


Quantitative ökologische Freilandarbeit mit Schulklassen

Erich Eder ^{1*}, Bettina Rosner²

Wissenschaftsskepsis kann auf mangelnde Erfahrung darüber, wie Wissenschaft funktioniert, zurückgeführt werden. Dafür notwendige Grundlagen wie Erkenntnistheorie, statistische Auswertung und experimentelle Methoden sind nur teilweise in den Lehrplänen verankert. Des Weiteren wird die experimentelle Naturwissenschaft Ökologie häufig mit Natur- und Umweltschutz verwechselt oder gleichgesetzt, ein Missverständnis, das durch mediale Darstellungen und einige Ansätze der Ökopädagogik zusätzlich verstärkt wird. Effektiver Ökologieunterricht sollte daher aktive Auseinandersetzung und experimentelle Erfahrungen fördern, um konzeptionelle Veränderungen im wissenschaftlichen Denken der SchülerInnen zu ermöglichen. Freilandexkursionen bieten eine wertvolle Möglichkeit, wissenschaftliche Methoden praxisnah zu vermitteln. Unsere Exkursionen mit SchülerInnen der AHS-Oberstufe zeigen, dass das Potential der Freilandarbeit oft nicht ausgeschöpft wird. Denn dabei können nicht nur Fakten vermittelt, sondern auch grundlegende wissenschaftliche Methoden erlernt werden. Unsere Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit, Freilandarbeit stärker in den Schulunterricht zu integrieren, um durch entsprechende Praxiserfahrung sowohl das Wissen über wissenschaftliche Methoden als auch ihre Akzeptanz zu fördern.

Eder E, Rosner B (2025) Quantitative ecological fieldwork with school classes.

Science scepticism can be attributed to a lack of understanding of how science works. Epistemology, statistical analysis, and experimental methods are only partially incorporated into school curricula. Ecology, in particular, is often confused with nature and environmental protection, even though it is an experimental science. This misconception is reinforced by media representations and certain approaches in environmental education. Effective ecology teaching should promote active engagement and experimental experiences to facilitate conceptual changes in students' scientific thinking. Field excursions offer a valuable opportunity to convey scientific methods in a practical setting. Our excursions with upper secondary school students show that the potential of fieldwork often is not fully exploited. This approach can impart not only factual knowledge but also fundamental scientific methods. Our results highlight the need to integrate more fieldwork into school curricula to enhance both knowledge and acceptance of scientific methods.

Keywords: high school, quantitative ecology, fieldwork, competences, biology didactics.

Received: 2025 05 26

DOI: <https://doi.org/10.25365/azba.161.02>

¹ Sigmund Freud PrivatUniversität, Fakultät für Medizin, Freudplatz 3, 1020 Vienna, Austria, erich.eder@med.sfu.ac.at

² Klosterneuburg International School, BG/BRG Klosterneuburg, Buchberggasse 31, 3400 Klosterneuburg, Austria

* Corresponding author: erich.eder@med.sfu.ac.at

*Knowledge is not a passive reception of information, but an active process of construction.*¹

Einleitung

Einer der Hauptgründe der hohen Wissenschaftsskepsis in Österreich (Gallup 2022) ist wohl das mangelnde Verständnis darüber, wie Wissenschaft funktioniert. Naturwissenschaftliche Erkenntnistheorie, statistische Auswertung und die verschiedenen experimentellen Methoden der Naturwissenschaften, insbesondere der Biologie, sind in den Standard-Curricula der österreichischen höheren Schulen derzeit nur vereinzelt vertreten (vgl. BGBl II 204/2024).

Ökologie als Wissenschaft von den Beziehungen zwischen lebenden Organismen und ihrer Umwelt sowie von den Wechselwirkungen zwischen den Organismen selbst (Begon & Townsend 2021) wird in der öffentlichen Wahrnehmung häufig mit Natur- und Umweltschutz gleichgesetzt, ja „zu einer Art Heils- oder Glaubenslehre erhoben“ (Haber 2011, p.7). Diese Verwechslung beruht auf einem grundlegenden Missverständnis: Während Ökologie eine experimentelle Naturwissenschaft ist, sind Natur- und Umweltschutz normative Konzepte, die konkrete Maßnahmen und Ziele verfolgen. Die Vermischung der Begriffe wird oft durch mediale Darstellungen und politische Kampagnen verstärkt, aber auch durch manche Ansätze der Ökopädagogik wie die sogenannte Tiefenökologie (Schelakovsky 2001, 2011). Diese haben zwar die vordergründig lobenswerte Intention, „Achtsamkeit“ gegenüber der Natur zu vermitteln, erscheinen uns aber für ein naturwissenschaftlich und damit kausal fundiertes Verständnis der Lebewelt kontraproduktiv und verstärken eventuell bestehende wissenschaftsfeindliche Haltungen durch ihr neureligiöses, esoterisch-animistisches Weltbild (Eder 2004). Bei kritischen, rational eingestellten SchülerInnen wiederum kann der Eindruck entstehen, Ökologie wäre eine esoterische Harmonielehre statt einer naturwissenschaftlichen Disziplin.

