

Anregungen zur Einbindung des limnologischen Praktikums der Ökologischen Station Sorpesee in den Ökologieunterricht der Oberstufe

Mareike Heinemann¹ *

¹Gymnasium Netphen, Haardtstr. 35, 57250 Netphen

ZUSAMMENFASSUNG

Im Folgenden wird dargestellt, wie sich das Programm „Ökologie von See und Talsperre“ der Ökologischen Station Sorpesee schlüssig mit dem Klassenraumunterricht im Rahmen einer Unterrichtseinheit zum Ökosystem See verknüpfen lässt. Dabei wird geklärt, welche Vorarbeit beziehungsweise Nachbereitung im Unterricht geleistet werden muss, um eine reibungslose und gewinnbringende Eingliederung zu erzielen. So wird zum Beispiel angesprochen, welche Position die Exkursion innerhalb der Einheit einnehmen kann oder welche thematischen Inhalte bereits behandelt worden sein müssen. Organisatorische Aspekte bleiben unbeachtet, da sie individuell zu lösen sind.

EINBINDUNG DER EXKURSION IN DIE EINHEIT

Im Prinzip können Exkursionen drei Positionen innerhalb einer Unterrichtseinheit einnehmen: zu Beginn, im Laufe und am Ende einer Einheit. Je nach Einbindungsvariante werden jedoch verschiedene didaktische Ziele verfolgt.

Steht eine Exkursion zu Beginn einer Einheit, dient sie der Einführung in ein neues Themengebiet und soll bei den Schülerinnen und Schülern Interesse und Motivation für die neuen Inhalte wecken (WINKEL, 1982). Wird die Exkursion hingegen etwa mittig im Laufe einer Einheit integriert, ist sie Teil der Erarbeitung von Inhalten und dient dem Entdecken von neuartigen Phänomenen. Am Ende einer Einheit dient der Besuch eines außerschulischen Lernortes der Bestätigung und Wiederholung des vorangegangenen Unterrichts (WINKEL, 1982).

Um eine Entscheidung bezüglich der zeitlichen Einbindung einer Exkursion treffen zu können, muss die Lehrperson grundsätzlich über die Inhalte der Thematik informiert sein. Für die Thematik „Ökosystem See“ sind folgende Unterthemen zu nennen, die relevant sind. Die Auflistung spiegelt zugleich eine sinnvolle Sequenzreihenfolge wider:

- Gliederung eines Sees (nach Lebensräumen, den dort lebenden Organismen oder nach den Licht- und Populationsverhältnissen),
- Nahrungsbeziehungen im See,
- Stoffkreislauf innerhalb des Sees,

- jahreszeitliche Zirkulationsprozesse, deren Ursachen (hierzu auch zumindest in Teilen die Eigenschaften von Wasser) und deren Folgen für den Nährstoff-, Gas-, Temperatur- und Mineralstoffhaushalt des Sees
- Vergleich von eu- und oligotrophen Seen

Ausgehend von dieser Sequenzreihenfolge werden nun die drei Möglichkeiten der Einbindung betrachtet.

Variante 1: Durchführung zur Einführung in die Einheit

Wie oben bereits erwähnt, erfüllt eine Exkursion zu Beginn der Unterrichtseinheit den Zweck das Interesse beziehungsweise die Motivation zu wecken. Gegen den Sinn der einführenden Exkursion sprechen sich jedoch KILLERMANN *et al.* (2009) aus. Sie schreiben, dass der positive Effekt von außerschulischen Lernorten auf den Lernprozess wirkungsvoller ist, „wenn die Schüler/innen bereits im Klassenraum in das Thema eingeführt [...] werden“ (KILLERMANN *et al.*, 2009, S. 100). ESCHENHAGEN *et al.* (2008, S. 121) ergänzen dazu: „Lernende profitieren am meisten vom außerschulischen Unterricht, wenn die Interaktionen und Lernprozesse von einer mittleren *Neuartigkeit* gekennzeichnet sind. Es gibt Anzeichen dafür, dass ein zu hoher Neuartigkeitsgrad den intendierten Lernprozess eher behindert.“ Auf der Basis eigener Einschätzungen, die ich im Zuge einer Vorexkursion zur ökologischen Station gesammelt habe, sowie unter Berücksichtigung der „Handreichungen für gewässerkundliche Kurse“ (OEKOL. STATION JH SORPESEE, 2009) ist festzustellen, dass der „Neuartigkeitsgrad“ zu Beginn der Unterrichtseinheit zu groß für die Schülerinnen und Schüler ist. Zwar sind die Lernenden im Rahmen der Sequenz zur Ökologie mit den abiotischen und biotischen Faktoren, der Populationsökologie, dem Konzept der Einnischung und der Systemökologie vertraut, allerdings bietet das Ökosystem See eine Vielzahl von neuen Aspekten. Die Gliederung eines Sees nach Lebensräumen, nach den dort lebenden Organismen oder nach den Licht- und Populationsverhältnissen, aber auch die jahreszeitliche Temperaturschichtung oder die Verteilung von Gasen und Mineralbeziehungsweise Nährstoffen im Jahresverlauf stellen umfassende neue Inhalte dar. Sie sind zumindest in Teilen eine Voraussetzung, um eine Überforderung der Schülerinnen und Schüler zu vermeiden. Andernfalls müssten die fehlenden Vorkenntnisse durch den betreuenden Experten der Station und der betreuenden Lehrkraft mittels vortragsartiger Erklärungen kompensiert werden. Solche

