

„Ein Experiment ist das, was der Lehrer macht.“**Schülervorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften**

Melanie Werner & Kerstin Kremer

M.Werner@uni-kassel.de

Universität Kassel, Didaktik der Biologie

Heinrich-Plett Str. 40, 34132 Kassel

Zusammenfassung

Wissenschaftsverständnis ist ein national wie international bedeutendes Bildungsziel und gilt als Grundlage für das Verstehen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Schülerinnen und Schüler sollen daher die Charakteristika der Natur der Naturwissenschaften (Nature of Science, NOS) kennen und verstehen. Erkenntnisse über die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler und über Möglichkeiten das Wissenschaftsverständnis zu fördern, sind jedoch bisher nicht konvergent genug, um daraus eindeutige Schlüsse ziehen zu können.

Zur Förderung des Wissenschaftsverständnisses der Lernenden wird neben dem experimentell-forschenden Unterricht auch der Einsatz von Fallbeispielen aus der Wissenschaftsgeschichte vorgeschlagen. Um festzustellen, welches Wissenschaftsverständnis Schülerinnen und Schüler am Ende der Sek. I entwickelt haben und ob wissenschaftshistorischer Unterricht zur Förderung eingesetzt werden kann, wurde eine unterrichtliche Intervention durchgeführt und das Wissenschaftsverständnis der Lernenden mit einem Messinstrument im Pre-/Posttest-Design ermittelt.

Abstract

The development of an understanding of the Nature of Science is a nationally as well as internationally accepted goal of education. Besides this, it is considered to be the basis for the perception of Scientific Inquiry. This means students should know and understand the characteristics of the Nature of Science (NOS). However, insights concerning students' competences and findings about ways of improving the understanding of science have so far not been convergent enough to draw clear conclusions.

In order to support students' understanding about science, classes based on case-studies retrieved from the history of science are recommended next to experimental-explorative ways of teaching. In order to assess what kind of knowledge and understanding about the Nature of Science learners have acquired until the end of middle-school and if conceptions of Dimension of NOS can be developed by historically based lessons students' believes were captured via pre-/posttest-design by using a measure based on the Views on Nature of Science Questionnaire.

1 Einleitung

Die Erkenntnisgewinnung ist einer der im Zuge der Bildungsstandards eingeführten Kompetenzbereiche der Naturwissenschaften. Ein wichtiger Teil der Erkenntnisgewinnung ist das Wissenschaftsverständnis (MAYER, 2007). Es beschreibt, dass Schülerinnen und Schüler verstehen sollen, wie Wissenschaftler arbeiten, wie Wissen in den Naturwissenschaften gewonnen und weiterentwickelt wird, kurz: Schülerinnen und Schüler sollen die Charakteristika der *Natur der Naturwissenschaften*⁹ kennen und verstehen. Studien ergaben bisher jedoch keine homogenen Erkenntnisse darüber, wie wissenschaftlich adäquat das Wissen und die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über die Natur der Naturwissenschaften sind. Deutlich wurde allerdings, dass Förderungsbedarf besteht (KHISHFE & ABD-EL-KHALICK, 2002; LEDERMAN et al., 2002; OSBORNE et al., 2003; URHAHNE et al., 2008). Um das Wissenschaftsverständnis der Schülerinnen und Schüler zu fördern, wird in der Literatur neben dem experimentell-forschenden Unterricht auch der Einsatz von Fallbeispielen aus der Wissenschaftsgeschichte empfohlen (MCCOMAS, 2008).

Um herauszufinden, welche Vorstellungen Lernende der Mittelstufe bezüglich der Natur der Naturwissenschaften haben, wurde ein Fragebogen im Pre-Post-Verfahren eingesetzt. Es wurde untersucht, ob die Schülervorstellungen in bestimmte Kategorien zusammengefasst werden können, wie wissenschaftlich angemessen die Schülervorstellungen sind und ob eine unterrichtliche Intervention mit Bezug zur Wissenschaftsgeschichte und zu historischen Prozessen der Wissensgenese ihren Zweck – nämlich das Wissenschaftsverständnis zu fördern – erfüllen konnte.

2 Theorie

Die Entwicklung angemessener Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften gilt als zentrales Bildungsziel und ist Grundlage der naturwissenschaftlichen Bildung (*Scientific Literacy*) (MAYER et al., 2004). Internationale Standards enthalten bereits seit einiger Zeit die Forderung, das Wissen und Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften zu fördern und in den naturwissenschaftlichen Unterricht einzubetten (AAAS, 1990; DFEE & QCA, 2000; NRC, 1996).

⁹ Im anglo-amerikanischen Raum unter dem Begriff *Nature of Science (NOS)* bekannt.

Im Folgenden wird erläutert, was hier unter dem Konzept der Natur der Naturwissenschaften verstanden wird. Außerdem wird die Relevanz von wissenschaftshistorischen Ansätzen für die Förderung des Wissenschaftsverständnisses dargestellt.