Wie sollte also, basierend auf diesen Überlegungen, guter Ökologieunterricht aussehen? Lehrmethoden, die auf der aktiven Auseinandersetzung mit bestehenden Konzepten und deren Überprüfung durch experimentelle oder beobachtende Erfahrungen beruhen, bieten eine größere Chance auf konzeptionelle Veränderungen („conceptual change“, Posner et al. 1982). In der Schule sollten daher nicht nur Fakten vermittelt werden, sondern die Möglichkeit gegeben werden, bestehende (falsche) Vorstellungen zu hinterfragen und anzupassen – am besten durch eigene wissenschaftliche Experimente, die im Falle der Ökologie am sinnvollsten im Freiland durchgeführt werden. In der Regel haben Freilandexkursionen in der AHS aber nur Führungscharakter; im besten Fall findet ein Stationenbetrieb statt, z.B. mit der Möglichkeit, selbst in Tümpeln zu keschern, Pflanzen zu bestimmen oder zu mikroskopieren (vgl. Eder et al. 2003; Gruber 2016; Kasper 2019).

Wir wollen beispielhaft einen fachdidaktischen Denkanstoß geben, dass die Möglichkeiten im Freiland zu arbeiten insbesondere mit AHS-Oberstufen derzeit bei weitem nicht ausgeschöpft werden, und dass dabei nicht nur Faktenwissen über und Liebe zur Natur vermittelt werden kann, sondern auch grundlegende Erkenntnisse zu Wissenschaftstheorie, statistischer Methodik und quantitativen ökologischen Forschungsmethoden.

1 Jean Piaget, „The Child's Conception of the World“, 1929

Konzept und Methodik

Die von uns geleiteten Exkursionen fanden zwischen 2012 und 2018, meist Ende September, ganztägig in der Klosterneuburger Au oder mehrtägig in der Biologischen Station Marchegg der Universität Wien statt. Das Zielpublikum waren Schülerinnen und Schüler der 11. Schulstufe einer Allgemeinbildenden Höheren Schule (BG/BRG Klosterneuburg), die zusätzlich das International Baccalaureate Diploma Programme (IB-DP) absolvierten (IBO 2024). Das IB-DP wird weltweit in 140 Ländern angeboten, ersetzt üblicherweise die letzten beiden Jahre der Oberstufe und ist für den österreichischen Hochschulzugang rechtlich der Matura bzw. dem Abitur gleichgestellt (§52b(1) BGBl. I Nr. 30/2006 idF BGBl. I Nr. 50/2024). Aus sechs Fächergruppen (Muttersprache, Fremdsprache, Sozialwissenschaften, Naturwissenschaften, Mathematik und Kunst) sind jeweils drei Fächer in HL (higher level, gesamt je 240 Stunden) und drei in SL (standard level, 150 Stunden) auszuwählen; zusätzlich sind „Theory of Knowledge“, „Creativity, Action, Service“ und ein „Extended Essay“ (extern korrigierte wissenschaftliche Abschlussarbeit) verpflichtend. Im Rahmen des IB-DP sind „scientific investigations“ durchzuführen, kleine experimentelle wissenschaftliche Arbeiten, die von den BiologielehrerInnen nach einem standardisierten Schema bewertet und gegebenenfalls von externen Gutachtern überprüft werden. Als „internal assessment“ tragen diese Arbeiten neben einer extern begutachteten schriftlichen Abschlussprüfung mit 20 % zur Endnote des IB-DP bei. Da ein Teil der SchülerInnen Chemie oder Physik gewählt hatte, waren unsere Gruppen kleiner als übliche Schulklassen, was die individuelle Betreuung bei der ökologischen Freilandarbeit erleichterte.

In vorbereitenden Unterrichtseinheiten wurden dem AHS-Lehrplan entsprechend die Grundlagen der Ökologie, zusätzlich aber verschiedene Methoden des quantitativen Sammelns und Messens in der ökologischen Freilandarbeit sowie einige basale statistische Auswertungsmethoden (Regression, t-Test, X²-Test) gelehrt. Dabei erwies sich das Arbeitsbuch von Greenwood et al. (2014) als besonders hilfreich, da dort neben verschiedenen Sammelmethoden (Abb. 1) auch Beispiele angeführt sind, mit denen sozusagen im Trockentraining auf dem Papier das Sammeln und die Auswertung von Freilanddaten trainiert werden können.

Für die konkrete Vorbereitung der praktischen Arbeiten erwies sich i.d.R. eine Doppelstunde als ausreichend. Wir erläuterten die infrastrukturellen Bedingungen und notwendigen Tätigkeiten vor Ort, die Gegebenheiten der lokalen Fauna und Flora als Folge der Überschwemmungsdynamik der March und Donau (Strohmaier et al. 2011) sowie den Zeitrahmen, der für die Durchführung der Arbeit zur Verfügung stand.

Am Ende der Einheit wählten die SchülerInnen ein konkretes Forschungsthema, wobei wir ihnen die Auswahl durch einige unserer Erfahrung nach vor Ort gut untersuchbare Forschungsfragen erleichterten. Wesentlich dafür ist eine vorhersagbare Verfügbarkeit der untersuchten Organismen und eine Methodik, die mit einfachen Mitteln zu bewerkstelligen ist:

- Wachsen krautige Pflanzen in feuchtem Boden stärker als in trockenem?
- Halten sich Wasserflöhe eher im Licht oder in schattigen Bereichen eines Tümpels auf?