*heinemann.mareike@web.de

Vorträge zur Wissensvermittlung wirken demotivierend auf die Lerngruppe, insbesondere wenn sie zu lang sind (BERCK, 2005). Den Schülerinnen und Schülern dürfte es außerdem äußerst schwer fallen, die wichtigen und neuen Aspekte aus den Erläuterungen komplett zu entnehmen und diese in der Kürze der Zeit auch zu behalten. Zu bedenken sind in diesem Zusammenhang zudem die Besonderheiten hinsichtlich der Ökologie einer Talsperre wie beispielsweise eine fehlende Uferzonierung oder (jedenfalls bei der Sorpetalsperre) die Temperaturerhöhung des Tiefenwassers im Verlauf des Jahres. Besonders der letzte Aspekt stellt bei der Analyse der Messdaten eine besondere Erkenntnis dar und verwundert Schülerinnen und Schüler zunächst, sofern sie die Temperaturzonierung in natürlichen Seen kennen. Eine solche Schlussfolgerung wäre zu Beginn der Einheit für die Schülerinnen und Schüler nicht möglich. Des Weiteren bedeutet schon die Neuartigkeit der verschiedenen Arbeitsweisen und Labortätigkeiten, sowie das Nachvollziehen der einzelnen Tätigkeiten eine Herausforderung für die Schülerinnen und Schüler. Die Ökologische Station ermöglicht also viele Lernprozesse und Erkenntnisse, auch ohne ein komplett fehlendes Grundwissen zur Thematik des Ökosystems See.

Bezüglich der Stellung der Exkursion zur ökologischen Station ist von einer Positionierung direkt zu Beginn der Einheit insgesamt abzuraten.

Variante 2: Durchführung zur Erarbeitung von Unterrichtsinhalten

Allgemeine Argumente, die für eine Einbindung im Laufe der Einheit sprechen, wurden bereits genannt.

Wenn, ausgehend von den zuvor genannten Themenfeldern, die Exkursion zur Erarbeitung von Unterrichtsinhalten im Laufe der Reihe eingesetzt werden soll, ergibt sich insbesondere eine sinnvolle Einbettungsvariante. Nach dieser Variante würde die Exkursion vor der Erarbeitung des Vergleichs zwischen einem oligo- und eutrophen See stattfinden. Bei dieser Positionierung könnten die Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Exkursion wesentliche Unterscheidungsmerkmale zwischen den beiden Seetypen erarbeiten. Diese Gegenüberstellungsmöglichkeit ergibt sich aus dem Vergleich des Haupt- und Vorbeckens. Die Lerngruppe erkennt dabei anhand der Messdaten deutliche Unterschiede zwischen Haupt- und Vorbecken und kann diese auf die Punkte in Tabelle 1 verallgemeinern.

Natürlich besteht in der Erarbeitung der Merkmale der beiden Seetypen nicht der einzige Lernfortschritt. Wie auch bei einer abschließenden Positionierung der Exkursion werden die methodischen Fähigkeiten der Lerngruppe gefördert und es erfolgt eine Anwendung und Hinterfragung des bis dahin erlangten Wissens.

