

Basismonitoring Bodensee

Datenblatt Neobiota

1 Einleitung

Die Verschleppung und Ausbreitung von Neobiota gehört zwischenzeitlich zu den drei wichtigsten Ursachen des Artensterbens auf der Erde. Am Bodensee ist das Thema „aquatische Neozoen im Bodensee“ Inhalt eines internationalen Monitorings (www.neozoen-bodensee.de). Seither haben verschiedene Arten neozoischer aquatischer Wirbelloser (v.a. Krebse und Mollusken) die Benthosbiozönose und auch die pelagischen Lebensgemeinschaften des Sees grundlegend verändert. Dem Thema der aquatischen Neozoen wird daher auch im Basismonitoring der IGKB eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

1.1 Definition

Neobiota sind Tier- (Neozoen) oder Pflanzenarten (Neophyten - Pilze und Mikroorganismen werden der Einfachheit halber zu den Pflanzen gerechnet), die seit der Entdeckung Amerikas 1492 durch den Einfluss des Menschen in einen für sie zuvor nicht zugänglichen Lebensraum gelangt sind. Hier gehören sie dann zu den gebietsfremden bzw. nichtheimischen Arten. Der menschliche Handel und Verkehr spielen für die Einführung des Begriffs Neobiota eine so wichtige Rolle, weil sich mit dem Jahr der Entdeckung Amerikas der transkontinentale Handel extrem ausgeweitet hat. Gebietsfremde Arten, die bereits zuvor dauerhaft in unsere freie Natur eingebracht wurden, werden als Archäobiota (Archäophyten und Archäozoen) bezeichnet.

Invasiv werden Neobiota (in der Schweiz: invasive gebietsfremde Organismen (igO)), wenn sie sich nach einer Lag-Phase (Zeitverzögerung) exponentiell vermehren und/oder aufgrund eines aggressiven Ausbreitungs- oder Fressverhaltens sowie einer Massenentwicklung Schaden an den heimischen Biozönosen, wirtschaftlichen Schaden oder Schaden an der menschlichen Gesundheit anrichten können.

Im Rahmen des IGKB-Basismonitorings werden nur aquatische Neobiota berücksichtigt. Hierzu zählen:

- das Makrozoobenthos (eigener Untersuchungsschwerpunkt)
- die Makrophyten und das Phytobenthos (im Rahmen der jeweiligen Untersuchungskampagnen)
- Zoo- und Phytoplankton (im Rahmen der jeweiligen Untersuchungskampagnen).

Neobiota anderer Lebensräume bzw. taxonomischer Gruppen (z.B. Fische, Landpflanzen, terrestrische Fauna, Krankheitserreger, Parasiten usw.) werden von den für den Bodenseeraum zuständigen Fachstellen der Länder und Kantone behandelt.

1.2 Prozesse der Ausbreitung aquatischer Neobiota

Aquatische Neobiota gelangen direkt oder indirekt mit Hilfe unterschiedlicher Vektoren (Verschleppungswege und -mechanismen) aus ihrem Ursprungsgebiet in einen für sie neuen Lebensraum. Einmal im Zielort angelangt, kommt es zu einer ersten Ansiedlung. Wenn sich die Art dann

selbstständig – d.h. ohne weiteren Einfluss des Menschen – reproduzieren und über mehrere Generationen erhalten kann, gilt sie als etabliert.

Bekannte Vektoren der Verschleppung aquatischer Neobiota sind:

- Frachtschiffe (Außenwand, Kühlungssystem), ihre Ladung und ihr Bilgenwasser (→ Verschleppungen innerhalb des Bodensees),
- Wanderboote (Einschleppungen über Eintrittsporten, v.a. Häfen),
- fahrlässiges Entleeren von Aquarieninhalten, Fisch-, Krebs- und Muschel-Transportbehältern in offene Gewässer (Einschleppungen),
- Einschleppung über den Handel von Wasserpflanzen (Gartencenter u.a.),
- Entkommen aus Weihern und Gartenteichen (z.B. bei Hochwasser),
- Angel- und Tauchausrüstung (Einschleppungen durch nasse Ausrüstung),
- importierter Fischbesatz (Einschleppungen in Transportbehältern)
- Expansion des bisherigen Verbreitungsgebiets (z.B. aktive Zuwanderung von Großkrebsen und neozoischen Grundelarten, Zuflug von Mücken, Phoresie u.a.).

Kleinlebewesen und die meisten Gewässerorganismen sind unauffällig und bleiben lange Zeit „unter dem Radar“ unserer Beobachtung, bis sie invasiv und flächig auftreten bzw. im Rahmen biologischer Untersuchungen gefunden werden. Dieses erst späte Erkennen ihrer Verbreitung ist neben den oft negativen Folgen für die heimischen Biozönosen auch ein wichtiger Grund dafür, dass vor allem die aquatischen wirbellosen Neozoen in einem Bodensee-Monitoringprogramm Sonderstatus haben.

1.3 Ökologische Bedeutung

Die ökologischen Auswirkungen der Neobiota sind von den artspezifischen Interaktionen mit angestammten Lebensgemeinschaften und untereinander abhängig. Direkte Interaktionen sind v.a. Habitatkonkurrenz oder Prädation.

Ein oft schnell ablaufender Prozess ist die Verdrängung von heimischen Arten durch Neobiota aber auch von Neobiota untereinander. Oft gehören sie zu derselben taxonomischen Gruppe, haben gleiche oder ähnliche Habitatansprüche und besetzen deshalb auch dieselben Nischen; auf der anderen Seite zeigen sie aber unterschiedliche Vermehrungs- und Verbreitungsstrategien.

