

## Forschungstätigkeiten im Schülerlabor reflektieren - die Natur der Naturwissenschaften offen legen

### Die Wirkung von *Reflexionscafés* auf das Wissenschaftsverständnis

Julia Birkholz & Doris Elster

[jbirkholz@zait.uni-bremen.de](mailto:jbirkholz@zait.uni-bremen.de) - [doris.elster@uni-bremen.de](mailto:doris.elster@uni-bremen.de)

Universität Bremen, FB Fachdidaktik der Naturwissenschaften Abtl. Biologie Leobener Str.  
Gebäude NW2, 28334 Bremen

---

#### **Zusammenfassung**

*Das Wissen über die Natur der Naturwissenschaften und ihre Prozesse (Wissenschaftsverständnis/ WV) ist ein komplexes, kontrovers diskutiertes Konstrukt. Laut nationaler Bildungsstandards soll es im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden, um mündige gesellschaftliche Teilhabe zu ermöglichen. Implizit ist WV aber kaum zu erwerben. Es sollte viel mehr z.B. durch Reflexion von Forschungsaktivitäten expliziert werden. Die Studie untersucht im 2x2-Design an 16 Schulklassen (Schulstufe 8-10, N=310) die Wirkung moderierter Reflexionsgruppengespräche (Reflexionscafés) nach einmaligem/ dreimaligem Besuch des Schülerlabors. Dazu werden im basci (Backstage Science) Schülerlabor Module zum Forschenden Lernen durchgeführt, die das WV und das Interesse an Biologie fördern sollen. Der eingesetzte Fragebogen (Pre-Post-Follow up) erhebt mit vier Skalen (Sicherheit, Entwicklung, Rechtfertigung/Nawi Praxis, Zweck) unterschiedliche Aspekte des WV. Die zentralen Ergebnisse belegen, dass Reflexionen in Kombination mit mehrmaligem Besuch des Schülerlabors einzelne WV-Aspekte fördern. Wahrscheinlich bewirkt auch die spezielle Modulkonzeption eine Förderung des WV-Aspektes „Sicherheit des naturwissenschaftlichen Wissens“. Bei einmaligem Besuch kann eine Förderung des WV nicht nachgewiesen werden. Mehrmalig durchgeführte Reflexionscafés auf Forschungsaktivitäten folgend können bestimmte Aspekte des Wissenschaftsverständnisses fördern. Auch andere Einflussfaktoren wie Modulkonzeption oder Öffnungsgrad der Forschungsaktivitäten auf WV-Aspekte werden diskutiert.*

### **Abstract**

*The understanding of the nature of science (NOS) and of scientific inquiry (NOSI) is a complex construct and, therefore, widely debated. The national education plans suggest promotion of students' understanding of NOS/I to enable responsible participation in society. However, it is scarcely acquired implicitly. It should be addressed explicitly instead, for instance through guided reflection. The study investigates the impact of chaired reflective group reviews (Reflexionscafés) after one/ three students labs' visits (2x2) with 16 school classes (grade levels 8-10, N=310). For these visits, inquiry-based students' lab modules are developed to improve NOS/I-understanding and interest in biology. A questionnaire (pre-post) is used to analyze different aspects of NOS/I represented by four scales (Certainty, Development, Justification/Sc. Practice, Purposes). The central results show a better understanding in particular NOS/I aspects due to reflective reviews combined with multiple student lab visits. However, the specific module conception itself causes improvement in the aspect „Sicherheit des naturwissenschaftlichen Wissens“ (Certainty of scientific knowledge). After a single visit, no significant improvement can be detected. Multiple chaired reflective group reviews subsequent to inquiry activities can improve the understanding of certain NOS/I-aspects. But also other influencing factors such as module conception and openness of the inquiry activities are discussed.*

## **1 Einleitung**

Naturwissenschaftliche Forschung zu betreiben und damit verlässliche und glaubwürdige Erkenntnisse zu produzieren ist eine große Herausforderung. Die inhärenten Werte- und Glaubenssysteme, Methodiken und Theoriegebäude werden oft zusammenfassend als Natur der Naturwissenschaften bezeichnet. Naturwissenschaftler und -didaktiker bearbeiten dieses hochkomplexe Feld ebenso wie Philosophen und Historiker, sodass kaum Einigkeit über die allgemeine Natur der Naturwissenschaften besteht – oder bestehen kann (LEDERMAN, 2006: 303). Einige Aspekte, wie z.B. die Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens, können jedoch nach LEDERMAN (2006) als relativ gesichert und praktikabel für den naturwissenschaftlichen Schulunterricht gelten (ebd.: 304). Vorstellungen zu diesen Eigenschaften naturwissenschaftlichen Wissens sowie zu den Generierungsprozessen werden im Folgenden als Wissenschaftsverständnis (WV) zusammengefasst.

Die Charakteristika naturwissenschaftlichen Wissens und Schaffens müssen bekannt sein, um nach FELT (2008) mündig an gesellschaftlichen Prozessen und Entscheidungen teilnehmen zu können (FELT 2008: 40) oder mithilfe einer naturwissenschaftlichen Grundbildung wissenschaftliches Wissen einer kritischen Betrachtung unterziehen zu können (MILLAR & OSBORNE 1998: 5, LEDERMAN 2007: 831). Diese „demokratische Notwendigkeit“ findet sich auch in nationalen und internationalen curricularen Forderungen wieder (vgl. LIS 2008: 5f, KC 2009: 16, NRC 2000). Explizite Lehrplaninhalte dazu sind jedoch weder in

Bremen noch Niedersachsen vorgesehen. Dass impliziter Erwerb angemessenen WVs schwierig ist, legt nicht nur die anhaltende Diskussion darüber nahe (ESPINOZA 2012: 133). Andere fachliche Inhalte, z.B. klassische Genetik, werden nicht implizit durch „Erbsen zählen“ gelehrt, sondern für gewöhnlich im Unterricht expliziert.

