

**Karl Porges:**

## Unterrichtsmedien für den Biologieunterricht: von der Realität in die Digitalität

„Die Realität ist das Einzige,  
was wirklich real ist.“

(James D. Halliday im Film  
„Ready Player One“ 2018)

Ein Blick in die heimischen vier Wände und auch in das „moderne Kinderzimmer“ verrät, dass wir längst in der Digitalität mit all ihren Licht- und Schattenseiten angekommen sind (vgl. Büsching & Riedel 2017). Statt draußen zu spielen, verlocken große und kleine Bildschirme, und der Gang in die Natur verkommt besonders im urbanen Raum schnell zu einer Seltenheit (Brämer et al. 2016). Digitale Erlebnisräume konkurrieren mit der Beschäftigung mit dem Lebendigen. In der Folge bleibt die im Anthropozän, in der Zeit des Biodiversitätsverlustes, notwendige Artenkenntnis weiter gering (Berck & Graf 2010, S. 141f.; Jäkel & Schaer 2004; Gerl et al. 2017). Biologielehrkräfte können hier nur bedingt gegensteuern, da die verpflichtenden Lehrpläne in der Regel kausal-analytisch orientiert sind. Erschwerend kommt hinzu, dass biologische Exkursionen im engmaschigen Getriebe des Schulalltages oft eine organisatorische Expertise verlangen und dadurch Ausnahmen bleiben. Doch trotz dieser Hindernisse sollte es pädagogischer Anspruch sein, Kindern auch und gerade im Zeitalter der digitalen Revolution ein Verständnis für die Natur in der Natur zu vermitteln. Diese Erkenntnis ist nicht neu. Bereits vor über 360 Jahren orientierte der Pädagoge Johann Amos Comenius (1592–1670) auf das Lernen durch Tun und stellte das Prinzip der Anschauung vor die sprachliche Vermittlung. Auch äußerte er in seinem historisch bedeutsamen Werk *Didactica magna* (1658) bereits die Befürchtung, dass Kinder zu wenig durch originale Begegnungen lernen:

„Die Menschen müssen soviel wie möglich ihre Weisheit nicht nur aus Büchern schöpfen, sondern aus Himmel und Erde, aus Eichen und Buchen, d. h. sie müssen die Dinge selbst kennen und erforschen und nicht nur fremde Beobachtungen und Zeugnisse darüber. Und das heißt wieder in die Fußstapfen der alten Weisen treten, wenn man die Kenntnis der Dinge niemals anders her als aus dem Original (archetypus) selbst schöpft.“ (Comenius 1993, S. 112f.)

Heute ist seine Anmerkung mit Blick auf den elektronischen Medienkonsum aktueller denn je, auch wenn es unstrittig ist, dass der Einsatz

digitaler Medien eine wertvolle Unterstützung für Lehr- und Lernprozesse darstellen kann (u. a. Hattie 2009; Hillmayr et al. 2017; Stegmann 2020). Letztlich ist eine durchdachte Kombination digitaler Medien mit dem Naturerleben lohnenswert.

### Unterrichtsmedien

Doch was sind (digitale) Medien überhaupt, die zu implementieren sind und für die die nächste Generation fit gemacht werden soll? Ein Medium [lat.: Mittel] ist zunächst einmal ein Transportmittel für Informationen. Entsprechend seinem Nutzungsraum existieren unterschiedliche Bezeichnungen: Bildungsmedien kommen in Bildungskontexten (Museen etc.) und Unterrichtsmedien – als ein Teil der Bildungsmedien – ausschließlich im (Hoch-)Schulunterricht zum Einsatz. Lernmittel sind der KMK zufolge Bestandteil der Arbeitsmaterialien der Lernenden (u. a. Schullehrbücher, Zeichengeräte), während Lehrmittel die zur Ausstattung der Schule gehörenden Unterrichtsmittel bezeichnen (u. a. Modelle, Präparate, Mikroskope). Lehrende, wie das pädagogische Personal in Museen, zoologischen und botanischen Gärten sowie an (Hoch-)Schulen usw., fungieren dabei in der Regel in der Rolle eines Senders, Lernende, wie Kindergarten- und Schulkinder sowie Studierende, in der Rolle eines Empfängers für die zu übermittelnden Informationen. Die Auswahl des in den Lehr- und Lernprozess zwischen Sender und Empfänger geschalteten Mediums trifft die pädagogische Fachkraft nach dem didaktisch-methodischem Zweck. Das Modell des Didaktischen Dreiecks (u. a. Bönsch 2006) ist hier hilfreich, besagt es doch, dass der Lernstoff (unter Verwendung von Unterrichtsmedien) für die Lernenden aufbereitet und durch die Lehrkraft vermittelt wird. Dabei muss ihr Einsatz die individuellen Voraussetzungen der Kinder und Jugendlichen berücksichtigen und auf den Lerninhalt abgestimmt sein. Digitale und analoge Medien sind somit letztlich reine Werkzeuge, die das Potenzial besitzen, Lehr- und Lernprozesse zu unterstützen. Als Grundvoraussetzung gilt, dass Lehrkräfte und Lernende in der Lage sein müssen, sie im Sinn einer Medienkom-

Tabelle 1: 4K-Modell des Lernens (vgl. Battelle for Kids 2019).