Bei den invasiven aquatischen Neobiota sind es vor allem die ausgeprägten r-Strategen, die bei der Fortpflanzung eine hohe Reproduktionsrate (r) aufweisen (z. B. die neozoischen Muschel- und Kleinkrebsarten im Bodensee, neophytische Wasserpflanzen wie die Wasserpest) und dabei vorhandene Ressourcen hinsichtlich Nahrung/Nährstoffe und Siedlungsraum voll ausnutzen können. Sie sind in aller Regel auch anspruchslos (euryök). Wenn sie nicht durch spezielle Lebensraumbedingungen (z.B. starke Strömung, ungeeignete Siedlungsflächen, dauerhaft tiefe Temperaturen u.a.) in ihrer Fortpflanzung und Ausbreitung eingeschränkt werden, sind sie als „Generalisten“ gegenüber den „Spezialisten“, zu denen viele heimische Arten mit kleinen Populationsgrößen zählen, im Konkurrenzvorteil.

Der große Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) hat gegenüber heimischen und früher eingewanderten Flohkrebsarten erheblichen Konkurrenzvorteil, weil er als Nahrungsoportunist (Räuber und Detritusfresser) andere Amphipoden fressen kann, wesentlich größer ist und deshalb im gleichen Lebensraum aggressiver auftritt.

Die zwischen 1965 und 2017 massenhaft im See siedelnde Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) wurde von der 2016 eingeschleppten Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*) innerhalb von nur 3

Jahren fast völlig aus der Benthosbiozönose verdrängt. Ursache für diese Verdrängung sind Eigenschaften der Quagga-Muschel, die sie gegenüber der Wandermuschel konkurrenzfähiger macht, z.B.:

- eine fast ganzjährig ablaufende Reproduktion mit tieferen Temperaturlimitierungen
- Siedlung in Kolonienstärke bis in sehr große Wassertiefen
- schnelleres Wachstum.

Sehr bedeutend können aber auch indirekte Einflüsse durch lebensraumgestaltende Arten (*ecosystem engineers*) oder die Begünstigung der Etablierung weiterer Neobiota (*melt-down hypothesis*) sein. Lebensraumgestaltende Arten können durch ihre Anwesenheit komplette Ökosysteme verändern. So überzieht die im Bodensee eingeschleppte Quagga-Muschel auch das schwer besiedelbare Weichsubstrat des Seebodens in konglomerierten Kolonien und mit Schalenresten und bietet damit neue lückige Hartsubstrate als Siedlungsraum für weitere Neozoen, aber auch für heimische Arten an. Hierdurch kommt es zu einem massiven Biomasseanstieg auf Böden (z.B. Sand, Schluff, nackter Fels), die zuvor nur durch Spezialisten besiedelt werden konnten.

Einige eingeschleppte Arten kommen aus gleichen Herkunftsgebieten und sind teilweise aneinander adaptiert. In diesem Fall kann das Vorkommen einer Art die Etablierung einer weiteren Neozoen-Art begünstigen. So profitieren viele Amphipoden (Flohkrebse) aus dem Schwarzmeerraum von den Zwischenräumen zwischen den Schalen der Quagga- und Wandermuscheln. Von einige Fischparasiten (z.B. *Pomphorhynchus sp.*) ist bekannt, dass sie Flohkrebse als Zwischenwirt und Fischarten (z.B. Grundeln) als Transportwirte benutzen und sich mit beiden Vektoren stark verbreiten.

Wenige invasive Arten haben die Zusammensetzung der Biozönosen und das Nahrungsnetz im Bodensee bereits erheblich verändert. Am stärksten betroffen sind bisher das Makrozoobenthos und die Wasserpflanzengesellschaften der Flachwasserzone – hier besteht schon seit Jahren über 90% der Biomasse des Makrozoobenthos aus Neozoen. Gebietsweise ist der Flachwasserbereich bereits mit neophytischen Wasserpflanzenbeständen wie der Kanadischen Wasserpest (*Elodea canadensis* bzw. *nutallii*) bewachsen. Dies betrifft meist Hafenanlagen, aber auch einzelne Uferabschnitte.

1.4 Sozio-ökonomische Bedeutung der Bodensee-Neozoen

Die Einschleppung von Neobiota hat neben einer ökologischen auch eine ökonomische Bedeutung. Aktuell betrifft das die Ausbreitung der Quagga-Muschel, die zu anwachsenden Problemen bzw. Kosten vor allem für alle Wasserentnehmer aus dem Bodensee führt, indem sie sich in mehreren Schichten in den Saugrohren ansiedelt. Zur Aufrechterhaltung der Wasserversorgung müssen die Rohre deshalb regelmäßig aufwändig gereinigt oder im Einzelfall sogar ersetzt werden.

Die ökonomischen Schäden einer Invasion hängen allerdings auch mit dem Zeitpunkt ihrer Entdeckung ab. Eine frühzeitige Erkennung einer Etablierung ermöglicht ein möglichst großes Zeitfenster, in dem sich voraussichtlich betroffene Nutzer auf das Problem einstellen können. Dies betrifft vor allem die Einschleppung von Arten mit bereits bekannt sehr hohem Schadenspotenzial. Ein möglichst großes Zeitfenster kann eventuelle Folgekosten reduzieren und das Risiko des Ausfalls entsprechender Anlagen minimieren.