Einfach „richtige“ Informationen zur Natur naturwissenschaftlichen Wissens und Forschens einzugeben, karikiert zum Einen die kontroverse Natur des Gegenstands und führt zu meist passivem Wissen, das nur bedingt Anwendung finden wird. Die konstruktive Aufnahme, Bearbeitung und Integration wird durch Überarbeitungen, Umstrukturierungen und Reflexion bestehender Vorstellungen unterstützt. Von interaktiver Bearbeitung, d.h. der gemeinsamen Erschaffung neuer Erkenntnisse durch Lernende, kann noch stärker profitiert werden (CHI & WYLIE 2014: 225-227). Als Inhaltsquelle bieten sich Forschungsprozesse an, die auf oben beschriebene Weisen durchdacht werden können. Da das Interesse von Lernenden an historischen Forscherinnen und Forschern gering scheint (ELSTER 2010: 18f), kann der Fokus stattdessen auf der eigenen durchgeführten Forschungsarbeit liegen.

Im Schülerlabor Backstage Science (basci) werden Module durchgeführt, die forschendes Lernen fokussieren (ELSTER et al. 2011: 92f). Damit sind Lernaktivitäten gemeint, die wissenschaftliche Erkenntnisprozesse integrieren, weg- und ergebnisoffen angelegt sind (Inquiry-based Science Education (IBSE), NRC 2000: 29). Ein Explizieren der WV-Aspekte in diesen Forschungsaktivitäten darf den weiteren Zielen des Schülerlabors, Interesse und Aufgeschlossenheit den Naturwissenschaften gegenüber zu fördern (ebd.: 92) und den Besuch am außerschulischen Lernort als interessant und freudvoll zu erleben, nicht entgegenstehen.

Um beides zu vereinen, WV-Förderung und Förderung des Interesses an Biologie, wurde das *Reflexionscafé* nach Muster der World Café-Methode (BROWN & ISAAC 2007) entwickelt. Es bietet eine angenehme Atmosphäre, Zeit, Gedankenfreiheit, Gesprächs- und Reflexionsanlässe, was sowohl für die Aufrechterhaltung eines „positiven Erlebnisses Schülerlaborbesuch“ als auch für reflexive Denkvorgänge (vgl. Tabelle 1) unabdingbar ist. Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss dieser Methode (kurzfristig/einmal vs. langfristig/dreimal über ein Schuljahr) auf das WV zu untersuchen.



Einteilungen in dieser Arbeit orientieren sich für einheitliche Benennung an KREMER (2010: 50f). So werden sie auch im Fragebogen verwendet.

Die Aspekte sind schwierig voneinander abgrenzbar (Abbildung 1; für eine Erläuterung der einzelnen Aspekte vgl. Tabelle 1). Teils ist das eine Ursache des anderen oder stellt einen anderen Blickwinkel dar: z.B. ist die Unsicherheit naturwissenschaftlichen Wissens, die Ungewissheit der absoluten Wahrheit (*Sicherheit des nawi Wissens*) die Ursache für die vielfältigen Maßnahmen der Absicherung, sodass die Richtigkeit einer Erkenntnis so wahrscheinlich wie möglich wird (*Rechtfertigung des nawi Wissens*). *Sicherheit* ist der statische und *Entwicklung des nawi Wissens* der Verlaufsaspekt der *Vorläufigkeit* (engl.: *tentativeness*) *des nawi Wissens*. Doch kann objektiver Wissenszuwachs oder dessen Fehlen in einem vorher definierten Aspekt festgestellt werden.

Studien (z.B. MOSS 2001; ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN 2000) zeigen, dass ein expliziter, WV-Aspekte offen legender Vermittlungsansatz implizitem Erwerb deutlich überlegen ist. Da bereits stabile WV-Alternativvorstellungen bei Lernenden existieren können, sollten explizierende Maßnahmen auf langfristige Durchführung setzen (LEACH ET AL. 2003: 841). Ein vielversprechender Ansatz ist die geleitete Reflexion über Forschungstätigkeiten (vgl. KHISHFE & ABD-EL-KHALICK 2002, KHISHFE 2008), die konkrete WV-Aspekte sichtbar machen kann. Während jedoch in KHISHFES Studien die Lernenden nach den Forschungsaktivitäten spezifische Diskussionsaufforderungen, WV-Explizieren und Reflexionslenkung erhielten, eröffnet das *Reflexionscafé* (siehe 4.3) mit Leitfragen lediglich Themenräume, deren Bearbeitung und Beurteilung weitgehend den Lernenden überlassen bleibt. Dieser Raum der Entscheidungsfreiheit über Themenbereiche und Umfang der eigenen Gedanken unterstützt die Entstehung reflexiver Prozesse (HATTON & SMITH 1995: 36).

Um die Förderung des WV über Reflexionen gewährleisten zu können, müssen WV-Aspekte in den Tätigkeiten, die Reflexionsanlass bieten sollen, inhärent vorliegen (siehe 2.2) und Lernen aus reflexiven Betrachtungen muss den Lernenden möglich sein (siehe 2.3).

## 2.2 Naturwissenschaftliche Tätigkeiten im Schülerlabor

Aus dem Theorienraum (siehe Abbildung 1) werden diejenigen Aspekte fokussiert, die Lernende in die Lage versetzen, Wissenschaft im Licht von Gesellschaft, Umweltproblemen und der eigenen Person betrachten zu können (Tabelle 1). Zudem sollen sie durch die Arbeit im Schülerlabor erfahrbar und/oder durch Reflexion sichtbar zu machen sein. Die Beurteilung der WV-Güte erfolgt nach KHISHFES (2008) Kriterien: Naiv ist WV, wenn die Vorstel-

lung von einem Wissenschaftsaspekt falsch ist, d.h. weder durch Beobachtung noch Expertenmeinung gestützt werden kann. Informiertes WV dagegen bildet den Wissenschaftsaspekt ab, wie er gemeinhin gesehen wird. Intermediäres WV vereint naive und informierte Vorstellungen zu Wissenschaft, teils zum selben Aspekt.

