

Maik Schössow & Philine Keiler

Science Lab Rheinstation – Unterrichtskonzeptionen am außerschulischen Lernort

Abstract

Strömung ist ein wichtiger Faktor in Fließgewässern, der nicht nur die Landschaft in und um Fließgewässer formt, sondern auch selbst stark von biologischen, physikalischen und chemischen Einflüssen verändert wird. Studierende erwerben am außerschulischen Lernort ‚*Science Lab Rheinstation*‘ vertiefendes Fachwissen zur Limnologie von Fließgewässern, welches sie didaktisch aufbereiten und sich anschließend mit Schüler*innen verschiedener Schulformen und Jahrgangsstufen in ihrer Rolle als zukünftige Lehrer*innen erproben können. In diesem Artikel werden eine entsprechende hochschuldidaktische Unterrichtskonzeption und das dazugehörige Modul vorgestellt.

Flow is an important factor in flowing waters, which not only shapes the landscape in and around flowing waters but is also itself modified by biological, physical and chemical influences. At the ‚*Science Lab Rhinestation*‘, an extracurricular learning environment, students acquire in-depth knowledge of the limnology of flowing waters, which they work up didactically and then try out in their role as future teachers with students from different types of schools and grades. A respective didactic teaching concept and the corresponding module for universities are presented in this article.

Schlagwörter

Fließgewässer, Unterrichtskonzeption, Rhein, Hochschullehre
running water, teaching concept, Rhine, university teaching

1. Einleitung

Dieser Artikel stellt einen universitären außerschulischen Lernort samt einem dort stattfindenden Modul für Lehramtsstudierende vor. Hierzu wird in Kapitel 2 das Konzept der *Science Labs* an der Universität zu Köln kurz vorgestellt und anschließend wird in Kapitel 3 die Ökologische Rheinstation der Universität zu Köln als Standort eines *Science Labs* präsentiert. Um die Besonderheiten der dort stattfindenden Lehre jedem*r Leser*in erörtern zu können, erfolgt in Kapitel 4 eine fachliche Klärung des biologischen Hintergrundes der essentiellen Teilaspekte.

Da das *Science Lab Rheinstation* als außerschulischer Lernort Schulklassen empfängt, werden in Kapitel 5 zunächst außerschulische Lernorte im Allgemeinen thematisiert (5.1), bevor das Modul selbst und seine Integration in das Curriculum für Biologie-Lehramtsstudierende (5.2) vorgestellt wird. Darauf aufbauend wird die Ökologische Rheinstation als außerschulischer Lernort vorgestellt (5.3) und erläutert, wie das Schulcurriculum sich mit dem Lehr-Lernangebot vereinbaren lässt (5.4). Abschließend



werden vier konkrete Unterrichtskonzeptionen zur Beobachtung von Strömungsverhalten (5.6), dem Messen der Strömungsgeschwindigkeit am Modell (5.7), der Anpassung von Organismen an Fließgewässer (5.8) und der Biodiversität von Fließgewässern (5.9) vorgestellt.

2. Science Labs der Universität zu Köln

Durch Heterogenität und Inklusion entstehen im Schulalltag täglich neue Herausforderungen, welche proaktiv in der Lehrer*innenbildung angegangen werden müssen. Das Projekt „Heterogenität und Inklusion gestalten – Zukunftsstrategie Lehrer*innenbildung“ (ZuS) der Universität zu Köln stellt sich eben diesen Herausforderungen. Dafür wurden in ZuS vier Handlungsfelder geschaffen: „*Studium inklusiv* als thematisch strukturiertes Lehrangebot, *Competence Labs* als innovative praxisorientierte Lehr-Lernformate sowie *Nachwuchsförderung* und *Qualitätssicherung* als Mittel der Nachhaltigkeit“ (vgl. ZuS, 2019).

Die *Competence Labs* (CL) offerieren den Lehramtsstudierenden strukturierte, geschützte und iterierbare Zugänge zu den eigenen Lehr-Lernprozessen und deren Gestaltung gegenüber Lernenden. Die Veranstaltungen der CL schließen in unterschiedlichen Fachbereichen Praxislücken und bieten Kontakte mit Schüler*innen außerhalb schulischer Sachzwänge bei enger Betreuung. Betreute Reflektion und Iteration sind ein Alleinstellungsmerkmal der CL an der Universität zu Köln. Entsprechend ihrer inhaltlichen Ausrichtung unterteilen sich die CL in fünf eigenständige Labs (vgl. Das Handlungsfeld *Competence Labs*, 2020):

- *Assistive Technology Labs*
- *Language Labs*
- *Media Labs*
- *Science Labs*
- *Social Labs*

In den *Science Labs* „[...] planen, realisieren und evaluieren Lehramtsstudierende an außerschulischen Lernorten in einem didaktisch begleiteten Rahmen naturwissenschaftlich ausgerichtete Unterrichtsarrangements für Schüler*innen unterschiedlicher Schulformen und Jahrgangsstufen [...]“ auf Basis ihres universitären Vorwissens (u. a. Fachmodule im Bachelor of Arts und Master of Education, Fachdidaktik, Bildungswissenschaften) (vgl. *Science Labs*, 2020). Es gibt an der Universität zu Köln die CL *Science Labs* Rheinstation, Pulheimer Bach, zdi-Schülerlabor und MINT-Kinderzimmer. Das CL *Science Lab* Nanochemie wurde Ende 2018 geschlossen (vgl. *Science Labs*, 2020).

Die Ökologische Rheinstation der Universität zu Köln ist der Sitz des *Science Lab* Rheinstation. Dort können mit Studierenden und Schüler*innen „[...] Gewässerchemie, Umweltschutz, Mensch-Umwelt Interaktionen und der Einfluss von Strömungen auf die

Lebewesen im Rhein, auf die Geomorphologie des Niederrheins und auf die vorbeifahrenden Schiffe [...]“ auf einmalige und innovative Weise untersucht werden (vgl. Science Lab Rheinstation, 2020). Das Ziel des *Science Lab* Rheinstation ist dabei

„[...] die Vermittlung von Fachwissen und die Ermöglichung wohl dosierter und didaktisch begleiteter Praxiserfahrungen für Studierende im naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Studierenden lernen Versuche und Unterrichtsmethoden zur Vermittlung dieser Inhalte kennen und entwerfen und erproben experimentell ausgerichtete und jeweils auf Schulform, Jahrgangsstufe und das aktuelle Unterrichtsthema der jeweiligen Besuchsklasse abgestimmte Unterrichtsarrangements.“ (vgl. Science Lab Rheinstation, 2020)

Die direkte Zielgruppe des *Science Lab* Rheinstation sind Studierende der Studiengänge Master of Education für Gymnasien und Gesamtschulen sowie Master of Education für Berufskollegs, bei denen jeweils ein angestrebtes Unterrichtsfach Biologie ist.

3. Ökologische Rheinstation

Bereits 1953 wurde das Bootshaus (60 m Länge und 11 m Breite) durch zusammenfügen der ‚Baden 24‘, Baujahr 1885, als Bug und der ‚Desdemona‘, Baujahr 1912, als Heck eröffnet und von der Kölner Sporthochschule, später der Deutschen Sporthochschule Köln und der Universität zu Köln als Ruderplattform eingesetzt. Nach massiven Umbaumaßnahmen wird das Bootshaus seit April 2002 neben dem Ruderbetrieb als Ökologische Rheinstation der Universität zu Köln auch für Forschung und Lehre genutzt. Im Oktober 2015 wurde das *Science Lab* Rheinstation eröffnet (vgl. Rheinstation, 2015a). Die Ökologische Rheinstation (Abb. 1) liegt auf der linken Flussseite des Rheins in Köln-Marienburg bei Rheinkilometer 684,5.

Das *Science Lab* Rheinstation auf der Ökologischen Rheinstation operiert direkt an einem der längsten Fließgewässer Deutschlands. Der Rhein ist mit 1.232,7 km zwar nicht der längste Fluss Europas (vgl. CHR-KHR, 2015b), aber einer der bedeutendsten für den Schiffsverkehr (vgl. Uehlinger, Wantzen, Leuven & Arndt, 2009). Sein Lauf wurde stark anthropogen modifiziert und die Ufer oftmals mit Blocksteinen befestigt (Mani, Hauk, Walter & Burkhardt-Holm, 2015: S. 1). Die Experimente auf der Rheinstation werden direkt mit Wasser aus dem Rhein versorgt, welches über ein Pumpensystem in das Schiff befördert werden kann. Edelstahlrinnen unter dem Floß am Heck der Ökologischen Rheinstation erlauben es den Nutzer*innen, ihre Versuche direkt dem Rhein bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von ca. $0,62 \pm 0,02 \text{ m s}^{-1}$ zu exponieren (Schössow, Arndt & Becker, 2016: S. 50)



Abb. 1: Die Ökologische Rheinstation der Universität zu Köln im Sommer 2016 vor dem Werftgang 2019/2020.



