis* (RPM = 7 %), *Fontinalis antipyretica* (RPM = 5 %), *Myosotis scorpioides* (RPM = 2 %), *Agrostis stolonifera* (RPM = 2 %), *Nuphar lutea* (RPM = 2 %), *Potamogeton × schreberi* (RPM = 1 %) und *Potamogeton coloratus* (RPM = 1 %).

Anhand der relativen Pflanzenmenge wird ein Trend in der Artenzusammensetzung ersichtlich. Der prozentuelle Mengenanteil von *Sparganium emersum* und *Potamogeton natans* hat über die Jahre hinweg kontinuierlich zugenommen. *Elodea canadensis*, die dritte »Charakterart« des Neunerkanals, hat hingegen leicht an Bedeutung für die Pflanzengesamtmenge verloren. Dieser Abwärtstrend betrifft auch alle übrigen Makrophyten mit Ausnahme von *Potamogeton coloratus* und *Potamogeton × schreberi*. Beide Arten beschränken sich auf die oberen Abschnitte des Neunerkanals vom Austritt aus der Unterdükerung am Alten Rhein bis zur ersten Biegung nach Norden (Abschnitte 41 bis 46). Dieser Bereich bildete auch das Areal von der Armleuchteralge *Chara globularis*, die aber mengenmäßig kontinuierlich stark zurückgegangen ist.

4.4.3 Makrophyten- α -Diversität

Zur qualitativen Einschätzung des Entwicklungstrends hinsichtlich der Artenvielfalt wurde für die einzelnen Gewässerabschnitte die Makrophyten- α -Diversität nach VEIT & KOHLER (2008) berechnet. Daraus wurden Trends abgeleitet, die sich auf das »Referenzjahr« 2002 beziehen und farblich in den Verbreitungsdiagrammen (Abb. 6

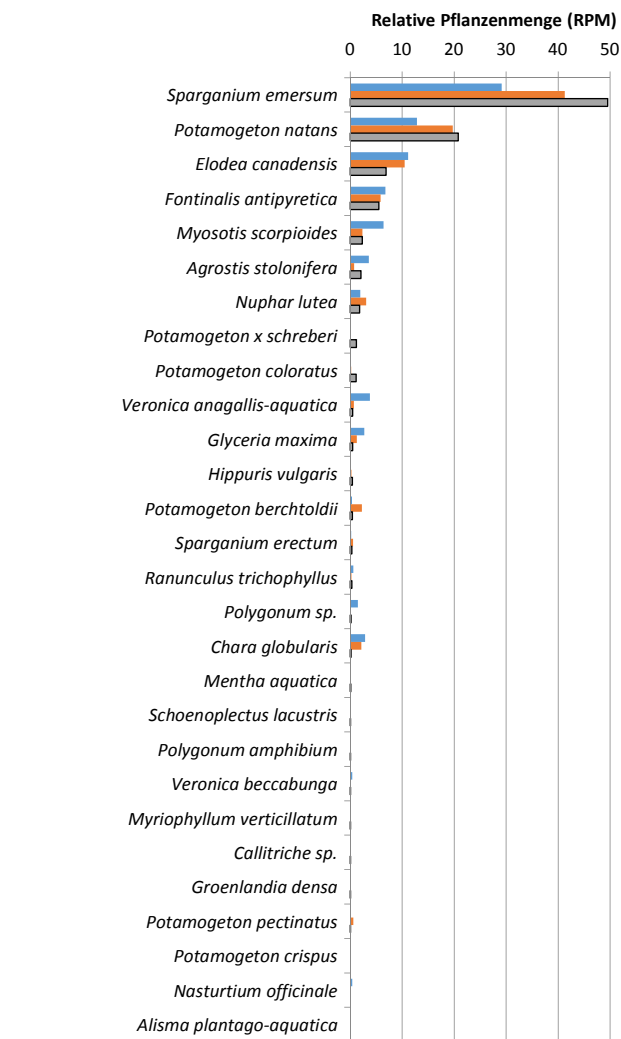


Abb. 9: Neunerkanal: Relative Pflanzenmenge der Hydro- und der Amphiphyten (blau = 2002, braun = 2008, grau = 2017).

und 7) als »zunehmend«, »gleichbleibend« oder »abnehmend« dargestellt sind.