Kreativität	Kritisches Denken	Kollaboration	Kommunikation
Neues denken, lernen, tun und anwenden können	selbst denken, lernen, tun und anwenden können	mit anderen zusammen denken, lernen, etwas tun und anwenden können	eigenes Denken, Lernen, Tun und Anwenden (mit)teilen können

petenz sicher anzuwenden. Hillmayr et al. (2017) konnten in einer Metastudie zeigen, dass der Einsatz digitaler Lernprogramme positive Auswirkungen auf Leistung und Motivation zeigt – der unterrichtliche Erfolg jedoch von der Gestaltung der Mediennutzung abhängt, es vorteilhaft ist, wenn Schülerinnen und Schüler nicht allein lernen und wenn digitale Medien ergänzend mit traditionellen Unterrichtsmethoden zum Einsatz kommen. Dass „digitale Bildung“ allein nicht dem Anspruch genügen kann, Bildung zu sein, hat Wiater (2018) bereits kritisch reflektiert und sollte stets in der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Unterricht bedacht werden.

Für eine Bildung des 21. Jahrhunderts, dem digitalen Zeitalter, empfahl der Bildungsforscher Andreas Schleicher auf der re:publika 2013 das 4K-Modell der P21 (Partnership for 21st Century Learning; Battelle for Kids 2019), das die Kompetenzen Kreativität, Kritisches Denken, Kollaboration und Kommunikation als Grundlage für ein selbstgesteuertes Lernen ansieht (Tab. 1). Kritisch zu prüfen ist dabei, ob das Primat des Pädagogischen im Bildungskontext trotz der notwendigen Neuerungen nicht durch Effizienz sowie Kompetenzvorgaben aus der Digitalwirtschaft ersetzt wird.

### Historische biologische Medien

Medien, die im naturkundlichen bzw. biologischen Unterricht zum Einsatz kommen, haben eine lange Tradition. Sie wurden zum Teil von an Schulen und Hochschulen tätigen Lehrkräften selbst hergestellt. Beispielsweise gestaltete der Schweizer Botaniker Arnold Dodel-Port (1843–1908), der nach der Schule zuerst das Lehrseminar besuchte (Porges et al. 2019), in Zusammenarbeit mit seiner Frau Carolina Port (1856–??) und dem Lehrer Hermann Müller (1829–1883) einen *Anatomischen-*

*physiologischen Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen* (1878–1883; Morkramer 2019). Auch die Werke von Ernst Haeckel (1834–1919) *Wanderbilder: Die Naturwunder der Tropenwelt* (1905; Abb.3) und *Kunstformen der Natur* (1904) verfügten, so schrieb Dodel begeistert, über pädagogisches Potenzial: „Diese beiden Publikationen werden in den Lehrmittelbestand der guten Schulen aller Kulturnationen eindringen und sie werden ein Segen und ein Ansporn zu neuem Schaffen sein für ungezählte Tausende unserer Kinder und Enkel“ (Dodel 1906, S. 57). Der Lehrer August Kick betonte mit Blick auf Haeckels Werke: „Wie unendlich aber gewinnen diese [Anschauungsmittel; Anm. des Autors] an Bedeutung, wenn sie eigene Schöpfungen sind, wenn wir die Eindrücke selbst an Ort und Stelle im Bilde festgebannt!“ (Kick 1907, S. 31). Haeckel, der sich selbst in vielerlei Hinsicht zu Schule und Bildung äußerte (Haeckel 1899 etc.) und dessen Lebenswerk einen nachhaltigen Einfluss auf die heutige Schulbildung ausübt, war Künstler, Lehrer und Wissenschaftler in einer Person (Hoßfeld 2010). Seine Lehrmittel entstanden in der Auseinandersetzung mit dem Original. Dass er neben Dodel und Müller dabei kein Einzelfall war, bezeugen allein die vier Generationen von Künstlern sowie Künstlerinnen der Tiermalerei, die Wilke (2018) umfassend aufgearbeitet hat (vgl. auch Tab.3). Was bleibt, ist die Erkenntnis, dass Kreativität und kritisches Denken in Verbindung mit Kollaboration und