Neobiota können auch die menschliche Gesundheit beeinflussen, indem sie sog. „wasserbürtige“ Krankheiten verursachen. In diesem Zusammenhang ist die im Bodensee durch Zerkarien-Larven verschiedener Pärchenegel verursachten Badermatitis zu nennen. Hier werden bereits neozoische Arten diskutiert (im Mittelmeerraum kam es bereits mehrfach zu Bilharziosen, die durch tropische Pärchenegel verursacht werden). Über autochthone (*Culex spp.*, *Anopheles spp.*) und neozoische

Mückenarten (asiatische Tigermücke, *Aedes albopictus*), die sich v.a. in den Überschwemmungsbereichen des Sees entwickeln können, könnten Erreger von Denguefieber und Leishmaniose übertragen werden. Die Tigermücke ist bereits für den Oberrheingraben nachgewiesen.

2 Fragestellungen

Das Neobiota-Monitoring ist in der Regel ein Teil der Monitoringprogramme anderer biologischer Komponenten (Makrozoobenthos, Makrophyten/Phytobenthos, Plankton), bei dem die gebietsfremden Vertreter der jeweiligen Gruppen gesondert betrachtet werden.

Die zentralen Fragen des Neobiota-Monitorings sind:

- Welche Neobiota kommen im Bodensee vor?
- Verhalten sich die Neobiota invasiv oder nicht, wie entwickeln sich deren Bestände?
- In welcher Geschwindigkeit, auf welcher Fläche und welcher Tiefe breiten sich Neobiota im Bodensee aus?
- Welche Auswirkungen haben sie auf die einheimischen Biozöosen und auf andere Neobiota?
- Welche Auswirkungen haben sie auf das Nahrungsnetz und die stofflichen Prozesse des Bodensees?
- Welche Auswirkungen haben sie auf den Menschen?

Diese Fragen können einerseits durch geeignete Beprobungskonzepte, zum anderen durch Grundlagenforschung und Informationsaustausch beantwortet werden (vgl. Tab. 1). In diesem Zusammenhang sind auch die Fragen zu klären, über welche Vektoren aktuell und künftig gebietsfremde Arten eingeschleppt werden können.

Das Spektrum etablierter und prospektiver Neobiota des Bodensees zeigt, dass nicht alle Gruppen zusammen mit den anderen Komponenten und mit den bisherigen Monitoringmethoden erfasst werden können. Zumindest für gezielte Nachweise und die Untersuchung invasiver Ausbreitung müssen gesonderte Probenahmen im Flachwasserbereich des Sees, im Freiwasser und am Seeboden durchgeführt werden. Zumindest für einige Tiergruppen sind spezifische Erhebungs-Methoden anzuwenden.

In Tab. 2.1 sind Fragen zur Ausbreitung und Auswirkung aquatischer Neobiota im Bodensee den zu ihrer Beantwortung geeigneten Formen der Datenerhebung und Untersuchungsintervallen zugeordnet.

Tab. 2.1: Fragen zur Ausbreitung und Auswirkung aquatischer Neobiota im Bodensee. Relevante Arten/Gruppen; Datenerhebung; Untersuchungsintervalle.