2.1 Was ist die Natur der Naturwissenschaften?

Bei dem Versuch das Konzept der Natur der Naturwissenschaften näher zu definieren trifft man auf divergierende Meinungen und Vorstellungen bei Wissenschaftsphilosophen, -historikern und -soziologen bezüglich des Inhalts und der Relevanz dieses Konzepts (LEDERMAN et al., 2002). Zu welchen Dimensionen die Schülerinnen und Schüler im Bereich der Natur der Naturwissenschaften Kompetenzen erlangen sollen, kann nur intersubjektiv entschieden werden (URHAHNE et al., 2008).

Im Folgenden wird das Konzept der Natur der Naturwissenschaften nach URHAHNE et al. (2008) in Anlehnung an die Darstellung von OSBORNE et al. (2003), bestehend aus drei Unterkategorien (s. Abbildung 1), verstanden. Wie von LEDERMAN (2006) vorgeschlagen wurde sich hier nur auf die Aspekte fokussiert, über die vorwiegend Einigkeit besteht. Die dargestellten Dimensionen werden im Folgenden inhaltlich erläutert.

Vorstellungen über naturwissenschaftliche Methoden

Der empirische Charakter der Naturwissenschaften: Naturwissenschaftliche Erkenntnisse beruhen auf empirischen Belegen, die fortlaufend hinterfragt werden müssen (HARMS et al., 2004; URHAHNE et al., 2008). Dabei kann nicht nur ein einzelner Versuch eine naturwissenschaftliche Theorie belegen (MCCOMAS & OLSON, 1998). Naturwissenschaftliches Wissen wird des Weiteren grundsätzlich mit Skepsis betrachtet (URHAHNE et al., 2008).

Struktur und Ziel von Experimenten: Experimente werden in der Schule und in den Naturwissenschaften nicht zum Selbstzweck eingesetzt und dienen nicht nur der Veranschaulichung naturwissenschaftlicher Phänomene. Vielmehr haben Experimente für die Naturwissenschaften einen hohen Wert als Erkenntnismethode, um zu neuem Wissen und neuen Erkenntnissen zu gelangen (LEDERMAN et al., 2002).