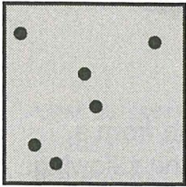
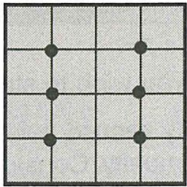
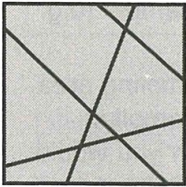
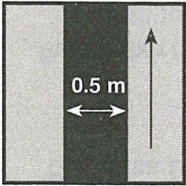
Method	Equipment and procedure
<p>Point sampling</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>Random</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Systematic (grid)</p> </div> </div>	<p>Individual points are chosen on a map (using a grid reference or random numbers applied to a map grid) and the organisms are sampled at those points. Mobile organisms may be sampled using traps or nets.</p>
<p>Transect sampling</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div>	<p>Lines are drawn across a map and organisms occurring along the line are sampled.</p> <p>Line transects: Tape or rope marks the line. The species occurring on the line are recorded (all along the line or, more usually, at regular intervals). Lines can be chosen randomly (left) or may follow an environmental gradient.</p> <p>Belt transects: A measured strip is located across the study area to highlight any transitions. Quadrats are used to sample the plants and animals at regular intervals along the belt. Plants and immobile animals are easily recorded. Mobile or cryptic animals need to be trapped or recorded using appropriate methods.</p>

Abb. 1: Einfache Darstellung ökologischer Sammeltechniken zur Vermeidung von Bias. Greenwood et al. (2014, p. 161) | **Fig. 1:** Simple representation of ecological sampling techniques to avoid bias. Greenwood et al. (2014, p. 161)

- Gibt es mehr Laufkäfer/Regenwürmer etc. in der Wiese / im Wald / im Acker?
- Sind die Blätter von Laubbäumen im unteren (schattigen) Bereich eines Baumes kleiner oder größer als im Bereich des Wipfels?

Zu Beginn der Exkursion waren also die Aufgaben während des Aufenthaltes klar vergeben. Material wie Kesch, Planktonkesch, Maßband und Seile für Transekte, Spaten für Bodenproben, Waagen, Luxmeter, Sauerstoffsensoren und kleine Aquarien waren vor Ort in der Station vorhanden bzw. wurden von uns mitgebracht.

Ergebnisse – Beispiele aus den Arbeiten

Einiges an den Vorgehensweisen der SchülerInnen war für uns durchaus überraschend und originell, etwa die extrem effiziente Methode eines Schülers, die gesamte Blattfläche einer „Marchaster“ (Lanzett-Herbstaster, *Symphytotrichum lanceolatum*) mithilfe von Photoshop zu berechnen:

Place the leaves on the DIN A4 paper and take a photo of the leaves and the paper. Using Adobe Photoshop, determine the number of pixels of the sheet of paper and the leaves in each trial by using the “quadrilateral selection”, “magic wand” and “color range” tools. Calculation: The size of the leaf can be calculated by the obtained number of pixels as follows: area of leaf [mm²] = pixels of leaf × 210 × 297 / pixels of DIN A4 paper.

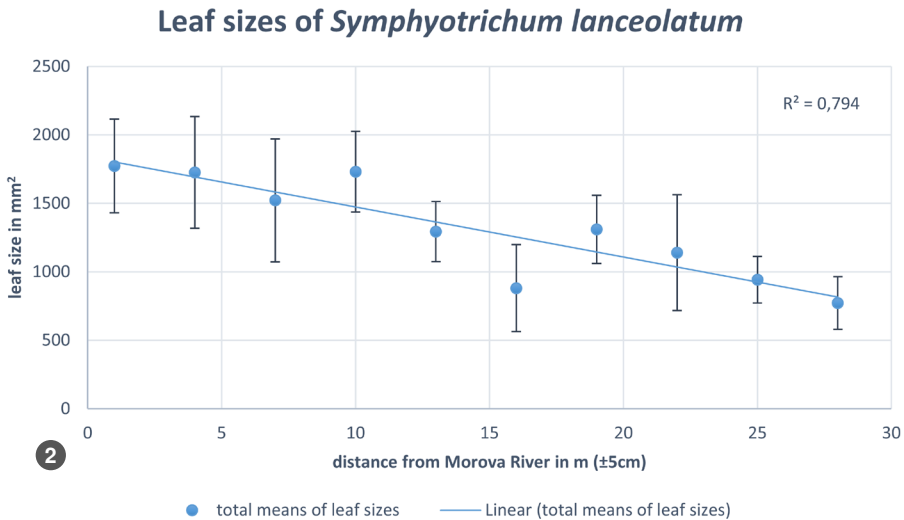
Er kam in seiner Arbeit zum Ergebnis, dass die durchschnittliche Gesamt-Blattfläche der Asten mit dem Abstand zur March abnimmt (Abb. 2), was er durch die bessere Versorgung mit Wasser und Nährstoffen in Flussnähe begründete und mit Literatur belegte.

Das Gewicht krautiger Pflanzen ist vermutlich ein noch besseres Maß der Gesamtphotosynthese als Wuchshöhe oder Blattgröße. Eine Schülerin sammelte an zufällig gewählten Standorten jeweils zwischen 4 und 8 Brennesseln (*Urtica dioica*) und wog sie in frischem Zustand. Je feuchter der Standort, desto schwerer waren die Pflanzen (Abb. 3). Mangels eines Bodenfeuchtesensors war sie dabei gezwungen, selbst eine Methode zur Bestimmung des Wassergehalts zu entwickeln: Sie entnahm von jedem Standort etwa 200 g Erde, wog sie, „grillte“ sie in einer Pfanne und wog sie erneut. Die daraus errechnete Bodenfeuchte in Prozent mag nicht exakt sein, aber derartiges Improvisieren mit einfachsten Mitteln regt zum kreativen Denken an und erzeugt ein besseres Verständnis dafür, was eigentlich gemessen wird.