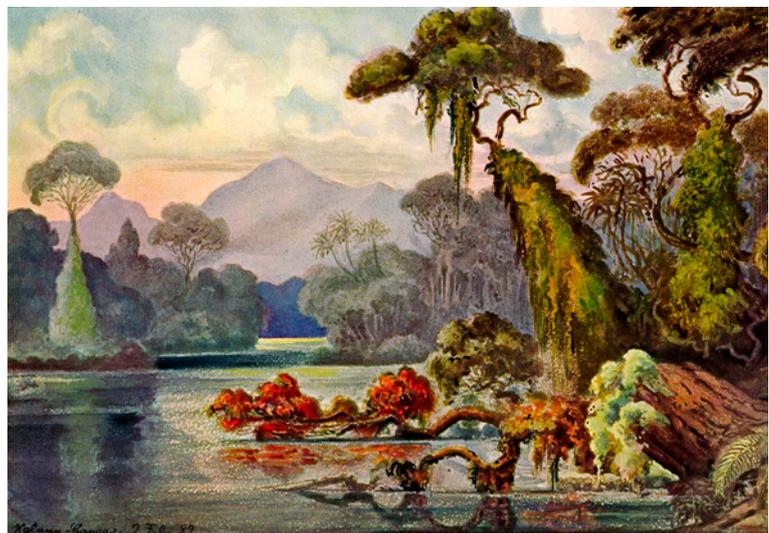


Abb. 1: Wanderbilder: Die Naturwunder der Tropenwelt (Haeckel 1905).

Kommunikation (4K-Modell) als übergeordnete Kompetenzen einer (pädagogischen) Arbeitswelt in der Realität der Retrospektive bereits gefordert, notwendig und vorhanden waren. In der Digitalität der Gegenwart und Zukunft besteht die Herausforderung nun primär darin, sie in veränderten Kontexten neu zu denken.

## Didaktische Biologiesammlungen

Finden – nicht zuletzt durch Modernisierung/Digitalisierung – an Schulen Neuanschaffungen oder Renovierungen in den Fachkabinetten statt, werden allzu oft historische Unterrichtsmedien wie Rollbilder bedenkenlos entsorgt. Andere „Schätze“ wie Stopfpräparate verstauben wiederum in Schränken, da sie zum Teil Giftstoffe wie Arsenoxid enthalten und laut den Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) nicht zum Einsatz kommen dürfen. Diese Objekte für die wissenschaftshistorische wie auch unterrichtsgeschichtliche Forschung zu erhalten, ist das Anliegen naturhistorischer Schulsammlungen (z. B. CeNaK in Hamburg) bzw. ausgewiesener biologiedidaktischer Sammlungen, wie sie an verschiedenen Universitäten zu finden sind (Tab. 2). Einzigartig ist dabei die Sammlung der Arbeitsgruppe Biologiedidaktik der Friedrich-Schiller-Universität in Jena. Mit insgesamt weit über 1200 Sammlungsobjekten dokumentiert sie die Verbindung zwischen Biologieunterricht und universitärer Ausbildung. Die Sammlung, die in Lehre und Forschung eingesetzt wird, unterstützt Lehrkräfte im Vorbereitungs- und im Schuldienst, die für ihren Unterricht Sammlungsobjekte ausleihen können. Der Bestand der Sammlung reicht bis in die 1910er Jahre zurück und umfasst unter anderem Gips-, Wachs- und Kunststoffmodelle von Pflanzen- und Tier(teilen), Nass- und Trockenpräparate, Rollbilder, Dias und Filme (Porges et al. 2020; Abb. 2). (Wieder-)Entdeckungen, Restaurationen und (3D-)Digitalisierungen gehören zu den Kernaufgaben der Sammlungsarbeit (Hoßfeld und Markert 2011; Markert und Hoßfeld 2011; Abramowicz et al. 2011, 2013; Hoßfeld et al. 2015).



Abb. 2: Sammlung der AG Biologiedidaktik Jena.

Foto: R. Schmuck

Ferner konnten aus dem Altbestand des ehemaligen Instituts für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie (heute Institut für Zoologie und Evolutionsforschung) auch 331 Wandtafeln verschiedener Hersteller und Herstellungstechniken aus einem Zeitraum vom späten 19. Jahrhundert

Tabelle 2: Auswahl biologiedidaktischer Sammlungen an Universitäten in Deutschland (Angaben entsprechend des Internetauftritts, zusammengestellt von E. Donig).

Universität	Didaktische Sammlung
Otto-Friedrich-Universität Bamberg	Noddack-Haus: naturwissenschaftliche Lehrsammlung, didaktische Werkstatt, fachdidaktische Bibliothek
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	Sammlung für Biologie-Unterricht in Bereichen Botanik, Humanbiologie, Pilze, Zoologie
Ludwig-Maximilians-Universität München	Sammlung der Biologiedidaktik: über 2000 Objekte
Julius-Maximilians-Universität Würzburg	Bibliothek mit biologischer Sammlung
Freie Universität Berlin	Mediensammlung
Humboldt-Universität zu Berlin	Fachdidaktische Lehrsammlung
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover	Videovignetten (Fallsammlung der Biologiedidaktik Hannover)
Universität zu Köln	Mediathek mit Bibliothek und Modellsammlung
Technische Universität Kaiserslautern	Digitale Sammlung
Johannes Gutenberg-Universität Mainz	Didaktische Sammlung
Universität Trier	Biologische Lehrsammlung
Friedrich-Schiller-Universität Jena	Sammlung Lehrmaterialien

Tabelle 3: Bestand der historischen zoologischen Lehrtafeln der FSU Jena (Porges et al. 2020).