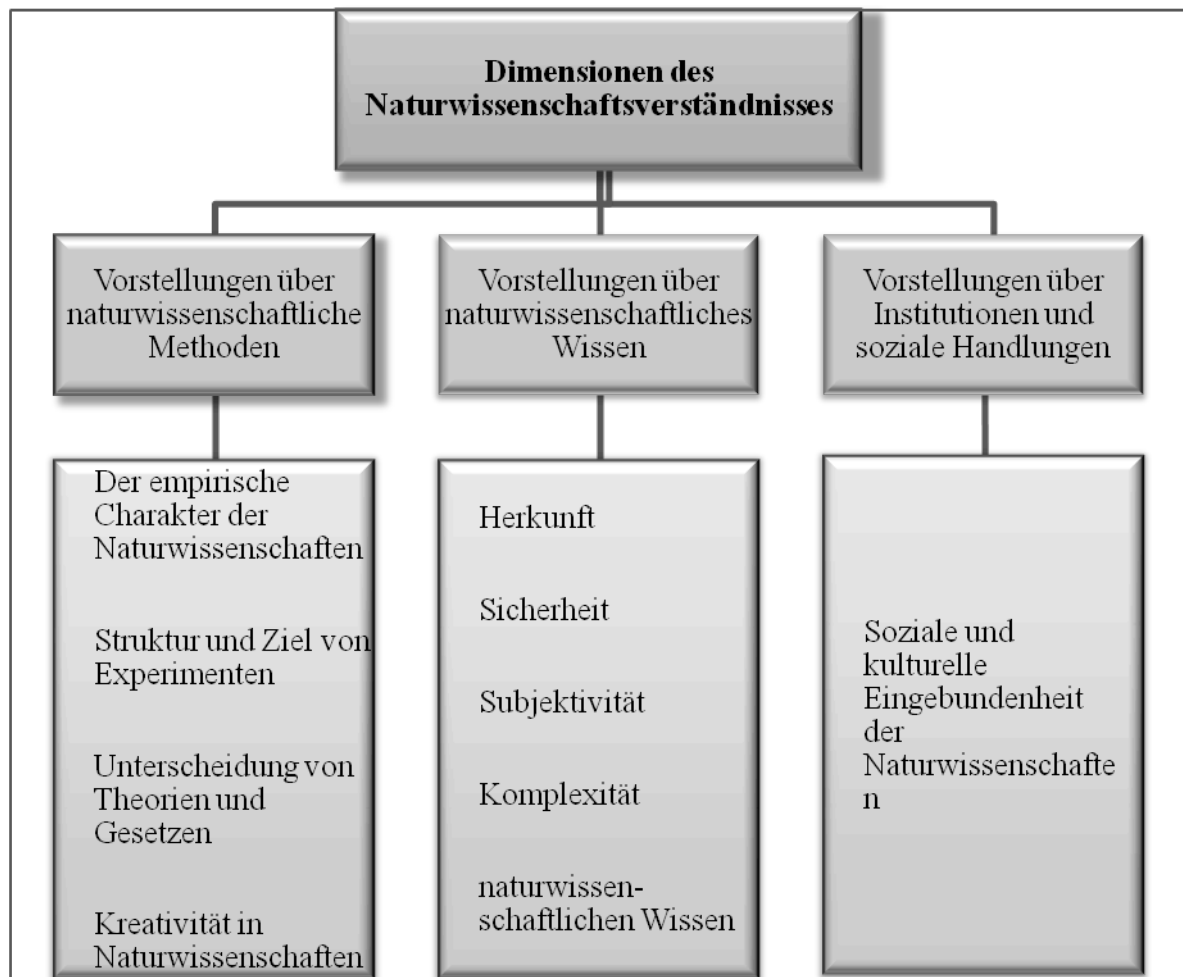


Abb. 1: Dimensionen des Naturwissenschaftsverständnisses

Unterscheidung von Theorien und Gesetzen: Theorien und Gesetze haben in den Naturwissenschaften zwei vollständig unterschiedliche Funktionen inne. Naturwissenschaftliche Gesetze sind Beschreibungen naturwissenschaftlicher Phänomene während Theorien als Erklärungsversuche für untersuchbare Phänomene gelten. Theorien werden weder zu Gesetzen noch besteht eine hierarchische Beziehung zwischen ihnen (LEDERMAN et al., 2002).

Kreativität in Naturwissenschaften: Obschon Naturwissenschaft sich auf Empirie stützt, sind auch Vorstellungskraft und Kreativität wichtige Bestandteile der Wissensgenese (LEDERMAN et al. 2002). Die „Gewinnung naturwissenschaftlichen Wissens [ist] kein vollkommen rationaler und absolut logischer Prozess“ (URHAHNE et al. 2008, 13).

Vorstellungen über naturwissenschaftliches Wissen

Herkunft naturwissenschaftlichen Wissens: Naturwissenschaftliches Wissen und Erkenntnisse gehen nicht allein auf ausgebildete Wissenschaftler zurück. Menschen aller Kulturen, jeden Alters und jeder Vorbildung können etwas zum naturwissenschaftlichen Wissensfundus beitragen. Behauptungen von Naturwissenschaftlern dürfen und sollen von jedermann mit Skepsis betrachtet und nicht als umfassende ‚Wahrheit‘ angesehen werden und auch Nicht-Wissenschaftler können und sollen naturwissenschaftliche Erkenntnisse kritisch betrachten und selbst Erkenntnisse und neue Möglichkeiten entdecken (URHAHNE et al., 2008).

Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens: Wissen in den Naturwissenschaften kann niemals absolut oder sicher sein (LEDERMAN et al., 2002; URHAHNE et al., 2008). Neue Beweise und Hinweise entstehen beispielsweise durch neue Technologien und Denkweisen und Veränderungen kultureller oder sozialer Elemente. Verschiebungen von Forschungsschwerpunkten führen dazu, dass vorherige Erkenntnisse im Lichte dieser neuen Erfahrungen und des neuen Wissens neu interpretiert und betrachtet werden müssen (LEDERMAN, 2002). Tatsächlich stehen naturwissenschaftliche Gesetze, Theorien und Hypothesen also nie dogmatisch fest oder können als für alle Zeit gültig angesehen werden, ganz gleich, wie gut sie belegt wurden (LEDERMAN et al., 2002)

Subjektivität naturwissenschaftlichen Wissens: Wissenschaft basiert auf Observationen der Natur und empirischen Untersuchungen. Dennoch hat die Wissenschaft zu den meisten natürlichen Phänomenen keinen (direkten) Zugriff und Observationen und Erkenntnisse können nur durch den Filter der Wahrnehmung aufgenommen und basierend auf dem jeweiligen theoretischen Hintergrundwissen und eigenen Erfahrungen interpretiert und dargestellt werden (LEDERMAN et al., 2002). Damit kann keine Erkenntnis und kein Wissen in den Naturwissenschaften eindeutig und ausschließlich als objektiv angesehen werden.

Komplexität naturwissenschaftlichen Wissens: Es wird stets versucht, naturwissenschaftliche Formulierungen zu einfach wie möglich zu halten. Eine möglichst geringe Zahl von Erklärungen soll eine möglichst große Zahl an Phänomenen abdecken, Erklärungen sollen dabei eher allgemein gehalten werden. Die komplexeste Erklärung (Theorie, Hypothese, etc.) ist nicht zwangsläufig die zutreffendste (URHAHNE et al., 2008).