Über das gesamte Gewässer betrachtet nehmen die Abschnitte mit aufsteigendem Trend der Makrophyten- α -Diversität 43 % der Fließgewässergesamtlänge ein. Die Abschnitte mit gleichbleibender Makrophyten- α -Diversität erstrecken sich über 48 % der Gesamtlänge des Neunerkanals. Nur bei einzelnen Abschnitten im Siedlungsgebiet von Lustenau, die zusammen 9 % der Länge des Neunerkanals einnehmen, ist von einem absteigenden Trend gegenüber der Kartierung im Jahre 2002 auszugehen.

4.4.4 Ökologischer Zustand auf Basis der biologische Qualitätskomponente »Makrophyten«

Die Makrophyten (Wasserpflanzen) sind eine der vier biologischen Qualitätskomponenten, anhand derer der ökologische Zustand eines Gewässers beurteilt werden kann. Um Aussagen über den ökologischen Zustand auf Basis der biologische Qualitätskomponente »Makrophyten« des Neunerkanals zu machen, wurden für jeden Abschnitt und dem jeweiligen Untersuchungsjahr Indexwerte nach der Methode PALL & MAYERHOFER (2015) errechnet. Sie sind in den Verbreitungsdiagrammen (Abb. 6 und 7) den einzelnen Abschnitten als »Öko-

Index« zugeordnet. Es zeigt sich, dass im Jahre 2017 gegenüber der vorangegangenen Untersuchung 2008 in 13 Abschnitten eine Verbesserung und in einem Abschnitt eine Verschlechterung des ökologischen Zustands feststellbar ist. Verbesserungen von »mäßig« auf »gut« ergaben sich in den Abschnitten 44 und 45 nahe des Alten Rheins. Von »unbefriedigend« auf »mäßig« verbesserte sich die Situation in den Abschnitten 31 und 32 von der Dornbirnerstraße (L204) abwärts, weiters in den Abschnitten 23, 18, 17 und 16 von der Feldkreuzsiedlung abwärts sowie in den Abschnitten 10, 9, und 7 unterhalb der Grindelkanal-Einmündung und im Abschnitt 3 von der Harder Landesstraße (L202) abwärts.

4.4.5 Trophie

Artenzusammensetzung und Mengenausprägung der einzelnen Wasserpflanzenarten bieten die Möglichkeit, Rückschlüsse auf die Belastung eines Gewässers durch Pflanzennährstoffe zu ziehen. Nach der Berechnung des Trophieindex (TIM) nach SCHNEIDER (2000) sind 15 Abschnitte, das sind 26 % der Gesamtstrecke des Neunerkanals, auf ein niedrigeres Trophieniveau einzustufen als bei der vorhergehenden Untersuchung im Jahre 2008. Hingegen erfuhren die drei Abschnitte 1, 4 und 5 vor der Einmündung in den Bodensee bzw. in die Dornbirner Ache eine Einstufung auf ein höheres Trophieniveau.

Durch ein vergleichsweise niederes Trophieniveau zeichnet sich besonders der Bereich vom Alten Rhein bis kurz nach der Biegung nach Norden aus. Hier sind zwei Abschnitte (41 und 45) sogar als oligo-mesotroph einzustufen. Aber auch bei den Abschnitten 17 bis 32 im Siedlungsgebiet von Lustenau zwischen der Dornbirnerstraße (L204) und der Hofsteigstraße (Gemeindestraße) ist eine Tendenz zu niedrigeren Trophieniveaus erkennbar.