**Tabelle 1:** Aspekte der Natur des naturwissenschaftlichen Wissens und Forschens

Aspekt	Beschreibung	Im Schülerlabor
Sicherheit des naturwissenschaftlichen Wissens	Wissenschaftliches Wissen ist niemals gänzlich abgeschlossen und gesichert (LEDERMAN et al. 2002: 502, The tentative nature). Es können auch mehrere gültige Theorien nebeneinander stehen.	Die Lernenden nehmen Wissen nicht als gegeben und fest hin, sondern beforschen es selbst. Dabei kommen sie teils zu unterschiedlichen Erkenntnissen für denselben Sachverhalt und erproben die Gültigkeiten im Diskurs.
Entwicklung des naturwissenschaftlichen Wissens	Wissenschaftliches Wissen, die Theorien und Fakten können sich wandeln, z.B. durch neue Technologien oder Sichtweisen (LEDERMAN et al. 2002: 502, The tentative nature).	Dieser Bereich wird im <i>Reflexionscafé</i> thematisiert, die Modularbeit berührt ihn nicht sichtbar.
Rechtfertigung des naturwissenschaftlichen Wissens	Wissenschaftliches Wissen wird mit Hilfe logischer Schlüsse und von in Untersuchungen gewonnenen Belegen generiert, begründet und kritisiert (SCHWARTZ et al. 2008: 5, Justification of scientific knowledge).	Die Lernenden untersuchen selbst Sachverhalte und formulieren basierend auf den Dateneigene Schlussfolgerungen, die sie gegen andere Forscher verteidigen müssen.
Kreativität von Naturwissenschaftlern	Die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens erfordert Kreativität und Einfallsreichtum der Forschenden sowohl bei der Untersuchung als auch bei der Ableitung jedweder Theorie (LEDERMAN et al. 2002: 500, The creative and imaginative nature).	Die Lernenden entwerfen selbst Untersuchungsdesigns und entwickeln Schlussfolgerungen. Dabei erleben sie, zu welchem Grad sie selbst sich einbringen müssen.
Zweck der Naturwissenschaften	Wissenschaftliches Wissen versucht, die nicht beobachtbaren Mechanismen natürlicher Phänomene zu erklären und Ereignisse vorherzusagen. Dies und eine Ordnung der uns umgebenden Welt sind einige der vielfältigen Ziele und Zwecke wissenschaftlicher Forschung (SCHWARTZ et al. 2008: 5, Multiple purposes of scientific investigations)	Die Lernenden verfolgen jeweils ein Modulziel, im <i>Reflexionscafé</i> und bei mehrmaligem Besuch kann die Vielfältigkeit offengelegt werden.
Naturwissenschaftliche Praxis (Mischkategorie)	Wissenschaftliche Forschung orientiert sich an den Standards des Wissenschaftsgebiets und an ethischen Vorgaben (SCHWARTZ et al. 2008: 6, Community of practice). Das beinhaltet z.B. Ehrlichkeit, Sorgfalt, Absicherung von Daten, Diskursivität usw. Wissenschaftliche Forschung beginnt mit Fragen an einen Gegenstand (ebd. 4, Scientific questions guide investigations) und besteht aus vielen verschiedenen Methoden (ebd. 5, Multiple methods of scientific Investigations). Ergebnisse werden aus beobachteten Daten abgeleitet (LEDERMAN et al. 2002: 499, The empirical nature).	Die Lernenden untersuchen selbst Sachverhalte, stellen eigene Fragen und generieren eigene Schlussfolgerungen aus den Daten, die sie gegen andere verteidigen müssen. So steht ihr methodisches Vorgehen auf dem Prüfstand.

### 2.3 Lernen durch reflexive Betrachtungen

Der Begriff *Reflexion* wird als aufmerksam vollzogener kritischer Denkprozess verstanden, der bestehendes Wissen mit Hilfe einnehmbarer Perspektiven untersucht und es zum Selbst in Beziehung setzt sowie erweitern oder vertiefen kann (NGUYEN ET AL. 2014: 1180ff). Der Handlungsraum ist aufgespannt zwischen der Reproduktion vorhandenen Wissens und den dieses Wissen behandelnden Denkvorgängen wie Erklärungsversuche, Gültigkeitsüberlegungen und Entwicklung von Alternativen. Glückende Reflexion verbindet Überlegungen über das bestehende Wissen mit der Einnahme einer neuen Perspektive, aus der heraus es betrachtet und rekonstruiert wird. So kann das Wissen über seinen bisherigen Anwendungsbereich hinaus in einem neuen Kontext eingesetzt werden (MINNAMEIER 2000: 149f), in weiteres Wissen integriert und dieses passend umstrukturiert werden (CHI & WYLIE 2013: 226).

Reflektierende benötigen Wissen (HATTON & SMITH 1995: 37), über das und aus dem heraus über Handlungen reflektiert werden kann. Zudem müssen sie Zeit und Raum haben, ihre Gedanken mit Entscheidungsfreiheit über Umfang und Themenbereich zu sammeln. Reflexionsprozesse können durch Denk- und Äußerungsimpulse (z.B. Schreibaufgaben, freie Interviews, moderierte Gespräche) evoziert werden (ebd.: 36), in denen diese unterstützenden Faktoren vom Reflektierenden oder Gesprächsleiter erzeugt werden können. Werden die Reflexionsgedanken ausgetauscht und verwendet, um weitere Erkenntnisse abzuleiten, kann besonders fruchtbare konstruktive Wissensbearbeitung erfolgen (CHI & WYLIE 2013: 226).

### 2.4 Die World-Café-Methode: Unterstützung von Gruppenreflexionen

Das entwickelte *Reflexionscafé (RC)* kann die oben genannten Bedingungen für gelingende Reflexion bieten. Es basiert auf der World-Café-Methode, die als Ideenschmiede entstand und vielfältig benutzt wird, um in Großgruppen kommunikativ zu interagieren. Die Gestaltungsprinzipien eröffnen einen Raum, in dem Ideen sich in der Gruppe entwickeln und mit anderen verbunden werden können. Im Zentrum steht die Erzeugung einer Atmosphäre, in der kreativ, zielgerichtet und friedvoll verschiedene Perspektiven aufeinander treffen können. Neben einem gastfreundlichen Raum und vorab entwickelten Fragen, die für die Teilnehmer bedeutsam sind, stehen hier die Moderatoren und Teilnehmer in der Pflicht, jede Aussage gelten zu lassen und unterschiedliche Sichtweisen auf Gemeinsamkeiten zu untersuchen, statt sie „auszufechten“. Gemeinsam werden in den Äußerungen Muster und Einsichten gesucht und Entdeckungen miteinander geteilt (vgl. BROWN & ISAAC 2007).