Abb. 2: Strömungskanal des Science Lab Rheinstation. Links zu sehen ist eine Auffangwanne für das zirkulierende Wasser. Das Pumpen- und Schlauchsystem erzeugt die Strömung (rechts), das Wasserschloss (rechts, direkt vor der Pumpe, im Bild nicht zu erkennen) reduziert den Druck und die Geschwindigkeit, sodass eine nahezu laminare Strömung erzeugt wird. Stand 2016.

Das *Science Lab* Rheinstation verfügt nebst einer umfassenden Ausstattung über mehrere Strömungskanäle (Abb. 2), in denen eine annähernd laminare Strömung erzeugt werden kann. Da das Wasser mit hoher Geschwindigkeit, hohem Druck und einer Pumpleistung von bis zu ca. 40.000 l h^{-1} von den Pumpen gefördert wird, resultiert daraus eine sehr turbulente Strömung. Diese wird durch ein sogenanntes Wasserschloss, bestehend aus zwei quer zur Strömung stehenden Plexiglasscheiben und einem Wabengitter gebremst. Es erzeugt eine annähernd laminare Strömung mit nur wenig Turbulenzen und Rücksog kurz hinter dem Wasserschloss. In dem etwa knapp 3 m langen Kanal aus durchsichtigem

Plexiglas kann diese annähernd laminare Strömung zu experimentellen Zwecken verwendet werden. Die maximal erreichbare Strömung liegt bei ca. $3,05 \pm 0,2 \text{ m s}^{-1}$. Mit steigender Strömungsgeschwindigkeit wird die vorhandene Strömung immer turbulenter.

4. Fachliche Klärung

Fließgewässer grenzen sich von anderen Gewässern wie Seen oder Meeren durch ihre gerichtete Strömung ab, die dem Gefälle des Wasserbettes folgt (Begon, Howarth & Townsend, 2017: S. 138; Nentwig, Bacher & Brandl, 2017: S. 269). Die Strömung ist die horizontale Bewegung des Wassers in Gewässern; Differenziert werden dabei laminare und turbulente Strömungen (Schaefer, 2012: S. 282). Unter laminarer Strömung versteht man die horizontale Wasserbewegung in Fließgewässern, bei der sich einzelne Strömungslinien in Fließrichtung nebeneinander herziehen, ohne sich dabei zu verwirbeln oder zu durchmischen (Schaefer, 2012: S. 154). Turbulente Strömung ist die Wasserströmung, bei der eine Querdurchmischung der Strömungslinien stattfindet (Schaefer, 2012: S. 300). Diese Form der Strömung ist meist in unterschiedlicher Stärke und Ausprägung in einem Fließgewässer zu finden. Die Art der Strömung hängt vom Querschnitt, der Fließgeschwindigkeit und der Viskosität des Fließgewässers ab (vgl. Durst, 2006).

Strömung hat einen großen Einfluss auf das Leben im und um ein Fließgewässer (vgl. Hart & Finelli, 1999; vgl. Mérigoux & Dolédec, 2004; vgl. Statzner, 2008). Zahlreiche in Fließgewässern lebende Organismen zeigen spezifische Anpassungen an ihren Lebensraum, so beispielsweise Fische mit ihrer stromlinienförmigen Körpergestalt (Beierkuhnlein, 2007: S. 30) oder benthische Schnecken wie *Ancylus fluviatilis*, mit ihrem strömungsadaptierten Gehäuse (Berg, 1952: S. 225-226; vgl. Cordellier & Pfenninger, 2008: S. 1581).

Natürliche Fließgewässer sind geprägt von der naturräumlichen Geomorphologie und weiteren Faktoren, wie Klima, Boden und Vegetation (vgl. Beierkuhnlein, 2007). In Fließgewässern spielen die Strömungsvorgänge eine Schlüsselrolle im Hinblick auf die aquatischen Lebensbedingungen. Viele Organismen, z. B. Insektenlarven der Ephemeroptera (Eintagsfliegen), beugen einem Abdriften durch die Strömung durch Anheftung an das Substrat vor (vgl. Ditsche-Kuru, Barthlott & Koop, 2012). Auch Organismen, die sich in den zwischen Steinen entstehenden Totwasserräumen verstecken (Ruttner, 1962: S. 260), oder das Eiablageverhalten der Weibchen von *Hydropsyche siltalai*, einer Köcherfliegenart (vgl. Englund, 1991), werden von der Strömung beeinflusst.

Die Fließgeschwindigkeit eines Fließgewässers ist abhängig von Abfluss, Gefälle, Gerinneabmessungen und Gewässerbettstrukturen (vgl. Patt, 2016). Wird einer dieser Faktoren geändert, werden in gleichem Maße auch alle anderen Faktoren mitbeeinflusst. So führt ein erhöhter Abfluss zum Beispiel zu höheren Fließgeschwindigkeiten, wodurch ebenfalls die Kräfte auf das Flussbett erhöht werden. Die Fließgeschwindigkeiten nehmen mit sinkendem Gefälle entsprechend vom Oberlauf zum Unterlauf hin ab (vgl. Patt, 2016).

Fließen bewirkt ein Durchmischen des Wasserkörpers, sodass die für stehende Gewässer im Sommer typischen Temperatur- oder Sauerstoffschichtungen in Fließgewässern nicht auftreten. Dadurch entstehen starke Temperaturschwankungen entlang des

Fließgewässers, welche wiederum Einfluss auf Lebewesen und Vegetation haben (vgl. Ruttner, 1962; vgl. Patt, 2016).

Fließgewässer-Biozönosen werden unter anderem bestimmt von der Bodenbeschaffenheit und der Strömungsgeschwindigkeit (vgl. Schaefer, 2012). Eine Biozönose ist eine Gemeinschaft von Organismen verschiedener Arten mit funktionalen Beziehungen untereinander in einem mehr oder weniger abgrenzbaren Lebensraum (vgl. Martin & Allgaier, 2011). Der Lebensraum Fließgewässer ist geprägt von höherer Dichte, Viskosität und Strömung im Vergleich zum Leben an Land. Die Strömung verlangt in den Flüssen und Bächen Anpassungen vorrangig in Form stromlinienartiger Körper (vgl. Nentwig et al., 2017) oder Haftorganen und Saugapparaten (Patt, 2016: S. 32) für Organismen am Gewässergrund. Global sind die Lebensformen des freien Wassers und des Gewässergrundes in Größe und Form sehr ähnlich (vgl. Nentwig et al., 2017) und die Diversität der Invertebraten ist im Zusammenhang mit ihren Substraten und Lebensräumen im Detail hochgradig vielfältig (vgl. Graca, Pinto, Cortes, Coimbra, Oliveira, Morais, Carvalho & Malo, 2004).

Der Rhein wurde für die Schifffahrt angepasst und weist heutzutage einen hohen Grad an Kanalisation auf (bij de Vaate, Breukel & van der Velde, 2006: S. 229), was zu einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit, einem vertieften Flussbett und starker Erosion geführt hat (vgl. Dröge, Engel & Gölz, 1992). Durch die vielen anthropogenen Einflüsse, wie Einträge aus Abwasser, Landwirtschaft und Industrie, ist der Rhein arm an Habitaten aber reich an mechanischen Störungen geworden (vgl. Leuven, van der Velde, Baijens, Snijders, van der Zwart, Lenders & de Vaate, 2009), welche allesamt die im Rhein lebenden Organismen beeinflussen.

