

ÄSTHETISCHE ZUGÄNGE ZUR CHEMIE

Wirkungen der ikonologischen Erkenntnismethode des Kunsthistorikers
Erwin Panofsky auf den Chemieunterricht

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel



vorgelegt von
Monika Kuchnowski

Kiel
Oktober 2008

Referent/in:

Korreferent/in:

Tag der mündlichen Prüfung:

Kiel,

Zum Druck genehmigt:

Der Dekan

ZUSAMMENFASSUNG

Aus der Literatur ist bekannt, dass die Lernenden Schwierigkeiten haben die Inhalte des Schulunterrichts auf ihren Alltag und auf sich selbst zu beziehen. Denn zum einen wird im Unterricht kaum Wert darauf gelegt, Möglichkeiten zu schaffen eigene Erfahrungen zu sammeln und eine persönliche Beziehung zum Sachverhalt aufbauen zu können. Zum anderen wird den Lernenden im Alltag jedoch das abverlangt, was den Planern der Schule bisher nicht gelungen ist - die Fächer miteinander zu verbinden. Dies bedeutet, dass es sowohl eine Kluft zwischen den einzelnen Disziplinen der Wissenschaften gibt, als auch zwischen dem eigenen Alltag und der meist fremden Wissenschaftswelt.

Diese Arbeit geht der Frage nach, inwieweit die ikonologische Erkenntnismethode des Kunsthistorikers Erwin Panofsky im Chemieunterricht erfolgreich umgesetzt werden kann, um die oben geschilderten Probleme zu verringern. Das Grundgerüst dieser Methode bilden drei Stufen, die aufeinander aufbauen, aber nahtlos ineinander übergehen. Bei der ersten Stufe steht die sinnliche Wahrnehmung im Zentrum, bei der zweiten Stufe die Inter- und Intradisziplinarität und bei der dritten Stufe - als Synthese der ersten beiden Stufen - die eigentliche Erkenntnis und die Bedeutung der Phänomene oder Sachverhalte. An dieser Studie nahmen sechs Lehrkräfte mit ihren insgesamt zehn Klassen teil. Nach einem Losverfahren wurden zwei Gruppen mit jeweils drei Lehrkräften und ihren fünf Klassen gebildet („Panofskygruppe“ und „Vergleichsgruppe“). Der Unterricht beider Gruppen war zwar inhaltlich identisch, unterschied sich jedoch im methodischen Vorgehen und in der Unterrichtsphilosophie. Die Panofskygruppe unterrichtete nach der ikonologischen Methode und die Vergleichsgruppe so, wie sie es bisher gewöhnt war. Vor und nach der Intervention, sowie vier Monate nach Ende der untersuchten Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“, wurden vergleichende Tests durchgeführt und mit Hilfe von Fragebögen ermittelt, welche Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen.

Die Auswertung der Ergebnisse hat gezeigt, dass sowohl direkt nach der Intervention als auch vier Monate nach deren Ende, positive Entwicklungen und signifikante Unterschiede in der Panofskygruppe im Gegensatz zur Vergleichsgruppe festzustellen sind.

Dies zeigte sich u.a. im höheren Interesse am Chemieunterricht, einer positiveren Beschreibung der Chemie, der Chemiker und des eigenen Chemieunterrichts. Besonders deutlich wurden jedoch die Disparitäten zwischen den Untersuchungsgruppen in den eingesetzten Tests zum Wissen und zur Kompetenzförderung. Im Wissenstest sind die Untersuchungsgruppen zwar direkt nach der Unterrichtseinheit kaum zu unterscheiden, aber vier Monate danach erreicht die Panofskygruppe signifikant bessere Werte als die Vergleichsgruppe. In den beiden Tests zur Kompetenzförderung liegen zu beiden Erhebungszeitpunkten die Mittelwerte der Panofskygruppe signifikant höher als bei der Vergleichsgruppe. Diese positive Entwicklung spiegelt sich auch in der Einschätzung des eigenen Lernzuwachses durch die Lernenden der Panofskygruppe wider.

Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die ikonologische Erkenntnismethode unter den beschriebenen Voraussetzungen auch im Chemieunterricht erfolgreich eingesetzt werden kann.

ABSTRACT

A survey of literature reveals that adolescents have difficulties in relating of what they learn in school to everyday life and to themselves. This is firstly because the learners are not usually given the opportunity to make their own experience and to establish a personal relationship with the issues in question. Secondly, everyday life demands from the learners what the planners of school have not yet achieved - to cross-link different subjects. This means that there is not only a gap between individual disciplines of science, but also between personal everyday life and the - mostly alien - world of science.

This study explores the question to what extent the iconologic method of cognition, which was developed by the art historian Erwin Panofsky, can be used successfully in chemistry classes to lessen the above mentioned problems. The framework of this method consists of three levels that build on each other, yet merge seamlessly. The first level focusses on sensory perception, the second on inter- and intradisciplinary issues, and the third - as synthesis of the previous levels - on the actual cognition and the meaning of the facts or phenomena.

Six teachers and their altogether ten classes participated in this study. Two groups were formed by lot, containing three teachers with five classes each (the "Panofsky group" and the "control group"). The classroom instruction was identical in both groups with regard to content, but differed in methodology and philosophy of teaching. Teachers in the Panofsky group followed the iconologic method, while those in the control group kept teaching as they were used to.

Directly before and after the intervention, as well as four month after the end of the researched teaching unit on "chemical reaction", comparative tests were carried out and questionnaires were used in order to capture the differences between the groups.

Analyses of the results showed that both, directly after the intervention and four month later, positive developments and significant differences could be found in the Panofsky group compared with the control group.

Higher interest in chemistry classes and more positive descriptions of chemistry, chemists, and their own chemistry classes are among the outcomes. However, the differences between the two groups become particularly clear in the tests employed for knowledge and for competence promotion. Although the two groups are not distinguishable in the knowledge test directly after the teaching unit, four month later the Panofsky group achieves significantly higher scores than the control group. In both tests for competence promotion, the means of the Panofsky group are significantly higher than those of the control group in both times of survey. This positive development is also reflected in the learners' self-evaluation of their personal knowledge gain in the Panofsky group.

The results indicate that the iconologic method of cognition can be applied successfully in chemistry classes under the circumstances described in this study.

DANKSAGUNG

Allen voran gilt mein besonderer Dank Prof. Dr. R. Demuth, meinem „Doktorvater“.

Er hat mir trotz des so künstlerisch-philosophisch angehauchten Themas mit Rat und Tat, Offenheit und Grundvertrauen beiseite gestanden. Danke, dass ich mich bei Ihnen wie eine „Dokortochter“ aufgehoben fühlen durfte.

Dr. Wolfgang Bündler danke ich für die unermüdliche Unterstützung, ganzheitliche Betreuung und für die zu jeder Tageszeit geführten anregenden und spannenden Diskussionen. Du warst mir immer ein Spiegel meiner selbst und die vorantreibende Kraft. Monika Barfknecht, Simone Glockner und Werner Rathje gilt ein Dank für die zahlreichen und sofortigen Korrekturen.

Diese Studie hätte ohne die erfreuliche Unterstützung, das großartige Engagement und die konstruktive Mitarbeit der Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler nicht stattfinden können. Es war toll mit Euch/Ihnen zu arbeiten!

Den Kolleginnen und Kollegen der Chemieabteilung des IPN verdanke ich in einer angenehm konstruktiven Atmosphäre viele Anregungen und in Zeiten aufkommender Mutlosigkeit Unterstützung und Aufmunterung.

Ganz herzlicher Dank geht auch an meine Freunde, besonders an Simone, Pepe, Werner, Isabella, Linda und Wiebke, die mich immer bei Laune gehalten haben und an mich durchgehend und aus vollstem Herzen geglaubt haben.

Zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, einfach dafür, dass sie da sind und mir es ermöglicht haben da zu sein. Danke, dass Ihr und Du, mein lieber Bruder Dawid, mich bedingungslos in jeder Lebenssituation unterstützt habt und mir beiseite gestanden habt!

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	5
1. EINFÜHRUNG IN DAS THEMA DIESER ARBEIT	
DIE KLUFT ZWISCHEN FÄCHERN UND KULTUREN	7
2. ERWIN PANOFSKY UND DIE IKONOLOGISCHE ERKENNTNISMETHODE	10
2.1 Kurze Biographie von Erwin Panofsky	10
2.2 Panofskys Grundgedanken zur Erfassung der Wirklichkeit	10
2.3 Inhalt der ikonologischen Erkenntnismethode	13
2.3.1 Die erste Stufe: Primäres oder natürliches Sujet	13
2.3.2 Die zweite Stufe: Sekundäres oder konventionelles Sujet.....	14
2.3.3 Die dritte Stufe: Eigentliche Bedeutung oder Gehalt.....	14
2.4 Ein Beispiel für die ikonologische Erkenntnismethode	15
2.5 Tabellarische Darstellung der ikonologischen Erkenntnismethode	16
2.6 Die ikonologische Erkenntnismethode im Unterricht	17
3. KRITISCHE AUSEINANDERSETZUNGEN UND ANALYSEN IM BEREICH PÄDAGOGIK	
UND FACHDIDAKTIK ZUR IKONOLOGISCHEN ERKENNTNISMETHODE	
VON ERWIN PANOFSKY.....	20
3.1 Die Analyse der ersten Stufe der Erkenntnismethode	20
3.1.1 Einführung in die sinnliche Wahrnehmung	20
3.1.2 Die Rolle und Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung im Erkenntnisprozess.....	22
3.1.2.1 Historischer Abriss zur sinnlichen Wahrnehmung	23
3.1.3 Neurowissenschaftliche und lernpsychologische Forschungsergebnisse zur Bedeutung und Rolle der sinnlichen Wahrnehmung	26
3.1.3.1 Sinnliche Wahrnehmung aus Sicht der Neurowissenschaft.....	26
3.1.3.2 Sinnliche Wahrnehmung und Lernen als Konstruktion: über die Nutzlosigkeit von Belehrungen und Bekehrungen.....	27
3.1.4 Zur Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung in der Chemiedidaktik und im Chemieunterricht	30
3.1.4.1 Sinnlichen Wahrnehmung und kognitive Prozesse in der Erkenntnisentwicklung	34
3.1.4.1.1 Die „Entsinnlichung“ der Welt im Chemieunterricht und ihre Folgen	35
3.1.4.2 Sinnliche Wahrnehmung als Fundament	37
3.1.4.3 Sinnliche Wahrnehmung als persönliche Erfahrung	39
3.1.4.4 Die Reduktion der sinnlichen Wahrnehmung auf den visuellen Sinn	40
3.1.4.5 Die Erweiterung der sinnlichen Wahrnehmung: vom „naiven“ zum „wissenden“ Beobachter	41
3.1.5 Zusammenfassung.....	42
3.2 Die Analyse der zweiten Stufe der Erkenntnismethode.....	46
3.2.1 Die Einführung in die zweiten Stufe	46

3.2.2	Intradisziplinäre und interdisziplinäre Vernetzungen im Fachunterricht	47
3.2.2.1	Die Ganzheit eines Phänomens als intradisziplinäre Vernetzung.....	48
3.2.2.2	Die Ganzheit eines Phänomens als interdisziplinäre Vernetzungen	49
3.2.2.3	Die Verabsolutierung wissenschaftlicher Erkenntnisse	51
3.2.3	Zusammenfassung.....	53
3.3	Die Analyse der dritten Stufe der Erkenntnismethode	55
3.3.1	Einführung in die dritte Stufe	55
3.3.2	Der Mensch als ein Teil der Natur – ein mögliches Ziel	
	des naturwissenschaftlichen Unterrichts.....	56
3.3.2.1	Der Mensch als Teil der Natur - Chancen für die Umwelt.....	58
3.3.3	Kinder sind Philosophen	60
3.3.4	Zusammenfassung.....	62
4.	FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN.....	63
4.1	Die Frage zum Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht (Frage 1).....	63
4.2	Die Frage zum Bild von der Chemie (Frage 2).....	64
4.3	Die Frage zur Beschreibung des Chemieunterrichts (Frage 3)	65
4.4	Die Fragen zum Wissenserwerb (Frage 4, 5 und 6)	65
5.	METHODISCHER TEIL DER ARBEIT	67
5.1	Zeitlicher Ablauf der Studie	67
5.2	Die Stichprobenbeschreibung für die Untersuchungen	69
5.2.1	Die Beschreibung der Lehrkräfte und die Zuteilung zu den Gruppen.....	69
5.2.2	Die Beschreibung der Klassen	70
5.3	Vorbereitung der Intervention	70
5.3.1	Die erste Lehrerfortbildung (LF 1)	70
5.3.2	Die zweite Lehrerfortbildung (LF 2).....	72
5.3.3	Die dritte Lehrerfortbildung (LF 3)	73
5.3.4	Die vierte und fünfte Lehrerfortbildung (LF 4 und LF 5)	73
5.4	Der Unterrichtsverlauf nach der ikonologischen Erkenntnismethode von E. Panofsky.....	73
5.4.1	Das Grundgerüst der durchgeführten Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“	73
5.4.1.1	Das Beispiel „Stoffe verändern sich“ im Unterrichtsthema „Chemische Reaktion“ nach der ikonologischen Erkenntnis- methode. Ein Rückblick auf den ersten Teil der durchgeführten Unterrichtseinheit.....	77
5.5.	Erhebungsinstrumente	80
5.5.1	Die Schüler-Erhebungsinstrumente.....	80
5.5.1.1	Erhebungsinstrumente vor der Interventionsstudie.....	81
5.5.1.1.1	Kognitiver Fähigkeitstest (KFT)	81
5.5.1.1.2	Vortest Schülerfragebogen (SFB 1).....	81
5.5.1.2	Erhebungsinstrumente nach der Interventionsstudie	84
5.5.1.2.1	Nachtest Schülerfragebogen (SFB 2)	84
5.5.1.2.2	Der Wissenstest (WT 1).....	85

5.5.1.2.3	Kompetenzorientierter Test nach PISA (PT 1)	86
5.5.1.2.4	Der erweiterte Test (ET 1)	88
5.5.1.3	Untersuchungen vier Monate nach Interventionsende („Nach-Nachtests“)	89
5.5.1.3.1	Der Nachnachtest Schülerfragebogen (SFB 3)	89
5.5.1.3.2	Der Wissenstest (WT 2)	89
5.5.1.3.3	PISA-Test (PT 2)	90
5.5.1.3.4	Der erweiterte Test (ET 2)	90
5.5.2	Die Lehrkraft- Erhebungsinstrumente	91
5.5.2.1	Der Lehrerfragebogen vor der Intervention (LFB 1)	91
5.5.2.2	Der Lehrerfragebogen nach der Intervention (LFB 2)	92
6.	ERGEBNISSE	93
6.1	Allgemeines Vorgehen bei der Auswertung der Datensätze	93
6.2	Die Ergebnisse aus den Schüler-Erhebungsinstrumenten	94
6.2.1	Der kognitive Fähigkeitstest (KFT-Test)	94
6.2.2	Schülerfragebogen (SFB 1, SFB 2 und SFB 3)	95
6.2.2.1	Individuelle Vorbedingungen	95
6.2.2.2	Das Bild von der Chemie und von den Chemikern	96
6.2.2.3	Einschätzungsfragen aus dem Schülerfragebogen SFB	100
A	Interesse an Themen aus der Chemie	100
B	Naturwissenschaften in der Freizeit	101
C	Gründe für das Lernen von Chemie	102
D	Beschreibung des eigenen Chemieunterrichts	102
E	Faszination Technik und Natur	105
F	Kunst in der Freizeit	107
G	Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht	108
H	Einschätzung des eigenen Lernzuwachses	119
6.2.3	Die Tests	110
6.2.3.1	Wissenstest (WT 1, WT 2)	111
6.2.3.2	Kompetenzorientierter Aufgabentest nach PISA (PT 1, PT 2)	112
6.2.3.3	Erweiterter Test (ET 1, ET 2)	114
6.3	Die Ergebnisse aus den Lehrkraft-Erhebungsinstrumenten	115
6.3.1	Lehrerfragebogen (LFB 1, LFB 2)	115
7.	ZUSAMMENFASSUNG, DISKUSSION UND AUSBLICK	116
7.1	Allgemeines Vorgehen bei der Diskussion	116
7.2	Hypothese 1	117
7.3	Hypothese 2	118
7.4	Hypothese 3	119
7.5	Hypothese 4 und 5	120
7.6	Hypothese 6	121
7.7	Ausblick	123
	NACHWORT	124
	LITERATURVERZEICHNIS	125
	ANHANG	

VORWORT

Während meines Studiums der Fächer Kunst und Chemie fiel mir immer wieder auf, dass es eine enorme Diskrepanz zwischen den beiden Fächern gibt. Dies zeigte sich rein äußerlich bereits in der unterschiedlichen Sprache bei der Beurteilung und Erfassung von Sachverhalten und Phänomenen. Die Welt wird von beiden Fächern anders gesehen, beschrieben und erforscht. Sie ist in Disziplinen eingeteilt - auch in der Schule - und es gibt kaum Anstrengungen, über die unterschiedlichen Sichtweisen hinaus, nach Gemeinsamkeiten zu suchen.

So zeichnete ich im Kunstseminar meines Studiums eine Muschel und konnte dadurch ihre Formen bewundern und erfassen. Im Chemiepraktikum pulverisierte ich die Muschel in einem Mörser und konnte diesmal herausfinden, dass sie hauptsächlich aus Kalk besteht. Diese unterschiedlichen Herangehens-, Denk- und Arbeitsweisen gegenüber Sachverhalten und Phänomenen erschienen mir in ihrer Andersartigkeit sehr interessant und spannend. Ich empfand, dass sie sich gegenseitig befruchten können.

Jedoch „entfernten“ sich im Studium meine beiden Studienfächer Kunst und Chemie mit zunehmenden Kenntnissen und Einsichten ihren Vorgehensweisen, Methoden und möglichen Ergebnissen immer weiter voneinander. Auch wurde mir deutlich, dass diese Fächer keine Ausnahmen bilden, sondern dass generell die Geistes- und Naturwissenschaften sich in der Realität zunehmend voneinander entfernen. Sie erfassen jeweils nur einen besonderen Aspekt der Wirklichkeit. Diesen dabei zwar immer (vermeintlich?) exakter, aber immer weniger mit dem „Ganzen“ verbunden.

Im Referendariat bestätigten sich meine Beobachtungen. Dass Schülerinnen und Schüler das System der Verfächerung kaum in Frage stellen, wunderte mich nicht, denn sie sind es von der Schule gewöhnt. Daher war ich auch nicht überrascht, dass die Lernenden die in der Schule besprochenen Fachinhalte oder experimentell erzeugten Phänomene kaum auf ihren eigenen Alltag oder auf sich selbst beziehen konnten. Ein Transfer auf ihre und unsere gemeinsame „ungefächerte Wirklichkeit“ schien meines Erachtens blockiert zu sein.

Da ich einige Klassen sowohl in Chemie als auch in Kunst unterrichtete und möglicherweise eine natur- und geisteswissenschaftliche „Mischsprache“ verwendete, schienen die Lernenden keine Barriere zu verspüren, die Fächer Kunst und Chemie in ihren Gedankengängen miteinander zu verbinden. Häufig erstaunte mich dann die Schülerinnen und Schüler mit ihrer Fähigkeit, die scheinbar weit entfernt voneinander liegenden Erkenntnisse der Chemie und der Kunst aufeinander zu beziehen.

So haben die Lernenden z.B. im Kunstunterricht beim Thema Trauer Formen und Farben analysiert, welche die Trauer am eindeutigsten symbolisieren konnten. Einstimmig wurde die Farbe Schwarz ausgewählt, denn jeder assoziierte sie mit Ende und Zerstörung. In der folgenden Chemiestunde, in der zum Thema Säuren die Reaktion von Kristallzucker und Schwefelsäure demonstriert wurde, betrachteten die Schülerinnen und Schüler das schwarze Produkt. Ich staunte, als die Lernenden mit vollkommener Überzeugung, ohne Zucker oder Schwefelsäure chemisch jemals zuvor behandelt zu haben, feststellten, dass diese Reaktionspartner scheinbar bis auf die „Grundsteine“ zerstört sein müssen. Die Farbe und die Formen, die sie zuvor im Kunstunterricht als Symbol für die Zerstörung und einen Endzustand auserkoren hatten, fanden sie in dieser Reaktion wieder. Für die Übertragung chemischer Erkenntnisse auf die Kunst gab es adäquate Beispiele.

Bereits im Referendariat habe ich mich gefragt, inwieweit es Vorgehensweisen und Erkenntnismethoden gibt, die die unbestrittenen Unterschiede über die Fächer hinaus - wie auch Zusammenhänge sowie gemeinsame Denkweisen - aufzeigen und unterstützen. Deshalb griff ich auf die Erkenntnismethode des Kunsthistorikers Erwin Panofsky zurück. Panofsky zeigte mit seiner „Ikonologischen Methode“ einen Erkenntnisweg auf, der dazu verhelfen sollte, die Welt in ihrer Vielfalt und Unterschiedlichkeit stufenweise, aber dennoch als Ganzes zu erfassen.

Zwar gibt es etliche weitere philosophische Ansätze, die sich mit diesem Problem beschäftigen und auseinandersetzen, keinem dieser Ansätze folgte jedoch meines Wissens eine breite praktische Umsetzung im Unterricht. Die Erkenntnismethode von Panofsky ist hingegen eine Unterrichtsmethode, die seit langer Zeit im Kunstunterricht zur Interpretation von Kunstwerken erfolgreich eingesetzt wird.

Demnach stellte ich mir die Frage, inwieweit die ikonologische Erkenntnismethode ebenfalls im Chemieunterricht erfolgreich umgesetzt werden kann und sich damit die Kluft zwischen den Fächern der Schule verringert.

Dieser Frage widmet sich die vorliegende Arbeit.

1. EINFÜHRUNG IN DAS THEMA DIESER ARBEIT - DIE KLÜFTE ZWISCHEN FÄCHERN UND KULTUREN

Im Vorwort habe ich bereits meine persönlichen Erfahrungen im Studium und in der Schulpraxis angesprochen, wie ich erst als Studentin und dann als Lehrerin der Fächer Kunst und Chemie die Unterschiede zwischen diesen Fächern als Kluft zwischen verschiedenen „Kulturen des Denkens und Handelns“ empfunden habe. Diese persönlichen Empfindungen habe ich in einer seit langem geführten literarischen und gesellschaftlichen Auseinandersetzung wieder gefunden. Die Wiedergabe einiger Aspekte der Diskussion an dieser Stelle soll meinen persönlichen Eindruck ergänzen, die gewählte ikonologische Methode von Panofsky weiter begründen und zur Auseinandersetzung mit dieser Methode im theoretischen Teil des folgenden Kapitels überleiten.

Es besteht fast einhellige Zustimmung darüber, dass wir Menschen in ein und derselben Welt leben und daher unter anderem die Wissenschaftler das Ziel haben, diese Welt zu beschreiben, zu erklären und zu verbessern. Verfolgt man jedoch aktuelle Forschungsergebnisse, Methoden oder Forschungsvorhaben, so scheint unsere Alltagswelt immer weniger mit der „Welt“, welche wir dort in der Wissenschaft erleben, überein zu stimmen. Das bedeutet, dass die Welt mittlerweile als Gegenstand der Forschung als eine andere, fremde angesehen und verstanden wird, als diejenige Welt, die wir alltäglich wahrnehmen und erfahren. Dies setzt sich konsequenter Weise in der Schule mit fatalen Folgen fort. Lernende sind verwirrt von der Tatsache, dass sie viele Phänomene ihres Alltags in der Schule nicht wieder erkennen, wiederum Phänomene behandelt und theoretisch begründet werden, welche sie im Alltag kaum, beziehungsweise überhaupt nicht vorfinden. Selbst angesehene Naturwissenschaftler wie Fechner und Einstein waren vom Bruch zwischen der Welt, die sie im Alltag erleben und dem naturwissenschaftlichen Konstrukt der Natur, in dem sie forschen, verunsichert (Lippitz, 1993, S.48).

Diese Kluft existiert nicht nur zwischen der alltäglichen und wissenschaftlichen Welt, sondern auch zwischen den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen untereinander. Fachinterne Methoden, Vorgehensweisen oder Traditionen führten zum spezifischen Eigenleben der einzelnen Disziplinen und erschweren seither „fremde“ Einsichten und Teilhaben - besonders ausgeprägt zwischen den Geistes- und Naturwissenschaften. Unverständnis führt leicht zu Misstrauen und Vorurteilen. Snow spricht zum Beispiel vom *Kampf* zwischen den Natur- und Geisteswissenschaften und zeigt deren lange Geschichte auf (Snow, 1967). Er war einer der ersten, der diese Diskussion um die Diskrepanz zwischen den Natur- und Geisteswissenschaften, der zwei Kulturen, wie er sie selbst nannte, vehement führte (Woyke, 2004, S.278).

Dabei ist das Problem heute vielfältiger, denn die Einsichten und das Verständnis liegen für Wissenschaftler nicht nur *zwischen*, sondern auch *innerhalb* der Disziplinen so weit auseinander, dass eine Verständigung zwischen den einzelnen Experten einer Disziplin häufig unmöglich ist.

An manchen Schulen existiert mittlerweile eine solch große Kluft der Sprachlosigkeit zwischen den Lehrkräften der Natur- und Geisteswissenschaften, dass eine gegenseitige Verständigung, gemeinsame Absprachen und Pläne für den Unterricht kaum möglich erscheinen und zuweilen auch nicht erwünscht sind (Freese, 1989, S.116).

Dies war nicht immer so. In der Antike und bis weit in die Neuzeit hinein kannte man derartig strikte Einteilungen noch nicht. So ist z.B. Leonardo da Vinci besonders als Maler bekannt, jedoch verdankte er seine Präzision auch den langen Studien der

naturwissenschaftlichen Gebiete. Damals gab es keine derart radikale Aufteilung in die Fachdisziplinen oder in Geistes- und Naturwissenschaften, wie wir sie heute kennen. In jede naturwissenschaftliche Tätigkeit flossen zudem auch mystische Ideen und scholastische Vorgehensweisen mit ein (vgl. zum Beispiel die Suche nach dem „Stein der Weisen“ oder die „Vis Vitalis“ als Lebenskraft für organische Substanzen). Auf der anderen Seite war es auch ein Ziel der damaligen Kunst, nach einer genauen Beobachtung und Abbildung von Sachverhalten zu streben (z.B. der „Feldhase“ von Dürer, s. Abb. 1),



Bild 1: Albrecht Dürer, „Feldhase“ von 1502

was für naturwissenschaftliche Studien eine unabdingbare Voraussetzung wurde. Noch in der Romantik lautete eine der zentralen Maxime der Wissenschaft, dass Kunst und Wissenschaft eine Einheit bilden müssen. So bezeichnete z.B. Goethe die künstlerische Darstellung u.a. von Pflanzen, als die adäquateste Form Erkenntnisse im Reich der Natur zu gewinnen (Goethe, 1966a).

Mit Naturwissenschaftlern wie z.B. Newton (1643 – 1727) oder Lavoisier (1743 – 1794) entwickelte sich eine Naturwissenschaft in Inhalt und Vorgehensweise, die zu einer Grenzziehung zwischen den Natur- und Geisteswissenschaften führte. Dies ist für uns heute und für die Schule selbstverständlich geworden. So trägt heute die Beziehung zwischen Naturwissenschaft und

Kunst eher einen oberflächlichen oder technologischen Charakter. Es wird zum Beispiel danach gefragt „welche künstlerischen Möglichkeiten wissenschaftliche Technologien eröffnen, welche mathematischen Strukturen sich in Kunst identifizieren lassen“ (Böhme, 1989, S.141). Dies ist fern von dem, was Kunst und Naturwissenschaft ursprünglich verbunden hat.

Heutzutage wird zudem weniger nach Gemeinsamkeiten oder Zusammenhängen gesucht, sondern hauptsächlich bekannte Klischees diskutiert (Woyke, 2004, S.278). So findet man in der Literatur kaum Lösungsvorschläge für den Umgang mit dem Problem der zwei Kulturen, dafür aber etliche Diskussionsansätze, die auf dieses Problem in allgemeiner Weise hindeuten. Es wird dann vom „science war“ (Woyke, 2004, S.279), der „sokal affäre“ (Woyke, 2004, S.280) oder einer Snow-Diskussion (Snow, 1967) gesprochen.

Dabei werden Ansätze gesucht, um die Kluft und den Zwiespalt zwischen den verschiedenen Kulturen so zu bearbeiten, dass diese nicht verdeckt bleiben, sondern zu weiteren Erkenntnissen über einen Sachverhalt führen. Das wäre besonders für den Unterricht der Schulen wichtig.

Doch sind diese Diskussionen über die „zwei Kulturen“ und deren unterrichtliche Bearbeitung in weiten Kreisen der Lehrerschaft bisher noch nicht angekommen. Die Tatsache, dass alle wissenschaftlichen Disziplinen daran arbeiten, die eine Welt zu verstehen, scheint in diesen Schulen in Vergessenheit geraten zu sein - mit fatalen Folgen

für das Verständnis der Lernenden über den Sinn und Zweck des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Dabei könnten sich gerade geisteswissenschaftliche und künstlerische Unterrichtsfächer mit naturwissenschaftlichen Fächern durchaus gegenseitig befruchten (Geigle, 2005, S.91). Goethe sagt dazu: „Wie nah dieses wissenschaftliche Verlangen [nach Erkenntnis] mit dem Kunst- und Nachahmungstrieb zusammenhänge, braucht wohl nicht umständlich ausgeführt zu werden“ (Goethe, 1987, S.6).

In diesem Zusammenhang muss auch die Forderung von Snow gesehen werden, dass sich die Geisteswissenschaftler auch für naturwissenschaftliche Themen interessieren sollten. Litt forderte in diesem Sinne, dass auch die Naturwissenschaftler auf Geisteswissenschaften zurückgreifen sollten (in: Geigle, 2005, S.151). Doch auch bei Snow und Litt bleibt es bei einem Ansatz und Appell zu den praktischen Umsetzungsmöglichkeiten fehlen.

Zwar gibt es durchaus interdisziplinäre Unterrichtsansätze, jedoch sind diese in den allermeisten Fällen entweder auf naturwissenschaftliche oder geisteswissenschaftliche Fächer ausgerichtet. Sie bewegen sich dabei eigentlich immer auf der Oberfläche, weil sie die Kluft und den Zwiespalt der unterschiedlichen Kulturen nicht explizit zum Thema machen. Doch sowohl die Unterschiede, wie die Zusammenhänge in den verschiedenen Disziplinen, sollten auch im Unterricht thematisiert werden. Das Thema der zwei Kulturen ist und bleibt damit für die Unterrichtspraxis ein Problem und für die Didaktik eine Herausforderung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mindestens drei Sichtweisen auf ein und denselben Sachverhalt existieren können: die alltägliche Weltsicht, die geisteswissenschaftlichen Sichtweisen in unterschiedlichen Disziplinen und die naturwissenschaftlichen Sichtweisen ebenfalls in Disziplinen. In der Schule treten alle diese Sichtweisen nebeneinander auf, denn mit jedem Fach kommt eine neue hinzu. Diese unterschiedlichen Blicke auf ein und denselben Gegenstand sind möglich und bisweilen notwendig (Freeß, 2002, S.102). Zum Problem wird es jedoch, wenn die unterschiedlichen „Welten und Kulturen“ der einzelnen Unterrichtsfächer zusammenhanglos nebeneinander stehen und im Unterricht selbst nicht zu einem, aus verschiedenen Teilen bestehenden Ganzen, zusammengeführt werden, was im bisherigen Schulsystem überwiegend der Fall ist.

Das Problem wird damit häufig mit dem Fehlen einer Brücke zwischen den Klüften beschrieben. Heute spricht man auch von einem Mangel an Möglichkeiten in der vertikalen und horizontalen Vernetzung von Wissen, was zu grundsätzlichen Lernschwierigkeiten führt. Snows Schlussfolgerung für die Schule lautet daher: „Es gibt nur einen Weg, hier Abhilfe zu schaffen: unser Bildungssystem muß neu durchdacht werden [...] Fast jedermann wird zugeben, daß unsere Schulbildung zu stark spezialisiert ist. Aber fast jedermann hat auch den Eindruck, es übersteige menschliche Kräfte, da Abhilfe zu schaffen“ (Snow, 1967, S.24).

Nachfolgend wird die ikonologische Erkenntnismethode von Panofsky als ein möglicher didaktisch-methodischer Lösungsansatz zur Diskussion gestellt. Dieser Ansatz greift die Kluft zwischen verschiedenen Disziplinen und Kulturen der Wissenschaft auf, indem er deren unterschiedliche Erkenntnisse zum Verstehen eines Sachverhaltes mit aufnimmt (zweite Stufe der ikonologischen Methode) und diese Beiträge zu einem gemeinsamen Ganzen zusammenführt und verdeutlicht (dritte Stufe der ikonologischen Methode).

2. ERWIN PANOFSKY UND DIE IKONOLOGISCHE ERKENNTNISMETHODE

2.1 KURZE BIOGRAPHIE VON ERWIN PANOFSKY

Erwin Panofsky, geb. 1892 in Hannover, ist einer der bedeutendsten Kunsthistoriker des 20. Jahrhunderts. Er promovierte 1914 in Freiburg über Dürers Kunsttheorie, habilitierte 1920 und dozierte seit 1921 an der Universität in Hamburg. Ab 1926 war er dort als Professor für Kunstgeschichte und als Direktor des Kunstwissenschaftlichen Seminars tätig, bis er 1933 aufgrund seiner jüdischen Herkunft von den Nationalsozialisten zum Amtsverzicht gezwungen wurde und in die Vereinigten Staaten emigrierte.

Bis 1935 lehrte er an der Universität in New York und folgte später einem Ruf an das Institute for Advanced Study in Princeton. 1962 wurde Panofsky emeritiert.



Bild 2: Erwin Panofsky bei der Arbeit

Er lehrte jedoch bis zu seinem Tode

am 14. März 1968 an den Universitäten in New York und Princeton weiter.

Obwohl Panofsky bei seiner Forschungsarbeit die Gebiete der Stilkritik und der Geschichte der Kunsttheorie sowie Ästhetik nie aus den Augen verloren hatte, wurde er in seinem neuen Umfeld vor allem als Erneuerer der Kunstgeschichtsforschung, geradezu als „Erfinder“ von Ikonographie und Ikonologie angesehen.¹

2.2 PANOFSKYS GRUNDGEDANKEN ZUR ERFASSUNG DER WIRKLICHKEIT

Was bewegt die Wissenschaften dazu, Phänomene und Sachverhalte mit so viel Mühe erfassen zu wollen? Die Antwort ist, laut Panofsky, weil wir uns für die Wirklichkeit interessieren. Wird angenommen, dass die Wirklichkeit eine Konstruktion ist, die in den Dimensionen Raum und Zeit erfasst werden kann, so müssten wir uns von der Idee einer Gegenwart trennen, um die Wirklichkeit erfassen zu können, da das „Jetzt“ auch schon der Vergangenheit angehört.

¹ Die Biographischen Angaben stammen aus: Panofsky, 1980/Umschlagstext und der Internetseite der Gerda-Hein-Stiftung: http://www.gerda-henkel-stiftung.de/panorama_projekt.php?language=de&nav_id=341 vom 14.06.08)

Demnach beobachten die Naturwissenschaftler die zeitgebundenen Prozesse und sind auf der Suche nach zeitlosen Gesetzen. Die Geisteswissenschaftler hingegen sehen ihre Aufgabe darin, das zu beleben, was tot geblieben wäre. Auf diese Weise versehen die Geisteswissenschaftler statische Zeugnisse mit dynamischem Leben und die Naturwissenschaftler führen vergängliche Ereignisse auf statische Gesetze zurück.

Das bedeutet, dass die Wissenschaften unterschiedlich arbeiten und sich mit ihrer Forschung auf unterschiedliche Wirklichkeitssphären konzentrieren. Die Naturwissenschaften haben ihren „Naturkosmos“ und die Geisteswissenschaften ihren „Kulturkosmos“ (Panofsky, 1975, S.11). Dennoch verfolgen die Geistes- und Naturwissenschaften zum einen das gleiche Ziel - nämlich die Erfassung der Wirklichkeit - und zum anderen erkunden sie die gleiche Wirklichkeit, ob als Geistes- oder Naturwissenschaftler.

Die Konsequenz sieht Panofsky aber nicht in der Vereinigung beider Wissenschaften zu einer. Gerade aus den unterschiedlichen Denk- und Arbeitsweisen sowie den speziellen und besonderen Möglichkeiten und Grenzen der Wissenschaften kann durch gegenseitige Ergänzung und nicht durch Konkurrenz die Welt als Ganzes erschlossen werden. Panofsky fasst das folgendermaßen zusammen: „Die Naturwissenschaft - hier im wahren Sinn des Wortes verstanden, nämlich als gelassene und selbstständige Suche nach Erkenntnis, nicht als etwas, das praktischen Zwecken dient - und die Geisteswissenschaften sind Geschwister, zur Welt gekommen durch jene Bewegung, die man zu Recht die Entdeckung [...] sowohl der Welt wie des Menschen genannt hat“ (Panofsky, 1975, S.27f).

Da Panofsky die Natur als „die gesamte, den Sinnen zugängliche Welt“ versteht und definiert (Panofsky, 1975, S.10), ist es nicht verwunderlich, dass für ihn alle Untersuchungsvorgänge mit der Beobachtung beginnen müssen: „Der erste Schritt ist [...] die Beobachtung von Naturphänomenen“ (Panofsky, 1975, S.13). Diese Tatsache ist demnach allen Wissenschaften gemeinsam.

Dabei gilt es nicht, die Gegenstände anhand von geometrischen Formeln und statistischen Gleichungen auszudrücken, sondern vielmehr als eine „innere Erfahrung“ zu beschreiben. Bei der Charakterisierung der Phänomene können zwar Terminologien hinzugezogen werden, dem Betrachter sollte aber bewusst sein, dass diese Termini oftmals so weit oder so eng gefasst sind, dass sie keine Aussagekraft haben oder sogar den Blick einschläfern können. So würde ein Tischler einen Baum kaum als solchen ästhetisch erfahren können, sähe er ihn nur als Holzlieferanten an.

Demnach kann die innere Erfahrung nur dann vollzogen werden, wenn wir die Phänomene vorerst möglichst ohne intellektuellen oder emotionalen Bezug erkunden. Denn erst durch die Betrachtung eines Phänomens, ohne es auf etwas außerhalb seiner selbst zu beziehen, können wir dieses ästhetisch erleben. Denn „Nur derjenige, der sich einfach und völlig dem Gegenstand seiner Wahrnehmung hingibt, wird ihn ästhetisch wahrnehmen“ (Panofsky, 1975, S.17).

Da aber die inneren Erfahrungen eines Betrachters subjektiv und nicht frei von Vorstellungen sind, darf sich dieser nicht nur auf diese Erfahrungen beschränken. Denn es darf nicht vergessen werden, dass wir an unsere begrenzten Blickwinkel und verfügbaren Materialien nicht nur gebunden sind, sondern dass wir uns diesem begrenzten Blick auch nicht entziehen können. Ebenso wenig können wir uns der Tatsache entziehen, dass wir unsere Blicke dem zuwenden, was uns zuvor leitete, das zu tun, ob das Gesetze, Konzeptionen oder Ziele sind. Durch die Wahl des Untersuchungsgegenstandes wird demnach, ob bewusst oder unbewusst, ein Prinzip der Vorauswahl festgelegt. Des Weiteren darf dem Betrachter nicht der Blick für das Ganze entschwinden, indem er die

Einzelheiten analysiert - anderenfalls sind Fehlinterpretationen vorprogrammiert. Panofsky drückt dies folgendermaßen aus: „Zwei Beine ohne Körper können nicht gehen, und auch ein Körper ohne Beine kann nicht gehen, dennoch kann ein Mensch gehen“ (Panofsky, 1975, S.15).

Der „naive Betrachter“ (Panofsky, 1975, S.21) ist sich dieser Umstände aber nicht bewusst und interpretiert ein Phänomen, ohne sich darum zu kümmern, ob seine Interpretation richtig oder falsch ist und ob die Ganzheit berücksichtigt wurde. Ebenso wenig stellt er sich die Frage, inwieweit er selbst mit dem Beobachtungsprozess und dem zu Beobachtenden etwas zu tun hat. Daher unterscheidet sich der „weise“ Betrachter vom „naiven“ Betrachter dadurch, dass ihm die Prinzipien der Vorauswahl und die Wahrnehmungsprozesse bewusst sind. Er erkennt, dass seine Meinung nur eine Meinung ist, die zudem nicht unbedingt mit anderen Meinungen übereinstimmt. Mit „naiv“ ist nicht etwas Negatives gemeint. „Naiv“ meint vielmehr unreflektiert wahrzunehmen. Eine gewisse Portion an Naivität hat zwar ihren Reiz, aber auch eindeutige Grenzen. Demnach wird ein weiser Betrachter bemüht sein, möglichst viel zu erfahren, zu vergleichen „und er wird alles tun, um sich mit den gesellschaftlichen, religiösen und philosophischen Einstellungen anderer Epochen und Länder vertraut machen, um sein eigenes subjektives Empfinden für Gehalt zu korrigieren“ (Panofsky, 1975, S.22).

Den weisen Betrachter unterscheidet letztendlich vom naiven Betrachter nicht die Intention, auf einer „irrationalen Grundlage“ (der Wahrnehmungsebene) einen „rationalen Überbau“ zu errichten, sondern die Intention *seine*, aus den Erlebnissen gewonnenen, Erkenntnisse derart zu entwickeln, dass diese mit seinen rationalen Forschungserkenntnissen zur Deckung gebracht werden können. Panofsky bedient sich hier der Gedanken von Kant und sagt: „Ähnlich ist archäologische Forschung blind und leer ohne ästhetisches Nachschaffen, und ästhetisches Nachschaffen ist ohne archäologische Forschung irrational und häufig in die Irre geleitet. Doch wenn sich beide gegeneinander lehnen, können sie das einen Sinn ergebende System tragen“ (Panofsky, 1975, S.22).

Anhand dieser Einsichten zu Erkenntnisprozessen stellt Panofsky ein *dreistufiges Konzept* zur Erlangung ganzheitlicher Erkenntnisse auf (die ikonologische Erkenntnismethode):

1. Zu Beginn werden die Naturphänomene beobachtet (erste Stufe).
2. Anschließend werden die aus der Wahrnehmung gewonnenen Erkenntnisse dechiffriert, analysiert und klassifiziert (zweite Stufe), ...
- 3 ...um sie letztendlich synthetisierend zu einem „kohärenten System zusammenzufügen, das einen Sinn ergibt“ (dritte Stufe).

Zum Schluss sei darauf hingewiesen, dass diese dreistufige Erkenntnismethode nicht neu ist, was auch Panofsky selbstkritisch kundtut. Von Panofsky wurde die ikonologische Erkenntnismethode selbst vier Mal (1930, 1932, 1939 und 1955) beschrieben, wobei nur Details umformuliert wurden (Eberlein, 1985, S.164ff).

Nach der Kunstgeschichtlerin Michael Ann Holly basiert Panofskys Denkmodell auf der Hermeneutik von Dilthey und Schleiermacher, denn auch die Hermeneutik verlangt nach einem „Einfühlen“ in die Epochen. Panofsky selbst hat die Methode aber vom

österreichischen Soziologen Karl Mannheim (Philosoph und Soziologe, 1893-1947) übernommen, der das dreigeteilte Modell auf die Interpretation der Weltanschauung anwandte und dieses Modell 1921 veröffentlichte (Eberlein, 1985, S.164ff).

Die ikonographisch-ikonologische Methode nach Panofsky ist im Bereich der Kunst eine weltweit anerkannte und verbreitete Erkenntnismethode - insbesondere im angelsächsischen Sprachraum. Zudem wird die ikonologische Methode von Panofsky im Kunstunterricht vieler Schulen erfolgreich umgesetzt und ist somit auf praktische Schultauglichkeit geprüft.

Im folgenden Kapitel wird die ikonologische Erkenntnismethode von Erwin Panofsky ausführlicher vorgestellt.

2.3 INHALT DER IKONOLOGISCHEN ERKENNTNISMETHODE

Panofsky stellt die Erkenntnisgewinnung als einen Prozess dar, der aus drei Stufen und damit aus drei unterschiedlichen „Forschungsoperationen“ besteht (Panofsky, 1975, S.49). Allerdings ermöglichen erst alle drei Stufen eine Interpretation des Phänomens, denn diese Stufen beziehen sich auf das Ganze einer Erscheinung. Das bedeutet, dass ein Phänomen erst dann mit all seinen Ebenen der Erscheinung als Ganzes gesehen und begriffen werden kann, wenn diese Forschungsstufen „zu einem einzigen organischen und unteilbaren Prozeß verschmelzen“ (Panofsky, 1975, S.49).

Die drei Stufen nach Panofsky sind folgenden Inhaltes:

2.3.1 DIE ERSTE STUFE: PRIMÄRES ODER NATÜRLICHES SUJET

Die erste Stufe ist unterteilt in das *Tatsachenhafte* und das *Ausdruckshafte*. Es wird erfasst, indem reine Formen, Farben und Handlungen identifiziert werden (die Tatsachen) und gleichzeitig die Atmosphäre und das Emotionale mit allen Sinnen wahrgenommen wird (der Ausdruck).

Demnach beschränkt sich die vorikonographische Beschreibung auf die Identifikation des Wahrgenommenen anhand bekannter Alltagserfahrungen. In der ersten Stufe geht es also darum, Phänomene und Sachverhalte auf der Grundlage unserer praktischen Erfahrung zu erkennen. Bourdieu bezeichnet die erste Stufe als eine „phänomenologische Sichtweise“ (Bourdieu, 1974, S.127).

Hier steht das „Ich“ im Zentrum der Erkenntnissuche, denn es geht um meine Wahrnehmung, meine Sinne, mein Einfühlen, meine Emotionalität.

Stößt man in seiner Suche nach Erkenntnissen an die eigenen Grenzen, muss das Spektrum der persönlichen Erfahrung dadurch erweitert werden, dass man weitere Informationsquellen befragt z.B. ein Buch oder einen Experten. Anderenfalls würde man in der Wahrnehmung stehen bleiben und niemals zu einer Gesamterkenntnis über ein Phänomen oder einen Sachverhalt gelangen. Denn „es mag wahr sein, daß nichts im Geist ist, was nicht in den Sinnen war; doch zumindest ebenso wahr ist es, daß vieles in den Sinnen ist, das nie in den Geist vordringt“ (Panofsky, 1975, S.12).

2.3.2 DIE ZWEITE STUFE: SEKUNDÄRES ODER KONVENTIONELLES SUJET

Die Aufgabe des sekundären Sujets lässt sich dem Wort Ikonographie entnehmen. Ikon leitet sich vom griechischen „eikon“ (Bild), das Suffix „graphie“ vom griechischen „grapho“ (schreiben) ab (Pakosz, 1993, S.313 und S.354). Es geht hier also darum Bilder zu beschreiben, das heißt, es liegt ein rein deskriptives und klassifizierendes Analyseverfahren vor. Demnach geht es in dieser Stufe um Erkenntnisse, in denen Zusammenhänge und Verknüpfungen erfasst werden, wie z.B., dass eine Frau im blauen Gewand Maria sein könnte oder, dass ein Mann mit einer Krone vermutlich ein König sei. Das bedeutet, dass in der ikonographischen Analyse mehr vorausgesetzt wird als die Vertrautheit mit Objekten und Ereignissen. Hier spielt die Kenntnis von bestimmten Themen und Sichtweisen eine entscheidende Rolle. Panofsky führt hierzu das Beispiel an, dass ein Buschmann unter dem Fresko von Leonardo da Vinci womöglich nur eine „erregte Tischgesellschaft“ (Panofsky, 1975, S.45) und kein Sujet des letzten Abendmahls erkennt. Um diese Inhalte verstehen zu können, müsste sich dieser Mann nämlich mit den Evangelien und vermutlich auch mit der christlich orientierten Malerei aus vielen Jahrhunderten vertraut machen.

Hier steht das „Es“ im Zentrum der Erkenntnissuche, denn die kulturellen und historischen Informationen, andere Sichtweisen und der Abstand zu der eigenen Wahrnehmung (also zu einem selbst) sind extrinsische Einflüsse.

Doch sowohl in der vorikonographischen als auch in der ikonographischen Stufe kann man sich der Korrektheit der bisherigen Erkenntnisse und Einsichten über ein Phänomen nie sicher sein.

2.3.3 DIE DRITTE STUFE: EIGENTLICHE BEDEUTUNG ODER GEHALT

Die eigentliche Bedeutung oder der Gehalt werden erfasst, indem „jene zugrunde liegende Prinzipien ermittelt [werden] die die Grundeinstellung einer Nation, einer Epoche, einer Klasse, einer religiösen oder philosophischen Überzeugung enthüllen“ (Panofsky, 1975, S.40). Es ist die Entdeckung der symbolischen Werte. Für die Kunst heißt es, solange wir in Leonardo da Vincis Fresko eine historische Ansammlung von 13 Männern sehen, welche das letzte Abendmahl speisen, bewegen wir uns auf der sekundären Ebene. Das heißt, wir befinden uns auf der Ebene, auf der die kompositionellen und ikonographischen Spuren als „seine [die des Freskos] eigenen Eigenschaften und Merkmale“ interpretiert werden (Panofsky, 1975, S.41). Sehen wir jedoch das Fresko als ein Dokument der Persönlichkeit von Leonardo da Vinci, der Kultur der italienischen Hochrenaissance und einer philosophischen oder religiösen Einstellung an, interpretieren wir das Fresko als den Ausdruck von etwas Anderem, das über dem eigentlichen Bild liegt. In diesem Fall werden die kompositionellen und ikonographischen Spuren als Zeugnisse des anderen angesehen.

Vor allem hier, in der Suche nach dem eigentlichen Gehalt, sollten sich die wissenschaftlichen Disziplinen „auf einer gemeinsamen Ebene [treffen], statt sich gegenseitig als Handlanger zu dienen“ (Panofsky, 1975, S.49).

Hier steht das „Wir“ im Zentrum der Erkenntnissuche, denn es geht hauptsächlich im Sinne des kategorischen Imperativs von Kant nicht um individuelle Erkenntnisse, sondern um Erkenntnisse, die für alle geltend gemacht werden können. Zudem gilt das „Wir“ auch der Tatsache, dass wir nicht nur als Betrachter dem Betrachteten gegenüber stehen, sondern auch ein Teil dessen sind. Das heißt, indem wir Erkenntnisse über die Welt

gewinnen, gewinnen wir auch Erkenntnisse über uns selbst. Natur- und Welterkenntnis ist demnach auch Selbsterkenntnis.

Da es in vielen Fällen sehr schwer ist, den eigentlichen Gehalt eines Phänomens sicher zu erkennen, sind wir im Grunde auf eine „synthetische Intuition“ angewiesen (Panofsky, 1975, S.48). Sie kann bei einem begabten Laien, wie Panofsky feststellt, mehr entwickelt sein als bei einem belesenen Gelehrten (Panofsky, 1975, S.48). Doch mit dem Bewusstsein, dass unsere praktischen Erfahrungen und die Kenntnis aus unterschiedlichen Quellen uns bei der Interpretation durchaus in die Irre führen können, muss einem auch klar sein, wie stark im Vergleich dazu Intuition irreführend sein kann. Deshalb sollte der kritische und korrigierende Blick im gesamten dreistufigen Erkenntnisprozess nach Panofsky nie verloren gehen.

2.4 EIN BEISPIEL FÜR DIE IKONOLOGISCHE ERKENNTNISMETHODE

Panofsky erklärt den Unterschied zwischen den drei Stufen am Beispiel der freundlichen Begrüßung nach alter Tradition, nämlich dem Hutziehen. Das Hutziehen an sich ist eine Tatsache, die man als solches einfach hinnehmen könnte - jemand setzt für eine kurze Zeit den Hut ab. Doch macht man sich die dahinter liegende Tradition dieser Begrüßung bewusst, wird man hinter der Handlung mehr erkennen können. Auch die Art und Weise, wie die Handlung ausgeführt wird, lässt einen vermuten ob der Mensch, welcher den Hut zieht, einem wohl gesonnen ist oder nicht, ob er gut gelaunt ist oder ob diese Handlung z.B. ironisch gemeint ist. Demnach hat auch die Art der Bewegung des Hutziehenden eine Bedeutung. Dieser ausdruckshafte Bedeutungszuspruch unterscheidet sich im Gegensatz zu dem Tatsachenhaften dadurch, dass dieser nicht durch einfache Identifikation vollzogen werden kann, sondern durch Einfühlung erfasst werden muss.

Die Erkenntnis, dass aber das Hutziehen eine Begrüßung ist, gehört einem anderen Interpretationsbereich an. Um das verstehen zu können, muss man sich den Traditionen, Bräuchen und der Geschichte bewusst sein. Weder von einem Buschmann, noch von einem in der Antike lebenden Griechen dürfte man diese Interpretation erwarten. Das bedeutet, dass diese sekundäre Bedeutung (Hutziehen ist ein höflicher Begrüßungsakt) sich von der primären Bedeutung (die Handlung an sich und die Art in der die Handlung durchgeführt wird) dadurch unterscheidet, dass die erstere intellektuell und nicht sinnlich vermittelt wird.

Die finale Erkenntnis wäre das Portrait des Mannes, welcher den Hut zieht. In einer isolierten Handlung des Hutziehens spiegelt sich zwar nicht die ganze Persönlichkeit wider, aber durch den Vergleich vieler ähnlicher Beobachtungen und den Einbezug unterschiedlicher Informationen, wie die Kenntnis über die Nationalität, Epoche und Tradition, kann dann letztlich die Persönlichkeit interpretiert werden. Aber auch dann darf der kritische Blick auf mögliche Irrtümer nicht nachlassen.

2.5 TABELLARISCHE DARSTELLUNG DER IKONOLOGISCHEN ERKENNTNISMETHODE

Interpretation	Akt der Interpretation	Persönliche Ausrüstung für die Interpretation
I. Stufe (ICH) Tatsache Ausdruck	<u>Vorikonographische Beschreibung</u> - Feststellung und Identifikation von Tatsachen, Gegenständen - Feststellung von signifikanten Besonderheiten innerhalb dieser Bedeutung - Schon in dieser Stufe werden die Grenzen der rein formalen Wahrnehmung bereits überschritten	Praktische Erfahrung (Vertrautheit mit Gegenständen und Ereignissen)
II. Stufe (ES) Konventionen Allegorien	<u>Ikonographische Analyse</u> - Beschreibung der Bedeutung festgestellter Tatsachen und/oder Handlungen - Die Bedeutung wird intellektuell statt sinnlich vermittelt - Erkenntnisse der zweiten Stufe, also der Interpretation symbolischer Handlungen oder Abbildungen, sind nicht „kulturfrei“, sondern an die Zugehörigkeit einer Kulturgemeinschaft gebunden (vgl. Panofskys Beispiel vom „Buschmann“, der da Vincis Abendmahl für eine erregte Gesellschaft hält)	Kenntnisse über Quellen (Vertrautheit mit bestimmten Themen und Vorstellungen; Wissen über Tatsachen und Handlungen)
III. Stufe (WIR) Bedeutung Gehalt Essenz	<u>Ikonologische Interpretation</u> - Für Panofsky das eigentliche Ziel der ersten beiden Stufen und die Essenz der Betrachtung - Es ist die aus den Stufen 1 und 2 synthetisch abgeleitete Bedeutung von grundlegenden Einstellungen, Kulturbedingungen, Begriffen und Philosophien	Synthetische Intuition (Vertrautheit mit den wesentlichen Tendenzen des menschlichen Geistes), geprägt durch persönliche Psychologie und Weltanschauung

Tab. 1: Tabellarische Darstellung der ikonologischen Erkenntnismethode

(Die Tabelle ist eine veränderte Version der tabellarischen Darstellung der ikonologischen Methode aus: Panofsky, 1980, S.41)

2.6 DIE IKONOLOGISCHE ERKENNTNISMETHODE IM UNTERRICHT

Einer der wichtigsten Hinweise für die Umsetzung im Unterricht ist, dass die drei Stufen nicht als starres Konstrukt oder mechanisches Verfahren angesehen werden dürfen. Zwar bauen die Stufen aufeinander auf, die zweite auf der ersten, die dritte auf der zweiten und ersten, aber zwischen den Stufen sind Hin- und Herbewegungen möglich und zum Teil auch erforderlich. Auch die Grenzen zwischen den Stufen sind nicht eindeutig gekennzeichnet, sondern gehen ineinander über. Es ist aber möglich und besonders für den Unterricht sinnvoll jeweils am Ende einer Stufe deren Grenzen auszuweisen und so auf die nächste Stufe vorzubereiten.