Da das World Café für Unternehmen und damit erwachsene Teilnehmer konzipiert wurde, Diskussionen mit Lernenden jedoch unter anderen Voraussetzungen und mit anderen Fähigkeiten der Teilnehmer verlaufen, wird die Methodik modifiziert. Die Moderation wird nicht von Diskussionsteilnehmern, sondern von geschulten Betreuern übernommen. Ihre Aufgabe ist es, die Gesprächsrunde zu eröffnen, zu vermitteln, Ähnlichkeiten und Unterschiede der Äußerungen herauszustellen und Gesprächsimpulse zu bieten, wenn die Lernenden z.B. schüchtern oder still sind. Auch Tischfragen und Diskussionsleitung sind konkret auf die Förderung von Wissenschaftsverständnis bezogen. Ziel ist es nicht, neue philosophische Ansätze für die Wissenschaftstheorie zu entwickeln, sondern neue Einsichten über die Natur der Naturwissenschaften und Forschungsprozesse zu erlangen.

### **3 Fragestellungen und Hypothesen**

Im Angesicht der bisherigen Forschung, die gelenkte reflexive Betrachtungen wissenschaftlicher Arbeit als WV-förderlich und implizitem Lernen von WV-Inhalten als überlegen ausweisen konnte, stellen sich folgende Fragen:

1. Fördern moderierte Reflexionsgruppengespräche über im Schülerlabor durchgeführte Forschungsaktivitäten das Wissenschaftsverständnis?

Es wird angenommen, dass WV durch Forschungsaktivitäten mit anschließenden Reflexionsgruppengesprächen stärker gefördert wird, als ohne solche Reflexionen. Die Lernenden können zwar die Gesprächsthemen anders als bei KHISHFE (2008) frei wählen, werden jedoch durch die Leitfragen gestützt (siehe 4.3). Fehlende Bewertung der Inhalte kann von den Sprechenden durch Aushandlung der Inhalte ausgeglichen werden, sodass sie interaktiv voneinander profitieren (CHI & WYLIE 2013: 226).

2. Sind mehrfache Reflexionsgruppengespräche nach Forschungsaktivitäten dem einmaligen Reflexionsgespräch in der Wirkung überlegen?

Es wird davon ausgegangen, dass mehrfache Modulbesuche mit Reflexionsgesprächen notwendig sind, da kurzfristige Maßnahmen bereits bei LEACH ET AL. (2003) zu unbefriedigenden Ergebnissen führten.

## 4 Methodik

### 4.1 Studiendesign

Im Schuljahr 2013/14 wurden im basci Schülerlabor drei ökologische Forschendes-Lernen-Module durchgeführt. M1: *Bauer sucht Ernte* beschäftigt sich mit der fundierten Entscheidung für einen nachwachsenden Rohstoff auf einem bestimmten Acker, M2: *Flusskrebsinvasion* setzt sich mit der Verdrängung des Edelkrebses durch amerikanische Neozoen auseinander, M3: *Autobahn für Teneriffa* behandelt am Beispiel des Ringautobahnvorhabens durch einen Naturpark die Bedeutung von Ökosystemdienstleistungen. Die Probanden (16 Schulklassen Schulstufe 8-10, N=310) besuchen ein Modul/ drei Module und durchlaufen nach den Forschungsaktivitäten das *Reflexionscafé* oder nicht (2x2-Design, siehe Abbildung 2).

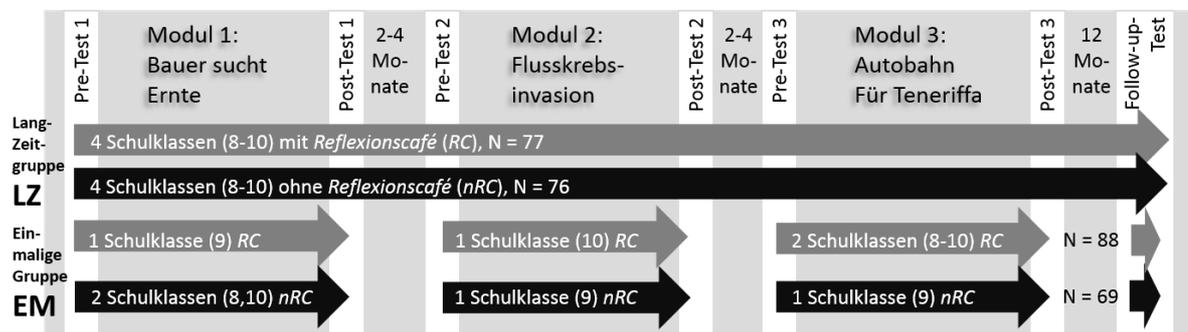


Abbildung 2: Studiendesign

### 4.2 Aufbau der Module

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit ist der Ablauf der Module konstant: Pretest ( $\frac{1}{4}$  h), Präsentation des Problems und Eingabe benötigten Vorwissens ( $\frac{1}{2}$  h), tutorierte Forschungsphase (2 h), Gruppendiskurs ( $\frac{1}{4}$ h) und Plenumsdiskussion im „Fishbowl“<sup>1</sup> ( $\frac{3}{4}$ h), Posttest ( $\frac{1}{4}$ h). Aufgrund der unterschiedlichen Themen der Module sowie aus Rücksicht auf Gewöhnungsprozesse der Langzeit-Gruppe (LZ) unterscheidet sich der IBSE-Öffnungsgrad (Inquiry based science education) der jeweiligen

