

Anne Lewerentz, David Schantz, Julian Gröh, Andreas Knotz,  
Sebastian von Mammen und Juliano Sarmento Cabral

## bioDIVERSity

### Ein Computerspiel gegen das Imageproblem von Wasserpflanzen

Wasserpflanzen haben ein Imageproblem: Sie stören vermeintlich beim Baden in Seen, was zu panikartigen Reaktionen führen kann. Begriffe wie „Schlingpflanzen“ und „Veralgung“ werden falsch verwendet oder sind negativ konnotiert. Zudem sieht man Wasserpflanzen kaum, da sie überwiegend unter der Wasseroberfläche wachsen. Ihre vielen wertvollen Funktionen im Ökosystem See bleiben daher oft unerkannt und sind durch die schlechte Erreichbarkeit und Erfahrbarkeit nur schwer zu vermitteln.

Virtuelle Medien eröffnen eine neue Möglichkeit, schwierig erreichbare Orte erfahrbar zu machen. Für die Vermittlung von Umweltthemen – gerade an eine jüngere Zielgruppe – wird ein großes Potential in digitalen Spielen und Simulationen (Computerspiele, Apps, *Virtual Reality*-Spiele), speziell sogenannten *Serious Games*, gesehen.

Ein Prototyp für das *Serious Game* bioDIVERSity wurde im Rahmen eines interdisziplinären Kurses der Arbeitsgruppe *Games Engineering* am Institut für Informatik in Zusammenarbeit mit dem *Center for Computational and Theoretical Biology* an der Universität Würzburg entwickelt. Ziel des Spiels ist es, Kindern Kenntnisse über das Ökosystem See und die Auswirkungen der Wasserqualität und der Klimabedingungen auf Wasserpflanzen zu vermitteln. Darüber hinaus soll ein Bewusstsein für dieses Ökosystem und die Auswirkungen menschlicher Eingriffe entstehen.

Schlagwörter: **Makrophyten, Umweltkommunikation, Umweltbildung, Interaktive Simulation, Gamification**

#### 1 Das Imageproblem von Wasserpflanzen

„Algen, Gräser, Schlingpflanzen. Dieses Grünzeug wächst in unseren Badeseen. Wie gefährlich ist es für Badegäste?“ titelt die BILD am 19.07.2020 (*bild.de* 2020).

„Unterschätzte Gefahr aus der Tiefe – Nach tödlichem Badeunfall: Wie gefährlich sind Schlingpflanzen in unseren Seen?“ fragt RTL am 27.07.2020 (*rtl.de* 2020).

Diese dramatischen Fragen werden aktuell in den Medien zu Wasserpflanzen aufgeworfen. Wasserpflanzen werden von der breiten Bevölkerung im Alltag kaum wahrgenommen, da sie selten sichtbar und erlebbar sind. Wenn sie wahrgenommen werden, beim Schwimmen oder Bootfahren, dann häufig als störend, schleimig, gruselig oder eklig (*mdr.de* o. J.; *WELT* 2014a). Die großen, mit den Augen bestimmbaren Wasserpflanzen (Makrophyten) werden oft fälschlicherweise als „Algen“ (LINKE 2013) oder als „Schlingpflanzen“ bezeichnet (*bild.de* 2020). Zum einen sind sie jedoch botanisch gesehen nur teilweise Algen. Bei den meisten Arten handelt es sich um höhere Pflanzen, auch Gefäßpflanzen genannt. Nur

selten sind sogenannte Armleuchteralgen darunter. Armleuchteralgen sind eine sehr urtümliche Organismengruppe der Wasserpflanzen, die zu den Makroalgen (mit bloßem Auge bestimmbare Algen) zählen. (Mikro-)Algen wie zum Beispiel die Grünalgen sind hingegen mit bloßem Auge nicht mehr bestimmbare Wasserpflanzen. Diese entwickeln sich bei hohen Wassertemperaturen massenhaft in nährstoffreichen Seen, wodurch sie häufig mit dem „Umkippen“ eines Sees assoziiert werden. Zum anderen bezeichnet der Begriff Schlingpflanzen lediglich Kletterpflanzen, die sich um Stützen winden. Oft wird jedoch impliziert, dass diese Pflanzen sich aktiv um einen Badenden winden und ihn nach unten ziehen können, was aus der Luft gegriffen ist. Beide Begriffe, Algen und Schlingpflanzen, schüren Ängste und bringen eine negative Konnotation mit sich, obwohl von Wasserpflanzen in Deutschland grundsätzlich keine Gefahr ausgeht.

Es scheint jedoch Angst vor Wasserpflanzen und dem Baden in natürlichen Gewässern zu existieren (*Gutefrage.net* 2020). Nicht die Pflanzen selbst sind hier gefährlich, sondern die Angst vor ihnen. Wenn Berührungen beim Schwimmen Panikreaktionen auslösen, können diese lebensbedrohliche Ausmaße annehmen: Ein Badeunfall wegen eines Panikanfalls ausgelöst durch Wasserpflanzen im Bergheimer Baggersee bei Augsburg ist nur ein Beispiel (KINNE