Eine frühere Positionierung der Exkursion würde ich allerdings für wenig zweckmäßig beurteilen. Auch in diesem Fall ist der „Neuartigkeitsgrad“ (ESCHENHAGEN *et al.*, 2008, S. 429) zu groß und bewirkt eine Überforderung der Schülerinnen und Schülern mit zu vielen Informationen.

Variante 3: Durchführung zum Abschluss der Einheit

Zuletzt soll nun erläutert werden, welche Lernprozesse und -chancen eine Stellung der Exkursion zum Schluss der Einheit eröffnet. Wie auch bei den anderen beiden Positionierungen erhalten die Lernenden eine Vielzahl an allgemeinen Informationen bezüglich Talsperren, deren Nutzung und Bedeutung. Damit

erweitern sie ihr Allgemeinwissen und ferner werden Aspekte eines fächerverbindenden Unterrichts in Grundzügen angesprochen. Fachintern bieten sich jedoch ebenfalls vielfältige Lernchancen. Den Schülerinnen und Schülern sind die zuvor aufgelisteten Inhalte und Konzepte bereits vollständig bekannt. Die Überführung in eine authentische Situation und die selbständige Anwendung von naturwissenschaftlichen Methoden zur gewässerkundlichen Untersuchung stehen damit im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler erlernen den Umgang und die Anwendung von verschiedenen Geräten und Verfahrensweisen. Gleichzeitig gewinnen die zuvor lediglich theoretisch erworbenen Kenntnisse an Bedeutung und Sinn (KILLERMANN *et al.*, 2009).

Bei einer solchen Positionierung der Exkursion erwarten die Schülerinnen und Schüler lediglich eine Bestätigung des im Unterricht erworbenen Wissens. Bei der Auswertung der Messdaten erleben sie dann allerdings eine Überraschung. Denn die Daten stimmen eben nicht absolut mit den erwarteten Ergebnissen überein. So können beispielsweise Messfehler Abweichungen vom typischen Ergebnis hervorrufen. Die Lerngruppe analysiert in diesem Fall mögliche Fehlerquellen. Aber auch die vom Normaltypus etwas abweichende Entwicklung des Temperaturverlaufs im Sommer (bedingt durch die Nutzung des Sorpe-Hauptbeckens als Obersee für ein Pumpspeicherkraftwerk) regt zur Hinterfragung der Ergebnisse an. Durch diese Gegebenheiten bietet sich eine Transfermöglichkeit. Die Schülerinnen und Schüler gleichen ihr bisheriges Wissen mit den von ihnen erstellten Messreihen ab und interpretieren alternative Ergebnisse auf der Basis von Zusatzinformationen wie beispielsweise der Nutzung von Talsperren. Damit wenden die Lernenden ihre Kenntnisse an und überprüfen diese kritisch. Aus diesem Umstand resultieren eine Festigung des Wissens und ein vertiefendes Verständnis für die theoretisch erworbenen Kenntnisse. Darüber hinaus erweitert die Lerngruppe ihren Wissensstand hinsichtlich der Besonderheiten von Talsperren im Vergleich mit natürlichen Seen.

UNTERRICHTLICHE VORBEREITUNG DER EXKURSION

Der Unterricht im Vorfeld muss zielführend auf die Exkursion ausgerichtet und angepasst sein, organisatorische Aspekte sind zu klären und auch die Exkursion muss methodisch-didaktisch gut vorbereitet sein (WINKEL, 1982). Eine Vorexkursion der Lehrkraft ist unerlässlich (*ebd.*), um sich mit den örtlichen Gegebenheiten des Exkursionsziels und den didaktisch-methodischen Umsetzungsmöglichkeiten auseinanderzusetzen. Bei einer Exkursion zur Ökologischen Station Sorpesee ist der umfassende Vorbereitungs- und Durchführungs-aufwand für die Programm-Gestaltung und Durchführung vor Ort gemindert, da sowohl ein Programm, als auch Arbeitsblätter und Gerätschaften zur Verfügung stehen.

Die Positionierung der Exkursion zu Beginn der Einheit „Ökosystem See“ wurde zuvor bereits begründet ausgeschlossen. Dementsprechend wird auf eine differenzierte Betrachtung dieser Einbettungsvariante verzichtet. Für die beiden anderen Varianten der Einbindung wird im Folgenden dargelegt, wie die Unterrichtsstunden im Vorfeld der Exkursion sinnvoll zu planen sind, wobei sich die Erläuterungen auf die anfangs genannten Sequenzplanung beziehen. Die Verknüpfung von Exkursion und dem vorab im Klassenraum durchgeführten Unterricht sollte möglichst eng vollzogen werden und aufeinander abgestimmt sein

(ESCHENHAGEN *et al.*, 2008), damit sie „sich gegenseitig ergänzen“ (KILLERMANN *et al.*, 2009, S. 100). Diese Einführung kann durch grundlegende fachliche Informationen, Arbeitstechniken oder aber durch Informationen über den Exkursionsort selbst erfolgen (ebd.).