Die Umsetzung der ikonologischen Erkenntnismethode von Panofsky kann der selbstständigen Entwicklung von Erklärungskonzepten durch die Schülerinnen und Schüler dienen. Sie lässt nämlich Wahrgenommenes durch „verweilendes Denken“ durchdringen und gelangt von der Subjektivität über die Intersubjektivität zu hypothetischen allgemeinen Erklärungen eines Phänomens.

Bei der Umsetzung der Methode im Unterricht ist es wichtig darauf zu achten, dass zunächst in der ersten Stufe das Phänomen konkret erfahren und mit allen Sinnen eigenständig wahrgenommen wird. Das bedeutet an einem Beispiel ausgedrückt: Zunächst sollte selbst Fahrrad gefahren werden, bergauf, bergab und erst dann nach den Beziehungen zwischen Schnelligkeit und Steilheit gesucht werden (Klafki, 1996, S.157f). Das heißt, es geht zuerst um reine, eigene sinnliche Wahrnehmungen, Einfühlung und Spekulationen, begleitet durch Offenheit, Lust und Lockerheit. Dieser Abschnitt soll den Lernenden die Sicherheit und den Mut geben, eigene Meinungen auszusprechen und befreit sie dadurch womöglich von Hemmungen und Ängsten etwas „Falsches“ zu sagen.

In der zweiten Stufe werden Argumente und Hinweise zum bisher Erkannten gesucht und im Gespräch mit anderen diese Argumente und Hinweise erweitert und verbessert. Das heißt, an Stelle von spekulativen, gefühlsbetonten Aussagen der Lernenden werden wissensbetonte Hypothesen gefordert. Dabei darf nicht vergessen werden, dass es zwar um Einzelheiten einer Ganzheit geht, aber letztendlich um die Ganzheit der Einzelheiten, um an das Zitat von Panofsky zum Menschen mit zwei Beinen zu erinnern (Panofsky, 1975, S.15).

Zum Schluss werden den Schülerinnen und Schülern philosophische Fähigkeiten abverlangt, indem sie durch Vernetzung und Vergleiche Analogien erkennen müssen und dabei selbst in philosophische Bereiche vordringen, die scheinbar weit weg von ihnen liegen.

Zwar wird aus entwicklungspsychologischer Sicht im Unterricht die entsprechende Stufe altersgemäß entwickelt, aber alle Stufen haben ihre Relevanz unabhängig davon wie alt die Lernenden sind. Nach Klafki ist es einer der gravierenden Mängel des Schulsystems, dass im Unterricht Erkenntnisse und Vorgehensweisen, die der dritten und vor allem der ersten Stufe zugeordnet werden können, verkannt werden (Klafki, 1996, S.159). Diese Kritik findet sich auch in der chemiedidaktischen Forschung wieder (ausführlich in Kap.3.1.4.1).

Nachfolgend sind erste Hinweise zu einem Chemieunterricht dargestellt, wie er als Konsequenz aus den bisherigen Ausführungen zur ikonologischen Erkenntnismethode in den Versuchsklassen konzipiert wurde. In der letzten Spalte ist die Kapitelnummer angegeben, in dem auf den dargestellten Inhalt näher eingegangen wird.

Panofsky's Feststellung	Konsequenz für den Chemieunterricht	Kapitelnummer
Der weise Betrachter ist nicht darauf bedacht, auf der „irrationalen Grundlage“ (der Wahrnehmungsebene) einen „rationalen Überbau“ zu errichten, sondern er verfolgt die Intention <i>seine</i> aus dem Erlebnis gewonnenen Erkenntnisse derart zu entwickeln, dass diese mit seinen rationalen Forschungserkenntnissen gleichwertig zur Deckung gebracht werden können.	Die sinnliche Wahrnehmung nicht als ein Mittel zur Überleitung zu den kognitiven Prozessen ansehen, sondern den Eigenwert der sinnlichen Wahrnehmung anerkennen.	3.1.1 3.1.2
„Ähnlich ist archäologische Forschung blind und leer ohne ästhetisches Nachschaffen, und ästhetisches Nachschaffen ist ohne archäologische Forschung irrational und häufig in die Irre geleitet. Doch wenn sich beide gegeneinander lehnen, können sie das einen Sinn ergebende System tragen“ (Panofsky, 1975, S.22).	Der sinnlichen Erkenntnis nicht nur einen Eigenwert anerkennen, sondern ihr den gleichen Wert wie der Kognition zusprechen.	3.1.4.1 3.2.1
„Der erste Schritt ist [...] die Beobachtung von Naturphänomenen“ (Panofsky, 1975, S.13).	Die sinnliche Wahrnehmung an den Anfang eines Erkenntnisprozesses setzen.	3.1.4.2
Es gilt nicht, die Gegenstände anhand von geometrischen Formeln und statistischen Gleichungen auszudrücken, sondern vielmehr als eine „innere Erfahrung“ zu beschreiben. Es geht um <i>eigene</i> sinnliche Wahrnehmung, eigene Sinne, eigenes Einfühlen, <i>eigene Emotionalität</i> .	Raum und Zeit für eigene sinnliche Wahrnehmungen und den Aufbau von emotionalen Beziehungen zum Lernobjekt schaffen. Mit der Absicht, das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten zu entwickeln, eigene Fragen entstehen zu lassen und damit auch Ängste der Lernenden, etwas „Falsches“ zu sagen, zu mindern.	3.1.4.3
Die sinnliche Erkenntnis wird erfasst, indem reine Formen, Farben und Handlungen identifiziert werden (die Tatsachen) und gleichzeitig die Atmosphäre und das Emotionale mit <i>allen Sinnen</i> wahrgenommen wird (der Ausdruck).	Im Chemieunterricht müssen alle Sinne gefördert werden.	3.1.4.4
Der weise Betrachter unterscheidet sich vom naiven Betrachter dadurch, dass ihm die Prinzipien der Vorauswahl und die Wahrnehmungsprozesse bewusst sind.	Die Wahrnehmungstätigkeit müsste geschult und die Wahrnehmungsprozesse bewusst gemacht werden.	3.1.4.5
Dem Betrachter darf nicht der Blick für das Ganze entschwinden, indem er die Einzelheiten analysiert. Anderenfalls sind Fehlinterpretationen vorprogrammiert.	Ein Phänomen oder einen Sachverhalt immer als ein Ganzes und in Bezug zum Ganzen betrachten.	3.2.2

<p>Panofsky befürwortet nicht die Vereinigung beider Wissenschaften zu einer, sondern erkennt gerade in den unterschiedlichen Denk- und Arbeitsweisen und den speziellen und besonderen Möglichkeiten und Grenzen der Wissenschaften, durch gegenseitige Ergänzung und nicht Konkurrenz, die Möglichkeit zur Erschließung der Welt als Ganzes. Demnach wird ein „weiser Betrachter“ bemüht sein, möglichst viel zu vergleichen und möglichst Unterschiedliches zu erfahren „und er wird alles tun, um sich mit den gesellschaftlichen, religiösen und philosophischen Einstellungen anderer Epochen und Länder vertraut machen, um sein eigenes subjektives Empfinden für Gehalt zu korrigieren“ (Panofsky, 1975, S.22).</p>	<p>Die Schulfächer in ihren besonderen Denk- und Arbeitsweisen wertschätzen, indem die Erkenntnisse der Fächer als gleichwertig angesehen werden und deren unterschiedliche Informationen und Sichtweisen im Unterricht für die Beleuchtung eines Phänomens oder eines Sachverhaltes herangezogen werden, um ein möglichst wahrheitsgetreues und objektives Abbild der Wirklichkeit zu erlangen.</p>	<p>3.2.2.2</p>
<p>Sowohl in der vorikonographischen als auch in der ikonographischen Stufe können wir uns der Korrektheit der Erkenntnisse nie sicher sein. Deshalb müssen wir uns dessen bewusst sein, dass unsere praktischen Erfahrungen, die Kenntnisse aus unterschiedlichen Quellen und die Intuition irreführend sein können. Darum sollte der kritische und korrigierende Blick im Erkenntnisprozess nie verloren gehen.</p>	<p>Theorien, Begriffe und auch Wahrnehmung sind nicht als absolut zu setzen. Für die Fächer heißt es deshalb, dass deren Erkenntnisse nicht als einzig wahr und starr verstanden werden dürfen.</p>	<p>3.2.2.3</p>
<p>Es gilt, dass wir nicht nur als Betrachter dem Betrachteten gegenüber stehen, sondern ein Teil dessen sind. Das heißt, indem wir Erkenntnisse über die Welt gewinnen, gewinnen wir auch Erkenntnisse über uns selbst. Natur- und Welterkenntnis ist demnach Selbsterkenntnis.</p>	<p>Es müsste die Einsicht darin, dass wir nicht nur Teil, sondern die Natur selbst sind vermittelt werden. Weiterhin hieße es, dass man Erkenntnisse über sich selbst gewinnt, indem Erkenntnisse über die Natur gewonnen werden.</p>	<p>3.3.2</p>
<p>Die eigentliche Bedeutung oder der Gehalt eines Phänomens oder Sachverhaltes werden erfasst, indem „jene zugrunde liegenden Prinzipien ermittelt [werden] die die Grundeinstellung einer Nation, einer Epoche, einer Klasse, einer religiösen oder philosophischen Überzeugung enthüllen“ (Panofsky, 1975, S.40).</p>	<p>Im Unterrichtsgeschehen Wert darauf legen, darüber zu sprechen wie Erkenntnisse gewonnen werden. Das heißt – im Unterricht auch der Natur der Naturwissenschaft philosophisch nachgehen.</p>	<p>3.3.3</p>

Tab. 2: Erste Hinweise zur Umsetzung der ikonologischen Methode im Chemieunterricht

3. KRITISCHE AUSEINANDERSETZUNGEN UND ANALYSEN IM BEREICH PÄDAGOGIK UND FACHDIDAKTIK ZUR IKONOLOGISCHEN ERKENNTNISMETHODE VON ERWIN PANOFSKY

Wie bereits im Kapitel 2.3 dargestellt wurde, teilt Panofsky den Erkenntnisweg in drei Stufen ein, welche im Folgenden in Bezug auf die Didaktik der Naturwissenschaften und den Chemieunterricht analysiert werden. Die Analyse der Stufen nacheinander ist problematisch, da diese Stufen sich gegenseitig bedingen und ineinander übergehen. Dennoch sollen zum besseren Verständnis die wesentlichen Grundgedanken und Ziele der Stufen einzeln unter der Perspektive der Pädagogik und Fachdidaktik betrachtet werden.

3.1 DIE ANALYSE DER ERSTEN STUFE DER ERKENNTNIS METHODE²

3.1.1 EINFÜHRUNG IN DIE SINNLICHE WAHRNEHMUNG

Im Folgenden wird der sinnlichen Wahrnehmung große Bedeutung für den Chemieunterricht zugesprochen. Dies bedeutet aber nicht, dass es darum geht, die sinnliche Wahrnehmung allen anderen Erkenntnismethoden der Naturwissenschaft vorzuziehen. Auch wird nicht versucht, die Logik aus den Wissenschaften zu vertreiben. Genauso wenig wird hier argumentiert, dass die Naturwissenschaften durch ästhetisch-künstlerische Sichtweisen in der Schule ergänzt oder ersetzt werden können oder müssen. Das Problem ist nicht, dass in der Schule zu viel gedacht wird, sondern dass die Sinne in der Entwicklung von Erkenntnissen vernachlässigt und nicht wertgeschätzt werden (Aissen-Crewett, 1997, S.152). Die sinnliche Wahrnehmung hat im Selbstverständnis der Fachlehrkraft nur eine untergeordnete Bedeutung und findet daher kaum Platz im Unterrichtsgeschehen.

Dieses vorweg deutlich zu sagen ist notwendig, denn es besteht die Gefahr, missverstanden zu werden, wenn man sich mit Ästhetik in der Fachdidaktik der Naturwissenschaften auseinandersetzen will. Daher, ein klares Bekenntnis für die Neubestimmung und Ausweitung sinnlicher Erkenntnis im naturwissenschaftlichen Unterricht, nicht aber ein Votum für die Abschaffung aller anderen Erkenntnismethoden. Somit kann den folgenden Zitaten nur zugestimmt werden: „Dabei soll ästhetische Intelligenz und Erkenntnis nicht die logisch-rationale Erkenntnis ersetzen“ (Aissen-Crewett, 1997, S.151) oder „Natürlich ist sinnliche Erfahrung kein Ersatz für andere Weisen des Wissenserwerbs, für intellektuelle Auseinandersetzung, für die Bemühung um Abstraktion und für die Arbeit mit Modellen“ (Hierdeis, 1992, S.187).

Doch spätestens seit dem PISA-Schock (Prenzel et al. 2005; Baumert et al. 2001; Pommerin-Götze, 2005, S.143) und den Ergebnissen über mangelndes Interesse der

² Die Analyse der ersten Stufe nach Panofsky fällt im Vergleich zu den Analysen der zweiten und dritten Stufe sehr ausführlich aus. Der Grund liegt darin, dass viele Missverständnisse, Unklarheiten und Informationen zur sinnlichen Wahrnehmung vorliegen und ich deshalb einen möglichst vollständigen Überblick über die Bedeutung und Funktion der sinnlichen Wahrnehmung verschaffen möchte.

Schülerinnen und Schüler an der Chemie und dem Chemieunterricht (Kubli, 2005, S.7; Gräber, 1992, S.270ff), wird wieder nach Alternativen zum traditionellen Unterricht gesucht (Böhme, 1997, S.7). Dabei wird die Relevanz der sinnlichen Wahrnehmung von einer kleinen Gruppe Fachdidaktiker in den Mittelpunkt von Reformanstrengungen gestellt, da man darin die Hoffnung sieht, den Unterricht attraktiver und interessanter gestalten zu können (Freeß, 2002, S.162). Dieser Zusammenhang zwischen der Sinneswahrnehmung und der motivationalen Funktion ist nicht verwunderlich, denn längst hat man erkannt, dass das Interesse sehr stark mit der emotionalen Verbindung des Lernenden mit dem Thema zusammenhängt (BLK, 1997, S.35). Zudem erhofft man, mit der sinnlichen Wahrnehmung ein geeignetes Instrument zur schnellen und effektiven Überleitung in die Abstraktion und in den kognitiven Bereich gefunden zu haben (Aissen-Crewett, 1997, S.145). Aus diesen Gründen wird heute verstärkt über die Rolle der sinnlichen Wahrnehmung zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts nachgedacht und gesprochen. Dazu Freese: So „scheint es mir unbedingt geraten, sich im naturwissenschaftlichen Unterricht wieder mehr um die Kultivierung von erkenntnisbegleitenden Gefühlen der Lernenden zu sorgen“ (Freese, 1989, S.77).

In diesem Zusammenhang ist es kein Zufall, dass heute etliche naturwissenschaftliche Erlebnisparks entstehen, welche zum Teil mit reizvollen Sinneserlebnissen die Besucher anlocken. Medien und Pädagogen reagieren seit den 90er Jahren mit innovativen Ideen, welche die sinnliche Erfahrung in den Mittelpunkt stellen (Böhme, 1997, S.7; Bäuml-Roßnagl, 1991, S.34). Das Angebot reicht von überzeugenden Beispielen und Überlegungen bis hin zu plumpen Verblendungsmanövern.

Aus der Literatur geht hervor, dass eine Gruppe von Fachdidaktikern sich im Prinzip einig ist, dass im Unterricht neben der Logik oder der Vernunft die Sinne wieder stärker eine eigenständige und wichtige Rolle bekommen müssten (Bierter, 1990, S.46).

Gleichzeitig aber verbinden viele Menschen mit sinnlicher Wahrnehmung etwas Unbeständiges, nicht Greif- und Messbares. Im Bereich der Schule wird in diesem Zusammenhang von einer „Kinderverherrlichung und kinderverhätelnden Unterforderung“ oder auch von einer „Antiintellektualität und Entrationalisierung des Unterrichts“ gesprochen (Moegling, 1998, S.33).

Ein großes Hindernis, gegen derartige Vorurteile vorzugehen, könnte das Fehlen einer theoretisch und praktisch ausgewiesenen Konzeption für die Rolle und die Umsetzung der sinnlichen Wahrnehmung im Unterricht sein. So kann im Gegensatz zum Ausspruch einer Lehrkraft im Unterricht „Denkt nach!“, der Ausruf „Fühlt!“ nur belächelt werden. Ohne die breite Akzeptanz und Verankerung der besonderen Rolle der sinnlichen Wahrnehmung in der Schulpraxis sind die meisten Versuche, diese mit einer anderen Funktion aber gleichgewichtig zur Ratio in das Unterrichtsgeschehen einzubinden nach kurzer Zeit verstummt und besitzen nur einen Erinnerungswert (Schratz, 1992, S.7). Weder die Philanthropen am Ende des 18. Jahrhunderts, noch die Reformpädagogen des 20. Jahrhunderts konnten ihre praktischen Anregungen und Theorien verbindlich machen (Schratz, 1992, S.7). Die Schule hat es bisher nicht geschafft, sich von dem kognitions-lastigen Unterricht abzulösen (Schratz, 1992, S.8).

Ein Indiz für den unterrichtlichen Erfolg eines „ästhetisch orientierten“ Unterrichts lieferte allerdings die Helene-Lange-Gesamtschule in Wiesbaden. Sie übertraf im PISA-Test bei weitem die Spitzenländer Japan, Finnland und Kanada (Liebau, 2005, S.58).

Wird aber der Rolle der Sinnlichkeit im Unterricht vielleicht zu viel zugemutet, angedichtet und abgefordert? Lernt man bei diesen Wahrnehmungen überhaupt etwas? Und wenn etwas gelernt wird, hat es Relevanz für einen Selbst, für die Welt, die Zukunft und die Umweltprobleme (vgl. Buck, 1996, S.31f)?

3.1.2 DIE ROLLE UND BEDEUTUNG DER SINNLICHEN WAHRNEHMUNG IM ERKENNTNISPROZESS

Der zentrale Begriff in der ersten Stufe der ikonologischen Methode nach Panofsky ist die sinnliche Wahrnehmung. Was aber soll in dieser Arbeit unter dem Begriff „sinnliche Wahrnehmung“ im Sinne von E. Panofsky verstanden werden?

Begonnen wird mit einer Abgrenzung des Begriffes von häufig geäußerten Meinungen. Diese missverständlichen und oft einseitigen Zuordnungen zur „sinnlichen Wahrnehmung“ hängen mit ihrer engen Verknüpfung mit den Fehlvorstellungen von „Ästhetik“ zusammen.

Die Sichtweise, mit sinnlicher Wahrnehmung überwiegend „das Schöne“ zu meinen, ist weit verbreitet (vgl. Kap. 3.1.4). Dies ist bei der langen Geschichte der Ästhetik nicht verwunderlich, die eng mit den Vorstellungen von „Sinnlichkeit“ verbunden ist. Aus diesen engen Verbindungen haben sich seither vielseitige und unterschiedliche Definitionen gebildet.

Es geht aber weder bei der „Ästhetik“, noch bei der „sinnlichen Wahrnehmung“ im Sinne von Panofsky darum, schöne Experimente durchzuführen. Erst recht nicht um die Mystifizierung von Fakten, um einen methodischen Trick oder um ein „Gewürz“ (Kubli, 2005, S.9) des Unterrichts. Auch Dewey spricht gegen eine Banalisierung der sinnlichen Wahrnehmung, indem er sagt: Es ist keine sinnliche Wahrnehmung, „wenn ein Kind in die Flamme greift“ (Dewey, 1986, S.140). Es ist weiterhin auch keine sinnliche Wahrnehmung, wenn ein Kind einen Baum streichelt, fügt Aissen-Crewett hinzu (Aissen-Crewett, 1997, S.173).

Was ist sinnliche Wahrnehmung dann?

Für die Pädagogen der Reggio Emilia, welche sich nach dem II. Weltkrieg in der gleichnamigen Region Italiens zusammengeschlossen haben, spielte die sinnliche Wahrnehmung eine zentrale Rolle. Für diese Gruppe, wie auch für Panofsky, bedeutet die sinnliche Wahrnehmung:

„...mehr als nur ein Reagieren der Augen auf Reize. Es ist ein aktiver Vorgang, in dessen Prozeß sich das Kind mit all seinen Sinnen seine Umwelt aneignet, die Welt für sich persönlich neu, erschafft. Der Einsatz aller Sinne, wie Sehen, Hören, Tasten, Riechen und Schmecken, verstärkt das Erleben, Erforschen, Lernen und Verstehen. Für das Kind ist das Wahrnehmen ein In-Beziehung-Setzen zwischen Gegenstand, Menschen und persönlicher Erfahrung“ (Knauer, 1995, S.37).

In diesem Zitat erhält die sinnliche Wahrnehmung einen *erkenntnistheoretischen Eigenwert*. Sie ist nicht nur das notwendige Mittel, den Übergang zu den fachlichen Abstraktionen einzuleiten, sondern wird *mit den kognitiven Erkenntnissen gleichgesetzt*. Sinnliche Wahrnehmung ist bereits ein besonderes „Erleben, Erforschen, Lernen und Verstehen“ (Knauer, 1995, S.37), welches einen eigenen, spezifischen Wert hat und durch keine andere Art der Erkenntnisgewinnung zu ersetzen ist.

Mit diesen Vorstellungen von sinnlicher Wahrnehmung wird die Nähe zur Ästhetik bei Panofsky deutlich. Dieser versteht den Begriff „Ästhetik“ nämlich in der ursprünglichen

Wortbedeutung. Im Griechisch-Deutschen Wörterbuch sind zwei Bedeutungen von aisthesis zu finden: „1. Sinneseindruck, Gefühl, Wahrnehmung, Empfindung.“ und „2. (geistig) Erkenntnis, Kenntnis, Begreifen, Verstand, Bewusstsein, Urteil“ (Menge, 1973, S.23). Das heißt, dass in dieser ursprünglichen Definition unter Ästhetik beides verstanden wird: sowohl die „sinnliche Wahrnehmung“ als Sinneseindruck, als auch die „sinnliche Erkenntnis“ als ein geistiges, besonderes Begreifen (Aissen-Crewett, 1997, S.145; Buck, 1996, S.19).³

Lernen durch die sinnliche Wahrnehmung ist demnach mehr als nur die Förderung des Hinterfragens, mehr als ein Mittel oder ein Motivationsverstärker. Es geht über diese Komponenten hinaus und die sinnliche Wahrnehmung wird zum Lerngegenstand selbst (Freeß, 2002, S.163). Goethe sagt dazu: „Man suche nur nichts hinter den Phänomenen; sie selbst sind die Lehre“ (Goethe, 1991, S.25). Auch für Schiller enthält sinnliche Wahrnehmung immer beides. Er sieht sie einerseits als ein „Mittel“, das zu weiteren Erkenntnissen führen kann, welches aber andererseits auch als eine eigene, spezifische Erkenntnis verstanden werden kann (Schiller, 1960, S.41). So spricht er von der ästhetischen Erfahrung als eine „Vorbereitung zur Vernunftsbestimmung“ oder als „Spiel“ und verdeutlicht damit ihre Funktion als ein Mittel oder Instrument, welches eine Überleitung zu rein kognitiven Prozessen ermöglicht. Darüber hinaus erkennt Schiller, dass dieses spielhafte Erkennen unmittelbar zum menschlichen Wahrnehmen und Erkennen gehört: „...der Mensch spielt nur, wo er in voller Bedeutung des Wortes Mensch ist, und er ist nur da ein Mensch, wo er spielt“ (Schiller, 1960, S.41). In der produktiven sinnlichen Wahrnehmung und dem eigenen ästhetischen Gestalten eines Menschen entwickelt sich für Schiller die Vereinbarkeit und die Synthese der „naturhaften Antriebe und seiner Vernünftigkeit, [...] die Einheit von Inhalt oder Stoff und Form, von Spontaneität und Gesetzmäßigkeit, von individueller Ausdrucksfreude und regelhaftem Zusammenspiel mit anderen“ (Schiller, 1960, S.41).

Zusammenfassend kann für das Verständnis des Begriffs der sinnlichen Wahrnehmung bei Panofsky ausgesagt werden, dass ihr ein *erkenntnistheoretischer Eigenwert* zugesprochen wird und sie damit *mit den kognitiven Erkenntnissen gleichgesetzt* wird. Zudem wird deutlich, dass bei der sinnlichen Wahrnehmung *alle Sinne* berücksichtigt werden müssen.

3.1.2.1 Historischer Abriss zur sinnlichen Wahrnehmung

*„Unser Schulsystem wird in den nächsten Jahren
einen sehr dynamischen Prozeß durchlaufen.
Fächer wie Musik und Kunsterziehung
werden einen höheren Stellenwert erhalten.
Kreativität könnte ein neues Unterrichtsfach werden.“
(Gerd Binnig; geb.1947, dt. Nobelpreisträger für Physik)*

Es gibt nur eine kleine Gruppe derjenigen, die sich darüber einig sind, dass die sinnliche Wahrnehmung eine einzigartige weittragende, erkenntnistheoretische Bedeutung in

³ Der Begriff „Ästhetik“ wird in der Literatur nicht eindeutig benutzt. Panofsky selbst spricht nicht von Ästhetik, sondern von der „sinnlichen Wahrnehmung“, versteht aber darunter sowohl den Sinneseindruck als auch die sinnliche Erkenntnis. Deshalb wird in der Arbeit die Formulierung „sinnliche Wahrnehmung“ als Synonym für den Begriff Ästhetik in der ursprünglichen Wortdeutung verwendet.

unserem Leben und Erleben hat (Aissen-Crewett, 1997, S.144). Vertreter dieser Überzeugung finden sich aber in nahezu allen Disziplinen wieder - von der Kunst über die Philosophie bis hin zu der Neurowissenschaft. Zudem sind diese Gedanken keinesfalls neu, sondern sind seit jeher in der Menschheitsgeschichte bekannt (Schratz, 1992, S.7).

Laut Aissen-Crewett ist es Alexander Gottfried Baumgarten zu verdanken, dass eine Diskussion in Gang gesetzt und der Anstoß gegeben wurde, die sinnliche Erkenntnis und die logische Erkenntnis gleichzusetzen (Aissen-Crewett, 1997, S.152). Er begründete die Wichtigkeit dieser Gleichstellung mit der Tatsache, dass die Menschen geistig-sinnliche Wesen sind und demnach sowohl eine ästhetische wie auch eine wissenschaftliche Weltsicht benötigen. Würde man das Sinnliche aus dem Erkenntnisweg herausnehmen, so würde man dem Menschen als ganzheitliches Wesen nicht gerecht werden (Aissen-Crewett, 1997, S.152).

Diese Vorstellungen gehen jedoch bis in die Antike zurück. Bereits Aristoteles erkannte, dass die sinnliche Wahrnehmung nichts anderes als Erkennen sei und demnach die Erkenntnis von der spezifischen Art und Weise des Gebrauchs unserer Sinne abhängt (zitiert in: Welsch, 1987, S.447). Auf diesen Vorstellungen beruht seine Naturphilosophie (Strube, 1976, S.57).

In der Sturm- und Drangzeit (1770 – 1785) war es hauptsächlich Goethe, der sich die sinnliche Erfahrung zum Gegenstand seiner Forschungen nahm. Zusammengefasst erkannte Goethe:

„Denn das bloße Anblicken einer Sache kann uns nicht fördern. Jedes Ansehen geht über in ein Betrachten, jedes Betrachten in ein Sinnen, jedes Sinnen in ein Verknüpfen, und so kann man sagen, daß wir schon bei jedem aufmerksamen Blick in die Welt theoretisieren. Dieses aber mit Bewußtsein, mit Selbstkenntnis, mit Freiheit, und, um uns eines gewagten Wortes zu bedienen, mit Ironie zu tun und vorzunehmen, eine solche Gewandtheit ist nötig, wenn die Abstraktion, vor der wir uns fürchten, unschädlich, und das Erfahrungsergebnis, das wir hoffen, recht lebendig und nützlich werden soll“ (Goethe, 1991, S.14).

Dabei weist Goethe ausdrücklich auch auf die einzigartige Wirkung des Resultats dieser Erkenntnisweise hin. Er hält es für besonders lebendig und nützlich.

Die Sturm- und Drangzeit hatte insgesamt ein besonderes Augenmerk für den Eigenwert der Sinne. Zugleich charakterisiert diese Epoche die Sorge für den andauernden Verlust der Fähigkeit der Menschen, die Natur mit allen Sinnen intensiv und vielfältig wahrzunehmen.

In der Pädagogik muss Pestalozzi zu dieser Thematik als Erster genannt werden, bei dem es heißt, dass nicht nur die Ausbildung von Kopf, sondern auch von Herz und Hand gefördert werden soll (Landesinstitut Nordrhein-Westfalen, 1983, S.5; Groddeck, 1984, S.26). Ein Gedanke und eine Forderung, die ein pädagogischer Allgemeinsatz geworden ist.⁴

Die bewusste Denkrichtung über die sinnlich-leiblichen Aspekte des Menschen ist im gesamten 19. und 20. Jahrhundert sowohl in der Philosophie als auch in der Pädagogik, besonders in den phänomenologischen Ansätzen, lebendig geblieben und weiter

⁴ Es wird im Verlauf der Arbeit noch gezeigt, welche Probleme ein Ernstnehmen dieser Forderung in einem disziplinenorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht für die Unterrichtsführung und für das Lernen der Schülerinnen und Schüler haben wird (vgl. Kap. 3.1.4).

entwickelt worden. Zu nennen sind in der Philosophie etwa Husserl (1859-1938), Schütz (1899-1959), Luckmann (1927) oder Böhme, G. (1937) und in der Pädagogik Wagenschein (1896-1988), Kranich (1929–2007) oder Buck (1939). Gleichwohl ist kritisch anzumerken, dass die Phänomenologie - auch von ihren Anhängern und Bearbeitern - jedoch „wirklich noch ein Projekt“ (Böhme, 1997, S.10) ist und der methodische Zugang zur Natur noch der Klärung bedarf. Eine Alternative zum Erkenntnisparadigma der Naturwissenschaften bildet dieses „Projekt“ bisher nicht (Böhme, 1997, S.10). Von daher konzentrieren sich die Vorschläge und Reformmaßnahmen auf Anstrengungen innerhalb des naturwissenschaftlichen Erkenntnisganges.⁵

Die Umsetzung der Ideen und Gedanken dieser Strömung findet sich besonders in den Lehr- und Lernkonzepten der Reformpädagogik wieder (Groddeck, 1984, S.26; Geigle, 2005, S.27 und S.164). Damit bilden jene Konzepte einen alternativen Zugang zur Natur. So sind es unter anderem Waldorfschulen, welche mit der anthroposophischen Lehre sehr starken Wert auf die sinnliche Wahrnehmung legen und ihr einen erkenntnistheoretischen Eigenwert zusprechen:

„Anliegen des Unterrichts an Waldorfschulen ist es, Naturwissenschaft nicht nur auszuschmücken, sondern im Kern menschlicher zu greifen. Das heißt eben nicht nur, Bilder und Ideen in die Gesetze der Materie hineinzuflechten, etwa um totes Wissen kindgemäß zu veranschaulichen und zu dosieren. Es bedeutet mehr: Wahrnehmungen zu wesenhaften Gebärden der Natur zu steigern. Qualitatives Denken, das sich nicht an mechanische Kausalerklärungen kettet, ist als Organ zu entwickeln, so daß der junge Mensch erlebt: Die Welt erschließt sich meinen geistigen Kräften, mein von innen geführtes Denken bringt die Sinneswahrnehmung zum Sprechen. Die Einheit von Welt und Mensch ist dann nicht Mythos, nicht erzählte Poesie, sondern wird meine eigene Tat“ (Buck, 1996, S.8).

Doch zeigen die Stoffpläne der Waldorfschule, dass die Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung verkümmert, je höher die Lernenden in der Klassenstufe steigen. Danach stehen schon in der 7. und 8. Klasse die physikalischen und chemischen Begriffe und Parameter im Mittelpunkt, um sich schließlich Ende der 8. und in der 9. Klasse den Prinzipien des kausalanalytischen Physik- und Chemieunterrichts der Staatsschulen zu nähern (Buck, 1996, S.14). Damit entspricht der naturwissenschaftliche Waldorfunterricht schließlich dem klassischen Unterricht der Staatsschulen. Die oben im Zitat erhobene Zielperspektive wird kaum durchgehend eingelöst.

Geht es um die Wertschätzung der Ästhetik im naturwissenschaftlichen Unterricht, so wird in der heutigen Chemiedidaktik oft Mins Minssen zitiert (z.B. in: Becker, 1994, S.61). In seinem Buch „Der sinnliche Stoff. Vom Umgang mit Materie.“ zeigt Minssen, wie dem Stoff in der Wissenschaft Chemie und im Chemieunterricht die konkrete Form geraubt und wie damit der Zugang zu diesem erschwert bzw. unmöglich gemacht wird: „Man hat ihm [dem Stoff] seine Form genommen, sie ihm ausgezogen, sie ihm weg abstrahiert. Gold ist kein Ring, Eisen keine Kette, Zucker kein Stück Kandis. [...] Da ist es nicht mehr weit bis zu dem Augenblick, wo eine Lehrperson mit Kreide sechs Striche zu einem

⁵ Die ikonologische Methode nach Panofsky will genau hier eingreifen und innerhalb des erkenntnistheoretischen Paradigmas der Naturwissenschaften „Vertiefungen und Intensivierungen“ einfügen. In diesem Anliegen hat die Intensivierung und Neubestimmung des Stellenwerts und der Verbesserung der sinnlichen Wahrnehmung im Erkenntnisprozess eine besondere Bedeutung.

regelmäßigem Sechseck aneinanderwinkelt und sagt ‚Das ist Benzol‘ “ (Minssen, 1986, S.17). Minssen ist der Überzeugung, dass die naturwissenschaftliche methodische Herangehensweise die Natur „verdeckt“. Die sinnliche Auseinandersetzung mit den Stoffen, die wiederum zu einer erweiterten Erfahrung mit dem Stoff führen kann, hat einen eigenen Erkenntniswert und sollte deshalb auch ein Ziel des Chemieunterrichts sein (Flörke, 1963, S.21).

Bei Petek (dt. Pädagoge und Psychologe) heißt es sogar, dass die erkenntnistheoretische Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung längst bewiesen und bekannt ist und damit deren Bedeutung für die Schulpraxis vollkommen außer Frage steht (Petek, 1992, S.136). Doch bei genauerer Literaturrecherche muss festgestellt werden, dass der erkenntnistheoretische Wert der sinnlichen Wahrnehmung in der heutigen Didaktik weiterhin nicht erkannt bzw. anerkannt wird oder vielleicht nicht mehr interessiert (vgl. Kap.3.1.4).

3.1.3 NEUROWISSENSCHAFTLICHE UND LERNPSYCHOLOGISCHE FORSCHUNGSERGEBNISSE ZUR BEDEUTUNG UND ROLLE DER SINNLICHEN WAHRNEHMUNG

Welche Begründungen lassen sich dafür anführen, dass der sinnlichen Wahrnehmung ein Eigenwert zugeschrieben werden muss und sie mit den rein kognitiven Prozessen gleichgestellt werden soll?

Dazu einige Gedanken und Ergebnisse aus der Neurowissenschaft und der Lernpsychologie.

3.1.3.1 Sinnliche Wahrnehmung aus Sicht der Neurowissenschaft

Für die Neurowissenschaft ist der Einfluss der Emotionen und Affekte auf unser Erkennen und Denken unbestritten. In einer Reihe von Modellen wird davon ausgegangen, dass die Psyche aus einem Emotions- und Kognitionssystem besteht. Diese komplementären Funktionseinheiten sind miteinander untrennbar verbunden.

Das bedeutet, dass das Gefühl, die Emotionen (oder nach dem Neurowissenschaftler Ciompi - die Affekte) neben dem Denken gleichwertig und vor allem „überlebenswichtig zum Erfassen und Bewältigen der Realität“ sind (Ciompi, 1993, S.76).

Da die sinnliche Wahrnehmung aufs Engste mit den Affekten und Emotionen verbunden ist, kann im Prinzip gesagt werden: „Die Affekte nehmen wahr“ (Picht, 1990, S.415). Darüber hinaus gibt es nach Ciompi kein Denken, das nicht durch Emotionen, Gefühle oder Affekte mitbestimmt wird, selbst bis in die wissenschaftliche Logik hinein. Es ist geradezu unmöglich, nicht in irgendeiner Weise affektiv gestimmt zu sein (Ciompi, 1993, S.76 und S.80). Daher spielen für Ciompi bei der Entstehung von wissenschaftlichen Theorien oder Begriffen und selbst bei allen mathematischen Tätigkeiten Affekte eine nicht unwesentliche Rolle (Ciompi, 1993, S.76 und S.80). Diese schwächen sich zwar mit zunehmender Automatisierung der Denk- und Emotionsprozesse ab, doch sie verschwinden nie vollkommen. Hinzu kommt, dass die „ruhenden“ Emotionen schlagartig wieder hochkommen, sollten die vertrauten Theorien irritierenden Widersprüchen begegnen oder durch neue Paradigmen in Frage gestellt sein (Ciompi, 1993, S.81).

Des Weiteren sind Affekte dafür verantwortlich, dass man sich überhaupt für etwas interessiert und dass man motiviert ist, etwas kennen zu lernen. Affekte lassen uns also

von Anfang an klassifizieren z.B. in Nützliches und Unnützlich (Ciompi, 1993, S.78f). Heisenberg drückt das folgendermaßen aus: „Durch die Art der Beobachtung erst wird entschieden, welche Züge der Natur bestimmt werden und welche wir durch unsere Beobachtungen verwischen“ (zitiert in: Born, 1924, S.389). Mit der Art der Beobachtung ist hier die Subjektivität in der Betrachtung gemeint. Schließlich färben und bestimmen die Affekte das Denken und Handeln (Ciompi, 1993, S.78), wobei besonders die Erfahrungen besser in Erinnerung bleiben, die mit prägnanten Gefühlen verbunden sind. Rein kognitive Informationen hingegen - worüber sich Werbeexperten sehr wohl bewusst sind - werden gar nicht beachtet (Ciompi, 1993, S.82).

Insofern ist das Gefühl so etwas wie eine Grundschwingung oder Fundament, auf das die Gedanken aufmoduliert sind (Ciompi, 1993, S.78). Für Ciompi ist die Konsequenz für jede Art von Kommunikation und Informationsübermittlung, dass die „Affektstimmung von erstrangiger, der Inhalt der zu übermittelnden Information dagegen nur von zweitrangiger Bedeutung ist“ (Ciompi, 1993, S.85).

3.1.3.2 Sinnliche Wahrnehmung und Lernen als Konstruktion: über die Nutzlosigkeit von Belehrungen und Bekehrungen

*„Sage es mir, und ich werde es vergessen.
Zeige es mir, und ich werde es vielleicht behalten.
Lass es mich tun, und ich werde es können“
(Konfuzius, 551 - 479 v. Chr.)*

Dieser pädagogische Allgemeinsatz, der indirekt die Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung hervorhebt, ist bekannt, wird in vielen Forschungsarbeiten differenziert bearbeitet, weitgehend bestätigt und hat dennoch im Schulalltag nicht zu durchgreifenden Reformen geführt (Schratz, 1992, S.117f). Vielleicht erklärt sich aus dieser Lernproblematik heraus auch die nachfolgende Studie. Die „Popham-Studie“ (Popham 1971) hat ergeben, dass Lernende, die von Fachlehrkräften unterrichtet worden sind, nicht wesentlich mehr gelernt haben, als diejenigen Lernenden, die von interessierten Laien unterrichtet wurden (Becker, 1991, S.20). Dieses Ergebnis kann sicherlich nicht generalisiert werden. Dennoch fragt man sich, wie ein derartiges Ergebnis zustande kommen kann, obwohl eine der Gruppen professionell für die Lehrtätigkeit in der Schule ausgebildet wurde.

Nun weiß man aber spätestens seit Goethe, dass sich Weisheit nicht lehren lässt. Auch ein einfaches Weitergeben von Wissen ist nicht direkt möglich (Mandl, 1992). Lernen ist daher nicht allein eine einfache Übergabe von Sachverhalten, sondern immer auch mit der Übertragung von Bedeutungen verbunden (Freise, 1983, S.59). Damit entstehen Probleme für den Lernenden, denn der Sinn und die Sinnesdaten, welche vom Lehrenden weitergegeben werden, enthalten für den Lernenden selbst meist keine innere Bedeutung. Diese Bedeutungen können dem Inhalt vielmehr nur zugesprochen werden, da diese nicht automatisch und „für ewig unverändert“ an die Sachverhalte gebunden sind (Kontextabhängigkeit) (Häußler, 1998, S.171; Geigle, 2005, S.36). Zudem haben die Schülerinnen und Schüler häufig eigene, aus der Alltagserfahrung gewonnene Vorstellungen, welche oftmals in sich zwar „alltagslogisch“ sind, aber in der Regel im Widerspruch zu den Theorien und Grundvorstellungen der Fachwissenschaften wie z.B. der Chemie stehen (Häußler, 1998, S.169). Die Kinder denken nicht unlogisch, sie denken nur „anders logisch“ (Zietz, 1983, S.12).

Das methodische Vorgehen der Naturwissenschaften im Wechsel von Theorie und Experiment ist für deren Entwicklungen sicherlich sehr erfolgreich und ist auch ein Ziel für Lernende des naturwissenschaftlichen Unterrichts, dieses methodische Vorgehen zu erfahren, zu erkennen und zu benutzen. Dieses Erkennen sollte aber nicht unkritisch sein. Zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisparadigma gibt es wissenschaftstheoretisch gesehen sehr unterschiedliche Positionen (Löw, 1979, S.82ff), die deutlich machen, dass es *die* Logik der Wissenschaften nicht gibt und dass deren Resultate weder als endgültig, noch als objektiv beschrieben werden können. Letztendlich handelt es sich bei den Ergebnissen in den Wissenschaften um „gedankliche Hilfsmittel“ (Zietz, 1983, S.12). Demnach sollte das Wissen als eine aus der Erfahrung gewonnene menschliche Konstruktion der Wirklichkeit angesehen werden. Unser Wissen ist somit ein Konstrukt (auf den Konstruktivismus wird noch zum Schluss konkret eingegangen). Watzlawik spricht hier von einer „erfundenen Wirklichkeit“ (Watzlawik, 1981, S.1ff), Ciompi von einer „operationalen, kontext- und bedürfnisspezifischen, relativen, multiplen und lokalen Wahrheit“ (Ciompi, 1993, S.87).

Deshalb wäre es fatal, Schüleräußerungen vorzeitig und unbedacht als „falsch“ oder „richtig“ zu beurteilen. Auch Piaget weist aus lernpsychologischen Gründen darauf hin, die Antworten eines Kindes nicht voreilig als „falsch“ oder „richtig“ zu bewerten. Die Gedanken der Kinder müssten dagegen vorurteilslos betrachtet werden, „um die innere Ordnung ihrer Entwicklung zu studieren“ (Kubli, 1981, S.124).

Der Glaube, durch die verbale Übermittlung „richtiger“ Informationen, die „falschen“ Vorstellungen der Lernenden einfach zu ersetzen, ist aber auch heute noch in der Schulpraxis weit verbreitet. Zwar können dabei im schulischen Kontext die neuen Vorstellungen neben den alten zusätzlich bestehen, die Folge ist aber, dass die neuen Einsichten weder als praktisches Handeln wirksam, noch behalten werden, sobald sie nicht mehr im Unterricht behandelt werden (Weninger, 1983, S.27).

So zeigen Untersuchungen der Lernpsychologie, dass Erklärungen zu Phänomenen, welche „nur“ präsentiert wurden, nicht zum Erfolg führten. Diese vorgegebenen Erklärungen - so die Begründungen für den Misserfolg - „übergehen die für das Verstehende sich-vorstellen-können voraussetzende Anschaulichkeit und entzünden keine Vorstellungen“ (Freeß, 2002, S.123). Denn sie illustrieren einen Prozess auf solch eine abstrakte Weise, die ein Lernender nicht nachvollziehen kann und deshalb auch nicht hinterfragen möchte, um Erklärungen zu suchen (Freeß, 2002, S.123ff).

Dazu gibt Wagenschein ein Beispiel dafür, wie Lehrkräfte ihre Schülerinnen und Schüler mit ihren Vorstellungen regelrecht überfallen können: *„Kopernikus, wenn er bei uns erscheinen könnte, würde sich wundern und durchblicken lassen, wie schlecht es uns anstehe, daß diesen Satz [damit meint er die kopernikanische These, dass unsere Erde im Jahreslauf um die Sonne herumkreist - Ergänzung M.K.] zwar jeder sagen lernt („apportieren“ wie Lichtenberg derartiges nannte), daß aber keiner etwas anderes vor sich sieht als seinen alten Lehrer, der einen Apfel um die Lampe herumführte und sagte: So ist es!“* (Wagenschein, 1975, S.44). Groddeck spricht hier von einer Einsozialisierung in die primitiv-triviale „das ist so und so - Sichtweise“ (Groddeck, 1984, S.34; vgl. auch Becker, 1994, S.13).

Doch auch durch Gegenexperimente können Schülervorstellungen, die mit wissenschaftlichen Vorstellungen nicht übereinstimmen, nicht einfach widerlegt werden (Häußler, 1998, S.174; Redeker, 1995, S.80ff). Der Widerstand, seine bisherigen Vorstellungen einfach aufzugeben, ist beim Lernenden sehr groß. Immerhin haben diese im

Alltag zur Erklärung und zum Handeln gute Dienste geleistet. Viele Untersuchungen zeigen daher, dass ein experimentelles Gegenbeispiel Lernende von der Richtigkeit der naturwissenschaftlichen Sichtweise nicht überzeugt. In der Regel ignorieren die Schülerinnen und Schüler die Widersprüche oder weisen die Informationen als für sich unzuverlässig und nicht vertrauenswürdig zurück (Häußler, 1998, S.174f). Dabei fehlt häufig ein auf den Lernenden bezogener Kontext. So führen die Kinder im Unterricht zum Teil Experimente durch „die das Kind mit seiner Erkenntnis überfallen, nach der es weder gefragt hat noch überhaupt fragen kann“ (Zietz, 1983, S.13; vgl. auch Hellweger, 1983, S.23).

Welche Konsequenzen müssen aus den bisherigen Ausführungen gezogen werden? Wie sollte stattdessen das Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht verlaufen?

Im Grunde genommen kann nur dann verstehendes Lernen stattfinden, wenn die Vorstellungen der Lernenden berücksichtigt werden (Möller, 2001, S.21; Weninger, 1983, S.27; Becker, 1994, S.28 und S.53; Häußler, 1998, S.169). Sie sind der Ausgangspunkt und die notwendige Grundlage, um neues Wissen und vertiefende Einsichten zu gewinnen (Ausubel, 1974; Dewey, 1966, S.19). Nach Dewey ist es geradezu die Kardinalvorschrift aller Pädagogik (Dewey, 1986, S.21). Wagenschein formuliert das folgendermaßen:

Wir brauchen den Kindern „also nur entgegenzukommen und es abzuholen da, wo es von sich aus gerade steht...“ (Wagenschein, 1976, S.73). Wichtig ist es dabei zu beachten, dass die Vorstellungen der Lehrkräfte sich gerade im fachlichen Bereich in den allermeisten Fällen von denen der Lernenden unterscheiden (Niedderer, 2004, S.254). Deshalb sollte großer Wert darauf gelegt werden, die Vorstellungen der Lernenden vor bzw. im Unterricht zu erfahren (Häußler, 1998, S.169).

Wenn aber mit Schülervorstellung oder mit Vorverständnis „das Gesamt des Zusammenhangs der Erfahrungs- und Verständnishorizonte, die [...] ihrerseits wiederum bestimmt bzw. mitbestimmt sind durch das Wahrgenommene im Wahrnehmungsfeld des Lernenden“ (Redeker, 1995, S.81) gemeint ist, dann ist es mehr als offensichtlich, dass dem Lernenden zuerst viel Raum und Zeit für die eigene Wahrnehmungen gegeben werden muss. Bestimmt bzw. mitbestimmt werden kann danach der Erfahrungs- und Verständnishorizont des Lernenden nur über das Wahrgenommene, welches von seinem Wahrnehmungsfeld abhängig ist. Dies verlangt einen Unterricht, in dem Phänomene überhaupt für das Individuum in spezifischer Weise sichtbar werden können und in dem das Wahrgenommene dann auch ausgesprochen werden kann und darf. So unterstreicht Pestalozzi, dass es darauf ankommt, selbst Erfahrungen zu machen und nicht mit Wahrheiten anderer Menschen erschlagen zu werden (Pestalozzi, 1927, S.139).

Bereits Aristoteles formulierte, dass das Lernen zum einen auf vorhandenem Wissen oder Vorstellungen basiert und zum anderen dieses Wissen und diese Vorstellungen aus den Bereichen der sinnlichen Erfahrung kommen müssen (Aristoteles, 1976, S.71).

Heute spiegeln sich diese Kerngedanken in der konstruktivistischen Lerntheorie wieder.

Die konstruktivistische Sichtweise verschaffte sich nicht nur in der Lernpsychologie einen anerkannten und festen Platz, sondern hat sich auch in der naturwissenschaftlichen Lehr- und Lernforschung als „fruchtbar und flexibel“ erwiesen (Duit, 1995, S.905).

Die Kriterien einer solchen konstruktivistischen Lernumgebung wurden von Taylor und Fraser in vier Skalen erfasst und definiert (Taylor/Fraser, 1991). Diese sind:

1. Autonomie-Skala (autonomy): Eine Skala von Gelegenheiten für Lernende, sinnvoll und selbstbestimmt zu arbeiten und unabhängig von Lehrkräften sowie anderen Lernenden zu denken (vgl. Kap. 3.2.1).
2. Vorwissen-Skala (prior knowledge): Eine Skala von Gelegenheiten für Lernende, ihr Vorwissen und ihre Vorerfahrungen mit dem neu zu Erlernenden zu verbinden.
3. Verhandlungs-Skala (negotiation): Eine Skala von Möglichkeiten für die Lernenden, Bedeutungen auszuhandeln, mit Vorhandenem zu integrieren und Konsens zu bilden.
4. Schülerorientierungs-Skala (students-centredness): Eine Skala von Gelegenheiten für die Lernenden, Lernen als einen Prozess zu erfahren, der es gestattet, persönlich als schwierig empfundene Aufgaben und Probleme zunehmend selbstständig zu lösen (in Duit, 1995, S.916).

Für den Unterricht bedeutet dies zusammengefasst, dass die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen nicht adaptiv vom Lehrenden übernehmen können und sollen. Vielmehr muss dem Kind selbst die Gelegenheit gegeben werden, sich mit der Sache aktiv auseinander zu setzen, eigene Erfahrungen in möglichst bekannten Situationen zu sammeln und ihr Wissen auf der Basis ihrer vorunterrichtlichen und unterrichtlichen Erfahrungen selbst zu konstruieren (Häußler, 1998, S.190; Demuth, 1992, S.8). Auch mit der Absicht, dabei den eigenen Lernprozess zunehmend zu erlernen.

3.1.4 ZUR BEDEUTUNG DER SINNLICHEN WAHRNEHMUNG IN DER CHEMIEDIDAKTIK UND IM CHEMIEUNTERRICHT

Im Folgenden wird die Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung in der Chemiedidaktik allgemein dargestellt. Im Anschluss daran werden verschiedene Aspekte der sinnlichen Wahrnehmung aufgegriffen und unter chemiedidaktischen Gesichtspunkten kritisch analysiert. Diese sind:

1. Die Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung im Vergleich zu den kognitiven Erkenntnissen im naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. Kap. 3.1.4.1).
2. Die sinnliche Wahrnehmung als Fundament (vgl. Kap. 3.1.4.2).
3. Die sinnliche Wahrnehmung als eigene Erfahrung (vgl. Kap. 3.1.4.3).
4. Die Forderung an den Unterricht, alle Sinne zu fördern (vgl. Kap. 3.1.4.4).
5. Die Bewusstmachung der Wahrnehmungsprozesse im Erkenntnisgewinn (vgl. Kap.3.1.4.5).

Fordert man eine Lehrkraft der naturwissenschaftlichen Fächer auf, eine Stellungnahme abzugeben, dass im Unterricht sinnliche Wahrnehmungen stärker in den Vordergrund treten sollten, erhält man vorwiegend zwei mögliche Antworten. Entweder begegnet man einer nahezu vollkommenen Abwehr und Ablehnung demgegenüber und es wird erklärt, dass es z.B. nicht umsonst den Begriff der Sinnestäuschung gibt. Mit ganz unterschiedlichen Argumenten wird so insgesamt von dieser Gruppe die Notwendigkeit und Fähigkeit der sinnlichen Wahrnehmung bezweifelt, einen wichtigen Beitrag zum Unterricht und Lernen der Schülerinnen und Schüler zu leisten. Dabei zeigt die Ablehnung häufig, dass die sinnliche Wahrnehmung oftmals mit Gefühlen verwechselt oder gleichgesetzt wird. Derartige Sinnlichkeit - so das Argument der Ablehnenden - hat in der

Schule nichts zu suchen, Sinnlichkeit erinnert an Sinn, mehr jedoch an Unsinn (Lippitz, 1993, S.114; Laske, 1992, S.88).

Andererseits gibt es eine starke Gruppe der Befürworter der sinnlichen Wahrnehmung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Diese wiederum zählen viele „schöne naturwissenschaftliche Experimente“ auf und berichten, wie gut, „schöne sinnliche Wahrnehmungen“ den Unterrichtsalltag auflockern oder beleben und darüber hinaus auch noch den Übergang zur eigentlichen Naturwissenschaft ermöglichen.

Die erste Gruppe mit der Einstellung, dass der Sinnlichkeit kein Wert zugesprochen werden kann und sollte, ist sehr klein, jedenfalls bei weiterem Nachfragen. Denn spätestens bei der Betrachtung einzelner Phänomene und bei der Auseinandersetzung mit dem Experiment erkennen auch diese den Wert der sinnlichen Wahrnehmung an. Zwar findet man auch dann noch Aussagen darüber, dass bei der experimentellen Arbeit die sinnliche Wahrnehmung in der Schule wenig bis gar nicht beachtet werden sollte, da sie ein Störfaktor für die kognitiven Ziele ist (Engelhardt, 1974, S.68). Unter den naturwissenschaftlichen Fachlehrkräften und in der chemiedidaktischen Literatur herrscht aber überwiegend Konsens darüber, dass die sinnliche Wahrnehmung einen festen Platz im Unterrichtsgeschehen hat und haben sollte.

So heißt es z.B. in einer fachdidaktisch-methodischen Anleitung an Lehrkräfte „Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaft“: „Naturwissenschaft beginnt mit der gezielten planmäßigen Beobachtung. Dem geht ein Interesse, eine Frage voraus, die häufig dem Laienverständnis, der alltagsweltlichen Gewissheit entspringt“ (Scharf, 2004, S.151). Dies ist eine typische Formulierung in nahezu jeder fachdidaktischen Veröffentlichung über die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen. Demnach ist es wichtig, Beobachtungen zu machen. Nicht selten wird in der fachdidaktischen Literatur der Beobachtung gar ein eigenes Kapitel gewidmet (z.B. in: Duit, 2004). Auffallend ist dabei auch, dass vor allem von „Beobachtungen“ die Rede ist und der Begriff „sinnliche Wahrnehmung“ häufig keine Erwähnung findet.