Fragestellung	Frage betrifft welche Gruppen	Aktuelle Fokusarten, -gruppen	Datenerhebung, Abklärung	Untersuchungsintervall
Ökologische Fragen zu aquatischen Neobiota				
Welche Neobiota kommen im Flachwasserbereich des Bodensees vor?	Alle Neobiota-Gruppen	MZB, Makrophyten, Fische	Benthosprobenahmen, Makrophytenkartierung, Befischung, E-DNA	jährlich (MZB) bis 3-jährig (Makrophyten, Fische)
Welche Neobiota kommen im Freiwasser des Bodensees vor?	Invertebraten, Phyto- und Zooplankton	Schwebegarnelen, Blaualgen	Netzzüge mit Schiff, Planktonproben im Freiwassermonitoring und im Flachwasser	jährlich
Welche Neobiota kommen auf dem Tiefenboden des Bodensees vor?	Invertebraten, Mikroorganismen	Keine	Dredge- und Greiferproben, ROV-Survey, Taucheinsätze	Jährlich bis 5-jährig
Welche neozoischen Parasiten kommen im Bodensee vor?	Mikroorganismen, Invertebraten, Pilze	Cerarien (Badedermatitis), <i>Aphanomyces</i> , div. Fischparasiten, PKD	Untersuchung der Parasitierung verschiedener Wasserschnecken, Untersuchung parasitierter Krebse und Fische	Sonderuntersuchung
Über welche Vektoren können weitere Neobiota eingeschleppt werden?	Prospektive Arten aller Gruppen derselben und benachbarter Klimazone	potenziell invasive Arten des MZB, der Makrophyten und Fische, Parasiten	Analyse der Vektoren, Untersuchung von Wanderbooten, Kontrolle von Fischbesatz. Informationsaustausch in Expertengruppen	Nach Bedarf. Jährlicher Informationsaustausch
Welche Neobiota kommen in benachbarten Gewässersystemen vor und sind im Bodensee erwartbar?	Prospektive Arten aller Gruppen derselben Klimazone	MZB aus dem pontokaspischen Raum (Amphipoden, <i>Jaera</i> , <i>Chelicorophium Hypania</i> u.a.) Schwarzmeergrundeln, Parasiten, verschiedene Großkrebse, <i>Sinanodonta</i>	Informationsaustausch in Expertengruppen; Benthosprobenahmen, Makrophytenkartierung, Befischung, E-DNA, stichprobenartige Untersuchungen an möglichen Eintrittspforten, Erstellung von Erwartungslisten	Nach Bedarf. Jährlicher Informationsaustausch
Für welche Neobiota ist im Zusammenhang mit weiterer Wassererwärmung eine Etablierung zu erwarten?	Alle Neobiota-Gruppen	MZB, Makrophyten, Fische, Parasiten und div. Krankheitserreger Stechmücken, Blaualgen	Grundlagenforschung, Informationsaustausch in Expertengruppen, Erstellung von Erwartungslisten	Nach Bedarf. Jährlicher Informationsaustausch
Etablierungsgrad der Neobiota, inkl. und Erfassung von Massenvermehrungen?	Bereits etablierte Neobiota.	MZB, neoz. Amphipoden, Quaggamuschel, Corbicula, Makrophyten, Plankton, Fische	Benthosprobenahmen, Makrophytenkartierung, Befischung Netzzüge mit Schiff, Planktonproben im Freiwassermonitoring	(Saisonal bis) jährlich, Sonderuntersuchungen
In welchem Maße kommt es zu Interaktionen mit und Beeinträchtigungen/Gefährdungen von heimischen Lebensgemeinschaften?	Bereits etablierte Neobiota.	MZB (bentisch und pelagisch), Makrophyten, Fische, Phyto- und Zooplankton,	Flächen- (und Volumen-) bezogene Beprobungen, Flächenkartierungen) Dauerbeobachtungsstellen	jährlich (MZB) bis 3-jährig (Makrophyten, Fische)
In welcher Geschwindigkeit, in welcher Fläche und Tiefe breiten sich Neobiota im Bodensee aus?	Kolonien und Schwarm bildende Neobiota	Invasive bzw. Strukturen bildende und Flächen bedeckende Neobiota (z.B. <i>Dikerogammarus</i> , Quagga, Mysiden, Elodea)	Benthosprobenahmen, Kartierung von flächigen Kolonien, Makrophytenkartierung, Befischung Netzzüge mit Schiff, Planktonproben im Freiwassermonitoring und Flachwasserbereich	(Saisonal bis) jährlich
Welche Auswirkungen haben Neobiota auf das Nahrungsnetz und die stofflichen Prozesse des Bodensees?	Alle Kolonien und Schwarm bildenden aquatischen Neobiota und deren Stoffwechselprodukte	Quagga, Corbicula, Mysiden, Elodea	Grundlagenforschung, Sonderuntersuchungen	Einmalig, evtl. 6-jährlich
Sozio-ökonomische Fragen				
Welche Auswirkungen haben Neobiota direkt und indirekt auf die Nutzung der Wasserressourcen oder auf die Fischerei?	Invasive Kolonienbildner, invasive Fischarten	Quaggamuschel, Stichling, Schwarzmundgrundel	Sonderuntersuchungen	Nach Bedarf, Sonderuntersuchungen
Welche Auswirkungen haben Neobiota direkt und indirekt auf die menschliche Gesundheit (wasserbürtige Krankheiten)	Gebietsfremde Parasiten und Stechmücken	Bilharziosen, Tigermücke, Sandmücken (Denguefieber)	Sonderuntersuchungen	Nach Bedarf Sonderuntersuchungen

3 Methoden

Für die Probenahme der Organismengruppen Makrozoobenthos, Makrophyten, Phytobenthos und Plankton werden die in den jeweiligen Datenblättern vorgestellten Probenahmemethoden angewendet. Zur Datenerhebung muss jeweils auf eine für die jeweilige Gruppe geeignete Methode zurückgegriffen werden. Für die meisten Makrozoobenthos-Organismen, Makrophyten, Phytobenthos und Plankton liegen bereits etablierte Methoden vor. Diese sind in den Datenblättern der entsprechenden Organismengruppen beschrieben. Werden die Untersuchungen in ausreichend engen Zeitintervallen durchgeführt (s.u.), dann sind sie prinzipiell auch dafür geeignet, die Einschleppung und Verbreitung der Neobiota zuverlässig zu erfassen. Für die Periodizitäten bei den Makrophyten, bei Makroinvertebraten oder Planktonorganismen müssen zudem saisonale Entwicklungen berücksichtigt werden.

3.1 Datenerhebung

Benthische Neozoen des Flachwasserbereichs werden zusammen mit den restlichen Makroinvertebraten im Rahmen flächenbezogener Probenahmen erfasst.

Für die Erfassung spezieller Organismengruppen müssen Sondermethoden eingesetzt werden:

- Zur Erfassung von Schwebegarnelen werden sowohl im ufernahen Bereich als auch im Freiwasser Netze eingesetzt (Handnetze, feinmaschige Schleppnetze). Größere Schwärme im Freiwasser können darüber hinaus mit dem Echolot erfasst werden;
- Die Ausbreitung der Quaggamuschel und der Körbchenmuschel im Bodensee geht weit über die bewatbare ufernahe Zone hinaus. Für die Probenahme und Flächenbeobachtung ist bis in ca. 10-15 m Wassertiefe zunächst der Einsatz von Tauchern möglich, danach müssen Tiefengreifer und/oder Unterwasserroboter (ROV) eingesetzt werden.
- Zur Erfassung neozoischer Decapoden (Großkrebse) werden in der Regel passive Fangmethoden angewendet. Hierzu zählen beköderte Krebsreusen und exponierte Dachziegel, die von den Krebsen als Versteckmöglichkeit genutzt werden.