Vorstellungen über Institutionen und soziale Handlungen

Soziale und kulturelle Eingebundenheit der Naturwissenschaften: Es besteht eine Wechselbeziehung zwischen Naturwissenschaften und dem sozialen und dem jeweiligen kulturellen Umfeld. Naturwissenschaft wird im Kontext der Kultur ausgeübt und die Ausübenden sind ein Produkt dieser Kultur. Daher ist Wissenschaft nicht unabhängig von sozialen und kulturellen Einflüssen, sondern wird von diesen gelenkt (MCCOMAS & OLSON, 1998), ebenso wie Wissenschaft selbst Einfluss auf verschiedene Elemente und intellektuelle Bereiche der Kultur, in der sie existiert, hat (LEDERMAN et al., 2002).

2.2 Förderung des Wissenschaftsverständnisses durch den Einsatz wissenschaftshistorischer Fallbeispiele im Unterricht

Neben dem experimentell-forschenden Unterrichtsverfahren verweisen MAYER (2002) und LEDERMAN et al. (2002) auch auf den historisch-genetischen Ansatz zur Förderung des Wissenschaftsverständnisses. Der Einsatz von Fallstudien aus der Wissenschaftsgeschichte soll das Schülerverständnis bezüglich der Natur der Naturwissenschaften fördern, indem das naturwissenschaftliche Wissen dem Lernenden nicht als fertig und abgeschlossen sondern in seiner authentischen Genese präsentiert wird (ABDEL-KHALICK & LEDERMAN, 2000; IRWIN, 2000; MAMLOK-NAAMAN et al., 2005; McComas, 2008).

Durch den Einsatz von Fallbeispielen aus der Wissenschaftsgeschichte kann Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben werden, wissenschaftliche Erkenntnismethoden selbst anzuwenden sowie die Vorgehensweisen von Naturwissenschaftlern nachzuvollziehen. Anknüpfend können die Lernenden diese Prozesse reflektieren und erfahren wie und warum bestimmte Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

3 Fragestellungen

Das erste Ziel der Studie war herauszufinden, wie wissenschaftlich angemessen die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern über die Natur der Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe I sind. Des Weiteren hatte die Studie die Intention, aus den Schülerantworten Kategorien über unterschiedliche Ausprägungen des Wissenschaftsverständnisses innerhalb verschiedener Dimensionen abzuleiten. Diese Kategorien sollten einem

angemessenen (informierten¹⁰) bzw. weniger angemessenen Wissenschaftsverständnis zugeordnet werden. Durch einen Pre-/Post-Vergleich der Schülerantworten sollte zudem ermittelt werden, ob eine unterrichtliche Intervention mit Bezug zur Wissenschaftsgeschichte erfolgreich war. Daher lauten die Forschungsfragen:

- Wie wissenschaftlich adäquat (informiert) ist das Wissenschaftsverständnis von Schülerinnen und Schülern?
- Welche Kategorien über die verschiedenen Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften können aus den Schülerantworten abgeleitet werden?
- Wie verändert wissenschaftshistorisch basierter Unterricht das Verständnis von Schülerinnen und Schülern über die Natur der Naturwissenschaften?

4 Hypothesen

Für den deutschen Sprachraum liegen bisher keine differenzierten Ergebnisse darüber vor, wie ausgeprägt und wissenschaftlich adäquat das Wissen und die Vorstellungen von Lernenden über die Natur der Naturwissenschaften sind. Die vorliegenden Studien zeigen jedoch, dass durchaus noch Förderungsbedarf besteht (LEDERMAN et al., 2002; MAYER, 2004). Daher lautet die erste Hypothese:

- Das Wissenschaftsverständnis von Schülerinnen und Schülern ist wenig angemessen und informiert.

Da das Messinstrument Schülerantworten im offenen Antwortformat erfasst und die Lernenden zudem dazu angeregt wurden, eigene Beispiele zu nennen, kann vermutet werden, dass die Antworten genügend Informationen bieten, um daraus verschiedene Kategorien ableiten zu können. Daher lautet die zweite Hypothese:

- Aus den Schülerantworten können verschieden Kategorien abgeleitet werden, die das Wissen und die Vorstellungen der Schülerinnen über die

¹⁰ Wissenschaftlich adäquate Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften werden bei LEDERMAN et al. (2002) als informierte Vorstellungen bezeichnet. Diese Bezeichnung wird auch in dieser Studie verwendet.

Natur der Naturwissenschaften abbilden und angemessenen sowie weniger angemessenen Vorstellungen zugeordnet werden können.

Der Einsatz von wissenschaftshistorisch basiertem Unterricht wird neben dem experimentell-forschenden Unterricht zur Förderung des Wissenschaftsverständnisses empfohlen. Weiterhin wurde der Unterricht so konzipiert, dass die verschiedenen Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften explizit gefördert werden. Daher lautet die dritte Hypothese:

- Der Einsatz von wissenschaftshistorisch basiertem Unterricht trägt angemessenen und informierten Vorstellungen auf Seiten der Schülerinnen und Schüler über die Natur der Naturwissenschaften bei.

5 Methodik

Im Folgenden wird dargestellt, wie die Studie aufgebaut ist und durchgeführt wurde. Zu diesem Zweck wird das eingesetzte Messinstrument vorgestellt, der Ablauf der unterrichtlichen Intervention beschrieben und das Auswertungsverfahren erläutert.