5. Didaktische Umsetzung und Anbindung

5.1 Außerschulische Lernorte

Diese Arbeit definiert einen Außerschulischen Lernort nach Sauerborn & Brühne (2007):

Außerschulisches Lernen beschreibt die originale Begegnung im Unterricht außerhalb des Klassenzimmers. An außerschulischen Lernorten findet die unmittelbare Auseinandersetzung des Lernenden mit seiner räumlichen Umgebung statt. Charakteristisch sind hierbei vor allem auch die Möglichkeit einer aktiven (Mit-) Gestaltung sowie die Möglichkeit zur eigenständigen Wahrnehmung mehrperspektivischer Bildungsinhalte durch die Lerngruppe. (S. 22)

Schüler*innen lernen effizienter, wenn das Lehren und Lernen in einer unmittelbaren realen Begegnung mit dem Lerngegenstand stattfindet, da es den Schüler*innen ermöglicht, auch Vorwissen und Vorerfahrungen zu aktivieren und diese anzuwenden. Alltags- und Lebensweltbezug der Schüler*innen finden so Einzug in ein umfassendes situiertes Lernen (vgl. Mandl, Gruber & Renkl, 1995; vgl. Fölling-Albers, Hartinger & Mörtl-Hafizovic, 2004). Die Begegnung mit dem Lerngegenstand kann fachbezogen, fächerübergreifend oder fächerverbindend stattfinden und Teamarbeit ermöglichen (vgl. Sauerborn et al.,

2007). Er eignet sich daher gut für die Sekundarstufe I als auch für Sekundarstufe II zur Unterstützung der unterrichtlich durchgeführten Lerninhalte.

Außerschulisches Lernen eröffnet besondere Lernchancen, denn die Nutzung von Originalobjekten und das Beachten verschiedener methodischer Zugänge beeinflusst die Interessensentwicklung positiv (Wenzel, Klein & Scheersoi, 2015: S. 36). Neben der schon in der Definition angesprochenen originalen Begegnung, die mit einer Beschäftigung mit Inhalten im authentischen Wirkungszusammenhang gleichbedeutend ist, können Schüler*innen Primärerfahrungen machen und Phänomene mit mehreren Sinnen gleichzeitig wahrnehmen und diese in ihrer physischen Qualität begreifen (vgl. Spörhase & Ruppert, 2010). Sie setzen sich handlungsorientiert mit den (Unterrichts-) Inhalten auseinander, was vor allem leistungsschwächeren und heterogenen Schüler*innengruppen zugutekommt. Der Besuch eines außerschulischen Lernortes kann für alle Teilnehmenden zu einem Erlebnis werden, bei dem auch soziale Kontakte zwischen Lehrenden und Schüler*innen gefördert werden und zu einer positiven Haltung gegenüber dem Thema oder der Natur und zur weiteren Beschäftigung mit dem Thema beitragen kann (vgl. Spörhase et al., 2010).

Es wird bei außerschulischen Lernorten zwischen didaktisch nicht aufbereiteten Lernorten und didaktisch gestalteten Lernorten unterschieden: Didaktisch nicht aufbereitete Lernorte können naturnahe Standorte wie nahegelegene Wälder oder Fließgewässer, Produktionsstätten wie Gärtnereien, land- oder forstwirtschaftliche Betriebe, oder Handwerksbetriebe wie Bäckereien, Metzgereien, oder kommunale Einrichtungen wie Kläranlagen und Wasserwerke sein (vgl. Spörhase et al., 2010). Didaktisch gestaltete Lernorte sind solche Orte und Einrichtungen, die diverse Lernangebote für Schüler*innen entwickelt haben und zu verschiedenen Themen Unterrichtsangebote bereithalten und die schulische Arbeit in unterschiedlichster Art und Weise unterstützen. Darunter sind Arbeitsmaterialien (Arbeitsblätter, Lernhefte), Modelle und Ausstellungsstücke, Informationstafeln, Mitmachangebote, Experimente und Versuche, interaktive Exponate und vieles mehr zusammengefasst. Zusätzlich bieten solche didaktisch gestalteten Lernorte gelegentlich Fortbildungen für Lehrer*innen, Studierende und Gruppenleiter*innen an, um sich einerseits entsprechende Expertise (Fachwissen und Fertigkeiten) anzueignen und andererseits den Lernort gemeinsam mit Schüler*innen nutzen zu können. Zu diesen Lernorten zählen unter anderem Schüler*innenlabore, Museen, offen zugängliche zoologische Sammlungen sowie zoologische und botanische Gärten (vgl. Spörhase et al., 2010). Die Vielfalt in der Ausgestaltung und Ausstattung außerschulischer Lernorte ist enorm. Dies ist durchaus kritisch zu betrachten, da nicht jeder außerschulische Lernort pauschal alle Anforderungen der Lernenden erfüllt (vgl. Bosgana-Crause, 2002).

Ziele des Besuchs eines außerschulischen Lernortes sind primär die Wissensaneignung und sekundär das Training bestimmter Fähigkeiten, welche sich im späteren Leben als wichtig erweisen können (vgl. Budde & Hummrich, 2017). Hierzu gehören das eigenständige Beobachten von Phänomenen und anschließendes Interpretieren, das Planen und Durchführen von selbstständigen Tätigkeiten, aber auch insbesondere die Entwicklung sozialer Kompetenzen im Umgang mit anderen (fremden) Menschen (vgl. Sauerborn

et al., 2007). Das bedeutet, dass der Besuch eines außerschulischen Lernortes die Schüler*innen dabei unterstützen kann, durch problemorientiertes und handlungsbezogenes Lernen zu selbstständigen, selbstverantwortlichen und selbsttätigen Menschen heranzuwachsen. Auch im Bereich der politischen Bildung im Sinne einer Vorbereitung zur politischen Partizipation bieten zum Beispiel kommunale Institutionen zahlreiche Möglichkeiten für außerschulisches Lernen (vgl. Sauerborn et al., 2007).

5.2 Curriculare Anbindung im Fachbereich Biologie an der Universität

Um Studierenden und Schüler*innen die Bedeutung der Strömung sowie deren Auswirkungen auf das Ökosystem Fließgewässer und die im Fließgewässer lebenden Organismen, aber auch die Auswirkungen durch und auf den Menschen näher zu bringen, ermöglicht das Modul ‚*Science Lab Rheinstation*‘ den Studierenden einen sehr praxisorientierten und forschungsnahen Kontext. Dieser Kontext bildet einen starken Bezug zu ihrem späteren Beruf als Lehrer*innen, da er inhaltlich unmittelbar mit dem Schulcurriculum verbunden ist. Dieses Modul wird als Wahlpflichtmodul für Studierende im Master of Education für Gymnasien und Gesamtschulen sowie Master of Education für Berufskollegs angeboten, bei denen jeweils ein angestrebtes Unterrichtsfach Biologie ist (vgl. Biologiemodule, 2020). Das Modul findet semesterbegleitend wöchentlich während der Vorlesungszeit an einem Tag pro Woche auf der Ökologischen Rheinstation der Universität zu Köln statt und dauert in der Regel sieben Stunden inklusive Mittagspause (von 09:00 Uhr bis 16:00 Uhr) (vgl. AM: ScienceLab Rheinstation, 2020).

Dieses Modul bietet den Studierenden die Möglichkeit, aktuelle fachwissenschaftliche Forschung mit experimentellen fachdidaktischen Methoden zu verknüpfen. So vertiefte und neu gewonnene fachwissenschaftliche Kenntnisse werden von den Studierenden im Rahmen der Lehrveranstaltungen an Schüler*innen verschiedener Schulformen und Jahrgangsstufen in einer schüler*innenorientierten Form vermittelt. Die Studierenden erarbeiten sich selbst fachwissenschaftliche Inhalte in den Themengebieten Ökologie, Limnologie und Evolution. Sie kommen in dem Modul mehrfach in einen direkten Kontakt mit Schüler*innen und Lehrer*innen. Durch vier bis sechs Kontakte mit Schulklassen können direkte Erfahrungen gesammelt und auftretende Probleme anschließend von den Studierenden selbst evaluiert und analysiert werden (vgl. AM: ScienceLab Rheinstation, 2020).