Weitere detailliertere Erhebungen können bei speziellen Fragestellungen notwendig werden, z.B. bei den Themen

- unterschiedliche Besiedlung auf natürlichen und anthropogenen Substraten,
- Wirkungskontrollen im Rahmen von Renaturierungsprojekten,
- Gefahr der Verschleppung von Neobiota im Rahmen von Materialverfrachtung (z.B. Verschleppung von Organismen im Baggergut),
- Untersuchungen der Außenhaut, der Motoren und des Bilgenwassers von Wanderbooten.

Gebietsfremde submerse Makrophyten und entsprechende Arten im Phytobenthos werden zusammen mit dem jeweiligen Basismonitoring erfasst. Die Methoden werden in den Datenblättern Makrophyten und Phytobenthos vorgestellt.

Planktisch lebende Neobiota werden im Rahmen des Freiwassermonitorings – zusammen mit dem Phyto- und Zooplankton erhoben. Die Kosten sind im Aufwand des Freiwassermonitorings enthalten.

Methoden, die sich noch in der Entwicklung befinden, sind Artbestimmungen durch genetische Methoden (z.B. Metabarcoding) und e-DNA. Solche Methoden sollten sinnvollerweise im Bereich möglicher Eintrittspforten Anwendung finden, wo die Verbreitungswege (Vektoren) im See enden.

Voraussetzendes Niveau für die Datenerhebung und Bestimmung gebietsfremder Arten des Makrozoobenthos, der Makrophyten sowie des Phyto- und Zooplanktons:

- Bestimmung auf Artniveau bzw. auf das für die Organismengruppe relevante taxonomische Niveau
- Probestellen an allen unterschiedlichen Ufer- und Wellenexpositionstypen des Sees
- Berücksichtigung aller für bekannte invasive Arten typischen Habitate
- Wo nötig, Erfassung nicht nur ufernaher Flachwasserbereiche, sondern Beprobung verschiedener Tiefenstufen und/oder im Freiwasser, in denen die Art(en) siedelt/siedeln.

Spezielle Anforderungen zur Erfassung der Ausbreitung/Ausbreitungsgeschwindigkeit gebietsfremder Arten sind:

- Bei Makrophyten mindestens dreijährliche, bei Makrozoobenthos und Plankton mindestens jährliche Untersuchungsintervalle
- dichtes Probestellennetz (bei Bodenbesiedlung und generell bei sessilen Organismen)
- fallweise Ergänzung der Methoden
- Spezialuntersuchungen, Untersuchung möglicher Eintrittspforten u.a.

Anforderungen zu Erfassung des Einflusses auf angestammte Arten sind:

- saisonale (bei Makrophyten angepasste) Untersuchungsintervalle
- flächenbezogene Probenahmen
- Bestimmung der jeweils vollständigen Biozönose (heimische und gebietsfremde Arten) auf Artniveau mit Bewertung der relativen Häufigkeiten
- Fallweise: Bestimmung der Biomassenanteile.

Ansonsten (z.B. Teilproben pro Probestelle; Untersuchungsareal) gelten die gleichen Anforderungen wie beim allgemeinen Monitoring der jeweiligen Organismengruppen.

Für die Erfassung temperatur- und energieabhängiger Ansiedlungen/Vorkommen von Neobiota werden sowohl im Rahmen des MZB-Monitorings als auch des Makrophytenmonitorings Probestellen ausgewählt (bzw. ergänzt), die das Spektrum sich unterschiedlich entwickelnder Wassertemperaturen, Vereisungscharakteristika und Energieeinträge (Wellenschlag) repräsentieren.

3.2 Erfassung der Einschleppungsereignisse

Der Nachweis neu eingeschleppter Arten gelingt im besten Fall im Rahmen eines der standardmäßig durchgeführten Monitoringprogramme. Viele Nachweise sind jedoch Zufallsfunde. Die Fachstellen am Bodensee und die IGKB versuchen deshalb seit rund 15 Jahren, die interessierte Öffentlichkeit über das Phänomen und die Auswirkungen von Neobiota zu informieren. Dies geschieht in Form von populärwissenschaftlichen Broschüren, Presseartikeln, Internetauftritten (www.neozoen-bodensee.de) und Informationstafeln an Bodenseehäfen. Auf diesem Wege gelangen auch Nachweise neuer Arten durch aufmerksame Laienforscher, Taucher, Angler und Bootsführer an die Fachstellen.

Eine systematische Suche nach neuen Arten gelingt theoretisch durch die Analyse von Umwelt-DNA (E-DNA) in Wasserproben. Alle aquatischen Individuen einer Art geben DNA-Spuren ans Wasser ab, die in den Wasserproben gefunden werden können.

3.3 Probestellenwahl

Die Probestellen zur Erfassung der Neobiota müssen für die verschiedenen Habitate des Bodensees repräsentativ sein und die physikalischen Charakteristika verschiedener Seeteile und Uferabschnitte berücksichtigen (siehe 3.1.5). Hierzu sind

- alle Seekompartimente (Flachwasser, Freiwasser und Seeboden)
- alle unterscheidbaren Ufertypen (flaches, mittelsteiles und steiles Ufer)
- alle hinsichtlich ihrer Wellenexposition unterscheidbaren Uferabschnitte
- sowie alle aspektbildenden Substratkategorien zu beproben.