5 Diskussion

5.1 Zum Artenspektrum und dem ökologischen Zustand auf der Basis der biologischen Qualitätskomponente »Makrophyten«

Die meisten Abschnitte werden von *Sparganium emersum* in der submersen Form dominiert. *Sparganium emersum*-Gesellschaften werden in der Literatur als typische Vegetation potamaler Tieflandfließgewässer beschrieben (KÖHLER & ZELTNER 1974; WEBER-OLDECOP 1977; WIEGLEB 1981). *Potamogeton natans*, *Nuphar lutea*, *Sparganium erectum* und *Polygonum amphibium*, die ebenfalls im Neunerkanal wachsen, werden unter anderen als weitere kennzeichnende Arten dieses Vegetationstyps genannt (HERR et al. 1989). Bei Beachtung eines Verfahrens zur Bewertung von Fließgewässern mittels Wuchsformen von Makrophyten und Vegetationstypen, wie es jenes für Nordrhein-Westfalen ist, wären in den Abschnitten der Zone 1 (Abschnitte 41.1 bis 46) des Neunerkanals die Merkmale eines sehr guten ökologischen Zustandes gegeben (WEYER 2017). Das Bewertungsverfahren für Österreich (PALL & MAYERHOFER 2015), bei dem der Aspekt der Trophie stark berücksichtigt wird, attestiert dieser Zone 1 nur einen guten bis mäßigen ökologischen Zustand.

Artenzusammensetzungen sind durch viele Faktoren bestimmt. Im Falle der starken Vorkommen von *Sparganium emersum* muss auch das periodische Ausmähen des Kanals, das diese Art nach MADSEN & TENT (2000) fördern soll, als Mitursache in Betracht gezogen werden.

Entwicklungstendenzen

Wie die Berechnung der Makrophyten- α -Diversität nach VEIT & KÖHLER (2008) gezeigt hat, überwiegen die Abschnitte mit zunehmender Artenvielfalt deutlich. Dies ist im oberen Bereich

des Neunerkanals auf die sich ausbreitenden Arten *Potamogeton* \times *schreberi*, *Potamogeton coloratus*, *Ranunculus trichophyllus* und *Nuphar lutea* zurückzuführen. Auf der restlichen Fließgewässerstrecke bestimmen vor allem *Agrostis stolonifera*, *Polygonum amphibium* und *Nuphar lutea* eine leichte Zunahme der Diversität. Sowohl zur Zunahme als auch zur Abnahme der Diversität trug in einigen Abschnitten *Potamogeton natans* bei.

Der ökologische Zustand hat sich im Gesamten zum Besseren entwickelt. Nur noch in zwei Abschnitten weisen die Indexwerte nach PALL & MAYERHOFER (2015) auf einen unbefriedigenden ökologischen Zustand hin. Die Verbesserung im oberen Bereich von »mäßig« auf »gut« wird im Wesentlichen durch die Ausbreitung des oligotraphenten *Potamogeton coloratus* und auf den Rückgang der eutraphenten Arten *Elodea canadensis* und *Potamogeton crispus* angezeigt. In den übrigen Abschnitten bestimmt vor allem das Wechselspiel des mesotraphenten *Potamogeton natans* und der eutraphenten *Elodea canadensis* die Beurteilung des ökologischen Zustands.

5.2 Vergleich der Trophieindikation und der Gesamtkonzentration an Phosphor

Der im Wasser für Wasserpflanzen verfügbare Phosphor ist ein vielbeachteter Minimumfaktor, der für die verschiedenen Arten unterschiedlich hoch ist. Wie in Abb. 2 ersichtlich ist, steigt die Phosphor-Gesamtkonzentration in allen drei Messzeiträumen, die zeitlich vor jeder Vegetationsuntersuchung liegen, mit der fließenden Welle an. Beim Vergleich der in der Limnologie verwendeten, an der Phosphor-Gesamtkonzentration orientierten Trophiestufen nach OECD (1982) liegen die Messergebnisse der Messstellen der Abschnitte 41 und 31 im Bereich für »mesotroph«. Die Messstellen in Fließrichtung weiter abwärts

tendieren bereits zu »meso-eutroph« bis »eutroph«. Werden nur die Messwerte vor der Untersuchung im Jahre 2017 betrachtet, dann unterscheiden sich die Werte der Oberen Abschnitte (Zone 1) hochsignifikant von den Werten der übrigen Messstellen. Diese Abstufung entlang der Fließgewässerstrecke widerspiegelt sich deutlich erkennbar in der Wasserpflanzenvegetation. Offensichtlich schaffen die Phosphorkonzentrationen, die sich um den Median von $13 \mu\text{g l}^{-1}$ gruppieren, günstige Bedingungen für Arten, die in nährstoffarmen Gewässern gedeihen können, wie *Potamogeton coloratus*, *Potamogeton berchtoldii*, *Ranunculus trichophyllus* oder *Chara globularis* (siehe Abb. 6 und 7). Diese Arten fallen auf der Strecke bis zur nächsten Messstelle im Abschnitt 31 sehr schnell aus.