Das obige Zitat von Scharf und der breite Konsens in der chemiedidaktischen Literatur machen deutlich, dass in der Auseinandersetzung mit der Rolle der sinnlichen Wahrnehmung im Chemieunterricht vor allem anerkannt wird, dass am Anfang eines jeden Experimentes beobachtet werden muss. Ziel ist es dabei, den kognitiven Lernprozessen ein motivierendes und Interesse weckendes Fundament zu geben (Freeß, 2002, S.162), um von den Alltagsvorstellungen „sinnlich“ zu den abstrakten Begriffen und Gesetzen der Chemie zu gelangen. Das bedeutet, dass eine bestimmte Form der sinnlichen Wahrnehmung - die Beobachtung - als das wesentliche *Mittel oder Instrument für die Förderung kognitiver Prozesse* angesehen wird, welches der Lehrkraft dazu verhilft, schnell und logisch zu dem Eigentlichen - den chemischen Inhalten - vorzustoßen.

Aus dem Verständnis der sinnlichen Wahrnehmung als Mittel ergibt sich ein Konflikt. Nämlich die Widersprüchlichkeit zwischen dem Bestreben nach Zielgerichtetheit, welche auf die bekannten kognitiven Erkenntnisse fokussiert und dem Wunsch, die Lernwege im Chemieunterricht zu öffnen und stärker auf die Interessen der Lernenden auszurichten. So kann man in der naturwissenschaftlichen fachdidaktischen Literatur fast ausschließlich lesen, dass „genau“ (Duit, 2004, S.5), „exakt“ (Peter, 2004, S.18; Becker, 1994, S.119) oder „zielgerichtet“ (BLK, 1997, S.91; Becker, 1994, S.13; Scharf, 2004, S.151) beobachtet werden soll, um genau und zielgerichtet zu den Inhalten zu gelangen, die eigentlich interessieren, nämlich den Gesetzen und Theorien. Andererseits findet man häufig - zum Teil im gleichen Text - den Appell zu mehr unterrichtlicher Offenheit und Eigeninitiative

(Duit, 2004, S.10). So werden Lehrkräften Ratschläge gegeben, wie: „Den Lernenden Zeit für eine erste Begegnung [...] geben, und zwar noch ohne Beobachtungsaufgabe“ (Zabel, 2004, S.13).

Hier ist man als Lehrkraft in einem Konflikt, denn einerseits möchte man den Lernenden Raum und Zeit für eigene Beobachtungen geben, ohne jegliche Vorgaben zu machen, andererseits befürchtet man (meistens zu Recht), dass die Lernenden alles andere beobachten werden als das, was man selbst als wissender Fachmann (oder Fachfrau) deutlich erkennt und damit die Unterrichtsplanung durcheinander gebracht wird. Lernen und unterrichten werden dann zum Ratespiel. Das bedeutet, wenn man Lernenden Vorgaben macht, wird man an Offenheit einbüßen müssen, wird man ihnen wiederum Offenheit gewähren, wird wahlloser und wenig zielgerichtet beobachtet.

In der Chemiedidaktik hilft man sich aus diesem Konflikt auf unterschiedliche Art und Weise heraus. Zum einen werden den experimentellen Beobachtungen Kriterien zugrunde gelegt, nach denen beobachtet werden soll (Duit, 2004, S.10). Beobachtungen, welche dabei nicht zur Lösung des behandelnden Problems beitragen, werden dann missachtet, ausgesondert oder als nicht zutreffend bewertet (Peter, 2004, S.18). Weiter verlangt ein schulischer „Studentakt“, dass schnell und wirksam gelehrt und gelernt werden muss. Das heißt auch, dass die Experimente im Unterricht so durchgeführt werden müssen, dass die Auswertung in der gleichen Stunde abgeschlossen werden kann (Landesinstitut Nordrhein-Westfalen, 1983, S.50).

Eine Reihe von Schwierigkeiten kommt hinzu, die die Selbstständigkeit der Lernenden und die Offenheit im Unterricht weiter einschränken. So werden die Beobachtungen im naturwissenschaftlichen Unterricht von Anfang an in zwei Kategorien aufgeteilt und zwar in die „qualitative (also sinnliche) und quantitative (also messende) Beobachtung“ (Becker, 1994, S.13). Diese Unterscheidung ist ungewohnt und problematisch und kann nicht ohne Hilfe als eine der wesentlichen Erkenntnismethoden in den Naturwissenschaften gelernt und erkannt werden. Dazu besteht die Schwierigkeit, qualitative und quantitative Beobachtungen der Lernenden aufeinander zu beziehen.

Weiter wird die Eigenständigkeit und Offenheit dadurch eingeschränkt, dass dem Wort „Beobachtung“ ein Adjektiv wie „genau“ oder „exakt“ davorgesetzt wird. Eine Art Andeutung an die Beobachtenden, dass in dem Falle, wenn wirklich exakt beobachtet wird, diese auch auf die „richtige“ Beobachtung kommen müssten. Damit ist zusätzlich für Schülerinnen und Schüler der erkenntnistheoretisch fatale Hinweis gegeben, dass es „richtige“ und damit auch „falsche“ Beobachtungen geben kann (vgl. Kap. 3.1.3.2). Zudem wird man immer davon ausgehen müssen, dass die Vorstellungen der Lehrkräfte sich von denen der Lernenden weitgehend unterscheiden (Niedderer, 2004, S.254) und damit das „Ziel“ des Lernenden ein anderes ist als bei den Lehrkräften.

Die Konsequenz ist häufig, dass versucht wird, eine Offenheit vorzutäuschen um die Lernenden nicht spüren zu lassen, dass schon längst bekannt ist und fest steht, was sie beobachten sollen. Die Lernenden wiederum nehmen diese Offenheit meistens nicht wahr und versuchen mit mehr oder weniger Motivation, Intuition und Erfolg die Beobachtungen zu machen, die die Lehrkräfte von ihnen erwarten. Denn die Schülerinnen und Schüler empfinden die Versuche im naturwissenschaftlichen Unterricht zwar als realitätsnah, aber nicht als offen. Sie wissen, dass die Ergebnisse (Gesetze,) schon vor dem Beobachten fest stehen und daher im Beobachten kein Raum für eigene und offene Fragen vorhanden ist (Höttecke, 2004, S.270). Der Erkenntnistheoretiker Karl Popper weist auf das Problem hin: „Beobachten Sie, hier und jetzt!“ Weiter führt er dann aus:

„Ich fürchte aber, mindestens einige von Ihnen werden nicht beobachten, sondern ein starkes Bedürfnis verspüren zu fragen: ‚Was soll ich denn beobachten?‘“ (zitiert in: Duit, 2004, S.10)?

In der Schule verhält es sich häufig genauso. Lernende fragen sich auch, was sie nun beobachten sollen bzw. was die Lehrkraft an Beobachtungen erwartet (Duit, 2004, S.10). So ist es auch nicht verwunderlich, dass die Beobachtungen der Lernenden aus der Sicht der Lehrkraft oftmals gar nicht in Bezug zu den zu untersuchenden Hypothesen gesetzt werden (Kremer, 2007, S.46).

Im Laufe der Schulzeit sind viele Lernende entsprechend geschult, das zu beobachten und zu erkennen, was die Lehrkraft als Wesentliches ansieht. Wagenschein spricht hier von der „passiven Beobachtung“ (zitiert in: Zietz, 1983, S.13). Der äußere und innere Zwang „passiv“ sehen zu wollen, um „richtige“ Beobachtungen zu machen, hat zur Folge, dass einige Lernende Angst entwickeln zu benennen, was sie in einem Experiment tatsächlich beobachtet haben (Häußler, 1998, S.173).

Damit wird die Entwicklung einer eigenen interessenorientierten Fragestellung im Sinne einer Identifikation mit dem Geschehenen eine Illusion. Bleibt dann überhaupt noch Zeit und Gelegenheit für individuelle, eigene Wahrnehmungen? Wie verträgt sich das mit dem Wunsch von Fachdidaktikern und Lehrkräften nach Offenheit im Lernen und Selbstständigkeit im Unterricht?

Es ist nicht verwunderlich, dass die Erhebungen der Schulaufsicht ergeben haben, dass sich in der Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, zu beobachten, deutliche Mängel aufgezeigt haben (Landesinstitut Nordrhein-Westfalen, 1983, S.47). Die Videostudie vom IPN (Merzyn, 1994) zeigt, dass die Lernenden nur selten die Gelegenheit bekommen, „Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente selbstständig zu bewältigen oder zumindest daran beteiligt zu sein“ (Duit, 2003, S.6). Auch die TIMS- und PISA-Studie bestätigen dieses. Die TIMSS-Ergebnisse besagen, dass zumindest der Physikunterricht hauptsächlich ein Demonstrationsunterricht mit starker und eng geführter Lehrerlenkung ist (Duit, 2003, S.6). Auch die Lernenden selbst empfinden den Physikunterricht als einen sehr „kreidelastigen Demonstrationsunterricht“ (Höttecke, 2004, S.269). Im Biologie- und Chemieunterricht verhält es sich nicht anders.

Was fehlt ist die „emotionale Identifikation mit einer Fragestellung“, heißt es bei den Autoren der Video-Studie (Kiss-Scherle, 2003, S.21).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die sinnliche Wahrnehmung in der fachdidaktischen Literatur, wie auch in der Praxis des Chemieunterrichts zuerst und vor allem als ein Vermittler zwischen der Alltagswelt und der naturwissenschaftlichen Welt gesehen wird und der „Veranschaulichung“ im Experiment dienen soll. Sinnliche Wahrnehmung ist daher, im Gegensatz zu ihrer Bedeutung bei Panofsky, *ein Mittel und ein Instrument für die Inangriffnahme von kognitiven Prozessen* (vgl. Punkt 1 im Kap. 3.1.4). Weitere Funktionen und Möglichkeiten der „sinnlichen Wahrnehmung“ spielen dagegen eine untergeordnete Bedeutung. Anerkannt wird in der Literatur noch ihre Rolle zur Weckung und zum Ausbau von Interesse und langfristiger Motivation. Des Weiteren kann ein Widerspruch festgestellt werden, zwischen dem Wunsch einerseits nach zielgerichteter und andererseits nach offener Beobachtung.

3.1.4.1 Sinnliche Wahrnehmung und kognitive Prozesse in der Erkenntnisentwicklung

„Erkenntnis ist nicht mehr bloß Kopf
sondern erhält Herz und Gedärm“
(Gögelein, 1995).

Das einleitende Zitat greift die Gedanken des vorigen Absatzes auf, in dem der sinnlichen Wahrnehmung in der Chemiedidaktik die Rolle des Vermittlers zugewiesen wurde.

Die sinnliche Wahrnehmung ist bei der Mehrheit der Chemielehrkräfte ein Instrument und ein trickreiches Mittel, mit welchem man zum Eigentlichen, nämlich der kognitiven naturwissenschaftlichen Leistung überleiten möchte. Das bedeutet gleichzeitig, dass die sinnliche Wahrnehmung der Ratio, der begrifflichen Erfassung eines Sachverhaltes, unterstellt ist.

M. Aissen-Crewett verweist in diesem Zusammenhang auf die schulische Praxis, in der der gesamte schulische Erfolg, insbesondere im naturwissenschaftlich-mathematischen Unterricht, überwiegend an der Entwicklung und Weiterbildung des logischen, rationalen Denkens gemessen wird (Aissen-Crewett, 1997, S.144f). Aus diesem Grunde haben im naturwissenschaftlichen Unterricht oftmals die Theorien, Formeln und abstrakte Begrifflichkeiten der Fachdisziplin Chemie mehr Bedeutung, als die aus den eigenen konkreten Erfahrungen gewonnenen Erkenntnisse. Überhaupt wird im Schulalltag deutlich, dass „Gegenstände von Erziehung und Unterricht, die sich nicht von der Ratio her definieren lassen und mit deren Befassen kein Zuwachs an Ratio verbunden scheint, wie vor allem Kunst und Musik, als zweitrangig angesehen werden“ (Aissen-Crewett, 1997, S.144; vgl. auch Buck, 1996, S.10). Zum Beispiel sind C-Fächer laut des Schulgesetzes von Schleswig-Holstein nicht für die Versetzung relevant.

Auch Klafki sieht die schulische „Bildung“ schon seit dem 19. Jahrhundert bis in die heutige Zeit weitgehend auf die kognitive Dimension reduziert, was nicht zuletzt zu einem Verfall des klassischen Bildungsbegriffs führt. Seiner Meinung nach wurde bisher sowohl theoretisch als auch schulpraktisch nicht erkannt, dass die Sinneserfahrungen „unverzichtbare“, eigenständige Perspektiven der Erkenntnis und damit Bildung ermöglichen. Dies gilt nach Klafki sicherlich nicht nur für eine künstlerische Bildung (Klafki, 1996, S.32f). Doch reichen die Klagen über den Verlust der Sinneserfahrungen noch weiter zurück. Um ein Beispiel aus dem späten 18. Jahrhundert zu geben, ein Zitat von Herder: „Wir werden durch Worte und das Lernen fremder allgemeiner Begriffe so erstickt, daß wir nicht auf sie merken, wenigstens nicht mit dem ganzen Feuer auf sie merken können. Die rührendsten Auftritte der Natur sind bei uns weg“ (Herder, 1966, S.199).

So führt die Dominanz kognitiver Erkenntnisprozesse und Ergebnisse im Schulwesen zu einer Unterrichtsgestaltung mit einer zunehmenden überproportionierten Rationalisierung des schulischen Lernens und damit zu einer „Verarmung des Lernens in den natur- und naturwissenschaftsbezogenen Fächern“ (Aissen-Crewett, 1997, S.145; vgl. auch Geigle, 2005, S.85; Buck, 1996, S.28). Gleiches äußern u.a. auch Heisenberg (Aissen-Crewett, 1997, S.147), Jaspers und Husserl (Kyung Cho, 1977, S.41f) und fordern daher eine ebenbürtige Rolle der sinnlich-ästhetischen Prozesse bei der Erkenntnisfindung gegenüber den kognitiven Prozessen. Denn erst die Gleichstellung sinnlicher Wahrnehmung und kognitiver Prozesse kann Dimensionen und Bereiche aufzeigen, die

durch die ausschließliche Konzentration auf kognitive Prozesse verschüttet blieben und nicht zum Tragen kämen (Aissen-Crewett, 1997, S.145f).

Zwar wird auch in der chemiedidaktischen Literatur der Wunsch geäußert, dass der sinnlichen Wahrnehmung mehr Bedeutung zugesprochen werden sollte, dort heißt es zum Beispiel: „Wenn wir auch in den unpersönlichen Naturwissenschaften nach affektiven Werten suchen, und zwar gleichberechtigt neben den intellektuellen und motorischen Fähigkeiten, können wir sehr viel mehr für unsere Schüler tun“ (Schwedde, 1973, S.180). Zudem werden für den Chemieunterricht Empfehlungen ausgesprochen, dass auch solche Ziele und Inhalte für den Unterricht gewählt werden sollen, welche die Lernenden „berühren“ (Eigenbrodt, 1985, S.83).

Schnell wird aber bei der weiteren Lektüre deutlich, dass die Intention einerseits darin liegt, die sinnliche Wahrnehmung weiterhin nur als ein effektives Mittel für den schnellen Übergang zum Eigentlichen - den kognitiven Lernzielen - zu verwenden (vgl. vorangegangenes Kapitel).

Andererseits erhofft man sich dadurch, in Anbetracht des Interessensverlustes und des negativen Chemiebildes (Hoffmann, 1997, S.198; Gräber, 1992, S.270ff), eine bessere Einstellung der Lernenden gegenüber der Chemie und dem Chemieunterricht entwickeln zu können (Hellweger, 1983, S.19-25; Stork, 1987, S.5). Bei Becker heißt es dazu: „Kognitive Lernziele werden dann erreicht bzw. umgesetzt, wenn entsprechende Einstellungen und Verhaltensdispositionen erworben wurden“ (Becker, 1994, S.113). Was das für den Chemieunterricht konkret heißen kann, und wie diese Forderung mit den Fachlernzielen in Einklang gebracht werden soll, bleibt offen.

Die genannten Ziele und Wünsche, so das Fazit dieses Abschnittes, sind erst dann schulisch zu realisieren, wenn die Formen sinnlicher Wahrnehmung auch einen individuellen Eigenwert für die Erkenntnisgewinnung der Lernenden erhalten und damit ein sehr persönliches Erkenntnismittel werden, das „Berührungen“, „unverzichtbare eigene Perspektiven“ und die eigene Emotionalität mit aufnehmen können.

3.1.4.1.1 Die „Entsinnlichung“ der Welt im Chemieunterricht und ihre Folgen

Die Dominanz der kognitiven Prozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht hat die Konsequenz, dass im Chemieunterricht ein stark wissenschaftsfixiertes Bild der Welt präsentiert wird und der Mensch mit seiner Sinnlichkeit weitestgehend aus dem Prozess der Erkenntnisgewinnung ausgeschlossen wird.

In der Literatur findet man unterschiedliche Begriffe für die Dominanz des logisch-technischen Naturverständnisses im Unterricht.

Was bei den Begriffen „Verwissenschaftlichung“ (Tenbruck, 1989, S.96; Lippitz, 1993, S.48) oder „Wissenschaftsorientierung“ (Klafki, 1996, S.165; Künzli, 1978, S.33) je nach Standpunkt mehr oder minder neutral interpretiert werden kann, wird an anderen Stellen auch ganz anders beschrieben und empfunden. Es wird von „Entgötterung“ (Freese, 1989, S.71), „Entzauberung“ (Wagenschein, 1975, S.31), „Götterdämmerung aller Wertegesichtspunkte“ (Tenbruck, 1989, S.97) der Welt gesprochen. Dazu auch John Keats (englischer Dichter, 1795-1821): „Die Wissenschaft raubt der Welt die Schönheit, denn sie sucht die Schwingen der Engel zu beschneiden, die Geheimnisse mit Lineal und Lot zu erobern, die Luft von Geistern zu entvölkern und den Regenbogen aufzulösen“ (zitiert in: Welter, 1986, S.21). Nietzsche artikuliert sich in der gleichen Weise: „Wie kalt und fremd sind bisher die Welten, welche die Wissenschaft entdeckte“ (zitiert in: Welter, 1986,

S.21). An anderer Stelle schreibt Freese: „Die wissenschaftliche Sicht der Wirklichkeit mit ihrer scharfen Trennung von Materie und Geist hat ihr alle menschlichen und göttlichen Züge, alles Anthro- und Theomorphe, ausgetrieben, sie zunehmend entsinnlicht und sinnleerer erscheinen lassen“ (Freese, 1989, S.72).

Das Bild der Welt im wissenschaftsorientierten Unterricht vernachlässigt demnach die emotionalen Beziehungen der Menschen zu ihrer Welt und damit letztendlich auch die Persönlichkeit der Lernenden (Becker, 1994, S.61; Lübke, 1983, S.53f).

Die Folgen für die Kinder kann man nur erahnen. Es ist aber anzunehmen, dass Kinder, die in solch einer „entzauberten“ Welt aufwachsen, kein tiefes Ich- und Weltgefühl erleben können (Freese, 1989, S.71). Kubli sagt dazu: „Der Unterricht geht nicht unter die Haut, erfaßt den Schüler zu wenig als Persönlichkeit oder fördert diese nicht“ (Kubli, 1981, S.159). Der naturwissenschaftliche Unterricht wird als unpersönlich, trocken, kalt, langweilig und wenig begeisternd empfunden (Kubli, 1981, S.159; Lehrke, 1988, S.34; BLK, 1997, S.73).

In der Literatur wird bei der Vernachlässigung der Persönlichkeit der Schülerinnen und Schüler oft von einer „Entsinnlichung“ gesprochen (Woyke, 2004, S.285). Mit dem Begriff „Entsinnlichung“ werden eine Reihe von Phänomenen und Vorwürfen an der wissenschaftlichen Entwicklung von Erkenntnissen beschrieben. Dabei fasst der Begriff „Entsinnlichung“ die auch hier bereits kritisch diskutierten Begriffe zusammen wie: Verwissenschaftlichung, emotionale Kälte, Beziehungslosigkeit oder Eindimensionalität der Erkenntnisentwicklung und des schulischen Lernens und verschärft die Kritik an ihnen. Der zentrale Vorwurf ist, dass wissenschaftliche Erkenntnismethoden die Tendenz und den Anspruch haben, menschliches Erkenntnisvermögen auf rein kognitive Vorgänge zu reduzieren und damit alle weiteren menschlichen Einflüsse und Befindlichkeiten, wie Emotionen, Wünsche und Abscheu etc. zu eliminieren (Meyer-Abich, 1995, S.232). Das heißt mit anderen Worten: von der „Körperlichkeit“ des erkennenden Subjekts strikt abzusehen.

Speziell den Naturwissenschaften wird vorgeworfen, den Körper des Menschen aus dem Prozess der Erfahrungsgewinnung nach und nach zu eliminieren und die Sinne auf reines Feststellen von Signalen zu reduzieren (Böhme, 1997a, S.32; Aissen-Crewett, 1997, S.146; Lippitz, 1993, S.110). Aus der Sicht eines perfekten Erkenntnisideals der Wissenschaften scheint der Mensch durch seine „Sinnesqualitäten“ zu stören (Kubli, 1981, S.138). Heisenberg bestätigt diese These mit den Worten, dass die Naturwissenschaft den Versuch macht, die Welt auf eine Art zu beschreiben, die von unserem selbst, unserem menschlichen Denken und Fühlen, sowie vom alltäglichen Handeln absieht (Heisenberg, 1955a, S.95). Damit wäre die Wunschvorstellung von Descartes fortgesetzt, wonach ein idealer Wissenschaftler „keine Hände, keine Augen, kein Fleisch, kein Blut, überhaupt keine Sinne“ haben sollte (Descartes, 1960, S.20). Für Nietzsche ein verwerflicher Wunsch: *„Wir sind [aber] keine denkenden Frösche, keine Objektivier- und Registrierungsapparate mit kaltgestellten Eingeweiden - wir müssen beständig unsere Gedanken aus unserem Schmerz gebären und mütterlich ihnen alles mitgeben, was wir von Blut, Herz, Feuer, Lust, Leidenschaft, Qual, Gewissen, Schicksal, Verhängnis in uns haben“* (zitiert in: Rumpf, 1981, S.31). Kückelhaus (Pädagoge, Philosoph und Künstler; 1900 – 1984) greift diese Gedanken auf und betont vehement, dass hinter den Sinnesorganen natürlich immer ein Mensch mit seiner ganzen „Körperlichkeit“ gesehen werden muss. Daher Kückelhaus: „Nicht das Auge sieht, nicht das Ohr hört, nicht das Gehirn denkt, sondern der Mensch mit seinem ganzen Leib ist Sehender, Hörender, Denkender. Was uns erschöpft,

ist die Nicht-Inanspruchnahme unserer Organe, ist ihre Ausschaltung, Unterdrückung, ist der negative Streß“ (Kückelhaus, 2000, S.30). Denn in Wirklichkeit sieht eben nicht das Auge, „sondern der Mensch, der dieses Auge trägt, der Mensch in seiner Ganzheit [...]“ (Aissen-Crewett, 1997, S.157).

Für diese Autoren ist das erkenntnistheoretische Ideal einer derartigen Trennung zwischen dem Erkenntnisvorgang und dem erkennenden Subjekt von Descartes eine Illusion. Eine Illusion aber, bei der bereits der Versuch ihrer Verwirklichung schwerwiegende Folgen für die Erkenntnisgewinnung sowie besonders für die Ergebnisse dieser Erkenntnisentwicklung auf den Umgang der Menschen mit der Natur haben. Daher sind die Erkenntnisformen und Methoden der herrschenden Naturwissenschaften - so der Vorwurf der Autoren - einerseits äußerst eingeschränkt und fehlerhaft, andererseits mit schwerwiegenden Folgen behaftet. Die Autoren plädieren daher dafür, andere Arten der Wahrnehmung und des wissenschaftlichen Vorgehens zuzulassen, auszuprobieren und gegebenenfalls auszubauen. Denn erst diese anderen Arten der Wahrnehmung und der Erkenntnissuche, die nach Nietzsche auch „Blut, Herz, Feuer, Lust, Leidenschaft, Qual, Gewissen, Schicksal, Verhängnis“ mit einbeziehen, würden dann auch für das Individuum - also auch für einen selbst - einen Zugang zur Natur schaffen (Freeß, 2002, S.56). Vielleicht eröffnet sich einem sogar eine Welt, in der man sich als Teil der Natur empfindet und die Natur einen selbst als ein Teil aufnimmt (Lippitz, 1993, S.102). Voraussetzung ist aber, dass wir uns ihr „leiblich“ zuwenden (Bockemühl, 1997, S.155; Dauber, 1997, S.49), denn gerade der Körper des Menschen ist „die primäre Weise des In-der-Welt-Seins und das Fundament des Selbstbewusstseins“ (Böhme, 1989, S.33).

3.1.4.2 Sinnliche Wahrnehmung als Fundament

Ciampi hat mit seinen Untersuchungen des Gehirns die Wichtigkeit der Affekte als das Fundament, auf das die Gedanken aufmoduliert werden aufgezeigt (vgl. Kap. 3.1.3.1).

Das bedeutet, dass den kognitiven Prozessen immer Affekte, welche auf das Engste mit sinnlicher Wahrnehmung verbunden sind, vorangehen. Folgerichtig müsste die sinnliche Wahrnehmung in Lernprozessen am Anfang eines Erkenntnisweges stehen.

So sagt Aissen-Crewett: „Wahrnehmung ist das unentbehrliche und unersetzliche Fundament allen Erkennens“ (Aissen-Crewett, 1997, S.169). Auch in anderen Veröffentlichungen gibt es Aussagen dazu, dass die sinnliche Wahrnehmung ein Fundament im Erkenntnisweg bildet (z.B. in: Knauer, 1995, S.17 und S.113; Geigle, 2005, S.27 und S.72; Aissen-Crewett, 1997, S.149; Buck, 1996, S.29 und S.101f; Hierdeis, 1992, S.7 und S.91; Strube, 1976, S.57). Es reicht von knappen Sätzen wie „am Anfang steht die sinnliche Erfahrung“ (Köhnlein, 1991, S.14) bis hin zu ausführlicheren Beschreibungen wie z.B. „Begreifen, Denken und Wissen, einfaches Erfassen ebenso wie Vergleichen, Verknüpfen, Trennen und Transportieren, kurz, alle Erkenntnis beginnt mit Erfahrung. Erfahrung ist, nach Kant, jene Erkenntnisart, bei der außer uns befindliche Gegenstände unsere Sinne affizieren“ (Mainberger, 1977, S.118).

Das Wort Fundament meint aber nicht, dass die sinnliche Wahrnehmung nur einen Untergrund oder ein Sprungbrett für die viel wichtigere Kognition bildet sondern, dass sie eine gleichberechtigte eigene Erkenntnisart ist, welche an erster Stelle im Erkenntnisweg stehen muss.

Im Prinzip gehen auch die exakten Naturwissenschaften von der sinnlichen Wahrnehmung aus (Aissen-Crewett, 1997, S.149; Groddeck, 1984, S.32; Wagenschein, 1975, S.67; BLK, 1997, S.52). Das lässt sich an vielen Beispielen in den Naturwissenschaften, der

Geometrie oder Mechanik aufzeigen, die zum Beispiel bei der Entstehung wissenschaftlicher Begriffe mit der unmittelbaren sinnlichen Erfahrung beginnen (Aissen-Crewett, 1997, S.149). Nach Max Planck sind alle Begriffe der Physik der Sinneswelt entnommen. Deshalb plädiert er dafür, dass der Bezug der Physik zur Sinneswelt immer bestehen bleiben muss (Planck, 1965, S.207 und S. 226).

Auch Einstein setzt die Sinnesempfindungen an die erste Stelle, denen er erst später wissenschaftlich-fachliche Begriffe zuordnet (Einstein, 1979, S.64ff). Kant formulierte den notwendigen Bezug zu den Sinnen wiederum als Frage: „Denn wie wollten wir auch unseren Begriffen Sinn und Bedeutung verschaffen, wenn ihnen nicht irgend eine Anschauung untergelegt würde“ (Kant, 1923, S.133)?

Als weitere bekannte Vertreter dieser Auffassung sind unter anderem Rousseau und heute Klafki zu nennen. Für Rousseau ist es unverzichtbar, auf die sinnliche Ausgangsbasis in der Begriffsbildung zurückzugreifen: „Schon bei den ersten geistigen Operationen müssen die Sinne unsere Führer sein“ (Rousseau, 1978, S.159). Aus Klafkis Einsichten geht wiederum hervor, dass in der Auseinandersetzung mit der Welt im Lernprozess die Erkenntnisgewinnung ästhetischer Art an der ersten Stelle stehen sollte (Klafki, 1996, S.71). Dabei betont er wiederholt, dass es darum geht durch direkte Erfahrung eine ebenso direkte emotional-soziale Beziehung aufzubauen.

Im Schulalltag ist es deshalb wichtig darauf zu achten den Lernenden Möglichkeiten, Raum und Zeit einzuräumen, in Ruhe erst einmal seine eigenen Wahrnehmungen und Erfahrungen zu machen (Klafki, 1996, S.71). Peter Buck fasst es für den Chemieunterricht auf diese Weise zusammen: „Das wäre also für den Anfang das Richtige: den Sinnesqualitäten nachgehen. Wie klingt doch Bronze anders als Stahl; was erlebt man am ersten Lichtschein nach langer Finsternis? Wie fließt kaltes Wasser anders in seinen Wellen als heißes? Ohne Zeitdruck kann sich jeder Schüler auf seine Art in die Wahrnehmungen einleben. Es wird nicht nur rasch ein Signal der Sache konstatiert, sondern man hat den Atem, in Ruhe zu erleben“ (Buck, 1996, S.30).

Die Forderung an den naturwissenschaftlichen Unterricht lautet demnach folgendermaßen: *„Es kommt zuerst darauf an, den Schüler erfahren zu lassen, wie chemische Fragen [...] überhaupt entstehen; und zwar nicht in der Wissenschaft, nicht in der Begegnung mit dem Schulstoff, der schon abgekartet ist zum Einleiten der chemischen Fragestellungen, sondern in seiner - des Schülers - Begegnung mit der Welt“* (Buck, 1996, S.66). Das bedeutet, dass die sinnliche Wahrnehmung im naturwissenschaftlichen Unterricht fundamental sein muss und auch zeitlich an erster Stelle im Unterrichtsverlauf stehen sollte (Gögelein, 1995, S.94).

Dies wird in der fachdidaktischen Literatur kaum bestritten, jedoch in der Unterrichtspraxis weitgehend vernachlässigt. Des Weiteren müsste für den Chemieunterricht deutlich werden, dass die sinnlichen Erfahrungen sich nicht darin erschöpfen sollen und können, nur als Überleitung oder plumpes Fundament zu dauerhaften Vorstellungen und Theorien zu dienen. Denn die sinnliche Wahrnehmung führt zu ersten wesentlichen persönlichen Erfahrungen und Erkenntnissen im naturwissenschaftlichen Unterricht (Buck, 1996, S.101f).

3.1.4.3 Sinnliche Wahrnehmung als persönliche Erfahrung

„Die Klarheit der Wahrnehmung liegt allem Verstehen
und allem intelligentem Verhalten zugrunde.
Wir müssen neu entdecken,
daß wir selbst die Fähigkeit haben zu empfinden.
Dann sind wir auch fähig zu urteilen“
(Brooks, 1979, S.16).

Wenn von sinnlicher Erfahrung die Rede ist, so ist es einleuchtend, dass nur die Person für sich selbst wahrnehmen kann. In der sinnlichen Wahrnehmung ist es also nicht möglich, sich fremder Sinne zu bedienen, um sich dem zu Erforschenden anzunähern. Denn meine eigenen Erfahrungen, meine eigene sinnliche Wahrnehmung kann ich nur für mich alleine machen. Zwar kann ich durch meine eigenen sinnlichen Erfahrungen Andere eventuell bereichern und anregen, aber keiner kann sinnliche Erfahrungen für jemand Anderen machen.⁶ „Erfahrungen sind Eindrücke, Bewegungen, Wertungen usw., die in der Tat jeder selbst machen muß und jeder selbst macht“ (Groddeck, 1984, S.27). Auch Goethe spricht von der großen Bedeutung des Selbsthinsiehens (in: Böhme, 1997, S.29).

Jedes Kind nimmt Unterschiedliches wahr (Buck, 1996, S.21) und erst im weiteren Schritt auf dem Erkenntnisweg wird empfohlen sich andere Meinungen anzuhören, um dann Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu finden (Lang, 1997, S.28).

So ist auch nach Panofsky mit der Sinnlichkeit in der ersten Stufe eine sinnlich-ästhetische Wahrnehmung gemeint, welche Fragen nach politischen und gesellschaftlichen Interessen und Relevanzen noch ausklammert (vgl. Buck, 1996, S.29). Denn ein Sachverhalt oder ein Gegenstand, so die Argumente, welcher unter dem Aspekt der politischen und gesellschaftlichen Relevanz mit „fremdem materiellem Gruppeninteresse“ (das nun auch gewusst werden soll) betrachtet wird, hat nicht mit der Entfaltung und Erweiterung des menschlichen Bewusstseins zu tun, sondern mit der „Vermehrung magazinierten und zum größten Teil aktuell ungewußten Wissens“ (Buck, 1996, S.29; von Hentig, 1987, S.135f). Eigene Fragestellungen entwickeln sich in der persönlichen Auseinandersetzung mit dem Phänomen durch eigene Sinne. Der Wille, den Fragen dann auch nachzugehen und für diese Fragen Erklärungen, Lösungen und wahrscheinlich auch neue Fragen zu finden, wird umso größer, je mehr es eigene, persönliche Fragen sind (Freeß, 2002, S.122).

Erfahrungen für sich zu machen heißt aber auch, dass man die Offenheit und das Selbstvertrauen entwickelt auf eigene innere Vorgänge zu hören und die Empfindungen, welche ein Phänomen bei einem auslöst, zuzulassen und zu erkennen (Groddeck, 1984, S.31).

Deshalb sollten die Lernenden dazu ermutigt werden, ihre eigenen sinnlichen Erfahrungen zu machen. Das bedeutet für den Unterrichtsweg, dass Raum, Zeit und Geduld für die eigene sinnliche Wahrnehmung eingeräumt werden muss.

Diese genuine Einmaligkeit sinnlicher, persönlicher Erfahrung und Erkenntnis, ist im Unterricht zuerst zu thematisieren und bewusst zu sichern, bevor sie von nachfolgenden, rein kognitiven Prozessen oder weiteren möglichen fremden Informationsquellen beeinflusst wird.

⁶ Dieser Hinweis ist für die Umsetzung der ikonologischen Methode sehr wichtig, damit die Umsetzung der ersten Stufe - d.h. die sinnliche Auseinandersetzung mit den Phänomenen - nicht in Gruppen- oder Partnerarbeit stattfindet.

3.1.4.4 Die Reduktion der sinnlichen Wahrnehmung auf den visuellen Sinn

Die visuelle Wahrnehmung steht beim Menschen traditionell an erster Stelle, zum Teil bleibt sie auch das einzige Sinnesorgan der Erkenntnisgewinnung. Unterstützt wird diese Fokussierung bereits im Kindesalter, heute verstärkt über einseitiges Training durch visuelle Medien wie z.B. Fernsehen und Zeitschriften. Weiteren Sinnen wird eine eher untergeordnete Rolle zugeschrieben (Knauer, 1995, S.17). Das Sinnesorgan „Sehen“ dient überwiegend der Registrierung, Selektierung und dem Rezipieren von Informationen: „Das Auge wird funktionalisiert; es dient vorher bestimmten Zielen, auf die es ausgerichtet wird [...] Das Sehen wird dem Zwang der Zweckrationalität unterworfen; es richtet sich auf das Eindeutige“ (Wulf, 1984, S.28; vgl. auch Bäuml-Roßnagl, 1991, S.43).

Die Sinnesorgane wie Tasten, Hören und Riechen werden kaum zur Erkenntnisgewinnung verwendet, geschweige denn als für uns wichtig und zugehörig in Verbindung gebracht. (siehe Stichwort „Entsinnlichung“) Bäuml-Roßnagl spricht in diesem Zusammenhang von einer „Wahrnehmungskrise“ (Bäuml-Roßnagl, 1991, S.37).

Welche Rolle die „Beobachtung“ in der Chemiedidaktik spielt, zeigt zum Beispiel die Analyse des Buches „Die Fachmethoden der Chemie“ (Sommer, 2007).

Dieses Buch erhebt den Anspruch, die Vielfalt der Experimente aufzuzeigen. Insgesamt werden 44 Versuche aufgeführt: Fünf Beobachtungen stellen Messergebnisse dar, drei andere sichtbare Erscheinungen wie Gasentwicklung, bei 32 Experimenten beruht die Beobachtung auf der Feststellung einer Farbveränderung und bei 4 Experimenten fehlen Beobachtungen vollkommen. Das heißt, dass damit alle Beobachtungen auf den visuellen Sinn reduziert sind. Dabei erfassen 73% der Beobachtungen augenscheinlich eine Veränderung der Farbe. Entsprechende Resultate erhält man bei der Analyse von Chemieschulbüchern unter diesem Aspekt.

Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass sich einige Autoren, wie Hoffmann-Axthelm, für die Befreiung des Menschen aus der Eindimensionalität seiner Wahrnehmungspraxis aussprechen (Hoffmann-Axthelm, 1984, S.14).

Gerade für den Schulunterricht sehen es Autoren wie Bäuml-Roßnagl als eine der wichtigsten Bildungsaufgaben an, wieder mit allen Sinnen entdecken und lernen zu können (Bäuml-Roßnagl, 1991, S.37). Denn mit dem Begriff der sinnlichen Wahrnehmung, ist Wahrnehmung keineswegs auf das Sehen zu reduzieren, vielmehr sollten alle Sinne angesprochen werden (Böhme, 1989, S.58). Dafür sprechen auch lernpsychologische Erkenntnisse. Dort heißt es, dass über den visuellen Sinn nur 30% der Informationen gespeichert werden können. Zugleich wird ausgesagt, dass am effektivsten gelernt werden kann, wenn alle Sinne gefordert werden.

Außerdem empfangen wir durch die verschiedenen Sinneskanäle unterschiedliche Informationen und nur dadurch sind wir im Stande, die vielseitigen Facetten des zu beobachtenden Objektes „ganzheitlich“ zu erkennen.

So wird man z.B. die Wärme eines Stoffes mit Hilfe eines Thermometers durchaus mit den Augen feststellen oder das Gewicht eines Stoffes durch eine Waage sichtbar machen können. Die Wahrnehmung für das Individuum ist aber – so die Kritik an der vorliegenden Eindimensionalität alltäglicher und schulischer Wahrnehmungen – nicht identisch mit dem direkten Fühlen der Wärme des Stoffes oder dem Spüren unmittelbarer Masse eines Objektes. Damit ist auch das beobachtete Objekt für den Lernenden nicht das Selbe.

3.1.4.5 Die Erweiterung der sinnlichen Wahrnehmung: vom „naiven“ zum „wissenden“ Beobachter

Es gibt verschiedene Gesichtspunkte, die in Bezug auf das Wahrnehmen, vor allem im naturwissenschaftlichen Unterricht, vernachlässigt werden. Es wird vermittelt, dass wir die Welt so sehen wie sie ist und nicht „so wie sie **unsere** Welt ist“ (Hervorhebung M.K.) (Reiners, 1999, S.73), d.h. wie wir sie konstruieren. Barzun schreibt dazu:

„Der Gesichtspunkt, unter dem der betrachtete Gegenstand erscheint, ist nicht der technische Gesichtspunkt dessen, der ihn gemacht hat, sondern der kritische Gesichtspunkt des urteilenden Betrachters“ (Barzun, 1968, S.12). Das heißt, dass der Betrachter einen betrachtenden Gegenstand je nach seinen Absichten anders sieht und ihn in seiner Wahrnehmung deswegen für sich sogar verändern kann.

So wird ein hungriger Mensch einen Apfel anders betrachten, als ein Maler, welcher diesen malen möchte. Auch die Fragestellungen und Überlegungen zu dem Apfel unterscheiden sich beträchtlich. Für den Hungrigen ist vielleicht die Frische und der Geschmack von Bedeutung, für den Maler seine Farbe und Form.

Laut einer Studie unterscheiden sich sogar die Blickbewegungen beim Betrachten ein und desselben Bildes bei Chemikern und Nichtchemikern (Sumfleth, 1996, S.169). Dazu ein weiteres Beispiel: „Ein Holzhändler geht durch den Wald. Für ihn ist es ungeheuer schwer, einen Baum als Baum zu sehen. Er sieht Bretter, Balken, Transportwege, Konkurrenzen, Holzauktionen usw. Einen Baum in seiner ganzen Erscheinungsfülle zu sehen - wer kann das überhaupt noch“ (Bäuml-Roßnagel, 1991, S.39)? Max Picard (ein schweizer Schriftsteller und Arzt; 1888-1965) stellt das Problem folgendermaßen dar:

„Das charakterisiert den Menschen von heute: Es findet keine Begegnung mehr statt zwischen ihm und dem Objekt, es ist kein Geschehnis mehr, ein Objekt vor sich zu haben, man hat es schon, ehe man danach gelangt hat, und es verläßt einen, ehe man es von sich entläßt“ (Picard, 1956, S.79).

Wenn wir uns aber nicht kritisch bewusst sind, dass die Welt, wie wir sie sehen und das Wissen eine Konstruktion ist und unsere Sinne mit Vorstellungen überladen sind, werden wir auch nur das sehen, was wir sehen wollen und auch nur das empfinden, worauf wir eigentlich nur schließen können. Goethe sagte hierzu: „Man erblickt nur, was man schon weiß und versteht“ (Goethe, 1948, S. 52).

Diese Probleme der Wahrnehmung dürfen natürlich nicht nur den Naturwissenschaften zugeschrieben werden. Auch Geisteswissenschaftler müssen sich diese Tatsache immer wieder vor Augen führen. So versucht: „Der Naturforscher [...] das bestimmte der Erscheinungen zu fassen und fest zu halten, er ist in einzelnen Fällen aufmerksam nicht allein wie die Phänomene erscheinen sondern auch wie sie erscheinen sollen“ (Neubauer, 1997, S.76). Einige Künstler wiederum „*glauben jeden Augenblick etwas zu empfinden was wir eigentlich bloß schließen. Daher rührt es, daß die schlechten Porträtmahler die Gesichter ganz über und über mit Fleischfarbe anstreichen; sie können sich gar nicht vorstellen, daß in einem Menschen-Gesicht blaue grüne gelbe und braune Schatten sein können*“ (Neubauer, 1997, S.84).

Ob wir die Dinge so erkennen können, wie sie sind, oder ob wir sie doch nur so erkennen, wie sie uns erscheinen, ist eine seit alters her behandelte Frage in der Philosophie (Rang, 1997, S.85). Wir können jedenfalls nicht ausschließen, dass unsere Erwartungen und Vorstellungen Einfluss auf den zu beobachtenden Sachverhalt haben. Wir können diesen Einfluss zwar methodisch kontrollieren, aber seine Größe nur erahnen oder abschätzen.

Doch bei genauerer Betrachtung müssen wir feststellen, dass prinzipiell nicht unsere Sinne uns täuschen und unzuverlässig sind, sondern unsere aus den Sinneswahrnehmungen gezogenen Erwartungen und Vorstellungen. Goethe sagt dazu: „Die Sinne trügen nicht, das Urteil trägt“ (Goethe, 1987, S.406). Bei nahezu allen optischen Täuschungen tritt das gleiche Phänomen auf.

Deshalb muss man einen bewussten Umgang mit den Sinnen für sich entwickeln und eine kritische Distanz zu den getroffenen Urteilen aufbauen. Diese Prozesse müssen dabei immer wieder von Neuem so gut wie möglich bewusst gemacht werden. Bereits die kritische Reflektion beim Erwerb von Erfahrungen in der Vorausschau und im Rückblick kann uns bereits mit unserem Vorwissen und Erwartungen konfrontieren und macht so den Erfahrenden zum Wissenden (Schrödter, 1984, S.47). Das muss aber gelernt werden. Redeker spricht hier von der „ausgebildeten Wahrnehmung“ und Kant von einer „geübten Urteilskraft“ (Redeker, 1995, S.104).

Denn es ist weder verwerflich noch auszuschließen, dass in unseren scheinbar objektiven Aussagen dennoch unsere sehr persönlichen Vorstellungen und gemachten Vorerfahrungen impliziert sind. Es ist aber ein großer Unterschied, ob dem Beobachter bei seiner Beobachtung dies bewusst oder unbewusst bleibt. Durch das gelernte und bewusste Wahrnehmen avanciert der naive Betrachter, wie Panofsky ihn nennt, zum wissenden Betrachter.

Diese Bewusstmachung der Wahrnehmungsprozesse und damit die Schulung der Wahrnehmungstätigkeit bilden für Panofsky den Übergang von der ersten Stufe in die zweite Stufe der ikonologischen Methode. Denn hier dringen die Erkenntnisse aus der sinnlichen Wahrnehmung bereits in den bewussten⁷ kognitiven Bereich vor.

Besonders in der Schule müssen daher die Grundsätze dieses Kapitels bei einer wissenschaftsgerechten Verständnisvermittlung der Chemie beachtet werden.

3.1.5 ZUSAMMENFASSUNG

In den vorangegangenen Abschnitten wurde zum einen die unterschiedliche Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung bei E. Panofsky sowie in der Chemiedidaktik und dem Chemieunterricht vorgestellt.

Zum anderen wurden verschiedene Defizite und Vorwürfe an die wissenschaftlichen Erkenntnismethoden und an bestimmte Formen des unterrichtlichen Vorgehens, die sich aus der unterschiedlichen Bedeutung ergeben, aus der Literatur referiert.

Diese Ausführungen machen besonders intensiv auf Problembereiche des Chemieunterrichtes aufmerksam und geben darüber hinaus wertvolle Hintergrundinformationen dieser Defizite preis.

Wie weit und wie intensiv die sich daraus ergebenden Defizite durch die erste Stufe der ikonologischen Methode nach Panofsky aufgehoben, beziehungsweise gemildert werden können, soll im Folgenden herausgearbeitet werden.

Auffällig ist vor allem die divergente Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung bei E. Panofsky und in der Chemiedidaktik. Bei *Panofsky* ist die sinnliche Wahrnehmung bereits **selbst eine Form der Erkenntnis** (vgl. Kap.3.1.2). Sinnliche Wahrnehmungen geben dabei

⁷ Es sind *bewusste* kognitive Prozesse gemeint, da die Kognition schon in der sinnlichen Wahrnehmung auftritt.

Auskunft über einen Sachverhalt in einer Art und Weise wie es Abstraktionen nicht leisten können. Sie lassen damit Gegenstände und Sachverhalte in einer Vielfalt, in einem Reichtum und in einer Intensität erscheinen, die vielleicht helfen können, die Kluft zwischen ihrem praktischen Gebrauch und ihren theoretischen Beschreibungen zu verringern.

Im *Chemieunterricht* werden sinnliche Wahrnehmungen vor allem als ein Instrument zur Motivationserhöhung oder als Überleitung zu den wichtigeren, kognitiven Inhalten angesehen. Damit werden sinnliche Wahrnehmungen als ein „**technisches Mittel**“ im Unterricht eingesetzt, mit dem der Sprung von der Alltagswelt zu der wissenschaftlichen Welt schnell und erfolgreich erfolgen soll.

Auf dieser Basis ergeben sich unterschiedliche Konsequenzen für den Chemieunterricht und mögliche Lösungsvorschläge durch die ikonologische Methode nach E. Panofsky.

Dazu auf der folgenden Seite eine tabellarische Darstellung.

Sinnliche Wahrnehmung (sinnliche W.) bei E. Panofsky	Sinnliche Wahrnehmung (sinnliche W.) in der Fachdidaktik	Mögliche Konsequenzen der Rolle der sinnlichen W. in der Fachdidaktik	Lösungsvorschläge durch die ikonologische Methode nach Panofsky
<p>Der sinnlichen W. wird der gleiche erkenntnistheoretische Wert wie der Kognition zugesprochen, denn die menschliche Psyche besteht aus einem Emotions- und Kognitionssystem. Dabei stehen Emotionen gleichwertig neben dem Denken. Sollten die Sinne im Erkenntnisprozess nicht gleichwertig berücksichtigt werden, würde man den Menschen nicht als ganzheitliches Wesen erfassen können.</p> <p>Denn es soll nicht nur der Kopf, sondern auch „Herz und Hand“ ausgebildet werden (vgl. Kap. 3.1.3.2).</p>	<p>Sinnliche W. hat im Vergleich zu der Kognition eine untergeordnete und dienende Bedeutung. Demzufolge wird ein stark wissenschaftsorientiertes Bild der Welt dargestellt. Durch die Verwissenschaftlichung werden zudem alle menschlichen Züge aus dem Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnis ausgeschlossen d.h. dass das menschliche Erkenntnisvermögen nur auf kognitive Vorgänge reduziert wird.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - der naturwissenschaftliche Unterricht wird von den Lernenden als trocken, unpersönlich, kalt und sinnleer beschrieben - negative Einstellung zur Chemie und dem Chemieunterricht - der „Unterricht geht nicht unter die Haut“ - die emotionalen Beziehungen der Lernenden werden vernachlässigt - die Lernenden können kein tiefes Ich- und Weltgefühl erleben 	<p>Es müsste einerseits anerkannt werden, dass die sinnliche W. und damit die persönlichen Erfahrungen der Lernenden einen erkenntnistheoretischen Eigenwert haben.</p> <p>Andererseits müsste der sinnlichen W. der gleiche Wert wie der Kognition zugesprochen werden.</p>
<p>Die sinnliche W. wird als Fundament des Erkenntnisweges angesehen. Das Fundament meint, dass die sinnliche W. eine eigene Erkenntnisart darstellt, welche die primäre Erkenntnis im Erkenntnisweg bildet. Denn die Affekte, die mit der sinnlichen W. aufs engste verwandt sind, sind die Grundschwingungen und ein Fundament, auf dem die Gedanken aufmoduliert sind. Sinnliche W. ist demnach von erstrangiger Bedeutung.</p>	<p>Die sinnliche W. wird als Fundament des Erkenntnisweges angesehen. Fundament bedeutet in diesem Fall aber nur ein Mittel oder „Sprungbrett“ zur Überleitung zu den kognitiven Erkenntnissen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - die Ergebnisse der Chemie bleiben ohne unmittelbaren Bezug zu den Menschen – erscheinen also „unmenschlich“ - die Welt wird durch die Lernenden als „entsinnlicht“ und entzaubert empfunden 	<p>Den Lernenden soll zuerst viel Raum und Zeit für eigene sinnliche W. und den Aufbau von Emotionalen Beziehungen zum Lernobjekt eingeräumt werden. Das bedeutet des Weiteren, dass die Wahrnehmungen der Lernenden nicht vorschnell als „falsch“ oder „richtig“ zu bewerten sind</p>
<p>Sinnliche W. ist eine eigene direkte sinnliche Erfahrung die direkte emotional-sinnliche</p>	<p>Im Unterricht werden Wahrnehmungsaufgaben oft in</p>	<ul style="list-style-type: none"> - die Lernenden setzen kein Vertrauen in die eigene 	

<p>Beziehungen aufbauen lässt. Kein anderer Mensch kann für einen selbst wahrnehmen. Die sinnliche W. ist ein „In-Beziehung-Setzen zwischen Gegenstand, Mensch und persönlicher Erfahrung.“ Durch den Zuspruch der Eigenständigkeit wird Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten entwickelt, die Möglichkeit gegeben eigene Fragen entstehen zu lassen und damit auch die Angst gemindert etwas „Falsches“ zu sagen.</p>	<p>Gruppen- oder Partnerarbeit bewältigt. Damit wäre die sinnliche Wahrnehmung eine fremde und nicht eigene Erfahrung. Experimente im Chemieunterricht sind eng zielgebunden. Dies führt zu streng hypothesengebundenen Beobachtungen, die nicht mehr offen sind für eigene Sichtweisen und Interpretationen.</p>	<p>sinnliche Wahrnehmung, sondern nehmen das wahr, was die Lehrkraft für richtig hält, - die Lernenden reproduzieren angelerntes Wissen anstatt eigene Erkenntnisse zu entwickeln, - die Selbstständigkeit der Lernenden wird eingeschränkt</p>	<p>und dass durch die Lehrkraft nicht versucht wird Weisheiten zu lehren. Eigene sinnliche W. machen zu dürfen heißt auch, dass fremde Informationen vorerst auszuklammern sind.</p>
<p>Es wird dafür plädiert im Erkenntnisprozess alle Sinne zu fördern und fordern, denn die Wahrnehmung ist ein aktiver Vorgang, in dessen Prozess sich das Kind die Welt mit all seinen Sinnen aneignet. Der Einsatz aller Sinne verstärkt das Erleben, Erforschen, Lernen und Verstehen. Dazu empfangen verschiedene Sinneskanäle unterschiedliche Informationen eines Phänomens. Zudem bezeugen die Ergebnisse der Lernpsychologie, dass am effektivsten gelernt wird, wenn alle Sinne gefördert werden.</p>	<p>Sinnliche Wahrnehmung wird im Erkenntnisprozess der Naturwissenschaften und im Vorgehen des Chemieunterrichts weitgehend auf den visuellen Sinn reduziert. Die weiteren Sinne werden nahezu vollkommen außer Acht gelassen, was zu einer Eindimensionalität in der Wahrnehmung führt.</p>	<p>- abgesehen von dem visuellen Sinn, werden keine weiteren Sinne gefördert, - die Lernenden konzentrieren sich hauptsächlich auf die Informationen, die visuell vermittelt werden, - es entsteht der Anschein, dass die Sinne nur der Registrierung dienen und sie mit uns selbst nichts zu tun hätten</p>	<p>Es sollte mit allen Sinnen entdeckt und gelernt werden. Denn mit dem Begriff sinnliche W., ist Wahrnehmung keineswegs auf den visuellen Sinn zu reduzieren.</p>
<p>Die Reflexion über die eigene sinnliche W. und die Bewusstmachung und damit Schulung der Wahrnehmungsprozesse hat eine große Bedeutung im Prozess der Erkenntnisgewinnung.</p>	<p>Die Wahrnehmungsprozesse werden nicht bewusst gemacht. Damit findet auch keine Schulung der Wahrnehmungstätigkeit statt.</p>	<p>- Fähigkeiten der Lernenden, zu beobachten weisen deutliche Mängel auf - die Lernenden wissen nicht wie sie beobachten und was sie beobachten sollen.</p>	<p>Schulung und Bewusstmachung der Wahrnehmungsprozesse</p>

Tab. 3: Tabellarische Zusammenfassung der Analyse der ersten Stufe von Panofsky (Kap. 3.1)

3.2 DIE ANALYSE DER ZWEITEN STUFE DER ERKENNTNIS-METHODE

3.2.1 DIE EINFÜHRUNG IN DIE ZWEITEN STUFE

*„Ohne Sinnlichkeit würde uns kein Gegenstand gegeben,
und ohne Verstand keiner gedacht werden.
Gedanken ohne Inhalt sind leer Anschauungen ohne Begriffe sind blind. [...]
Der Verstand vermag nichts anzuschauen und die Sinne nichts zu denken.
Nur daraus, daß sie sich vereinigen, kann Erkenntniß entspringen“
(Kant, 1963, S.98).*

Das Zitat von Kant weist darauf hin, dass erst im Zusammentreffen von Anschauung und Begriff die Entstehung von Erkenntnis möglich ist.