## IMAGEPROBLEM VON WASSERPFLANZEN

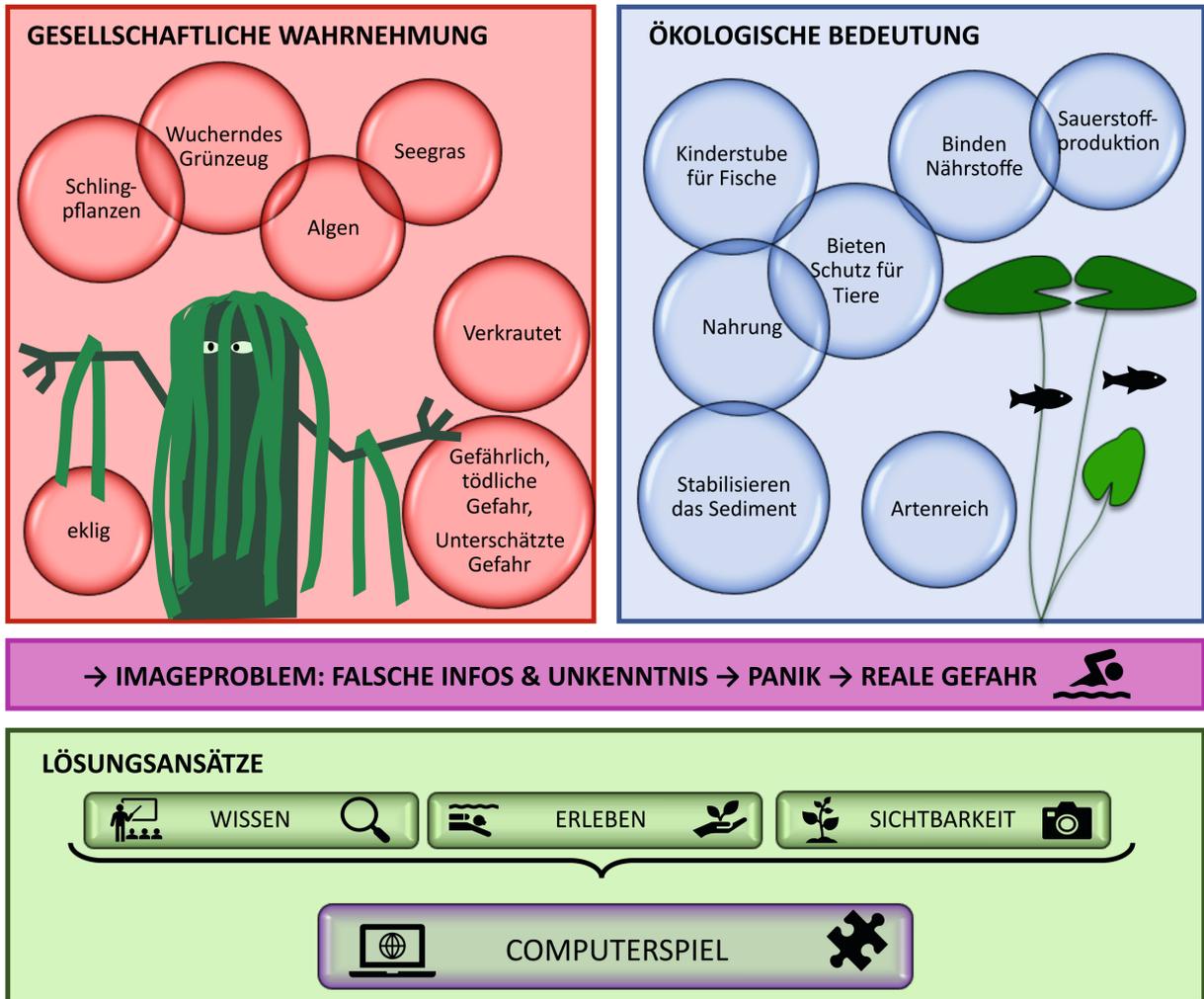


Abb. 1: Das Imageproblem von Wasserpflanzen entsteht aus dem Kontrast von gesellschaftlicher Wahrnehmung und ökologischer Bedeutung. Ein Lösungsansatz dem entgegenzusteuern könnte ein Computerspiel sein.

o. J.). Aufgrund der Lebensgefahr, die von solchen Panikreaktionen ausgeht, werden bei übermäßigem Bewuchs zum Teil Badeverbote ausgesprochen (LINKE 2013), häufiger jedoch wird gemäht (NEUMAYER 2018) – mit potenziell negativen Auswirkungen auf das Ökosystem der Seen.

Wasserpflanzen spielen eine wichtige Rolle im ökologischen Gleichgewicht von Seen. Sie binden Nährstoffe, stabilisieren das Sediment und bieten Schutz und Versteckmöglichkeiten für viele Tiere. Dies ist besonders relevant, da Süßwasserarten – im Vergleich zu terrestrischen Arten – von einem höheren Risiko des Aussterbens betroffen sind (COLLEN et al. 2014). Trotzdem wird ihr Vorkommen oftmals fälschlich als „für das System ungesund“ (OLDORFF/KIRSCHHEY/KRAUTKRÄMER 2017) dargestellt.

Ansätze, um gegen die Angst vor Wasserpflanzen und deren negatives Image (Abbildung 1) vorzugehen, sind (1) Wissen zu verbreiten – sowohl über die unbegründete Angst vor Wasserpflanzen wie auch über ihre Bedeutung im Ökosystem – (2) sie sichtbar zu machen – um überhaupt eine Vorstellung von ihnen zu haben – und sie (3) erlebbar zu machen. Beispiele für Aufklärung sind Zeitungsartikel (ROST 2019), Videos mit Selbstversuchen (WELT 2014a; WELT 2014b), oder Webseiten, zum Beispiel mit spezifischen Tipps für Triathleten, die insbesondere empfehlen, sich mit den Pflanzen vertraut zu machen (HONOSCHENKO 2014). Auf kleinem Maßstab können auch Aquarien einen Beitrag leisten. Meist sind diese Angebote sehr theoretisch, auf Erwachsene ausgerichtet und die Bedeutung, Relevanz, Schönheit und

Vielfalt von Wasserpflanzen wird kaum vermittelt. Die Problematik oft übersehen zu werden betrifft nicht nur Wasserpflanzen, sondern die gesamte aquatische Biodiversität (KALINKAT et al. 2017). Eine Möglichkeit, das Ökosystem und damit auch Wasserpflanzen kennenzulernen, ist Sporttauchen, beispielsweise über das preisgekrönte Projekt „Tauchen für den Naturschutz“ des NABU (Naturschutzbund Deutschland) und des VDST (Verband deutscher Sporttaucher). Jedoch ist der Weg über das Sporttauchen ein sehr weiter und damit nicht flächendeckend einsetzbar, um das Image von Wasserpflanzen zu verbessern.