Umsetzbar ist dies durch Beprobungen der Benthos-Habitate im Flachwasser und im Tiefenboden, der Makrophytenpolster und der Wassersäule in verschiedenen Tiefen (Flachwasserbereiche und hoher See). Die Verortung der bisherigen Probenahmestellen im Flachwasserbereich zur Erfassung neozoischer Wirbelloser sind in der Abb. 3.1 aufgeführt. Dabei deckt sich ein Teil der bisherigen Probenahmestellen der flächenbezogenen Proben mit den Basismonitoringstellen des Kompartiments Makrozoobenthos.

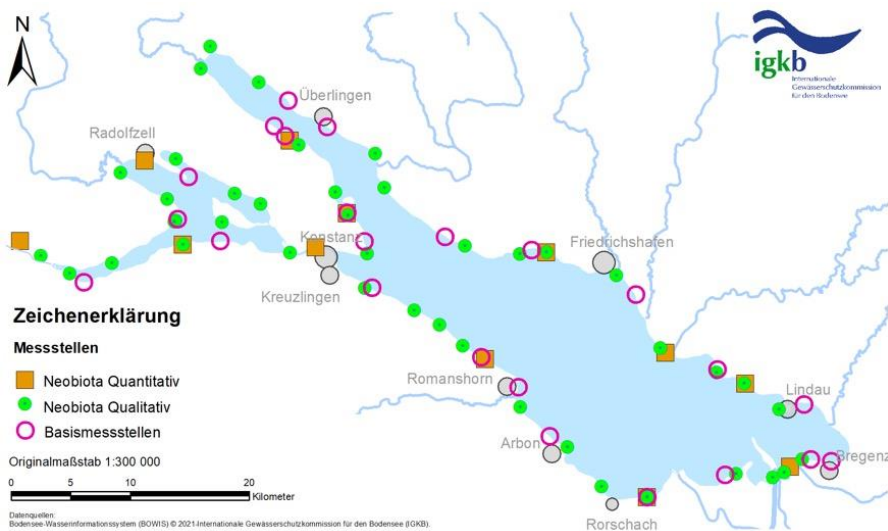


Abb. 3.1: Probestellennetz zum Monitoring gebietsfremder Makroinvertebraten im Bodensee. Quellen: HYDRA, LUBW.

3.4 Indikations- und Bewertungssysteme

Zu Neobiota liegen keine eigenen Indikations- und Bewertungssysteme vor. Hier muss jeweils auf ein entsprechendes Instrument der zugrundeliegenden Organismengruppe zurückgegriffen werden. Von vielen dieser Systeme werden Neobiota allerdings (noch) nicht ihrem Vorkommen entsprechend erfasst (z.B. bei den Metrics des Makrozoobenthos und der Makrophyten). Bei hohem Vorkommen fremder Arten ist daher jeweils zu prüfen, ob das genutzte System auch unter solchen Bedingungen zuverlässig einsetzbar ist. Dies betrifft insbesondere alle Systeme, die auf einer Einstufung von Organismen zu bestimmten ökologischen Gilden gehören. Bei multimetrischen Ansätzen müssen erschwerend alle berücksichtigten metrics überprüft werden (z.B. „Austrian Index Macrophytes“ für Makrophyten oder ecoprof für MZB).

Einzelne Bewertungssysteme erfassen bereits viele Neobiota und bewerten zudem deren Einfluss auf die bisherige Lebensgemeinschaft (z.B. Phyllob für Makrophyten), wobei auch hier jeweils zu prüfen ist, ob die jeweils vorgefundene neue Art bereits erfasst wurde oder nicht.

3.5 Qualitätsmanagement

Zur Untersuchung gebietsfremder Arten des Makrozoobenthos, der Makrophyten und des Planktons sind Spezialkenntnisse erforderlich. Nach unterschiedlichen Vorgaben sind Belegsammlungen anzulegen.

3.6 Periodizität und Dauer

Für die wirbellosen Neozoen im Flachwasserbereich ist ein jährliches Untersuchungsintervall mit jeweils zwei Kampagnen vorgesehen, einer mit flächenbezogener Probenahme an 12 Messstellen im Frühjahr und einer mit qualitativer Probenahme an 41 Stellen im Herbst. Auf diese Weise können auch die saisonalen Veränderungen und die Langzeiteinflüsse auf heimische Lebensgemeinschaften erfasst werden. Wird ein neues Einschleppungsereignis dokumentiert, kann das Probenahmeintervall verkürzt und damit die Ausbreitungsgeschwindigkeit dokumentiert werden. Im dreijährlichen Rhythmus wird die Entwicklung der Freiwasserneozoen (überwiegend Schwebegarnelen (Mysiden) verschiedener Arten, ohne Plankton) in einer Kampagne (Netzzüge/Boot) durchgeführt.

Gelöscht: Ebenfalls einmal jährlich

Gelöscht: begleitet

Die entsprechenden Vorgaben für Makrozoobenthos, Makrophyten, Phytobenthos und Plankton decken sich mit den Angaben in den jeweiligen Datenblättern.

E-DNA-Probenahmen sollten im Rahmen von Sonder-Monitoringprogrammen ca. alle 5-10 Jahre durchgeführt werden. Wenn die Einschleppung bzw. Einwanderung einer bestimmten Art erwartet wird (derzeit z.B. die Schwarzmundgrundel), sind Sonderkampagnen zu diskutieren.