In der Pädagogik ist diese Vorstellung allgegenwärtig insofern Bildung als eine allgemeine Bildung verstanden wird, in der die Entfaltung aller menschlicher Kräfte, das bedeutet Kopf, Herz und Hand, gefördert werden (Klafki, 1996, S.35). In dieser Tradition steht auch Panofsky.

Demnach kann man Panofsky nicht eine Kritik entgegen bringen, welche sonst gegenüber denjenigen, die der sinnlichen Wahrnehmung einen hohen Eigenwert zuschreiben, so häufig geäußert wird. Diese Kritik bezieht sich dabei auf die Vernachlässigung kognitiver Erkenntnisse und der ausschließlichen Konzentration auf die sinnliche Wahrnehmung. Dabei ist man sich heute bei Kant, Pestalozzi, und Hegel darüber einig, dass sie die kognitiven Prozesse wertschätzen (Klafki, 1996, S.31). Dagegen wird das Bildungsverständnis bei Herder, Goethe, Humboldt zuweilen auch Wagenschein, häufig als einseitig ästhetisch gekennzeichnet. Dies zu Unrecht. Denn Goethe hat immer betont, dass die sinnliche Erkenntnis nicht die endgültige Erkenntnis zu sein hat (zitiert in: Oshio, 1977, S.171). Konsequenter Weise findet man ähnliche Aussagen bei Goetheverehrern wie z.B. Humboldt oder Heisenberg (Heisenberg, 1977, S.15).

Auch für Panofsky folgen nach den sinnlichen Erkenntnissen notwendigerweise weitere Stufen im Erkenntnisprozess. Denn Panofsky schreibt der sinnlichen Wahrnehmung ohne Frage einen erkenntnistheoretischen Eigenwert zu und versteht die Sinne nicht als etwas Subjektives oder Objektives, noch für sich ein Wirkliches, dabei aber als ein ernst zu nehmendes fundiertes Element der Phänomene (Gögelein, 1995, S.95). Denn nur über den Weg der von fremden Ideen unbeeinflussten sinnlichen Wahrnehmung, können wir eigene Fragen bilden, Empathie für das Phänomen entwickelt und Antworten anderer Menschen besser verstehen und nutzen.

Doch stoßen wir mit unserer sinnlichen Wahrnehmung an einzelnen Stellen an Grenzen, da einige unserer Fragen von unseren Sinnen nicht beantwortet werden können. Denn ein Phänomen oder ein Sachverhalt steht immer in einem kulturellen und geschichtlichen Kontext, den wir aus uns selbst heraus kaum überblicken können. Deshalb ist es notwendig, über die sinnliche Wahrnehmung hinaus zur Kognition zu gelangen, da erst mit der kognitiven Verarbeitung der Erkenntnisse, die in der Wahrnehmung gewonnen wurden, können wir anfangen zu verstehen (Aissen-Crewett, 1997, S.148). Zudem wird mit dem Versuch für das Wahrgenommene treffende Worte zu finden, das sinnlich-ästhetisch Wahrgenommene vertieft und geordnet (Freeß, 2002, S.104).

Doch die Bedeutung der Erkenntnisse aus der sinnlichen Wahrnehmung ist für Panofsky genauso groß wie die Bedeutung der kognitiven Erkenntnisse. Freese erfasst diesen Gedanken mit den Worten: „Emotion ohne Kognition ist blind, und Kognition ohne Emotion ist leer und nichtssagend“ (Freese, 1989, S.18).

Das bedeutet, dass man auf der Basis eigener Erfahrungen, durch die Erfahrungen und das Wissen anderer Menschen und Quellen sein eigenes Wissen bereichern kann. Vor allem Heisenberg betonte, dass erst durch ein Gespräch mit anderen Menschen und die Auseinandersetzung mit eigenem, aber auch fremdem Wissen die wissenschaftliche Erkenntnis entsteht (Heisenberg, 1973, S.7). Denn indem wir uns eines „fremden Blickes“ annehmen und uns dadurch neuer Perspektiven bewusst werden, sind wir im Stande das Selbstverständliche, das Routinierte in Frage zu stellen und dadurch Neues zu erkennen. Anderenfalls bestünde die Gefahr im „Selbstverständlich-Menschlichen“ gefangen zu bleiben und deshalb keine weiteren Einsichten erfahren und erkennen zu können (Bäumli-Roßnagl, 1991, S.37). Daraus ergibt sich die Forderung nach dem bewussten Wandel der Blickrichtungen und der Einbindung verschiedener Perspektiven in den Erkenntnisprozess.

Genau das ist der Sprung, die Überleitung von der Alltagswelt zur wissenschaftlichen Welt in der ikonologischen Erkenntnismethode nach E. Panofsky.

Der Erkenntnisweg beginnt damit, dass einem Menschen, in Anknüpfung an die eigenen Vorstellungen, Raum und Zeit gewährt wird, selbstständig zu sinnlichen Erkenntnissen, eigenen Meinungen und ebenfalls eigenen Fragen zu gelangen. Bei der Suche nach besseren Antworten auf seine Fragen kann der Lernende aus eigener Kraft und eigenem Interesse erkennen, dass seinen Möglichkeiten, die Fragen zu beantworten, Grenzen gesetzt sind und dieser damit auf die Hilfe und das Wissen weiterer Quellen angewiesen ist. Damit besteht die Möglichkeit in die Wissenschaftswelt einzutreten.

3.2.2 INTRADISZIPLINÄRE UND INTERDISZIPLINÄRE VERNETZUNGEN IM FACHUNTERRICHT

In Bezug darauf, dass ein Lernender und auch jeder Lerngegenstand in einem bestimmten jeweiligen Zusammenhang steht, plädiert Panofsky dafür, dass ein Lerngegenstand immer als ein Ganzes betrachtet werden soll (intradisziplinäre Vernetzungen), samt seiner kulturellen, geschichtlichen und wissenschaftlichen Einbettung (interdisziplinäre Vernetzungen).

In dieser Stufe werden daher:

- die Einzelteile eines Phänomens in Bezug zum ganzen Phänomen und zu seiner Umgebung gesetzt und umgekehrt (disziplinäres Wissen) sowie
- Phänomene aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet (interdisziplinäres Wissen).

Im Zentrum der zweiten Stufe nach Panofsky steht deshalb die Auseinandersetzung mit den Informationen, die der sinnlichen Wahrnehmung verborgen blieben, mit dem Ziel, Vernetzungen innerhalb der Disziplin und zwischen den Disziplinen zu erkennen, zu verstehen und zu schaffen.

3.2.2.1 Die Ganzheit eines Phänomens als intradisziplinäre Vernetzung

Die Vorstellung, dass ein Phänomen oder ein Sachverhalt immer in einem größeren Zusammenhang steht, findet man heute in ähnlicher Form in der Fachdidaktik wieder (Demuth, 2003, S.1; Bündler, 2003, S.2).

Unterschieden wird ein Zusammenhang in sich selbst, als auch zu seiner Umgebung.

Das bedeutet, dass einerseits das Wechselspiel der Einzelteile eines Phänomens zueinander gemeint ist, wie z.B. die Einzelteile eines Apfels. Andererseits wird mit der intradisziplinären Vernetzung die Tatsache wiedergegeben, dass jedes Phänomen, jeder Sachverhalt von etwas umgeben ist z.B. der Apfel vom Apfelbaum und/oder umgekehrt (Wenzel, 1997, S.53). Denn genauso wie das Phänomen sein Umfeld beeinflusst, beeinflusst das Umfeld sein Phänomen. Um eines davon verstehen zu wollen, muss beides betrachtet werden. Aus chemiedidaktischer Sicht heißt es: „Ereignisse, Phänomene, Sachverhalte, Abläufe sind immer relativ – also im Verhältnis zum Subjekt – zu beschreiben, zu deuten, theoretisch zu fundieren und zu bedenken“ (Sachsse, 1979, S.265). Goethe formuliert diese Gedanken in seinem Gedicht „Metamorphose der Pflanzen“ (Goethe, 1966a, S.64ff): „Die Idee der Pflanze [das Urphänomen] [ist] eigentlich nur durch die Gesamtheit der Pflanzen gegeben“ (zitiert in: Böhme, 1989, S.108). Humboldt, als bekennender Anhänger von Goethe, beschreibt in seinen „Ideen zur Physiognomie der Gewächse“ (zitiert in: Heisenberg, 1977, S.16) die gleiche Idee (man beachte die Ähnlichkeit beider Titel).

Das bedeutet weiterhin, dass ein Phänomen primär in seiner natürlichen Umgebung wahrgenommen werden muss, mit allen möglicherweise als störend wirkenden Einflüssen (Wenzel, 1997, S.53f; Buck, 1996, S.153; Demuth, 1992, S.8). Denn scheinbar Störendes wie etwa psychische, zwischenmenschliche und umweltbezogene Aspekte zu vernachlässigen, würde bedeuten, dass wir das Phänomen nur verkürzt erkennen können. Dementsprechend dürften Phänomen und Information nicht ohne Kontext angeschaut werden (Bäumli-Roßnagl, 1991, S.37).

Schaut man sich aber den Unterricht an, so wird man feststellen müssen, dass die Phänomene wie z.B. der Apfel, zu didaktischen Zwecken um ihre Umgebung beraubt werden. Die Sicht wird damit nicht nur eingeengt, sondern schlicht und förmlich verfälscht. Es heißt nicht umsonst sprichwörtlich, dass der Apfel nicht weit vom Stamm fällt.

Das Bewusstsein über diese Vernetzungen ist besonders im Umweltunterricht ernst zu nehmen. Dazu heißt es in „Anmerkungen zum gesellschaftlichen Auftrag eines Umweltunterrichtes.“: „Nicht Teile, sondern das Ganze, Zusammenhänge müssen betont werden, nicht Linien, sondern Netzwerke [...]“ (Hellweger, 1983a, S.3). Denn so wie einst der Physiker Tyndall (1820-1893) sagte, sollte man die Dinge als zusammenhängendes Ganzes sehen, weil sie „in der physischen Welt wie in der moralischen nie vereinzelt dastehen“ (Tyndall, 1867, S.114) oder wie Hölderlin es ausdrückt: „Dies gilt, daß allzeit Ganz ist die Welt“ (zitiert in: Bertaux, 1977, S.10).

3.2.2.2 Die Ganzheit eines Phänomens als interdisziplinäre Vernetzungen

Die Vernetzungen innerhalb der Disziplin finden in einem guten Fachunterricht durchaus statt, doch die interdisziplinären Vernetzungen, d.h. die Vernetzungen zwischen den Fächern gelingen in der Schule nicht genügend oder werden einfach vernachlässigt (BLK, 1997, S.17, 45, 54ff; Bündler, 2003, S.2). Dabei führen vor allem interdisziplinäre Vernetzungen zu einem tieferen Verständnis von Phänomenen und Sachverhalten (Geigle, 2005, S.181, 188). Unterschiedliche Fachperspektiven, unter denen ein Phänomen oder Sachverhalt erschlossen wird, geben andere Informationen über einen Lerngegenstand wieder. „Es ist ein großer Unterschied, von welcher Seite man sich einem Wissen, einer Wissenschaft nähert, durch welche Pforte man hereinkommt“ (Goethe, 1966, S.328f; ähnliches in: Stäudel, 2002, S.6).

Jede fachdisziplinäre Perspektive hat ihre Berechtigung und ihren Wahrheitsgrad in der Betrachtung eines Sachverhalts. Denn jeder Fachbereich hat seine ganz spezifischen Fähigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen. Demnach werden diese Bereiche auch aus ganz unterschiedlichen Interessen von den Menschen ausgewählt. So ist z.B. das Interesse an einem Gasbläschen in der Chemie ein anderes als in der Kunst.⁸

Betrachten wir zum Beispiel eine Reaktion, bei der Gasbläschen aufsteigen, wird man sich in der Chemie u.a. fragen wollen, was für ein Gas das ist und welche geeignete und sichere Nachweismethode dafür eingesetzt werden könnte. Das Interesse der Kunst würde darin liegen, zu erkennen, was ein Gasbläschen zu einem Gasbläschen macht. Das heißt, wenn man es z.B. malerisch gegenständlich darstellen wollte, käme die Frage auf, wie man das tun müsste, damit jeder erkennt, dass es ein Gasbläschen ist und nicht z.B. eine Glaskugel. Welche der Betrachtungsweisen also die „richtige“ ist, hängt davon ab, welche Ziele verfolgt werden. Demnach gibt es keine richtige oder falsche Sichtweise (Buck, 1996, S.150), sondern nur diejenige, die einen am besten und schnellsten sein Ziel erreichen lässt. Möchte man wissen, ob das Gas in dem Gasbläschen Wasserstoff ist, wird man vor allem über die chemischen Analysemethoden zum Ergebnis kommen. Denn z.B. Messergebnisse können einzelne fachspezifische Aspekte eines Phänomens darstellen, welche der sinnlichen Wahrnehmung verborgen blieben (Basfeld, 1997, S.190).

Die Erkenntnisse einzelner Fächer sind demnach wichtig. Durch diese Gesamterkenntnisse wird das fachliche Denken vorangebracht und damit eine erweiterte Sichtweise auf die Sachverhalte ermöglicht. Insofern ist jede Fachsichtweise für sich speziell und einzigartig. Das bedeutet, dass jeder einzelne Fachbereich „eine einmalige Bedeutung im Ganzen der Erfahrung habe und durch nichts ersetzt werden könne“ (Dewey, 2000, S.316).

Doch nur eine Gesamterkenntnis aus ganz unterschiedlichen Sichtweisen wird Empathie und Verständnis für Ordnungssysteme und Vernetzungen fördern können (Popp, 1997, S.142). Deshalb werden für die Einschätzung und Beurteilung der Auswirkungen und Folgen ökonomischer und technischer Entwicklung auf die Menschen, Kenntnisse und Fähigkeiten aus verschiedenen Disziplinen verlangt (Geigle, 2005, S.152; Landolt, 1999, S.7; Baumert, 1998, S. 227). Des Weiteren darf nicht vergessen werden, dass umgekehrt auch das menschliche Denken nicht gefächert ist, sondern die Welt als Ganzes sieht (Otto, 1914, S.233). Klafki formuliert es folgendermaßen:

⁸ Obwohl beide letztendlich das Wesen und den eigentlichen Gehalt zu erfassen versuchen.

„Unsere Erfahrungswirklichkeit - sowohl die der Erwachsenen als auch die der Kinder und Jugendlichen in ihren jeweiligen Entwicklungsphasen - stellt sich uns, wenngleich in unterschiedlichen Komplexitätsgraden, meistens in komplexen Lebenszusammenhängen dar, die wir zwar oft situationsbedingt unter bestimmten dominanten Perspektiven wahrnehmen oder handelnd akzentuieren - z.B. unter ökonomischen, politischen, zwischenmenschlichen, ästhetischen, technischen Aspekten usw. - , aber nicht säuberlich nach Abgrenzungskriterien einzelner Wissenschaften oder einzelner Schulfächer trennen“ (Klafki, 1998, S.47).

Um an das Abschlusszitat aus dem vorangegangenen Kapitel zu erinnern: „Dies gilt, daß allzeit Ganz ist die Welt.“

Doch um einem möglichen Missverständnis vorzubeugen, soll hier zusätzlich darauf hingewiesen werden, dass es bei der Forderung nach der Erforschung eines Phänomens als Ganzes, keineswegs um die Zerstörung oder Ignorierung der Fachlichkeit geht, sondern um ein anderes Verständnis von Fachkompetenz. Denn nicht nur die fachspezifische Vertiefung ist zum Verständnis eines Sachverhaltes bedeutend, sondern auch das Erkennen von fachlichen Grenzen und überfachlichen Möglichkeiten (Moegling, 1998, S.32). Demnach dient die ganzheitliche Betrachtung aller Phänomene und Sachverhalte, das heißt in der Summe aller fachlichen Einzelsichtweisen, der wahrheitsgetreuen Darstellung der Welt und paradoxerweise der Aufdeckung der Möglichkeiten und Grenzen eines Faches oder einer Sichtweise (Geigle, 2005, S.162f). Dadurch bilden gerade die Ergebnisse aus einem ungefächerten Lehr- und Lernprozess das Fundament für eine fachliche Erkenntnisweise (Wagenschein, 1988, S.115). Demnach stünden die verschiedenen Perspektiven, Wissensbestandteile und Theorien der Fächer nicht in Konkurrenz zueinander, sondern wären als Möglichkeit zur differenzierten Auseinandersetzung über das eigene und fremde Naturverhältnis und -verständnis anzusehen (Lang, 1997, S.11f; BLK, 1997, S.19). Das heißt weiter, dass eine derartige Forderung nach Ganzheitlichkeit nicht aus einem „Vollständigkeitswahn“ gestellt wird, bei dem Inhalte additiv gesammelt und die fachlichen Strukturen übersehen werden (Moegling, 1998, S.33f).

In den heutigen fachdidaktischen Diskussionen lassen sich im Hinblick auf dieses Thema zwei Bewegungen feststellen: Einerseits wird die Meinung vertreten, dass die Welt im Sinne der Natur und des Alltags als Ganzes betrachtet werden soll und so ist man um fächerübergreifende Gedanken und um Integration bemüht. Andererseits setzt man im Unterricht häufig ausschließlich auf die Teilspezialisierung der Wirklichkeit in Form einzelner Fächer und das Lehren und Lernen wird zunehmend verfächert. Welches Ausmaß an Integration als notwendig erachtet wird und inwieweit Spezialisierungen in den Fächern gewünscht werden, ist von Schulform, Jahrgangsstufe und Persönlichkeit der einzelnen Lehrkraft abhängig. Bildungsstandards, verschiedene Gutachten (z.B. BLK) und Lehrpläne plädieren seit Jahrzehnten eindeutig für ein fächerübergreifendes Lernen. So heißt es z.B. im BLK-Gutachten (BLK, 1997, S.12), dass *„zum obligatorischen Wissensfundament ferner ein hinreichend breites, in sich gut organisiertes und vernetztes sowie in unterschiedlichen Anwendungssituationen erprobtes Orientierungswissen in zentralen Wissensdomänen unserer Kultur, die unterschiedliche, nicht wechselseitig ersetzbare Horizonte des Weltverstehens erschließen gehört“* (BLK, 1997, S.12).

In der Schule wird aber in vielen Fachstunden weiterhin, allein mit der Kenntnis eines einzigen Faches, versucht komplexere Zusammenhänge zu erklären oder Entscheidungen zu treffen (Wagenschein, 1983a, S.16). So werden in den unterschiedlichen Fächern

Phänomene so behandelt, als hätten sie miteinander nichts zu tun, schon gar nicht mit der eigenen Alltagswelt. Wagenschein gibt hierzu ein Beispiel: „*In unseren Schulen gibt es zwei Monde. Sie treten in verschiedenen Räumen auf; hart und nackt der eine, der andere leise und verschleiert; vorgeführt von zwei verschiedenen Fachlehrkräften. Was der eine Mond mit dem anderen zu tun hat, davon wird nicht gesprochen*“ (Wagenschein, 1983, S.162).

Für die Folgen der Fächerung schulischer Erziehungsprozesse finden sich in der Literatur etliche Begriffe: isoliertes Wissen, Schubladendenken/Fachidiotentum, Kopflastigkeit, Zersplitterung, Lückenhaftigkeit (Memmert, 1997, S.14f), „Verhäuslichung, Verinselung, Mediatisierung, Entleiblichung, Entsinnlichung [...]“ (Moegling, 1998, S.14). Zudem wird prophezeit, dass diese Teilspezialisierung zwangsläufig zum „Verlust lebensweltlichen Überblicks und damit auch gesellschaftlichen Durchblicks“ führen wird (Moegling, 1998, S.14).

Ein eng geführter Fachunterricht „entlang der vermeintlich einzigen linearen Sachgesetzlichkeit“ der Disziplin (BLK, 1997, S.17) hat zweifelsohne Konsequenzen, die hauptsächlich von den Lernenden getragen werden. Denn die Lernenden müssen später das gelernte Wissen aus den einzelnen Fächern selbst zusammenfügen, um davon im privaten und beruflichen Leben Gebrauch machen zu können. Das bedeutet aber, „es wird von den einzelnen Schülern erwartet, daß sie das, was den Planern der Schule [und auch den Lehrkräften] nicht gelang, aus eigener Kraft vollbringen: die Mosaiksteine der Fächerinhalte zur ‚Allgemeinbildung‘ zusammenfügen“ (Freise, 1983, S.65).

Deshalb lautet eine Forderung an eine naturwissenschaftliche Grundbildung, dass den Lernenden sowohl die Möglichkeiten und Grenzen eines Faches aufgezeigt werden sollen, dabei aber der Blick für die Welt als Ganzes nicht verloren gehen dürfe (Baumert, 2000, S.65, Becker, 1994, S.107). Das bedeutet weiter, dass diese Grundsätze einer sach- und fachlich differenzierten Betrachtungsweise in einem integrierten Ganzen zum einen die Lernenden erreichen sollten und zum anderen in das Bewusstsein der Lehrkräfte vorzudringen haben. Ein ausschließlich fachwissenschaftlich orientierter, aber „philosophisch nicht angerührter Lehrer“ (Moegling, 1998, S.32) kann vielleicht schulen, aber er ist niemals imstande bildend zu unterrichten (Wagenschein, 1975, S.27). Lichtenberg sagt dazu: „Wer nur Chemie versteht, versteht auch die nicht recht“ (zitiert in: Wagenschein, 1975, S.27). Mit der Konsequenz für den naturwissenschaftlichen Unterricht: „Der naturwissenschaftliche Unterricht muß über das Fach hinausgehen“ (Weninger, 1983, S.9). Denn die Spezialisierung der Naturwissenschaften ist keine Folge der Spezialisierung der Natur (Ditfurth, 1983, S.2).

3.2.2.3 DIE VERABSOLUTIERUNG WISSENSCHAFTLICHER ERKENNTNISSE

Die Verabsolutierung einer Disziplin in der Schule führt zu einem weiteren Effekt:

Die Erkenntnisse einer Wissenschaft, eines Faches werden häufig als absolut und als einzig wahrhaftig und wichtig verstanden. Weizsäcker sagt hierzu: „Physik hat nicht unrecht mit dem was sie sagt, sondern mit dem, was sie verschweigt“ (zitiert in: Wagenschein, 1983a, S.16). Wird dieses „Schweigen“ nicht durchbrochen, grenzen sich die Fächer noch mehr voneinander ab und führen zu einer Kultivierung der Verschwiegenheit über das Nichtwissen.

Da das Wissen als eine Konstruktion des Menschen nicht zeitlos richtig ist, muss auch das naturwissenschaftliche Wissen als eine vorläufige Konstruktion angesehen werden (Häußler, 1998, S.191; vgl. Kap.2.2 und 3.1.3.2). Weninger sagt dazu: „Die Chemie ist kein

endgültiges System von Erkenntnissen, sondern steter Veränderung unterworfen. Zudem erfasst sie nur einen einzigen Aspekt der stofflichen Welt; es gibt aber zahlreiche weitere“ (Weninger, 1983, S.16). Ein naives Wissenschaftsverständnis, mit einem Glauben an endgültige Wahrheiten, wird in den Wissenschaften selbst schon lange nicht mehr ernsthaft vertreten. Demnach wäre es ein verhängnisvoller Irrtum die wissenschaftliche Erkenntnis als abgeschlossenes Ergebnis weiter zu verbreiten.

Vor allem im Schulwesen wird der Anschein unterstützt, als wäre alles „wirklich“ und „objektiv“ und vor allem, als hätten die Wissenschaften für alles zeitlose, wissenschaftlich belegte Wahrheiten (Wagenschein, 1983a, S.16). Wagenschein formuliert das Problem folgendermaßen: „Physikunterricht verschweigt, daß Physik etwas verschweigt“ (Wagenschein, 1983a, S.16). So werden die Schülerinnen und Schüler mit der Zeit „dem von der Schule genährten Glauben erliegen, daß die Wissenschaft auf alle Fragen gültige Antworten - mindestens potentiell - bereithält“ (Freese, 1989, S.11).

Demnach ist es nicht verwunderlich, dass Ergebnisse einer Studie besagen, dass Lernende, die nach ihrer Schulzeit nichts mehr mit Naturwissenschaften zu tun hatten, die Naturwissenschaften als eindeutig, geradlinig und regelgeleitet und nicht als kreativ und historisch gewachsen beschreiben (Millar, 1988, S.388; Höttecke, 2004, S.275).

In dieser Hinsicht sind also Schulen „gigantische Produktionsstätten von Halbbildung, die sprichwörtlich gefährlicher ist als keine Bildung“ (Freese, 1989, S.78).

Auch Wagenschein bestätigt diese Aussage und nennt die Halbbildung herzlos und zugleich unwissenschaftlich (Wagenschein, 1983a, S.16). Mit Halbbildung wird nicht nur die Realität des Forschungs- und Erkenntnisprozesses verdreht, weil sie die entwicklungs-historische Entstehungsstruktur des Wissens vorenthält (Burk, 1984, S.34), sondern auch die „Erfahrungs- und Empfindungsfähigkeit der in dieser Bildungsproduktion eingespannten Lernenden“ (Burk, 1984, S.34) systematisch erschlagen.

Sollten die Kinder davon ausgehen, dass die Wissenschaft alles Wissenswerte erforscht und alle Fragen schon beantwortet hat - man müsse nur noch die Antworten auswendig lernen - würden sie nicht mehr staunen und sich nicht mehr wundern können. Das Kind würde auch aufhören, auf seine eigenen Fragen und Zweifel zu hören. Damit läge die Befürchtung nicht fern, dass in der verwissenschaftlichten, rationalistisch geprägten Schule die natürliche Bereitschaft der Lernenden „sich von dem Wunder der Welt, der Unbegreiflichkeit unseres Hierseins und von der Frage, was Leben wert macht, ergreifen zu lassen“ (Freese, 1989, S.18) verkümmern wird. Es wäre dann nur noch eine Frage der Zeit, dass auch die natürliche Fragelust der Kinder und Jugendlichen Einbußen erleiden würden (Freese, 1989, S.12). Wagenscheins Befürchtungen dazu: „*Niemand weiß, ob wir in fünfzig oder hundert Jahren in unseren Breiten überhaupt noch kopfschütteln oder lächeln werden. Wenn ja, dann gewiß auch über eine Schule, die glaubte, durch Anhäufung halbverstandener und verabsolutierter Wissensergebnisse irgend etwas retten zu können*“ (Wagenschein, 1975, S.32).

Eine Konsequenz für die Schule kann daher heißen, dass jeder Lernende selbst erfahren und begreifen muss, dass wir alle, also auch die Wissenschaftler, als Fragende vor und in der Natur stehen (Zietz, 1983, S.14). Somit sollte es in der Schule nicht allein darum gehen, fertige Antworten zum Verständnis und zur Lösung von Problembereichen zu geben. Fachunterricht sollte die Schülerinnen und Schüler gleichfalls dazu befähigen und sie motivieren, durch eigenes Nachdenken die Widersprüche, Lücken und Begrenztheiten ihres Wissens zu erkennen.

Deshalb sollte sich der Fachunterricht unter anderem als Ziel setzen, den Lernenden bewusst zu machen, wie wenig wir Menschen wissen und somit wie viel wir noch erfahren und entdecken können (Freese, 1989, S.78). Denn erst durch das bewusste Erkennen von Nichtwissen wird Wissen reizvoll (Freese, 1989, S.106). „Man muß viel wissen, um zu wissen, wie wenig man weiß“, wie eines der altbekannten Aphorismen verrät (zitiert in: Freese, 1989, S.165).

3.2.3 ZUSAMMENFASSUNG

Die intradisziplinären und interdisziplinären Vernetzungen bei Panofsky	Die intradisziplinären und interdisziplinären Vernetzungen im Chemieunterricht	Mögliche Konsequenzen der intradisziplinären und interdisziplinären Vernetzungen im Chemieunterricht	Lösungsvorschläge durch die ikonologische Methode nach Panofsky
Die Einzelteile eines Phänomens werden in Bezug zum ganzen Phänomen und seiner Umgebung gesetzt. (intradisziplinäre Vernetzung) Phänomene und Sachverhalte werden im Verhältnis zum Subjekt beschrieben, mit all den scheinbar störenden psychischen, zwischenmenschlichen und umweltbezogenen Aspekten.	Die didaktische Forderung an das Fach Chemie, intradisziplinäre Vernetzungen herzustellen findet im guten Unterricht statt. Nicht selten werden aber die Phänomene zu didaktischen Zwecken um ihre Umgebung gebracht.	<ul style="list-style-type: none"> - Das Phänomen wird nur verkürzt erkannt - die Sicht der Lernenden wird eingeengt und verfälscht - Die Lernenden haben später Schwierigkeiten, das gelernte Wissen der einzelnen Fächer zusammenzufügen, um davon im privaten und beruflichen Leben Gebrauch zu machen. 	Das Phänomen und Sachverhalte im Zusammenhang seiner selbst und seiner Umgebung betrachten.
Interdisziplinäre Vernetzungen führen zu tiefem Verständnis von Phänomenen und Sachverhalten, denn unterschiedliche Perspektiven erschließen neue Informationen über Lerngegenstände. Jede Fachperspektive ist wichtig, einzigartig	Die interdisziplinären Vernetzungen , d.h. die Vernetzungen zwischen den Fächern, gelingen nicht genügend oder werden vernachlässigt. Es wird versucht aus einem Fach heraus		Die Welt muss im Sinne der Natur und des Alltags als Ganzes betrachtet werden und deshalb sollte man um fächerübergreifende Gedanken, Ideen und Perspektiven im Fachunterricht bemüht sein.

<p>und hat ihre Grenzen und Möglichkeiten, doch nur die Gesamterkenntnis aus unterschiedlichen Sichtweisen kann Verständnis für Ordnungssysteme und Vernetzungen fördern.</p>	<p>komplexe Zusammenhänge zu erklären oder Entscheidungen zu treffen. Phänomene werden in den einzelnen Fächern so behandelt, als hätten sie miteinander nichts zu tun (vgl. „Zwei Monde“ von Wagenschein)</p>		<p>Den Lernenden müsste die Gelegenheit gegeben werden die Grenzen und Möglichkeiten eines Faches zu erkennen.</p>
<p>Das Wissen als eine Konstruktion des Menschen ist nicht zeitlos richtig und muss daher als vorläufige Konstruktion angesehen werden.</p>	<p>Die Erkenntnisse eines Faches werden häufig als absolut und als einzig wahrhaftig und wichtig verstanden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - die Realität des Forschungsprozesses wird verzerrt, da die Entstehungsstruktur des Wissens unterschlagen wird - einige Lernende empfinden die Naturwissenschaften als eindeutig, gradlinig und regelgeleitet und nicht als kreativ und historisch gewachsen - Lernende staunen und wundern sich nicht mehr - Lernende hören auf, auf eigene Fragen zu hören 	<p>Die wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht als abgeschlossenes und wirkliches Ergebnis verbreiten. Es muss zudem bewusst gemacht werden, dass wir alle vor und in der Natur als Fragende stehen.</p>

Tab. 4: Tabellarische Zusammenfassung der Analyse der zweiten Stufe von Panofsky (Kap. 3.2)

3.3 DIE ANALYSE DER DRITTEN STUFE DER ERKENNTNIS-METHODE

Die dritte Stufe der ikonologischen Erkenntnismethode bildet die Synthese aus der ersten und zweiten Stufe und erst diese Synthese kann nach Panofsky zu einer Gesamterkenntnis über einen Lerngegenstand führen. Deshalb sollen auch hier, in der Analyse der dritten Stufe, viele Aspekte aus der ersten und zweiten Stufe wieder aufgegriffen werden, um schließlich darzustellen, welcher Gedanke sich hinter einer Gesamterkenntnis der dritten Stufe verbirgt.

Als „eigentlicher Gehalt“ der Naturwissenschaften wird in dieser Arbeit die Verwandtschaft des Menschen mit der Natur angesehen. Denn bei jeder Beschäftigung mit der Natur geht es uns direkt oder indirekt um uns selbst.

3.3.1 EINFÜHRUNG IN DIE DRITTE STUFE

Die Einstellung der Bevölkerung gegenüber dem Bildungswert der Naturwissenschaften ist eindeutig. Nur 17-18% der Deutschen bezeichnen die Erkenntnisse aus den Naturwissenschaften als „bildend“ oder „allgemein bildend“ (Becker, 1994, S.45).

Zudem belegt die Chemie in den Ranglisten der unbeliebtesten Fächer der Schule eines der vorderen Plätze (Lehrke, 1988, S.36). Im Unterricht machen darüber hinaus die Schülerinnen und Schüler schlechte Erfahrungen mit den Naturwissenschaften (Lehrke, 1988, S.37; BLK, 1997, S.73; Becker, 1994, S.44).

Nicht verwunderlich sind demnach die Ergebnisse dazu, welches Bild der Naturwissenschaften in der Schule entwickelt wird. Die Mehrheit der Schülervorstellungen über „die Natur der Naturwissenschaft“ entspricht dem naiven Realitätsbild und nicht einem wissenschaftstheoretisch begründeten konstruktivistischen Verständnis der Ergebnisse der Naturwissenschaften. Die meisten Lernenden sind sich nämlich über den historisch entwickelten und vorläufigen Charakter der Naturbeschreibungen nicht bewusst (vgl. Kap. 3.2.2.3).

Darüber hinaus ergeben Untersuchungen zum Wissenschaftsverständnis (im angelsächsischen „Nature of Science“/NOS) von Lernenden, dass sie die naturwissenschaftlichen Theorien einerseits als komplex ansehen, andererseits aber der Überzeugung sind, dass in den Naturwissenschaften keine kreativen Prozesse stattfinden (Kremer, 2007a, S.50). Dass Naturwissenschaften etwas mit uns selbst zu tun haben könnten, wird nicht erkannt.

Ob das Interesse deshalb so gering ist, weil die Lernenden zu den Naturwissenschaften keinen Bezug haben oder ob sie keinen Bezug entwickeln, weil sie kein Interesse haben, kann hier nicht geklärt werden. Fakt ist, dass sowohl kein Interesse als auch kein Bezug vorhanden ist (Gräber, 1992, S.270ff).

Offensichtlich ist „die Natur der Naturwissenschaften“ in Deutschland kein Unterrichtsthema. Zwar werden die Ergebnisse und die dazu gehörenden Erkenntnismethoden behandelt, aber nicht der besondere Charakter und das spezifische Vorgehen in den Wissenschaften. Deshalb ist es wenig verwunderlich, dass auch das Bild des Naturwissenschaftlers so klischeehaft, nahezu cartoon- und comicartig ausfällt. Als Beispiel wird hier das typische Bild eines Naturwissenschaftlers vorgestellt, wie es aus Schüleressays und -bildern qualitativ erfasst wurde. Demnach ist der typische Naturwissenschaftler: „[...] ein Mann in einem weißen Kittel. Er trägt einen Bart oder wirkt unrasiert, ist ungekämmt und

ist von Laborinstrumenten umgeben, mit denen er den ganzen Tag im Labor hantiert. Er hat keine Zeit und weiß nichts vom Rest der Welt. [...]“ (Höttecke, 2004, S.264).

Natürlich wird sich das Bild der Naturwissenschaft und auch des Naturwissenschaftlers in Abhängigkeit davon ändern, wie stark es im Unterricht thematisiert wurde, doch zeichnen die vorliegenden Untersuchungen (Höbke, 2004) ein eher negatives und stereotypes Bild der Naturwissenschaft und des Naturwissenschaftlers.

Woher kann diese negative und stereotype Einstellung und Vorstellung kommen?

3.3.2 DER MENSCH ALS EIN TEIL DER NATUR – EIN MÖGLICHES ZIEL DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS

Jemand, der am eindeutigsten die Gründe für das heute weit verbreitete negative Bild an den Naturwissenschaften kennzeichnet ist P. Thomas (Thomas, 1997, S.291). Seiner Meinung nach gibt es zwei Problemstellungen, welche für das schlechte Verhältnis der Menschen zu der Natur und den Naturwissenschaften verantwortlich sind.

Einerseits ist es das rein zweckgebundene Verständnis von Natur und andererseits ist es die Faktizität, dass in den Ergebnissen der Naturwissenschaften die Natur jeglicher Sinnhaftigkeit beraubt wird.

Für die Naturwissenschaften ist Natur etwas, womit zweckrational umgegangen wird und wovon wir Nutzen ziehen können. Es ist die Natur außerhalb von uns selbst, mit der wir nichts zu tun haben. Natur wird dann vornehmlich nicht mehr als Eigenwert wahrgenommen, sondern wird nach ihrem Nutzen kategorisiert. Dazu die Kritik von Thomas: „Der Fluß ist nur noch Wasserlieferant oder treibt als ‚Wasserkraft‘ Turbinen zur Stromerzeugung an, der Wald ist Forst, der Berg Steinbruch. [...] der tote Körper [wird] zum Organlieferanten und die letzte Wildnis zum Touristenziel“ (Thomas, 1997, S.291). Zwar gibt es auch die schöne Natur, die uns beim Spaziergang begegnet, aber auch sie bleibt in den allermeisten Fällen nur eine „äußere“ Natur, die uns selbst kaum noch berührt. Umgekehrt hat aber auch die Naturwissenschaft, laut Martin Wagenschein, mittlerweile nur noch wenig mit der „natürlichen Natur“ zu tun, da sie sich mit ihr zunehmend weniger beschäftigt (Wagenschein, 1983a, S.15; vgl. auch Freise, 1983, S.65). Heisenberg äußert sich folgendermaßen dazu: „Auch in der Naturwissenschaft ist also der Gegenstand der Forschung nicht mehr die Natur an sich, sondern die der menschlichen Fragestellung ausgesetzte Natur [...]“ (Heisenberg, 1955, S.18). Diese menschlichen Fragestellungen werden von außen an die Natur gestellt. Sie konzentrieren sich auf das Molekulare, das Messbare, Logische und Erklärbare. Die Ehrfurcht vor der Natur, das „Beseelte“ und „Heilige“ und die Verwandtschaft mit uns selbst wird vollkommen außer Acht gelassen (Thomas, 1997, S.292). Weder als passiver Betrachter, noch als aktiver Benutzer ihrer Ressourcen kann uns offenbar bewusst werden, dass wir selbst auch ein Teil der Natur sind (Böhme, 1989, S.8). Doch „bleibt der Mensch jederzeit Teil der Natur“ (Gropengießer, 1995, S.219) und ist damit die Welt (Gögelein, 1995, S.98). Oder wie es Sachsse formuliert: „Mensch und Natur sind ‚Teile‘ eines Gesamtzusammenhangs und [deshalb] untrennbar“ (Sachsse, 1979, S.265; vgl. auch Demuth, 1989, S. 156ff).

Daraus zieht Engels den Schluss, dass „...wir keineswegs die Natur beherrschen, wie ein Eroberer ein fremdes Volk beherrscht, wie jemand, der außer der Natur steht - sondern daß wir mit Fleisch und Blut und Hirn ihr angehören und mitten in ihr stehen [...]“ (Engels, 1955, S.791).

In einigen Kulturen wird das nicht einmal in Frage gestellt, da diese Trennung zwischen Mensch und Natur nicht existiert. So kommt es z.B. in der alten japanischen Dichtung nicht vor, dass der Mensch sich von der Natur lösen kann und sie als einen Gegenstand betrachtet, der außerhalb eines Menschen besteht (Oshio, 1977, S.173). Es wird daher immer eine Natur beschrieben in der sich der Mensch mit seiner Seele spiegelt: „Das menschliche Dasein kommt vom Ganzen der Natur und kehrt in das Ganze der Natur zurück“ (Oshio, 1977, S.173).

In der Antike waren es vor allem die griechischen Philosophen - besonders die Naturphilosophen - die von der inneren Verwandtschaft zwischen Mensch und Natur überzeugt waren (Strube, 1976, S.41). In der Neuzeit sprach auch A. Humboldt von der Einheit der menschlichen Seele mit der Natur (Heisenberg, 1977, S.13). Mit dieser Einstellung stand er im Strom der Zeit u.a. mit Rousseau, Bernardin de Saint Pierre und natürlich Goethe (Heisenberg, 1977, S.14). Auch die Beschreibungen und Ergebnisse der Phänomenologie sind als Erkenntnisse über uns und die Natur zu interpretieren (vgl. Böhme, 1989 und 1997).

Das bedeutete für diese Gruppe, dass der Naturforschende beim Erforschen der Natur auch etwas über sich selbst lernen kann. Indem er die Natur studiert, studiert er auch sich selbst oder wie Goethe es ausdrückt: „Wie ich die Natur anschau, zugleich aber gewissermaßen mich selbst, mein Inneres, meine Art zu sein [...] zu offenbaren...“, denn „jeder neue Gegenstand, wohl beschaut, schließt ein neues Organ in uns auf“ (Goethe, 1987, S.595). Daher wäre die Naturerforschung auch als Selbsterforschung anzusehen. Im klassischen Bildungsbegriff wird dieser doppelte Entwicklungsgedanke mit dem Satz: „Natur und Kind zugleich verwandeln.“ ausgedrückt (Redeker, 1995, S.108).

Demzufolge gibt es keine reine Objektebene, denn der zu untersuchende Naturgegenstand bildet mit dem Forscher eine Art Einheit, in der Subjekt und Objekt gleichermaßen aufgehoben sind. Folgerichtig hätte dann z.B.: *„die destruktive Beziehung zu der äußeren Natur, wie sie in neuzeitlicher Naturwissenschaft und Technik und industrieller Wirtschaftsform enthalten ist, ihre Entsprechung in der Beziehung zur eigenen Natur, nämlich der Natur, die wir selbst sind, zum menschlichen Leib“* (Böhme, 1989, S.9).

Die Natur erkennen bedeutet dann letztlich auch, sich der inneren Verwandtschaft (wie Goethe es nennt) zwischen Mensch und Natur bewusst zu werden (zitiert in: Böhme, 1989, S.106f).

Diese Art von Erkenntnis kommt dann zustande, wenn „die innere Natur, die wir im leiblichen Spüren als Selbsterfahrung im unmittelbar Gegebenen kennen lernten, mit der äußeren, verfremdeten bewußt zur Deckung gebracht wird“ (Bockemühl, 1997, S.152). Das heißt, dass sich mit dem Bewusstsein über die Verwandtschaft zwischen Mensch und Natur „etwas universales über die Welt und Menschen im Großen...“ (Buck, 1996, S.146) aufzeigen kann und wir des Weiteren den Antworten der „Warum-Fragen“ näher kommen können.⁹

⁹ Schon längst schafften wir es zu verdrängen, dass die Naturwissenschaft hauptsächlich (nur?) die „Wie-Fragen“ und nicht die „Warum-Fragen“ beantworten kann. Demnach sind wir es inzwischen gewöhnt naturwissenschaftliche Inhalte, wie z.B. die Gravitation, als eine Ursache anzusehen. Newton hingegen war sich dessen aber noch sehr wohl bewusst, dass er in seiner Physik „nur“ die gesetzmäßigen Zusammenhänge der Bewegungsabläufe darstellte und nicht die Ursache dieser angab. Er konnte zeigen, dass Massen sich anziehen und wie sie es tun, aber er konnte nicht erklären warum sie das tun. In der Zeit von Newton war die Verdrängung der Warum-Fragen gleichgestellt mit dem Verzicht den eigentlichen physischen Fragen (Böhme, 1989, S.100) auf den Grund zu gehen. Das heißt, Ziel der naturwissenschaftlichen Erkenntnissuche der damaligen Zeit ist ein Vordringen bis hin zu den Menschen, genauer noch eine Besinnung und Ordnung, wie der Mensch in der Welt steht (Buck, 1996, S.147).

In der Naturwissenschaft beschränkt sich die Erkenntnis zum Teil auf die Aufzählung und Erklärung naturwissenschaftlicher Prozesse mit dem Ziel, daraus Nutzen für den Alltag oder für technische Prozesse zu ziehen. Diese Erkenntnisse können selbstverständlich auch sehr wertvoll sein. So ist z.B. jeder darüber glücklich, sich die Zähne von einem Zahnarzt in höchst modern ausgestatteter, nahezu steriler Praxis behandeln zu lassen und nicht, wie es in manchen Ländern immer noch praktiziert wird, von einem Mediziner auf der Straße mit einem fußbetriebenen Zahnbohrer. Doch können derartige Beschreibungen und Gesetze die die „Wie-Fragen“ zu klären versuchen, nicht als Erkenntnisse oder Einsichten zur Natur- bzw. Weltdeutung angesehen werden.

Deshalb wird in dieser Arbeit dafür plädiert, dass in den naturwissenschaftlichen Fächern die Verwandtschaft zwischen der Natur und dem Menschen erkannt wird und die Deckung der menschlichen und äußeren Natur als ein unterrichtliches Ziel angesehen wird.

3.3.2.1 Der Mensch als Teil der Natur – Chancen für die Umwelt

„Ubi amor, ibi oculus.“

(„Was ich liebe, will ich kennen lernen.“; Augustinus)

Dadurch, dass Menschen erkennen, dass sie selbst auch ein Teil der Natur sind, kann sich eine vollkommen andere, wenn nicht sogar überhaupt eine Beziehung zur Natur entwickeln. Dieses Bewusstsein über die innere Verwandtschaft, wie Goethe es nennt, verändert den Blick mit dem man die Natur außerhalb von sich selbst betrachtet. Sie wird interessant, weil sie direkt mit einem selbst zu tun hat, sodass in einem der Wunsch erweckt wird, die Natur und damit sich selbst kennen zu lernen und verstehen zu wollen. Da es auch immer um einen selbst geht, ist das Kennenlernen der Natur und der Umgang mit ihr, mit einer Wertschätzung und dem Respekt gegenüber der äußeren und inneren (menschlichen) Natur verbunden (Bockemühl, 1997, S.187f).

Ansätze dieser Art - so die Erwartung - haben zur Folge, dass ihnen nicht nur eine pädagogische und soziale Relevanz zugeschrieben werden kann, sondern dass in ihnen auch eine Chance und Bedeutung für eine Verbesserung von Ökologie und den Naturschutz gesehen wird. Aus diesem Grunde wird an verschiedenen Stellen der Literatur (z.B. in: Hellweger, 1983a, S.3; Scholz, 1983, S.4; Knauer, 1995, S.13, 17, 19; Schratz, 1992, S.120) die Meinung vertreten, dass erst über den Aufbau von Beziehungen durch sinnliche Erfahrungen zur inneren (menschlichen) und äußeren Natur eine wirksame Umweltpädagogik möglich werden kann. Meyer-Abich beschreibt diesen Zusammenhang als Formel: „Umwelten sind Wahrnehmungszusammenhänge und Umweltprobleme sind Wahrnehmungsprobleme“ (Meyer-Abich, 1995, S.232).

Dabei sei daran erinnert, dass mit der Wahrnehmung nicht „den Baum zu streicheln“ gemeint ist, sondern die sinnliche Erkenntnis wie sie ausführlich in Kapitel 3.1.2 beschrieben wurde. Sie bildet den Anfang eines Weges zur Weltdeutung als Aufdeckung der Verwandtschaft zwischen der eigenen und der uns umgebenden Natur (Meyer-Abich, 1995, S.232). Knauer sagt hierzu: *„Wie jede Pädagogik ist auch Umweltpädagogik in erster Linie Beziehungsarbeit. Sie erschließt sich daher in den allermeisten Fällen nicht von den kognitiven naturwissenschaftlichen Zielen her, sondern von den Gefühlen, Interessen und Erfahrungen der Beteiligten“* (Knauer, 1995, S.13).

Folgenreiches soziales und ökologisches Handeln wird in den meisten Fällen dann einsetzen, wenn man sich betroffen und emotional gebunden fühlt (Becker, 1994, S.106; Sachsse, 1991, S.15f; Scharf, 1992, S.22).

Dieser Gedanke wird in dem schon zu Anfang zitierten Ausspruch des Augustinus treffend ausgedrückt: „Was ich liebe will ich kennen lernen.“ In veränderter, inhaltlich aber ähnlicher Form sind diese Gedanken in die Umweltbewegungen eingegangen. So lautet ein Titel eines Buches über die Umweltpädagogik: „Ich schütze nur, was ich liebe“ (Knauer 1995). Weiter folgt: „Ich liebe nur, was ich kenne. Ich kenne nur, was ich wahrnehme. Ich nehme nur wahr, was für mich eine Bedeutung hat“ (Knauer, 1995, S.36).

Dies alles spricht intensiv dafür, dass sich Umweltpädagogik nicht allein auf der rein kognitiven Ebene bewegen kann, wollte sie die Menschen erfassen und zum ökologischen Handeln bewegen. Wenn Umweltprobleme ausschließlich mit dem Verstand erkannt und beurteilt werden, führt das - wie gerade immer wieder schulische Bemühungen aufweisen - kaum zu einem anderen Umweltbewusstsein und schon gar nicht zu neuen Handlungen (vgl. z.B. Demuth, 1992, S.12; Knauer, 1995, S.7ff; Lucas, 1980, S.1ff). Dies selbst dann nicht, wenn sich nachweislich das Wissen und Verständnis zur Umwelt positiv entwickelt hat (Knauer, 1995, S.13ff).

Es ist durchaus möglich, Verständnis für die Entstehung von Umweltproblemen und die Fähigkeit zur Beurteilung dieser Probleme zu entwickeln und auch Argumente dafür zu finden, dass wir selbst zu den verheerenden Umweltproblemen beitragen, jedoch zu einer ökologisch-sozialen Handlung wird man damit dennoch die wenigsten Lernenden bewegen können. Der Grund liegt in der fehlenden Motivationsstruktur, sein eigenes Handeln zu verändern. Denn in diesen Fällen soll die Motivation aufgrund extrinsischer Faktoren - wie zum Beispiel dem Appell an das Verantwortungsbewusstsein - zum Teil gravierend und persönlich einschneidend verändert werden. Weisheit lässt sich nicht lehren, wie bereits im Kapitel 3.1.3.2 erwähnt wurde. Doch im Gegensatz dazu gibt es die Hoffnung, durch die Entwicklung einer inneren Verwandtschaft und durch die persönliche Identifikation mit der Natur eine überdauernde, intrinsische Motivation zum sozial-ökologischen Handeln aufzubauen, allerdings legen nur in wenigen Fällen die Schulen Wert darauf.

Zwar lautet der Anspruch der meisten Lehrpläne: „Die Schule will und muß für diese Zukunft vorbereiten“ (Buck, 1996, S.60), damit die Schülerinnen und Schüler umweltbewusst handeln. Gleichwohl wird sich der Lernende sicherlich fragen, warum es immer noch so viele Umweltprobleme gibt, wenn im Unterricht Lösungsvorschläge dargestellt werden und damit auch die Ursachen dafür bekannt sind (Buck, 1996, S.60).

Häufig bildet die Umweltfrage nur den unterrichtlich formalen Kontext für fachliche Zielvorstellungen. So sollen die Schülerinnen und Schüler z.B. beim Thema „Luftverschmutzung“ folgendes lernen: Mit Apparaturen umgehen, Nachweisreaktionen kennen, qualitative und quantitative Bestimmungen durchführen, Messungen durchführen, etc. (Freise, 1983, S.61). Ein derartiger „Umweltunterricht“ wird die Lernenden kaum persönlich erreichen, geschweige denn ein Verhältnis zur Natur und damit auch zu sich selbst, aufbauen. Dagegen soll hier ein anderer Weg vorgeschlagen werden und zwar:

„Die leiblich-sinnlichen Erfahrungsmöglichkeiten des Menschen wieder zu entwickeln und ihm als Weisen seine Kreativität zum Bewußtsein zu bringen. Die Entfaltung des Sinnesbewußtseins des Menschen, zu dem die Kunst beitragen kann, ist zugleich die notwendige Wiedereingliederung seiner Natürlichkeit in sein Selbstverständnis, wie sie das Umweltproblem dem Menschen heute abverlangt“ (Böhme, 1989, S.15).

Das heißt, es dürften nicht einfach Umweltprobleme dargestellt werden und Beurteilungsmöglichkeiten gelehrt werden, sondern das Verlangen nach Selbst- und Naturerfahrung muss geweckt und nachhaltig entwickelt werden.

„Wenn du mit anderen ein Schiff bauen willst, so beginne nicht, mit ihnen Holz zu sammeln, sondern wecke in ihnen die Sehnsucht nach dem großen, weiten Meer“ (Antoine de Saint-Exupery zitiert in: Knauer, 1995, S.7).

3.3.3 KINDER SIND PHILOSOPHEN

Die bisherigen Ausführungen könnten Befürchtungen geweckt haben, dass viele der Gedanken, welche in den Analysen der Stufen, speziell der dritten Stufe von Panofsky dargestellt wurden, niemals Lernende erreichen könnten. Ein möglicher Einwand gegen einen Unterricht auf der Grundlage der ikonologischen Erkenntnismethode wäre dann, dass Kinder in diesem Alter keine Philosophen sind.¹⁰

Im Folgenden soll deshalb die These weiter ausgeführt werden, dass Kinder durchaus philosophische Fragen, Ideen und Gedanken verstehen und diskutieren können.

*„Jedes Kind ist gewissermaßen ein Genie
und wer nicht zeitlebens gewissermaßen
ein großes Kind bleibt, sondern ein ernsthafter,
nüchterner, durchweg gesetzter und vernünftiger
Mann wird, kann ein sehr nützlicher
und tüchtiger Bürger dieser Welt sein;
nur nimmermehr ein Genie“
(Schopenhauer).*

Große Philosophen (siehe das Zitat von Schopenhauer) haben die Gedanken und Fragen der Kinder schon immer sehr ernst genommen und zählen die Kinder selbst zu ihresgleichen. Freese fragt sich hierzu: „Sind Philosophen gar Leute, die sich ein Stück kindlicher Naivität ins Erwachsenenendasein herübergerettet haben und deren Geschäft darin besteht, nach Antworten auf kindliche Fragen zu suchen?“ (Freese, 1989, S.9). Milan Kundera (französischer Schriftsteller, 1929) weist in diesem Zusammenhang wiederum darauf hin, dass „alle wirklich wichtigen Fragen, Fragen, die nicht nur die Philosophen angehen, nur solche sind, die auch ein Kind versteht“ (zitiert in: Freese, 1989, S.16).

Laut Schopenhauer sind es zweifellos die Kinder, die sich der Irrealität unserer Welt, also der Vorstellung, dass die Welt nur in unseren Köpfen existiert, bewusst sind (zitiert in: Freese, 1989, S.14) und für Tolstoi ist gerade die Kindheit die philosophische Phase schlechthin (zitiert in: Freese, 1989, S.32).

Einige der von den Kindern gewonnenen Einsichten entsprechen durchaus den Gedanken großer Philosophen. So das Beispiel von H.-L. Freese von einem Jungen, welcher feststellt: wenn Gott alles geschaffen hat, muss er sich ja selbst geschaffen haben. Dieser Junge hat damit den Gedanken des Augustins „Gott sei causa sui“, Ursache seiner selbst, ausgesprochen (Freese, 1989, S.14).

¹⁰ Auch die Lehrerinnen und Lehrer, welche nach der ikonologischen Methode unterrichteten, äußerten zuerst Bedenken gegenüber den philosophischen Fähigkeiten ihrer Schülerinnen und Schüler. Umso erstaunter waren alle über die Gedanken, Ideen und Fragen der Lernenden in den später durchgeführten Unterrichtseinheiten.

Jedoch sind die Äußerungen der Kinder und die Bedeutung des Philosophierens mit ihnen offensichtlich nicht nur für die Philosophen interessant. In der Lernpsychologie wird z.B. als sicher erachtet, dass übergeordnetes philosophisches Denken, das Lernen und die Anwendung des Wissens in veränderten Situationen erleichtern (vgl. Ausubel, 1974, S.136). Des Weiteren ergeben lern- und entwicklungspsychologische Erkenntnisse, dass derartige geistige Erfahrungen der Kinder, das ganze Leben zu prägen vermögen. Dementsprechend wird dem Philosophieren große Bedeutung für die kindliche Entwicklung zugesprochen (Freese, 1989, S.32f). Auch in der Pädagogik stoßen philosophische Fragen von Kindern mittlerweile auf ein großes Interesse, was an den zahlreichen Veröffentlichungen abgelesen werden kann (Freese, 1989, S.19, 39).