Bestand zoologischer Lehrtafeln der FSU Jena		
	Hersteller (alphabet.) & jeweilige Anzahl	Anzahl
Drucke (1870er Jahre bis Mitte 20. Jahrhundert)	C. Emery del. 1; Chun 3; D.G.f.a.E. 5; DHMD 15; D.V.z.S.d.V. 1; Frohse 7; Hagemann 1; Leuckart 42; Pfortscheller 33; Schmeil 2; Smalian & Gummert 3; Volk und Wissen 7; Zander 1; Zittel 5, unbekannt 4	130
Handgemalte Lehrtafeln (1930er bis 1960er Jahre)	verschiedene Hersteller (H. Frech, Graph. Werkstatt Ohlenroth, C. Oberdörfer, W. Waldmann, Vent u. a.)	130
Leinwanddrucke (2. Hälfte 20. Jahrhundert)	Unbekannt	67
Gesamt: 327		

bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts übernommen werden (Markert et al. 2014; Tunger et al. 2015). Ein- und Vielfarbendrucke unterschiedlicher Drucktechniken, kolorierte Lithographien sowie handgezeichnete Karten unterschiedlicher Hersteller und Grafikwerkstätten belegen die Vielfalt der Sammlung (Tab. 3; Abb. 5). Besondere Aufmerksamkeit verdienen dabei jene Serien, die um die Jahrhundertwende vom 19. ins 20. Jahrhundert die wissenschaftliche und durchaus auch künstlerisch-ästhetische Qualität der zoologischen Wandtafeln prägten. Zu diesen Serien zählen auch jene des Botanikers und Pädagogen Otto Schmeil (1860–1943).



## Digital Natives

Basisuntersuchungen zur Mediennutzung von Kindern und Jugendlichen zeigen, dass es nur wenige Haushalte gibt, die nicht über ein Fernsehgerät, WLAN, einen Laptop/Computer bzw. ein Smartphone verfügen (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2019). Der Gerätebesitz von Jugendlichen (12- bis 19-Jährige) zeigt dabei klare Präferenzen: Handy/Smartphone 95 %, Computer/Laptop 65 %, Fernsehgerät 50 %. Das Smartphone als Minicomputer bedient anscheinend alle Wünsche. Die liebsten

Internetangebote und Apps sind, mit gewissen Unterschieden zwischen den Geschlechtern, YouTube, WhatsApp und Instagram. Bei den beiden letzten geht es den Kindern und Jugendlichen um den Austausch von Alltagsnachrichten und das Präsentieren von Bildern. Die ausgetauschten und geteilten Inhalte sind dabei u. a. geprägt von (Ab-) Kürzungen, Reduzierungen und Fehlern, spiegeln eine komprimierte Kommunikationspraxis wider und beeinflussen die Alltagskommunikation (Dürscheid & Frick 2016). Dass digitale Räume beispielsweise durch das Echokammer-Prinzip die Fragmentierung der Gesellschaft vorantreiben und auch gefährlich sein können (Cybermobbing, Fake News, Radikalisierung etc.), muss hier nicht weiter

vertieft werden – genauso wenig wie die Tatsache, dass übermäßiger Medienkonsum die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen beeinträchtigen kann (Internetabhängigkeit, Sprachentwicklungs- und Konzentrationsstörungen, Bewegungsmangel etc.; vgl. Büsching & Riedel 2017). Unterm Strich ist daher eine digitale Fürsorge durch Eltern, pädagogische Fachkräfte und politisch Verantwortliche zwingend notwendig. Schließlich sind der Besitz und der Einsatz digitaler Endgeräte kein Garant für Medienkompetenz. Dies der digitalen Generation (Digital Natives) zu unterstellen, wäre naiv (Bos et al. 2014). Die Konsequenz, Schulen zu modernisieren

Abb. 3: Feldmaikäfer (*Melolontha melolontha*) Pfortscheller's Zoologische Wandtafeln, 132 x 125 cm, um 1890, Sammlung der Arbeitsgruppe Biologiedidaktik Jena. Foto: J.-P. Kasper, FSU Jena.