Für Sonderuntersuchungen, wie das Monitoring von Großkrebsen, werden keine festen Untersuchungsintervalle vorgeschlagen. Finden zwischenzeitlich invasorische Ausbreitungen bestimmter neozoischer Arten statt, sollte schnellstmöglich ein begleitendes Monitoring innerhalb des bestehenden oder eines spezifischen Probestellennetzes begonnen werden.

Die Ausbreitung der Quaggamuschel in Richtung Bodensee-Tiefenboden, vor allem aber auch ihre Beeinflussung der Benthosbiozönose (als Basis des *ecosystem engineerings*) wird jährlich an ausgewählten Transekten wiederholt, bis es zu einer relativen Stabilisierung der Ausbreitung kommt. Die Anzahl solcher Transekte ergibt sich aus der möglicherweise unterschiedlichen Entwicklung in verschiedenen Seeteilen.

3.7 Kosten (Stand 2020)

Flächenbezogene Probenahme im Rahmen des MZB-Monitorings ufernah watend

- Mischprobenahme mit Laborsortierung: ca. 1200 €/Mischprobe (inkl. MwSt.) bei einer Mischprobe pro Probestelle.
- 12 Dauerbeobachtungsstellen pro Kampagne

Qualitatives Überblicksmonitoring

- 7200.- € pro Kampagne (inkl. MwSt.) (derzeit 41 Stellen)

Muschelmonitoring (*Dreissena* spp., *Corbicula* spp.)

- Untersuchungen zur Ausbreitung der Muschelbesiedlung und zur Beeinflussung der MZB-Besiedlung mittels Greiferproben in Tiefentransekten
 - Pro Kampagne 20000.- € (inkl. MwSt.)

Mysidenmonitoring (Freiwasserneozoen)

- Pro Kampagne 5400.- € (inkl. MwSt.)

Großkrebsmonitoring (fakultativ)

- Pro Kampagne 20000.- € (inkl. MwSt.)

Weitere neobiotische Organismen

- Probenahme neophytischer Makrophyten und Phytobenthos im Rahmen der Probenahme der jeweiligen Komponente.
- Probenahme neozoischer/neophytischer Planktonorganismen im Rahmen der Probenahme der jeweiligen Komponente.

E-DNA-Untersuchungen (fakultativ):

- Wasserprobenahme: 1-2h/Stelle (inkl. Fahrten), ca. 108.- €/Stelle
- Analyse: Screening von 10 Arten 1500.- €/Probe
- Pro Kampagne mit 10 Probestellen: ca. 19200.- € (inkl. MwSt.)

4 Fachliche Querverbindungen

- Makrozoobenthos
 - Neozoische Arten im MZB
 - Habitatkonkurrenz und Prädation
 - Siedlungssubstrat (Muschel auf Muschel, lebende Makrophyten, Detritus)
 - Nahrung (lebende Makrophyten, Detritus, anhaftendes Periphyton)
 - Strömungs- /Brandungsschutz
 - Beschattung
 - ecosystem engineering
 - Parasitierung, Krankheiten
- Phyto-/Zooplankton
 - Neozoische Arten
 - Nahrung
 - Nahrungskonkurrenz
 - Allelopathie
 - (Blau-) Algenblüten
- Makrophyten/Phytobenthos
 - Neozoische Arten
 - als Substrat/Besiedelungsfläche
 - Nahrung
 - Allelopathie
 - Beschattung
 - Nahrungskonkurrenz
- Wasser-Land-Strukturelemente
 - ecosystem engineering
- Fische
 - Neozoische Arten
 - Nahrung
 - Nahrungskonkurrenz (Planktivore)
 - Parasitierung, Krankheiten

- Wasservogel
 - Nahrung für Wasservogel
 - Verschleppung
- Physik/Energieeintrag
 - Wassertemperatur
 - Strömung
 - Wellenschlag
 - Lichtverfügbarkeit/Trübung (Algenblüten)
- Uferchemie
 - Nährstoffe: Phosphor und Stickstoff
 - Nutzung organischen Materials durch aktive Filtrierer
- Sediment
 - ecosystem engineering (v.a. Quagga)
 - Feinsedimentbildung
 - Beeinflussung der Sedimentchemie
 - Beeinflussung des organischen Stoffabbaus

5 Gesetzliche Grundlagen

5.1 Neozoen in der Naturschutzgesetzgebung

In verschiedenen Bundes- und Landesverordnungen der Länder und Kantone im Bodenseeraum sind auch Regelungen zum Umgang mit potenziell invasiven Neobiota enthalten. Diese haben teilweise rechtsverbindlichen Charakter (z.B. für die Einfuhr von Neobiota von der EU in die Schweiz; bei den Besatzregelungen der Fischereigesetze), teils handelt es sich nur um Wegleitungen und Empfehlungen für den Umgang mit Neobiota.

Am 14.07.2016 hat die EU-Kommission eine erste Unionsliste zu der neuen EU-Verordnung (Nr. 1143/2014) über invasive gebietsfremde Arten im Europäischen Amtsblatt veröffentlicht. Mit der EU-Verordnung und ihrer Unionsliste hat die EU-Kommission jetzt für alle Mitgliedsstaaten erstmals eine rechtsverbindliche Handlungsgrundlage zum Schutz der biologischen Vielfalt vor invasiven Arten geschaffen. Bisher sind allerdings erst 66 von wahrscheinlich mehreren Hundert invasiven Tier- und Pflanzenarten (Wasser und Land) gelistet, mindestens 38 von ihnen kommen in Deutschland bereits wildlebend vor (etabliert, unbeständig oder Einzelfunde), 17 Arten sind auch für den Bodensee relevant.