Bemerkenswert bei vielen Arbeiten waren der hohe Arbeitsaufwand (oft hunderte Messungen) und die Begeisterung, mit der diese durchgeführt wurden. So zählte eine Schülerin an 100 Messpunkten Wasserflöhe (cf. *Daphnia* sp.) in standardisiert entnommenen Wasserproben aus. Den ethischen Regulativen der IBO entsprechend musste sie dabei auch noch darauf achten, dass kein einziges Individuum ums Leben kam. Ihre Arbeit zeigt eine deutliche Präferenz der Cladoceren für lichtdurchflutete Stellen (Abb. 4), wo mehr Phytoplankton vorzufinden ist. Letzteres untersuchte eine andere Schülerin hinsichtlich seiner Photosyntheseaktivität. Sie konnte bereits nach 10 Minuten unter verschiedenen Lichtbedingungen Unterschiede in der Sauerstoffkonzentration des Wassers nachweisen (Abb. 5).

Ökologische Vorgänge wie die Veränderung der Artenzusammensetzung bei der Neubesiedlung eines Lebensraums können durch eigene quantitative Untersuchungen wesentlich besser verstanden werden und nachhaltiger in Erinnerung bleiben als beim Unterricht im Klassenzimmer: Eine Schülerin dokumentierte die Sukzession von Landpflanzen nach einem Hochwasser. Auf einer Schlammfläche zählte sie die aufkommenden Jungpflanzen (Abb. 6) und bestimmte die Anzahl der Arten in jedem Quadratmeter ihres Transekts.

Bei all diesen Arbeiten waren die SchülerInnen angehalten, im Vorfeld zu überlegen, welche Kontrollvariablen zu berücksichtigen und eventuell zu messen waren. Fehler in der



Weight of stinging nettles at different soil humidity values

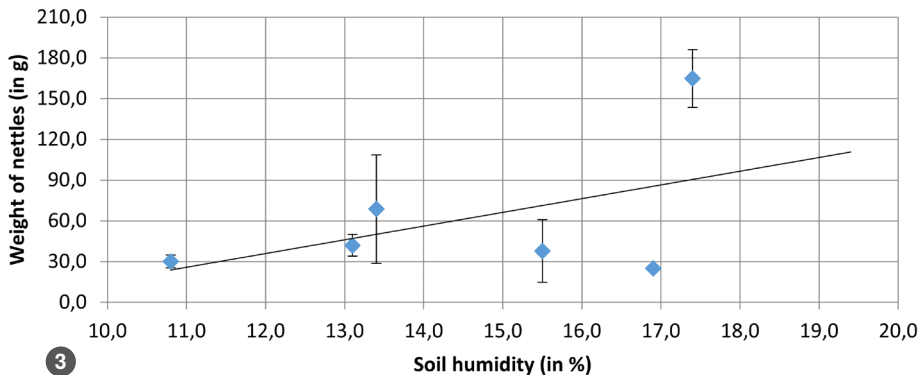


Abb. 2: An zwei 28 m langen Transekten vermaß der Schüler alle 3 m die Blattfläche von jeweils 10 Marchastern. Seine Ergebnisse zeigen eine negative Korrelation der Blattgröße mit dem Abstand zum Fluss. Die Fehlerbalken zeigen den Standardfehler. Original: K. Plöchl, unpubl. | **Fig. 2:** At two 28-meter transects, the student measured the leaf area of 10 panicle aster plants every 3 meters. His results show a negative correlation between leaf size and distance from the river. The error bars indicate the standard error. Original: K. Plöchl, unpubl.

Abb. 3: An 6 verschiedenen zufällig gewählten Standorten wurden jeweils bis zu 8 Pflanzen gesammelt. Das Gewicht der Brennnesseln steigt mit der Bodenfeuchte. Original: K. Jochum, unpubl. | **Fig. 3:** At six randomly chosen locations, up to eight plants were collected at each site. The weight of nettles increases with soil moisture. Original: K. Jochum, unpubl.