5.1 Design der Fallstudie

Die Stichprobe der Studie bestand aus 22 Schülerinnen¹¹ einer 10. Klasse eines Gymnasiums. Die Vorstellungen dieser Schülerinnen über die Natur der Naturwissenschaften wurden zu Beginn und Ende eines fünfwöchigen Schulpraktikums Biologieunterricht mit einem Fragebogen (siehe 5.2) im Pre-/Post-Design erfasst. Anschließend erfolgte eine vierwöchige Intervention, die nach dem Konzept von KREMER & STÜBEN (2008) an ein Fallbeispiel aus der Wissenschaftsgeschichte angelehnt war. Kern des Unterrichts war die fiktive Diskussion zweier Wissenschaftler – Max von Pettenkofer und Robert Koch – die konkurrierende Theorien bzgl. des Ursprungs und der Vermeidung von Cholera aufstellten. Der Unterricht war in verschiedene Abschnitte unterteilt, die darauf ausgerichtet waren, das Wissen und Verständnis über verschiedene Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften explizit zu fördern (WERNER, 2010). Im Rahmen der Intervention konnten die Schülerinnen so beispielsweise die Entstehung von Theorien nachvollziehen, eigene Ergebnisse generieren, diese mit denen von Wissenschaftlern vergleichen und reflektiert hinterfragen,

¹¹ Die Studie wurde an einer Mädchenschule durchgeführt.

welchen Einfluss die Gesellschaft auf die Akzeptanz der Wissenschaft und wissenschaftlicher Entdeckungen hat.

5.2 Vorstellung des Messinstruments

Die Schülervorstellungen wurden mit einem Fragebogen (siehe Tabelle 1) mit offenem Antwortformat erfasst.

Item-nummer	Frage (<i>Dimension des Naturwissenschaftsverständnisses</i>)
1.	Was ist deiner Meinung nach Naturwissenschaft? (<i>Der empirische Charakter der Naturwissenschaften</i>)
2.	Was ist ein Experiment? (<i>Struktur und Ziel von Experimenten</i>)
3.	Wozu machen Naturwissenschaftler Experimente? (<i>Struktur und Ziel von Experimenten</i>)
4.	Sind Experimente nötig, um neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu erzielen? (<i>Struktur und Ziel von Experimenten</i>)
5.	Was ist eine naturwissenschaftliche Theorie und wie unterscheidet sie sich von naturwissenschaftlichen Gesetzen? (<i>Unterscheidung von naturwissenschaftlichen Theorien und Gesetzen</i>)
6.	Werden einmal aufgestellte Theorien von Naturwissenschaftlern weiterentwickelt? (<i>Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens</i>)
7.	Warum sollten Theorien in der Schule gelernt werden? (<i>Unterscheidung von naturwissenschaftlichen Theorien und Gesetzen</i>)
8.	Ist es deiner Meinung nach möglich, dass verschiedene Naturwissenschaftler anhand der gleichen Daten und Informationen zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen und Erklärungen kommen? (<i>Subjektivität in Naturwissenschaften</i>)
9.	Ist Wissenschaft deiner Meinung nach von sozialen, kulturellen und gesellschaftlichen Werten beeinflusst? (<i>Soziale und kulturelle Eingebundenheit der Naturwissenschaften</i>)
10.	Benutzen Naturwissenschaftler ihre Kreativität und Vorstellungskraft während ihrer wissenschaftlichen Untersuchungen? (<i>Kreativität in Naturwissenschaften</i>)
11.	Kannst du der Aussage zustimmen, dass naturwissenschaftliche Theorien, Gesetze etc. so einfach wie möglich formuliert sind? (<i>Komplexität naturwissenschaftlichen Wissens</i>)
12.	Können sich nur Naturwissenschaftler naturwissenschaftliche Forschungsfragen überlegen? (<i>Herkunft naturwissenschaftlichen Wissens</i>)

Tab. 1: Messinstrument zur Erfassung von Schülervorstellungen zur *Natur der Naturwissenschaften* und Zuordnung zu den NOS Dimensionen

Der Fragebogen ist an den *Views on Nature Of Science (VNOS) Questionnaire Form C* von LEDERMAN et al. (2002) angelehnt. Der Fragebogen von LEDERMAN et al. (2002) wurde zunächst ins Deutsche übersetzt und dann im Sinne dieser Untersuchung adaptiert: Abweichend vom Original wurden hier keine situationsspezifisch ausgerichteten Items eingesetzt, sondern inhaltlich allgemein gehaltene Fragen gestellt. Weiterhin wurden die einzelnen Items des Fragebogens so konzipiert, dass sie die Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften abdeckten, die untersucht werden sollten.