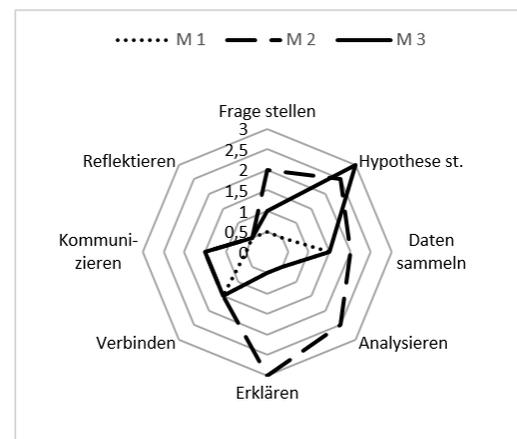


Abbildung 3: IBSE-Öffnungsgrade der Module; 1=Strukturiert, 2=Gelenkt, 3=Offen, 0=Fehlt

<sup>1</sup> Im inneren Kreis sitzen je ein Gruppenvertreter und der Moderator und diskutieren, im äußeren Kreis sitzen die übrigen, hören zu und lösen den jeweiligen Gruppensprecher bei Bedarf ab.

Forschungsphasen (Abbildung 3). Diese wurden mittels Expertenrating validiert. Die Forschungsaktivitäten sind in M1 hauptsächlich strukturiert angelegt, in M2 eher offen und in M3 strukturiert bis gelenkt (Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Inquiry based science education, Elemente und Öffnungsgrade (verändert nach NRC 2000: 29, Levy et al. 2011: 20)

IBSE-Elemente:	Forschungsfragen stellen, Hypothesen nennen, Daten sammeln, Analysieren, Erklären, Verbinden, Kommunizieren, Reflektieren					
Öffnungsgrade:	Offen	Offen mit Hilfen	Gelenkt	Stark gelenkt	Strukturiert	Stark strukturiert
	Die Lernenden entscheiden selbst, wie sie etwas machen.	Bei Bedarf können Lernende sich Rat in Hilfsangeboten holen.	Es werden Vorschläge, Formulierungshilfen, Hinweise geboten.	Die Lernenden können aus vorgegebenen Alternativen auswählen.	Es werden Vorgaben gegeben, die erweitert oder abgewandelt werden können.	Die Lernenden erhalten eine Vorgabe oder detaillierte Anleitung.

Nach dem Zufallsprinzip ermittelte acht der 16 Klassen nahmen zudem am *Reflexionscafé* (¾ h) teil (siehe 4.3) und absolvierte damit zusätzliche 45 Minuten (19%) Arbeitszeit.

### 4.3 Das *Reflexionscafé*

Das *RC* orientiert sich an den World-Café-Prinzipien (siehe 2.4): Eine zwanglose Atmosphäre wird aufgebaut und aufrechterhalten. Im Kontext WV-relevanter Fragen (vgl. Tabelle 1) wird jede Äußerung akzeptiert, unterschiedliche Perspektiven verdeutlicht und auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede hin untersucht. Zu jeder Frage findet eine Gesprächsrunde statt, in der Ideen still formuliert, dann ausgetauscht und moderiert diskutiert werden. Eingaben der Moderatoren oder wertendes Feedback sind nicht erlaubt. Impulsfragen zur Aufrechterhaltung und Lenkung des Gesprächs sind vorgegeben.

Das 45-minütige *RC* besteht aus drei Gesprächsrunden zu den Fragen:

1. Welche Vorgehensweisen naturwissenschaftlichen Arbeitens habt ihr heute angewendet? Und wozu?

Diese Frage ruft die konkreten Tätigkeiten der Modul-Arbeit hervor und verknüpft sie mit Absichten, Leistungen und Möglichkeiten naturwissenschaftlicher Methoden. Die Tätigkeiten werden zudem mit denen „echter“ Naturwissenschaftler und damit Vorstellungen über naturwissenschaftliches Arbeiten verglichen. Angesprochene WV-Aspekte sind: *Rechtfertigung naturwissenschaftlichen Wissens, Naturwissenschaftliche Praxis.*

2. Welche Ziele hatte das naturwissenschaftliche Arbeiten heute und hat es generell?

Das Ziel der Modularbeit wird herausgestellt und auf gesellschaftlicher, wissenschaftlicher und ökonomischer Ebene vernetzt. Es werden weitere Ziele und Zwecke naturwissenschaftlicher Arbeit beleuchtet und kritisch hinterfragt. Angesprochene WV-Aspekte sind: *Zweck der Naturwissenschaften, Entwicklung des naturwissenschaftlichen Wissens.*

3. Wie subjektiv waren eure heutigen Erkenntnisse und sind naturwissenschaftliche Erkenntnisse generell?

Einflüsse durch Forschende, ihre Herkunft, ihre Arbeitsethik und viele weitere Punkte werden hier angesprochen. Diese kritische Frage verlangt vom Lernenden, eigene Tätigkeiten auf subjektive Einflüsse hin zu untersuchen. Wem dies nicht möglich ist, kann auf allgemeiner Ebene über Subjektivität in Wissenschaften reflektieren. Angesprochene WV-Aspekte sind: *Entwicklung wissenschaftlichen Wissens, Rechtfertigung wiss. Wissens, Kreativität von Naturwissenschaftlern, Naturwissenschaftliche Praxis.*

#### 4.4 Methoden der Datenerhebung

Der eingesetzte Pre-Post-Fragebogen mit 5-stufiger Likertskala (1 = „Stimme überhaupt nicht zu“ bis 5 = „Stimme völlig zu“) zum WV besteht aus 28 Fragebogenitems. 21 wurden dem Instrument von KREMER (2010: 161-163) entnommen und 7 in Anlehnung an den VOSI (SCHWARTZ ET AL. 2008) entwickelt<sup>2</sup>. Wie in KREMERs Instrument zeigt bei positiven Items höhere Zustimmung informierteres und zunehmende Ablehnung je naiveres Wissenschaftsverständnis, bei negativen Items umgekehrt. Letztere werden für die Auswertung in positive Richtung umkodiert.