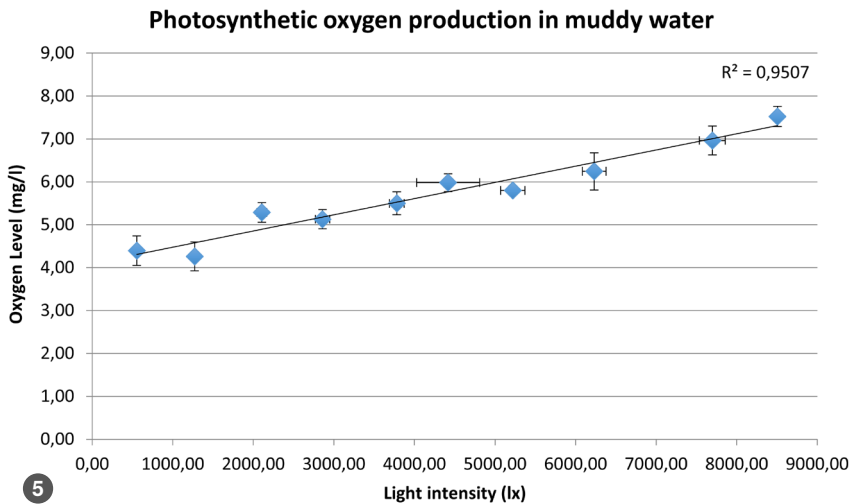
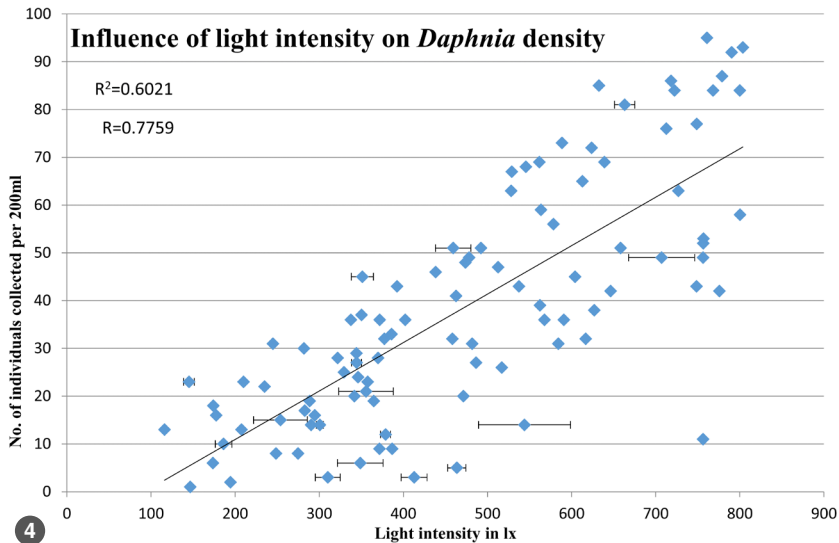


Abb. 4: An 100 zufällig gewählten Messpunkten entnahm die Schülerin Wasserflöhe und maß die Lichtintensität. Die horizontalen Fehlerbalken zeigen die Standardabweichungen der Lichtmessungen, die meist sehr konsistent waren. Original: N. Bharucha, unpubl. | **Fig. 4:** At 100 randomly selected measurement points, the student collected cladocerans and measured light intensity. The horizontal error bars show the standard deviations of the light measurements, which were mostly very consistent. Original: N. Bharucha, unpubl.

Abb. 5: Die Schülerin maß den gelösten Sauerstoff in einer Probe „muddy water“ (Grünalgen beinhaltenes Tümpelwasser) nach jeweils 10 Minuten Exposition unterschiedlicher Lichtintensitäten. Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichungen der Messungen. Original: T. Thondanpallil, unpubl. | **Fig. 5:** The student measured dissolved oxygen in a sample of “muddy water” (pond water containing green algae) after 10 minutes of exposure to different light intensities. The error bars indicate the standard deviations of the measurements. Original: T. Thondanpallil, unpubl.

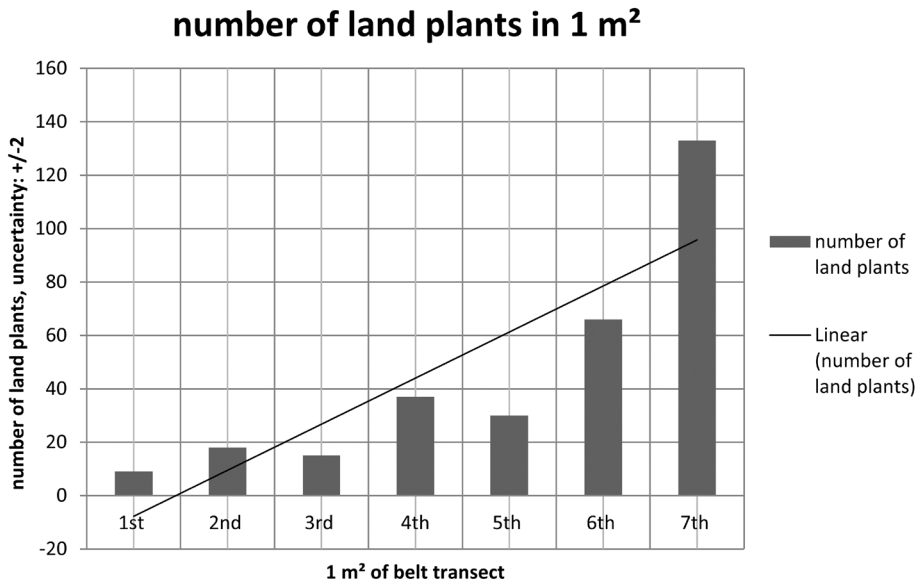


Abb. 6: Einfacher Versuch zur Sukzession auf einer Schlammfläche nach einem Überschwemmungsereignis: Die Schülerin zählte die aufkommenden Jungpflanzen in jedem m² eines 7 m langen Transekts, beim Gewässerrand beginnend. Original: B. Kinschner, unpubl. | **Fig. 6:** Simple experiment on succession on a mudflat after a flood event: The student counted the emerging seedlings in each square meter of a 7-meter-long transect, starting at the water's edge. Original: B. Kinschner, unpubl.

Konzeption, Durchführung oder Auswertung der Experimente kamen selbstverständlich vor, erwiesen sich aber didaktisch als durchaus günstig, da sie in der Eigen-Evaluation ausführlich kritisch diskutiert werden konnten: Von Fehlern lernt man (Oser et al. 1999).