Inhalte des Moduls sind rechtliche Bestimmungen, Nutzen, Aufbau und Verwendung außerschulischer Lernorte, digitale Medien im Unterricht, Inklusion im Unterricht, Mutation und Selektion als treibende Kräfte der Evolution, Artenvielfalt aquatischer Lebensräume, Habitat-Adaptation von aquatischen Organismen, Einfluss von Strömung auf Organismen, Grundlagen aktueller angewandter aquatischer ökologischer Forschung sowie Videographie und Videoanalyse von Unterrichtsinhalten. Alle Teilnehmer*innen erwerben zahlreiche Kompetenzen, indem sie unter Anleitung Schulklassen am außerschulischen Lernort *Science Lab Rheinstation* eigenständig unterrichten. Zusätzlich wird bei einigen Kursteilen Videographie verwendet, was den Studierenden eine Möglichkeit zur

Selbstevaluation bietet. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen außerschulischen Lernort im Detail kennengelernt und können somit das Potenzial außerschulischer Lernorte für den Schulunterricht einschätzen. Zudem besitzen sie vertiefte Kenntnisse zur Evolution und Biodiversität aquatischer Organismen, können verschiedene aquatische ökologische Methoden zum Sammeln von und zum Umgang mit unterschiedlichen Organismengruppen anwenden und beherrschen die Bestimmung und Verwendung von Organismen im ökologischen Kontext unter Zuhilfenahme von Binokular und Mikroskop, im Freiland und in Strömungskanälen. Die Studierenden haben ebenfalls gelernt, wie man sich in den Themenbereichen des Moduls in fortgeschrittene Inhalte selbstständig einarbeitet und sind in der Lage, dieses Wissen auf andere Teilgebiete der Biologie zu übertragen und anzuwenden. Ferner sind die Studierenden in der Lage, die in diesem Modul erzielten Ergebnisse zu dokumentieren, auszuwerten und zu interpretieren. Außerdem haben sie sich mit geeigneten Lehr- und Lernformen für die gymnasiale Oberstufe in dem Themenbereich des Moduls auseinandergesetzt und die entsprechenden Unterrichtsinhalte eigenständig entwickelt und umgesetzt. Zuletzt haben die Studierenden durch die Teilnahme am Modul Kenntnisse in Bezug auf aktuelle und gesellschaftsrelevante Themen der Biologie erworben (u. a. Mikroplastik, Massenaussterben, Biodiversitätskrise, Bioethik, Genschere CRISPR/CAS) und sind in der Lage, sich an einem wissenschaftlichen Diskurs in angemessener Weise zu beteiligen (vgl. AM: ScienceLab Rheinstation, 2020).

5.3 Ökologische Rheinstation als außerschulischer Lernort

Die Ökologische Rheinstation der Universität zu Köln gehört als Forschungsschiff und mit dem Modul ‚*Science Lab* Rheinstation‘ zu den didaktisch gestalteten außerschulischen Lernorten, da die Besuchsklassen der Sekundarstufen I und II durch ein umfangreiches, differenziertes, an den (Vor-) Wissensstand der Schüler*innen angepasstes, (wunsch-) themenspezifisches Lernangebot geführt werden. Dieses ist didaktisch, methodisch und medial durch die Studierenden, welche das Modul während ihres Studiums belegen, aufbereitet. Alle benötigten Materialien werden zur Verfügung gestellt, sowie vorbereitendes und nachbereitendes Material für die Klassen an den*die Lehrer*in vorab (falls erwünscht) weitergegeben. Im Fokus ist die Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen von den Lehrenden (den Studierenden) für die Lernenden (den Schüler*innen). Diese Gestaltung wird beeinflusst von institutionellen Vorgaben durch Lerninhalte und zu erwerbende Kompetenzen. Einen Schwerpunkt bilden dabei fächerübergreifende Kompetenzen, wie selbstreguliertes Lernen, Lernen mit neuen Medien und die Problemlösefähigkeit der Schüler*innen. Auf Seiten der Dozierenden des Moduls geht es vorrangig um die didaktische und schüler*innengerechte Aufbereitung der Lerninhalte und Kompetenzen.

Die Themen und Angebote des *Science Lab* Rheinstation richten sich nach den Interessen und Wünschen der jeweiligen Schulklassen, kommuniziert durch die Lehrer*innen an die Dozierenden des Moduls, da Interesse eine besonders wichtige Voraussetzung für erfolgreiches Lernen darstellt (vgl. Müller, 2006; Lau, 2015, S. 59). Je nach von der Schule vorgegebenem thematischem Schwerpunkt, im Rahmen der (angewandten) Ökologie,

werden entsprechende Lernkonzeptionen erstellt. Auf diese Weise wird den Schüler*innen ein möglichst selbstständiges Arbeiten mit den gegebenen Bedingungen vor Ort ermöglicht. Ganz nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion (vgl. Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997) werden die fachwissenschaftlichen Inhalte zuvor so aufgearbeitet und aufbereitet, dass sie am Wissensstand der Schüler*innen und deren Vorstellungen anknüpfen. Dies wird dadurch ermöglicht, dass das entsprechende Schüler*innenvorwissen und die Schüler*innenvorstellungen im Vorfeld bei der zuständigen Lehrkraft erfragt werden. Ferner werden die Kernlehrpläne und wenn möglich interne Schulcurricula themen- und jahrgangsspezifisch herangezogen werden. Gerade die Schüler*innenperspektive und Anknüpfungspunkte an die Lebenswirklichkeit der Schüler*innen sind von großer Bedeutung für deren Interessenentwicklung und Lernerfolg (vgl. Bayrhuber, Gebhard, Gehlhaar, Graf, Gropengießer, Harms, Kattmann, Klee & Schletter, 1995). Abschließend werden die aufbereiteten Inhalte und Vorstellungen der Schüler*innen, sowie die zugrundeliegende Fachwissenschaft in Material, Medien und Aufgaben so verknüpft, dass diese möglichst gleichwertig in die Unterrichtseinheit integriert werden. Die Studierenden nutzen das bereits angeeignete Wissen sowie entsprechende weiterführende Literatur aus den jeweiligen notwendigen Fachwissenschaften, bereiten diese für die Schüler*innen thematisch auf und vermitteln die so geschaffenen Unterrichtsinhalte mithilfe geeigneter Medien, Experimente, Aufgaben und Sozialformen an die Schüler*innen.

Durch die unmittelbare Lage am Rhein in Köln-Marienburg, können Experimente besonders gut vor Ort durchgeführt werden. Schulklassen in und um Köln müssen keine weiten Strecken zurücklegen, um das *Science Lab* Rheinstation zu besuchen. Der direkte Kontakt mit dem Fließgewässer, seiner Strömung und der in diesem Fließgewässer lebenden Organismen spricht viele Sinne gleichzeitig an, sodass die Schüler*innen auf verschiedensten Ebenen aktiviert werden: Sie können das Fließgewässer mit ihren Augen sehen und beobachten, sie können die Strömung fühlen und hören und ihre Beobachtungen und Erfahrungen aufschreiben. Die Aktivierung mehrerer Sinne erhöht den Lernerfolg der Schüler*innen enorm (vgl. Schröder, 2005; vgl. Liebertz, 2005; vgl. Rogers, 1974). Zudem ist ein direkter Vergleich zwischen den Fließrinnen als Flussmodell und dem originalen Fließgewässer möglich, sodass Vor- und Nachteile von Modellen und der Arbeit mit dem Original zum Gegenstand gemacht werden können. Ein Rückbezug auf das inner-schulische Lehren und Lernen an Modellen wird hier ebenfalls ermöglicht, analysiert und reflektiert. Neben der thematischen Aufbereitung und Vermittlung des Lernstoffes werden noch weitere Kompetenzen der Schüler*innen gefördert: Indem sie in Teams oder Gruppen zusammenarbeiten und sich über fachwissenschaftliche Inhalte austauschen, werden Kompetenzen im sozialen und kommunikativen Bereich gefördert. Indem sie ihr Handeln beschreiben, reflektieren und anschließend bewerten, werden Bewertungskompetenzen gefördert (vgl. Spörhase et al., 2010). Durch die intensive Auseinandersetzung mit verschiedenen Themen rund um ein Fließgewässer erlangen die Schüler*innen wertvolle neue Erkenntnisse.

Das eigenständige Beobachten von Phänomenen und anschließendes Interpretieren sowie das selbstständige Planen und Durchführen von Tätigkeiten der Schüler*innen wird durch entsprechende Materialien von den Studierenden geschult. Problemorientiertes und handlungsbezogenes Lernen stehen dabei stets im Vordergrund. Die Studierenden stehen jederzeit als Berater*innen zur Verfügung, sodass Fehlvorstellungen und falsche Annahmen angesprochen werden, sobald deren Auftreten beobachtet wird.

5.4 Curriculare Anbindung in Schulen

Um den Besuch eines außerschulischen Lernortes zu ermöglichen, aber auch zu rechtfertigen, müssen die Lehrer*innen der jeweiligen Klassen eine Schulfahrt im jeweiligen Fach in Absprache mit dem*der Schulleiter*in beantragen (vgl. Schulministerium NRW, 2019). Der Besuch des *Science Lab* Rheinstation ist für die jeweilige Schule kostenfrei. Die Besuche eines außerschulischen Lernortes richten sich nach dem aktuellen thematischen Schwerpunkt der Klasse und den von der Kultusministerkonferenz (KMK) verabschiedeten Kernlehrplänen (KLP), die als Grundlage für die schulinternen Curricula und damit den Kompetenzerwerb und die thematischen Inhalte genutzt werden sollen. Das *Science Lab* Rheinstation ermöglicht stets eine Verortung in den KLP und gibt auf Anfrage der Lehrer*innen auch Auskunft über eine mögliche Verknüpfung mit dem KLP und den Unterrichtsinhalten. Es folgt eine Auflistung möglicher Anknüpfungspunkte.