Dabei hat es schon in der Antike das Bestreben gegeben, mit Kindern zu philosophieren (Horster, 1992, S.15). Auch in anderen Kulturkreisen werden die Kinder schon früh mit philosophischen Fragen vertraut gemacht (Freese, 1989, S.36).

Trotzdem scheint in manchen Kreisen, selbst bei „Leuten von Verstand“ (Freese, 1989, S.39), diese Affinität weiterhin hinterfragt zu werden. Vor allem in der Schule wird den Kindern immer noch viel zu wenig zugemutet geschweige denn, ihnen die Fähigkeit zum Philosophieren zugesprochen (Freese, 1989, S.9; Horster, 1992, S.11). So beklagt auch der italienische Philosoph Giambattista Vico (1688-1744) in seiner Schrift über Bildung, dass der naturwissenschaftliche Unterricht die philosophischen Fähigkeiten der Lernenden, d.h. zum Beispiel die Erkennung von Analogien zwischen Dingen, die weit auseinander liegen und scheinbar höchst unterschiedlich sind, zu ersticken vermag (zitiert in: Freese, 1989, S.40).

Es ist natürlich unbestritten, dass Kinder den Erwachsenen an Erfahrung und Wissen in der Regel unterlegen sind. Gerade dies kann aber durchaus dazu führen, dass wir manchmal auf unsere Gedanken und Meinungen so fixiert sind, und vielleicht auch geistig so müde geworden sind, dass wir kaum etwas hinterfragen oder andere Sichtweisen zulassen wollen. Hört man den Kindern genau zu, so wird man überraschend herausfinden können, dass sie viel häufiger als wir selbst das angeblich Einleuchtende hinterfragen (Horster, 1992, S.23). Die „Leiblichkeit und Sinnlichkeit der Kinder“ scheint im Gegensatz zum „Kümmerleib“ des Erwachsenen noch für derartige Fragen aufgeschlossen zu sein. Kinder wollen wissen, wollen fragen, wollen erkunden (Flinter, 1987, S.54).

Das kann z.B. für die Umweltprobleme bedeuten: Wenn wir es selbst nicht geschafft haben Lösungsansätze für eine „heile Welt“ zu finden, warum lassen wir nicht die Kinder mehr mitentscheiden? Auch Bäuml-Roßnagl sieht eine Chance für einen sinnvollen Naturschutz darin, dass man Kindern für ihre Modelle, Vorstellungen und Ideen Gehör schenkt (Bäuml-Roßnagl, 1991, S.47). „Denn Kinder, wenn ihr Denken erwacht ist, denken überraschend und meist überraschend gut“ (Wagenschein, 1975, S.78). Philosophieren mit Kindern bedeutet demnach nicht nur, mit Ihnen ethischen Fragen nachzugehen. Philosophieren mit Kindern sollte allgemeiner gesehen werden und bedeutet dann auch, Kinder in ihren Aussagen und Gedanken ernst zu nehmen und mit ihnen über Erkenntnismöglichkeiten, Selbstreflexion, ihre Probleme, Fragen und Lösungswege zu sprechen (Ritz-Fröhlich, 1993, S.422).

Es wäre demnach verhängnisvoll, die Chance, welche der naturwissenschaftliche Unterricht bietet, ungenutzt für philosophische Ideen, Fragen und mögliche Lösungsvorschläge zu lassen, denn „fächerübergreifende philosophische Ideen könnten die Wissensbereiche innerlich verklammern und überraschende Zusammenhänge stiften“ (Freese, 1989, S.116).

3.3.4 ZUSAMMENFASSUNG

Die eigentliche Bedeutung oder das Wesen der Natur- und Welterkenntnis bei Panofsky	Die eigentliche Bedeutung oder das Wesen der Natur- und Welterkenntnis in der Chemiedidaktik	Mögliche Konsequenzen der eigentlichen Bedeutung oder des Wesens der Natur- und Welterkenntnis im Chemieunterricht	Lösungsvorschläge durch die ikonologische Methode nach Panofsky
<p>Es gilt, dass wir nicht nur als Betrachter dem Betrachteten gegenüber stehen, sondern ein Teil dessen sind. Das heißt, indem wir Erkenntnisse über die Welt gewinnen, gewinnen wir auch Erkenntnisse über uns selbst. Natur- und Welterkenntnis ist demnach Selbsterkenntnis.</p> <p>Die Umweltpädagogik kann sich daher nicht auf der rein kognitiven Ebene bewegen, sondern ist Beziehungsarbeit zwischen Mensch und Natur.</p>	<p>Die „Natur der Naturwissenschaft“ scheint kein Unterrichtsthema zu sein. Die Natur wird einerseits rein zweckgebunden und nutzenorientiert verstanden und andererseits jeglicher Sinnhaftigkeit beraubt. Die Natur steht außerhalb von uns selbst, das bedeutet, dass wir mit ihr nichts zu tun haben. Naturwissenschaft scheint nicht mehr viel mit der „natürlichen Natur“ zu tun zu haben. Häufig wird versucht Umweltpädagogik mit extrinsischer Motivation - wie das Verantwortungsbewusstsein - zu betreiben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - negatives bzw. naives Bild der Naturwissenschaft und des Naturwissenschaftlers bei den Lernenden - die Lernenden machen schlechte Erfahrungen mit den Naturwissenschaften, - Chemieunterricht wird als langweilig, unpersönlich und trocken empfunden - kein Bezug und geringes Interesse an den Naturwissenschaften - der Umweltunterricht erreicht die Lernenden nicht 	<p>Es müsste die Einsicht darin, dass wir nicht nur Teil, sondern die Natur selbst sind vermittelt werden.</p> <p>Weiterhin hieße es, dass man Erkenntnisse über sich selbst gewinnt, indem Erkenntnisse über die Natur gewonnen werden.</p>
<p>Die eigentliche Bedeutung oder der Gehalt eines Phänomens oder Sachverhaltes werden erfasst, indem „jene zugrunde liegende Prinzipien ermittelt [werden], die die Grundeinstellung einer Nation, einer Epoche, einer Klasse, einer religiösen oder philosophischen Überzeugung enthüllen“ (Panofsky, 1975, S.40).</p>	<p>Die Affinität und Fähigkeit der Kinder zu philosophischen Fragen wird oft verkannt. Philosophiert wird hauptsächlich im Philosophieunterricht.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - die Lernenden finden keinen Platz im Unterricht für ihre eigenen Ideen, Gedanken und philosophische Fragen - die Lernenden verlernen, das Selbstverständliche in Frage zu stellen, - einige Lernende erkennen nicht die Tiefenstrukturen des Wissens 	<p>Im Unterrichtsgeschehen Wert darauf legen darüber zu sprechen, wie Erkenntnisse gewonnen werden. Das heißt – im Unterricht auch der Natur der Naturwissenschaft philosophisch nachgehen.</p>

Tab. 5: Tabellarische Zusammenfassung der Analyse der dritten Stufe von Panofsky (Kap. 3.3)

4. FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN

Im Kapitel 2 wurde die ikonologische Erkenntnismethode von Erwin Panofsky vorgestellt und im Kapitel 3 unter pädagogischer und fachdidaktischer Perspektive weiter diskutiert und kritisch analysiert. Aus diesen theoretischen Überlegungen ergeben sich Hypothesen für die Unterrichtsplanungen und die empirischen Fragestellungen, die im Folgenden vorgestellt und näher erläutert werden.

Der durchgeführten Untersuchung liegen nachstehende Fragestellungen zugrunde:

FRAGE 1: Kann das *Interesse* der Schülerinnen und Schüler an der Chemie und dem Chemieunterricht durch die ikonologische Methode aufrechterhalten werden?

FRAGE 2: Führt die ikonologische Methode bei den Lernenden zu einem positiveren *Bild von der Chemie*?

FRAGE 3: Welche Unterschiede gibt es in der *Beschreibung des Chemieunterrichts* vor und nach der Intervention durch die Lernenden der Panofsky- und der Vergleichsgruppe?

FRAGE 4: Wie viel *chemisches Fachwissen* wird mit der ikonologischen Erkenntnismethode im Vergleich zum traditionellen Unterricht erworben?

FRAGE 5: Inwieweit wird mit der ikonologischen Methode die Fähigkeit gefördert, das gelernte *Fachwissen anwenden* zu können?

FRAGE 6: Wie *schätzen* die Lernenden der Panofskygruppe im Vergleich zu den Lernenden der Vergleichsgruppe ihren *Lernzuwachs ein*?

Nachfolgend wird auf die einzelnen Fragen eingegangen.

4.1 DIE FRAGE ZUM INTERESSE AN CHEMIE UND DEM CHEMIEUNTERRICHT (FRAGE 1)

Aus der Literatur ist bekannt, dass das Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht über die achte Jahrgangsstufe stets deutlich sinkt (Gräber, 1992a, S.355). Deshalb wird auch in dieser Arbeit nicht angenommen, mit der ikonologischen Methode in der kurzen Zeit der Intervention das Interesse der Lernenden an der Chemie nachhaltig erhöhen zu können. Doch gibt es einige Aspekte der ikonologischen Erkenntnismethode, durch welche anzunehmen ist, dass das Interesse nicht so stark sinkt, wie es sonst in der Literatur dargestellt wird.

Laut M. Prenzel wird das Interesse als ein überdauernder Bezug einer Person zum Lernobjekt definiert, wobei das Interesse sowohl eine kognitive, konative als auch affektive Dimension hat (Prenzel, 1988, S.14). Je größer die Bedeutung/Beziehung des Gegenstandes für das/zum Individuum, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein wirkliches, dauerhaftes Interesse entwickelt werden kann (Hoffmann, 1998, S.25).

So ist es vor allem die sehr persönliche Beziehung der Lernenden zum Lernobjekt, beginnend in der sinnlichen Wahrnehmung, die hauptsächlich in der ersten Stufe nach Panofsky angestrebt und aufgebaut wird. Dies sollte vor allem das Interesse an Phänomenen und Sachverhalten wecken. Der Bezug zum Lernobjekt zieht sich aber auch über die gesamten Stufen hindurch. In jeder Stufe haben die Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit ihre eigenen Vorstellungen, Fragen und Ideen einzubringen und damit den Bezug zum Lerngegenstand zu intensivieren.

Die Hypothese zum Interesse lautet demnach:

Hypothese 1: Die Lernenden der Panofskygruppe entwickeln während der Intervention ein höheres Interesse an der Chemie und dem Chemieunterricht als die Vergleichsgruppe.

4.2 DIE FRAGE ZUM BILD VON DER CHEMIE (FRAGE 2)

Die oben genannte persönliche Beziehung kann auch dazu führen, dass die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler darüber, was Chemie ist, sich positiv wandeln. Denn der „Person-Gegenstand-Bezug“ und damit das Interesse am Fach, gehen mit dem Image der Chemie einher (Gräber, 1992, S.271). Als ausschlaggebende Gründe für die Abkehr der Schülerinnen und Schüler vom Chemieunterricht werden das schlechte Bild der Chemie und die fehlende Nähe des Chemieunterrichts zur eigenen Lebenswelt genannt. Wobei umgekehrt für das schlechte Bild der Chemie das mangelnde Interesse verantwortlich gemacht wird (Gräber, 1992, S.270ff).

Für den Unterricht heißt dies, dass Möglichkeiten geschaffen werden müssen, bei denen eine persönliche Beziehung der Lernenden zum Lerngegenstand aufgebaut werden kann (vgl. erste und dritte Stufe von Panofsky).

Hauptsächlich soll in der dritten Stufe ein Bezug von chemischen Erkenntnissen zu Erkenntnissen über sich selbst und über andere Disziplinen deutlich werden. Wir stehen dadurch der Natur nicht mehr nur als Betrachter gegenüber, sondern empfinden uns auch als ein Teil der Natur und damit ihr zugehörig. Das bedeutet, dass die chemischen Denk- und Arbeitsweisen nicht nur als Instrumente angesehen werden, welche dazu dienen, Formeln über Sachverhalte aufzustellen oder ausschließlich Alltagsprobleme zu lösen. Diese Mittel werden zu Denk- und Arbeitsweisen, mit denen Erkenntnisse auch über die „innere Natur“ des Menschen (vgl. dritte Stufe von Panofsky) erlangt werden können. Erkenntnisse aus der und über die Chemie können auch Antworten auf Fragen über uns selbst sein.

Konsequenterweise würde damit zugleich auch das Bild des Chemikers ein anderes sein, als das welches aus den Analysen von Schülerzeichnungen bekannt ist - Chemiker sind Männer mit Bärten im weißen Kittel (Höttecke, 2004, S.264).

Auf Grund der theoretischen Ausführungen kann folgende Hypothese formuliert werden:

Hypothese 2: Das Image und die Bedeutung der Chemie werden bei den Lernenden der Panofskygruppe dauerhaft positiv verändert.

4.3 DIE FRAGE ZUR BESCHREIBUNG DES CHEMIEUNTERRICHTS (FRAGE 3)

Der Unterricht der Panofskygruppe entspricht zwar inhaltlich dem traditionellen Chemieunterricht, jedoch unterscheidet er sich im Wesentlichen im methodischen und didaktischen Vorgehen (vgl. Kap. 5.1).

Im Chemieunterricht nach der ikonologischen Erkenntnismethode wird den Schülerinnen und Schülern sowohl viel Zeit für eigene Erfahrungen und sinnliche Wahrnehmungen eingeräumt, als auch das Wahrgenommene immer in einem Gesamtzusammenhang erforscht. Das heißt, dass im Unterricht ein Phänomen sowohl in Bezug zum Einzelnen, wie auch zum Gesamten dargestellt wird. Im didaktisch-methodischen Vorgehen werden darüber hinaus einerseits die Wahrnehmungsprozesse geschult und bewusst gemacht sowie andererseits die Erkenntniswege mit den Lernenden zusammen analysiert.

Deshalb wird erwartet, dass auch die Lernenden selbst den eigenen Chemieunterricht nach der Intervention anders beschreiben werden als vor der Intervention und sich auch positive Veränderungen in Bezug zur Vergleichsgruppe ergeben.

Daher lautet eine weitere Hypothese dieser Arbeit:

Hypothese 3: Der Chemieunterricht wird nach der Intervention von den Schülerinnen und Schülern der Panofskygruppe im Unterschied zur Vergleichsgruppe und zum Vortest positiver beschrieben.

4.4 DIE FRAGEN ZUM WISSENSERWERB (FRAGE 4, 5 UND 6)

Da durch die Zeitvorgabe der Untersuchung und die Ansprüche der ikonologischen Methode wenig Zeit für Übungen und/oder Wiederholungen des reinen chemischen Fachwissens zur Verfügung stand, wird in dieser Arbeit angenommen, dass nach Ende der Intervention der Lernzuwachs an chemischem Wissen bei beiden Gruppen gleich ausfallen wird. Es wird jedoch vermutet, dass im später durchgeführten Wissenstest zur Nachhaltigkeit ein Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen auftreten wird.

Es wird davon ausgegangen, dass die Panofskygruppe im Mittel mehr chemisches Wissen vorweisen wird als die Vergleichsgruppe. Begründet wird diese Annahme damit, dass in der Panofskygruppe ein tieferes und besser vernetztes Verständnis der Chemie entwickelt wurde, welches Eingang in das Langzeitgedächtnis gefunden hat und deshalb auch vier Monate nach Ende der Unterrichtseinheit präsent ist.

Die Ausbildung von Tiefenstrukturen bei den Lernenden der Panofskygruppe wird damit erklärt, dass im Unterricht nach der ikonologischen Methode großer Wert darauf gelegt wird:

- die Vorstellungen der Lernenden aufzugreifen und vielfältig zu fördern (erste Stufe von Panofsky)
- inter- und intradisziplinäre Vernetzungen nicht nur zu schaffen, sondern auch bewusst zu machen (zweite Stufe von Panofsky)
- die Bedeutung der gewonnenen Erkenntnisse aus der Chemie für den Einzelnen und für alle deutlich erkennbar zu machen
- mit dem erworbenen Wissen unterschiedliche Aufgaben in verschiedenen Situationen bewusst zu bearbeiten (alle Stufen),
- den Erkenntnisprozess, die gewonnenen fachlichen Einsichten und den Lernzuwachs insgesamt mit den Lernenden zu besprechen (dritte Stufe von Panofsky).

Daraus lassen sich die folgenden drei Hypothesen aufstellen:

Hypothese 4: Die Lernenden der Panofskygruppe erlangen im Vergleich zu den Lernenden der Vergleichsgruppe direkt nach der Unterrichtseinheit einen nicht unterscheidbaren Lernerfolg im Fachwissen. Allerdings sollte die Nachhaltigkeit des Fachwissens bei den Lernenden der Panofskygruppe höher als bei der Vergleichsgruppe sein.

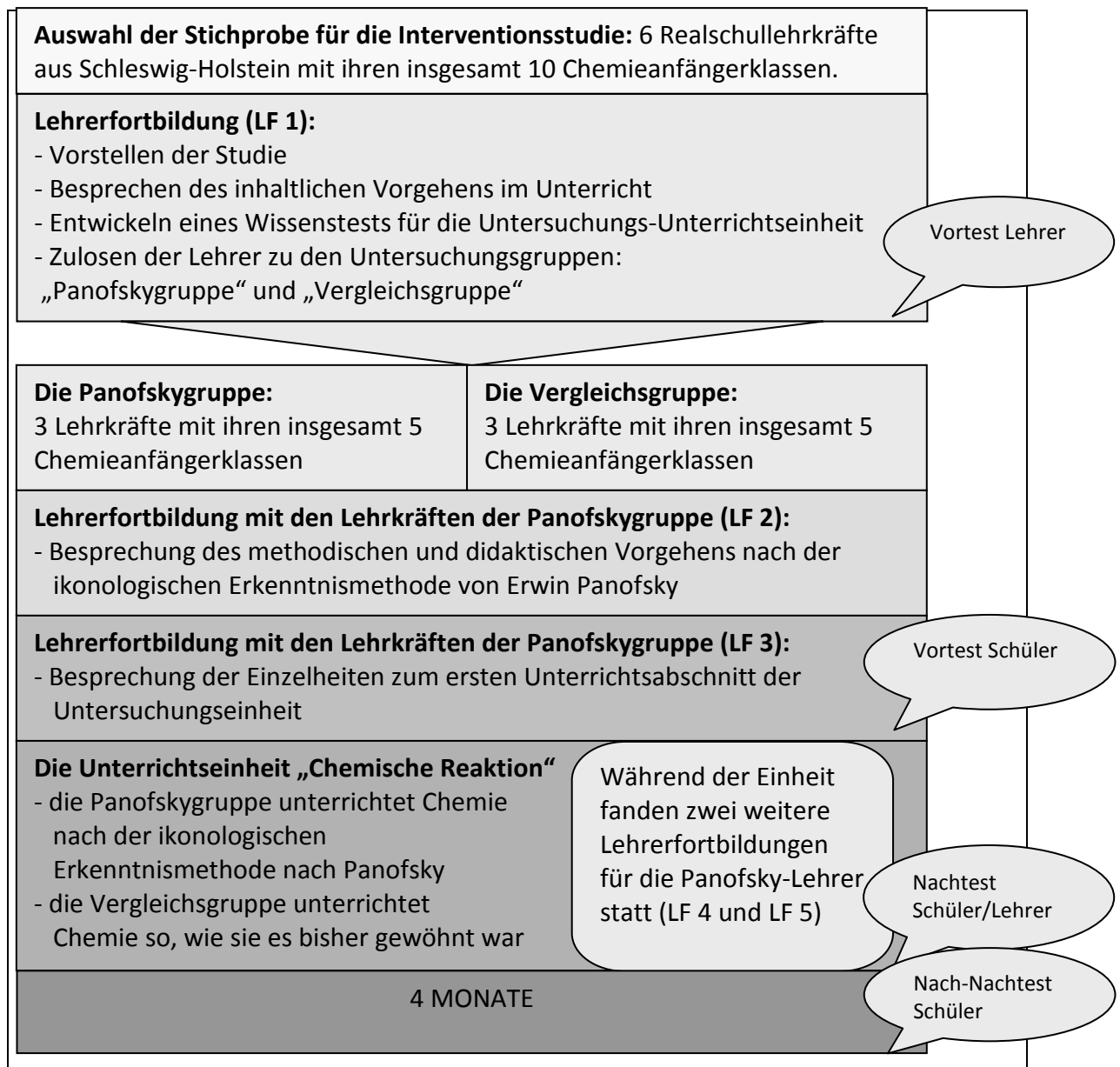
Hypothese 5: Der Unterricht nach der ikonologischen Methode fördert die Fähigkeit, gelerntes Wissen anzuwenden (Kompetenzförderung).

Hypothese 6: Die Schülerinnen und Schüler schätzen ihren Lernzuwachs höher und vielseitiger ein.

5. METHODISCHER TEIL DER ARBEIT

5.1 ZEITLICHER ABLAUF DER STUDIE

Zunächst soll eine graphische Darstellung die Grundstruktur des zeitlichen Ablaufs der Studie veranschaulichen:



Im Folgenden wird der zeitliche Ablauf der Studie beschrieben, bevor in den nächsten Kapiteln die einzelnen Details genauer dargestellt werden.

Bei der durchgeführten Studie handelt es sich um eine Interventionsstudie, die im Schuljahr 2006/2007 an sechs Realschulen in Schleswig-Holstein mit sechs Lehrkräften und neun Klassen des 8. Jahrgangs sowie einer 9. Klasse durchgeführt wurde.

Sowohl die achten Klassen, als auch die neunte Klasse begannen im Untersuchungsjahr mit dem Chemieunterricht. Die Tatsache, dass der Chemieunterricht in einer der Untersuchungsklassen erst in der neunten Klasse beginnt, basierte auf einer schulinternen Regelung.

Die Studie wurde so konzipiert, dass mögliche Entwicklungen der Lernenden durch die vorgenommene Intervention im Vergleich zwischen dem Vortest, Nachtest und Nach-Nachtest erhoben werden konnten.

Das Thema der untersuchten Unterrichtseinheit war: „Die chemische Reaktion“. Die Wahl des Themas ergab sich daraus, dass zum Zeitpunkt der Interventionsstudie, im Chemielehrplan von Schleswig-Holstein (Ministerium für Bildung, 1997) das Thema „Chemische Reaktion“ für den Chemie-Anfangsunterricht vorgesehen war.

Vor der Unterrichtseinheit wurde mit allen teilnehmenden Lehrkräften eine Fortbildung zum inhaltlichen Vorgehen durchgeführt sowie von allen Beteiligten der Wissenstest für alle Klassen fertig gestellt (vgl. LF 1). Mit den Lehrkräften der „Panofskygruppe“ fand eine weitere Fortbildung zum methodischen und didaktischen Vorgehen statt (vgl. LF 2).

Beide Gruppen unterrichteten somit nach der gleichen inhaltlichen Struktur, mit gleichen Fachbegriffen und Hauptexperimenten. Sie unterschieden sich jedoch im unterrichtlichen und methodischen Vorgehen. Demnach unterrichtete eine Lehrkraftgruppe mit drei Lehrkräften und ihren fünf Klassen unter Berücksichtigung der verabredeten inhaltlichen Vorgaben so, wie sie es bisher gewöhnt waren (**Vergleichsgruppe**). Die zweite Gruppe mit drei Lehrkräften und ihren fünf Klassen unterrichtete gleichfalls unter Berücksichtigung der gleichen inhaltlichen Vorgaben, aber nach der ikonologischen Erkenntnismethode von Panofsky (**Panofskygruppe**).

Vor der Unterrichtseinheit fand mit der Panofskygruppe ein Treffen statt, in dem der erste Unterrichtsabschnitt in Details besprochen wurde (vgl. LF 3).

Während der Unterrichtsdurchführung haben sich die Lehrkräfte der Panofskygruppe noch zweimal getroffen, um pro Sitzung den zweiten und dritten Unterrichtsabschnitt (vgl. Tabelle 7) zu besprechen (vgl. LF 4 und 5).

Inhaltlich gab es keine Veränderungen bei beiden Gruppen.

Aufgrund von Ferien, einigen Unterrichtsausfällen, Klassenfahrten und der Tatsache, dass in dieser Klassenstufe in einigen Schulen nur einmal pro Woche Chemie unterrichtet wurde, variierte die für ca. vier Monate geplante Unterrichtseinheit in beiden Gruppen zeitlich sehr stark über das Schuljahr 2006/2007 hinaus. Im Durchschnitt benötigte die Vergleichsgruppe 13,2 und die Panofskygruppe 18,6 Unterrichtsstunden (45 Minuten). Das bedeutet, dass die Panofskygruppe im Mittel knapp 30% mehr Zeit für die Unterrichtseinheit benötigt hat. Diese Differenz von 5,4 Stunden lässt sich anhand der Unterrichtsbesuche und den Unterrichtsverlaufsskizzen der Lehrerinnen und Lehrer erklären. Die Lehrkräfte der Panofskygruppe räumten den Lernenden im Gegensatz zu den Lehrkräfte der Vergleichsgruppe mehr Zeit für offenes Experimentieren (z.B. die Bonbonherstellung; erste Stufe nach Panofsky) sowie mehr Zeit für philosophische Überlegungen bezüglich des eigenen Lernprozesses, des Erkenntnisweges und der Bedeutung der Erkenntnisse für den Einzelnen und die Mitmenschen ein (dritte Stufe nach Panofsky).

Vor und nach der Unterrichtseinheit wurden Daten erhoben, welche die möglichen Veränderungen und Unterschiede in den Untersuchungsgruppen darstellen sollten. Es wurde weiterhin mit den Lehrkräften abgesprochen, dass vier Monate nach Ende der Unterrichtseinheit weitere Untersuchungen durchgeführt werden, welche längerfristige

Veränderungen und Unterschiede der Untersuchungsgruppen abbilden sollten. Daraus ergab sich, dass die Daten zur langfristigen Wirkung erst nach den Sommerferien erhoben wurden, d.h. im ersten Halbjahr des Schuljahres 2007/2008.

Es bestand zunächst die Absicht, den Chemieunterricht von jeder Lehrkraft sowohl nach der Methode nach Panofsky, als auch parallel dazu traditionell durchführen zu lassen. Dies wurde von allen Lehrkräften mit der Begründung abgelehnt, dass sie sich mit ihrem Vorgehen und Unterrichtsverlauf persönlich identifizieren müssen und wollen. Mit einer parallelen Durchführung würde deshalb entweder der eine oder der andere Unterricht stark verfälscht bzw. nicht ohne unmittelbaren Einfluss des „Gegenbeispiels“ bleiben. Ein weiterer Einwand gegen solch eine Durchführung war die Tatsache, dass nicht alle Lehrkräfte zwei Chemieklassen parallel unterrichteten. Damit müssten die Lehrkräfte in einem Schuljahr traditionell und erst im folgenden Schuljahr nach der ikonologischen Methode unterrichten, was den zeitlichen Rahmen der Dissertation deutlich übersteigen würde.

5.2 DIE STICHPROBENBESCHREIBUNG FÜR DIE UNTERSUCHUNGEN

5.2.1 DIE BESCHREIBUNG DER LEHRKRÄFTE UND DIE ZUTEILUNG ZU DEN GRUPPEN

An der Studie nahmen sechs Lehrkräfte teil: zwei Lehrer und vier Lehrerinnen.

Dabei haben zwei der Lehrerinnen langjährige Erfahrung als Mentorinnen (Betreuerinnen für die zweite Phase der Lehrerausbildung). Die weiteren Lehrkräfte verfügen über Schulerfahrung von 5 bis 10 Jahren. Alle Lehrkräfte haben das Fach Chemie für das Realschullehramt in Schleswig-Holstein studiert und schlossen das zweite Staatsexamen mit großem Erfolg ab. Die Schulen, an denen die Lehrkräfte unterrichten, befinden sich in Schleswig-Holstein.

Alle Lehrkräfte äußerten den Wunsch, das alternative Konzept nach Panofsky unterrichten zu wollen. Die Zuteilung der Lehrerinnen und Lehrer zu den Untersuchungsgruppen erfolgte nach einem Losverfahren. Mit dieser Einteilung wurden drei Lehrkräfte der „Panofskygruppe“ und drei der „Vergleichsgruppe“ zugeteilt.¹¹

Alle sechs Lehrkräfte sind erfahrene und erfolgreiche Chemielehrerinnen und -lehrer.

Sie arbeiten seit Jahren an der Entwicklung ihres eigenen Chemieunterrichts.

Für die Untersuchungen war es uns wichtig, den Unterricht von erfahrenen und erfolgreichen Lehrkräften in beiden Gruppen miteinander zu vergleichen. Dies wurde durch die Unterrichtsbesuche in beiden Gruppen bestätigt. Damit zeichneten sich beide Gruppen durch vielfältige Schülerexperimente und Methodenwechsel aus. Der inhaltliche Ablauf war dabei bereits auf der gemeinsamen Fortbildung von allen Lehrkräften strukturiert und festgelegt worden (vgl. Kap.5.1).

Damit wird davon ausgegangen, dass der Unterricht nach der ikonologischen Methode nach Panofsky mit einem sehr guten traditionellen Chemieunterricht verglichen wurde.

¹¹ Dabei ergab sich für die Gruppen, dass in jeder der Gruppen jeweils eine Mentorin unterrichtete.

5.2.2 DIE BESCHREIBUNG DER KLASSEN

An der Studie nahmen insgesamt 247 Schülerinnen und Schüler des 8. und 9. Jahrganges aus sechs unterschiedlichen Realschulen aus Schleswig-Holstein teil.

Der 8. Jahrgang bot sich für die Studie deshalb an, da die Lernenden der Realschule erst im 8. Jahrgang mit dem Chemieunterricht beginnen. Das bedeutet einerseits, dass bei den Lernenden erste Grundvorstellungen darüber, was Chemie und Chemieunterricht sei, schon vorhanden waren und auch einige wenige naturwissenschaftliche Erkenntnisse bis dahin bekannt gewesen sind. Andererseits sind die Lernenden im Chemieanfangsunterricht noch nicht an einen bestimmten Chemieunterrichtsverlauf gewöhnt und sollten damit offener und schneller eine neue Methode oder Herangehensweise annehmen können.

Da an einer der an der Studie teilnehmenden Schulen der Chemieunterricht erst in der neunten Klasse beginnt, hat es sich ergeben, dass auch eine neunte Anfängerklasse an der Untersuchung in der Panofskygruppe teilnahm.

In zwei Klassen der Panofskygruppe und in zwei Klassen der Vergleichsgruppe beträgt der Anteil der Lernenden mit einem Migrationshintergrund über 50%. Eine eventuelle Verfälschung der Vergleichbarkeit ist damit ausgeschlossen.

Die Zuteilung der Schülerinnen und Schüler zu den Gruppen ergab sich durch die Zugehörigkeit der Lehrkräfte zu ihren Klassen.

Für die Auswertung liegen nicht von allen Teilnehmern Vor-, Nach- und Nach-Nachtests (Langzeitwirkung) vor, da einige der Lernenden nicht an allen Terminen der Datenerhebung anwesend sein konnten, die Schule gewechselt haben oder erst am Ende der Untersuchung dazugekommen sind.

Bei der Auswertung wurden nur die Schülerdaten berücksichtigt, die vollständig waren, das heißt, in denen auch Vor-, Nach- und Nach-Nachtestsdaten vorhanden waren.

Aus diesem Grund verringerte sich die Gesamtteilnehmerzahl von 256 auf 174.

5.3 VORBEREITUNG DER INTERVENTION

Bevor die Intervention stattgefunden hat, nahmen alle Lehrkräfte an einer Lehrerfortbildung zum inhaltlichen Vorgehen teil (LF 1). Dazu wurden mit Hilfe eines Fragebogens (s. Anhang J) Daten der beteiligten Lehrkräfte erhoben, die dazu dienten, ein Profil der an der Studie teilnehmenden Lehrkräfte erstellen zu können.

Zusätzlich traf sich die Panofskygruppe an vier weiteren Fortbildungsveranstaltungen zur Vorbereitung ihres neuen Unterrichts nach der ikonologischen Erkenntnismethode nach Panofsky (LF 2, LF 3, LF 4 und LF 5).

5.3.1 DIE ERSTE LEHRERFORTBILDUNG (LF 1)

An der ersten Lehrerfortbildung am 03.11.06 nahmen alle an der Studie beteiligten Lehrerinnen und Lehrer teil. Sie diente dazu, sich gegenseitig kennen zu lernen, die beiden Gruppen durch eine Auslosung zu bestimmen, die Idee und den Aufbau der Studie vorzustellen, einen Vorschlag zum fachlich-inhaltlichen Vorgehen zu diskutieren und festzulegen. Des Weiteren sollte aus einer vorgelegten Auswahl fachlicher Items der für alle Gruppen verbindliche Wissenstest erarbeitet werden.

Das Ziel des Treffens war es demnach hauptsächlich, eine gemeinsame inhaltliche Ausgangslage für die Studie zu schaffen, um alle auf den Inhalt bezogenen möglichen

Unterschiede zwischen der Panofskygruppe und der Vergleichsgruppe weitgehend auszu-schließen.

Für die Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ wurde eine Dauer von ca. 15 Schul-stunden festgelegt. Weiterhin fand eine Einigung über die inhaltliche Struktur der Unterrichtseinheit statt (s. Abb.1 und 2). Damit wurden nicht nur die einzelnen Themenabschnitte und die thematische Reihenfolge, sondern auch die verwendeten Fachbegriffe (s. Abb.1 und 2) und die Hauptexperimente (s. Tabelle 6) der Unterrichts-einheit für alle festgelegt.

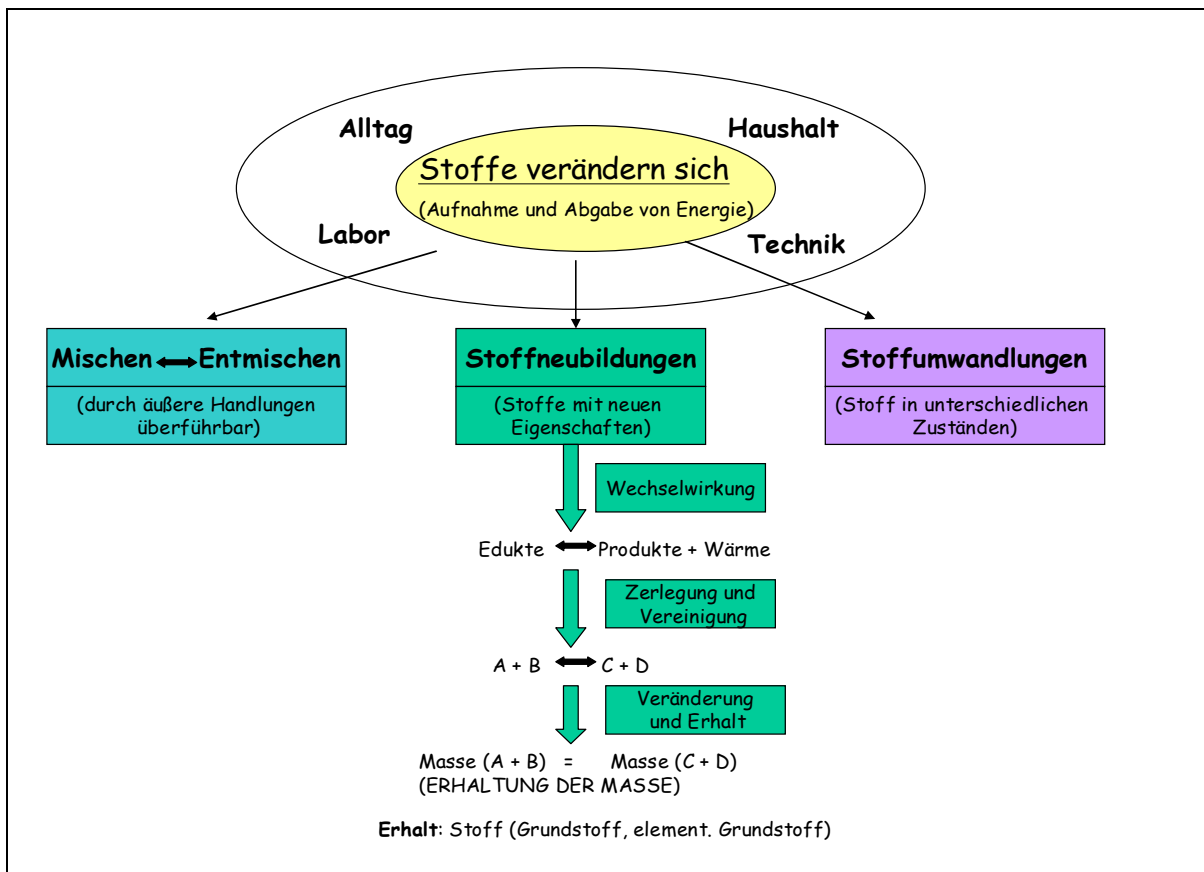


Abb. 1: Schematische Darstellung des Unterrichtsganges für die Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“

Der Weg zur chemischen Reaktion:

- **Stoffe** können sich verändern.
- Eine der möglichen **Stoffveränderungen**, neben der **Stoffumwandlung** (Aggregatzustände) und dem **Mischen/Entmischen**, ist die **Stoffneubildung**.
- Stoffneubildungen (**chemische Reaktion**) erkennt man daran, dass mindestens ein neuer Stoff entstanden ist. Somit unterscheiden sich die **Edukte** und **Produkte** in ihren Eigenschaften.
- Chemische Reaktionen lassen sich als Vereinigung und/oder Zerlegung von Stoffen interpretieren.
- Bei einer chemischen Reaktion gilt das **Gesetz von der Erhaltung der Masse**.
- Es gibt Stoffe, die bisher nicht weiter zerlegt werden konnten. Man nennt sie **Grundstoffe**.

Abb. 2: Stichwortartige Darstellung der Inhalte der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“

Die Reaktion von...	Unterrichtsthema
...Schwefel und Eisen	Reaktion von Feststoff und Feststoff
...Magnesium und Sauerstoff	Reaktion von Feststoff und Gas
...einem angezündeten Streichholz in einem Reagenzglas, überstülpt mit einem Luftballon.	Das Gesetz von der Erhaltung der Masse

Tab. 6: Experimente, auf die sich die Lehrkräfte geeinigt haben

Wie oben erwähnt, fand während dieser Lehrerfortbildung eine Diskussion über mögliche Fragen und Aufgaben für den Wissenstest statt. Sie mündete darin, dass sich alle Beteiligten aus einer vorgelegten Auswahl an Fragen auf 13 repräsentative Fragen und Aufgaben einigten. Diese Auswahl wurde von der gesamten Gruppe als repräsentativ für das von den Lernenden zu erwerbende inhaltliche Wissen zur chemischen Reaktion angesehen (vgl. WT 1 im Anhang A). Mit diesen inhaltlichen Festlegungen wussten beide Gruppen von Beginn der Unterrichtseinheit an, welches fachliche Wissen bei den Lernenden am Ende der Einheit erfragt wird.

5.3.2 DIE ZWEITE LEHRERFORTBILDUNG (LF 2)

An der zweiten Lehrerfortbildung vom 17.11.2006 bis 18.11.2006 nahmen nur die Lehrkräfte der Panofskygruppe teil. Die Fortbildung fand in einem Ausbildungszentrum statt, in dem sowohl die Lehrkräfte als auch die Referenten übernachteten. Die zusammen verbrauchte Zeit war sehr wichtig, denn auf diese Weise ergaben sich ebenfalls „inoffiziell“ viele Gelegenheiten, außerhalb des Programms miteinander zu sprechen und zu diskutieren.

Ziel dieser Fortbildung war es, genauer über die Möglichkeiten der ikonologischen Methode von Panofsky zu informieren und ihre mögliche Umsetzung im Chemieunterricht zu diskutieren.

Am ersten Tag fand daher eine Einführung in die ikonologische Methode statt, bei der die Lehrkräfte nach ihren bisherigen Möglichkeiten und Kenntnissen (unbeeinflusst von der ikonologischen Methode) ein Kunstbild von van Eyck „Die Arnolfini Hochzeit“



Bild 3: Jan van Eyck, „Die Arnolfini Hochzeit“ von 1434

(s. Bild 3) interpretieren sollten. Im Anschluss wurde das spontane Vorgehen bei der Interpretation der Lehrkräfte der ikonologischen Methode von Panofsky gegenübergestellt und mit ihr verglichen. Dabei wurden die großen Vorteile eines Vorgehens nach der ikonologischen Methode aufgezeigt und deutlich sichtbar.

Daran schloss sich eine detaillierte Einführung und Diskussion über die einzelnen Stufen der ikonologischen Methode an.

Am zweiten Tag wurden die Stufen der ikonologischen Methode als allgemeine Erkenntnismethode reflektiert und als mögliche Unterrichtsmethode erweitert. Dazu wurde im weiteren Verlauf der Veranstaltung ein vorgelegter konkreter Vorschlag zur Umsetzung der ikonologischen Methode in der Einheit „Chemische Reaktion“ ausführlich diskutiert, ergänzt und weitergeführt.

Der Vorschlag vertrat zwar methodisch eine Grundstruktur, aber er bot gleichzeitig genügend Raum und Zeit für eigene Ideen und Überlegungen. Auf diese Weise konnte jede Lehrkraft ihre eigene Persönlichkeit, ihre Unterrichtserfahrungen zum Thema und die speziellen schulischen Bedingungen mit einfließen lassen. Insgesamt wurde ein allgemeiner Unterrichtsablauf abgestimmt, den alle Beteiligten gut hießen und in ihrem Unterricht verwirklichen wollten (vgl. Tabelle 7).

5.3.3 DIE DRITTE LEHRERFORTBILDUNG (LF 3)

Die dritte Lehrerfortbildung für die Panofskygruppe fand an einem Nachmittag direkt vor Beginn der Unterrichtseinheit statt.

Das Ziel dieser Fortbildung war es, den ersten Abschnitt der Unterrichtseinheit genau zu besprechen, Fragen zu beantworten und einzelne konkrete Festlegungen durchzuführen.

5.3.4 DIE VIERTE UND FÜNFTE LEHRERFORTBILDUNG (LF 4 UND LF 5)

Während der Interventionsstudie fanden für die Panofskygruppe zwei weitere Lehrerfortbildungen statt. Sie dienten dazu den zweiten (LF 4) und dritten (LF 5) Abschnitt der Unterrichtseinheit zu diskutieren und einzelne Festlegungen zum Vorgehen zu treffen.

In allen Fällen wurden dazu Vorschläge vorgelegt, die dann im Einzelnen von allen Lehrkräften der Panofskygruppe weiterentwickelt und konkretisiert wurden.

Das Vorgehen bewirkte, dass eine große inhaltliche und methodische Einigkeit zwischen allen Beteiligten über den Unterrichtsverlauf erzeugt wurde. Dies zeigte sich auch in den regelmäßig durchgeführten Unterrichtsbesuchen.

5.4 DER UNTERRICHTSVERLAUF NACH DER IKONOLOGISCHEN ERKENNTNISMETHODE VON E. PANOFSKY

5.4.1 DAS GRUNDGERÜST DER DURCHGEFÜHRTEN UNTERRICHTSEINHEIT „CHEMISCHE REAKTION“

Der für die Lehrkräfte erarbeitete Vorschlag zur Unterrichtsumsetzung gliederte sich in drei thematische Abschnitte (vgl. Tabelle 7):

1. Abschnitt: Stoffe verändern sich.
2. Abschnitt: Stoffe verändern sich unterschiedlich.
3. Abschnitt: Eine besondere Stoffveränderung ist die Stoffneubildung (Chemische Reaktion).

Diese drei inhaltlichen Abschnitte wurden wiederum methodisch und didaktisch jeweils in die drei ikonologischen Stufen der Erkenntnismethode nach Panofsky aufgeteilt.

Die Grundstruktur der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ ist der Tabelle 7 zu entnehmen.

In der ersten Stufe ging es jeweils um die **eigene** sinnliche Wahrnehmung und den Aufbau einer **persönlichen** Beziehung der Lernenden zum Lerngegenstand (vgl. Kap.3.1.4.2).

Es wurde in diesem Abschnitt großer Wert darauf gelegt, dass die Lernenden die Vielfalt unterschiedlicher Phänomene bei ihrem experimentellen Arbeiten für sich selbst wahrnehmen (vgl. Kap 3.1.4.3). Die Experimente sollten als ein spannendes und persönliches Erlebnis empfunden werden, mit welchem sinnliche Wahrnehmungen durch die Förderung aller Sinne geübt und ausgeübt wird (vgl. Kap. 3.1.4.4). Bereits hier begann auch die Bewusstmachung der eigenen Wahrnehmungsprozesse (vgl. Kap. 3.1.4.5).

In der zweiten Stufe ging es jeweils darum, **andere** Meinungen und Sichtweisen zu den gerade selbst erlebten Wahrnehmungen kennen zu lernen (vgl. Kap. 3.2.1).

Ziel dieser Stufe war es, ein Phänomen auch einmal anders bzw. von verschiedenen Perspektiven zu beleuchten. Zum einen sollten Antworten auf Fragen gesucht werden, die man selbst nicht im Stande war zu beantworten. Zum anderen sollten aber auch in dieser Stufe neue Fragebereiche entdeckt und entwickelt werden, an die man bisher nicht gedacht oder berücksichtigt hat. Hier wurde deshalb darauf geachtet, ein Phänomen unter möglichst vielfältigen Perspektiven kritisch zu beleuchten (vgl. Kap. 3.2.2).

Die dritte Stufe in der Erkenntnismethode nach Panofsky und im Unterrichtsverlauf wird als eine Synthese der ersten beiden Stufen betrachtet. Zum einen reflektierten die Schülerinnen und Schüler in diesem Unterrichtsabschnitt über das, was ihnen als Lernende bis dahin an Erkenntnissen und Einsichten klar oder auch deutlicher geworden war. Zum anderen wurde intensiv darüber diskutiert und philosophiert (vgl. Kap. 3.3.3), welche inter- und intradisziplinären Vernetzungen und Verknüpfungen zu anderen bisherigen fachlichen und sachlichen Einsichten oder grundlegenden persönlichen Erfahrungen sich aus diesen neuen Erkenntnissen nicht nur für den Einzelnen, sondern **für uns alle** (vgl. Kap. 3.3.2) ergeben. Es geht in dieser Stufe also um Verallgemeinerungen, die über den Chemieunterricht hinausgehen können und sollen.

I. ABSCHNITT: Stoffe verändern sich.

1. Stufe nach Panofsky	Die Schülerinnen und Schüler (S.) erhitzen Zucker um Bonbons herzustellen. S. erleben und erfahren die Bonbonherstellung mit allen Sinnen und setzen sich sehr persönlich mit den Edukten, Produkten und dem Prozess der Zuckererhitzung auseinander.
2. Stufe nach Panofsky	S. stellen sich ihre Ergebnisse aus der ersten Stufe über verschiedene Darstellungsweisen gegenseitig vor. S. befragen andere Quellen mit dem Ziel, den Vorgang der Bonbonherstellung besser zu verstehen und kontrollierter durchzuführen.
3. Stufe nach Panofsky	S. diskutieren und reflektieren die bisherigen Vernetzungen, die persönlichen Verknüpfungen und Einsichten.

	<p>Mögliche Diskussionspunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wir können Stoffe für bestimmte Ziele verändern. - Es gibt erwünschte und unerwünschte Stoffveränderungen. - Es gibt notwendige Bedingungen, unter denen sich Stoffe verändern lassen. - Es gibt Kriterien für das Erkennen von Stoffveränderungen. - Wir können Stoffe nicht beliebig verändern, es gibt Grenzen. - Wir können Stoffe gezielt verändern, wenn wir uns das Wissen anderer zu Nutze machen. - Wir können aus Fehlern lernen. - Quellen suchen und kritisch hinterfragen.
II. ABSCHNITT: Stoffe verändern sich unterschiedlich.	
1. Stufe nach Panofsky	S. suchen nach weiteren Stoffveränderungen aus ihrer Lebenswelt, welche sie dokumentieren und zur Präsentation bereithalten.
2. Stufe nach Panofsky	<p>S. klassifizieren und ordnen die gesammelten Stoffveränderungen nach eigenen Kriterien. Sie begründen ihre Ordnungen.</p> <p>L. stellt die „Chemische Gliederung der Stoffveränderungen“ zum Vergleich vor (s. Abb. 1).</p>
3. Stufe nach Panofsky	<p>S. diskutieren und reflektieren die bisherigen Vernetzungen, persönlichen Verknüpfungen und Einsichten. Mögliche Diskussionspunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stoffe können sich sehr unterschiedlich verändern, dies führt zu Stoffen mit zum Teil großen Eigenschaftsunterschieden. - Stoffveränderungen sind an Bedingungen gebunden. - Stoffveränderungen sind im zeitlichen Rahmen zu sehen. - Eine der möglichen Stoffveränderungen, neben der Stoffumwandlung (Aggregatzustandsänderung) und dem Mischen/Entmischen, ist die Stoffneubildung. - Stoffneubildungen (chemische Reaktion) erkennt man daran, dass mindestens ein neuer Stoff entstanden ist. Somit unterscheiden sich die Anfangsstoffe von den Produkten in ihren Stoffeigenschaften. - Es sind unterschiedliche Ordnungen für Stoffveränderungen möglich, wobei verschiedene Gliederungen jeweils besondere Aspekte betonen. - Die „chemische Ordnung“ der Stoffveränderungen erfasst alle (bisher von uns) bekannten Veränderungen von Stoffen; sie hat sich für chemische Arbeiten im Labor bewährt. - Unser Wissen über verschiedene Möglichkeiten einer Stoffveränderung kann uns helfen, Stoffe gezielter und sicherer zu verändern.

III. ABSCHNITT: Eine besondere Stoffveränderung ist die Stoffneubildung.

1. Stufe nach Panofsky	<p>Eine E-Mail (s. Anhang L) an die jeweiligen Klassen macht große Versprechungen, viel Geld durch die Herstellung von Silber zu verdienen.</p> <p>S. diskutieren den Vorschlag und planen Experimente dazu.</p> <p>L. - als Experte - stellt das Problem (am Beispiel der Wortbildungen aus einzelnen Buchstaben „Wortspiel“) dar, aus Verbindungen ein Grundelement zu gewinnen.</p> <p>S. analysieren auf diesem Hintergrund ihre Vorschläge, revidieren diese und führen einzelne Experimente zur Stoffneubildung durch. Sie setzen sich mit den Edukten, Produkten und der Reaktion intensiv auseinander.</p>
2. Stufe nach Panofsky	<p>S. suchen Hilfestellungen in anderen Quellen mit dem Ziel, die besondere Art einer chemischen Stoffneubildung kennen zu lernen.</p> <p>S. führen „klassische“ Experimente zu den Möglichkeiten der Stoffneubildung durch, wie z.B.:</p> <p>die Reaktion von a) Eisen mit Schwefel, b) Magnesium mit Sauerstoff c) Kupferoxid mit Kohlenstoff etc.</p> <p>S. stellen ihre Ergebnisse vor.</p>
3. Stufe nach Panofsky	<p>S. diskutieren und reflektieren die bisherigen Vernetzungen, persönlichen Verknüpfungen und Einsichten. Mögliche Diskussionspunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wie weit führt ein „Zusammenfügen und Zerlegen“ zu neuen Verbindungen. - Was drücken die Namen „Verbindungen“ und „Elemente“ für die Eigenschaften von Stoffen aus. - Welche Kombinationen bei Reaktionen von Verbindungen und Elementen führen zu neuen Stoffen. - Wie kann man spezifische Stoffe neu herstellen (zum Beispiel Silber, Durchführung des Experiments) - Wie sieht die „Massenbilanz“ für eine vollständige Stoffneubildung (Anlass: Ausbeute Silber!) aus? Wie kann man experimentell aufzeigen, dass die Masse insgesamt von allen Stoffen nicht verloren geht (Durchführung der Experimente)? - Welche Konsequenzen ergeben sich „für uns“ aus einer Massenerhaltung der Stoffe (für chemische Umsetzungen insgesamt bzw. allgemein für den Mensch - Natur - Umgang)?

Tab. 7: Tabellarische Darstellung der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ nach der ikonologischen Methode nach Panofsky

5.4.1.1 Das Beispiel „Stoffe verändern sich“ im Unterrichtsthema „Chemische Reaktion“ nach der ikonologischen Erkenntnismethode Ein Rückblick auf den ersten Teil der durchgeführten Unterrichtseinheit

Im Folgenden soll am Beispiel des ersten Abschnitts der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ genauer beschrieben werden, wie die Gedanken und methodischen Vorgehensweisen der ikonologischen Methode speziell im Chemieunterricht umgesetzt werden können.

Die erste Unterrichtsstunde begann für alle Schülerinnen und Schüler in der ersten Stufe nach Panofsky mit einem Experiment zur Herstellung von Bonbons.

Die Lernenden haben versucht, durch Erhitzen von Kristallzucker im sauberen Reagenzglas, Bonbons herzustellen. Der Versuch scheiterte überwiegend - auf keinen Fall wurden die „Reaktionsprodukte“ als essbar betrachtet - da die Lernenden zu schnell und ungleichmäßig erhitzten. Um herauszufinden, was passiert war bzw. was die Lernenden falsch gemacht hatten, setzten sich die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Versuch auseinander. Sie untersuchten dabei den Kristallzucker, das hergestellte Produkt (meist eine gelb-schwarze Masse) und den Prozess des Zuckererhitzens selbst genauer.

Die Ebene „des Tatsachenhaften“ (im Sinne der ikonologischen Methode) stellte dabei die Untersuchung von Stoffeigenschaften dar. Demnach untersuchte jeder Lernende für sich die Eigenschaften: Löslichkeit in Wasser, Farbe, Geruch, Leitfähigkeit, Brennbarkeit, Oberflächenglanz, Klang beim Herunterfallen auf einer harten Unterlage, Klang beim Zerreiben zwischen den Fingern.

Zur Ebene des „Ausdruckhaften“ (vgl. ikonologische Methode) sollten Anleitungen zur sinnlichen Wahrnehmung der erlebten Phänomene führen. Da die Lernenden der Untersuchungsklassen es nicht gewöhnt waren, anders als durch die „naturwissenschaftlich-experimentelle Brille zu schauen“ und *alle* Sinne bei der Wahrnehmung zu beanspruchen, bekam jeder Lernende eine Aufgabe zur Einführung in die Formen sinnlicher Wahrnehmung zugewiesen.

Die Aufgaben waren für alle vorgegeben und so konzipiert, dass sie jeweils einen Erkenntnisfokus hatten. Die Anregungen zum sinnlichen Wahrnehmen zeigten den Lernenden Möglichkeiten auf, wie auf spielerische Art und Weise durch sinnliche Wahrnehmungen neue Erkenntnisse für sich gewonnen werden können. Für die Lernenden bestanden Auswahlmöglichkeiten. Eine Beispielaufgabe ist in der Abbildung 3 aufgezeigt, alle weiteren Aufgaben befinden sich im Anhang M.

Aufgabe 1: Stelle Dir vor, Du bist ein Regisseur eines Filmes. In diesem Film soll in einer Szene Zucker in einem Glas auf einem Tisch stehen. Durch ein Missgeschick fehlt aber der Zucker. Welchen anderen Stoff würdest Du statt Zucker nehmen?
Mache mindestens drei Vorschläge. Bringe diese „Ersatzstoffe“ zur nächsten Stunde mit.

Abb. 3: Beispielaufgabe zur sinnlichen Wahrnehmung

Die Ergebnisse der Aufgaben sollten von ihren Bearbeitern so dokumentiert werden, dass sie in der darauf folgenden Stunde anderen Lernenden präsentiert werden konnten. Das bedeutete, dass pro Lernender mindestens eine Aufgabe vorgestellt wurde.

Eines der Ergebnisse aus den Übungen zur sinnlichen Wahrnehmung zur Aufgabe 1 (vgl. Abb.3) ist unten aufgeführt (s. Bild 4).