## 2 Virtuelle Angebote im Umweltschutz

Ein besonders großes Potential für die Vermittlung von Naturschutz und Nachhaltigkeitsthemen, gerade an eine jüngere Zielgruppe, findet sich in *Eco-Games* – sogenannten *Serious Games* im Bereich des Umwelt- und Naturschutzes (SANDBROOK/ADAMS/MONTEFERRI 2015; SCHAAL/SCHAAL/LUDE 2015; *Süddeutsche Zeitung* 2020). *Serious Games* sind Spiele, die nicht nur zur Unterhaltung dienen, sondern Wissen und Kompetenzen vermitteln (DE FREITAS/LIAROKAPIS 2011). Sie bieten einen methodisch und wissenschaftlich fundierten Ansatz, Folgen von eigenen Handlungen zu erproben und in einer intuitiven Art und Weise Verhaltensmuster und Zusammenhänge zu erlernen, wobei die emotionale Bindung des Spielers die Aufnahme der Inhalte und die Motivation unterstützen kann (*Süddeutsche Zeitung* 2020). Die Verbindung von motivationssteigernden Elementen aus dem Bereich des Spiele-Designs mit Wissens- und Kompetenzvermittlung hat sich unter dem Begriff *Gamification* als eigener Forschungs- und Anwendungsbereich etabliert (DETERDING et al. 2011; SEABORN/FELS 2015). Hierbei wird versucht, die Motivation des Nutzers, seine Aufmerksamkeit auf die zu vermittelnden Inhalte zu lenken, durch eine von Spielen inspirierte Anreizsetzung (bspw. Herausforderungen und Belohnungen) zu steigern. Dadurch kann der Lernerfolg erhöht werden.

*Serious Games* können auf einer Vielzahl von Plattformen angeboten werden und sind nicht an stationäre Einrichtungen im Vergleich beispielsweise zu aufwendigen Installationen in Museen – gebunden. Sowohl im privaten Bereich als auch in Schulen und Bibliotheken sind nicht nur (mobile) Computer, sondern auch leistungsfähige Tablets und Smartphones verfügbar. Inhalte können mit wenig Aufwand online bereitgestellt werden und so einen großen Kreis an Interessierten erreichen. Darüber hinaus sind junge Formate wie *Augmented Reality (AR)* und *Virtual Reality (VR)* als Medien zunehmend

präsent. Beide können heutzutage als Möglichkeit dienen, schwierig erreichbare Orte erfahrbar zu machen, immersive Erlebnisse zu erzeugen und Lernerfolge zu erzielen. VR – das Erlebarmachen einer synthetischen, virtuellen Welt, die die eigene Sinneswahrnehmung beispielsweise über ein am Kopf getragenes Display vereinnahmt – kann genutzt werden, um buchstäblich in eine fremde Umgebung einzutauchen. Damit kann zum Beispiel die Unterwasserwelt der Ostsee wie bei einem Tauchgang erkundet werden (NABU 2020). Oder es kann genutzt werden, um die Auswirkungen des Klimawandels auf Fische darzustellen (PIMENTEL et al. 2019). Mit AR – der Erweiterung (Augmentierung) der realen Welt mit zusätzlichen Informationen, beispielsweise über das Videobild der Kamera eines Telefons – kann die eigene Umgebung ganz anders wahrgenommen werden. „AR-Schmetterlingsgärten“, in denen reale Pflanzen als Basis für ein simuliertes Ökosystem dienen und virtuell eingeblendete Raupen und Schmetterlinge verschiedenster Arten studiert werden können, erhöhen beispielsweise nachgewiesenermaßen das Interesse und die Motivation von Schülern sich mit der Ökologie und Biologie von Schmetterlingen auseinanderzusetzen. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn die Kosten und der Aufwand für einen echten Schmetterlingsgarten nicht tragbar sind (TARNG et al. 2015).

Für die Umsetzung von neuen virtuellen Angeboten sinken die technischen Hürden und somit auch die Kosten stetig. Sogenannte *Game Engines* erlauben es mit verhältnismäßig geringem Aufwand hochkomplexe virtuelle Welten zu erstellen (*Epic Inc.* 2020; LINIETSKY/MANZUR 2020; *Unity Inc.* 2020). Technologien, die den Industriestandard abbilden, stehen mittlerweile häufig unter Lizenzen verfügbar, die den Einsatz auch im Bildungsbereich vielfach möglich machen. Die mittlerweile fast durchgehende Standardisierung von Web-Technologien erlaubt es auch, plattformunabhängig für HTML und JavaScript mit geringen Kosten Applikationen zu entwickeln, die auf unterschiedlichsten Geräten leicht im Webbrowser aufgerufen werden können.

Im Rahmen eines interdisziplinären Kurses der Arbeitsgruppe *Games Engineering* und dem *Center for Computational and Theoretical Biology* der Universität Würzburg erwuchs das Vorhaben, ein *Serious Game* zu Wasserpflanzen zu entwickeln. Ziel war es, Wissen über das Ökosystem der bayerischen Seen und die Auswirkungen von Wasserqualität und Klimabedingungen auf Wasserpflanzen an Schüler zwischen 10 und 12 Jahren zu vermitteln. Das Zusammenspiel von Wasserpflanzen, Ökosystem und den Auswirkungen menschlicher Eingriffe sollte sichtbar gemacht und die ökologischen Zusammenhänge damit nachvollziehbar gemacht werden.