Im Fach Biologie steht für die Gesamtschule in der Sekundarstufe I kein eigener KLP zur Verfügung: es werden die unterrichteten Naturwissenschaften (Biologie, Chemie und Physik) zu einem KLP zusammengefasst und innerhalb von diesem differenziert. Für das Gymnasium steht für die beiden Sekundarstufen jeweils ein eigener KLP zur Verfügung. Der KLP für die Sekundarstufe I des Gymnasiums gibt Kompetenzen vor, die jeweils am Ende der einzelnen Jahrgangsstufen erworben sein sollen. Da die bestandene Sekundarstufe II die allgemeine Hochschulreife darstellt, steht für beide Schulformen, Gymnasium und Gesamtschule, ein gemeinsamer KLP zur Verfügung.

Für das Gymnasium stehen für die Jahrgangsstufe fünf / sechs die beiden Inhaltsfelder „Vielfalt von Lebewesen“ und „Angepasstheit von Pflanzen und Tieren an die Jahreszeiten“, sowie die beiden fachlichen Kontexte „Pflanzen und Tiere in verschiedenen Lebensräumen“ und „Tiere und Pflanzen im Jahresverlauf“ zur Verfügung (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2008). Für die Jahrgangsstufen sieben / neun sind es die Inhaltsfelder „Energiefluss und Stoffkreisläufe“ und „Evolutionäre Entwicklung“, sowie die fachlichen Kontexte „Regeln der Natur“ und „Vielfalt und Veränderung – eine Reise durch die Erdgeschichte“ (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2008). In den KLP für die Gesamtschule lassen sich die Unterrichtskonzeptionen für die Sekundarstufe I und Jahrgangsstufen 5/6 innerhalb der Inhaltsfelder „Tiere und Pflanzen in Lebensräumen“ und „Tiere und Pflanzen im Jahresverlauf“ einordnen. Für die Jahrgangsstufen sieben bis zehn sind es die Inhaltsfelder „Ökosysteme und ihre Veränderungen“ sowie „Evolutionäre Entwicklung“ (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2013).

Für die Sekundarstufe II lassen sie sich in den beiden Inhaltsfeldern 5 „Ökologie“ (Umweltfaktoren und ökologische Potenz, Dynamik von Populationen, Stoffkreislauf und Energiefluss, Mensch und Ökosysteme) und 6 „Evolution“ (Grundlagen evolutionärer Veränderung, Art und Artbildung, Evolution und Verhalten, Stammbäume) einordnen. Dies gilt für Gymnasium und Gesamtschule (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014).

Die Schüler*innen erwerben durch die Unterrichtskonzeptionen prozessbezogene Kompetenzen in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewerten, sowie in den konzeptbezogenen Kompetenzen zu den Basiskonzepten – „Struktur und Funktion“ und „System und Entwicklung“.

5.5 Aufbau der Unterrichtskonzeptionen

Die Schüler*innen eignen sich durch das Experimentieren mit der Fließrinne Wissen zum Strömungsverhalten und zur Strömungsgeschwindigkeit eines Fließgewässers am Modell an. Um den Schüler*innen das wissenschaftliche Arbeiten näher zu bringen, sollen sie je nach Klassenstufe verschiedene Experimente an und mit der Fließrinne planen und durchführen. Experimente dienen der Veranschaulichung biologischer Phänomene und machen diese konkret erfahrbar (vgl. Hammann, 2010). Die Schüler*innen folgen dabei dem Weg der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, sodass zunächst Hypothesen gebildet, das Experiment festgelegt, die Daten erhoben und ausgewertet werden sollen. Abschließend erfolgt die Überprüfung der Hypothesen anhand der erhobenen Daten und Ergebnisse und wenn notwendig die Wiederholung des Experiments mit veränderten Variablen. Dieses Vorgehen ermöglicht durch begleitete Repetition den Schüler*innen nicht nur die individuelle Auseinandersetzung mit dem Thema, sondern hilft und unterstützt beim Formulieren von Fragen und Hypothesen, sowie Vermutungen zu Ursache-Wirkungs-Beziehungen (vgl. Hammann, 2010).

Mithilfe der Beobachtungen können die Schüler*innen Vorgänge und Bewegungen innerhalb eines fachlichen Kontextes und zu einer bestimmten Zeitspanne bewusst erfassen und beschreiben. Dabei sollen sie selbstständig Informationen sammeln und aus ihnen eigene Schlussfolgerungen ziehen. So sollen die Schüler*innen lernen, Teile der Umwelt bewusster wahrzunehmen und Veränderungen und Eigenarten der beobachteten Objekte zu erkennen. Das Einüben solcher Beobachtungen schult die Wahrnehmung für alle Lebensbereiche und leistet einen wichtigen Beitrag zur allgemeinen Bildung (vgl. Otteni, 2010).

Die anschließende Beschreibung des Beobachteten dient dem Sichern und Dokumentieren der beobachteten Ergebnisse. Dabei sollen die Schüler*innen eine möglichst objektive Darstellung eines Sachverhaltes verschriftlichen. Durch das exakte Beschreiben lernen die Schüler*innen das genaue Betrachten und Beobachten sowie das anschließende Diskutieren der Befunde. Das Überprüfen wird durch eine Verschriftlichung der Beobachtungen besonders gefördert. Dies schärft die Sinne und schult die Trennung von Betrachten, Beobachten und Deuten (vgl. Stelzig, 2010).

Alle Unterrichtskonzeptionen können jeweils für die Sekundarstufe I und II in den KLP verortet und der jeweiligen Klassenstufe angepasst werden. Differenzierte Aufgaben und Materialien ermöglichen das Einbeziehen individueller Leistungen von lernschwächeren Schüler*innen. Zu allen Aufgaben und Materialien liegen entsprechende Lösungen vor, die bei Bedarf bei den Autor*innen angefordert werden können.

5.6 Unterrichtskonzeption: Beobachten des Strömungsverhaltens

Um einen ersten Überblick über die Fließrinne und die Strömung zu erhalten, sollen die Schüler*innen in ihrem ersten Experiment Hypothesen dazu aufstellen, was Strömung ist und wie sie sich beschreiben und nachweisen lässt und erste Überlegungen zur Fließrinne schriftlich festhalten. Ihre Hypothesen können die Schüler*innen anschließend im Experiment bei der Beobachtung des Strömungsverhaltens überprüfen. Dazu werden sie in die Funktionsweise der Fließrinne eingeführt und sollen mithilfe von Modelliermasse (z. B. FIMO von Staedtler Mars GmbH & Co. KG, Nürnberg, Deutschland) Figuren erstellen (mit Ausnahme der Jahrgangsstufe fünf und sechs; z. B. große und kleine Kugel, Kegel, Spindel, Würfel, Platte, Zylinder und Fisch), und die Strömung anhand bestimmter Kriterien beobachten und beschreiben und dies auf ihren Aufgabenblättern dokumentieren und protokollieren. Damit die Schüler*innen verwertbare Unterschiede im Strömungsverhalten der Gegenstände beobachten können, sollen Schüler*innengruppen der fünften und sechsten Klasse mindestens drei Gegenstände (Abb. 3), der siebten und neunten Klasse mindestens fünf und Schüler*innengruppen der Oberstufe mindestens sieben Gegenstände in der Strömung testen.

Science Lab Rheinstation

Verhalten verschiedener Gegenstände im Strömungskanal

Aufgabe:

Ihr habt vor euch diverse bunte Gegenstände liegen. Haltet diese einzeln und nacheinander in die Strömung und beschreibt die Form und die Auswirkung der Strömung auf diesen Gegenstand. Welcher der Gegenstände lässt sich am meisten von der Strömung mitreißen?



Abb. 1: Figuren aus Modelliermasse. Gezeigt sind ein weißer Ball mit Fäden, eine blaue Kugel, ein grüner Würfel, ein gelber Kegel, eine rote Spindel, ein weißer Fisch und eine schwarze Platte.

Gegenstand 1: Kugel

Gegenstand 2: Würfel

Abb. 3: Unterrichtskonzeption „Beobachten des Strömungsverhaltens“ für die Jahrgangsstufe 5/6. Dargestellt ist Seite 2 von 5.