Fachliche Voraussetzungen

Es ist darauf zu achten, die Lerngruppe mit bestimmten Inhalten im Vorfeld zur Exkursion vertraut zu machen.

So sollten bestimmte abiotische Faktoren im Zuge der Thematik ‚Stoffkreislauf innerhalb des Sees‘ mit eingebunden werden. Die Protokollhefte der Ökologischen Station (MÜLLER, 2012) bieten diesbezüglich grundlegende Informationen. Folgende abiotische Faktoren sind demnach zu behandeln:

- Ammonium, Nitrat und Nitrit
- Chlorophyll
- Eisen
- TIC/Kohlenstoffdioxid
- Phosphat
- pH-Wert
- Sauerstoff
- Temperatur
- Sichttiefe

Den Schülerinnen und Schülern ist bei der Exkursion auf der Basis dieser Informationen klar, warum sie die oben benannten Faktoren messen und welche Bedeutung sie im See haben.

Die Ökologische Station sollte grundsätzlich über die bereits im Unterricht geleisteten Inhalte informiert werden, um eine fachlich angemessene Betreuung zu gewährleisten. Wurde beispielsweise der Vergleich zwischen oligotrophen und eutrophen Seen noch nicht im Unterricht besprochen, sollte die Lehrperson ausdrücklich darauf hinweisen und den Betreuer bitten, den Schülerinnen und Schülern diese Erkenntnis nicht durch Erklärungen vorweg zu nehmen. Andernfalls verpufft der entdeckend-erkundende Effekt der Exkursion.

Möglichkeiten einer zeitlich flexiblen Sequenzplanung

Je nach Terminvereinbarung mit der Ökologischen Station kann die Einheit ‚Ökosystem See‘ flexibel ausgestaltet werden. Die Lehrkraft sollte sich über Möglichkeiten und Ansatzpunkte im Klaren sein, bei denen sie das Unterrichtsgeschehen inhaltlich „raffen“ beziehungsweise ausdehnen kann. Die ‚Nahrungsbeziehungen‘ und die ‚Eigenschaften des Wassers‘ können inhaltlich gestrafft behandelt werden, wobei hinsichtlich der Eigenschaften des Wassers die Dichteanomalie auf jeden Fall geklärt werden sollte. Bei einem knappen Zeitrahmen bis zur Exkursion existieren hier Kürzungsmöglichkeiten, ohne die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler während der Exkursion zu gefährden. Steht viel Zeit im Vorfeld zur Exkursion zur Verfügung, können diese Themen wiederum ausführlicher behandelt werden.

Einen weiteren zeitlichen Puffer bietet das zusätzliche Arbeitsmaterial der ökologischen Station zur Sedimentation des Planktons, z. B. EBERT und MÜLLER (2012). Die Schülerinnen und Schüler können sich hierbei das Absinkverhalten des Planktons erschließen, indem sie experimentell die Auswirkungen von Planktonform und Wassertemperatur auf die Sedimentation erforschen. Einzubinden

wäre diese Versuche nach der Bearbeitung der jahreszeitlichen Zirkulationsprozesse im See. Das entsprechende Material wird in der Regel nicht während des Programms ‚Ökologie von See und Talsperre‘ eingesetzt, sondern wird von der Station selbst primär als Zusatzmaterial für den Unterricht angesehen. Die Station greift lediglich bei besonders ungünstigen Wetterverhältnissen auf dieses Material zurück, sodass es der Lehrperson obliegt, abzuschätzen, ob das Material bereits vor der Exkursion in den Unterricht integriert werden soll. Grundsätzlich ist eine thematische Behandlung des Sedimentationsverhaltens laut Lehrplan nicht gefordert (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG, 1999).

Darüber hinaus wäre es möglich, die verschiedenen seetypischen Planktonarten vorzustellen und zu besprechen. Da die Schülerinnen und Schüler auf der Exkursion die Gewässerproben auf Plankton hin untersuchen, ist es durchaus hilfreich und zeitsparend, wenn die Lernenden bereits vorab einen groben Überblick gewonnen haben.