und zu digitalisieren, um jene Kompetenzen vermitteln zu können, ist folgerichtig und notwendig, die Digitalstrategie der Kultusministerkonferenz (KMK) von 2016 und der „DigitalPakt Schule“ von 2019 im internationalen Vergleich überfällig. Deutliche Hinweise auf Entwicklungspotenziale lieferte bereits 2013 die International Computer and Information Literacy Study (ICILS) (Bos et al. 2014). Vier Jahre später zeigte sich der Bedarf in der Studie ICILS 2018 unverändert in gleicher Deutlichkeit (Eickelmann et al. 2019). Allein die Nutzung des Internets für schulische Aufgaben ist zu Hause bereits deutlich ausgeprägter als in der Schule selbst (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2017), was sich auch dadurch erklären lässt, dass Schulen im ländlichen Raum zum Teil nicht ans Internet angeschlossen sind – also die technischen Voraussetzungen fehlen. Ferner ist die Implementierung digitaler Medien als Schulentwicklungsaufgabe eine aktuelle Herausforderung (Gräsel et al. 2020). Als eine Art Katalysator wirkte der Lockdown in Folge der SARS-CoV-2 Pandemie der Jahre 2020/2021, denn das Homeschooling (Home Education, Hausunterricht, Häusliches Lernen) bzw. Distanzlernen fand primär durch den Einsatz digitaler Medien statt. Doch wurde dabei auch allen an Bildung und Erziehung Beteiligten deutlich, was es bedeutet, wenn der direkte Kontakt zur Lehrkraft und zu Gleichaltrigen fehlt und plötzlich die Erziehungsberechtigten zu Lehrerinnen und Lehrern werden müssen (vgl. mpfs 2020; forsa 2020).

### Technisierung des Biologieunterrichts

Der Biologieunterricht, der traditionell zu Anschauungszwecken mit Medien arbeitet, ist bereits seit Beginn des 20. Jahrhunderts auf dem Weg der Technisierung und Digitalisierung. Während das Lehrbuch und die Schreibtafel spätestens seit Comenius als die Klassiker des Unterrichts gelten, haben im letzten Jahrhundert neben dem Bildungs- bzw. Schulfernsehen (seit Mitte der 1960er Jahre) verschiedene Formen der (Tafel-)Projektion

Einzug in den Unterricht gehalten: Diaprojektion (ca. seit den 1960er Jahren), Overheadprojektion (ca. seit den 1970er Jahren), Videoprojektion (ca. seit den 1990er Jahren). Im neuen Jahrtausend wird nun mit dem interaktiven Whiteboard bzw. Smartboard die althergebrachte Schreibtafel mehr und mehr ersetzt. Die Tafel – ob analog oder digital – bleibt jedoch das zentrale Unterrichtsmedium und Lehrmittel, denn in bewährter Weise sind alle didaktischen Funktionen von der Motivation bis zur Ergebnissicherung mit ihr umsetzbar. Der Siegeszug der digitalen Tafel ergibt sich nun aus allerlei Vorteilen (vgl. SAMR-Modell; Hamilton et al. 2016) wie Internetzugang, Speicherung von Tafelbildern, Einsatz digitaler Werkzeuge, um nur einige wenige zu nennen (Gutenberg et al. 2010). Dennoch sollte auch hier ein kritischer Blick nicht fehlen, der Verzicht auf die Vorteile der analogen Tafel und die Akzeptanz der Nachteile der digitalen Tafel bewusst gewählt sein. So ist es zumindest fragwürdig, im Unterricht ein Tafelbild zum Thema Nachhaltigkeit am Whiteboard zu entwickeln und gleichzeitig unkommentiert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Gerätes in Kauf zu nehmen. Dass digitaler Unterricht, so gut er auch vorbereitet ist, bei Stromausfall, technischen Störungen etc. von der Digitalität wieder „auf dem Boden der Realität“ landet, zeigt auch, dass er ihn nie wirklich verlassen kann und darf. Die dauerhafte digitale Verfügbarkeit jeglicher Inhalte (Abbildungen, Videos etc.) hat darüber hinaus noch eine weitere Kehrseite: Die Kunst des (Tafelbild-)Zeichnens – einst eine ausgeprägte Fertigkeit – ist heute in der Regel kein Ausbildungsbestandteil im Lehramtsstudium Biologie mehr. Es bleibt ein Mangel an originaler Begegnung, genauer Beobachtungsschulung und der Übung in der Kompetenz des Zeichnens. Lehramtsstudierende verharren somit auf ihrer schulischen Ausbildung und werden den Anforderungen einer sachlich richtigen Darstellung nicht gerecht (Abb. 4). Tragen Lehramtsstudierende diese „Artenkenntnis“ in die Schule, so potenzieren sich ihre Fehlvorstellungen beim Kind, was einer weiteren Entfremdung von der Natur Vorschub leistet.