5.3 Auswertungsverfahren

Die Auswertung der Studie erfolgte im Rahmen einer ersten Staatsexamensarbeit (WERNER, 2010). Dabei wurden zunächst die Schülerantworten gemäß der qualitativen Inhaltsanalyse (MAYRING, 2007) untersucht und zu inhaltlich übereinstimmenden Kategorien zusammengefasst, so dass zu jeder Dimension der Natur der Naturwissenschaften verschiedene Kategorien generiert wurden. Die Kategorien wurden anschließend basierend auf den theoretischen Grundlagen aus der Literatur und angelehnt an das Auswertungsverfahren von LEDERMAN et al. (2002) in *naiv* und *informiert* unterteilt. In sich wurden die Kategorien, abweichend von dem Auswertungsverfahren von VORST (2007), jedoch nicht abgestuft, d.h. dass die Kategorien als mögliche Ausprägungen des Wissenschaftsverständnisses angesehen werden ohne dass Entwicklungsaspekte untersucht wurden. Nach der Erstellung der Kategorien wurden diese zusammengefasst, um herauszufinden, wie viele Schülerinnen bezüglich einer Dimension der Natur der Naturwissenschaften naive Vorstellungen hatten und wie viele informierte Antworten gaben.

Da einige Schülerinnen zu bestimmten Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften sowohl naive als auch informierte Antworten gaben, wurden diese Schülerantworten doppelt kodiert. Somit kann die Gesamtzahl der Schülerantworten bezüglich einer Dimension mehr als 22 betragen. Einige Schülerinnen äußerten keine Meinung zu bestimmten Dimensionen. Die Antworten dieser Schülerinnen konnten weder in *naiv*, noch in *informiert* eingestuft werden, da hier nicht bekannt war, welche Vorstellungen diese Schülerinnen hatten.

6 Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden exemplarisch die Ergebnisse von drei der neun untersuchten Dimensionen dargestellt und diskutiert, da der Raum hier nicht

die Darstellung aller Ergebnisse erlaubt und die dargestellten Dimensionen als exemplarisch für die gesamte Untersuchung stehen. Es wurde zu jeder der drei in 2.1 beschriebenen Unterkategorien stellvertretend eine Dimension ausgewählt:

Vorstellungen über naturwissenschaftliche Methoden: *Struktur und Ziel von Experimenten*.

Vorstellungen über das naturwissenschaftliche Wissen: *Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens*.

Vorstellungen über Institutionen und soziale Handlungen: *Soziale und kulturelle Eingebundenheit der Naturwissenschaften*.

Tabelle 2 zeigt, welche Kategorien aufgrund der Schülerantworten zur Dimension *Struktur und Ziel von Experimenten* generiert werden konnten und wie viele Schüler Vorstellungen im Pre- bzw. Posttest zu den jeweiligen Kategorien äußerten. Als informiert wurden die Antworten gewertet, die erkennen ließen, dass Experimente nicht bloß zur Veranschaulichung im Schulunterricht dienen, sondern auch eingesetzt werden, um neues zu erforschen und Erkenntnisse zu stützen. Es kann gezeigt werden, dass im Posttest mehr Schülerinnen informierte Ansichten haben, als im Pretest, während die Zahl der Schülerinnen, die naive Ansichten hatten, abnahm. So schrieb beispielsweise eine Schülerin im Pretest: „*Ein Experiment ist eine Übung, um etwas besser zu verstehen oder es sich besser vorstellen zu können. Diese Experimente werden je nach Gefahr vom Lehrer durchgeführt.*“ Die gleiche Schülerin schrieb im Posttest: „*Ein Experiment ist für mich wie ein Versuch, um etwas zu beweisen.*“ Die Schülerin hat also erkannt, dass Experimente nicht nur in der Schule eingesetzt, um etwas zu veranschaulichen, sondern auch ihren Nutzen in der Wissenschaft haben.

	Code	Kategorie	Schülerzahl im Pretest	Schülerzahl im Posttest
Informiert	E1	Experiment als Beweis	n=4	n=11
	E2	Experiment als Ausprobieren und zur Erforschung	n=11	n=12
Naiv	E4	Experiment als Veranschaulichung und Erklärung	n=12	n=5

Tab. 2: Kategorien der Schülervorstellungen zur Dimension: *Struktur und Ziel von Experimenten*

Welche Vorstellungen die Schülerinnen bezüglich der *Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens* hatten, wird in Tabelle 3 deutlich. Die Kategorien zeigen, dass einige Schülerinnen die eher naiven Vorstellungen hatten, dass Theorien nur weiterentwickelt werden, wenn sich herausstellt, dass sie falsch sind oder um sie – nachdem sie bestätigt wurden – zu Gesetzen zu machen. Im Posttest wurden diese Vorstellungen weniger geäußert und mehr Schülerinnen hatten die informiertere Ansicht, dass Theorien aufgrund neuer Erkenntnisse und durch verschiedenen Ansätze und Herangehensweisen weiterentwickelt werden können. Eine Schülerin schrieb im Pretest: „*Eine Theorie möchte man belegen, damit sie zum Gesetz wird. Eine Theorie ist etwas unsicheres und unklares.*“ und äußerte damit die naive Vorstellung, dass das Ziel Theorien weiterzuentwickeln ist, sie zu Gesetzen zu machen. Im Posttest hingegen vertrat die gleiche Schülerin dann die informiertere Vorstellung, dass Theorien durch neue Erkenntnisse weiterentwickelt werden können: „*Theorien werden weiter entwickelt, da man immer neue Aspekte entdeckt.*“