Die zweite Stufe der ikonologischen Erkenntnismethode nach Panofsky begann mit der



Bild 4: Ergebnis aus der Aufgabe 1 (vgl. Abb. 3)

Präsentation der Aufgaben vor der Klasse. Dabei wurde auch über die jeweils gewonnenen Ergebnisse und über nicht beantwortete oder neu entstandene Fragen zum Zucker, dem hergestellten Produkt und dem Prozess der Bonbonherstellung intensiv und kontrovers diskutiert.

Es wurde klar, dass einige Fragen zwar eigenständig beantwortet werden konnten, aber die eigenen Möglichkeiten ihre Grenzen haben und andere Quellen zu Rate gezogen werden mussten.

Die Lernenden einigten sich deshalb darauf, folgende Quellen zu befragen:

- Büchereien
- eine Süßwarenfabrik
- Chemiker
- das Internet
- Familie und Freunde
- Passanten im Kaufhaus und auf der Straße.

Jeweils eine Vierergruppe beschloss, eine bestimmte Quelle zu befragen. Die Lernenden formulierten deshalb Fragen, auf welche sie Antworten suchten, um Bonbons herstellen zu können. Die Fragen sind in der Abbildung 4 formuliert.

1. Welche Fehler haben wir beim Erhitzen von Zucker gemacht?
2. Welche Voraussetzungen für die Herstellung von Karamellbonbons müssen erfüllt werden? (Verbesserung, Optimierung)
3. Was ist mit dem Zucker nach dem Erhitzen passiert?

Abb. 4: Fragen der Schülerinnen und Schüler zur Bonbonherstellung

Die gewonnenen Informationen wurden anschließend erneut vor der Klasse vorgetragen, verglichen und kritisch bewertet. Dadurch, dass die Lernenden zuvor selbst versucht hatten, Bonbons herzustellen und sich dabei intensiv und vielfältig mit dem Kristallzucker, dem gewonnenen Produkt und dem Prozess der Karamellisierung auseinandergesetzt hatten, waren sie fähig, die Antworten aus den verschiedenen Quellen größtenteils zu

verstehen und kritisch zu betrachten. Die Untersuchungsklassen fanden dabei auch heraus, dass nicht alle Quellen gleich gut oder überhaupt hilfreich waren.

Zum Abschluss der Informationsphase in der ikonologischen Methode (zweite Stufe) wurden alle Auswertungen zu einer gemeinsam erstellten Vorschrift zusammengefasst. Die so gewonnenen Informationen ermöglichten den Lernenden diesmal essbare Bonbons herzustellen (vgl. Bild 5).



Den Abschluss des ersten Abschnittes bildete als dritte Stufe der ikonologischen Erkenntnis-methode eine Diskussion darüber, was den Lernenden jetzt klar oder klarer geworden ist.

Die Lernenden reflektierten ihr bisheriges Vorgehen, ihre Schwierigkeiten Erfolge und

Bild 5: Die selbst hergestellten Bonbons einer Schülergruppe

Lernwege, sowie ihre weiteren Interessen und Absichten, Stoffe weiter zu bearbeiten.

Diese Überlegungen und Diskussionen bezogen sich einerseits direkt auf das Thema „Stoffe verändern sich“ sowie weitere möglichen Stoffveränderungen und Themen der Chemie (intradisziplinäre Vernetzungen). Andererseits wurden die aus dem Fach heraus gewonnenen Erkenntnisse auf weitere Disziplinen übertragen und machten damit auf unseren Umgang mit der Natur und den Bezug zu uns selbst aufmerksam (interdisziplinäre Vernetzungen) (vgl. Tabelle 7).

5.5. ERHEBUNGSINSTRUMENTE

5.5.1 DIE SCHÜLER-ERHEBUNGSINSTRUMENTE

In der Tabelle 8 sind die Instrumente, die in der Studie eingesetzt wurden, in zeitlicher Folge aufgeführt.

PANOFKYGRUPPE Lernende	VERGLEICHSGRUPPE Lernende
VOR DER INTERVENTION:	
<ul style="list-style-type: none"> - Kognitiver Fähigkeitstest (KFT-Test) - Schülerfragebogen (SFB 1) 	
Die Unterrichtseinheit „CHEMISCHE REAKTION“ nach der ikonologischen Erkenntnismethode nach E. Panofsky	Die Unterrichtseinheit „CHEMISCHE REAKTION“ traditionell unterrichtet
NACH DER INTERVENTION:	
<ul style="list-style-type: none"> - Schülerfragebogen (SFB 2) - Wissenstest (WT 1) - Kompetenzorientierter Test nach PISA (PT 1) - Erweiterter Test (ET 1) 	
VIERT MONATE NACH DER INTERVENTION:	
<ul style="list-style-type: none"> - Schülerfragebogen (SFB 3) - Wissenstest (WT 2) - PISA-Test (PT 2) - Erweiterter Test (ET 2) 	

Tab. 8: Zeitliche Abfolge der Instrumenteneinsätze

Die Erhebungsinstrumente werden nachfolgend nach ihrem zeitlichen Einsatz in der Studie beschrieben.

Es sind zum einen Erhebungsinstrumente, um Daten zu erfassen, die Einblicke in die individuellen Voraussetzungen der Versuchspersonen verschaffen sollten (vgl. Kap. 5.5.1.1.1 und 5.5.1.1.2a). Mit Hilfe dieser Daten soll der „Ist-Zustand“ sichergestellt werden, auf dessen Basis mögliche Veränderungen aufgrund der Interventionen erkannt werden könnten. Dazu gehörten:

- die Erhebungen der Zensuren der Fächer Chemie, Biologie, Deutsch (vgl. SFB 1);
- der Kognitive Fähigkeitstest, der die Intelligenz in Form der Fähigkeit zum abstrakten Denken testet (KFT);
- zwei Aufgaben zum chemischen Wissen (vgl. SFB 1).

Zum anderen werden Erhebungsinstrumente für Daten beschrieben, die die möglichen Veränderungen durch die Intervention aufzeigen sollen (vgl. Kap. 5.5.1.1.2b, c und 5.5.1.2). Dazu gehörte:

- ein umfassender Schülerfragebogen zu Interessen, Einstellungen etc. (SFB 1 und 2);
- ein auf das Fachwissen „Chemische Reaktion“ bezogener Wissenstest (WT 1);
- die Eingabe von Kompetenzorientierten Aufgaben nach PISA (PT 1) und
- ein „erweiterter Test“, der Fragen zum Lern- und Wissenschaftsverständnis enthält (ET 1).

Zum Schluss werden dann die Erhebungsinstrumente, die nach vier Monaten nach der Studie eingesetzt wurden, beschrieben (vgl. Kap. 5.5.1.3). Diese „Nach-Nach-Tests“ entsprachen weitgehend den Erhebungsinstrumenten des Nachtests.

5.5.1.1 Erhebungsinstrumente vor der Interventionsstudie

5.5.1.1.1 Kognitiver Fähigkeitstest (KFT)

Um die Leistungsfähigkeit der Untersuchungsgruppen kontrollieren zu können, wurden Teile des kognitiven Fähigkeitstests KFT 4-12 +R (Heller & Perleth 2000) durchgeführt.

Es handelt sich um einen differentiellen Intelligenztest, der von der 4. bis zur 12. Klasse eingesetzt werden kann. Der vollständige Test besteht aus einem verbalen, nonverbal-figurativen und quantitativen Teil. Jeder dieser Teile besteht aus drei Subtests mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden.

Aus zeitlichen Gründen konnte nicht der gesamte Test durchgeführt werden, sondern lediglich zwei verbale Subtests (V2, V3) und ein nonverbal-figurativer Subtest (N1).

Der Entschluss, zwei verbale Subtests durchzuführen, wird damit begründet, dass vier der zehn Untersuchungsklassen (s. Stichgruppenbeschreibung) einen sehr hohen Migrationsanteil haben. Mit den zwei verbalen Subtests konnten die sprachlichen Voraussetzungen aller Schülerinnen und Schüler umfangreich getestet werden.

Auf den quantitativen Teil des KFT- Testes konnte vollständig verzichtet werden, da in der durchgeführten Unterrichtseinheit und dem Wissenstest der Untersuchungsstudie kaum Zahlen und Rechnungen erarbeitet oder abgefragt wurden.

Für den KFT-Test wurde eine Schulstunde zur Verfügung gestellt.

Folgende Punktzahl konnte in den einzelnen Subtests erreicht werden:

- verbaler Subtest 2 (VS 2): max. 25 Punkte,
- verbaler Subtest 3 (VS 3): max. 20 Punkte,
- nonverbaler Subtest 1 (NS 1): max. 25 Punkte.

5.5.1.1.2 Vortest Schülerfragebogen (SFB 1)

Im Folgenden wird der Inhalt des Schülerfragebogens (SFB 1) im Einzelnen erklärt (vgl. Anhang G).

Der Schülerfragebogen stammt weitestgehend aus dem Projekt „Physik im Kontext“ (Müller, 2004). Des Weiteren enthält der Fragebogen eine Frage aus der Interessenforschung (Hoffmann et al., 1998, S.293ff) und eine Frage, die zwar aus dem PiKo-Fragebogen entnommen wurde, aber inhaltlich nicht Physikeinstellungen, sondern Kunsteinstellungen erfasst. Welcher Teil des Fragebogens aus der PiKo-Studie und welcher aus anderer Literatur entstammt wird unten dargestellt.

Der vollständige Schülerfragebogen befindet sich im Anhang G. Für die Bearbeitung des Fragebogens standen den Lernenden zwei Schulstunden zur Verfügung (90 Minuten).

Sie benötigten aber in der Regel nicht länger als 70 Minuten.

Der Schülerfragebogen setzt sich folgendermaßen zusammen:

a) Individuelle Vorbedingungen

Mit Hilfe des Schülerfragebogens (SFB 1) wurden einerseits die individuellen Vorbedingungen der Lernenden erhoben. Dazu zählten Angaben:

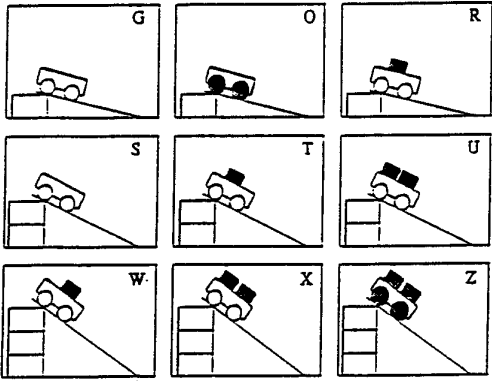
- zum Alter der Versuchspersonen
- zum Geschlecht
- zu den Zeugnisnoten der Fächer Chemie, Biologie und Deutsch.

Da es sich bei den Lernenden um Chemie-Anfänger handelte, konnten die Lernenden keine Zeugnisnote in Chemie nennen. Die Schülerinnen und Schüler wurden deshalb gebeten ihre Durchschnittsnote aus den bisher geschriebenen Chemietests zu nennen.

Die Zeugnisnote in Deutsch wurde unter anderem auch deshalb erfragt, um erneut eine eventuelle sprachliche Benachteiligung der Klassen mit einem hohen Migrantenanteil erfassen zu können (vgl. auch KFT- Test).

Außerdem wurden zwei Aufgaben zum Thema „Messen“ und zur Experimentplanung (vgl. Abb.5) gestellt. Das Antwortformat war geschlossen. Beide Fragen stammen aus dem Fragebogen des Projekts „Physik im Kontext“ (Müller, 2004). Die Fragen wurden gestellt, um neben der „Chemietestnote“ zusätzliche Daten zum chemischen Wissen der Versuchspersonen vor der Intervention zu erfassen.

Die Zeichnungen zeigen mehrere Versuche, die Andrea mit Wagen mit unterschiedlich großen Rädern durchgeführt hat. Sie hat sie von unterschiedlichen Höhen hinab rollen lassen. Die Blöcke, die sie hineingelegt hat, hatten alle die gleiche Masse.



Sie möchte folgende Vermutung überprüfen: Je schwerer ein Wagen ist, desto größer ist seine Geschwindigkeit am Fuße der Rampe. Welche drei Versuche sollte sie vergleichen?

G, T und X O, T und Z
 R, U und Z S, T und U S, W und X

Abb. 5: Eine Beispielaufgabe zur Erfassung des chemischen Wissens

b) Das Bild von der Chemie und von den Chemikern

Den Versuchspersonen wurden zwei Fragen mit einem offenen Antwortformat gestellt, die das Bild von der Chemie und des Chemikers erfassen sollten (s. Abb.6).

Beide Fragen stammen aus dem Fragebogen des Projekts „Physik in Kontext“.

8. Stell dir vor, du sollst jemandem erklären, was Chemie ist.
Was fällt dir dazu ein?
9. Was glaubst du, womit sich ein Chemiker beschäftigt und wie er arbeitet?
Schreibe in ein paar kurzen Sätzen deine Ideen auf.

Abb. 6: Offene Fragen zum Bild von der Chemie und von den Chemikern

Anhand der Antworten wurden jeweils Kategorien gebildet. Die Antworten beider Fragen wurden durch zwei Personen unabhängig voneinander kategorisiert. Bei einer Übereinstimmung von mehr als 90 % blieben die Kategorien bestehen. Anderenfalls müssten die Kategorien neu gebildet werden. Dies war nicht der Fall.

Im Folgenden werden die Kategorien der obigen Fragen 8 und 9 aufgelistet. Eine detaillierte Beschreibung der Kategorien mit Beispielantworten befindet sich im Anhang E und F.

Die Kategorien für die 8. Frage (Bild von der Chemie) lauten:

1. **positive** Bewertung der Chemie
2. **negative** Bewertung der Chemie
3. **Keine Aussage**
4. Beschreibung der Chemie als **experimentelle** Disziplin
5. Beschreibung der Chemie als Disziplin, bei der mit **Stoffen** umgegangen wird
6. Beschreibung der Chemie als ein **Schulfach**
7. Beschreibung der Chemie in Form einer **Definition**
8. Beschreibung der Chemie als etwas **Nützliches**
9. Beschreibung der Chemie als etwas, was zur **Erkenntnis** führen kann
10. **Sonstiges**

Die Kategorien für die 9. Frage (Bild von den Chemikern) lauten:

1. **Der Umweltforscher**, Freund von Umwelt und Mensch (theoretisch und praktisch)
2. **Der Denker/** der Intellektuelle (theoretischer Problemlöser)
3. **Hersteller von Neuem/Innovativem**
4. **Der Arbeiter** (mit Stoff und Experiment)
5. **Mensch im Labor** (Ort der Arbeit)
6. **Beschreibung der Arbeit** (Adjektive)
7. **Sonstiges**
8. **Keine Antwort**

c) Einschätzungsfragen

Die folgenden, aus dem PiKo-Projekt, aufgegriffenen Fragen wurden so umformuliert, dass sie nicht auf Physik, sondern auf die Chemie und den Chemieunterricht ausgerichtet waren. In der Zusammenstellung der einzelnen Items zum endgültigen Fragebogen konnte aber der vorliegende Fragebogen aus dem PiKo-Projekt nicht vollständig übernommen werden, sondern wurde variiert und um Items zu eigenen Fragestellungen und Hypothesen ergänzt. Daher wäre ein Vergleich mit den PiKo-Ergebnissen zwar in einigen Fällen durchaus möglich gewesen, aber bezogen auf die besonderen Fragestellungen dieser Studie nicht sinnvoll.

Folgende Fragen wurden analog zum PiKo-Fragebogen gestellt:

- 1. Interesse an Themen aus der Chemie** (8 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („sehr gering“, „eher gering“, „eher groß“, „sehr groß“)
- 2. Naturwissenschaften in der Freizeit** (10 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („nie“, „eher selten“, „eher oft“, „sehr oft“)
- 3. Gründe für das Lernen von Chemie** (7 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („stimmt gar nicht“, „stimmt zum Teil“, „stimmt überwiegend“, „stimmt vollkommen“)
- 4. Beschreibung des eigenen Chemieunterrichts** (27 Items); fünfskalige Antwortmöglichkeiten („nie“, „selten“, „manchmal“, „oft“, „in fast allen Stunden“)
- 5. Lernen im Chemieunterricht** (24 Items); fünfskalige Antwortmöglichkeiten („nicht ähnlich“, „eher ähnlich“, „ähnlich“, „ganz ähnlich“, „sehr ähnlich“)
- 6. Einschätzung des eigenen Lernverhaltens im Chemieunterricht und die Einschätzung der Lehrkraft** (12 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („fast nie“, „manchmal“, „oft“, „fast immer“)

Eine weitere Einschätzungsfrage in diesem Fragebogen stammt aus der Interessensforschung von W. Gräber (Hoffmann et al., 1998, S.293ff):

- 7. Faszination Technik und Natur** (9 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)

Zudem wurde die Einschätzungsfrage „Naturwissenschaften in der Freizeit“ aus dem PiKo-Fragebogen (vgl. oben Pkt.2) auf den Bereich Kunst und Kunstunterricht umgeschrieben, um eventuelle Veränderungen im Interesse an Kunst feststellen zu können.

- 8. Kunst in der Freizeit** (10 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („nie“, „eher selten“, „eher oft“, „sehr oft“)

Zusätzlich wurden die Versuchspersonen explizit danach gefragt, wie sie das Fach Kunst in der Schule beurteilen. Die Antwortmöglichkeiten waren vierskalig („sehr langweilig“, „langweilig“, „mittelmäßig“, „interessant“).

Diese Fragen wurden gestellt, um zu erkennen, ob andere Ergebnisse erzielt werden, wenn explizit und nicht indirekt über einzelne Items nach der Bewertung des Kunstunterrichts gefragt wird.

5.5.1.2 Erhebungsinstrumente nach der Interventionsstudie

5.5.1.2.1 Nachtest Schülerfragebogen (SFB 2)

Der Nachtestfragebogen für die Lernenden (SFB 2) entspricht in Inhalt und Aufbau dem Vortest Schülerfragebogen (SFB 1), damit die Prä- und Postdaten miteinander verglichen werden können.¹²

Der Fragebogen enthält zusätzlich zum SFB 1 eine im offenen Antwortformat gehaltene Frage: „Wenn du auf die Unterrichtseinheit ‚Stoffveränderungen‘ zurückblickst und jetzt sagen solltest, was du für dich gelernt hast, würdest du sagen: In der Unterrichtseinheit ‚Stoffveränderungen‘ ist mir klar/klarer geworden, dass...“

¹² Abgesehen von den Angaben zu den individuellen Voraussetzungen.

Anhand der Antworten wurden Kategorien gebildet. Die Antworten zu den Fragen wurden durch zwei Personen unabhängig voneinander kategorisiert.

Bei einer Übereinstimmung von mehr als 90 % blieben die Kategorien bestehen. Anderenfalls müssten die Kategorien neu gebildet werden. Dies war nicht der Fall.

Die Kategorien für diese Frage lauten:

1. negative Äußerungen
2. positive Äußerungen
3. Bezug zu sich selbst
4. Erhaltungsgedanke
5. Aussage: „Stoffe können sich verändern“
6. Aussage: „Es gibt eine Vielfalt an Stoffveränderungen“
7. Die Hervorhebung bestimmter Stoffveränderung, wie z.B. „Chemische Reaktion.“
8. Alltags- und Umweltbezug
9. Aussage zu Ordnungen und Einteilungen
10. Aussage: „Es gibt Stoffe.“
11. Beschreibung der Stoffe
12. keine Antwort
13. Sonstiges

Des Weiteren wurde im SFB 2 eine Frage dazu gestellt, wie sehr man sich in der Lage sieht neue Stoffe herzustellen. Das Antwortformat war geschlossen. Die Antwortmöglichkeiten waren vierskalig: „trifft nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft zu“.

5.5.1.2.2 Der Wissenstest (WT 1)

Die fachlichen Inhalte des Themas „Chemische Reaktion“, die verwendeten Begriffe und deren Bezeichnungen wurden in der ersten gemeinsamen Lehrerfortbildung (LF 1) einvernehmlich und verbindlich festgelegt. Zusätzlich wurde auf dieser Grundlage zusammen mit allen sechs Lehrkräften ein gemeinsamer Wissenstest zum Thema für alle Gruppen erstellt (vgl. LF 1). Damit war von Anfang an bekannt, welche inhaltlichen Anforderungen für die Lernenden beider Gruppen verlangt werden. Jede Lehrkraft stellte vorab aus ihrem Unterrichtsfundus der vergangenen Jahre Fragen zusammen, welche sie persönlich als wichtig für diese Unterrichtseinheit ansahen. In einer gemeinsamen Sitzung einigten sich dann die Lehrkräfte auf diejenigen Fragen, die ihrer Meinung nach das chemische Fachwissen, welches am Ende der Einheit „chemische Reaktion“ von den Lernenden gelernt und verstanden werden sollte, am besten abfragten.

Der Wissenstest besteht aus insgesamt 13 Fragen mit unterschiedlichen Antwortformaten:

- Bei den Fragen 1-9 handelte es sich um ein geschlossenes Antwortformat (Multiple-Choice-Verfahren), wobei nur eine Antwort von vier Antwortmöglichkeiten richtig war. Die Lernenden bekamen hier den Hinweis, dass nur eine Antwort richtig sei. Pro richtige Antwort konnte ein Punkt erreicht werden.
- Die Fragen 10 und 11 hatten ein geschlossenes Antwortformat (Multiple-Choice-Verfahren) und ein offenes Antwortformat (die Begründung der Antwortauswahl im Multiple-Choice-Verfahren) (vgl. Abb. 7). Für die richtige Antwort im geschlossenen Antwortformat konnte ein Punkt erreicht werden. Für die richtige Antwort im offenen Antwortformat konnte ein weiterer Punkt

erreicht werden, wobei hier auch halbe Punkte vergeben wurden.

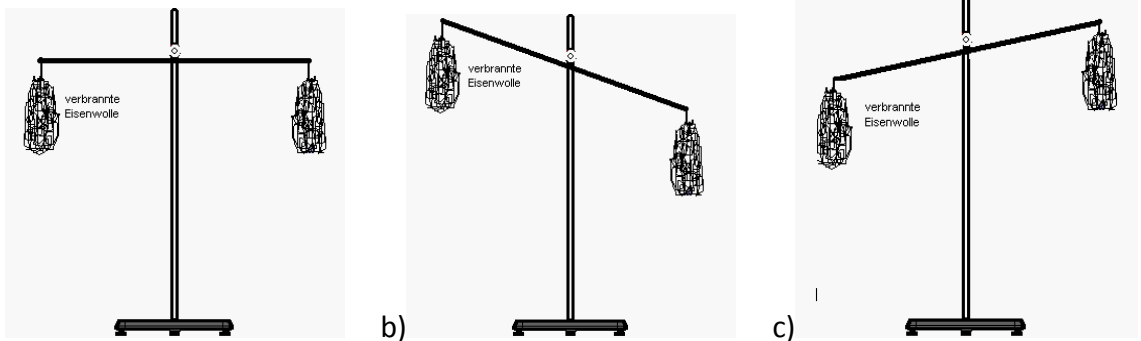
- Die Frage 12 hatte ein offenes Antwortformat. Hier konnten maximal zwei Punkte erreicht werden, wobei auch halbe Punkte vergeben wurden. Diese Frage wurde durch zwei Personen unabhängig voneinander ausgewertet und danach gemeinsam bewertet.
- Die Frage 13 hatte ein geschlossenes Antwortformat (Multiple-Choice-Verfahren), wobei vier Antworten von elf Antwortmöglichkeiten richtig waren. Die Schülerinnen und Schüler bekamen hier den Hinweis, dass mehrere Antworten richtig seien. Für jede richtige Antwort gab es einen halben Punkt, sodass insgesamt zwei Punkte erreicht werden konnten. Bei einer falschen Antwort wurde ein halber Punkt der Gesamtpunktzahl der Frage 13 entzogen, wobei die niedrigste Punktzahl bei dieser Frage Null sein konnte (keine negativen Punkte).


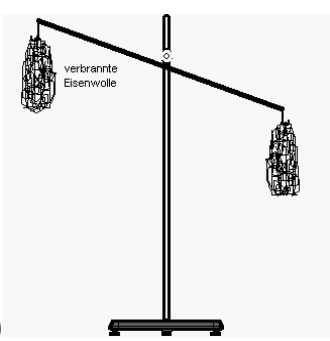
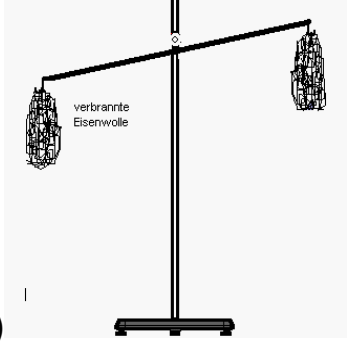
Insgesamt konnten bei dem Wissenstest 17 Punkte erreicht werden.

Die Versuchspersonen hatten für die Bearbeitung des Wissenstestes maximal 45 Minuten Zeit (eine Schulstunde). Der Wissenstest (WT 1) zum chemischen Fachwissen wurde direkt nach der Unterrichtseinheit durchgeführt.

Eine Beispielfrage befindet sich in der Abbildung 7. Der vollständige Wissenstest (WT 1) befindet sich im Anhang A.

10. Verbrennt Eisenwolle auf einer Balkenwaage, so beobachtet man:



a)  b)  c) 

Begründe deine Antwort.

Abb. 7: Eine Beispielaufgabe aus dem Wissenstest

5.5.1.2.3 Kompetenzorientierter Test nach PISA (PT 1)

Für diesen Test standen den Versuchspersonen 30 Minuten zur Verfügung. Der kompetenzorientierte Test nach PISA (PT 1) besteht aus acht Fragen, die einen nahen bis mittleren Transferanspruch zum erteilten Unterricht haben.¹³

¹³ Wegen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf der Arbeit der kompetenzorientierte Test nach Pisa als PISA-Test bezeichnet.

Der kompetenzorientierte Test wurde speziell für diese Studie entwickelt. In Inhalt und Form orientierten sich die Aufgaben an PISA-Aufgaben bzw. an Aufgaben aus den Bildungsstandards. Sie bestehen daher aus drei aufeinander bezogenen Elementen:

1. Aus einem auf die Lebenswelt der Lernenden bezogenen *Kontext*. Dieser Kontext bildet gleichzeitig den Handlungsraum, in welchem und für welchen die Kompetenz erfasst werden soll.
2. Aus einem *Inhaltsbereich*, der das notwendige Wissen präsentiert, auf dessen Grundlage die Lernenden kompetent handeln sollen. In diesem Test wurden dabei zentrale Konzepte der chemischen Reaktion, wie Umgang mit Wortgleichungen oder Erhalt der Masse etc., als Inhaltsbereich gewählt.
3. Aus einem *kognitiven Prozess*, mit dessen Hilfe die Lösungen der Fragen bearbeitet werden können. Derartige Prozesse sind unter anderem das Anwenden von chemischem Wissen (z.B. Eigenschaften von Säuren auf Basen), Umgang mit Graphen oder die Auswahl des zur Lösung notwendigen Wissens aus einem allgemeineren Text.

Als Beispiel wird nachfolgend (Abb. 8) eine Aufgabe vorgestellt. Der vollständige PISA-Test befindet sich im Anhang H.

I Reinigung eines elektrischen Wasserkessels

Der elektrische Wasserkessel in der Küche ist verkalkt. Eine dünne Kalkschicht befindet sich am Kesselrand. Hanna und Christian wollen helfen und den Kessel vom Kalk befreien.

Aufgaben

1. Christian schlägt vor, den Kessel mit einer konzentrierten Lösung aus Spülmittel und Wasser aufzukochen.
Es passiert leider kaum etwas, denn der Kalkbelag ist immer noch vorhanden.
Was glaubst du ist geschehen?

Kreuze an:	stimmt	stimmt nicht
1. Spülmittel reagiert nur in der Hitze mit Kalk		
2. Es war zu wenig Spülmittel in der Lösung		
3. Spülmittel reagiert nicht mit Kalk		
4. Spülmittel reagiert gut mit Kalk		
5. Spülmittel bildet mit Kalk lösliche Verbindungen		

Eine Antwort ist richtig!

Abb. 8: Eine Beispielaufgabe aus dem PISA-Test

Eine Aufgabe musste aus der Gesamtwertung herausgenommen werden. Es stellte sich bei der Auswertung heraus, dass die gestellte Frage für die Lernenden irreführend war. Die Versuchspersonen sollten eine chemische Reaktion als Wortgleichung ausführen. Dabei wurde als Lösung die Wortgleichung $A+B, C+D$ verlangt. Die Lehrkräfte unterrichteten aber zum Teil ein Schema mit anderen Buchstabenkombinationen. Da damit eine Gleichbehandlung aller Lernenden nicht mehr gewährleistet war, wurde diese Frage aus der Bewertung herausgenommen.

Der PISA-Test bestand aus insgesamt sieben Aufgaben mit unterschiedlichen Antwortformaten:

- Aufgabe I/1. und II/1 hatten ein geschlossenes Antwortformat. Für die richtige Antwort gab es einen Punkt.
- Aufgabe I/2 hatte ein geschlossenes Antwortformat (Multiple-Choice-Verfahren) und ein offenes Antwortformat (die Begründung der Antwortauswahl im Multiple-Choice-Verfahren). Für die richtige Antwort im geschlossenen Antwortformat konnte ein Punkt erreicht werden. Für die richtige Antwort im offenen Antwortformat konnte ein weiterer Punkt erreicht werden, wobei hier auch halbe Punkte vergeben wurden.
- Aufgabe I/3, II/2b und 2c hatten ein offenes Antwortformat. Für die Aufgabe wurde jeweils ein Punkt vergeben, wobei auch halbe Punkte vergeben wurden. Diese Aufgaben wurden durch zwei Personen unabhängig voneinander ausgewertet und danach gemeinsam bewertet.

Maximal konnten bei dem PISA-Test (PT 1) 7 Punkte erreicht werden.

5.5.1.2.4 Der erweiterte Test (ET 1)

Der erweiterte Test (ET 1) wurde am Ende der Interventionsstudie auf Grund der Kritik am allgemeinen Wissenstest (WT 1) neu entwickelt.

Zum Ende der Interventionsstudie erwies sich, dass die Vergleichsgruppe weiterhin mit dem zu Beginn der Studie entwickelten allgemeinen Wissenstest (WT 1) zufrieden war. Dagegen stellte die Panofskygruppe aber fest, dass ihre Lernenden mehr und anders lernen würden, als sie das vom konventionellen Chemieunterricht gewöhnt waren.

Der bisherige allgemeine Wissenstest würde dieses Wissen nicht erfassen.

Die Beobachtungen aus den regelmäßig vorgenommenen Unterrichtsbesuchen in der Panofskygruppe bestätigten diese Feststellung. Als Folge entwickelten die Lehrkräfte mit uns zusammen neue Fragen, die die Andersartigkeit des erweiterten Unterrichts nach Panofsky genügend abdecken sollten. Bei der Konzeption der Fragen wurde aber auch darauf geachtet, dass im erweiterten Test nur solche Fachbegriffe enthalten sind, auf die sich beide Lehrergruppen am Anfang der Studie geeinigt hatten. Die neuen Aufgaben wurden so gewählt, dass sich die Fragen logisch aus dem zu Beginn der Studie festgelegten inhaltlichen Zielen und Vorgehensweisen ergaben. Das bedeutet, dass die Fragen und Aufgaben im erweiterten Test durchaus solchen Inhaltes sind, dass diese sowohl von der Panofskygruppe als auch von der Vergleichsgruppe bewältigt werden müssten.

Eine Beispielaufgabe findet sich in Abbildung 9; der gesamte erweiterte Test (ET 1) befindet sich in der Anlage B.

- | |
|--|
| <p>1. Stelle dir vor, vor dir steht eine Schale Kochsalz.
Nenne alle Möglichkeiten, die du kennst, um das Salz zu untersuchen.</p> |
|--|

Abb. 9: Eine Beispielaufgabe aus dem erweiterten Test

Der erweiterte Test (ET 1) setzte sich aus 9 Fragen zusammen. Das Antwortformat war nur bei einer Frage geschlossen (Multiple-Choice-Verfahren) mit einer offenen Begründung der Antwortauswahl (Frage 5).

Bei den restlichen acht Aufgaben war das Antwortformat offen. Insgesamt konnten 62 Punkte erreicht werden.

Für die Bearbeitung der Fragen stand den Lernenden eine Schulstunde zur Verfügung. Da allen Fragen offene Antwortformate zugrunde liegen, wurde der erweiterte Test von zwei Personen unabhängig voneinander ausgewertet.

5.5.1.3 Untersuchungen vier Monate nach Interventionsende („Nach-Nachtests“)

Der zeitliche Termin für die Nachuntersuchung nach vier Monaten wurde den Lernenden beider Untersuchungsgruppen nicht angekündigt. Damit sollte vermieden werden, dass die Versuchspersonen sich auf die Tests eventuell vorbereiten und damit nicht die Nachhaltigkeit erfragt würde, sondern das Kurzzeitgedächtnis.

In jeder Klasse wurden alle Untersuchungen des Nach-Nachtests an einem Tag durchgeführt. Den Lernenden standen für die Bearbeitung aller Tests zwei Stunden zur Verfügung.

5.5.1.3.1 Der Nach-Nachtest Schülerfragebogen (SFB 3)

Der Nach-Nachtest Schülerfragebogen (SFB 3) entspricht in Inhalt und Aufbau dem Nachtest Schülerfragebogen (SFB 2). Damit werden die erhobenen Daten miteinander vergleichbar.

Im Nach-Nachtest wurde jedoch auf die Beschreibung des aktuellen Chemieunterrichts verzichtet, da dieser Fragebogen in den ersten Wochen nach den Sommerferien durchgeführt wurde und einige Klassen aufgrund von Klassenfahrten oder Unterrichtsausfällen seit den Sommerferien keinen Chemieunterricht hatten.

5.5.1.3.2 Der Wissenstest (WT 2)

Der Wissenstest (WT 2, vgl. Anhang C) wurde vier Monate nach Ende der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ durchgeführt. Der Test (WT 2) bestand aus den gleichen Aufgaben wie der erste Wissenstest WT 1. Damit sollte eine Überprüfung einer nachhaltigen Lernwirkung gewährleistet sein.

Aus inhaltlichen und zeitlichen Gründen wurde jedoch auf einige Fragen verzichtet (Frage 4, 5 und 8; vgl. Anhang zum WT 1). Die Auswertung des bereits eingesetzten Wissenstests (WT 1) machte deutlich, dass diese Fragen am wenigsten die Inhalte des Themas „chemische Reaktion“ wiedergaben. Weiter wurde auf einige Wiederholungsfragen zum Gesetz von der Erhaltung der Masse verzichtet. Dieses Gesetz wurde ausführlich in den Fragen 7, 9 und 11 (vgl. Anhang zum WT 1) bearbeitet.

Demnach bestand der zweite Wissenstest (WT 2) aus 9 Fragen, für welche insgesamt 11 Punkte erhalten werden konnten.

Die Verteilung der Punkte und die Auswertung ist analog zum ersten Wissenstest (WT 1) erfolgt.

5.5.1.3.3 PISA-Test (PT 2)

Die Aufgaben des PISA-Tests (PT 2) entsprechen vom Aufbau her den Aufgaben des ersten PISA-Tests (PT 1). Ausschließlich der Kontext oder die in den Aufgaben handelnden Personen wurden leicht verändert (vgl. Abb. 8 und Abb. 10). Die Veränderungen sollten vermeiden, dass die Lernenden die Aufgabenstellungen zum Beispiel anhand der handelnden Personen wieder erkennen.

I Reinigung eines Großwasserkessels einer Industrieanlage

Der Großwasserkessel einer Industrieanlage ist verkalkt. Eine dünne Kalkschicht befindet sich am Kesselrand.
Ein Ingenieur und ein Chemiker wollen helfen den Kessel vom Kalk befreien.

Aufgaben

2. Der Ingenieur schlägt vor, den Kessel mit einer konzentrierten Lösung aus Spülmittel und Wasser aufzukochen.
Es passiert leider kaum etwas, denn der Kalkbelag ist immer noch vorhanden.
Was glaubst du ist geschehen?

Kreuze an:	stimmt	stimmt nicht
1. Spülmittel reagiert nur in der Hitze mit Kalk		
2. Es war zu wenig Spülmittel in der Lösung		
3. Spülmittel reagiert nicht mit Kalk		
4. Spülmittel reagiert gut mit Kalk		
5. Spülmittel bildet mit Kalk lösliche Verbindungen		

Eine Antwort ist richtig!

Abb. 10: Eine Beispielaufgabe aus dem PISA-Test 2

Aus zeitlichen Gründen bestand der PISA-Test (PT 2) aus drei Aufgaben und nicht wie im PT 1 aus sieben Aufgaben (vgl. PT 2 im Anhang I).

Die Punkteverteilung und die Auswertung erfolgte analog zum PT 1.

5.5.1.3.4 Der erweiterte Test (ET 2)

Der erweiterte Test (ET 2) wurde vier Monate nach dem ersten Wissenstest (WT 1) durchgeführt. Der ET 2 bestand aus den gleichen Aufgaben wie der zuvor eingesetzte erweiterte Test (ET 1). Damit sollte eine Überprüfung einer nachhaltigen Lernwirkung gewährleistet sein.

Aus Zeitgründen wurde jedoch auf einige Fragen verzichtet, die durch weitere Fragen abgedeckt wurden (Frage 3) oder die bereits eine geringe Aussagekraft im ersten Testdurchlauf gezeigt hatten (Fragen 4, 5 und 9) (vgl. ET 2 im Anhang). Weiterhin wurden aus Zeitgründen die Fragen 7 und 8 (vgl. ET 1) zu der Frage: „Nenne Möglichkeiten, wie Stoffveränderungen eingeteilt werden.“ zusammengefasst.

Demnach bestand der zweite erweiterte Test (ET 2) aus 4 Fragen. Insgesamt konnten 32 Punkte erreicht werden.

Die Punkteverteilung und die Auswertung erfolgte analog zum ET 1.

5.5.2 DIE LEHRKRAFT- ERHEBUNGSINSTRUMENTE

PANOFKYGRUPPE Lehrkräfte	VERGLEICHSGRUPPE Lehrkräfte
VOR DER INTERVENTION:	- Lehrerfragebogen (LFB 1) - Interview (LI 1)
WÄHREND DER INTERVENTION:	- Unterrichtsverlaufsskizzen - Unterrichtsbewertung
NACH DER INTERVENTION:	- Lehrerfragebogen (LFB 2) - Interview (LI 2)

Tab. 9: Zeitliche Abfolge der Instrumenteinsätze

Die Interviews, die Unterrichtsverlaufsskizzen und die Unterrichtsbewertung wurden zwar berücksichtigt, aber nicht ausgewertet. Deshalb wird im Folgenden nur der Lehrerfragebogen vorgestellt.

5.5.2.1 Der Lehrerfragebogen vor der Intervention (LFB 1)

Im Folgenden wird der Inhalt des Lehrerfragebogens (LFB 1) im Einzelnen erklärt.

Der Lehrerfragebogen stammt aus dem Projekt „Physik im Kontext“ (Müller, 2004).

Der vollständige Fragebogen befindet sich im Anhang J. Die Lehrkräfte haben den Fragebogen zu Hause bearbeitet. Für die Bearbeitung des Fragebogens stand den Lehrerinnen und Lehrern eine Woche Zeit zur Verfügung.

Der Lehrerfragebogen setzt sich folgendermaßen zusammen:

a) Individuelle Vorbedingungen

Mit Hilfe des Lehrerfragebogens (LFB 1) wurden die individuellen Vorbedingungen der Lehrerinnen und Lehrer erhoben. Dazu zählten Angaben:

- zum Alter der Versuchspersonen
- zum Geschlecht
- zu den unterrichtenden Fächern

b) Einschätzungsfragen

Die folgenden, aus dem Piko-Projekt entnommenen, Fragen wurden so umformuliert, dass sie nicht auf Physik, sondern auf die Chemie und den Chemieunterricht ausgerichtet waren.

Folgende Fragen wurden analog zum PiKo-Fragebogen gestellt:

1. **Bild von der Wissenschaft Chemie** (24 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)
2. **Bild vom Chemielernen** (22 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)
3. **Lernen im Chemieunterricht** (24 Items); fünfskalige Antwortmöglichkeiten („nicht ähnlich“, „eher ähnlich“, „ähnlich“, „ganz ähnlich“, „sehr ähnlich“)

4. **Zielorientierung** (3 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)
5. **Unterrichtsziele und die Rolle als Lehrerin/Lehrer** (10 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)
6. **Schwerpunkte der Unterrichtsgestaltung** (17 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)
7. **Experiment im Unterricht** (6 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)
8. **Aktivitäten im Unterricht** (27 Items) fünfskalige Antwortmöglichkeiten („nie“, „selten“, „manchmal“, „oft“, „in fast allen Stunden“)
9. **Unterrichtsmethoden** (16 Items); fünfskalige Antwortmöglichkeiten („nie“, „selten“, „manchmal“, „oft“, „in fast allen Stunden“)
10. **Unterrichtsvorbereitung** (11 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („nie“, „gelegentlich“, „oft“, „fast immer“)
11. **Leistungsbeurteilung** (7 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)
12. **Berufliche Bedingungen** (14 Items); vierskalige Antwortmöglichkeiten („trifft überhaupt nicht zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft eher zu“, „trifft völlig zu“)

5.5.2.2 Der Lehrerfragebogen nach der Intervention (LFB 2)

Der Nachtest Lehrerfragebogen (LFB 2) entspricht in Inhalt und Aufbau dem Vortest Lehrerfragebogen (LFB 1). Damit werden die erhobenen Daten miteinander vergleichbar.

6. ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt. Diese werden im ersten Durchgang in der Reihenfolge ihres Einsatzes und an dieser Stelle noch nicht im Zusammenhang der Hypothesen besprochen. Eine Zusammenfassung, die theoretische Einordnung und die abschließende Diskussion aller Ergebnisse im Rahmen der Hypothesen erfolgt im Kapitel 7.

6.1 ALLGEMEINES VORGEHEN BEI DER AUSWERTUNG DER DATENSÄTZE

Bevor die Ergebnisse im Einzelnen dargestellt werden, sollen hier einige allgemeine Informationen zur Auswertung der Datensätze angegeben werden.

Die statistischen Auswertungen dieser Studie wurden mit dem Softwarepaket SPSS 11.0 für Windows durchgeführt. Alle Datensätze wurden zuerst auf signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Items und zwischen zusammengefassten Itembereichen der Untersuchungsgruppen hin untersucht (vgl. Kap. 6.2 und 6.3).

Die statistische Auswertung der Unterschiede zwischen den Gruppen erfolgte mit dem U-Test von Mann-Whitney. Dies ist eine parameterfreie Alternative zur einfaktoriellen Varianzanalyse, sofern die hierfür erforderlichen Voraussetzungen wie Normalverteilung und Varianzhomogenität nicht erfüllt sind. Dies ist hier der Fall. Ein zusätzlicher Vorteil liegt im U-Test, da sich dieses Verfahren auch für ordinalskalierte Daten eignet (vgl. Bortz, 2007). Die Signifikanz wurde auf einem α Niveau von 5 % getestet.

Die deskriptiven Werte, die U-Werte, wie auch die Signifikanzniveaus, sind jeweils den Tabellen unter den Grafiken zu entnehmen. Sollte die tabellarische Darstellung dieser Werte unter der Abbildung nicht aufgeführt sein, sind die Daten im Anhang K zu finden (Die Daten wurden zur besseren Lesbarkeit in den Anhang gesetzt).

Um mögliche Einflüsse des Geschlechts oder der außergewöhnlichen Lernleistungen der Lernenden auf die Ergebnisse dieser Studie berücksichtigen zu können, wurden zunächst alle Schülerdatensätze auf die folgenden unabhängigen Variablen hin untersucht:

- a) „Mädchen und Jungen“
- b) „Lernende mit einem Notendurchschnitt (NC/Numerus clausus) bis 3,0/Lernende mit einem Notendurchschnitt (NC) ab 3,0“

Mittels multipler Regression sollte überprüft werden, ob sich die bisherigen Leistungen (vgl. Tab. 10) oder das Geschlecht (vgl. Tab. 11) als zusätzlicher Prädiktor für die Ergebnisse eignen. Hierfür wurden im Vorfeld die unabhängigen Variablen untereinander korreliert, um sie auf Multikollinearität zu prüfen.

Es zeigten sich allerdings keine signifikanten Korrelationen für die Variablen.

Da nicht signifikant korrelierende Variablen keine Aussagekraft für die multiple Regression besitzen, wird hieraus geschlossen, dass das Geschlecht und die bisherigen Leistungen keine prädiktive Wirkung auf die nachfolgend referierten Ergebnisse ausüben.

Korrelationen		Gruppe	„Lernende mit einem NC bis 3,0/Lernende mit einem ab NC 3,0“
Gruppe	Kendall-Tau-b ¹⁴	1,000	0,066
	Signifikanz (2-seitig)	.	0,401
	N	174	163
„Lernende mit einem NC bis 3,0/Lernende mit einem ab NC 3,0“	Kendall-Tau-b	0,066	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	0,401	.
	N	163	163

Tab. 10: Korrelationen „Lernende mit einem NC bis 3,0/Lernende mit einem ab NC 3,0“ mit der Gruppenzugehörigkeit „Panofskygruppe“ oder „Vergleichsgruppe“

Korrelationen		Gruppe	„Mädchen/Junge“
Gruppe	Kendall-Tau-b	1,000	-0,14
	Signifikanz (2-seitig)	.	0,066
	N	174	174
„Mädchen/Junge“	Kendall-Tau-b	-0,14	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	0,066	.
	N	174	174

Tab. 11: Korrelationen „Mädchen/Junge mit der Gruppenzugehörigkeit „Panofskygruppe“ oder „Vergleichsgruppe“

Die Auswertung der Daten hat ergeben, dass diese Merkmale über alle Klassen, sowohl innerhalb der „Panofskygruppe“ und der „Vergleichsgruppe“, wie auch zwischen diesen beiden Gruppen, gleich verteilt sind. Deshalb wird in den nachfolgenden Auswertungen dieser Arbeit auf diese Merkmale nicht weiter eingegangen.

Die Datensätze der jeweiligen Klassen der „Panofskygruppe“ und der „Vergleichsgruppe“ wurden daher zusammengefasst und gemeinsam ausgewertet. Die nachfolgenden Ergebnisse und Abbildungen beziehen sich jeweils auf diese beiden Gruppen und ermöglichen damit einen direkten Vergleich.

6.2 DIE ERGEBNISSE AUS DEN SCHÜLER ERHEBUNGS INSTRUMENTEN

6.2.1 DER KOGNITIVE FÄHIGKEITSTEST (KFT-TEST)

Um die Vergleichbarkeit der beiden Untersuchungsgruppen im Hinblick auf ihre kognitiven Leistungsfähigkeiten beurteilen zu können, wurde ein kognitiver Fähigkeitstest durchgeführt. Weitere Randbedingungen zwischen den beiden Gruppen wurden durch den vorab eingesetzten Schülertest SFB 1 erfasst (vgl. Kap. 6.2.2.1).

Die Auswertung des kognitiven Fähigkeitstests hat ergeben, dass in keinem der KFT-Subtests signifikante Unterschiede zwischen den zwei Untersuchungsgruppen vorliegen (vgl. Abb. 11). Beide Gruppen sind damit von ihrer kognitiven Ausstattung gleich leistungsfähig.

¹⁴ Kendall-Tau-b ist der Korrelationskoeffizient der für ordinal skalierte Variablen eingesetzt wird.

Kognitiver Fähigkeitstest (KFT)

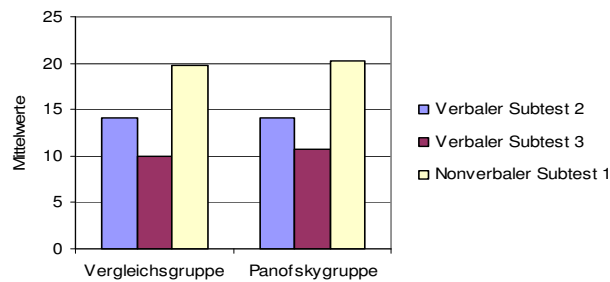


Abb. 11: Mittelwerte des Kognitiven Fähigkeitstests (KFT)

Kognitiver Fähigkeitstest (KFT)	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Verbaler Subtest 2	14,13	3,05	80	14,14	3,46	80	3133,00	0,819
Verbaler Subtest 3	10,79	3,02	80	9,96	3,22	80	2764,00	0,135
Nonverbaler Subtest 1	20,26	4,52	80	19,76	4,04	79	2765,00	0,172

Tab. 12: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zum kognitiven Fähigkeitstest

6.2.2 SCHÜLERFRAGEBOGEN (SFB 1, SFB 2 UND SFB 3)¹⁵

6.2.2.1 Individuelle Vorbedingungen

Die Auswertungen weiterer Randbedingungen wie: Verteilung von Mädchen/Jungen, das Alter, die Noten in Chemie, Deutsch und Biologie (vgl. Abb. 12) haben ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen der Vergleichsgruppe und der Panofskygruppe aufgezeigt.

Notendurchschnitte

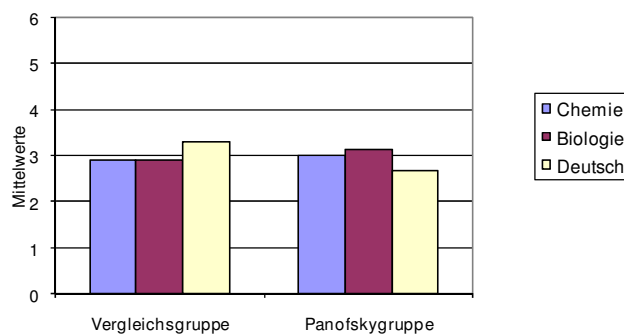


Abb. 12: Notendurchschnitte der Untersuchungsgruppen vor der Intervention

Notendurchschnitt	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Chemie	3,00	0,85	82	2,90	0,75	81	3114,50	0,471
Biologie	2,67	0,76	40	2,89	0,80	38	678,50	0,381
Deutsch	3,13	0,83	84	3,29	0,78	82	3012,00	0,134

Tab. 13: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zum Notendurchschnitt

¹⁵ Der SFB 1 befindet sich im Anhang G

Die Mittelwerte der zwei Aufgaben zum naturwissenschaftlichen Vorwissen (vgl. Abb. 13) zeigen, dass zwar ein Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen vorhanden ist, dieser ist jedoch nicht signifikant.

Aufgaben zur Erfassung naturwissenschaftlichen Vorwissens

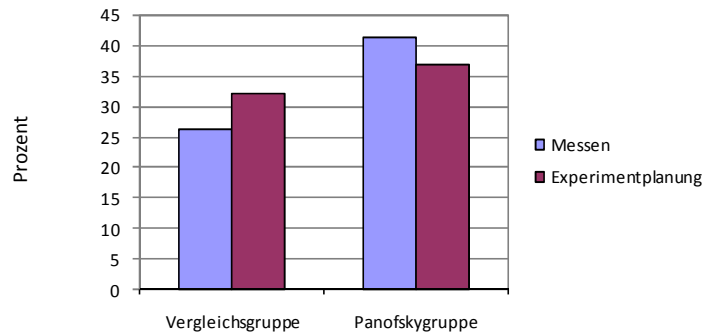


Abb. 13: Ergebnisse aus den vor der Intervention gestellten Aufgaben zur Erfassung naturwissenschaftlichen Wissens

Vorwissen	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
„Messen“	0,41	0,50	87	0,26	0,44	87	3219,00	0,055
„Experimentplanung“	0,37	0,49	87	0,32	0,47	87	3610,50	0,632

Tab. 14: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zum naturwissenschaftlichen Vorwissen

6.2.2.2 Das Bild von der Chemie und von den Chemikern

Im vorangegangenen Kapitel 5.5.1.1.2 wurden im Abschnitt b („Das Bild von der Chemie und den Chemikern“) die im offenen Antwortformat gestellten Fragen vorgestellt:

- „Stell dir vor, du sollst jemandem erklären, was Chemie ist. Was fällt dir dazu ein?“ (Frage 8)
- „Was glaubst du, womit sich ein Chemiker beschäftigt und wie er arbeitet? Schreibe in ein paar kurzen Sätzen deine Ideen auf“ (Frage 9).

In Kapitel 5.5.1.1.2 Abschnitt b wurde dazu die Entwicklung der Kategorien und das methodische Vorgehen bei der Zuordnung der Antworten zu den Kategorien beschrieben. Dabei waren Mehrfachnennungen möglich. Das bedeutet, dass die Aussagen eines Lernenden mehreren Kategorien zugeordnet werden konnten.

Die Kategorien für die Frage 8 lauten (s. dazu auch Anhang E):

1. **positive** Bewertung der Chemie
2. **negative** Bewertung der Chemie
3. **Keine Aussage**
4. Beschreibung der Chemie als **experimentelle** Disziplin
5. Beschreibung der Chemie als Disziplin, bei der mit **Stoffen** umgegangen wird
6. Beschreibung der Chemie als ein **Schulfach**
7. Beschreibung der Chemie in Form einer **Definition**
8. Beschreibung der Chemie als etwas **Nützliches**
9. Beschreibung der Chemie als etwas, was zur **Erkenntnis** führen kann
10. **Sonstiges**

Nachfolgend wurde anhand der kategorisierten Antworten ausgerechnet wie viel Prozent der Lernenden der Vergleichs- und der Panofskygruppe jeweils einer Kategorie zustimmten.

Die Abbildungen 14 bis 16 stellen die Ergebnisse der Frage 8 aus dem Vortest (Abb. 14), Nachttest (Abb. 15) und Nach-Nachttest (Abb. 16) dar. Bei den Antworten, bei denen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen ausgerechnet wurden, sind die Kategoriennummern mit einem (Signifikanzniveau von 0,05) oder zwei (Signifikanzniveau von 0,001) Sternen gekennzeichnet.¹⁶

Die Frage „Was ist Chemie?“ im Vortest

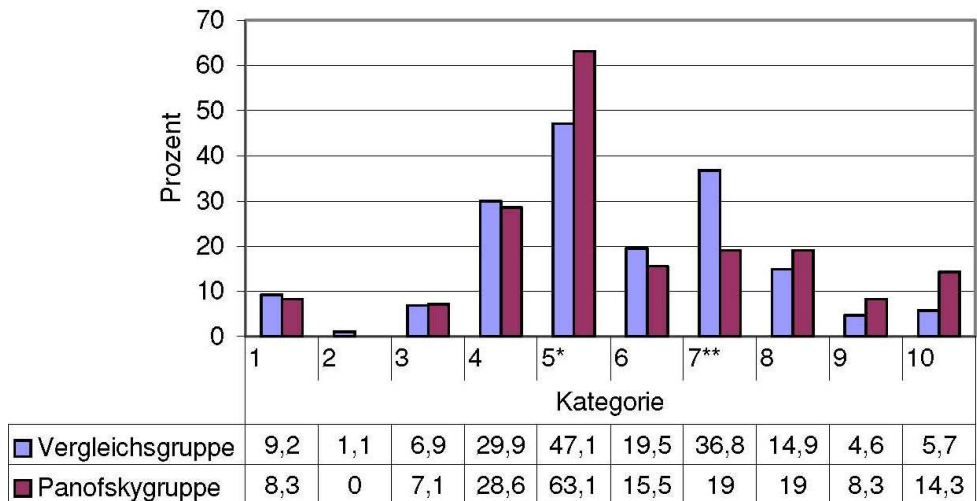


Abb. 14: Prozentuale Verteilung der Antworten der Frage „Was ist Chemie?“ auf die Kategorien (V 8)

Die Frage „Was ist Chemie?“ im Nachttest

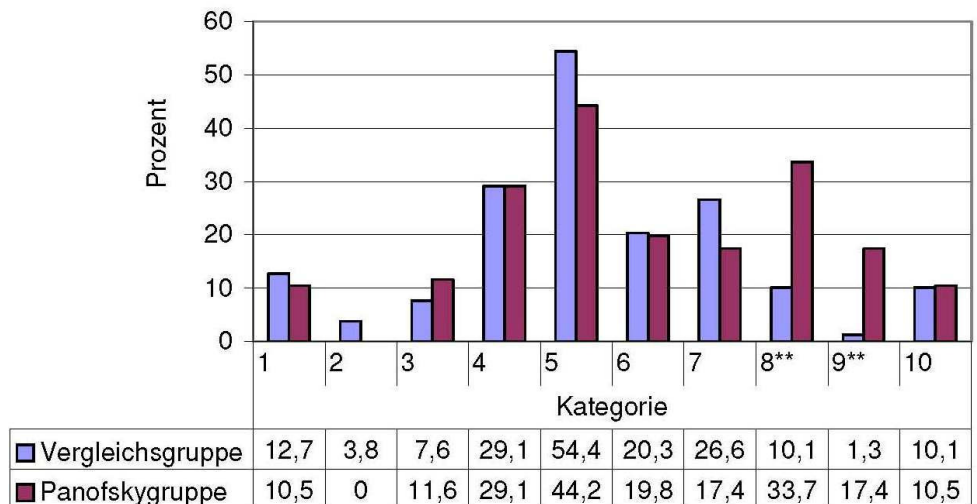


Abb. 15: Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage „Was ist Chemie?“ auf die Kategorien (N 8)

¹⁶ Die Kennzeichnung der Signifikanzen mit einem oder zwei Sternen wird im weiteren Verlauf der Arbeit beibehalten.