### 3 Das Computerspiel bioDIVERSity

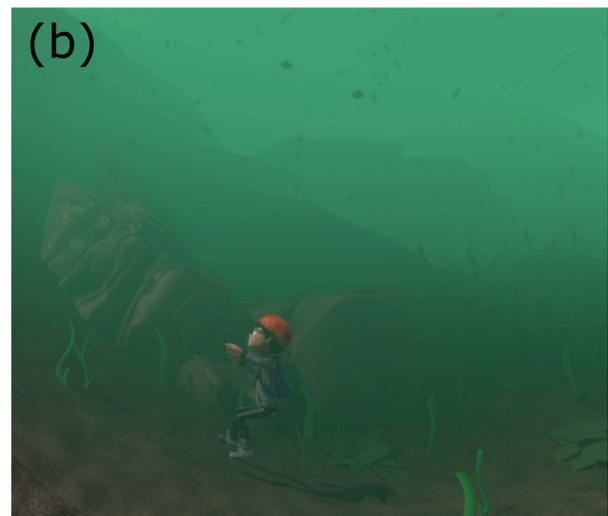
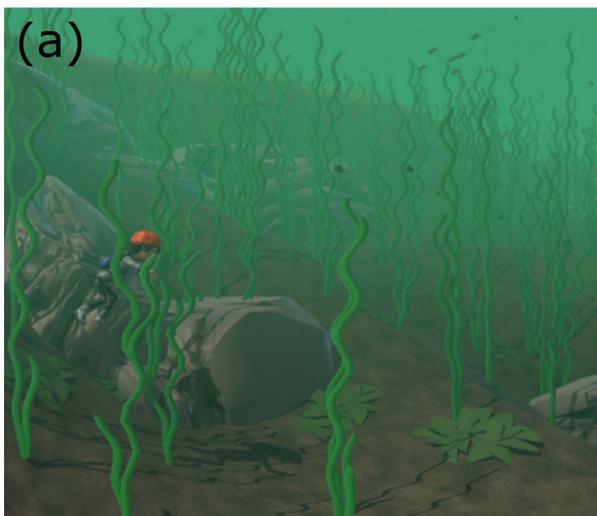
Der entwickelte Prototyp des *Serious Games* bioDIVERSity verbindet ein prozessbasiertes Wachstumsmodell für Wasserpflanzen – basierend auf dem Modell Charisma (VAN NES et al. 2003) – mit der virtuellen Unterwasserwelt eines Sees. Das Modell simuliert den Lebenszyklus von Wasserpflanzen von Keimung über Wachstum bis zur Reproduktion, wobei die Wachstumsrate jedes Individuums vor allem von der Lichtverfügbarkeit, der Nährstoffverfügbarkeit und der Wassertemperatur abhängt. Die Wassertemperatur folgt einem Jahresverlauf und ist

über die ganze Wassersäule gleich. Das verfügbare Licht hängt sowohl von der jahreszeitabhängigen Sonneneinstrahlung wie auch von der jeweiligen Tiefe im See und der ebenfalls jahreszeitabhängigen Trübung ab. Das Modell ist in der open-source Programmiersprache Julia geschrieben (BEZANSON et al. 2017), die über eine hohe Performanz verfügt und sich zunehmender Beliebtheit im Bereich der numerischen Modellierung erfreut. Das Spiel stellt somit eine interaktive Simulation dar, bei dem der\*die Spielende Umweltparameter und somit den Zustand der Simulation zur Laufzeit beeinflussen kann. Somit wird die Auswirkungen von Umweltänderungen besser nachvollziehbar. Dies ist ein Ansatz, der für



Abb. 2: Die Unterwasserwelt mit wachsenden Wasserpflanzen und mobilen Fischschwärmen in der sich die die Spielfigur (Taucher, Mitte) bewegen kann. Umrahmt wird dies von einer Benutzeroberfläche mit Datumsanzeige, Luftanzeige und Tagebuch (unten links). Die Färbung des und die Sichtweite im Wasser ändern sich dynamisch in Abhängigkeit des Zustands des Ökosystems.

Abb. 3: Vergleich des Pflanzenwachstums an einem bestimmten Tag (21. Mai) in (a) einem Szenario mit klarem Wasser und starkem Pflanzenwachstum nach erfolgreich bestandenem Quiz und (b) einem Szenario mit hoher Trübung und geringem Pflanzenwachstum nach falsch beantwortetem Quiz.