Anhand freier Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation sowie Reliabilitätsanalyse (Cronbachs  $\alpha$ ) wurden vier Skalen (Tabelle 3) mit insgesamt 18 Items ermittelt, die für die Messung signifikanter Unterschiede ( $p < .05$ ) bei verbundenen (Wilcoxon-Test) und unabhängigen Stichproben (Mann-Whitney-U-Test) verwendet werden (vgl. BORTZ 2005).

Es werden bei der Langzeitgruppe nur die Posttests miteinander verglichen, da in den Pretests – vor allem in Pre-M1 – trotz angemessener Schwierigkeitsindices (.03 bis .08) Großteils zu geringe Reliabilität erzielt wurde bzw. die Faktorenanalyse ungenügende Zusammenhänge ergab. In den Posttests war dies nicht der Fall.

---

<sup>2</sup> Die Skalen wurden der Expertenvalidierung unterzogen.

**Tabelle 3:** Wissenschaftsverständnis-Skalen

Skalenbezeichnung		Beispiel-Item	$\alpha$ pre (N)	$\alpha$ post (N)
Sicherheit des naturwissenschaftlichen Wissens (Kremer 2010)	5	Auf naturwissenschaftliche Fragen gibt es nur eine Antwort, auch wenn unterschiedliche Wissenschaftler ihr nachgehen.	,648 (504)	,675 (496)
Entwicklung des naturwissenschaftlichen Wissens (Kremer 2010)	4	Naturwissenschaftliche Theorien werden verändert oder ersetzt, wenn neue Beweise vorliegen.	,616 (562)	,692 (550)
Naturwissenschaftliche Praxis, bestehend aus: Rechtfertigung (Kremer 2010)/ Wissensch. Praxis (Birkholz in Anlehnung an Schwartz et al. 2008)	6	Gute Theorien stützen sich auf die Ergebnisse aus vielen verschiedenen Experimenten.	,724 (503)	,768 (493)
Zweck naturwissenschaftlicher Forschung (Kremer 2010)	3	Naturwissenschaftler führen Experimente durch, um neue Entdeckungen zu machen.	,619 (566)	,534 (554)

Der Fragebogen wird zudem an drei Zeitpunkten mit je drei Monaten Pause dazwischen bei einer Kontrollgruppe ohne Laborbesuche oder *Reflexionscafés* (7 Klassen 8-10) eingesetzt. Auch hier weisen die Skalen der ersten Befragung ungenügende Reliabilität auf.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 WV-Förderung in der EM-Gruppe

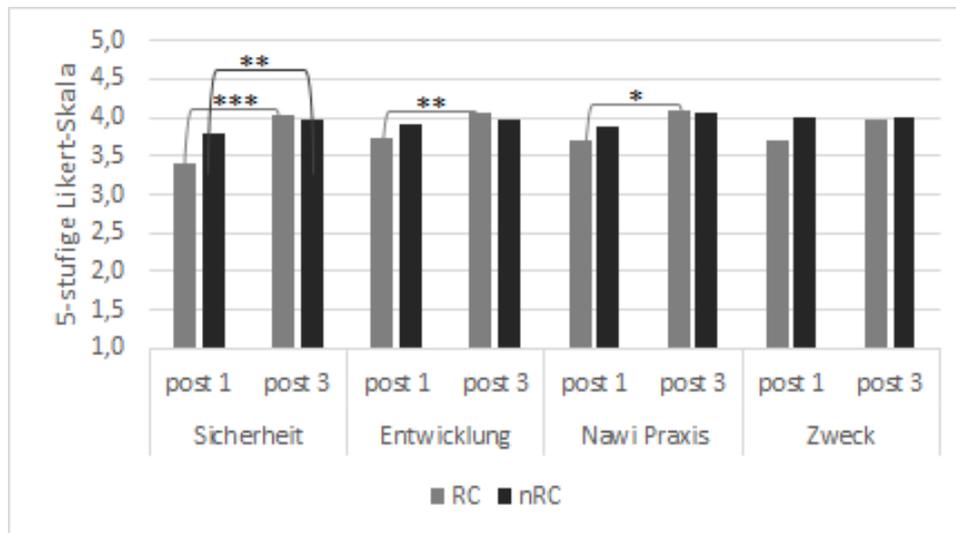
Von Pre- zu Posttest lassen sich in der Einmalig-Gruppe (EM) keine signifikanten Veränderungen beobachten, wobei der Pretest mangels Reliabilität nicht verwertet werden kann. Offenbar können Lernende bei erstem Kontakt (oder nach längerer Zeit) mit dem Fragebogen ihr WV nicht mit den Items in Zusammenhang bringen, verstehen die Items nicht auf Anhieb oder besitzen zu unstrukturierte Vorstellungen für eine konsistente Beantwortung.

Auch finden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten der RC- und nRC-Gruppe. Mit einmaliger Durchführung des RC kann, wie LEACH et al. (2003) bereits mit ihrer erfolglosen 45-minütigen Maßnahme feststellten, zumindest kurzfristig keine WV-Förderung erzielt werden.

Die Ergebnisse des zwölf Monate später durchgeführten Follow-Up-Tests werden einen Hinweis geben können, ob durch die Reflexionen möglicherweise langfristige Veränderungen im Blick auf eigene Forschungsarbeit und damit auf Aspekte des Wissenschaftsverständnisses verursacht wurden.

### 5.2 WV-Förderung in der LZ-Gruppe

Sowohl die RC- als auch die nRC-Gruppe (siehe Abbildung 4) verzeichnen im WV-Aspekt *Sicherheit* von M1 zu M3 signifikante Anstiege (RC:  $p < .0001$ ,  $d_{\text{Cohen}} .80$ ,  $N=44$ ; nRC:  $p < .001$ ,  $d_{\text{Cohen}} .78$ ,  $N=57$ ).