Die Frage „Was ist Chemie?“ im Nach-Nachtest

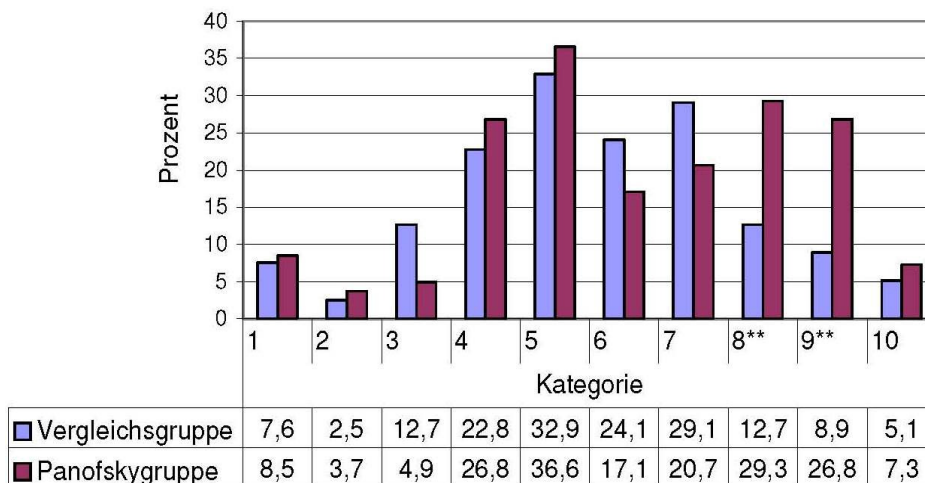


Abb.16: Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage „Was ist Chemie?“ auf die Kategorien (NN 8)

Den Abbildungen 14 bis 16 lässt sich entnehmen, dass in jedem der drei Tests (Vortest, Nachtest und Nach-Nachtest) signifikante Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsgruppen im Bild von der Chemie (Frage 8) vorhanden sind.

Im Vortest (Abb. 14) sind die signifikanten Unterschiede in der Kategorie 5 (Chemie als Disziplin mit Umgang mit Stoffen) und sieben (Chemie in Form einer Definition) zu finden. Demnach verstehen die Lernenden der Panofskygruppe die Chemie als eine Disziplin, bei der mit Stoffen umgegangen wird (Kategorie 5). Die Vergleichsgruppe beschreibt die Chemie wiederum in Form einer Definition (Kategorie 7). Da die Kategorie 7 im Vortest zu 79 Prozent aus Beschreibungen folgender Art besteht „Chemie ist die Lehre von Stoffen“, ist anzunehmen, dass vor Beginn der Studie sowohl die Vergleichsgruppe, als auch die Panofskygruppe aus dem bisher erteilten Unterricht die Chemie mit Stoffen assoziiert. Das würde bedeuten, dass bei allen Lernenden der Untersuchung vor der Intervention nahezu gleiche Vorstellungen davon, was Chemie sei, vorhanden waren.

Im Nachtest (vgl. Abb. 15) kristallisieren sich andere signifikante Unterschiede in den Untersuchungsgruppen heraus. Die Panofskygruppe beschreibt die Chemie nach der Intervention signifikant höher als eine Disziplin, die nützlich ist (Kategorie 8) und als eine Disziplin, die zu Erkenntnissen führen kann (Kategorie 9). Diese Einsicht hat einen nachhaltigen Charakter, denn auch im Nach-Nachtest (vgl. Abb. 16) finden sich die gleichen Aussagen und Signifikanzen abermals wieder.

Die in gleicher Form und Methode ausgewertete Frage 9 zu den Tätigkeiten eines Chemikers fußte auf den nachfolgenden Kategorien (eine genaue Beschreibung der Kategorien findet sich im Anhang F):

1. **Der Umweltforscher;** Freund von Umwelt und Mensch (theoretisch und praktisch)
2. **Der Denker/**Der Intellektuelle (theoretischer Problemlöser)
3. **Hersteller von Neuem/Innovativem**
4. **Der Arbeiter** (mit Stoff und Experiment)
5. **Mensch im Labor** (Ort der Arbeit)
6. **Beschreibung der Arbeit** (Adjektive)
7. **Sonstiges**
8. **Keine Antwort**

Ein der Frage 8 entsprechendes Ergebnis findet man auch bei der Auswertung der Frage „Was ein Chemiker ist“. Noch vor der Studie kennzeichneten keinerlei Signifikanzen die Untersuchungsgruppen (vgl. Abb. 17). Im Nachtest als auch im Nach-Nachtest unterscheiden sich die Vergleichs- und die Panofskygruppe jedoch signifikant voneinander (vgl. Abb. 18 und 19).

Die Frage „Womit beschäftigt sich ein Chemiker?“ im Vortest

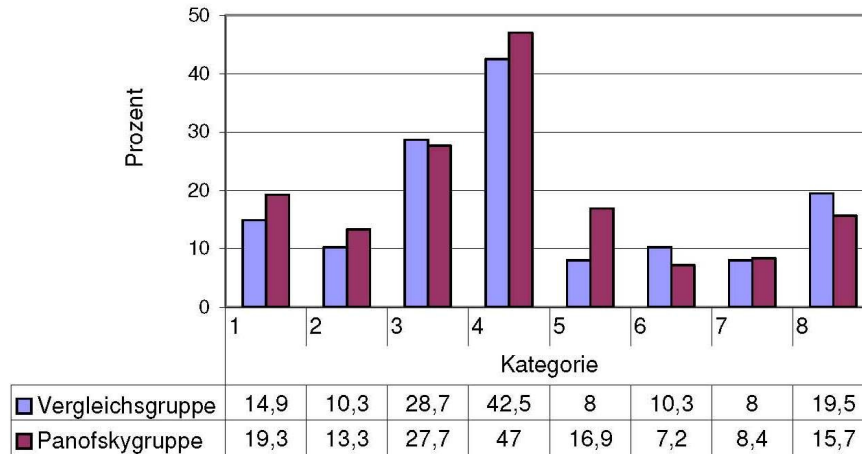


Abb. 17: Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage Nr.9 auf die Kategorien (V 9)

Die Frage „Womit beschäftigt sich ein Chemiker?“ im Nachtest

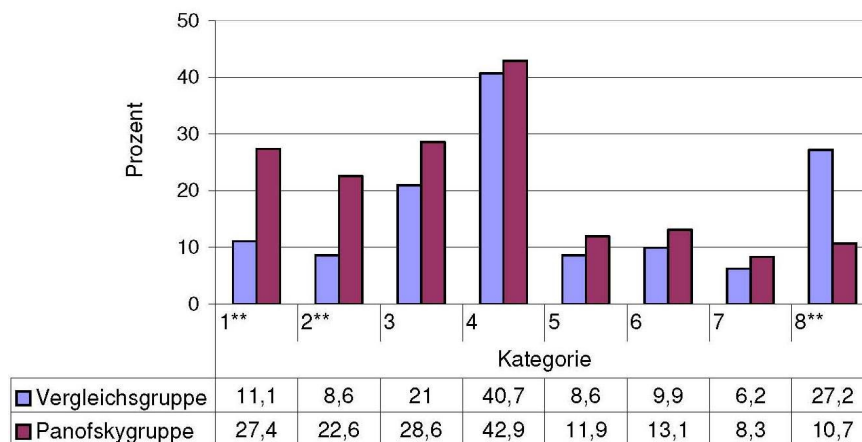


Abb. 18: Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage Nr. 9 auf die Kategorien (N 9)

Den Ergebnissen zufolge verstehen die Lernenden der Panofskygruppe nach der Intervention, im Unterschied zur Vergleichsgruppe, den Chemiker (signifikant) mehr als einen theoretischen und praktischen Umweltforscher (Kategorie 1) und einen Denker, der Problemen nachgeht (Kategorie 2).

Die Lernenden der Vergleichsgruppe hingegen geben signifikant weniger Antworten auf diese Frage (Kategorie 8).

Ähnlich wie bei Frage 8 zeigt sich, dass diese Vorstellungen auch vier Monate nach der Einheit weiterhin aufrechterhalten werden (vgl. Abb. 19). Im Nach-Nachtest wird zudem deutlich, dass die Panofskygruppe den Chemiker als einen Hersteller von Neuem und Innovativem ansieht (Kategorie 3).

Die Frage „Womit beschäftigt sich ein Chemiker?“ im Nach-Nachtest

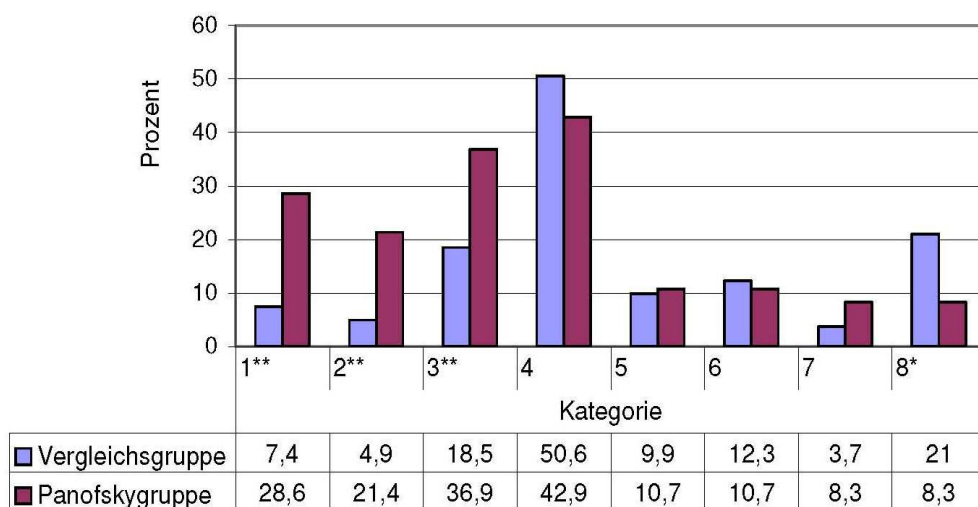


Abb. 19: Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage Nr. 9 auf die Kategorien (NN 9)

6.2.2.3 Einschätzungsfragen aus dem Schülerfragebogen (SFB 1, 2 und 3)

Zum besseren Verständnis wird bei der Ergebnisdarstellung der Einschätzungsfragen eine einheitliche Struktur eingehalten. Dabei wird zuerst der Name des Itembereiches genannt, danach die Ergebnisse kurz zusammengefasst und zum Schluss die dazugehörige Grafik dargestellt.

A Interesse an Themen aus der Chemie

Aus der Abbildung 20 wird deutlich, dass das Interesse an Themen aus der Chemie bei beiden Gruppen über die Untersuchungszeit hindurch leicht sinkt.¹⁷

Zwar ist das Interesse an chemischen Themen am Ende der Einheit und vier Monate nach Ende der Unterrichtseinheit bei der Panofskygruppe ein wenig höher als bei der Vergleichsgruppe, doch sind die Unterschiede nicht signifikant. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass bereits zu Beginn der Studie das Interesse an chemischen Themen bei der Panofskygruppe leicht höher lag.

¹⁷ Die durchgezogenen Striche dieser und weiterer Abbildungen innerhalb der beiden Gruppen für die Kategorien sollen keine Entwicklungen andeuten, sondern dienen ausschließlich zur besseren Lesbarkeit der Abbildung.

Interesse an chemischen Themen

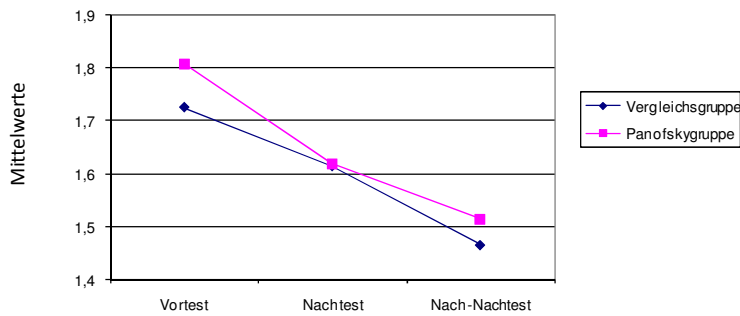


Abb. 20: Mittelwerte zum Verlauf der Interessenentwicklung (0 = sehr gering, 1 = eher gering, 2 = eher groß, 3 = sehr groß)

Interesse an chemischen Themen	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,81	0,60	85	1,73	0,50	87	3386,50	0,340
Nachtest	1,62	0,54	85	1,61	0,52	83	3451,50	0,405
Nach-Nachtest	1,51	0,54	86	1,47	0,50	84	3476,00	0,336

Tab. 15: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zum Interesse an chemischen Themen

B Naturwissenschaften in der Freizeit

Die Lernenden beider Gruppen äußern ein eher geringes Interesse daran sich mit den Naturwissenschaften in ihrer Freizeit zu beschäftigen (vgl. Abb. 21). Die Werte liegen zu Beginn der Studie nur wenig über 1 („eher selten“) und werden zum Ende der Einheit immer kleiner. Sowohl im Nachtest, als auch im Nach-Nachtest liegt die Bekundung, sich mit Naturwissenschaften in der Freizeit zu beschäftigen, bei der Panofskygruppe höher und die Werte bewegen sich oberhalb des Mittelwertes 1. Bei der Vergleichsgruppe sinken die Werte hingegen unter den Mittelwert 1, sodass sich im Nachtest ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ergibt. Im Nach-Nachtest ist zwar immer noch ein Unterschied zwischen beiden Gruppen sichtbar, doch ist dieser nicht mehr signifikant.

Naturwissenschaften in der Freizeit

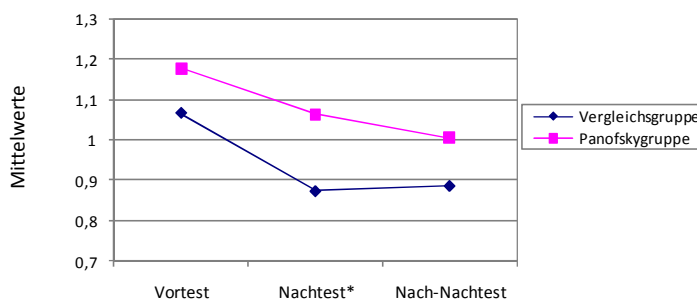


Abb. 21: Mittelwerte zum Umgang mit Chemie in der Freizeit (0 = nie, 1 = eher selten, 2 = eher oft, 3 = sehr oft)

Naturwissenschaften in der Freizeit	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,18	0,52	87	1,07	0,53	87	3313,50	0,156
Nachtest	1,06	0,54	86	0,87	0,52	84	2919,00	0,015
Nach-Nachtest	1,00	0,52	86	0,89	0,51	84	3262,00	0,138

Tab. 16: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Naturwissenschaften in der Freizeit“

C Gründe für das Lernen von Chemie

Aus der Abbildung 22 ist abzulesen, dass die Lernenden im Vortest nahezu gleichwertig die Gründe, Chemie zu lernen, beschreiben.

Die Entwicklung vom Vortest zum Nachtest verläuft hingegen deutlich entgegengesetzt. Der Mittelwert der Panofskygruppe steigt und der Mittelwert der Vergleichsgruppe sinkt mit ähnlicher, nur umgekehrter Steigung.

Der Unterschied im Nachtest weist eine Signifikanz auf, sodass ausgesagt werden kann, dass die Panofskygruppe mehr Gründe erkennt, Chemie zu lernen. Der signifikante Unterschied ist weiterhin im Nach-Nachtest zu verzeichnen.

Gründe für das Lernen von Chemie

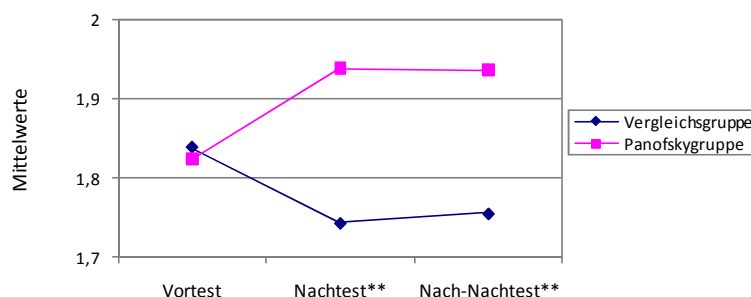


Abb. 22: Mittelwerte zur Entwicklung von Gründen zum Lernen von Chemie (0 = stimmt gar nicht, 1 = stimmt zum Teil, 2 = stimmt überwiegend, 3 = stimmt vollkommen)

Gründe für das Lernen von Chemie	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,82	0,56	87	1,84	0,54	86	3732,50	0,980
Nachtest	1,94	0,42	86	1,74	0,49	84	2736,00	0,003
Nach-Nachtest	1,94	0,40	86	1,75	0,49	84	2855,00	0,009

Tab. 17: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Gründe für das Lernen von Chemie“

D Beschreibung des eigenen Chemieunterrichts

Die Lernenden beider Gruppen wurden nur im Vortest und Nachtest gebeten den eigenen Unterricht zu beschreiben. Der Grund liegt darin, dass zum Zeitpunkt des Nach-Nachtests ein neues Schuljahr begann und einige Klassen bis zum Zeitpunkt der Nach-Nachtest Datenerhebung noch keinen Chemieunterricht hatten (vgl. Kap. 5.5.1.3.1).

Bei den Skalen *inter- und intradisziplinäre Vernetzungen im Chemieunterricht*, *Selbstständigkeit* und *konstruktivistische Lehr- und Lernmethoden* (Abb. 23 bis Abb. 25) ist eine vergleichbare Entwicklung, wie bei der Entwicklung der Gründe zum Lernen, zu beobachten (vgl. Kap. C). Bei den Vortests liegen in allen drei Skalen die Mittelwerte der Vergleichsgruppe um ca. 0,1 oberhalb der Mittelwerte der Panofskygruppe.

Nach der Intervention weisen die Werte der Vergleichsgruppe eine Abnahme und die der Panofskygruppe eine Zunahme bezüglich der einzelnen Skalen auf, sodass die Mittelwerte der Panofskygruppe im Nachtest mindestens um 0,15 oberhalb der Mittelwerte der Vergleichsgruppe liegen. Für die Skala der *konstruktivistischen Lehr- und Lernmethoden* (Abb. 25) ist im Nachtest ein signifikanter Unterschied zur Vergleichsgruppe festzustellen.

Interdisziplinäre und intradisziplinäre Vernetzungen im Chemieunterricht

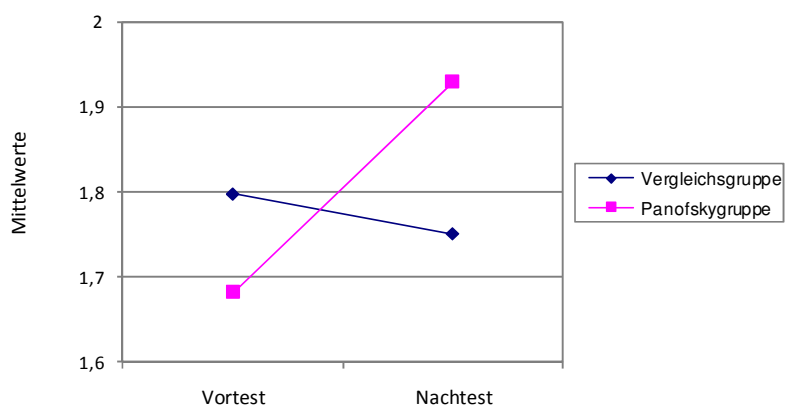


Abb. 23: Mittelwerte zu Inter- und intradisziplinären Vernetzungen im Chemieunterricht (0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = in fast allen Stunden)

Vernetzungen im Chemieunterricht	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,68	0,68	87	1,80	0,66	87	3380,00	0,223
Nachtest	1,93	0,68	86	1,75	0,61	84	3099,00	0,054

Tab. 18: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Inter- und intradisziplinäre Vernetzungen im Chemieunterricht“

Selbstständigkeit im Chemieunterricht

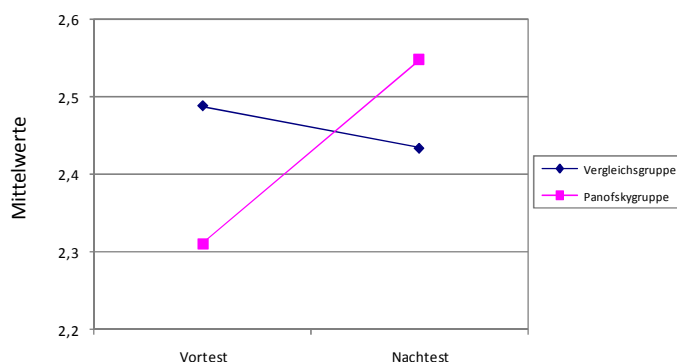


Abb. 24: Mittelwerte zur Selbstständigkeit im Chemieunterricht (0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = in fast allen Stunden)

Selbstständigkeit im Chemieunterricht	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	2,31	0,60	87	2,49	0,74	87	3267,00	0,107
Nachtest	2,55	0,61	86	2,43	0,74	84	3275,00	0,144

Tab. 19: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Selbstständigkeit im Chemieunterricht“

Konstruktivistische Lehr- und Lernmethoden

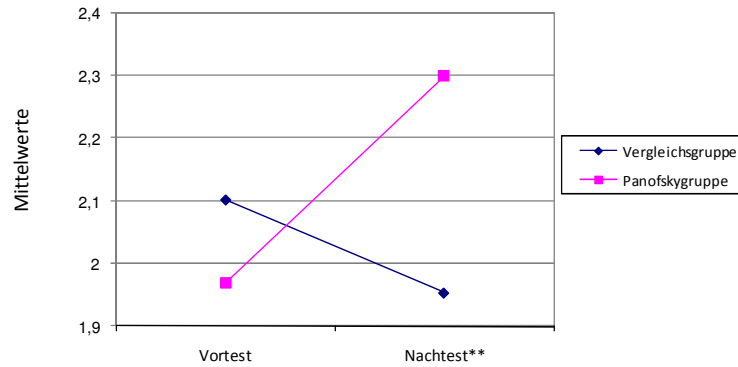


Abb. 25: Mittelwerte zu konstruktivistischen Lehr- und Lernmethoden (0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = in fast allen Stunden)

Konstruktivistische Lehr- und Lernmethoden	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,97	0,64	87	2,10	0,70	87	3292,00	0,138
Nachtest	2,30	0,70	86	1,95	0,64	84	2589,50	0,001

Tab. 20: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Konstruktivistische Lehr- und Lernmethoden“

Bei der Skala *gegenseitiges Lehren und Lernen zwischen den Lernenden* (Abb. 26) ist eine positive Entwicklung vom Vortest zum Nachtest bei beiden Untersuchungsgruppen zu beobachten. Die Mittelwerte der Panofskygruppe und der Vergleichsgruppe sind im Vortest nahezu gleich. Zwar steigt der Mittelwert der Panofskygruppe im Vergleich zur Vergleichsgruppe um das Doppelte, doch ist der Unterschied im Nachtest nicht signifikant.

Gegenseitiges Lehren und Lernen zwischen den Lernenden

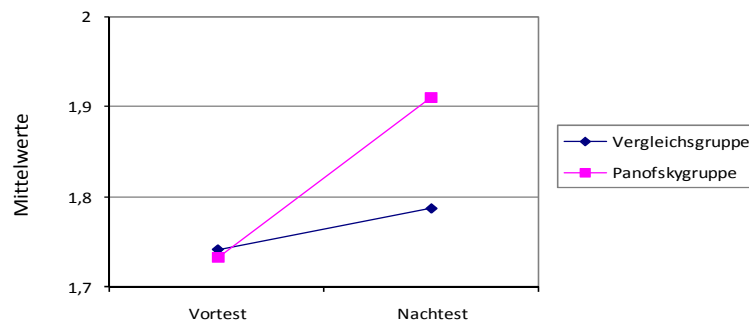


Abb. 26: Mittelwerte zum gegenseitigen Lehren und Lernen zwischen den Lernenden (0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = in fast allen Stunden)

Gegenseitiges Lehren und Lernen	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,73	0,72	87	1,74	0,86	87	3758,50	0,938
Nachtest	1,91	0,75	86	1,79	0,78	84	3185,00	0,090

Tab. 21: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „gegenseitiges Lehren und Lernen“

Die Abbildung 27 zeigt die Entwicklung bezüglich des vielseitigen Medieneinsatzes im Chemieunterricht. Alle Lernenden stellen im Verlauf der Untersuchung fest, dass der Medieneinsatz weniger abwechslungsreich wurde. Doch kann die Abnahme des Mittelwerts der Panofskygruppe vom Vortest zum Nachtest im Vergleich zur Vergleichsgruppe (Differenz von 0,14) nahezu vernachlässigt werden (Differenz von 0,03). Es sind keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen.

Abwechslungsreicher und vielseitiger Medieneinsatz

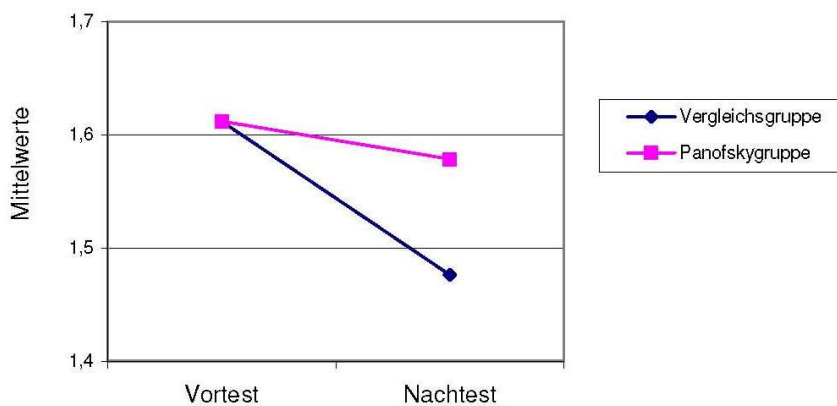


Abb. 27: Mittelwerte zum abwechslungsreichen und vielseitigen Medieneinsatz (0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = in fast allen Stunden)

Abwechslungsreicher und vielseitiger Medieneinsatz	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,61	0,55	87	1,61	0,54	87	3653,00	0,691
Nachtest	1,59	0,57	86	1,48	0,56	84	3159,50	0,078

Tab. 22: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „abwechslungsreicher und vielseitiger Medieneinsatz“

E Faszination Technik und Natur

Die Ergebnisse dieses Itembereichs wurden sowohl einzeln (Faszination Technik, Faszination Natur) als auch zusammen (Faszination Technik und Natur) untersucht, um eventuelle Überlappungen in der Faszination am Natürlichen oder Technischen ausschließen zu können. Doch zeigt die graphische Darstellung der Ergebnisse ein nahezu identisches Bild auf (vgl. Abb. 28 bis 30). Die Faszination Natur und Technik sinkt bei der Vergleichsgruppe nahezu konstant. Bei der Panofskygruppe sinkt die Faszination ebenfalls vom Beginn zum Ende der Einheit, doch sie steigt wieder zum Zeitpunkt des Nach-Nachtests. Diese Entwicklung führt dazu, dass der Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen im Nach-Nachtest so groß ist, dass er signifikant wird (vgl. Abb.28 bis 30).

Faszination Natur

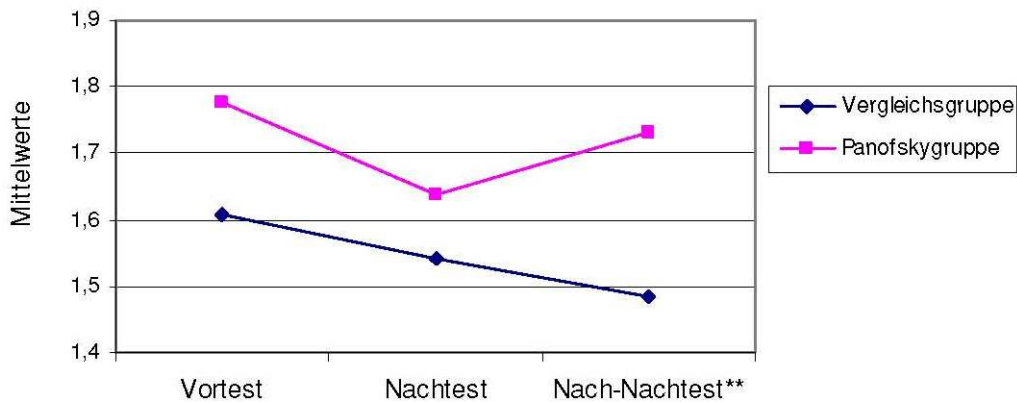


Abb. 28: Mittelwerte zur Faszination Natur (0 = trifft überhaupt nicht zu, 1 = trifft eher nicht zu, 2 = trifft eher zu, 3 = trifft völlig zu)

Faszination an der Natur	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,78	0,61	86	1,61	0,70	87	3276,50	0,156
Nachtest	1,64	0,57	86	1,54	0,63	84	3205,00	0,101
Nach-Nachtest	1,73	0,59	86	1,49	0,61	84	2863,50	0,009

Tab. 23: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Faszination Natur“

Faszination Technik

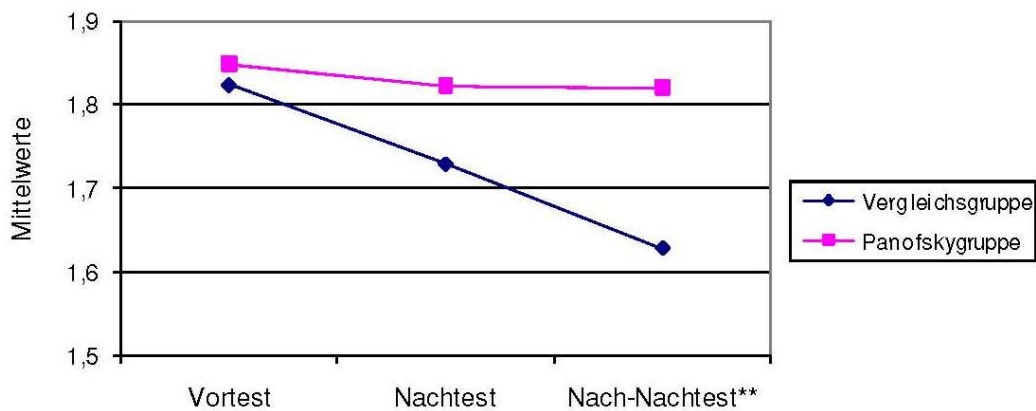


Abb. 29: Mittelwerte zur Faszination Technik (0 = trifft überhaupt nicht zu, 1 = trifft eher nicht zu, 2 = trifft eher zu, 3 = trifft völlig zu)

Faszination an der Technik	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,85	0,53	86	1,82	0,60	87	3665,50	0,819
Nachtest	1,82	0,55	86	1,73	0,63	84	3236,50	0,120
Nach- Nachtest	1,82	0,60	86	1,63	0,60	84	2914,00	0,014

Tab. 24: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Faszination Technik“

Faszination Natur und Technik

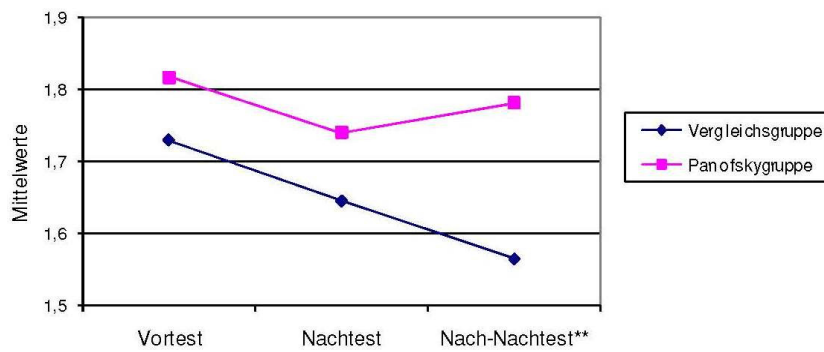


Abb. 30: Mittelwerte zur Faszination Natur und Technik (0 = trifft überhaupt nicht zu, 1 = trifft eher nicht zu, 2 = trifft eher zu, 3 = trifft völlig zu)

Faszination an der Natur und Technik	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,82	0,48	86	1,73	0,60	87	3406,50	0,310
Nachtest	1,74	0,51	86	1,64	0,48	84	3120,00	0,062
Nach- Nachtest	1,78	0,54	86	1,56	0,54	84	2753,50	0,004

Tab. 25: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Faszination Natur und Technik“

F Kunst in der Freizeit

Aus der Abbildung 31 geht hervor, dass die Beschäftigung mit Kunst in der Freizeit bei beiden Gruppen im Vergleich zum Vortest leicht zunimmt. Für die Zeit nach der Intervention ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Panofskygruppe und der Vergleichsgruppe. Der Nach-Nachtest hat jedoch ergeben, dass die Beschäftigung mit der Kunst während der Ferienzeit bei beiden Gruppen, besonders bei der Panofskygruppe, wieder abgenommen hat, sodass kein signifikanter Unterschied mehr vorhanden war.

Die Auswertung der parallel dazu gestellten Frage nach der Bewertung des Kunstunterrichts bestätigt die oben genannten Ergebnisse.

Kunst in der Freizeit

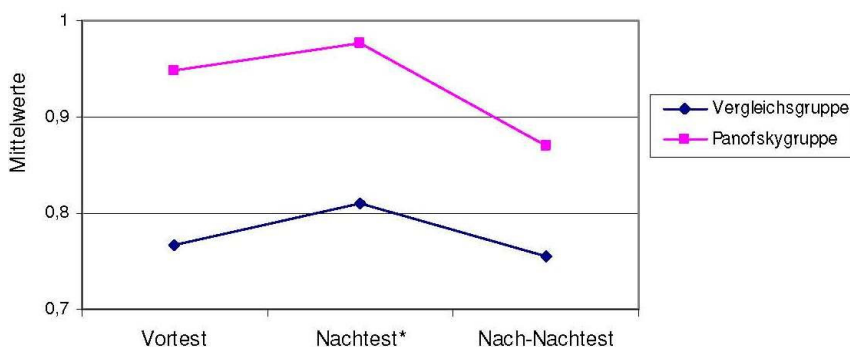


Abb. 31: Mittelwerte zur Kunst in der Freizeit (0 = nie, 1 = eher selten, 2 = eher oft, 3 = sehr oft)

Kunst in der Freizeit	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	0,95	0,66	85	0,77	0,61	87	3113,00	0,073
Nachtest	0,98	0,66	83	0,81	0,69	83	2910,00	0,042
Nach-Nachtest	0,87	0,61	85	0,75	0,73	83	3043,00	0,061

Tab. 26: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Kunst in der Freizeit“

G Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht

Um eine stärker gesicherte allgemeine Aussage über das Interesse der Lernenden an Chemie und dem Chemieunterricht machen zu können, wurden drei, bereits einzeln untersuchte, Itembereiche unter dem übergeordneten Bereich „Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht“ mit insgesamt 27 Items (vgl. Tabelle 27) zusammengefasst und auf signifikante Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen untersucht.

Itembereich	N _(Item)	Itembeispiel
A Interesse an Themen aus der Chemie	8	„Mehr darüber erfahren, wie chemisch-technische Verfahren ablaufen (z.B. Schwefelsäure-Produktion)“
B Naturwissenschaften in der Freizeit	10	„Außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken, die wir im Chemieunterricht gesehen oder angesprochen haben.“
G Faszination Technik und Natur	9	„Wenn ich bedenke, welche enormen Kräfte durch gefrierendes Wasser freigesetzt werden, so dass sogar Felsen gesprengt werden können, dann beeindruckt mich das.“

Tab. 27: Zum Itembereich „Interesse an Chemie und Chemieunterricht“ zusammengefasste Itembereiche

Die Abbildung 32 zeigt, dass in beiden Untersuchungsgruppen das Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht vom Vortest über den Nachtest bis hin zum Nach-Nachtest sinkt. Doch ist die Abnahme am Interesse bei der Panofskygruppe nicht so stark ausgeprägt, wie bei der Vergleichsgruppe. Im Nach-Nachtest kann ein signifikanter Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen festgestellt werden.

Interesse an Chemie und Chemieunterricht

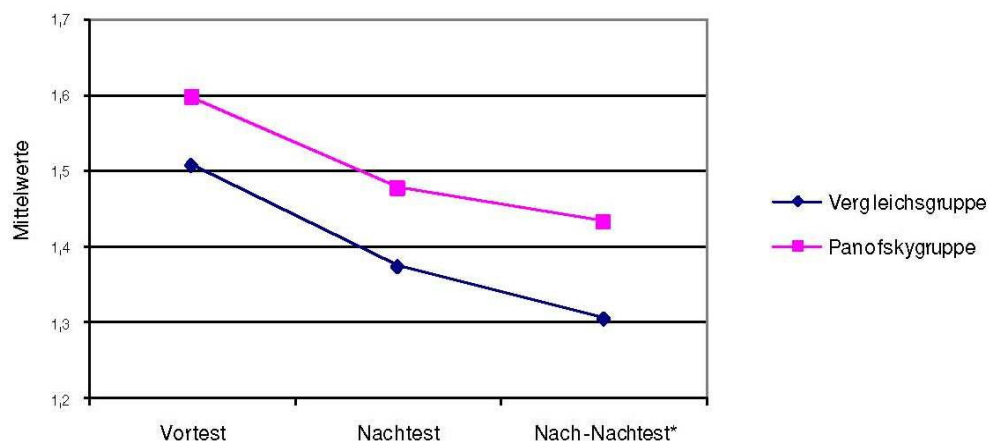


Abb. 32: Mittelwerte zum Interesse an Chemie und Chemieunterricht

Interesse an Chemie und Chemieunterricht	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
Vortest	1,60	0,43	87	1,51	0,45	87	3335,00	0,177
Nachtest	1,48	0,45	86	1,37	0,42	84	3111,50	0,060
Nach-Nachtest	1,43	0,46	86	1,31	0,40	84	2997,00	0,028

Tab. 28: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zu „Interesse an Chemie und Chemieunterricht“

H Einschätzung des eigenen Lernzuwachses

Wie im vorangegangenen Kapitel 5.5.1.2.1 bereits erläutert, wurden die Antworten der Lernenden auf die im offenen Antwortformat gehaltene Frage (s. unten) in der beschriebenen Form kategorisiert. Die Frage an die Schülerinnen und Schüler lautete:

„Wenn du auf die Unterrichtseinheit ‚Stoffveränderungen‘ zurückblickst und jetzt sagen solltest, was du für dich gelernt hast, würdest du sagen: In der Unterrichtseinheit ‚Stoffveränderungen‘ ist mir klar/klarer geworden, dass...“

Diese Frage wurde nach folgenden Kategorien ausgewertet:

1. negative Äußerungen
2. positive Äußerungen
3. Bezug zu sich selbst
4. Erhaltungsgedanke
5. Aussage: „Stoffe können sich verändern“
6. Aussage: „Es gibt eine Vielfalt an Stoffveränderungen“
7. Die Hervorhebung bestimmter Stoffveränderung, wie z.B. „Chemische Reaktion.“
8. Alltags- und Umweltbezug
9. Aussage zu Ordnungen und Einteilungen
10. Aussage: „Es gibt Stoffe.“
11. Beschreibung der Stoffe
12. Keine Antwort
13. Sonstiges

Den Abbildungen 33 und 34 lässt sich entnehmen, dass sowohl im Nachtest als auch im Nach-Nachtest nahezu die Hälfte der Lernenden der Vergleichsgruppe keine Antwort auf diese Frage gegeben haben (vgl. Kategorie 12). Der Unterschied zur Panofskygruppe ist zu beiden Erhebungszeitpunkten signifikant.

Weiterhin kann allgemein ausgesagt werden, dass es sehr disparate Vorstellungen der Lernenden beider Untersuchungsgruppen darüber gibt, was ihnen in der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ klar oder klarer geworden ist.

Zunächst lässt sich aus der Abbildung 33 allgemein ablesen, dass die Mittelwerte der Panofskygruppe (ausgenommen der Kategorie 1 und 12) im Nachtest höher liegen als die Mittelwerte der Vergleichsgruppe. Abgesehen von den Kategorien 7, 10 und 11, sind die Unterschiede zwischen den Werten der Untersuchungsgruppen als signifikant zu bezeichnen.

Zudem beurteilen signifikant mehr Lernende der Vergleichsgruppe das Gelernte als negativ. Das bedeutet, dass die Lernenden der Panofskygruppe ihren Lernzuwachs im Mittel höher und differenzierter beurteilen als die Vergleichsgruppe.

Die Frage „Was ist dir klar/klarer geworden?“ im Nachtest

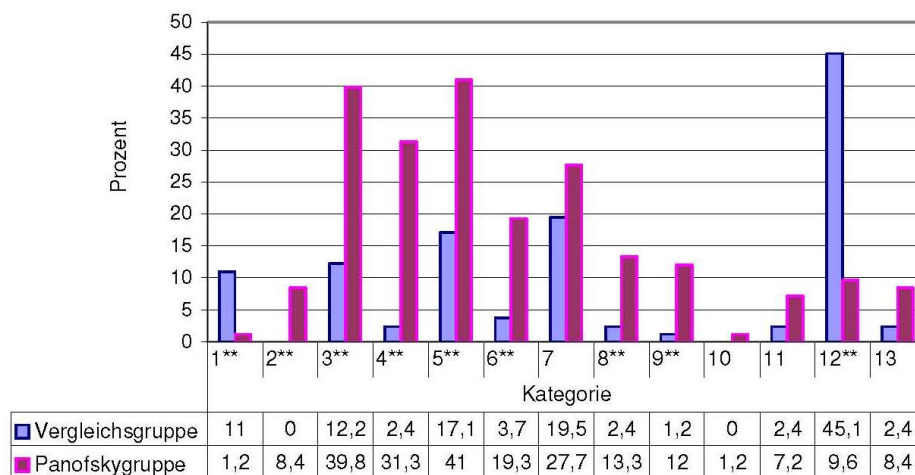


Abb. 33: Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage zum Lernzuwachs auf die Kategorien (Nachtest)

Zum Zeitpunkt des Nach-Nachtests (Abb. 34) liegen die Werte der Panofskygruppe weiterhin oberhalb der Werte der Vergleichsgruppe (ausgenommen der Kategorie 1, 12 und diesmal auch 13). In sieben von dreizehn Kategorien ist der Unterschied signifikant. Das heißt, dass auch vier Monate nach der Unterrichtseinheit die Panofskygruppe ihren Lernzuwachs im Mittel höher und differenzierter beurteilt.

Die Frage „Was ist dir klar/klarer geworden?“ im Nach-Nachtest

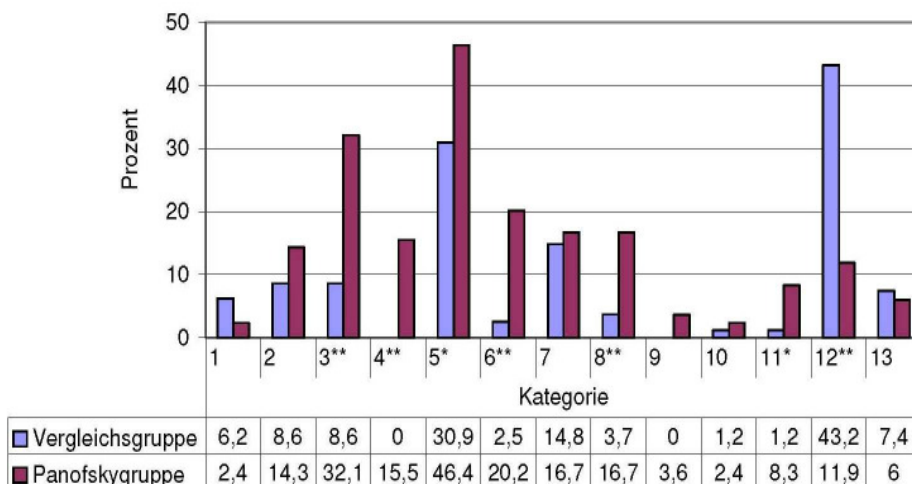


Abb. 34: Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage zum Lernzuwachs auf die Kategorien (Nach-Nachtest)

6.2.3 DIE TESTS

Die Darstellungen der Ergebnisse und deren Besprechung folgen in allen Tests der gleichen Gliederung. Die ersten beiden Abbildungen stellen jeweils die Mittelwerte der je in einer Aufgabe erreichten Punktzahlen dar. Dabei gibt die erste Abbildung die Punkteverteilung im Nachtest und die Folgende die Punkteverteilung im Nach-Nachtest wieder. Zum Schluss soll eine Grafik die erreichte Gesamtpunktzahl im Nachtest und Nach-Nachtest veranschaulichen.

Die Besprechung findet jeweils zu Beginn des Kapitels statt.

6.2.3.1 Wissenstest (WT 1, WT 2)¹⁸

Zwar sind einige signifikante Unterschiede im WT 1 und WT 2 zwischen den Untersuchungsgruppen in den einzelnen Aufgaben zu verzeichnen (vgl. Abb. 35 und Abb. 36), es lassen sich aber keine Tendenzen der Lernenden beider Gruppen erkennen spezielle Aufgaben besonders gut oder besonders schlecht zu bearbeiten. So zeigen die Auswertungen keine Anhaltspunkte, etwa für die Fähigkeit einer der Gruppe, besondere Aufgabenformen und/oder Aufgabenarten wie z.B. Problemlöse-Aufgaben oder Multiple-Choice-Verfahren besser oder schlechter bearbeiten zu können.

Zum Ende der Einheit (WT 1) erreichen beide Untersuchungsgruppen nahezu gleiche Ergebnisse im Wissenstest (vgl. Abb. 37).

Eine Differenz zwischen den Fachleistungen der Panofskygruppe und der Vergleichsgruppe wird erst im Nach-Nachtest (WT 2) deutlich (vgl. Abb. 37). Hier wird der Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen signifikant. Der Unterricht nach der Methode von Panofsky weist damit eine signifikant höhere Nachhaltigkeit im Wissenstest aus.

Wissenstest nach der Intervention (WT 1)

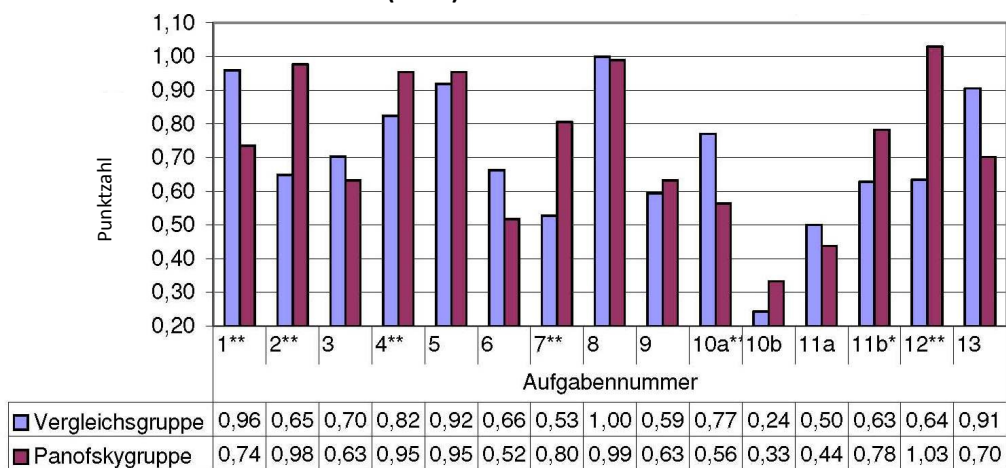


Abb. 35: Im Mittel erreichte Punktzahlen im Wissenstest nach der Intervention (WT 1)

Wissenstest vier Monate nach Ende der Intervention (WT 2)

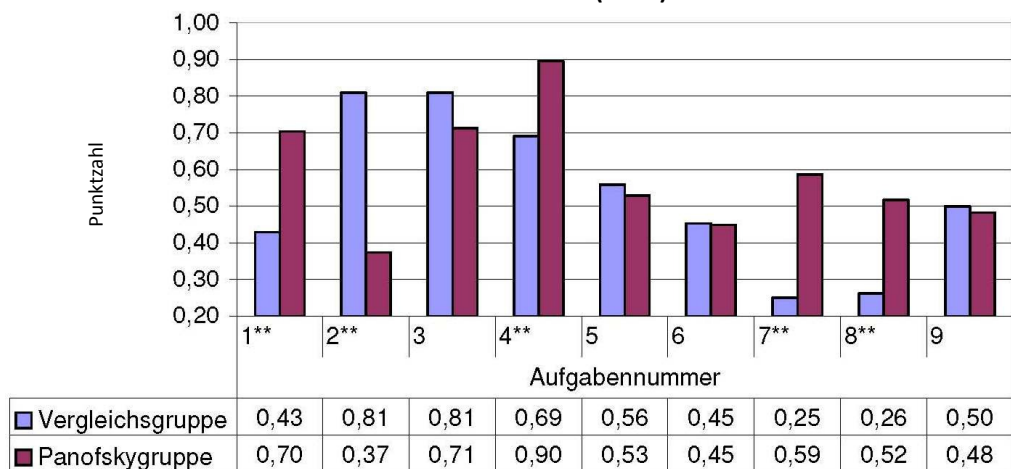


Abb.36: Im Mittel erreichte Punktzahlen im Wissenstest vier Monate nach Ende der Intervention (WT 2)

¹⁸ Der WT 1 befindet sich im Anhang A und der WT 2 im Anhang C)

Wissenstest (WT 1, WT 2)

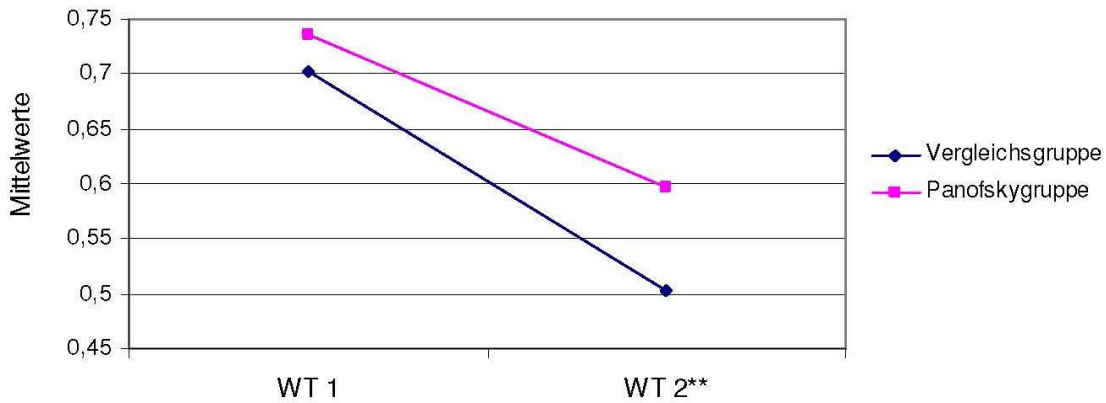


Abb. 37: Mittelwerte zu den Wissenstests WT 1 und WT 2

Wissenstest	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
WT 1	0,74	0,15	87	0,70	0,16	74	2786,50	0,142
WT 2	0,60	0,22	87	0,50	0,21	84	2853,00	0,006

Tab. 29: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zum Wissenstest

6.2.3.2 Kompetenzorientierter Test nach PISA (PT 1, PT 2)¹⁹

Sowohl im PISA-Test nach der Unterrichtseinheit (vgl. Abb. 38 für PT 1), als auch im PISA-Test vier Monate danach (vgl. Abb. 39 für PT 2), erzielt die Panofskygruppe im Mittel signifikant mehr Gesamtpunkte als die Vergleichsgruppe.

Während im Nachtest (PT 1)²⁰ noch zwei Fragen von der Vergleichsgruppe signifikant besser bearbeitet wurden (vgl. Abb. 38), zeigte sich dieser Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen im PISA-Nach-Nachtest (PT 2) nicht mehr (vgl. Abb. 39).

Dort erreichen die Lernenden der Panofskygruppe in jeder Frage signifikant mehr Punkte als die Vergleichsgruppe. Die Leistungen, die das Lösen von PISA-Aufgaben fordern, werden damit durch die Intervention eines erkenntnis- und methodenorientierten Unterrichts nach Panofsky besonders gefördert. Sie sind nicht nur kurzfristig abrufbar, sondern zeigen eine nachhaltige Wirkung (vgl. Abb. 40).

¹⁹ Der PT 1 befindet sich im Anhang H und der PT 2 im Anhang I

²⁰ Wie bereits im methodischen Teil dieser Arbeit erläutert wurde, handelt es sich bei dem PISA-Test um kompetenzorientierte Aufgaben in Anlehnung PISA. Die Aufgaben wurden speziell für diese Studie entwickelt. Die Kriterien für die Testentwicklung sind im Kap. 5.5.1.2.3 beschrieben.