Entwicklungstendenzen

Im Jahre 2017 wurde die letzte Baustetappe der kommunalen Abwasser-

kanalisation in Lustenau fertiggestellt. Häusliche Abwässer, die bisher direkt in den Neunerkanal oder über den Grindelkanal eingeleitet wurden, werden nunmehr restlos über die Ortskanalisation der ARA Hard zugeführt. Bereits ab 2013 wurden oberhalb des Abschnitts 19 keine Abwässer mehr eingeleitet. Dies findet seinen Niederschlag in den vergleichsweise niedrigeren Messwerten der Phosphor-Gesamtkonzentrationen in der Zeitspanne 2013 bis 2017 an den Messstellen in den Abschnitten 18 (Vorachstraße) und 11 (Zellgasse). Die rückläufigen Makrophyten-Trophie-Indexwerte in diesen Bereichen sind als Reaktion der Wasserpflanzen auf diese Änderung der Standortfaktoren anzusehen. Da Makrophyten zeitverzögert auf Verbesserungen des Gewässerzustands reagieren (KOHLER & ZELTNER 1981; KOHLER 1981; MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982), könnte noch ein weiterer Wandel der Vegetation der Abschnitte in den Zonen 2 und 3 zu erwarten sein.

Während die Belastung aus kommunalen Abwässern mittlerweile gebannt ist, weisen die leicht steigenden Werte für Gesamtphosphor der Messstellen in den Abschnitten 41 und 31 auf eine zunehmende Belastung aus landwirtschaftlichen Nutzflächen hin (Abb. 2). Ob dies im Toleranzbereich der oligo- bis mesotrophenten Arten der oberen Abschnitte liegt und ob sich diese Zone dennoch weiter in Fließrichtung ausbreiten können wird, werden spätere Untersuchungen zeigen.

6 Danksagung

Ich bedanke mich beim Umweltinstitut Vorarlberg für die Bereitstellung der physikalisch-chemischen Daten. Diese Arbeit wurde von der inatura Erlebnis Naturschau GmbH, Dornbirn unterstützt.