Durchwegs konnten wir beobachten, dass die SchülerInnen sich in kleinen Gruppen organisierten und einander bei den Arbeiten, die alleine oft nur schwer durchführbar gewesen wären, halfen. Dabei wurden die wesentlichen Inhalte der Forschungsfrage und die heiklen Aspekte der Methodik (Randomisierung, Messwiederholungen etc.) in der Peergroup-eigenen Diktion gegenseitig kommuniziert – ein zusätzlicher positiver Effekt: *Docendo discimus*².

Wir selbst hatten vor Ort außer Organisation und Mentoring relativ wenig zu tun – ein weiterer positiver Aspekt eigenständiger SchülerInnenforschung!

Diskussion

Gelerntes muss nützlich sein, d.h. die SchülerInnen in die Lage versetzen, Phänomene besser zu erklären oder neue Phänomene zu verstehen (Posner et al. 1982). Dies geschieht bei der praktischen wissenschaftlichen Freilandarbeit: Wissenschaft wird konkret, im wahrsten Sinn des Wortes anfassbar. Vor allem die menschlichen Komponenten des wissenschaftlichen

² *Homines dum docent, discunt* (Seneca d. J., Briefe an Lucilius, ca. A.D. 62)



Abb. 7: Schulklass vor der „Biologischen Station Marchegg“. Rechts vorne und in der 2. Reihe (mit Axt) die Autor:innen. Im Vordergrund zwei aus Baumaterial improvisierte tragbare „Quadratmeter“ zur Probenahme. 29.9.2012, Foto: Eder. | **Fig. 7:** School class in front of the “Biological Station Marchegg”, Lower Austria. The authors are in the front row to the right and in the second row (with an axe). In the foreground are two portable “square meters” for sampling, improvised from building materials. 29.9.2012, Photo: Eder.

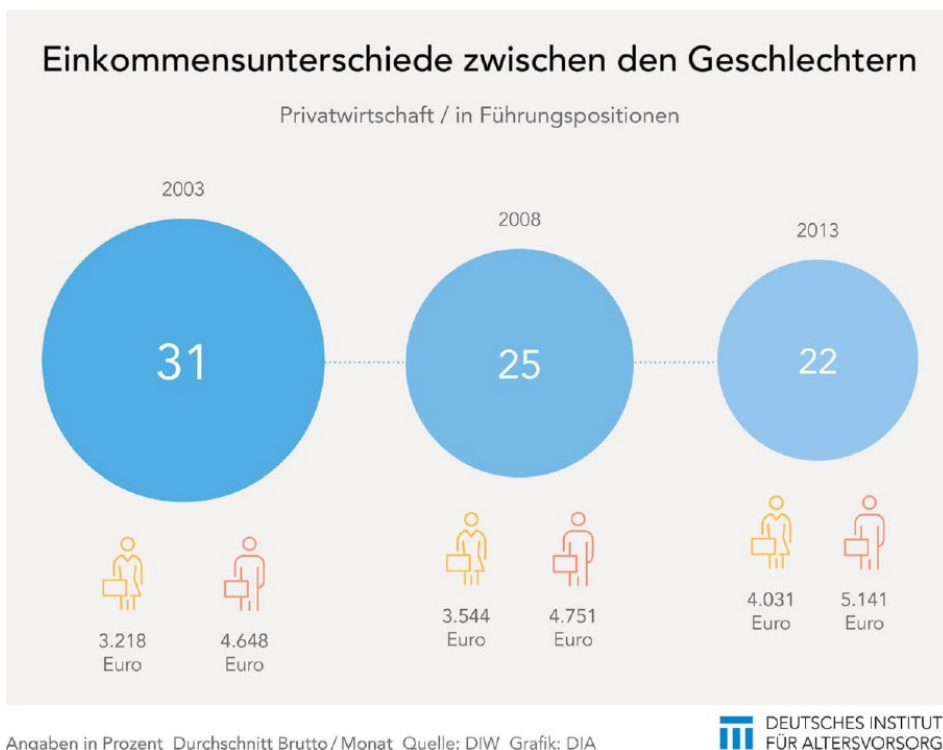
Abb. 8: Schulklass bei der „Biologischen Station Marchegg“. Beim selbst zubereiteten Frühstück im Freien wird ganz nebenbei Naturnähe erlebt und soziale Kompetenz geübt. 10.5.2015, Foto: Eder. | **Fig. 8:** School class at the “Biological Station Marchegg”, Lower Austria. During the self-prepared outdoor breakfast, nature is experienced and social skills are practiced. 10.5.2015, Photo: Eder.

Arbeitens werden erlebbar: die kreative Freude beim Entwerfen eines Forschungsdesigns, der Spaß – aber auch die langweilige Routine – während der Durchführung und die Befriedigung (oder Enttäuschung) angesichts der mehr oder weniger brauchbaren Ergebnisse. Die zahlreichen selbst erlebten Fehlerquellen während der Arbeit machen begreifbar, warum wissenschaftliche Ergebnisse, die von den Medien oft als unumstößliche Wahrheiten präsentiert werden, stets angesichts der Methodik kritisch hinterfragt werden müssen, und warum der Peer Review Prozess so wichtig ist. Wissenschaftstheorie in ihrer gesamten Bandbreite wird praktisch erlebbar, und scheinbar banale Fakten aus dem Biologieunterricht werden hinterfragt und überprüft.