	Code	Kategorie	Schülerzahl im Pretest	Schülerzahl im Posttest
Informiert	S1	Theorien werden aufgrund neuer Erkenntnisse weiterentwickelt	n=9	n=18
	S2	Theorien können durch verschiedene Forschungsansätze weiterentwickelt werden	n=5	n=4
Naiv	S3	Theorien werden nur weiterentwickelt, wenn sie falsch sind	n=6	n=2
	S4	Theorien werden weiterentwickelt, damit sie zu Gesetzen werden und um Sachverhalte zu veranschaulichen	n=6	n=1

Tab. 3: Kategorien der Schülervorstellungen zur Dimension: *Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens*

Die Kategorien, die sich aus den Schülerantworten zur *sozialen und kulturellen Eingebundenheit der Naturwissenschaften* ableiten ließen, zeigen, dass die Schülerinnen im Pre- und Posttest sowohl die naive Vorstellung hatten, dass Wissenschaft frei von sozialen und kulturellen Einflüssen sei, als auch die informierte Ansicht, dass Wissenschaft beispielsweise durch Abhängigkeit von finanziellen Mitteln, Verfügbarkeit von Technologien und aufgrund des Einflusses von Werten und Normen einer Gesellschaft durchaus in eine Kultur eingebettet ist. Einige Schülerinnen hatten bereits im Pretest

informierte Vorstellungen, dennoch konnte die Zahl der informierten Schülerinnen im Posttest noch gesteigert werden. Dies zeigt sich beispielsweise in der Antwort einer Schülerin, die im Pretest schrieb: *„Wissenschaft sollte in jedem Fall allgemeingültig sein.“* und im Posttest antwortete: *„Die Wissenschaft wird von der Gesellschaft beeinflusst, allerdings sollten gleiche Versuche schon zum gleichen Ergebnis kommen, aber man darf und kann ja nicht überall das gleiche Forschen, Regeln in der Gesellschaft machen das nicht möglich.“*

	Code	Kategorie	Schülerzahl im Pretest	Schülerzahl im Posttest
Informiert	I1	Wissenschaft wird von wirtschaftlichen und technologischen Faktoren beeinflusst	n=6	n=9
	I2	Wissenschaft wird von sozialen und kulturellen Werten und Normen beeinflusst	n=11	n=13
Naiv	I3	Wissenschaft ist universell und wird nicht von sozialen und kulturellen Faktoren beeinflusst	n=9	n=7

Tab. 4: Kategorien der Schülervorstellungen zur Dimension: *Soziale und kulturelle Eingebundenheit der Naturwissenschaften*

Die Ergebnisse der Untersuchung der Schülervorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften dieser drei exemplarischen und auch der weiteren sechs Dimension zeigen, dass verschiedene Kategorien aus den Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften abgeleitet werden können. Da viele Schülerinnen zu Beginn der Studie noch wenig elaborierte und wissenschaftlich inadäquate Vorstellungen äußerten, kann darauf geschlossen werden, dass das Wissenschaftsverständnis weiter gefördert werden sollte.

Weiterhin wurde ersichtlich, dass einige Schülerinnen vor der Intervention bereits teilweise informierte Vorstellungen hatten, diese jedoch noch weiter gefördert werden konnten, da die Anzahl der Schülerinnen, die informierte Vorstellungen und Ansichten hatten innerhalb jeder Dimension zunahm, während die Anzahl derer, deren Vorstellungen noch naiv waren abnahm. Dies kann als Zeichen dafür gedeutet werden, dass die Intervention erfolgreich war.

7 Fazit

Die Ergebnisse der Studie haben gezeigt, dass die unterrichtliche Intervention erfolgreich war und als Basis für weitere Untersuchungen genutzt werden kann. Allerdings ist auch zu sagen, dass die Ergebnisse aufgrund der kleinen Stichprobe nicht verallgemeinert werden können. Weitere und größer angelegte Studien könnten, auch durch den Einsatz von Kontrollgruppen, genauere Erfassung der Schülerantworten durch Interviews und detaillierte Untersuchung der Wirksamkeit des wissenschaftshistorisch basierten Unterrichts, die Ergebnisse dieser Studie weiter ausschärfen. Da nur die Vorstellungen, die vom Fragebogen erfasst werden konnten, deutlich wurden, müssten Interviews eingesetzt werden, um genauer sagen zu können, welche Vorstellungen die Schülerinnen und Schüler über die Natur der Naturwissenschaften haben. Über die Ansichten und Vorstellungen, die nicht erfasst werden konnten, kann mit diesem Untersuchungsdesign keine Aussage getroffen werden. Aus diesem Grund ist es möglich, dass die Schülerinnen und Schüler elaborierte Vorstellungen und Wissen haben, dies jedoch aufgrund der Einschränkungen durch das Messinstrument nicht erfasst werden konnte.