Die Kriterien, anhand derer die Schüler*innen ihre Beobachtungen machen sollen, sind allgemeine Beschreibungen der Eigenschaften des Gegenstandes (wie Aussehen und Gewicht), Widerstand des Gegenstandes in der Strömung, Verhalten des Gegenstandes je nach Ort des Festhaltens (Schnur oder Holzstäbchen) und Verhalten des Gegenstandes am Boden (falls er auf den Boden sinkt).

Die Schüler*innen sollen dabei zunächst auf die Strömungsrichtung und die verschiedenen Strömungsarten eingehen und den Unterschied zwischen laminarer und turbulenter Strömung beschreiben und erklären können. Anschließend sind sie angehalten durch das Experimentieren mit Knetfiguren herauszufinden, dass die Strömung verschiedene geometrische Eigenschaften von Gegenständen auch unterschiedlich beeinflusst. So wird zum Beispiel eine Platte anders von der Strömung bewegt als ein Würfel oder eine Spindel. Als Ergebnis dieses Experiments sollen die Schüler*innen erfahren haben, dass (neben dem Fischmodell) die Spindel die beste „Anpassung“ an die Strömung aufweist. Die Anpassungen der Spindel wird anschließend im Detail beschrieben und auf lebende Organismen (Fische) in einem Fließgewässer bezogen. Dieser Abschluss führt die Schüler*innen zu drei weiteren Experimenten, die sie im Anschluss durchführen können: Messen der Strömungsgeschwindigkeit, Anpassung von Organismen an Fließgewässer und Biodiversität des Fließgewässers Rhein.

5.7 Unterrichtskonzeption: Messen der Strömungsgeschwindigkeit am Modell

Nachdem die Schüler*innen das Phänomen Strömung im Detail kennengelernt haben, soll mit den weiteren Experimenten das erlangte Wissen vertieft und Kompetenzen weiterentwickelt werden. Im nächsten Experiment sollen die Schüler*innen die Strömungsgeschwindigkeit experimentell ermitteln, indem sie die Zeit messen, die ein bestimmter Gegenstand benötigt, um eine vorab definierte Strecke zu überwinden. Auch hier wird wieder für die drei Klassenstufen differenziertes Material und Aufgaben verschiedener Schwierigkeitsstufen vorgestellt.

Für die Unterstufe erhalten die Schüler*innen eine detaillierte Beschreibung des Ablaufs, Zusatzinformationen zu Strömung in Form von Hilfekärtchen (Vokabelkarten) und die Formel zur Berechnung von Geschwindigkeiten vorgegeben, da hier noch keine physikalischen Grundlagen vorausgesetzt werden können. In der Mittelstufe wird die Formel zur Berechnung von Geschwindigkeiten nur in Form einer zusätzlichen Hilfe angeboten, sofern sie aus dem Physikunterricht noch nicht bekannt ist. Die Schüler*innen erhalten eine weniger detaillierte Aufgabenbeschreibung, aber die Hilfekärtchen stehen auch hier zur Verfügung, sodass dieses Experiment auch zum Wiederholen von bereits erlerntem Wissen nutzbar ist (Abb. 4). Die Schüler*innen der Oberstufe erhalten weder eine Beschreibung des Experiments noch Hilfekarten oder Ähnliches. Sie erhalten nur die Aufgabe ein Experiment zu planen, mit dessen Hilfe man die Strömungsgeschwindigkeit messen und berechnen kann. Für binnendifferenziertes Arbeiten steht noch eine Liste von Gegenständen zur Verfügung, mithilfe derer sie das Experiment planen und umsetzen können.

Science Lab Rheinstation

Der Strömungskanal

Aufgaben:

1. Messt mit Hilfe der vorhandenen Gegenstände und einer Uhr (oder Handy) die Zeit, die der entsprechende Gegenstand benötigt, um die vorgegebene markierte Strecke zu überwinden. Führt das mit mindestens acht bis zehn Gegenständen durch und tragt eure gemessenen Werte in die Tabelle ein.
2. Berechnet mit Hilfe der gemessenen Zeit, der Formel für die Geschwindigkeit und eines Taschenrechners die Fließgeschwindigkeit und tragt auch diesen Wert in die Tabelle ein. Leitet euch die Formel selbst mithilfe der Werte und eures Vorwissens her.
3. Bildet aus den berechneten Werten den Mittelwert und rechnet diesen in km/h (Kilometer pro Stunde) um.

Gegenstand	Zeit (t) in Sekunden [s]	Geschwindigkeit v in Meter pro Sekunde [m/s]

Falls ihr Probleme mit der Berechnung / Umrechnung habt, wendet euch an eure*n Lehrer*in / eure*n Betreuer*in oder holt euch bei ihnen Hilfekarten ab.

Abb. 4: Unterrichtskonzeption „Fließgewässer und Strömung“ für die Jahrgangsstufe 7/9. Dargestellt ist Seite 3 von 3.

Zu dem geplanten Experiment stellen die Schüler*innen im Voraus Abschätzungen über die erwarteten Messwerte und Ergebnisse auf, die sie anschließend überprüfen und mithilfe der gemessenen Werte die Strömungsgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] belegen oder widerlegen sollen. Dieses Ergebnis sollen sie abschließend mit der durchschnittlichen Strömungsgeschwindigkeit des Rheins, mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($5,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), vergleichen und Hypothesen aufstellen, weshalb es zu einer solchen hohen Differenz zwischen dem Modell der Fließrinne und dem Original kommt. Dies leitet die Schüler*innen weiter zur Arbeit mit Modellen, die ebenfalls im Gespräch noch einmal aufgegriffen werden kann und soll.

5.8 Unterrichtskonzeption: Anpassung von Organismen an Fließgewässer (Rhein)

Die Schüler*innen eignen sich im Experiment durch Beobachten des Strömungsverhaltens Anpassungsmerkmale unterschiedlicher Gegenstände an und wenden diese auf Organismen, sowie Modelle an. Dazu nutzen sie ihr (angeeignetes) Wissen zur Anpassung von Organismen an bestimmte Lebensräume, sowie ihr Wissen zu Strömungsverhalten und Strömungsgeschwindigkeit von Fließgewässern. So lernen die Schüler*innen Eigenschaften von verschieden aussehenden Organismen und Modellen kennen und können dieses Wissen auf die Natur und Eigenschaften von in Fließgewässern lebenden Organismen übertragen und anhand dessen auch Rückschlüsse auf deren Anpasstheit an den Lebensraum Fließgewässer ziehen. Evolutive Aspekte können ebenfalls eingebracht und erschlossen werden.

Die Arten der Anpassungen, die die Schüler*innen nach dem Besuch der Ökologischen Rheinstation verinnerlicht haben sollen, sind unter anderem ein abgeflachter Bauch sowie Haft- und Saugorgane bei Organismen, die nahe am Boden leben als auch ebenfalls ein abgeflachter Bauch, ein stromlinienförmiger Körperbau und Art und Anzahl der Flossen bei Fischen. Zusätzlich kann auch noch auf die Färbung der Haut der Organismen eingegangen werden sowie auf das Verhalten der Organismen im Allgemeinen (Schwimm- und Schwebeverhalten, Verstecken) bis hin zur speziellen Anpassung an bestimmte Flussgebiete und Bedingungen, wie den Bau eines Köchers bei der Köcherfliegenlarve. Als letzter Punkt können zwischen- und innerartliche Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet werden.

Diese Unterrichtskonzeption kann auch mit der zur Biodiversität des Fließgewässers Rhein kombiniert werden, sodass die Schüler*innen die Anpassungen an lebenden und heimischen Organismen wiedererkennen können und so eine stärkere Verbindung zwischen theoretischem und praktischem Wissen hergestellt werden kann sowie eine kontextuale Einbindung den Schüler*innen hilft, erworbene Kompetenzen und erworbenes Wissen leichter abzurufen.

5.9 Unterrichtskonzeption: Biodiversität des Fließgewässers Rhein

Die Schüler*innen entnehmen in diesem Konzept Wasserproben direkt aus der Uferregion und im freien Wasser des Rheins. Die Proben werden von allen Schüler*innen zu-

nächst in Partner*innenarbeit im Detail beobachtet und beschrieben. Anschließend können die Schüler*innen ihre Proben unter dem Binokular oder dem Mikroskop genauer betrachten und mithilfe eines Bestimmungsbuches (z. B. Flößner, 1972; Koste, 1978a; Koste, 1978b; Krause-Dellin, 1997; Bauernfeind & Humpesch, 2001; Bährmann, 2011) einzelne Organismen selbst bestimmen. So lernen sie durch die Entnahme und das Mikroskopieren von Wasserproben direkt aus dem Rhein und das anschließende Bestimmen der darin enthaltenen Organismen sowie das Auswerten und Interpretieren der gesammelten Daten. Sie erhalten dadurch einen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten, der Umgang mit Bestimmungsbüchern wird ebenfalls eingeübt. Zusätzlich lernen die Schüler*innen die Biodiversität der im Rhein lebenden Arten und ihre Bedeutung für das Ökosystem Fließgewässer kennen.