7 Literatur

- AMANN, G. (2016): Aktualisierte Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Vorarlbergs. – 161 S.; Online-Beilage zu: GRABHERR, G., AMANN, G., BEISER, A. & GRABHER, M.: Das Pflanzenleben Vorarlbergs; Hohenems (Bucher). http://www.inatura.at/forschungonline/RL_pflanzen_2016.pdf
- BORNAND, C., GYGAX, A., JULLERAT, P., JUTZI, M., MÖHL, A., ROMETSCH, S., SAGER, L., SANTIAGO, H. & EGGENBERG, S. (2016): Rote Liste Gefäßpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. – Umwelt-Vollzug Nr. 1621: 178 S.; Bern (BAFU) & Genf (Info Flora).
- BREUNIG, T. & DEMUTH, S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württembergs. – Naturschutz-Praxis. Artenschutz, 2: 246 S.; Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- BROGGI, M. F., WALDBURGER, E. & STAUB, R. (2006): Rote Liste der gefährdeten und seltenen Gefäßpflanzen des Fürstentums Liechtenstein. – Bericht Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, 32: 53-88.
- HERR, W., TODESKINO, D. & WIEGLEB, G. (1989): Übersicht über Flora und Vegetation der niedersächsischen Fließgewässer unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege. – Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, 18: 145-283.
- JÄGER, D. (2005): Makrophyten-Inventar ausgesuchter Fließgewässer Vorarlbergs. – unveröff. Projektbericht i.A. inatura - Erlebnis Naturschau Dornbirn: 114 S., Hohenems.
- JÄGER, D. (2013): Rote Liste gefährdeter Wasserpflanzen Vorarlbergs. – Rote Listen Vorarlbergs, 6: 200 S.; Dornbirn (inatura).
- KOHLER, A. (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. – Landschaft und Stadt, 10: 73-85.
- KOHLER, A. (1981): Die Vegetation bayerischer Fließgewässer und einige Aspekte ihrer Veränderung. – In: Fließgewässer in Bayern. Tagungsbericht 5/81: 6-18 (Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege).
- KOHLER, A. & ZELTNER, G.-H. (1974): Verbreitung und Ökologie von Makrophyten in Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes (Naab, Pfreimd und Schwarzach). – Hoppea. Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft, 33: 171-232.
- KOHLER, A. & ZELTNER, G.-H. (1981): Der Einfluß von Be- und Entlastung auf die Vegetation von Fließgewässern. – Daten und Dokumente zum Umweltschutz, Universität Hohenheim, 31: 127-139.
- KOHLER, A., HEIMBERGER, K. & ZELTNER, G.-H. (1994): Die Makrophytenvegetation in Fließgewässern des Erdinger Moores (Münchener Ebene) - Ihre Entwicklung 1973 bis 1994. – Berichte des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie, Univ. Hohenheim, Beiheft 1: 101 S.
- KORSCH, H., DOEGE, A., RAABE, U. & VAN DE WEYER, K. (2012): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. 3. Fassung, Stand: Dezember 2012. – Haussknechtia, Beiheft 17: 32 S.
- MADSEN, B. L. & TENT, L. (2000): Lebendige Bäche und Flüsse. Praxistipps zur Gewässerunterhaltung und Revitalisierung von Tieflandgewässern. – 156 S.; Hamburg (Edmund Siemers-Stiftung).
- MONSCHAU-DUDENHAUSEN, K. (1982): Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren in Fließgewässern dargestellt am Beispiel der Schwarzwaldflüsse Nagold und Alb. – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, 28: 118 S.
- NIKLFIELD, H. & SCHRATT-EHRENDORFER, L. (1999): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. – In: NIKLFIELD, H. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 10: 33-130.
- OECD (Ed.) (1982): Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. – 154 pp.; Paris (Organisation for Economic Co-Operation and Development).
- PALL, K. & JANAUER, G. A. (1995): Die Makrophyten-Vegetation von Flussstauen am Beispiel der Donau zwischen Fluss-km 2552.0 und 2511.8 in der Bundesrepublik Deutschland. – Archiv für Hydrobiologie. Suppl. 101, Large Rivers 9/2: 91-109.
- PALL, K. & MAYERHOFER, V. (2015): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente. Teil A4 Makrophyten [Fließgewässer]. – Version A4-01h_MPH: 68 S.; Wien (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft).
- SAUER, M. & AHRENS, M. (2006): Rote Liste und Artenverzeichnis der Moose Baden-Württembergs. Stand 2005. – Naturschutz-Praxis. Artenschutz, 10: o.P. [142 S.]; Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- SCHUEERER, M. & AHLMER, W. (Red.) (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 165: 372 S.
- SCHNEIDER, S. (2000): Entwicklung eines Makrophytenindex zur Trophieindikation in Fließgewässern. – 182 S.; Aachen (Shaker).
- SCHNYDER, N., BERGAMINI, A., HOFMANN, H., MÜLLER, N., SCHUBIGER-BOSSARD, C. & URMI, E. (2004): Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. – Vollzug Umwelt: 99 S.; Bern (BUWAL, FUB & NISM).
- SCHRÖCK, Ch., KÖCKINGER, H., AMANN, G. & ZECHMEISTER, H. (2013): Rote Liste gefährdeter Moose Vorarlbergs. – Rote Listen Vorarlbergs, 8: 236 S.; Dornbirn (inatura).
- VEIT, U. & KOHLER, A. (2008): Bewertung der Makrophyten-Biodiversität in Fließgewässern. – Berichte des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie, Univ. Hohenheim, 17: 57-68.
- WEBER-OLDECOP, D.W. (1977): Fließgewässertypologie in Niedersachsen auf floristisch-soziologischer Grundlage. – Göttinger Floristischer Rundbrief, 10: 73-79.
- WEYER, K. VAN DE (2017): NRW-Verfahren zur Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten. Fortschreibung und Metrifizierung. – LANUV-Arbeitsblatt 30 (2. überarbeitete und ergänzte Auflage): 94 S.; Recklinghausen (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen).
- WIEGLEB, G. (1981): Struktur, Verbreitung und Bewertung von Makrophytengesellschaften niedersächsischer Fließgewässer. – Limnologica (Berlin), 13: 427-448.