Inhaltlich konnten erste Hinweise für Kategorien des Wissenschaftsverständnisses von Lernenden gefunden werden. Allerdings müsste eine größere Stichprobe erst zeigen, ob das entwickelte Kategoriensystem auf andere Lernende übertragen werden kann. Weiterhin könnten die Kategorien der Schülerantworten zu den verschiedenen Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften nach Grad des Wissenschaftsverständnisses abgestuft werden. Um die Verbesserung/Entwicklung des Wissenschaftsverständnisses individuell nachvollziehen zu können, könnten die Schülerinnen und die Veränderung ihres Verständnisses von der Natur der Naturwissenschaften individuell genauer untersucht werden.

Zitierte Literatur

- AAAS, AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1990): Science for all Americans: Education for a changing future. Oxford University Press, New York, NY.
- ABD-EL-KHALICK F. & N.G. LEDERMAN (2000): The Influence of Science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching* 37, 1057-1095.
- DFEE & QCA, DEPARTMENT FOR EDUCATION AND EMPLOYMENT & QUALIFICATIONS AND CURRICULUM AUTHORITY (2000): Science: The National Curriculum for England: Key Stages 1-4. Stationary Office Books, London.

- HARMS, U., J. MAYER, M. HAMMANN, H. BAYRHUBER & U. KATTMANN (2004): Kerncurriculum und Standards für den Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In: TENORTH, H.-E. [Hrsg.]: Kerncurriculum Oberstufe II. Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 22-84.
- IRWIN, A. R. (2000): Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education* **84**, 5-26.
- KHISHFE, R. & F. ABD-EL-KHALICK (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**, 551-578.
- KREMER, K. & W. STÜBEN (2008): Cholera in Hamburg: Wissenschaft historisch verstehen. *Unterricht Biologie: Fächerübergreifender Unterricht* **336**, 7-12.
- LEDERMAN, N.G. (2006): „Definitions“ of Nature of Science and Scientific Inquiry that guide Project ICAN: a cheat sheet. Online verfügbar unter: <http://msed.iit.edu/projectican/documents/Subjectmatterwithoutcontext-acheatsheet.pdf>, [03.09.2009].
- LEDERMAN, N.G., F. ABD-EL-KHALICK., R.L. BELL & R.S. SCHWARTZ (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**, 497-521.
- MAMLOK-NAAMAN, R., R. BEN-ZVI, A. HOFSTEIN, J. MENIS & S. ERDURAN (2005): Learning science through a historical approach: Does it affect the attitudes of non-scienceoriented students towards science? *International Journal of Science and Mathematics Education* **3**, 485-507.
- MAYER, J. (2002): Vom Schulversuch zum Forschenden Unterricht: Wissenschaftliches Arbeiten im Biologieunterricht am Beispiel der Fotosynthese. Materialien zum BLK-Programm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. IPN, Kiel.
- MAYER, J. (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: KRÜGER, D. & H. VOGT [Hrsg.]: Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden, Springer, Berlin, 177-186.
- MAYER, J., U. HARMS, M. HAMMANN, H. BAYRHUBE & U. KATTMANN (2004): Kerncurriculum Biologie der gymnasialen Oberstufe. *Mathematisch Naturwissenschaftlicher Unterricht* **57**, 166-173.
- MAYRING, P. (2007): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz, Weinheim.
- MCCOMAS, W.F. (2008): Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education* **17**, 249-263.
- MCCOMAS, W. F. & J.K. OLSON (1998): The nature of science in international science education standards documents. In: MCCOMAS, W.F. [Hrsg.]: The nature of science in science education: Rationales and strategies. Kluwer Academic, Dordrecht, 41-52.
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996): National science education standards. Washington, DC: National Academy Press. Online verfügbar unter: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962, [28.09.2009].
- OSBORNE, J., S. COLLINS, M. RATCLIFFE, R. MILLAR & R. DUSCHL (2003): What “ideas about science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching* **40**, 692-720.
- URHAHNE, D., K. KREMER & J. MAYER (2008): Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft* **36**, 72-94.
- VORST, S. (2007): „Wenn man etwas nicht erklären kann, sollte man versuchen, es zu verstehen.“ Die Entwicklung eines Kategoriensystems zur Ermittlung des Wissenschaftsverständnisses von Schülerinnen und Schülern der 5. und 6. Jahrgangsstufe. In: VOGT, H., D. KRÜGER, A. UPMEIER ZU BELZEN, M. WILDE & K. BÄTZ [Hrsg.]: Erkenntnisweg Biologiedidaktik **6**. Universitätsdruckerei, Kassel, 53-67.
- WERNER, M. (2010): Wissenschaft verstehen lernen – Eine qualitative Studie zu Schülervorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften. (Justus-Liebig-Universität Giessen, unveröffentlichte Staatsexamensarbeit).