Die Unionsliste schafft eine Grundlage für konkretes Handeln. Besonders wichtig sind ein Besitz- und Vermarktungsverbot sowie schnelle Maßnahmen in der frühen Phase der Invasion. Für bereits weit verbreitete Arten müssen geeignete Managementmaßnahmen identifiziert und umgesetzt werden.

Jede Früherkennung einer neuen invasiven Art der Unionsliste in einem Mitgliedsstaat ist bei der EU-Kommission unverzüglich zu notifizieren, damit auch alle übrigen Mitgliedstaaten über das neue Auftreten informiert und gewarnt werden. Dies gilt auch für neu innerhalb der EU auftretende Arten.

Die Schweiz als nicht-EU-Mitglied ist mit ihren Strategien an die EU-Verordnung (Nr. 1143/2014) assoziiert.

Die Unionsliste gibt nur einen völlig unzureichenden Überblick über alle etablierten und im Bodensee erwartbaren invasiven Neobiota. Daher müssen neben den verbindlichen Maßnahmen der EU-

Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 auch immer fachlich begründete Handlungsoptionen diskutiert werden.

5.2 Rechtsgrundlagen zu Neobiota im Bodenseeraum

- Deutschland
 - Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten mit zugehöriger Unionsliste
 - WRRRL 2000/60/EG
 - Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
 - Oberflächengewässerverordnung – OgewV
 - Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV)
 - Wasserhaushaltsgesetz – WHG
 - Bundesjagdgesetz
 - Tierschutzgesetz (TierSchG)
- Österreich
 - Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten mit zugehöriger Unionsliste
 - WRRRL 2000/60/EG
 - Wasserrechtsgesetz (WRG 1959 idgF)
 - Freisetzungsverordnung (BGBl. II Nr. 320/2005)
 - Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, BGBl. II Nr. 479/2006 idgF)
 - Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG (BGBl. II Nr. 99/2010 idgF)
- Schweiz
 - Gewässerschutzgesetz (GschG, SR 814.20)
 - Gewässerschutzverordnung (GschV, SR 814.201)
 - Modulstufenkonzept zur Untersuchung der Gewässer (Bundesamt für Umwelt)
 - Freisetzungsverordnung (FrsV, 814.911)

5.3 Synergien

- Resilienzmonitoring und -forschung
- Klimafolgenmonitoring
- Erfolgskontrolle Renaturierungen
- Berichtspflichten:
 - WRRRL
 - FFH
- Erfolgskontrolle Renaturierungen

6 Bisheriges Monitoring/Erhebungen

Seeweite Untersuchungen:

- Neozoenmonitoring der LUBW:
 - 2004-heute, 10-12 Stellen rund um den See, jeweils flächenbezogene Probenahme im Frühjahr und Herbst, allerdings nur ca. ¼ m² bis 0,8 m², nicht repräsentativ für alle Ufertypen.

- 2004-heute, 40-60 Stellen (+ Eintrittspforten Häfen), Qualitative Probenahme
- Quagga-Monitoring der Bodenseewasserversorgung
 - 2016 Verfolgung der Ausbreitung von *Dreissena rostriformis* (taucherisch und ROV)
- Großkrebsmonitoring (2014-2015).

7 Datenhaltung

- FisGeQua für Makrozoobenthos, Makrophyten und benthische Kieselalgen
- Datenbank MIDAT der Schweizer Infofauna CSCF/SZKF.

8 Literatur/Quellen:

LUBW (Hrsg.) (2005); REY, P., MÜRLE, U., ORTLEPP, J., OSTENDORP, W. OSTENDORP, J., WERNER, S., MÖRTL, M., SCHEIFHACKEN, N.: Wirbellose Neozoen im Bodensee. – Neu eingeschleppte invasive Benthos-Arten. Monitoringprogramm Bodenseeufer 2004. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seeforschung. ISBN 3-88251-289-X; ISSN 1437-0166. 46 S. JVA Druckerei, Mannheim.

WERNER S. (2004): Einfluss überwinternder Wasservögel auf Chara-Arten und *Dreissena polymorpha* am westlichen Bodensee. - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seeforschung 4, 73 S.

WITTENBERG R. (Hrsg.) 2006: Gebietsfremde Arten in der Schweiz. Eine Übersicht über gebietsfremde Arten und ihre Bedrohung für die biologische Vielfalt und die Wirtschaft in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 0629: 154 S.

HYDRA: Jährliche Zwischenberichte und Tätigkeitsberichte zum Neozoenmonitoring Bodensee der LUBW (zwischenzeitlich SeeWandel)

Web-Information (Auswahl):

www.neozoen-bodensee.de

<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/neobiota>

<https://umwelt.tg.ch/anlagen-und-biosicherheit/neobiota.html/1726>

<https://www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/neobiota>

<https://neobiota.bfn.de>

<https://www.lfu.bayern.de/natur/neobiota/index.htm>

<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/neobiota/index.html>

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/dp089.pdf>

<https://www.neobiota-austria.at>

https://www.bafg.de/DE/02_Aufgaben/03_Oekologie/02_Themen/Neobiota/Neobiota.html