**Abbildung 4:** WV-Mittelwerte von M1 zu M3

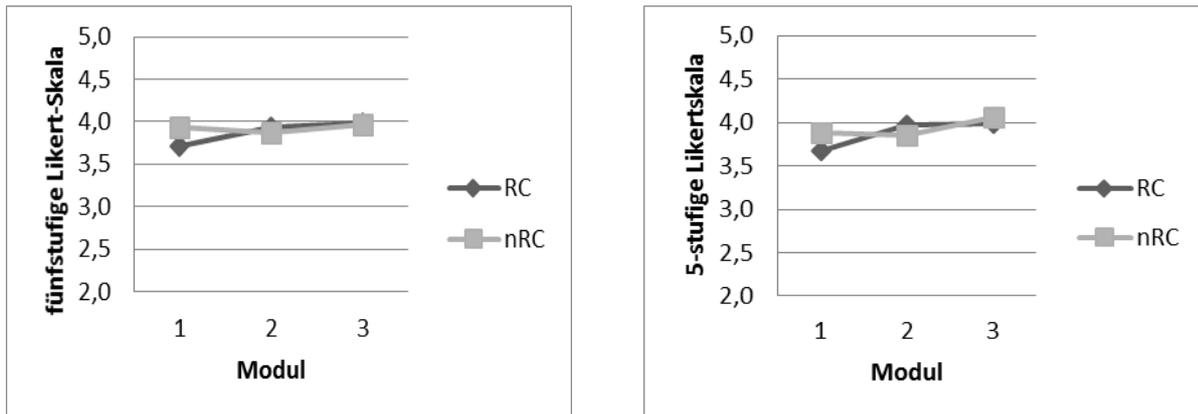
*Sicherheit* thematisiert die Ungewissheit des wissenschaftlichen Wissens, erkennbar z.B. an konträren Theorien zu einem Sachverhalt. Im Modul erleben die Lernenden innerhalb ihrer Gruppen unterschiedliche Interpretationen und in der Plenumsdiskussion, wie unterschiedliche Forschungsfoki zu deutlich unterschiedlichen Schlussfolgerungen führen können. Diese Qualität des bearbeiteten wissenschaftlichen Wissens schwingt nicht implizit während der Modularbeit mit, sondern tritt deutlich zutage, wodurch sich der Anstieg auch in der *nRC*-Gruppe erklären lässt.

Ähnlich den Ergebnissen von KHISHFE & ABD-EL-KHALICK (2002) und KHISHFE (2008), die auf Forschungsaktivitäten folgende reflexive Bearbeitung der WV-Aspekte als dem WV förderlich zeigen konnten, erfährt nur die *RC*-Gruppe in den Aspekten *Entwicklung* und *Naturwissenschaftliche Praxis* (siehe Abbildung 4) signifikante Zuwächse ( $p < .008$ ,  $d_{\text{Cohen}} .39$ ,  $N=48$ ;  $p < .043$ ,  $d_{\text{Cohen}} .49$ ,  $N=48$ ). Da *Entwicklung* im Modul nicht offenbar wurde, sondern nur im *RC* sichtbar werden konnte, wenn zumindest eine Lernende diesen Aspekt ansprach, sind die Reflexionsgespräche des *RC* als wahrscheinliche Ursache für diesen Anstieg anzusehen. Die qualitative Auswertung der Gespräche wird über Vorhandensein und Art und Weise dieser Reflexionen Aufschluss geben können. Die geringe Signifikanz des Zuwachses im Aspekt *Naturwissenschaftliche Praxis* überrascht, da *Reflexionscafé*-Frage 1 diesen Aspekt direkt behandelte. Möglicherweise ist hier der direkte Bezug zu eigenem Handeln eine Behinderung bei der Reflexion.

Der Aspekt *Zweck* wird von den Probanden eher inkonsistent beantwortet. Die Ursache dafür liegt vermutlich in einer fehlenden Passung der Items/Skala zu den Modulzielen. Die gesellschaftliche Fokussierung der Module wurde

nicht mit den auf Phänomene und Entdeckungen abzielenden Fragen als weitere mögliche Ziele zusammengebracht.

### 5.3 Verlauf der Niveauentwicklung über die Module hinweg



**Abbildung 5:** Verlauf WV-Aspekt *Entwicklung* & Verlauf WV-Aspekt *Naturwissenschaftliche Praxis*

Auffällig ist der Verlauf der Entwicklung, betrachtet man die drei Modulzeitpunkte (Abbildung 5). Während in der RC-Gruppe von M1 zu M2 der WV-Mittelwert im Aspekt *Entwicklung* und *Naturwissenschaftliche Praxis* um fast eine halbe Likert-Stufe ansteigt und zu M3 leicht abflacht, sinkt der Mittelwert der nRC-Gruppe von M1 zu M2 leicht, um dann wieder anzusteigen.

In beiden Aspekten liegt der Mittelwert der RC-Gruppe bei M1 unterhalb des nRC-Gruppen-Wertes, sodass hier stärkere Verbesserung möglich ist. Eventuell bewirkt das *Reflexionscafé*, durchgeführt nach unselbständiger wissenschaftlicher Arbeit, eine Verunsicherung bezüglich des WV, wenn die Forschungsaktivitäten mit den auf eigenes Forschen ausgelegten Leitfragen nicht in Zusammenhang gebracht werden können. Dann kann der Eindruck entstehen, die WV-Aspekte lägen den Forschungsaktivitäten nicht zugrunde.

Eine Verunsicherung könnte ebenso geschehen sein, wenn sehr offen vollzogene Forschung unreflektiert bleibt. Weg, Sinn und Ziel der Forschung wurden in den Modulen wenig vorstrukturiert, mussten Großteils selbst entwickelt werden. Ohne Explizierung von Beweggründen und Herangehensweisen können Lernende ihre naiven Vorstellungen von Forschung verfestigt oder erweitert haben.

Die Qualität der Reflexionsgespräche nach den einzelnen Modulen muss untersucht werden, um reflexive Unterschiede bezüglich des Offenheitsgrades aufdecken zu können.