Die Schüler*innen können ihre Organismen auch zeichnen, wodurch eine noch intensivere Auseinandersetzung mit dem Organismus und seinen Eigenschaften und Details möglich ist. Durch das Betrachten einer Struktur oder das Beobachten eines Vorganges setzen sich die Schüler*innen lange mit einem Präparat oder Organismus auseinander und dokumentieren die gewonnenen Erkenntnisse zeichnerisch. Die Aufmerksamkeit wird gezielt auf das Erkennen von Strukturen und ihre Charakteristika gelenkt, dabei werden die Sinne geschult und die bildliche Veranschaulichung ist insbesondere durch die Vielfalt und Komplexität biologischer Sachverhalte und Strukturen für das Lernen bedeutsam (vgl. Spörhase & Ruppert, 2010; vgl. Gabriel, 2016). Biologisches Wissen wird über Abbildungen, Schemata, Skizzen oder Originalabbildungen transportiert, das Nachdenken über die Aussagekraft einer Zeichnung schult die Lerner*innen, Abbildungen zu lesen und zu bewerten (vgl. Spörhase & Ruppert, 2010; vgl. Gabriel, 2016). Schüler*innen mit Defiziten in den Bereichen der Lese- und Schreibkompetenz lassen sich durch den Einsatz und das Anfertigen von Zeichnungen unterstützen, um Fach- und Erkenntniswissen zu dokumentieren (vgl. Spörhase & Ruppert, 2010; vgl. Gabriel, 2016).

Indem die Schüler*innen sich mit den technischen Eigenschaften und Funktionen von Mikroskopen auseinandersetzen, lernen sie sich intensiv mit einem Organismus auseinander zu setzen und diesen zu untersuchen. Einen Organismus so nah betrachten zu können ist im Schulalltag meist nur selten möglich, sodass die Schüler*innen neue und abwechslungsreiche Erfahrungen machen können.

6. Fazit

Dieser Artikel stellt das Science Lab Rheinstation als außerschulischen Lernort sowie ein Modul für Lehramtsstudierende vor. Nach einer Darlegung der Anbindung an das universitäre und – für die Schulbesuche essenzielle – schulische Curriculum wurden vier Unterrichtskonzeptionen vorgestellt.

Diese vier Unterrichtskonzeptionen bilden einen exemplarischen Ausschnitt dessen, was besuchende Schulklassen im Science Lab Rheinstation an Lehre bislang kennenlernen konnten. Die wissenschaftliche Evaluation der hier vorgestellten Unterrichtskon-

zeptionen steht noch aus, da seit Beginn des Science Lab Rheinstation mit einem Werftgang des Bootshauses gerechnet werden musste. Danach wird das Design der Strömungskanäle sich deutlich verändert haben, z. B. durch andere Pumpen. Das Bootshaus ist seit Mai 2019 bis voraussichtlich Mai 2020 durch den Werftgang nicht nutzbar. Es liegen nur nicht vergleichbare Erhebungen der Dozierenden und Studierenden jeden einzelnen Semesters vor.

Von den besuchenden Schüler*innen wurde stets die gute Betreuung gelobt, ebenso wie die Tatsache, dass sie entgegen ihrer Erwartungen etwas Alltägliches wie einen Fluss in jedem Aspekt spannend fanden. Die Lehrer*innen erwähnten regelmäßig positiv das Engagement und den Ideenreichtum der Studierenden. Als besonders beeindruckend wurde die Fähigkeit genannt, sich stets spontan auf unerwartete Entwicklungen im Unterrichtsgeschehen (Störungen, sehr wenig/viel Vorwissen, Heterogenität der Schüler*innen) einlassen und angemessen reagieren zu können.

Die Studierenden lobten immer die Tatsache, dass sie ohne Leistungsdruck und mit viel Freude an ihrem zukünftigen Beruf verschiedene Unterrichtskonzepte erarbeiten und anwenden konnten. Sie schätzten dabei insbesondere die heterogenen Schulklassen und die zahlreichen Möglichkeiten, die das Science Lab Rheinstation bietet.

Ab dem Wintersemester 2020/2021 werden wissenschaftliche betreute Evaluationen das Modul und alle dazugehörigen Unterrichtskonzeptionen begleiten.

7. Förderhinweis

Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1515 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

8. Danksagung

Besonderer Dank gilt Prof. Dr. Hartmut Arndt vom Institut für Zoologie der Universität zu Köln, der es ermöglichte, dass das ‚Science Lab Rheinstation‘ seinen Platz auf der Ökologischen Rheinstation finden konnte und dadurch Arbeiten wie diese erst möglich wurden. Weiterer Dank gilt Helene Hormann für das Korrektorat.

9. Bibliographische Angaben

- Bährmann, Rudolf (2011). *Bestimmung wirbelloser Tiere*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Bauernfeind, Ernst & Humpesch, Uwe H. (2001). *Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie*. Wien: Verlag des Naturhistorischen Museums.

- Bayrhuber, Horst; Gebhard, Ulrich; Gehlhaar, Karl-Heinz; Graf, Dittmar; Gropengießer, Harald; Harms, Ute; Kattmann, Ulrich; Klee, Rainer & Schletter, Jens Christoph (Hg.) (1995). Biologieunterricht und Lebenswirklichkeit. In *10. Internationale Fachtagung der Sektion Fachdidaktik im VDBiol vom 18. – 22.9.1995 in Weilburg*.
- Begon, Michael; Howarth, Robert W. & Townsend, Colin R. (2017) *Ökologie*. Berlin / Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Berg, Kaj (1952). On the oxygen consumption of Ancyliidae (Gastropoda) from an ecological point of view. In *Hydrobiologia* 4, S. 225-267.
- Beierkuhnlein, Carl (2007). *Biogeographie*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- bij de Vaate, Abraham; Breukel, R. & van der Velde, Gerard (2006). Long-term developments in ecological rehabilitation of the main distributaries in the Rhine delta: fish and macroinvertebrates. In *Hydrobiologia* 565, S. 229-242.
- Bosgana-Crause, Theodora (2002). *Vergleichende Untersuchung der Umwelterziehung in NRW und Griechenland unter besonderer Berücksichtigung der außerschulischen Lernorte*. Dortmund: Eldorado – Ripositorium der TU Dortmund <<http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-16069>>.
- Budde, Jürgen & Hummrich, Merle (2017). *Die Bedeutung außerschulischer Lernorte im Kontext der Schule – eine erziehungswissenschaftliche Perspektive*. Bielefeld: Transcript Verlag.
- Cordellier, Mathilde & Pfenninger, Markus (2008). Climate-driven range dynamics of the freshwater limpet, *Ancylus fluviatilis* (Pulmonata, Basommatophora). In *Journal of Biogeography* 35, S. 1580-1592.
- Ditsche-Kuru, Petra; Barthlott, Wilhelm & Koop, Jochen H.E. (2012). At which surface roughness do claws cling? Investigations with larvae of the running water mayfly *Epeorus assimilis* (Heptageniidae, Ephemeroptera). In *Zoology* 115, S. 379-388.
- Dröge, Benno; Engel, Heinz & Götz, Emil (1992). Channel erosion and erosion monitoring along the Rhine River. Erosion and Sediment Transport Monitoring Programs in River Basin. In *IAHS Publications* 210, S. 493-503.
- Durst, Franz (2006). *Grundlagen der Strömungsmechanik*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Englund, Göran (1991). Asymmetric resource competition in a filter-feeding stream insect (*Hydropsyche siltalai*; Trichoptera). In *Freshwater Biology* 26, S. 425-432.
- Flößner, Dietrich (1972). Krebstiere, Crustacea: Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. In Dahl, Friedrich; Dahl, Maria & Peus, Fritz (Hg.), *Die Tierwelt Deutschlands*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, S. 1-501.
- Fölling-Albers, Maria; Hartinger, Andreas & Mörtl-Hafizovic, Dženana (2004). Situiertes Lernen in der Lehrerbildung. In *Zeitschrift für Pädagogik* 50, S. 727-747.
- Gabriel, Maj (2016). *Biologisches Zeichnen als Erkenntnisgewinn am Beispiel der Kölner Biodiversität*. Köln: Abschlussarbeit Master of Education.