Manche Kolleginnen und Kollegen argumentieren, dass die SchülerInnen mit der Komplexität derartiger Aufgaben überfordert, zu wenig Zeit im Unterricht dafür verfügbar wäre, und die erarbeiteten Kompetenzen die späteren Erfordernisse übersteigen würden. Wir sind nicht dieser Meinung: In der AHS-Oberstufe lernt man in Mathematik beispielsweise, eine beliebige geometrische Figur im dreidimensionalen Raum um eine Gerade rotieren zu lassen, sie mit einer Ebene zu schneiden und daraufhin die Fläche dieser Ebene zu berechnen. Angesichts der Komplexität einer solchen Aufgabe erscheint es uns reichlich mutlos, den SchülerInnen im Biologieunterricht nicht die – vergleichsweise banalen – Grundlagen wissenschaftlicher Planung, Durchführung und Dokumentation sowie ein paar grundlegende statistische Rechenvorgänge abzuverlangen. Der Zeitaufwand, diese Praktiken zu unterrichten, beträgt wenige Unterrichtsstunden. Freilich benötigt es einiges an Engagement, mehrtägige Exkursionen zu organisieren, und die Biologielehrer müssen mehr schriftliche Arbeiten korrigieren als sie es bisher gewohnt waren. Der eigene Lerneffekt der Lehrenden dabei und der offensichtliche Spaß der SchülerInnen (Abb. 7, 8) wiegen diesen Nachteil unserer Wahrnehmung nach bei weitem auf.

Viele Studienzweige erfordern die Fähigkeit zum (natur)wissenschaftlichen Arbeiten. Neben den naturwissenschaftlichen Fächern sind das etwa die Medizin oder die Psychologie. Die Erfordernisse, derartige Kompetenzen früh zu lernen, sind schon allein daraus begründbar. Erfahrung in quantitativer ökologischer Freilandarbeit ist für SchülerInnen aber auch deshalb besonders wertvoll, da sie ein praktisches Verständnis für ökologische Zusammenhänge, Nachhaltigkeit und den Schutz der Umwelt vermittelt: *Collecting data and spending time in the field is essential to better understand our study systems* (Gimenez et al. 2012). Direkte Arbeit in der Natur fördert das Bewusstsein und das Gefühl der Verantwortung gegenüber der Umwelt (Manzanal et al. 1999), was angesichts der viel zitierten globalen Klima- und Biodiversitätskrise gesellschaftlich hoch relevant ist. Darüber hinaus stärken die oft in Kleingruppen durchgeführten Experimente auch soziale Kompetenzen wie Teamarbeit und Problemlösungsfähigkeit und verbinden theoretisches Wissen mit praktischem Handeln.

Das quantitative Arbeiten fördert zudem das vernetzte Denken und die Kritikfähigkeit der SchülerInnen, was sich auch auf Themen außerhalb der Ökologie anwenden und die Schüler zu eigenständig denkenden Menschen werden lässt. Wenn SchülerInnen eigene Experimente durchgeführt haben und ihre Ergebnisse selbst in einfachen Säulendiagrammen oder Punktwolken mit Regressionsgeraden dargestellt haben, haben sie sozusagen „nebenbei“ eine wichtige Grundkompetenz erworben: derartige Grafiken in anderem Kontext zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen (Palmeri 2013; vgl. Abb. 9).



Angaben in Prozent Durchschnitt Brutto/ Monat Quelle: DIW Grafik: DIA

Abb. 9: Die dargestellten Flächen verhalten sich tatsächlich nicht 31:25:22, sondern etwa 31:20:15. Das Ausmaß der Abnahme der Einkommensunterschiede wird daher in dieser Grafik übertrieben. Schüler:innen, die selbst quantitativ gearbeitet haben, können derartige Fehler erkennen. [https://progressus.dia-vorsorge.de/einkommen-vermoegen/einkommen-und-auskommen-frauen-und-maenner/\(2014\)](https://progressus.dia-vorsorge.de/einkommen-vermoegen/einkommen-und-auskommen-frauen-und-maenner/(2014)). | **Fig. 9:** The areas shown do not actually correspond to 31:25:22, but rather to about 31:20:15. The extent of the decrease in income differences is therefore exaggerated in this graphic. Students who have worked quantitatively themselves can recognize such errors. [https://progressus.diavorsorge.de/einkommen-vermoegen/einkommen-und-auskommen-frauen-und-maenner/\(2014\)](https://progressus.diavorsorge.de/einkommen-vermoegen/einkommen-und-auskommen-frauen-und-maenner/(2014)).

So erkennen die SchülerInnen sofort fehlende Angaben zur Stichprobengröße, fehlende Standardabweichungen oder Signifikanzniveaus und verschobene Achsen, etwa in den Medien. In ihrer Kritikfähigkeit erfüllen die SchülerInnen damit eine der wichtigsten fächerübergreifenden Kernforderungen der österreichischen Lehrpläne: die Fähigkeit zur „mündigen Teilnahme an gesellschaftlichen Diskussions- und Entscheidungsprozessen“ (BGBl II 204/2024).

Im „IB learner profile“ sind zehn Eigenschaften zusammengestellt, die die SchülerInnen im Laufe des Programms entwickeln sollen: *reflective, caring, risk-takers, balanced, inquirers, knowledgeable, principled, thinkers, communicators, open-minded* (IBO 2024). Nahezu alle diese Eigenschaften wurden unserer Einschätzung nach durch das geschilderte Freiland-Praktikum gefördert, und die nachhaltigen Erfahrungen der SchülerInnen wirken sich in Folge auf alle weiteren Bereiche ihrer Ausbildung und Entwicklung aus.