## 6 Fazit

Nach mehrfacher Durchführung kann das *Reflexionscafé* eine Förderung des Wissenschaftsverständnisses in einigen der angesprochenen Aspekte unterstützen. Doch auch die Konstruktion der Lerngelegenheit bietet bereits Förderungspotenzial, wenn einzelne Aspekte durch Konfrontation sichtbar gemacht werden. Die Durchführung solcher IBSE-Einheiten liegt im Schülerlabor nahe, kann aber auch mit Einschränkungen im naturwissenschaftlichen Schulunterricht umgesetzt werden. Das *Reflexionscafé* ließe sich als Abschluss einer Unterrichtseinheit innerhalb einer Schulstunde durchführen, sodass die Lernenden Zeit und Raum für Sicherung, Konsolidierung, Konstruktion und Interaktion bekämen.

Im nächsten Schritt werden die Tonbandtranskripte der Reflexionsgespräche mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach MAYRING (2010) ausgewertet und untersucht, inwieweit IBSE-Öffnungsgrad, Reflexionsthemen, -niveau, -tiefe und Wissenschaftsverständnis zusammen hängen.

Des Weiteren wird anhand der stetig vom basi-Schülerlabor durchgeführten Begleitforschung zu situationellem und individuellem Interesse an Biologie, wahrgenommener konstruktivistischer Lernumgebung und anhand des gegebenen Feedbacks zu Schülerlabor und *Reflexionscafé* bewertet, in welchem Ausmaß die Methode tatsächlich das Erreichen der übergeordneten Schülerlaborziele unterstützt.

## Zitierte Literatur

- ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N.G. (2000): The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, **37**(10), 1057-1095.
- BORTZ, J. (2005): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, 6. vollst. überarb. u. akt. A. Springer, Heidelberg.
- BROWN, J. & ISAAC, D. (2007): Das World Café. Kreative Zukunftsgestaltung in Organisation und Gesellschaft. Carl Auer, Heidelberg.
- CHI, M. & WYLIE, R. (2014): The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, **49**(4), 219-243.
- ELSTER, D. (2010): Zum Interesse Jugendlicher an den Naturwissenschaften. Ergebnisse der ROSE Erhebung aus Deutschland und Österreich. Shaker, Aachen.
- ELSTER, D., GLADE, U., HERRMANN, S. & SCHULTZ-SIATKOWSKI, A. (2011): Backstage Science – Forschungsbasiertes Lernen im Oberstufenlabor. In: FDdB [Hrsg.]: Internationale Tagung der FDdB im Vbio „Didaktik der Biologie – Standortbestimmung und Perspektiven“. Universitätsdruck, Bayreuth, 92-93.
- ESPINOZA, F (2012). The Nature of Science. Integrating Historical, Philosophical, and Sociological Perspectives. Rowman & Littlefield, Lanham.
- FELT, U. (2008): Gestaltungsversuche des Verhältnisses von Naturwissenschaften und Gesellschaft. Leben und implizites Lernen von Bürger/inne/n in der Wissenschaft. Report, **3/2008**(31), 32-43.

- HATTON, N. & SMITH, D. (1995): Reflection in Teacher Education: Towards Definition and Implementation. *Teaching & Teacher Education*, **11**(1), 33-49.
- KC (2009): Biologie. Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Fachgymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg. Niedersächsisches Kultusministerium, Hannover.
- KHISHFE, R. (2008): The Development of Seventh Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, **45**(4), 470-496.
- KHISHFE, R. & ABD-EL-KHALICK, F. (2002): Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, **39**(7), 551-578.
- KREMER, K. (2010): Die Natur der Naturwissenschaften verstehen – Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I. Universität Kassel.
- LEACH, J., HIND, A. & RYDER, J. (2003): Designing and Evaluating Short Teaching Interventions About the Epistemology of Science in High School Classrooms. *Science Education*, **87**(6), 831-848.
- LEDERMAN, N.G. (2007): Nature of Science: Past, Present and Future. In: ABELL, S.K. & LEDERMAN, N.G. [Hrsg.]: *Handbook of research on science education*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahawah NJ, 831-880.
- LEDERMAN, N.G. (2006): Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. In: FLICK, L.B. & LEDERMAN, N.G. [Hrsg.]: *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Springer, Dordrecht, 301-317.
- LEDERMAN, N.G. (1992): Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, **29**(4), 331-359.
- LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK, F. BELL, R.L. & SCHWARTZ, R. (2002): Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, **39**(6), 497-521.
- LEVY, P., LAMERAS, P., MCKINNEY, P. & FORD, N. (2011). Pathway. The Features of Inquiry Learning: theory, research and practice. Entnommen aus dem Projekt „The Pathway to Inquiry Based Science Teaching“ Website: <http://www.pathwayuk.org.uk.pdf> (29.09.2014).
- LIS (2008): Biologie. Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe. Qualifikationsphase. Landesinstitut für Schule, Bremen.
- MAYER, J. (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: KRÜGER, D. & VOGT, H. [Hrsg.]: *Theorien in der biomedizinischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Springer, Heidelberg, 177-186.
- MAYRING, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 11. vollst. überarb. A. Beltz, Weinheim.
- MILLAR, R. & OSBORNE, J. [Hrsg.] (1998): *Beyond 2000. science education for the future. a report with ten recommendations*. King's College London.
- MINNAMEIER, G. (2000): Die Genese komplexer kognitiver Strukturen im Kontext von Wissenserwerb und Wissensanwendung. In: NEUWEG, G.H. [Hrsg.]: *Wissen – Können – Reflexion. Ausgewählte Verhältnisbestimmungen*. Studienverlag, Innsbruck, 131-154.
- MOSS, D. M. (2001): Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, **23**(8), 771-790.
- NGUYEN, Q., FERNANDEZ, N., KARSENTI, T. & CHARLIN, B. (2014). What is reflection? A conceptual analysis of major definitions and a proposal of a five-component model. *Medical Education*, **48**, 1176-1189.
- NRC (2000): *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academy Press, Washington, D.C.
- SCHWARTZ, R., LEDERMAN, N. & LEDERMAN, J. (2008): *An Instrument To Assess Views Of Scientific Inquiry: The VOSI Questionnaire*. National Association for Research in Science Teaching (NARST), Baltimore.
- WILTSCHKE, H.A. (2013): *Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- ZEIDLER, D.L. & LEDERMAN, N.G. (1989): The effect of teachers' language on students' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, **26**(9), 771-783.