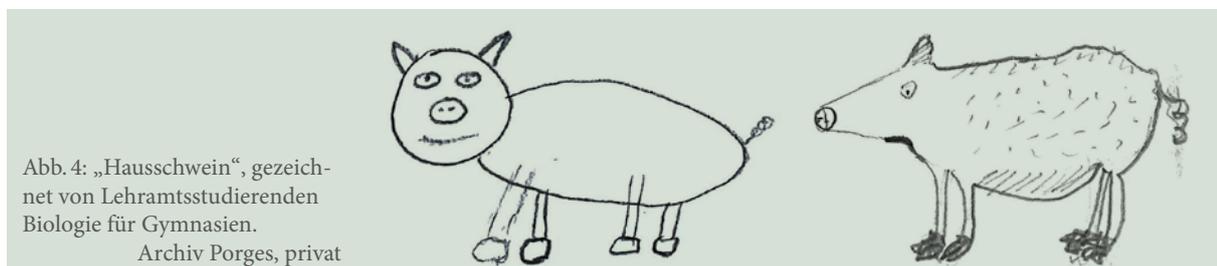


Abb. 4: „Hausschwein“, gezeichnet von Lehramtsstudierenden Biologie für Gymnasien.  
Archiv Porges, privat

## Perspektiven für (außer-)schulisches Lernen

Will man auf dem Weg in die schulische Digitalität den Bezug zur biologischen Realität nicht verlieren, sind originale Begegnungen unabdingbar. Hier leisten außerschulische Lernorte einen wesentlichen Beitrag. Eine Vielzahl empirischer Studien belegt „die positiven Effekte von außerschulischem Unterricht auf Wissensvermittlung und auf die affektive Dimension“ (Gropengießer und Kattmann 2006, S. 428). Die AG Biologiedidaktik Jena wird dieser Erkenntnis gerecht und bietet auf ihrer Homepage eine interaktive Karte an. Diese gibt einen Überblick über außerschulische Lernorte in Thüringen, die im Kontext mit biologischer Bildung stehen. Hier finden sich Informationen und Adressen, auch die Route kann berechnet werden (Gesang et al. 2012) – eine interaktive Karte, die bundesweit für Lehrkräfte und Interessierte biologische Lernorte erfasst, ist dagegen ein Desiderat. Um das Potenzial, das Lernorte für die schulische Bildung bieten, auch unter den aktuellen Entwicklungen und Rahmenbedingungen nutzen zu können, lassen sich aus den im Artikel vorgestellten Überlegungen fünf Anregungen ableiten.

1. Lernen am Original: Die Einbindung von Naturobjekten im (außerschulischen) Unterricht bietet die Möglichkeit, Primärerfahrungen zu erwerben, Wissen zu vermitteln und affektive Bindungen sowie eine positive Haltung gegenüber der Natur zu erzeugen. Das Lernen am Original stellt das Primat des Biologieunterrichtes dar und verdient entsprechende Aufmerksamkeit.
2. Open Data: Digitalisate wie 3D Scans oder Videos, die an außerschulischen Lernorten hergestellt werden, können gewinnbringend im Schulunterricht zum Einsatz kommen. Bedingung ist die freie Verfügbarkeit und bestenfalls eine didaktische Aufbereitung. Sind diese in digitalen Medienportalen für Lehrkräfte abrufbar (bspw. die Medio- und Pixiothek des Thüringer Schulportals), können Lehrkräften auch Inhalte weit entfernter Lernorte nutzen sowie Exkursionen gezielt vor- und nachbereiten.
3. Lehrplanbezug: Die pädagogischen Angebote außerschulischer Lernorte lassen sich dann für den Unterricht gewinnbringend nutzen, wenn sie einen klaren Lehrplanbezug (bestenfalls auch der angrenzenden Bundesländer) aufweisen. Darüber hinaus sind im Sinne einer Lehrplankritik durchaus weitere Schwerpunkte zu setzen (bspw. Artenkenntnis).

4. Lernort on tour: Gelingt es Lehrkräften nicht, im gebotenen Maße außerschulische Lernorte aufzusuchen, sind mobile Angebote derartiger Institutionen uneingeschränkt zu empfehlen. Nachhaltig sind sie dann, wenn sie über einen längeren Zeitraum angeboten werden und durch Kooperationen mit Fachberater und Fachberaterinnen oder Instituten für Lehrkräftefortbildungen ein breites Publikum erreichen.
5. Lernort 2.0: Institutionen ändern sich oder verschwinden. Lernorte werden zu Erlebniswelten, präsentieren sich digital, gehen auf Tour. Dabei gilt es, das Alleinstellungsmerkmal außerschulischer Lernorte herauszustellen: Beim Erfassen der biologischen Vielfalt ist man auf direkte Naturbeobachtung angewiesen. Biologische Bildungsorte sind daher zu bewahren und zu stärken. Vor diesem Hintergrund ist die „Vision. Bildungsort Museum“ (Bundesverband Museumpädagogik & Deutscher Museumsbund 2020) richtungsweisend.