Danksagung

Wir danken den ehemaligen SchülerInnen Natasha Bharucha, Klara Jochum, Bernadette Kinschner, Konstantin Plöchl und Teresemary Thondanpallil für die Bereitstellung der Grafiken ihrer Internal Assessments, Walter Hödl für die Möglichkeit der Benutzung der „Biologischen Station Marchegg“ der Universität Wien, deren Schließung im Jahr 2018 wir sehr bedauern, sowie Michael Kiehn für die kritische Durchsicht und Korrektur des Manuskripts. Rudi Koch, Direktor i.R. des BG/BRG Klosterneuburg, war für die Implementierung des International Baccalaureate Programme an seiner Schule maßgeblich verantwortlich.

Literatur

- Begon M, Townsend CR (2021) *Ecology: from individuals to ecosystems*. John Wiley & Sons, Hoboken NJ 864 p. (ISBN 978-1-119-27935-8)
- Dax S (2023) Die Bedeutung von Freilandunterricht im Rahmen des Biologieunterrichts der Sekundarstufe 1. Masterarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz 142 pp. <https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/download/pdf/9264145> (accessed: 21-12-2024)
- Eder E, Fliegenschnee M, Hödl W (2003) Marchegg 2003. Nachlese zur Lehrveranstaltung Freilanddidaktik in LA-BU. Skriptum, Universität Wien 109 pp. <https://silo.tips/download/umschlagbildpan-und-syrinx-siehe-beitrag-vogelstimmen> (accessed: 15-12-2024)
- Eder E (2004) Naturwissenschaften im Out? Umwelterziehung und Naturerfahrung zwischen Aufklärung und Esoterik. 3D Special Naturbeziehung. Von Biotopen und Psychotopen. Alpenverein, Innsbruck: 34–36 (<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4724.7120>)
- Gallup (2022) Wissenschaftsbarometer Österreich 2022. ÖAW Wissenschaftsbarometer 2022 https://www.oew.ac.at/fileadmin/NEWS/2022/PDF/Wissenschaftsbarometer_Oesterreich_c_OeAW.pdf (accessed: 21-12-2024)
- Gimenez O, Abadi F, Barnagaud JY, Blanc L, Buoro M, Cubaynes S, Desprez M, Gamelon M, Guilhaumon F, Lagrange P, Madon B, Marescot L, Papadatou E, Papaix J, Péron G, Servanty S (2012) How can quantitative ecology be attractive to young scientists? Balancing computer/desk work with fieldwork. *Animal Conservation* 16, 134–136 (<https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00597.x>)
- Greenwood T, Allan R, Pryor K, Bainbridge-Smith L (2014) *IB biology student workbook*. 2nd Edition. BIOZONE International, Hamilton NZ 450 pp. (ISBN 978-1-927173-93-0)
- Gruber M (2016) An der „Biologischen Station Marchegg“. https://youtu.be/Yyx4frf6hFQ?si=bBEOv5ypGV_twFMd (accessed 2028-12-2024)
- Haber W (2011) Ökologie – eine Wissenschaft unbequemer Wahrheiten. *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft* 23, 7–27. https://www.zobodat.at/pdf/Ber-Reinh-Tuexen-Ges_23_0007-0027.pdf (accessed: 21-12-2024)
- IBO (International Baccalaureate Organization) (2024) What is the DP? <https://www.ibo.org/programmes/diploma-programme/what-is-the-dp/> (accessed: 21-12-2024)
- Kasper CF (2019) Kommunizierbares Wissen – Informationstafeln repräsentativer Organismen zur Unterstützung des Freilandunterrichts. Diplomarbeit, Universität Wien 153 pp.
- Manzanal RF, Rodríguez Barreiro LM, Casal Jiménez M (1999) Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environmental protection. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching* 36(4), 431–53 ([https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199904\)36:4<431::AID-TEA3>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4<431::AID-TEA3>3.0.CO;2-9))

- Oser F, Hascher T, Spychiger M (1999) Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In: Althof W (1999) Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Leske und Budrich, Opladen, 11–41 (https://doi.org/10.1007/978-3-663-07878-4_1)
- Palmeri A (2013) Enhancing graphical literacy skills in the high school science classroom via authentic, intensive data collection and graphical representation exposure. Master's Thesis, Michigan State University 114 pp.
- Schelakovsky A (2001) Ökopädagogik: ganzheitliche Ansätze in Theorie und Praxis. Diplomarbeit, Universität Wien 145 pp.
- Schelakovsky A (2011) Zu sich kommen: Naturachtsamkeit am Weg der Spiritualität und Nachhaltigkeit. In: Hösch-Schagar G, Karre B, Mayerhofer E (2011) Ernte und Aussaat: Spiritualität und Nachhaltigkeit – Überlegungen und Handlungsimpulse. Schriften der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule, Wien/Krems 200 pp. (ISBN 978-3-643503-50-3)
- Strohmaier B, Berg HM, Eder E, Kelemen-Finan J, Gross M, Hödl W, Lazowski W, Schratt-Ehrendorfer L, Zuna-Kratky T (2011) Zu neuen Ufern. Hydrodynamik und Biodiversität in den March-Thaya-Auen. St. Pölten, Austria: Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem NÖ Landesmuseum 22 430 pp. (ISBN 3-85460-268-X)