- Graca, Manuel A.S.; Pinto, Paulo; Cortes, Rui; Coimbra, Nuno; Oliveira, Simone; Morais, Manuela; Joao Carvalho, Maria & Malo, Jorge (2004). Factors Affecting Macroinvertebrate Richness and diversity in Portuguese Streams: a Two-Scale Analysis. In *International Review of Hydrobiology* 89, S. 151-164.
- Hart, David D. & Finelli, Christopher M. (1999). Physical-biological coupling in streams: the pervasive effects of flow on benthic organisms. In *Annual Review of Ecology and Systematics* 30, S. 363-395.
- Hammann, Marcus (2010). Experimentieren. In Spörhase, Ulrike & Ruppert, Wolfgang (Hg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, S. 91-96.
- Kattmann, Ulrich; Duit, Reinders; Gropengießer, Harald & Komorek, Michael (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 3, S. 3-18.
- Koste, Walter (1978a). *Rotatoria – Die Rädertiere Mitteleuropas – begründet von Max Voigt – Monogononta – I. Textband*. Berlin / Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.
- Koste, Walter (1978b). *Rotatoria – Die Rädertiere Mitteleuropas – begründet von Max Voigt – Monogononta – II. Tafelband*. Berlin Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.
- Krause-Dellin, Dieter (1997). Die Bestimmung des Zooplanktons in Flüssen und Seen. In *Lauterbornia* 30, S. 1-60.
- Lau, Maren (2015). Wie Lernen funktioniert. In *UGBforum* 2(15), S. 58-61.
- Leuven, Rob S.E.W.; van der Velde, Gerard; Baijens, Iris; Snijders, Janneke; van der Zwart, Christien; Lenders, H.J. Rob & bij de Vaate, Abraham (2009). The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. In *Biological Invasions* 11, S. 1989-2008.
- Liebertz, Charmaine (2005). *Das Schatzbuch ganzheitlichen Lernens. Grundlagen, Methoden und Spiele für eine zukunftsweisende Erziehung*. München: Don Bosco Verlag.
- Mandl, Heinz; Gruber, Hans & Renkl, Alexander (1995). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia*. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union, S. 167-178.
- Mani, Thomas; Hauk, Armin; Walter, Ulrich & Burkhardt-Holm, Patricia (2015). Microplastics profile along the Rhine River. In *Scientific Report* 5, S. 1-7.
- Martin, Konrad & Allgaier, Christoph (2011). *Ökologie der Biozöosen*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mérigoux, Sylvie & Dolédec, Sylvain (2004). Hydraulic requirements of stream communities: a case study on invertebrates. In *Freshwater Biology* 49, S. 600-613.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach Verlag GmbH.
- ___ (2013). *Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen: Naturwissenschaften, Biologie, Chemie, Physik*. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen.

- ___ (2014). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen*. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Müller, Florian H. (2006). Interesse und Lernen. In Nuisl, Ekkehard (Hg.), *Report, Zeitschrift für Weiterbildungsforschung, 1*, Bonn: Deutsches Institut für Erwachsenenbildung e.V., S. 48-62.
- Nentwig, Wolfgang; Bacher, Sven & Brandl, Roland (2017). *Ökologie kompakt*. Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Otteni, Martin (2010). Beobachten. In Spörhase, Ulrike & Ruppert, Wolfgang (Hg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, S. 79 – 84.
- Patt, Heinz (2016). *Fließgewässer- und Auenentwicklung. Grundlagen und Erfahrungen*. Berlin: Springer-Verlag.
- Rogers, Carl (1974). *Lernen in Freiheit – Zur Bildungsreform in Schule und Universität*. München: Kösel-Verlag.
- Ruttner, Franz (1962). *Grundriss der Limnologie*. Berlin: Walter de Gruyter & Co.
- Sauerborn, Petra & Brühne, Thomas (2007). *Didaktik des außerschulischen Lernens*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Schaefer, Matthias (2012) *Wörterbuch der Ökologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schössow, Maik; Arndt, Hartmut & Becker, Georg (2016). Response of gastropod grazers to food conditions, current velocity, and substratum roughness. In *Limnologica 58*, S. 49-58.
- Schröder, Waltraud (2005). „Lust statt Frust“ – *Lehren und Lernen mit allen Sinnen*. Göttingen: Institut für berufliche Bildung und Weiterbildung (ibbw) e.V.
- Spörhase, Ulrike & Ruppert, Wolfgang (2010). *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, o. S.
- Statzner, Bernhard (2008). How views about flow adaptations of benthic stream invertebrates changed over the last century. In *International Review of Hydrobiology 93*, S. 593-605.
- Stelzig, Ingmar (2010). Beschreiben und schreiben. In Spörhase, Ulrike & Ruppert Wolfgang (Hg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, S. 143-144.
- Uehlinger, Urs F.; Wantzen, Karl M.; Leuven, Rob S.E.W. & Arndt, Hartmut (2009). The Rhine River basin. In Trockner, Klement; Uehlinger, Urs & Robinson, Christopher T. (Hg.), *Rivers of Europe*. London: Academic Press.
- Wenzel, Volker; Klein, Hans Peter & Scheersoi, Annette (2015). Konzeption und Evaluation eines handlungsorientierten Lernangebotes für die Primarstufe im außerschulischen Lernort Wildpark. In *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, S. 25-42.
- <www.biologie.uni-koeln.de/sites/departement_biologie/Lehre/Modulbeschreibung/Lehramt_MEd/GG-Bio-MFW12.pdf> AM: ScienceLab Rheinstation (2020) (zuletzt aufgerufen am 20.03.2020)

- <www.chr-khr.org/de/nachrichten/lange-des-rheins-update-2015> Länge des Rheins (Update 2015). (zuletzt aufgerufen am 02.01.2020).
- <www.rheinstation.uni-koeln.de/bootshaus.html> (2015a). Das Bootshaus. (zuletzt aufgerufen am 20.03.2020).
- <www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/Schulrecht/Schulfahrten/index.html> (2019). (zuletzt abgerufen am 02.01.2020).
- <www.zus.uni-koeln.de/cl_science_labs.html> (2020). Science Labs. (zuletzt aufgerufen am 20.03.2020)
- <www.zus.uni-koeln.de/competence_labs1.html> (2019). Das Handlungsfeld Competence Labs. (zuletzt aufgerufen am 20.03.2020)
- <www.zus.uni-koeln.de/projektzusammenfassung.html> (2019). Projektzusammenfassung. (zuletzt aufgerufen am 20.03.2020).
- <www.zus.uni-koeln.de/rheinstation.html> (2019). Science Lab Rheinstation. (zuletzt aufgerufen am 20.03.2020)

Über die Autor*innen

Maik Schössow studierte Biologie an der Universität zu Köln. Noch vor seinem Diplom (Reaktion von Wasserschnecken auf Nahrungsqualität, Strömungsgeschwindigkeit und Substratbeschaffenheit im Niederrhein) bekam er Lehraufträge in Zoologie. Aktuell forscht er im Rahmen seiner Promotion bei Prof. Dr. Hartmut Arndt (Institut für Zoologie, Universität zu Köln) an der aquatischen Artenvielfalt der Stadt Köln. Für seine universitäre Lehre (u. a. Zoologie, Ökologie, Biodiversität) wurde er bislang mit neun Lehrpreisen ausgezeichnet. Er verwaltet das ‚Science Lab Rheinstation‘ der Zukunftsstrategie Lehrer*innenbildung (ZuS) der Universität zu Köln, wo der Praxisbezug zum späteren Berufsalltag von Lehramtsstudierenden in den Naturwissenschaften gestärkt wird. Korrespondenzadresse: maik.schoessow@uni-koeln.de

Philine Keiler studierte von Oktober 2011 bis September 2014 an der Universität zu Köln im Bachelor of Arts für Gymnasien und Gesamtschulen in den Fächern Biologie und Deutsch. Für den anschließenden Master of Education für Gymnasien und Gesamtschulen in den selben Fächern blieb sie von Oktober 2014 bis September 2016 an der gleichen Hochschule. Sie schloss mit der hier vorliegenden Masterarbeit ihr Studium erfolgreich ab. Seit Juli 2018 arbeitet sie als Lehrerin am Ferdinand Franz Wallraf Gymnasium in Köln. Korrespondenzadresse: pkeiler@gmx.net