**Fazit:** Digitalisierung von (außerschulischer) biologischer Bildung erfordert es, ganz im Sinn einer Dialektik stets zwei Seiten in den Blick zu nehmen, die miteinander eng verwoben sind: Medienkompetenz für Lernende und Lehrende in Bildungseinrichtungen fördern sowie (als Gegengewicht) Zeiten und Räume für originale Begegnungen schaffen. Erfolgreiches und zeitgemäßes Lernen sollte folglich digital, aber eben nicht ausschließlich digital sein.

## Literatur

- ABRAMOWICZ, J., MARKERT, M. & HOSSFELD, U. (2012): Restauratorische Hinweise für die Bestandserhaltung in Wandtafelsammlungen. In: Rudolstädter Naturhistorische Schriften 18, S. 3-11.
- ABRAMOWICZ, J., MARKERT, M. & HOSSFELD, U. (2013): Erste Hilfe für historische Wandtafeln. In: Biologie in unserer Zeit 43 (2), S. 78-79.
- BATELLE FOR KIDS (2019): Framework for 21st century learning definitions. Online unter: [http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21\\_Framework\\_DefinitionsBFK.pdf](http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf) [03.02.2021].
- BERCK, K.-H. & GRAF, D. (2010): Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden, 4. Auflage. Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- BOS, W., EICKELMANN, B. & GERICK, J. (2014): ICILS 2013 auf einen Blick. International Computer and Information Literacy Study. Presseinformationen zur Studie und zu zentralen Ergebnissen. Waxmann, Münster.
- BÖNSCH, M. (2006): Das didaktische Dreieck als Grundmodell. In: BÖNSCH, M.: Allgemeine Didaktik, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, S. 149-150.
- BRÄMER, R., KOLL, H. & SCHILD, H.-J. (2016): 7. Jugendreport Natur. Natur Nebensache? Universität zu Köln, Köln.