Einführung in Arbeitstechniken

Die Einführung der Arbeitstechniken stellt eine weitere Möglichkeit der Vorbereitung der Lerngruppe auf die Exkursion dar. In diesem Fall sollte allerdings von einer Beschreibung der Arbeitstechniken sowie der Arbeitsverfahren der Laborarbeit abgesehen werden. Zu begründen ist dies durch die umfassende Menge an Arbeitstechniken und eine zum Teil komplexe Bedienung der Gerätschaften. Die Schülerinnen und Schüler können die Fülle dieser Informationen ohne praktische Umsetzungsmöglichkeiten kaum verinnerlichen, sodass eine erneute Erläuterung vor Ort ohnehin nötig wäre. Ohne die originalen Geräte, welche bei den Erläuterungen eine visuelle Unterstützung darstellen würden, ist das Nachvollziehen der Erklärungen zusätzlich erschwert.

Da die Bedienung der Geräte und das Verstehen der Hintergründe der Laborarbeit nicht einfach ist, sollte sich jedoch die Lehrperson im Vorfeld mit den Arbeitstechniken auseinandersetzen, um den Schülerinnen und Schülern unterstützend zur Seite stehen zu können. Zur Vorbereitung der Lehrkraft sind die Protokollhefte (MÜLLER, 2012) und das Informationsmaterial zur Betreuung großer Gruppen (OEKOL. STATION JH SORPESEE, 2004) unerlässlich.

Sensibilisierung für den Exkursionsort

Informationen zum Zielort sind unbedingt in den vorbereitenden Unterricht zu integrieren. Um die Schülerinnen und Schüler in die Vorbereitung mit einzubinden, stellen Schülerreferate zu ausgewählten Themen eine gute Möglichkeit dar. Diese Variante bietet sich an, da so eine Themenvielfalt bei mäßigem Zeitaufwand bearbeitet werden kann. Die Schülerinnen und Schüler setzen sich gezielt mit einer Fragestellung auseinander und arbeiten zugleich selbstreguliert (FRICKE und SPÖRHASE, 2010). Folgende Themen könnten als Präsentation durch Schülergruppen im Klassenraumunterricht vorgestellt werden:

- Der Sorpesee und seine Umgebung im historischen Überblick
- Talsperren und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft
- Das Pumpspeicherkraftwerk am Sorpesee

Die Lerngruppe erhält durch die Präsentationen grundlegende Informationen zum Exkursionsort sowie nützliche und aufschlussreiche

Hintergrundinformationen, die auch für die Deutung der später zu erhebenden Messwerte relevant sind. Hierdurch wird der Lerngruppe eine Orientierung geboten und das Denken in Zusammenhängen wird angeregt. Es wird eine Grundlage geschaffen, damit die erarbeiteten fachlichen Inhalte nicht separat zu anderen Fächern stehen. Die Referate bieten sich in der Stunde unmittelbar vor der Exkursion zur Einstimmung an.

UNTERRICHTLICHE NACHBEREITUNG DER EXKURSION

Je nach Positionierung der Exkursion innerhalb der Einheit ergeben sich verschiedene Möglichkeiten zur Nachbereitung der Exkursion beziehungsweise Weiterarbeit im Unterricht.

Eine fachliche Auswertung der Ergebnisse, die während der Exkursion gesammelt wurden, ist im Klassenraum nicht erforderlich, da die Analyse und Interpretation der ermittelten Messreihen bereits ausführlich am Exkursionsort stattfindet.

Wird die Exkursion zur Erarbeitung des Vergleichs zwischen oligo- und eutrophen Seen durchgeführt, sollte die von den Schülerinnen und Schülern während der Exkursion erarbeiteten Unterscheidungsmerkmale allerdings im Klassenraum noch vertieft und gefestigt werden. Dabei sollte der Schwerpunkt auf der Überprüfung liegen, ob die Schülerinnen und Schüler die Unterschiede der beiden Seetypen wirklich verinnerlicht haben. Zudem besteht an dieser Stelle die Möglichkeit, die Unterscheidungsmerkmale an der Tafel im Kursraum zu sichern, sofern dies nicht bereits im Laufe der Exkursion geschehen ist (siehe Tabelle 1). Eine zusammenfassende und in einigen Teilen ergänzende Übung bietet sich hierbei an. Eine solche Festigungsphase wird auch von ESCHENHAGEN *et al.* (2008) gefordert.