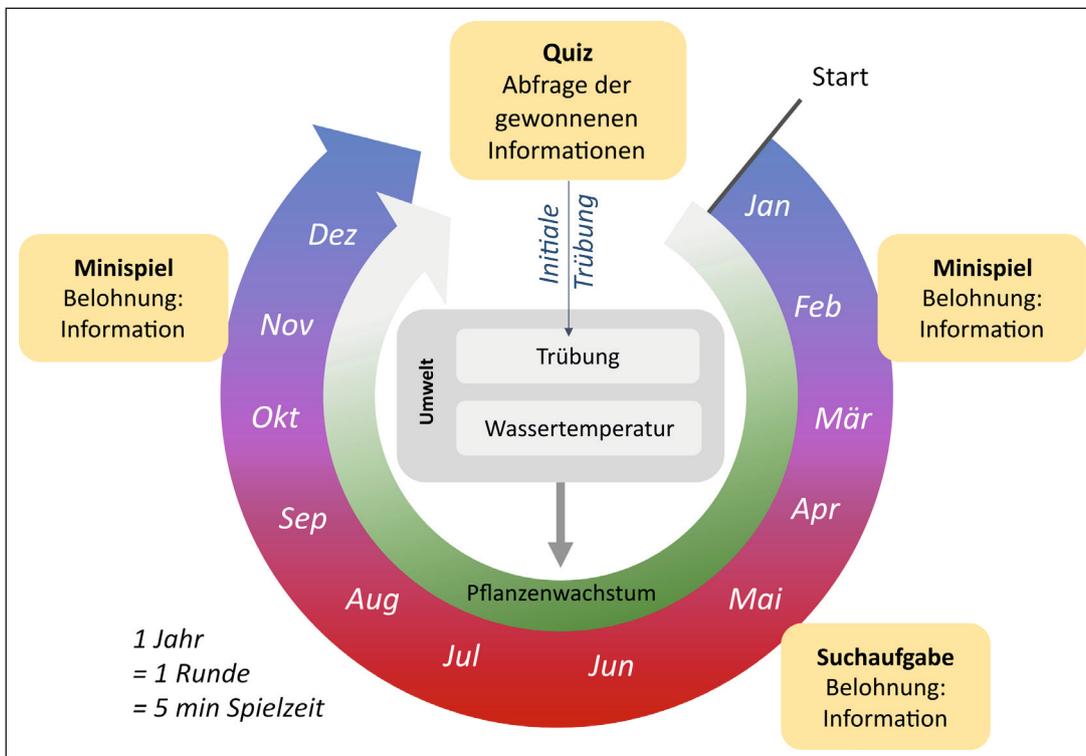


Abb. 4: Spielablauf, der dem Jahreszyklus von Pflanzenwachstum und Umweltvariablen folgt (Verlaufspfeile). In der Mitte findet sich das Simulationsmodell in der Programmiersprache Julia (graue Box), welches durch die Ergebnisse des Quiz (gelbe Boxen) parametrisiert wird. Dessen Ausgabe steuert wiederum den Zustand des Sees und das Wachstum der Pflanzen.

die Verständlichmachung von komplexen Systemen bereits häufig erfolgreich eingesetzt wurde (NARAYANAN/KIDAMBI 2011).

Der\*die Spielende steuert eine stilisierte animierte Spielfigur, welche in einem See schwimmt und taucht (Abbildung 2). Für das Tauchen steht ein limitierter Luftvorrat zur Verfügung, der durch Auftauchen wieder aufgefüllt werden muss. Andernfalls steuert die Spielfigur automatisch zur Wasseroberfläche. Spielziel ist es, Hintergrundfragen über das Ökosystem des Sees und die Wasserpflanzen korrekt zu beantworten. Nach Ablauf eines simulierten Jahres im Spiel wird der\*die Spielende daher mit einem Quiz konfrontiert (Abbildung 4). Jedes Quiz enthält drei Fragen zu einem Gesamtthema, das sich mit jedem Jahr ändert. Die hierzu nötigen Informationen werden während des Spielverlaufs gewonnen, indem eine Reihe von Mini-Spielen absolviert werden. Die Aufgaben der Mini-Spiele sind so gewählt, dass sie einen Bezug zur Thematik haben. So muss beispielsweise Müll eingesammelt werden oder ein Rohr, mit dem Abwasser in den See geleitet wird, verschlossen werden. Dies motiviert den\*die Spielende, sich an das gewonnene Wissen zu erinnern und es anzuwenden, wodurch der Lerneffekt verstärkt werden soll. Je nach Ergebnis des Quiz hat das folgende Jahr entweder positive oder negative Auswirkungen auf die Trübung des Wassers und damit auch auf das Wachstum der Wasserpflanzen (Abbildung 3). Da trübes Wasser die Sichtbarkeit

der Gegenstände unter Wasser verringert, wirkt sich dies direkt auf die Spielbarkeit aus und erschwert den Fortschritt. Das zu erwerbende Wissen ist auf vier Runden aufgeteilt, die vier Jahren entsprechen und jeweils 5 Minuten dauern. Es behandelt jeweils eines der folgenden Themenkomplexe: (1) Licht im See; (2) Phytoplankton; (3) Nährstoffe im See; (4) Bedeutung von Wasserpflanzen. Weitere Runden sind geplant.

Als Haupteinflussfaktoren auf das Wachstum der Wasserpflanzen werden in der Modellsimulation die Trübung und die Temperatur des Wassers genutzt. Die Änderungen beider Faktoren bestimmen die Optik des Wassers. Die Wassertemperatur wird durch die Wasserfarbe widerspiegelt (blau entspricht kalt, grün entspricht warm), die Trübung des Wassers durch dessen Transparenz.

Ein besonderes Augenmerk bei der Entwicklung des Spiels wurde auf die ästhetische Gestaltung der Unterwasserwelt gelegt: Neben der Darstellung des Wassers mit dynamischer Trübung (Abbildung 5a-d) und einer realistischen tiefenabhängigen Reduktion des Lichtspektrums wurden Fische ergänzt, die lebensnah simuliertes Schwarmverhalten zeigen (Abbildung 5d). Zur Unterstützung des Unterwassererlebnisses wurde stimmungsvolle Hintergrundmusik (MANG 2020) eingesetzt, die zudem mit der Jahreszeit, der Trübung und der Tiefe im See korrespondiert: Im Winter ergänzt ein zusätzliches Instrument die Musik, um in der vegetationsarmen Jahreszeit einen

zusätzlichen Reiz zu setzen. Mit zunehmender Trübung und Tiefe der Spielfigur im Wasser werden hohe Tonfrequenzen abgeschnitten, um das Eintauchen ins Wasser zu verdeutlichen. Soundeffekte, wie das Knarren beim Öffnen von Truhen, steigern die Immersion der Spielenden.

#### 4 Nächste Schritte

Als nächster Schritt wäre eine Evaluierungs- und Testphase mit der Zielgruppe wünschenswert. Hierbei soll ermittelt werden, inwieweit die formulierten Ziele der Wissensvermittlung, der Erlebbarkeit und der Sichtbarkeit mit dem Spiel erreicht werden. Um repräsentative Daten zu erhalten, aus denen sinnvolle Schlussfolgerungen gezogen werden können, muss die Umfrage auch die Vorkenntnisse der Spielenden abfragen. Ihr anfängliches Wissen zu Wasserpflanzen, ihre Einstellung zu ihnen sowie ihre früheren Erfahrungen mit Spielen können einen signifikanten Einfluss auf ihre Erfahrung mit dem Spiel haben. Nach dem Spielen des Spiels würde das Wissen der

Testpersonen zu Wasserpflanzen zusammen mit ihren Erfahrungen mit dem Spiel (Spaß, Immersion etc.) erneut abgefragt, um den Wissenszuwachs zu ermitteln und mit einer Kontrollgruppe zu vergleichen. Entsprechend der Evaluierungsergebnisse könnte das Spiel anschließend verbessert werden.