- BUNDESVERBAND MUSEUMSPÄDAGOGIK & DEUTSCHER MUSEUMSBUND (2020): Vision. Bildungsort Museum. Online unter: <https://www.museumbund.de/wp-content/uploads/2020/10/bildungsvision.pdf> [12.02.2021].
- BÜSCHING, U. & RIEDEL, R. (2017): BLIKK-Medien: Kinder und Jugendliche im Umgang mit elektronischen Medien. Online unter: [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5\\_Publikationen/Praevention/Berichte/Abschlussbericht\\_BLIKK\\_Medien.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Praevention/Berichte/Abschlussbericht_BLIKK_Medien.pdf) [12.02.2021].
- COMENIUS, J. A. (1993): Große Didaktik. übers. und hrsg. von Andreas Flitner. 8. überarb. Aufl. Klett-Cotta, Stuttgart.
- DODEL, A. (1906): Ernst Haeckel als Erzieher. W. Koehler, Gera-Untermhaus.
- DÜRSCHIED, C. & FRICK, K. (2016): Schreiben digital: Wie das Internet unsere Alltagskommunikation verändert. Alfred Kröner, Stuttgart.
- EICKELMANN, B., BOS, W. & LABUSCH, J. (2019): Die Studie ICILS 2018 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven. In: EICKELMANN, B., BOS, W., GERICK, J., GOLDHAMMER, F., SCHAUMBURG, H., SCHWIPPERT, K., SENKBEIL, M. & VAHRENHOLD, J. (Hg.): ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Waxmann, Münster.
- FORSA GESELLSCHAFT FÜR SOZIALFORSCHUNG UND STATISTISCHE ANALYSEN MBH (2020): Homeschooling in Corona-Zeiten. Erfahrungen von Eltern und Schülern. Berlin. Online unter: [www.dak.de/dak/download/forsa-studie-2266768.pdf](http://www.dak.de/dak/download/forsa-studie-2266768.pdf) [28.12.2020].
- GERL, T., HOLLWECK, E., ALMER, J. & HERDEN, M. (2017): Artenkenntnis einheimischer Vögel. Biodiversität im Schulalltag (BISA). In: *Biologie in unserer Zeit* 47 (4), S. 254-259.
- GESANG, K., HILD, S., HOSSFELD, U., MARKERT, M., MÜLLER, H.-L. & PRASSE, J. (2012): Biologische Bildung an außerschulischen Lernorten in Thüringen. In: *THILLM Materialien* 176, S. 1-104.
- GRÄSEL, C., SCHLEDJEWSKI, J. & HARTMANN, U. (2020): Implementation digitaler Medien als Schulentwicklungsaufgabe. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 2, S. 208-224.
- GROPENGIESSER, H. & KATTMANN, U. (2006): *Fachdidaktik Biologie*, 7. Auflage. Aulis Verlag Deubner, Köln.
- GUTENBERG, U., ISER, T. & MACHATE, C. (2010): Interaktive Whiteboards im Unterricht. Das Praxishandbuch. Schroedel, Braunschweig.
- HAECKEL, E. (1899): Die Welträthsel. Gemeinverständliche Studien über Monistische Philosophie. Emil Strauß, Bonn.
- HAECKEL, E. (1905): *Wanderbilder: Die Naturwunder der Tropenwelt*. W. Koehler, Gera-Untermhaus.
- HAECKEL, E. (1904): *Kunstformen der Natur*. Bibliographisches Institut, Leipzig – Wien.
- HAMILTON, E. R., ROSENBERG, J. M. & AKCAOGLU, M. (2016): The substitution augmentation modification redefinition (SAMR) model: a critical review and suggestions for its use. In: *TechTrends* 60, S. 433-441.
- HATTIE, J. A. C. (2009): *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge, London.
- HILLMAYR, D., REINHOLD, F., ZIERNWALD, L. & REISS, K. (2017): Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit. Waxmann, Münster.
- HOSSFELD, U. (Hrsg.) (2010): *Ernst Haeckel (absolute-Reihe)*. orange press, Freiburg.
- HOSSFELD, U. & MARKERT, M. (2011): Zufallsfund an der Universität Jena. Historische Rollbilder: Biologie im Blick. In: *Biologie in unserer Zeit* 41 (3), S. 190-197.
- HOSSFELD, U., OLSSON, L., MARKERT, M. & LEVIT, G. S. (2015): The history of embryology seen through the lens of a human embryo model (Embryo His / Br3). In: *Studies in the History of Biology* 7 (1), S. 79-87.
- JÄKEL, L. & SCHAER, A. (2004): Sind Namen nur Schall und Rauch? Wie sicher sind Pflanzenkenntnisse von Schülerinnen und Schülern? In: *ZDB Zeitschrift für Didaktik der Biologie* 13 (1), S. 1-24.
- KICK, A. (1907): *Ernst Haeckel und die Schule. Darlegung der pädagogischen Ideen Haeckels und Versuch ihrer Verwertung für die Volksschule*. Kröner, Stuttgart.
- MARKERT, M. & HOSSFELD, U. (2011): Wiederentdeckung historischer ornithologischer Rollbilder in Jena. In: *Ornithologische Mitteilungen* 63, S. 343-345.
- MARKERT, M., HOSSFELD, U., STEPHAN, G. & KUPFER, A. (2014): Die Herpetologie immer im Blick. Historische Wandtafeln zu Schulungszwecken. In: *Terraria/elaphe* 47, S. 80-84.
- MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST (mpfs) (2017) (Hrsg.): *JIM-Studie 2017. Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. mpfs, Stuttgart.
- MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST (mpfs) (2019) (Hrsg.): *JIM-Studie 2019. Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. mpfs, Stuttgart.
- MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST (mpfs) (2020) (Hrsg.): *JIMplus 2020 Corona-Zusatzuntersuchung*. Online unter: [www.mpfs.de/studien/jim-studie/2019/](http://www.mpfs.de/studien/jim-studie/2019/) [28.12.2020].
- MORKRAMER, M. (2019): „Das Naturwahr in schönster Form darbieten“ Botanische Wandtafeln für Unterricht und öffentliche Vorträge. In: Kaasch, Michael und Kaasch, Joachim (Hrsg.): *Biologie und Kunst (Verhandlungen der DGgTB, Bd. 21)*. Berlin: VWB, S. 143-151.
- PORGES, K., HOSSFELD, U. & HOPPE, T. (Hrsg.) (2019): *Arnold Dodel. Ernst Haeckel als Erzieher. Nachdruck mit Anmerkungen*. Museum für Naturkunde, Gera.
- PORGES, K., HOFFMANN, C., SCHEIDEMANN, M. & HOSSFELD, U. (Hrsg.) (2020): *Biologie und Bildung im Jenaer Modell. Ausgewählte Unterrichtsmaterialien*. 2. Aufl. Arbeitsgruppe Biologiedidaktik, Jena.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (2017): *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Kultusministerkonferenz, Berlin.
- STEGMANN, K. (2020): Effekte digitalen Lernens auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule: Eine Integration metaanalytischer Befunde. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 66 (2), S. 174-190.
- TUNGER, C., MARKERT, M. & HOSSFELD, U. (2015): Alte Lehrmittel neu entdeckt. Die Wandtafelsammlung der Speziellen Zoologie in Jena. In: *Annals of the History and Philosophy of Biology* 17 (für 2012), S. 333-352.
- WIATER, W. (2018): Digitale Bildung – ein kritischer Zwischenruf. In: *Bildung und Erziehung* 1, S. 110-117.
- WILKE, H.-J. (2018): *Die Geschichte der Tierillustration in Deutschland 1850–1950*. Basiliken-Presse, Rangsdorf.

StR Dr. Karl Porges  
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Zoologie  
und Evolutionsforschung, AG Biologiedidaktik  
Am Steiger 3 (Bienenhaus)  
D-07743 Jena