Unabhängig davon, ob die Exkursion im Laufe der Einheit oder an dessen Ende eingegliedert wird, ist es sinnvoll, den Schülerinnen und Schülern einen zusammenfassenden und reflektierenden Arbeitsauftrag zu stellen. Da es sich bei der Exkursion um eine längere außerschulische Aktivität handelt, bietet sich die Erstellung eines Exkursionsberichts an. Dieser Bericht enthält Informationen zum Zielort (hierbei sind die Referate von Nutzen), inhaltliche Aspekte (beispielsweise Übersicht über Untersuchungsstandorte oder Arbeitstechniken) sowie einen Erlebnisbericht (KÖHLER, 2010). Durch den Bericht ist sichergestellt, dass die Lerngruppe aktiv und aufmerksam mitarbeitet sowie die im Zuge der Exkursion erarbeiteten Erkenntnisse bewusst aufnimmt. Außerdem setzen sich die Schülerinnen und Schüler auch im Nachhinein intensiv mit den Erlebnissen und Erfahrungen auseinander und verdeutlichen diese mit eigenen Worten. Durch Reflektion und Wiederholung verinnerlichen die Lernenden die Erkenntnisse der Exkursion stärker und langfristig (SPITZER, 2007). Gleichzeitig üben die Schülerinnen und Schüler das Erstellen einer wissenschaftlichen Arbeit. Da ein

solcher Bericht jedoch sehr umfangreich werden kann und die Schülerinnen und Schüler während der Exkursion ohnehin in Gruppen arbeiten, könnte der Bericht auch als Gruppenarbeit verfasst werden.

Eutropher See	Oligotropher See
Hohe Nährstoffkonzentration	Geringe Nährstoffkonzentration
Biomasse hoch (hier: in Form von Phyto- und Zooplankton)	Biomasse gering (hier: in Form von Phyto- und Zooplankton)
Geringe Sichttiefe	Große Sichttiefe
Abnehmender Sauerstoffgehalt mit zunehmender Tiefe	Durchgehend, vergleichsweise hoher Sauerstoffgehalt
Hoher Kohlenstoffgehalt in der Tiefe	Vergleichsweise geringer Kohlenstoffgehalt in der Tiefe

Tab. 1. Zu erwartende Schülererkenntnisse bei einer Gegenüberstellung von oligo- und eutrophen Seen auf der Basis eigener Messdaten

LITERATUR

- BERCK, K. *Biologiedidaktik – Grundlagen und Methoden*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer, 2005
- EBERT, N.; MÜLLER, R. Plankton - schön langsam nach unten. *wasser in schule und bildung* (2012): 1: 8–12
- ESCHENHAGEN, D.; KATTMANN, U.; RODI, D. *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis, 2008
- FRICKE, C.; SPÖRHASE, U. Präsentieren. In SPÖRHASE, U.; RUPPERT, W. (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II*, 172–177. Berlin: Cornelson Scriptor Verlag, 2010
- KILLERMANN, W.; HIERING, P.; STAROSTA, B. *Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik*. Donauwörth: Auer Verlag, 2009
- KÖHLER, K. Welche Lernorte eignen sich für den Biologieunterricht? In SPÖRHASE, U.; RUPPERT, W. (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelson Scriptor Verlag, 2010
- MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG, W. U. F. D. L. N. (Hrsg.). *Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen – Biologie*. Frechen: Ritterbach Verlag, 1999
- MÜLLER, R. Exkursion zur Sorpetalsperre. Protokollheft und Anleitung (2012) <http://www.phytoplankton.info/download/protokollheft.pdf>
- OEKOL. STATION JH SORPESEE. Betreuung großer Gruppen (2004) <http://www.phytoplankton.info/download/grosse-gruppen.pdf>
- OEKOL. STATION JH SORPESEE. Handreichungen für gewässerkundliche Kurse (2009) <http://www.phytoplankton.info/download/sorpeskript-main.pdf>
- SPITZER, M. Kritik der Disziplin aus (neuro-)biologischer Sicht. In BRUMLIK, M. (Hrsg.), *Vom Missbrauch der Disziplin*, 169–203. Weinheim/Basel: Beltz Verlag, 2007
- WINKEL, G. Exkursionen. *Unterricht Biologie* (1982): 67: 2–10