Zudem gibt es vielfältige Ideen, wie man das Projekt weiterentwickeln könnte. Bis jetzt wird lediglich eine Wasserpflanzenart simuliert. Um jedoch auch dem Titel des Spiels „bioDIVERSity“ gerecht zu werden, wäre es wünschenswert die Simulation um weitere Arten zu ergänzen. Des Weiteren wären mehr Interaktionsmöglichkeiten mit der Umwelt, wie die Beeinflussung der Wassertemperatur oder des Wasserspiegels durch Interaktionen, denkbar. Eine größere Unterwasserwelt, eventuell auch als freizuschaltende Level gestaltet, würde die Attraktivität erhöhen. Eine weitere Idee ist, das Spiel für andere Altersstufen weiterzuentwickeln, z.B. mit einem Fokus auf das Entwickeln von Artenkenntnis zu Wasserpflanzen. Letztlich sollte weiter überlegt werden, wie konkret Vorurteile und medial begünstigte Missverständnisse durch das Spielen aus dem Weg geräumt werden könnten.

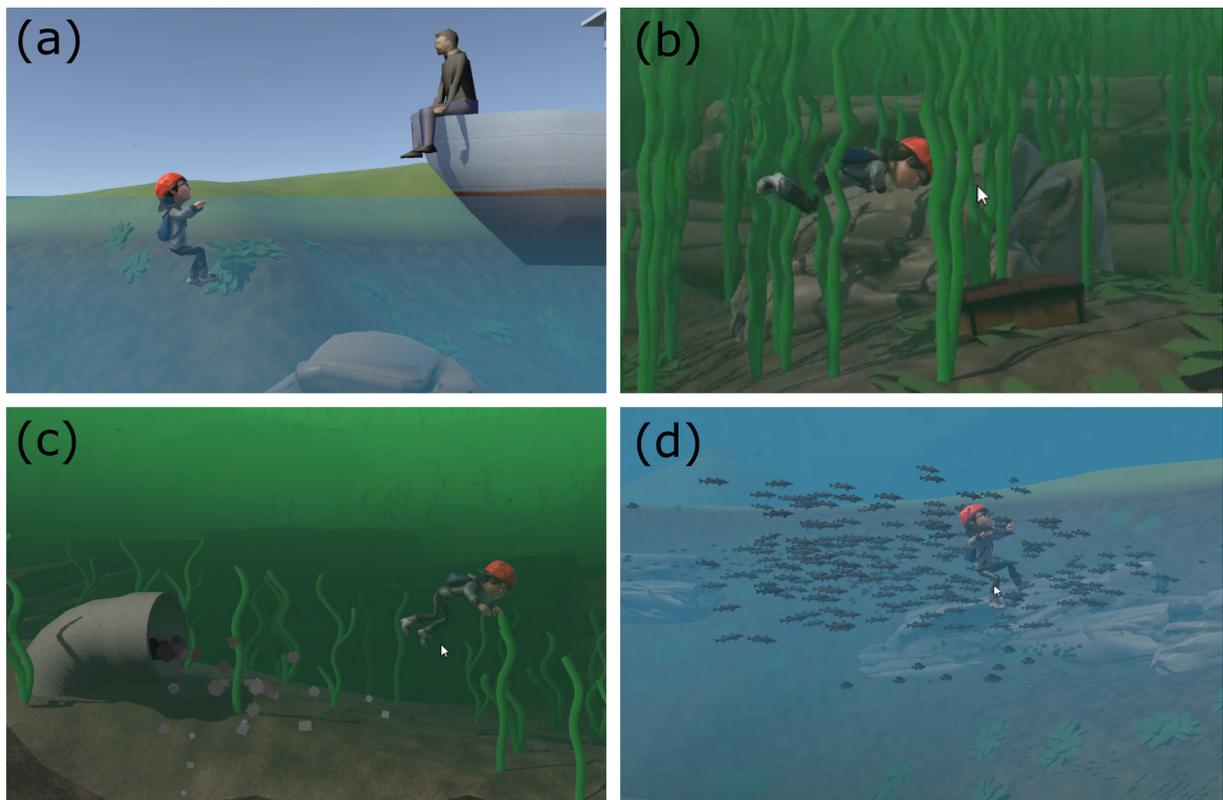


Abb. 5: Gestaltung der Unterwasserwelt und der Spielelemente: Die Spielfigur bekommt ihre Aufgaben von einer weiteren Person, die auf einem Boot sitzt (a). Eine Aufgabe ist es Schatzkisten zu finden (b), eine weitere, Abflussrohre mit einem Stein zu verschließen (c). Damit die Unterwasserwelt lebendiger wirkt gibt es verschiedene Fischschwärme und Einzelfische (d). Die Wassertemperatur wird in der Darstellung des Wassers wiedergespiegelt: Im Winter ist das Wasser kalt und damit blau (a, d), während es im wärmeren Sommer (b, c) grün dargestellt wird.

Abschließend wäre es wünschenswert, das Spiel einem breiten Publikum, zum Beispiel auch für den Schulunterricht, zugänglich zu machen. Tests mit verschiedenen Zielgruppen, feineres Anpassen des Schwierigkeitsgrades, und schließlich die Veröffentlichung für weit verbreitete Endgeräte, wie zum Beispiel Smartphones, würden dieses Ziel in greifbare Nähe rücken.

## 5 Zusammenfassung

Mit bioDIVERSity ist ein Prototyp für ein Computerspiel entstanden, welches jungen Menschen den barrierefreien Zugang zur Unterwasserwelt der heimischen Seen ermöglicht. Dabei soll Interesse und Neugier geweckt, aber auch Wissen vermittelt werden. Die Wissensvermittlung ist in einen abwechselnd spielerischen und fordernden Ablauf eingebettet, wodurch die Motivation und der Wissenserhalt gesteigert werden soll. Obwohl das Spiel nicht explizit auf die Überwindung von Phobien gegenüber Wasserpflanzen abzielt, könnte die Wissensvermittlung über das Unterwasser-Ökosystem die Hürde für einen ungezwungenen Umgang mit Wasserpflanzen senken. Trotzdem kann dies nicht den realen Kontakt zur Natur ersetzen, sondern ist als Ergänzung und Erweiterung von realen Naturerfahrung zu sehen und kann als Ermutigung dienen mit offeneren Augen und gesteigertem Interesse in die Natur zu gehen. In Zukunft können sich hier weitere Spiele, aber auch VR und AR Anwendungen anbieten, um der gesamten oft übersehenen Artenvielfalt im Süßwasser dazu zu verhelfen mehr wahrgenommen und damit auch geschützt zu werden.

## 6 Zusatzmaterial

Videos zur Vorstellung des Spiels auf der BLIZ Website: <http://bayklif-bliz.de/de/2020/09/14/computerspiel-wasserpflanzen-2/>. Weitere Informationen zum Spiel und Prototypen erhältlich bei der Erstautorin: [anne.lewerentz@uni-wuerzburg.de](mailto:anne.lewerentz@uni-wuerzburg.de)

## Danksagung

Unser Dank gilt dem Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst für die Förderung im Rahmen von bayklif. Vielen Dank an Dr. Egbert van Nes für seine Unterstützung bei der Neu-Implementierung des Wasserpflanzen-Modells. Ein besonderer Dank gilt

der EcoMod-Arbeitsgruppe am *Center for Computational and Theoretical Biology* und den Kollegen im Kurs für wertvolles Feedback während des Prozesses der Spielentwicklung. Wir danken Andreas Krause, Markus Hoffmann, Ludmilla Figueiredo und Jana Blechschmidt für hilfreiche Kommentare und Verbesserungsvorschläge am Text.

## Literatur

- BEZANSON, J., A. et al. 2017: Julia: A fresh approach to numerical computing. In: *SIAM review* 59/1: 65–98.
- bild.de*. 2020: Algen, Gräser, Schlingpflanzen: Dieses Grünzeug wächst in unseren Badeseen. *bild.de*. Online: <https://www.bild.de/ratgeber/2020/ratgeber/algen-graesser-schlingpflanzen-dieses-gruenzeug-waechst-in-unseren-badeseen-71968076.bild.html> (19.08.2020).
- COLLEN, B., F. et al. 2014: Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism: Global freshwater species congruence. In: *Global Ecology and Biogeography* 23/1: 40–51.
- DETERDING, S. D. et al. 2011: From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek '11*. New York, NY, USA: 9–15. Online: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040> (28.09.2020).
- Epic Inc*. 2020: Unreal Engine 4. Unreal Engine 4. Online: <https://www.unrealengine.com>, (28.09.2020).
- DE FREITAS, S.; LIAROKAPIS, F. 2011: Serious Games: A New Paradigm for Education? In: MA, M.; OIKONOMOU, A. und L. C. JAIN (Hg.) (2011): *Serious Games and Edutainment Applications*. London: 9–23. Online: [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_2) (21.09.2020).
- Gutefrage.net*. 2020: Panische Angst vor Wasserpflanzen?! *gutefrage*. Online: <https://www.gutefrage.net/frage/panische-angst-vor-wasserpflanzen> (19.08.2020).
- HONOSCHENKO, von V. 2014: Tipps für das Training im Freiwasser. *Triathlon-Tipps.de*. Online: [https://www.triathlon-tipps.de/tipps\\_fuer\\_das\\_training\\_im\\_freiwasser\\_si\\_311.html](https://www.triathlon-tipps.de/tipps_fuer_das_training_im_freiwasser_si_311.html) (19.08.2020).
- KALINKAT, G. 2017: Flagship umbrella species needed for the conservation of overlooked aquatic biodiversity: Freshwater Flagship Umbrella Species. In: *Conservation Biology* 31/2: 481–485.
- KINNE, I. K. (o.J.): Nach Badeunfall: „Wer Panik hat, sollte hier nicht schwimmen“. *Augsburger Allgemeine*. Online: <https://www.augsburger-allgemeine.de/augsburg/Nach-Badeunfall-Wer-Panik-hat-sollte-hier-nicht-schwimmen-id41796871.html> (19.08.2020).
- LINIETSKY, J.; MANZUR, A. 2020: Godot. *Godot*. Online: <https://godotengine.org> (28.09.2020).
- LINKE, M. 2013: Algen im Bugasee: Manche baden trotz Verbots. <https://www.hna.de>. Online: <https://www.hna.de/kassel/manche-baden-trotz-verbots-3062318.html> (19.08.2020).
- MANG, C. 2020: Mangiac. *SoundCloud*. Online: <https://soundcloud.com/user-170894708> (20.08.2020).
- mdr.de* (o.J.): Wasserpflanzen: Wie groß ist die Gefahr beim Baden? | MDR.DE. Online: <https://www.mdr.de/thueringen/mitte-west-thueringen/erfurt/video-schlingpflanzen-gefahr-baden100.html> (19.08.2020).

- NABU. 2020: OstseeLIFE: Erste virtuelle Unterwasser-Realität der Ostsee. NABU – Naturschutzbund Deutschland e.V. Online: <https://www.nabu.de/landingpages/ostseelife.html> (25.08.2020).
- NARAYANAN, S.; KIDAMBI, P. 2011: Interactive Simulations: History, Features, and Trends. In: ROTHROCK, L.; NARAYANAN, S. (Hg.) (2011): Human-in-the-Loop Simulations: Methods and Practice. London: 1–13. Online: [https://doi.org/10.1007/978-0-85729-883-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-85729-883-6_1) (10.09.2020).
- VAN NES, E. H. et al. 2003: Charisma: a spatial explicit simulation model of submerged macrophytes. In: Ecological Modelling 159/2: 103–116.
- NEUMAYER, H. 2018: Sorgenkind Alte Donau: Mega-Ärger mit Wasserpflanzen – Stadt Wien setzt auf Mähboot-Armada. DFZ – Die Floridsdorfer Zeitung. Online: <http://www.dfz21.at/dfz/sorgekind-alte-donau-mega-aerger-mit-wasserpflanzen-stadt-wien-setzt-auf-maehbott-armada/> (19.08.2020).
- OLDORFF, S.; KIRSCHHEY, T.; KRAUTKRÄMER, V. 2017: Pflanzen im Süßwasser. Stuttgart.
- PIMENTEL, D. et al. 2019: Climate Change on Your Plate: A VR Seafood Buffet Experience. In: 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). 1120–1121.
- ROST, S. 2019: Welse, Schlingpflanzen, Quallen: Was hilft gegen die Angst vorm Schwimmen in Seen? Kölner Stadt-Anzeiger. Online: <https://www.ksta.de/auslese/welse-schlingpflanzen-quallen-was-hilft-gegen-die-angst-vormschwimmen-in-seen--32986768> (19.08.2020).
- rtl.de. 2020: Nach tödlichem Badeunfall in Hannover: Wie gefährlich sind Schlingpflanzen in unseren Seen? rtl.de. Online: <https://www.rtl.de/cms/nach-toedlichem-badeunfall-in-hannover-wie-gefaehrlich-sind-schlingpflanzen-in-unseren-seen-4584929.html> (19.08.2020).
- SANDBROOK, C.; ADAMS, W. M.; MONTEFERRI, B. 2015: Digital Games and Biodiversity Conservation. In: Conservation Letters 8/2: 118–124.
- SCHAAL, S.; SCHAAAL, S.; LUDE, A. 2015: Digital Geogames to foster local biodiversity. In: International Journal for Transformative Research 2/2: 16–29.
- SEABORN, K.; FELS, D. I. 2015: Gamification in theory and action: A survey. In: International Journal of Human-Computer Studies 74: 14–31.
- Süddeutsche Zeitung. 2020: Nachhaltiges Gaming: Simulationen von der Zukunft. Süddeutsche.de. Online: <https://www.sueddeutsche.de/kultur/gaming-nachhaltigkeit-videospielsimulationen-zukunft-1.4980904> (18.08.2020).
- TARNG, W. et al. 2015: Development of a virtual butterfly ecological system based on augmented reality and mobile learning technologies. In: Virtual Reality 19/3: 253–266.
- Unity Inc. 2020: Unity3D. Unity. Online: <https://www.unity3d.com> (28.09.2020).
- WELT. 2014a: Aquaphobie: „Das Zeug ist so eklig!“. DIE WELT (25.07.2014). Online: <https://www.welt.de/vermischtes/video130579024/Das-Zeug-ist-so-eklig.html> (19.08.2020).
- WELT. 2014b: Aquaphobie: „Hilfe, ich stecke fest!“. DIE WELT (25.07.2014). Online: <https://www.welt.de/vermischtes/video130579026/Hilfe-ich-stecke-fest.html> (19.08.2020).

### Abstract: bioDIVERSity – a computer game to face the image problem of aquatic plants

Aquatic plants have an image problem: They supposedly interfere with bathing in lakes, which can lead to panic reactions. Terms like “algae” are used incorrectly and have negative connotations. In addition, they elude the viewer due to their growth under the water surface. Their many valuable functions in the lake ecosystem and their beauty are therefore often unknown and difficult to convey due to the challenging accessibility and experience.

Nowadays, virtual experiences are a way of making hard-to-reach places accessible. Digital games (computer games, apps, virtual reality games) have the potential to open nature conservation and sustainability issues to a broader audience, becoming serious games.

A prototype for the serious game bioDIVERSity was developed as part of an interdisciplinary course of the working group Games Engineering at the Institute of Informatics in collaboration with the Center for Computational and Theoretical Biology at the University of Würzburg. The simulation game aims to teach knowledge concerning the ecosystem of lakes and the effects of water quality and climate conditions on aquatic plants. Consequently, we expect awareness of these systems to be increased in the process.

Keywords: **Macrophytes, environmental communication, environmental education, interactive simulation, gamification**

**Autor\*innen:** Anne Lewerentz, [anne.lewerentz@uni-wuerzburg.de](mailto:anne.lewerentz@uni-wuerzburg.de), Center for Computational and Theoretical Biology (CCTB), University of Würzburg; David Schantz\*, [david.schantz@stud-mail.uni-wuerzburg.de](mailto:david.schantz@stud-mail.uni-wuerzburg.de); Julian Gröh\*, [julian.groeh@stud-mail.uni-wuerzburg.de](mailto:julian.groeh@stud-mail.uni-wuerzburg.de); Andreas Knoten\*, [andreas.knoten@uni-wuerzburg.de](mailto:andreas.knoten@uni-wuerzburg.de); Prof. Dr. Sebastian von Mammen\*, [sebastian.von.mammen@uni-wuerzburg.de](mailto:sebastian.von.mammen@uni-wuerzburg.de); Prof. Dr. Juliano Sarmiento Cabral, [juliano.sarmiento\\_cabral@uni-wuerzburg.de](mailto:juliano.sarmiento_cabral@uni-wuerzburg.de), Center for Computational and Theoretical Biology (CCTB), University of Würzburg.

\* Games Engineering, Fakultät für Mathematik und Informatik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 97074 Würzburg