PISA-Test nach der Intervention (PT 1)

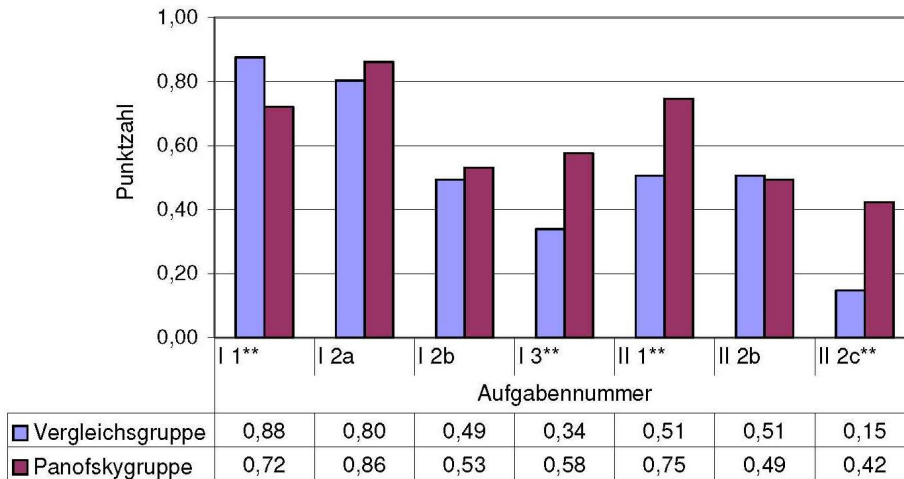


Abb.38: Im Mittel erreichte Punktzahlen im PISA-Test nach der Intervention (PT 1)

PISA-Test vier Monate nach Ende der Intervention (PT 2)

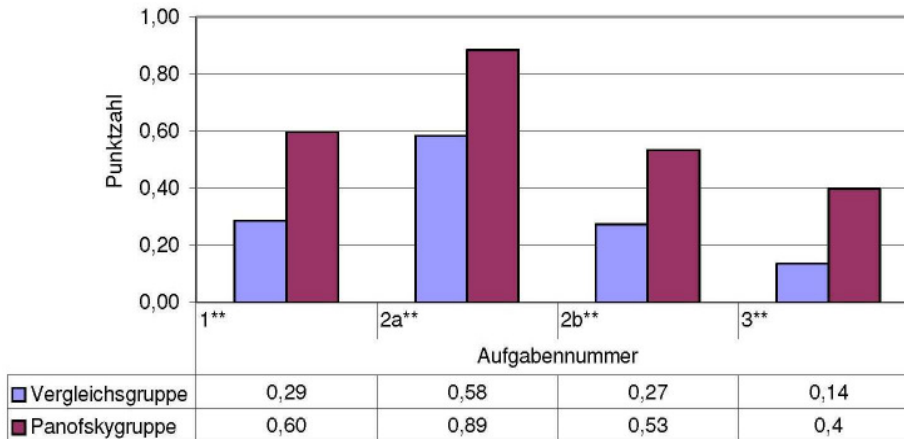


Abb.39: Im Mittel erreichte Punktzahlen im PISA-Test vier Monate nach Ende der Intervention (PT 2)

PISA-Test (PT 1 und PT 2)

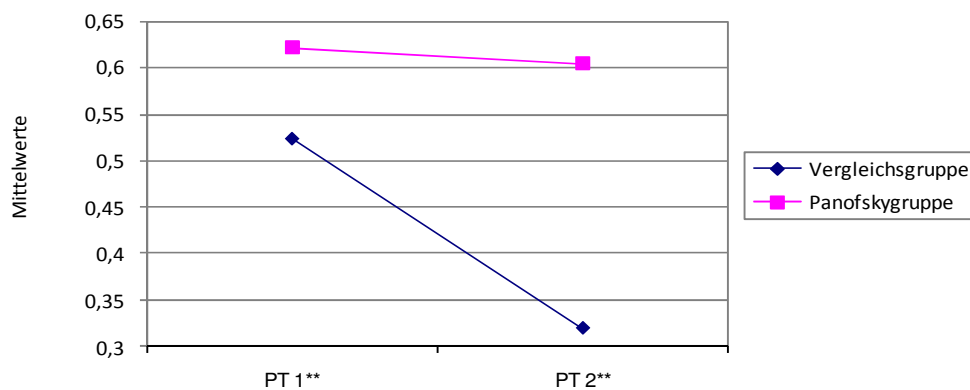


Abb.40: Mittelwerte zu den PISA-Tests PT 1 und PT 2

PISA-Test	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
PT 1	0,62	0,23	79	0,52	0,18	81	2316,50	0,002
PT 2	0,60	0,28	87	0,32	0,30	84	1823,50	0,000

Tab. 30: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zum PISA-Test

6.2.3.3 Erweiterter Test (ET 1, ET 2)²¹

Der erweiterte Test entstand am Ende der Interventionsstudie auf Grund der Kritik am allgemeinen Wissenstest (WT 1). Er wurde gemeinsam mit den Lehrkräften entwickelt und erfasste die Andersartigkeit des erweiterten Unterrichts nach Panofsky (vgl. Kap. 5.5.1.2.4) Die Ergebnisse des erweiterten Tests direkt (ET 1) und vier Monate nach Ende der Einheit (ET 2) sind sehr eindeutig. Sie runden das bisherige Bild der Leistungsmessungen weiterhin ab. Sowohl in den einzelnen Aufgaben der erweiterten Tests ET 1 (vgl. Abb. 41) und ET 2 (vgl. Abb. 42), als auch in der Gesamtbewertung dieser Tests (vgl. Abb. 43) liegen die Mittelwerte der erreichten Punktzahlen der Panofskygruppe signifikant höher als die der Vergleichsgruppe.

Erweiterter Test nach der Intervention (ET 1)

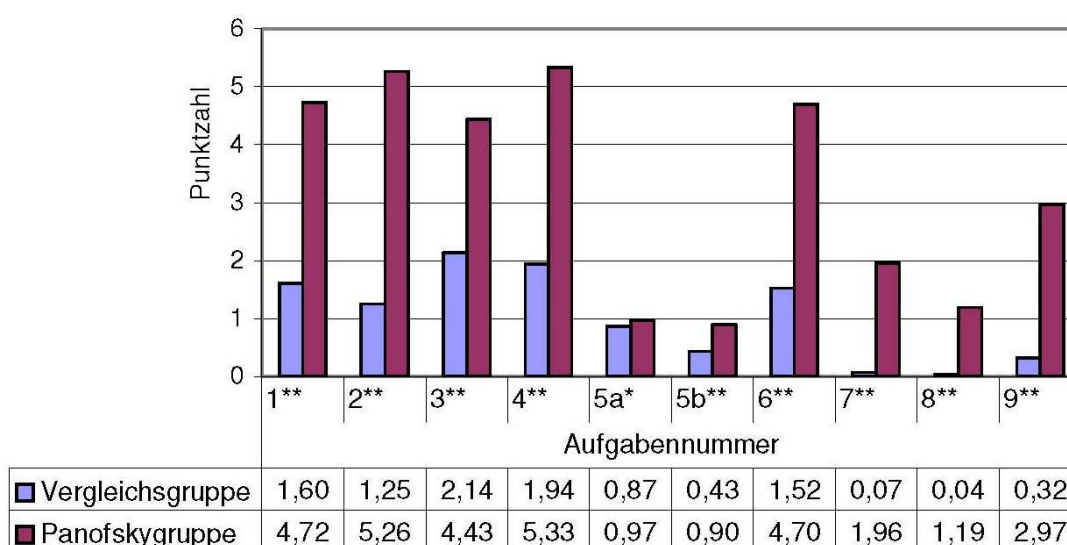


Abb.41: Im Mittel erreichte Punktzahlen im erweiterten Test nach der Intervention (ET 1)

Erweiterter Test vier Monate nach der Intervention (ET 2)

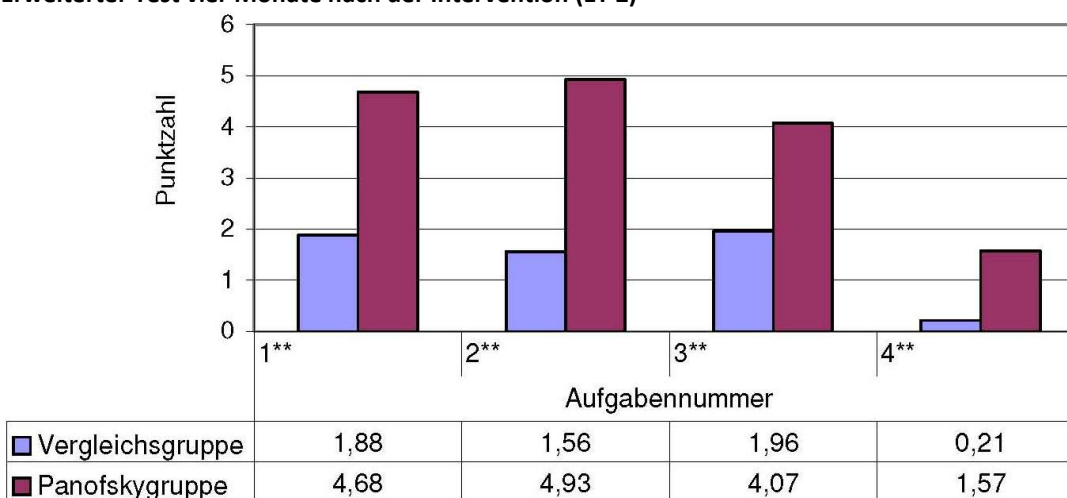


Abb.42: Im Mittel erreichte Punktzahlen im erweiterten Test vier Monate nach Ende der Intervention (ET 2)

²¹ Der ET 1 befindet sich im Anhang B und der ET 2 im Anhang D

Erweiterter Test (ET 1 und ET 2)

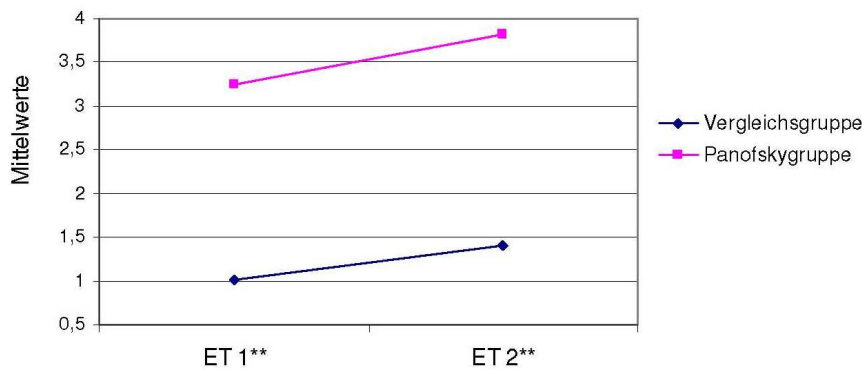


Abb.43: Mittelwerte zu den erweiterten Tests ET 1 und ET 2

Erweiterter Test	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
	M	SD	N	M	SD	N		
ET 1	3,24	0,58	69	1,01	0,55	81	3,50	0,000
ET 2	2,73	0,59	87	1,14	0,89	84	637,50	0,000

Tab. 31: Darstellung der deskriptiven Werte (Mittelwerte, Standardabweichung, N-Zahl), des U-Wertes und des Signifikanzniveaus zum erweiterten Test

Zum Schluss sollen die Gesamtergebnisse aus allen Tests in einer Grafik veranschaulicht werden.

Gesamtergebnisse aus allen Tests

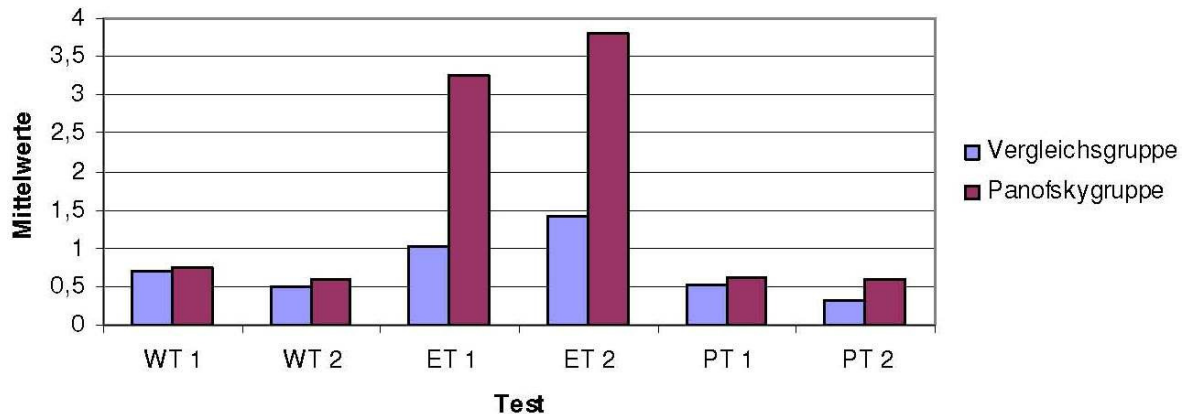


Abb.44: Mittelwerte aus allen Tests der Untersuchung (Wissenstest, erweiterter Test und PISA-Test)

6.3 DIE ERGEBNISSE AUS DEN LEHRKRAFT-ERHEBUNGS-INSTRUMENTEN

6.3.1 LEHRERFRAGEBOGEN (LFB 1, LFB 2)²²

Die Lehrerfragebögen LFB 1 und LFB 2 wurden mit dem Softwarepaket SPSS 11.0 ausgewertet und nach signifikanten Unterschieden untersucht. Doch sowohl im Vortest, als auch im Nachtest konnten in keinem der Itembereiche signifikanten Unterschiede zwischen den Lehrkräften der Panofsky- und Vergleichsgruppe festgestellt werden.

²² Der LFB 1 befindet sich im Anhang J

7. ZUSAMMENFASSUNG, DISKUSSION UND AUSBLICK

7.1 ALLGEMEINES VORGEHEN BEI DER DISKUSSION

Im Kap. 6.1 wurde bereits ausgeführt, dass zwischen den verschiedenen Klassen einer Untersuchungsgruppe keine signifikanten Unterschiede vorhanden waren. Deshalb wurden die entsprechenden Klassen zu den Gruppen „Panofskygruppe“ und „Vergleichsgruppe“ zusammengefasst. Weiterhin wurde gezeigt, dass sich die Untersuchungsgruppen vor Studienbeginn nicht signifikant voneinander unterscheiden haben, sodass ein Vergleich der Gruppen möglich war.

Die folgende Diskussion der Ergebnisse orientiert sich an den im Kapitel 5 vorgestellten Hypothesen.

Zunächst soll jedoch eine Tabelle veranschaulichen, welche Ergebnisse für welche Hypothesendiskussion herangezogen wurden.

Hypothesen (H)	Herangezogene Ergebnisse (Kap.6)
<i>H 1: Die Lernenden der Panofskygruppe entwickeln während der Intervention ein höheres Interesse an der Chemie und dem Chemieunterricht als die Vergleichsgruppe.</i>	- Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht (Kap. 6.2.2.3 G)
<i>H 2: Das Bild und die Bedeutung der Chemie werden bei den Lernenden der Panofskygruppe dauerhaft positiv verändert.</i>	- Bild von der Chemie und dem Chemiker (Kap. 6.2.2.2) - Gründe für das Lernen von Chemie (Kap. 6.2.2.3 C)
<i>H 3: Der Chemieunterricht wird nach der Intervention von den Schülerinnen und Schülern der Panofskygruppe im Unterschied zur Vergleichsgruppe und zum Vortest positiver beschrieben.</i>	- Beschreibung des eigenen Chemieunterrichts (Kap. 6.2.2.3 D) (interdisziplinäre und intradisziplinäre Vernetzungen im Chemieunterricht, Selbstständigkeit im Chemieunterricht, konstruktivistische Lehr- und Lernmethoden, gegenseitiges Lehren und Lernen zwischen den Lernenden, abwechslungsreicher und vielseitiger Medieneinsatz)
<i>H 4: Die Lernenden der Panofskygruppe erlangen im Vergleich zu den Lernenden der Vergleichsgruppe direkt nach der Unterrichtseinheit einen nicht unterscheidbaren Lernerfolg im Fachwissen. Allerdings sollte die Nachhaltigkeit des Fachwissens bei den Lernenden der Panofskygruppe höher als bei der Vergleichsgruppe sein.</i>	- Wissenstest (WT 1 und WT 2) (Kap. 6.2.3.1)
<i>H 5: Der Unterricht nach der ikonologischen Methode fördert die Fähigkeit, gelerntes Wissen anzuwenden (Kompetenzförderung).</i>	- Kompetenzorientierter Test nach PISA (PT 1 und PT 2) (Kap. 6.2.3.2) - Erweiterter Test (ET 1 und ET 2) (Kap. 6.2.3.3)
<i>H 6: Die Schülerinnen und Schüler schätzen ihren Lernzuwachs höher und vielseitiger ein.</i>	- Einschätzung des eigenen Lernzuwachses (Kap. 6.2.2.3 H)

Tab. 32: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse, welche für die Hypothesendiskussion herangezogen wurden

7.2 HYPOTHESE 1

H 1: *Die Lernenden der Panofskygruppe entwickeln während der Intervention ein höheres Interesse an der Chemie und dem Chemieunterricht als die Vergleichsgruppe.*

Wie bereits im Kapitel 4.1 beschrieben wurde, sinkt laut fachdidaktischer Literatur das Interesse an Chemie stetig im achten und neunten Jahrgang. Deshalb wird auch hier nicht erwartet, dass das Interesse nach der kurzen Intervention steigen wird.

Tatsächlich ist aus der umfassenden Befragung (27 Items) ein leichter Abfall bei beiden Untersuchungsgruppen festzustellen. Jedoch ist die Abnahme bei der Panofskygruppe nicht so stark ausgeprägt wie bei der Vergleichsgruppe, was im Nach-Nachtest zum signifikanten Unterschied führt. Wobei das Interesse schon vor der Intervention ein wenig höher lag als bei der Vergleichsgruppe.

Hinzu kommt, dass alle Mittelwerte in der Bewertungsskala sehr nah beieinander liegen, so dass zwar Unterschiede zwischen den Erhebungszeiträumen und zwischen den Gruppen zu erkennen sind, sich aber die Differenz der Mittelwerte zwischen dem höchsten Wert (Panofskygruppe) und dem niedrigsten Wert (Vergleichsgruppe) in einem Bereich von 10% bewegt. Das heißt, dass die Interessensunterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen gering sind.

Deshalb kann die Hypothese zwar bestätigt werden, allerdings macht sich der Unterschied am Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht erst im Nach-Nachtest signifikant bemerkbar.

Wie im theoretischen Teil zur ersten Stufe der Erkenntnismethode ausgeführt wurde (vgl. Kap. 3.1.1 und 3.1.2), entwickelt sich ein dauerhaftes Interesse, je größer die Bedeutung des Gegenstandes für das Individuum ist. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die erste Stufe einen wesentlichen Beitrag für diese Ergebnisse lieferte. Wobei über alle Stufen hinweg Gelegenheiten geschaffen wurden, weitere Beziehungen zum Sachverhalt zu intensivieren. Besonders die dritte Stufe, in der die Erkenntnisse aus der Chemie auf die eigene Person bezogen wurden, könnte einen weiteren Beitrag zur Interessensentwicklung leisten.

Die Tatsache, dass das Interesse an Chemie und dem Chemieunterricht bei der Panofskygruppe erst im Nach-Nachtest signifikant höher liegt als bei der Vergleichsgruppe, macht deutlich, wie viel Zeit nötig ist, damit sich die positive Einstellung zur Chemie (s.u.) auch in den Interessen widerspiegelt.

Es wäre interessant herauszufinden, wie sich das Interesse an Chemie bei den Lernenden entwickeln würde, wenn die Intervention über einen längeren Zeitraum verläuft.

Dabei würde es sich empfehlen, eine breitere Umfrage (mehr Lernende und mehr Items), in einem differenzierten Untersuchungsdesign durchzuführen, um genauere Aussagen zur Interessensentwicklung im Unterricht nach der ikonologischen Methode machen zu können.

7.3 HYPOTHESE 2

H 2: *Das Bild und die Bedeutung der Chemie werden bei den Lernenden der Panofskygruppe dauerhaft positiv verändert.*

Auffällig ist, dass die Vorstellungen der Lernenden beider Untersuchungsgruppen darüber, was Chemie ist und womit sich Chemiker beschäftigen, vor der Intervention nahezu gleich und stereotyp ausfallen. Die Chemie hat etwas mit Stoffen zu tun und dementsprechend beschäftigt sich der Chemiker bei seiner Arbeit hauptsächlich mit Stoffen, so die Aussage der befragten Lernenden vor der Intervention. Auch die Untersuchung der Gründe, Chemie zu lernen, ist zu Beginn der Studie in beiden Untersuchungsgruppen fast identisch.

Betrachtet man jedoch die Ergebnisse des Nachttests und Nach-Nachttests, so kann festgestellt werden, dass sich die Vorstellungen der Lernenden der Vergleichsgruppe nahezu gar nicht verändert haben.

Bei der Panofskygruppe sind hingegen signifikante Veränderungen der Vorstellungen erkennbar. Die Chemie und damit auch der Chemiker werden als wichtig und nützlich erachtet. Diese werden mit Erkenntnisgewinnung, Herstellung von Innovativem und mit dem Versuch, Umweltprobleme und damit auch unsere Probleme zu lösen, in Verbindung gebracht. Auch vier Monate nach Ende der Einheit bleiben diese Vorstellungen bestehen. Die positive Entwicklung spiegelt sich auch in der Befragung der Schülerinnen und Schüler zu den Gründen, Chemie zu lernen, wider. Nach der Intervention fällt die Zustimmung, Chemie zu lernen, bei der Panofskygruppe höher und bei der Vergleichsgruppe niedriger aus als im Vortest. Erstaunlich ist jedoch, dass sich diese Vorstellungen trotz der kurzen Intervention und den Sommerferien, die zwischen den Erhebungszeitpunkten lagen, bei der Panofskygruppe dennoch dauerhaft so gravierend veränderten.

Damit kann die Hypothese bestätigt werden.

Diese positive Entwicklung vom Bild der Chemie in der Panofskygruppe kann damit begründet werden, dass...

1. ...in der ersten Stufe den Lernenden Möglichkeiten gegeben wurden, eine persönliche Beziehung zu den Stoffen und Phänomenen aufzubauen. Wie im Kapitel 4.2 dargestellt wurde, scheint die so entwickelte Person-Objekt-Beziehung mit einem positiven Bild der Chemie einherzugehen.
2. ...in der zweiten Stufe sowohl die Möglichkeiten als auch die Grenzen unterschiedlicher Sichtweisen deutlich gemacht wurden. Damit konnten die Besonderheiten und Unterschiede verschiedener Disziplinen sichtbar und nutzbar gemacht werden.
3. ...in der dritten Stufe die Erkenntnisse der ersten und zweiten Stufe in einem Gesamtzusammenhang dargestellt wurden. Dabei wird darauf geachtet, dass bewusst gemacht wird, dass wir der zu erforschenden Natur nicht nur als Betrachter gegenüberstehen, sondern auch ein Teil von ihr sind. Damit werden wir mit jeder Erkenntnis aus der Chemie auch Erkenntnisse über uns selbst gewinnen können. Die Bedeutung der Chemie wird daher eine andere - sie ist nicht mehr nur ein Instrumentarium. In der dritten Stufe wird mit den Lernenden zudem konkret über mögliche Erkenntniswege gesprochen. Ziel ist es, deutlich zu machen, dass die Wege unterschiedlich sein können. Gleichzeitig wird damit dargestellt, wie die Wissenschaftler selbst zu Erkenntnissen gelangen (vgl. „Nature of Science“). Das Bild

von einem Wissenschaftler im weißen Kittel und mit einem Bart (vgl. Kap. 3.3.1) ist damit abgelöst durch spezifischere und wahrheitsgetreuere Vorstellungen über die Chemie sowie über die Chemiker.

Um jedoch festzustellen, woran diese positive Entwicklung, die hier dargestellt ist, wirklich festzumachen ist, müssten Interviews mit einzelnen Lernenden und/oder Gruppen zu mehreren Zeitpunkten der Intervention durchgeführt werden.

7.4 HYPOTHESE 3

H 3: *Der Chemieunterricht wird nach der Intervention von den Schülerinnen und Schülern der Panofskygruppe im Unterschied zur Vergleichsgruppe und zum Vortest positiver beschrieben.*

Vor der Intervention fällt die Beschreibung des eigenen Chemieunterrichts bei der Vergleichsgruppe etwas positiver aus als bei der Panofskygruppe, wobei keine signifikanten Unterschiede festzustellen sind. Positiver meint hier Zustimmungen zu Itembereichen wie interdisziplinäres Arbeiten, konstruktivistische Lehr- und Lernmethoden, Förderung der Selbstständigkeit und kooperatives Lernen. Außerdem beurteilten die Lernenden den Einsatz von Medien im Chemieunterricht.

Auffällig ist bei dieser Ausgangslage die positive Entwicklung in der Panofskygruppe gegenüber der Vergleichsgruppe zum Nachtest.

Insgesamt verändert sich die Einschätzung des eigenen Chemieunterrichts bei der Vergleichsgruppe kaum, wobei sie vom Vortest zum Nachtest leicht abnimmt.

Die Panofskygruppe hingegen beschreibt ihren Chemieunterricht nach der Intervention eindeutig positiver, allerdings ist nur im Itembereich zu den verwendeten Lehr-Lernmethoden ein signifikanter Unterschied vorhanden. Diese positive Einschätzung der Panofskygruppe bezieht sich nicht nur auf die Differenz zu ihrem Vortest, sondern zeigt sich vor allem im Unterschied zum Verlauf in der Vergleichsgruppe. Das bedeutet, dass die Entwicklung bei beiden Gruppen entgegengesetzt ist. Dieses ist ein weiterer Hinweis auf die methodische Stärke der ikonologischen Methode.

Deshalb kann auch die Hypothese 3 bestätigt werden.

Diese positive Beschreibung des Unterrichts durch die Schülerinnen und Schüler der Panofskygruppe kann damit begründet werden, dass der Unterricht nach der ikonologischen Methode sehr stark schülerorientiert gestaltet ist. So geht es in der ersten Stufe um die eigenen Vorstellungen und Erfahrungen. Auch in den weiteren Stufen steht der Aufbau und die Förderung einer Lernender-Sachverhalt-Beziehung im Vordergrund. Zudem werden die Erkenntniswege, Lehr- und Lernstrategien für die Lernenden, besonders in der dritten Stufe, transparent gemacht. Diese Offenheit führt dazu, dass sich nicht das Gefühl entwickeln kann, sich in einem starren und festgelegten Rahmen zu bewegen, sondern in einem System, in dem auf individuelle Wahrnehmungen, vielfältige eigene Beobachtungen sowie die Selbstständigkeit Wert gelegt wird.

In der vorangegangenen Hypothese wurde festgestellt, dass sich das Bild der Chemie und des Chemikers positiv verändert. Diese Entwicklung findet sich auch in der Einschätzung des eigenen Chemieunterrichts wieder. Inwieweit sich beides gegenseitig beeinflusst oder bedingt, kann hier jedoch nicht geklärt werden.

7.5 HYPOTHESEN 4 UND 5

Eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt jeweils zu den einzelnen Hypothesen. Die Gesamtdiskussion der zwei Hypothesen findet anschließend gemeinsam statt, um Wiederholungen zu vermeiden.

Wie bereits im Kapitel 6.2.3.1 ausgeführt wurde, gibt es keine Anhaltspunkte für besondere Fähigkeiten der Untersuchungsgruppen im Hinblick auf besondere Aufgabenformen und/oder -arten, deshalb werden hier nicht die Ergebnisse einzelner Aufgaben besprochen, sondern die Gesamtergebnisse der verschiedenen Tests (WT, PT und ET) diskutiert.

H 4: *Die Lernenden der Panofskygruppe erlangen im Vergleich zu den Lernenden der Vergleichsgruppe direkt nach der Unterrichtseinheit einen nicht unterscheidbaren Lernerfolg im Fachwissen. Allerdings sollte die Nachhaltigkeit des Fachwissens bei den Lernenden der Panofskygruppe höher sein als bei der Vergleichsgruppe.*

Beide Gruppen erlangen direkt nach der Unterrichtseinheit zur „Chemischen Reaktion“ vergleichbare Ergebnisse im Wissenstest (WT 1). Im Nach-Nachtest (WT 2) wird der Unterschied zwischen den Gruppen deutlicher, hier erreicht die Panofskygruppe signifikant mehr Punkte als die Vergleichsgruppe.

H 5: *Der Unterricht nach der ikonologischen Methode fördert die Fähigkeit, gelerntes Wissen anzuwenden (Kompetenzförderung).*

Im Test in Anlehnung an PISA (PT) erzielt die Panofskygruppe bereits direkt nach der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ signifikant höhere Ergebnisse. Diese Disparität wird vier Monate nach Ende der Einheit noch deutlicher (Signifikanzniveau von 1 %). Das heißt, dass die Lernenden der Panofskygruppe eine nachhaltige Fähigkeit entwickelt haben, gelerntes Wissen anzuwenden (Kompetenzentwicklung).

Im methodischen Teil dieser Arbeit (Kap. 5) wurde beschrieben, dass in einer ersten gemeinsamen Fortbildung vor Beginn der Studie verbindliche Begriffe, Experimente und die Abfolge der chemischen Inhalte festgelegt wurden. Weiterhin wurde von allen teilnehmenden Lehrkräften der Wissenstest erarbeitet.

Aufgrund dieser inhaltlichen Übereinstimmung konnte angenommen werden, dass die Lernenden beider Untersuchungsgruppen am Ende der Einheit ein vergleichbares Ergebnis im Wissenstest erzielen. Die Vermutung, dass die Lernenden der Panofskygruppe in diesem Test signifikant mehr Punkte erreichen, war nicht anzunehmen.

Die Vermutung ergibt sich aus der Tatsache, dass das rein chemische Wissen, welches in diesem Wissenstest erfragt wurde, wie z.B. Definitionen oder Bezeichnungen der Reaktionspartner, in der Panofskygruppe kaum geübt wurde. Die Lernenden der Panofskygruppe haben die im Test verlangten Inhalte nicht in Form von Definitionen gelernt und geübt.

Im Nach-Nachtest konnte festgestellt werden, dass die Panofskygruppe sich von der Vergleichsgruppe signifikant positiv unterscheidet. Das lässt die Vermutung zu, dass die Schülerinnen und Schüler der Panofskygruppe die Inhalte nicht auswendig, sondern tiefer und daher nachhaltiger erlernt haben. Mit dieser Annahme können die kaum unterscheidbaren Ergebnisse der Untersuchungsgruppen im Nachtest direkt nach der Unterrichtseinheit begründet werden. Denn das Kurzzeitgedächtnis ist zunächst ausreichend,

um die Aufgaben eines Wissenstest zu bewältigen. Die Tiefenstrukturen kommen hingegen vermutlich erst später zum Tragen.

Bei der Panofskygruppe sprechen auch die Ergebnisse des kompetenzorientierten Tests nach PISA (PT 1 und PT 2) und des erweiterten Tests (ET 1 und ET 2) für ein tieferes Verständnis von Inhalten. Vor allem im erweiterten Test sind die Unterschiede zwischen der Leistung der Panofskygruppe und der Vergleichsgruppe ausgesprochen groß und signifikant. In diesem Fall wird auch die Ausbildung von Tiefenstrukturen in der Panofskygruppe verantwortlich gemacht. Für den Aufbau von derartigen Strukturen lassen sich in der ikonologischen Methode mehrere Merkmale anführen. Dies sind z.B. der Aufbau von Beziehungen zu Sachverhalten über die sinnliche Wahrnehmung, die aktive und selbstständige Umsetzung der Erkenntnisse direkt im Unterricht (z.B. die Bonbonherstellung) sowie die Reflexion der einzelnen Stufen und der Überwindung ihrer Grenzen.

An dieser Stelle muss allerdings daran erinnert werden, dass die Lernenden der Panofskygruppe 5,4 Schulstunden (ca. 30%) mehr Zeit benötigt haben (vgl. Kap.5.1). Diese Zeit nutzten die Schülerinnen und Schüler einerseits, um sich mit den Stoffen und Phänomenen sinnlich auseinander zu setzen und zum anderen, um selbstständig zu experimentierten (vgl. die Bonbonherstellung). Da sich aber positive Effekte der ikonologischen Methode in allen untersuchten Bereichen (H 1 - H 6) finden, ist auszuschließen, dass diese Effekte auf den zusätzlichen zeitlichen Umfang des Unterrichts zurückgeführt werden können.

Kritisch anzumerken ist jedoch auch, dass die Fragen des erweiterten Tests sich weitestgehend speziell auf die erweiterte Zielsetzung der ikonologischen Erkenntnis-methode bezog. Von daher sind die signifikant besseren Ergebnisse der Panofskygruppe keine große Überraschung. Der Test wurde aber so konstruiert, dass er sich auf die Begriffe und Inhalte bezog, die bereits in der ersten gemeinsamen Fortbildung von allen teilnehmenden Lehrkräften festgelegt wurden. Daher hätten diese Aufgaben theoretisch auch von den Lernenden der Vergleichsgruppe beantwortet werden können.

Der Unterschied zum Wissenstest und PISA-Test lag darin, dass die Fragen des erweiterten Tests sehr stark anwendungs- und kontextorientiert gestellt waren.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit Hilfe der ikonologischen Methode sich die Qualität des Wissens und Könnens nachhaltig verändern kann.

Bei einer weiteren Untersuchung müsste genauer untersucht werden, auf welche Elemente der ikonologischen Methode diese Veränderungen im Einzelnen zurückzuführen sind.

7.6 HYPOTHESE 6

H 6: *Die Schülerinnen und Schüler schätzen ihren Lernzuwachs höher und vielseitiger ein.*

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Vorstellungen der Lernenden der Vergleichsgruppe darüber, was sie in der Einheit „Chemische Reaktion“ gelernt haben, im Nachtest und Nach-Nachtest sehr ähnlich ausfallen. Die einzigen Veränderungen machen sich darin bemerkbar, dass im Nach-Nachtest doppelt so viele Lernende der Vergleichsgruppe aussagen, dass ihnen klar/klarer geworden ist, dass sich Stoffe verändern können. Das bedeutet, dass ihre bereits im Nachtest allgemeinen Aussagen im Nach-Nachtest noch allgemeiner wurden und es darüber hinaus nur geringfügige Veränderungen zu verzeichnen gibt.

Wie bereits im Kap. 6.2.2.3H dargestellt wurde, liegen hingegen die Mittelwerte der Panofskygruppe sowohl im Nachtest, als auch im Nach-Nachtest insgesamt höher. Hinzu kommt, dass nahezu alle Unterschiede in den Kategorien zum Lernzuwachs zwischen den beiden Untersuchungsgruppen signifikant sind. Das bedeutet, dass die Lernenden der Panofskygruppe, im Gegensatz zur Vergleichsgruppe, ihren Lernzuwachs zum einen im Durchschnitt signifikant höher bewerten und ihn zum anderen viel differenzierter und spezifischer beschreiben. Für eine Bewertung der ikonologischen Methode als eine Unterrichtsmethode ist von Bedeutung, dass die gelernten Inhalte von der Panofskygruppe signifikant höher mit sich selbst in Verbindung gebracht wurden (Kategorie 3).

Aufgrund dieser Ergebnisse kann die Hypothese bestätigt werden.

Diese Ergebnisse sind nicht überraschend, denn es wurde im Unterricht nach der ikonologischen Methode - hauptsächlich in der dritten Stufe - sehr großen Wert darauf gelegt, das Gelernte zu benennen, zu besprechen und auf andere Bereiche auszuweiten. Zudem wurde die Bedeutung der gewonnenen Erkenntnisse aus dem Fach nicht nur als allgemeine Aussage interpretiert, sondern auch als ein Ergebnis erkannt, welches einen selbst betrifft. Dies geschah hauptsächlich in der dritten Stufe, in der den Lernenden die Gelegenheit dazu gegeben wurde. Auch die erste Stufe könnte dazu beigetragen haben, dass die Unterschiede in der Einschätzung des Lernzuwachses zwischen beiden Gruppen so groß ausfallen. Denn dadurch, dass zu Beginn der Unterrichtsabschnitte (vgl. Kap. 5.4.1) in der Panofskygruppe die Vorstellungen der Lernenden aufgegriffen wurden und ihnen Zeit und Raum geboten wurde, sich persönlich mit den Phänomenen sinnlich auseinander zu setzen, konnten die Lernenden eine Beziehung zum Gelernten aufbauen und eine Wertschätzung gegenüber den Inhalten entwickeln.

Dieser signifikante und große Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen ist eventuell damit zu relativieren, dass zu beiden Erhebungszeitpunkten ca. 45% der Lernenden der Vergleichsgruppe keine Antwort auf die Frage zum Lernzuwachs gegeben haben. Viele von ihnen notierten, dass sie auf diese Frage keine Antwort geben können. Dabei ist unklar, ob es daran lag, dass sie keinen Lernzuwachs erkennen konnten (Unwissen) oder ob sie keine Lust hatten auf die Frage zu antworten (Unlust). Wobei die Voraussetzungen, auf diese Frage eine Antwort zu geben, bei beiden Gruppen gleich waren.

ZUSAMMENFASSUNG:

Um auf die Eingangsfrage im Vorwort zurückzugreifen, kann hier ausgesagt werden, dass die ikonologische Methode auch im Chemieunterricht erfolgreich umgesetzt werden kann. Selbstverständlich mit der Einschränkung, dass diese Aussage zunächst nicht allgemein, sondern nur speziell für diese Untersuchung getroffen werden kann.

In dieser Studie führte die ikonologische Methode bei den Schülerinnen und Schülern der Panofskygruppe:

- zu einem signifikant positiveren Bild von der Chemie,
- zu einer positiveren Unterrichtsbeschreibung,
- zu signifikant besseren Ergebnissen im Wissenstest, im kompetenzorientierten Test in Anlehnung an PISA und im erweiterten Test zum anwendungs- und kontextorientierten Umgang mit Wissen,
- zur signifikant erhöhten und spezifischen Einschätzung des Gelernten.

Weiterhin ließen die Ergebnisse einen Interessenserhalt beim Unterricht nach der ikonologischen Methode vermuten.

7.7 AUSBLICK

Ein wesentliches Augenmerk könnte auf die Frage gerichtet werden, ob mit der ikonologischen Methode speziell das Lehren und Lernen mit Migrantenkinder unterstützt werden kann.

Es kann vermutet werden, dass diese Kinder im Lehren und Lernen mit der ikonologischen Methode unterstützt werden konnten. Da aber in der Untersuchung nur darauf geachtet wurde, dass die Anzahl der Migrantenkinder über beide Gruppen gleich verteilt ist und außerdem keine Daten zur Herkunft erhoben wurden, war es nicht möglich, die Auswirkungen der ikonologischen Methode auf ausländische Lernende zu untersuchen.

Eine weitere Forschungsfrage könnte die Auswirkung der ikonologischen Methode auf Lehrkräfte sein. Aus den Aussagen der befragten Lehrkräfte lässt sich entnehmen, dass bei allen drei Lehrkräften der Panofskygruppe, im Gegensatz zu den Lehrkräften der Vergleichsgruppe, eine Veränderung in der Unterrichtsgestaltung, der Unterrichtsphilosophie und in der Wahrnehmung des eigenen Unterrichts zu erkennen ist. Die ikonologische Methode scheint damit auch positive Entwicklung bei den Lehrkräften anzustoßen. Diese Aussagen über die positiven Auswirkungen der ikonologischen Methode weisen darauf hin, dass weitere und intensivere Untersuchungen mit einer höheren Anzahl von Lehrkräften wichtige Einsichten für die Lehrerbildung ermöglichen würden.

Wichtig ist es, an dieser Stelle erneut anzumerken, dass bei weiteren Forschungen die ikonologische Methode unbedingt als eine Gesamtphilosophie verstanden werden muss. In der Hypothesenherleitung, als auch in dieser Diskussion wurden zwar einzelne Stufen vorrangig herangezogen, um die Auswirkungen zu begründen, dennoch sind alle Ergebnisse als Ergebnisse aus der gesamten ikonologischen Erkenntnismethode zu betrachten.

NACHWORT

Mit Fragen habe ich diese Arbeit begonnen und mit Fragen endet sie auch. Doch sind es jetzt andere, neue Fragen.

Ich verstehe jetzt besser, warum mein Studium der Kunst und der Chemie und meine Ausbildungsjahre im Referendariat derart „zerklüftet“ waren. Ich weiß auch, dass diese Unterschiede zwischen den Wissenschaften und dem Alltag oder auch zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen selbst, nicht einfach zu überwinden sind. Heute kenne ich aber Möglichkeiten, diese unterschiedlichen Sichtweisen auf die Welt zueinander in Beziehung zu setzen und sie sogar produktiv zu nutzen.

Die ikonologische Erkenntnismethode des Kunsthistorikers E. Panofsky öffnet für mich ein derartiges Vorgehen.

Über die Formen der sinnlichen Wahrnehmung gewinne ich erste Erfahrungen, Erkenntnisse und Selbstvertrauen. Sie sind nicht nur ein Instrument, sondern haben einen erkenntnistheoretischen Eigenwert, der mir Mut und Lust macht, weiter zu forschen. Dann stehen mir die Disziplinen der Wissenschaften und verschiedene Alltagsvorstellungen meiner Mitmenschen zur Verfügung. Ich kann sie aufnehmen und nutzen oder aber verwerfen, falls sie mich in meiner Erkenntnissuche nicht weiterbringen.

Dabei kann ihre Unterschiedlichkeit oder ihre partielle Widersprüchlichkeit durchaus einen großen Vorteil darstellen: Sie erweitert den Blick auf neue Sichtweisen über meine bisherigen Grenzen hinaus. Jetzt müssen diese verschiedenen Ansichten wieder zu einem sie verbindenden Sinn zusammengeführt werden. So können Konzepte der Chemie Hinweise für die eigene Persönlichkeit enthalten und/oder Vorstellungen aus der Kunst sich im naturwissenschaftlichen Unterricht wieder erkennen und nutzen lassen.

In dieser Arbeit habe ich gezeigt, dass die ikonologische Erkenntnismethode unter bestimmten Bedingungen im Chemieunterricht eingesetzt werden kann. Die auch für mich teilweise überraschend guten Ergebnisse dieser Methode sind ein Indiz dafür, dass auch Schülerinnen und Schüler die Kluft der Schulfächer spüren und die Chancen dankbar aufgreifen, diese zu überwinden. Ob dies so ist, kann ich nicht beweisen. Aufzeigen kann ich aber, dass die Lernenden der Panofskygruppe ihren Unterricht nach der Intervention als einen Lern- und Erkenntnisprozess besser verstehen. Dies sehe ich als einen ersten Schritt an, um eigene Fragen selbst klären zu können und damit von einem passiven „Konsumenten“ des Schulstoffes zu einem aktiven Gestalter des eigenen Lern- und Erkenntnisweges zu kommen. Nur so kann meines Erachtens die Kluft zwischen den Fächern und Kulturen verringert werden. Wie dies mit Hilfe der Philosophie des Kunsthistorikers Panofsky noch besser ermöglicht werden kann, führt schließlich zu neuen Fragen.

LITERATURVERZEICHNIS

- AISSEN-CREWETT, M.** (1997). „Ästhetische Zugänge zur Welterkenntnis bei Kindern – Überlegungen zum natur- und naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.“. In: Köhnlein, W (Hg.); „Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt.“. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, S.144-179
- ARISTOTELES** (1976). „Lehre vom Beweis oder zweite Analytik.“, Rolfes, E. (Übersetzt): Mit neuer Einleitung und Bibliographie von Otfried Höfe. Meiner Verlag, Hamburg
- AUSUBEL, D.P.** (1974). „Psychologie des Unterrichts.“ Bd. 1 und 2, Beltz, Weinheim
- BARZUN, J.** (1968). „Vorwort in Toulmin, S.; „Voraussicht und Verstehen. Ein Versuch über Ziele der Wissenschaft.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main
- BASFELD, M.** (1997): „Phänomen – Element – Atmosphäre. Zur Phänomenologie der Wärme.“ In: Böhme, G., Schiemann, G.; „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, S. 190-212
- BÄUML-ROßNAGL, M.-A.** (1991). „Tasten mit Auge – Hand – Fuss – als Fühl –Erkennen. Dokumente und Bildungstheoretische Analyse.“. In: Bauer, F. (Hg.); „Wie Kinder erkennen.“; Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften; Arbeitskreis Sachunterricht in der GDCP, Kiel, S.34-48
- BAUMERT, J.** (1998). „Fachbezogenes-fächerübergreifendes Lernen. Erweiterte Lern- und Denkstrategien“ In: Bildungskongress 1998, München, S. 213-231
- BAUMERT, J.** (2000). et al; „Schülerleistungen im internationalen Vergleich.“ OECD, Berlin
- BAUMERT, J.** (2001). et al; „PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich.“ Leske und Budrich, Opladen
- BECKER, G.E.** (1991). „Handlungsorientierte Didaktik.“; Beltz, Weinheim und Basel
- BECKER, H.-J.** (1994). „Chemiedidaktische Entwicklungen in der Bundesrepublik Deutschland – Situationsanalyse und Bilanz.“. Peter Lang GmbH, Frankfurt am Main
- BERTAUX, P.** (1977). „Das Umdenken.“. In: Pfeiffer, H.; „Denken und Umdenken. Zu Werk und Wirkung von Werner Heisenberg.“, Piper, München, S.9-23
- BLK** (1997). Bund-Länder-Kommision für Bildungsplanung und Forschungsförderung; Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts.“ Heft 60; Bonn
- BIERTER, W.** (1990). „Vom Umweltschutz zur Naturpolitik (Ökologische Ethik).“ In: Universitas, Zeitschrift für interdisziplinäre Wissenschaft, Nr.2, S.114-132
- BORN, M., HEISENBERG, M.** (1924). „Über den Einfluß der Deformierbarkeit der Ionen auf optische und chemische Konstanten.“ I.Z.f. Physik 23 (1924), S. 388-410

- BORTZ, J.** (2005). „Statistik“. Springer, 6. Auflage, Heidelberg
- BOURDIEU, P.** (1974). „Zur Soziologie der symbolischen Formen“. Suhrkamp, Frankfurt am Main
- BÖHME, G.** (1989). „Für eine ökologische Naturästhetik.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main
- BÖHME, G., SCHIEMANN, G.** (1997). „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main
- BÖHME, G., SCHIEMANN, G.** (1997a). Vorwort In: Böhme, G., Schiemann, G.; „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, S.7-10
- BÖHME, G.** (1997). „Phänomenologie der Natur – ein Projekt.“ In: Böhme, G., Schiemann, G.; „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, S.11-43
- BROOKS, CH.** (1979). „Erleben durch die Sinne. Sensory Awareness“. Jungfermann, Paderborn
- BUCK, P. , VON MACKENSEN, M.** (1996). „Naturphänomene erlebend verstehen.“. Aulis Verlag Deubner&Co KG, Köln
- BÜNDER, W., DEMUTH, R., PARCHMANN, I.** (2003). „Basiskonzepte.“ In: Praxis der Naturwissenschaften. Chemie in der Schule. Heft 1/52, S.2-7
- BURK, K.** (1984). „Kinder finden zu sich selbst.“ Arbeitskreis Grundschule. Germany
- CIOMPI, L.** (1993). „Die Hypothese der Affektlogik.“ In: Spektrum der Wissenschaft Februar, S.76-87
- DAUBER, H.** (1997). „Grundlagen humanistischer Pädagogik. Integrative Ansätze zwischen Therapie und Politik. Bad Heilbrunn
- DEMUTH, R.** (1989). „Umwelterziehung in der Schule – ein Beispiel zur Verknüpfung von Theorie- und Handlungsorientierung aus dem Bereich der Chemie.“ In: Zur Didaktik der Physik und Chemie. Band L9, Leuchtturm-Verlag, Alsbach, S.156 ff
- DEMUTH, R.** (1992). „Umwelterziehung im Chemieunterricht – Ziele, Inhalte, Methoden.“ In: Naturwissenschaften im Unterricht, Chemie 3, Nr.12, S.2-8
- DEMUTH, R.** (2003). „Ziele und Standards.“ In: Praxis der Naturwissenschaften. Chemie in der Schule. Heft 1/52, S.1
- DESCARTES, R.** (1960). „Meditationen über die Grundlagen der Philosophie.“ Felix Meiner, Hamburg
- DEWEY, J., HANDLIN, O., CORRELL, W.** (1966). „Reform des Erziehungsdenkens.“ Beltz, Wienheim

- DEWEY, J.** (1986). „Erziehung durch und für Erfahrung.“ Klett-Cotta, Stuttgart
- DEWEY, J.** (2000). „Demokratie und Erziehung. Eine Einleitung in die philosophische Pädagogik. Beltz, Basel
- DITHFURTH, H.V.** (1983). „Vernetztes Denken und Fächerübergreifende Beziehungen.“ In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest, S.1-2
- DUIT, R.** (1995). „Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung.“ In: Zeitschrift für Pädagogik, 41.Jg. Nr.6, S.905-923
- DUIT, R.** (2003). „Naturwissenschaftliches Arbeiten.“ In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik (NiUP) 74 (2003), S.4-8
- DUIT, R., GROPENGLIEßER, H., STÄUDEL, L.** (2004). „Naturwissenschaftliche Arbeiten. Unterricht und Material 5 – 10.“ Friedrich, Seelze – Velber
- EBERLEIN, J.K.** (1985). „Inhalt und Gehalt: Die ikonographisch-ikonologische Methode“ In: Belting, H. (Hg.) „Kunstgeschichte. Eine Einführung.“ Reimer, Berlin, S.164-186
- EIGENBRODT, K.-W.** (1985). „Gedanken über einen „verhaltensbildenden“ Lehrplan.“ In: Aselmeier, U., Eigenbrodt, K.-W., Kron, F.W., Vogel, G. (Hg.); „Fachdidaktik am Scheideweg. Der Zusammenhang von Fachunterricht und Persönlichkeitsentwicklung.“ München, S. 77 – 84
- EINSTEIN, A.** (1979). „Aus meinen späten Jahren.“ Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart
- ENGELHARDT, H.W.** (1974). „Erfahrungen und Ergebnisse bei Operationalisierungsversuchen zu „Sozialverhalten“ und „Kommunikation“. In: Dahnke, H. (Hg); Zur Didaktik der Physik und Chemie. Tagung 1973 (Teil 2), Hannover
- ENGELS, F.** (1955). „Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen.“ In: Marx und Engels, „Ausgewählte Schriften in 2 Bänden“, Bd.II, Berlin,
- FLINTER, A.** (1987). „Für das Leben – Oder für die Liebe? Pädagogische und politische Essays.“ Weinheim
- FLÖRKE, W.** (1963). „Der naturwissenschaftliche Unterricht in der Entscheidung.“ MNU 16 (1963/64a)
- FREISE, H.-L.** (1989). „Kinder sind Philosophen.“ Quadriga, Berlin
- FREIB, D.** (2002). „Naturphänomene wahrnehmen und Deuten.“. Schneider Verlag, Hohengehren
- FREISE, G.** (1983). „Lernbereich Natur.“ In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest, S.64-69

- GEIGLE, M.** (2005). „Konzepte zum fächerübergreifenden Unterricht. Eine historisch-systematische Analyse ihrer Theorie.“. Verlag Dr. Kovac, Hamburg
- GOETHE, J.W.** (1948). „Schriften zur Kunst. Gedenkausgabe der Werke, Briefe und Gespräche.“ Aus Briefen an F. v. Müller vom 24.4.1819, Bd. 23, Zürich und Stuttgart
- GOETHE, J. W.** (1966). „Werke, Hamburger Ausgabe in 14 Bänden.“. Christian Wegener Verlag, Hamburg
- GOETHE, J. W.** (1966). „Werke, Hamburger Ausgabe in 14 Bänden.“ „Metamorphose der Pflanze.“ Christian Wegener Verlag, Hamburg 1966(a), S.64-66
- GOETHE, J.W.** (1987). „Sämtliche Werke. Briefe, Tagebücher und Gespräche.“ Schriften zur Morphologie. Bd.24, Kuhn, D. (Hg.), Frankfurter Ausgabe, Frankfurt am Main
- GOETHE, J.W.** (1991). „Sämtliche Werke.“, Deutscher Klassiker Verlag, Frankfurt am Main
- GÖGELEIN, CH.** (1995). „Welchen Wirklichkeitsstatus hat erlebtes Wasser? – Die Subjektivität als Bedingung objektiver Naturerkenntnis.“ In: Buck, P., Kranich, E.-M.; „Auf der Suche nach dem erlebbaren Zusammenhang. Übersehene Dimensionen der Natur und ihre Bedeutung für die Schule.“. Beltz, Weinheim, S. 90 – 104
- GRÄBER, W.** (1992). „Untersuchungen zum Schülerinteresse an Chemie und Chemieunterricht.“ In: Chemie in der Schule 39., 1992 (7/8), S.270-273
- GRÄBER, W.** (1992). „Interesse am Unterrichtsfach Chemie, an Inhalten und Tätigkeiten.“ In: Chemie in der Schule 39., 1992 (10)a, S.354-359
- GRODDECK, N.** (1984). „Was heißt „erfahrungsoffenes Lernen“?“ In: Burk, K.; „Kinder finden zu sich selbst.“. Arbeitskreis Grundschule e.V., Frankfurt am Main, S.25-35
- GROPENGEIßER, H., KATTMANN, U.** (1995). „Die Zukunft des Biologieunterrichts am Ende dieses Jahrtausends.“ In: Buck, P., Kranich, E.-M.; „Auf der Suche nach dem erlebbaren Zusammenhang. Übersehene Dimensionen der Natur und ihre Bedeutung für die Schule.“. Beltz, Weinheim, S. 218-224
- HÄUßLER, P., BÜNDER, W., DUIT, R., GRÄBER, W., MAYER, J.** (1998). „Perspektiven für die Unterrichtspraxis.“ IPN, Kiel
- HEISENBERG, W.** (1955a). „Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften.“ Verlag Hirzel, Stuttgart
- HEISENBERG, W.** (1955). „Das Naturbild der heutigen Physik.“ Rowohlt Taschenbuch Verlag, Hamburg
- HEISENBERG, W.** (1973). „Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik.“ Piper, München

HEISENBERG, W. (1977). „Die Einheit der Natur bei Alexander von Humboldt und in der Gegenwart.“ In: Pfeiffer, H.; „Denken und Umdenken. Zu Werk und Wirkung von Werner Heisenberg.“, Piper, München, S.12-23

HELLER, K. & PERLETH, C. (2000). „Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision (KFT 4-12 + R)“. Beltz Test, Göttingen

HELLWEGER, S., ROER (1983). „Anmerkungen zum gesellschaftlichen Auftrag eines Umweltunterrichts.“ In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest, S.3

HELLWEGER, S. (1983). „Allgemeines Unbehagen.“ In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest, S.19-25

HENTIG, H.v. (1987). „Das allmähliche Verschwinden der Wirklichkeit.“ 3.Aufl. Hanser, München/Wien

HERDER, J. W. (1966). Werke, herausgegeben von G. Schmidt, Wissenschaftliche Buchgemeinschaft, Darmstadt

HIERDEIS, H. (1992). „Die Reisen der Salzmannischen Zöglinge.“. In: Schratz, M. (Hg.); „Mit den Sinnen begreifen.“. Österreichischer Studienverlag, Innsbruck, S. 169-189

HOFFMANN, L., HÄUßLER, P., PETERS-HAFT, S. (1997). „An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht.“ IPN, Kiel

HOFFMANN, L., KRAPP, A., RENNINGER, K.A., BAUMERT, J. (1998). „Interest and Learning.“ IPN, Kiel

HOFFMANN-AXTHELM, B. (1984). „Sinnesarbeit. Nachdenken über Wahrnehmung.“ Campus Verlag, Frankfurt am Main

HORSTER, D. (1992). „Philosophieren mit Kindern.“ Leske und Budrich, Opladen

HÖßLE, C., HÖTTECKE, D., KIRCHER, E. (2004). „Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaft.“ Schneider Verlag, Baltmannsweiler

HÖTTECKE, D. (2004). „Schülervorstellungen über die „Natur der Naturwissenschaften““. In: Hößle, C., Höttecke, D., Kircher, E. (Hg): „Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften.“. Schneider Verlag Baltmannsweiler, S. 264 - 277

KANT, E. (1923). „Kants Werke, Akademieausgabe“, Bd.8, Berlin und Leipzig

KANT, E. (1963). „Kritik der Reinen Vernunft.“ In: Weischedel, W.; „Werke in 6 Bänden.“ Bd.II. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt

KISS-SCHERLE, M., LORBEER, W. (2003). „Schülerinnen und Schüler führen ein Laborbuch.“. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik (NiUP) 74 (2003), S.21-25

KLAFKI, W. (1996). „Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik.“. Beltz Verlag, Basel

KLAFKI, W. (1998). „Fächerübergreifender Unterricht – Begründungsargumente und Verwirklichungsstufen. In: Popp, S.; „Grundrisse einer humanen Schule.“ Studien-Verlag, Innsbruck und Wien, S. 41-57

KNAUER, R., BRANDT, P. (1995). „Ich schütze nur, was ich liebe. Konzept einer ganzheitlichen Umweltpädagogik.“. Herder, Breisgau

KÖHNLEIN, W. (1991). „Annäherung und Verstehen.“. In: Bauer, F. (Hg.); „Wie Kinder erkennen.“; Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften; Arbeitskreis Sachunterricht in der GDSP, Kiel, S. 7-20

KREMER, A., SCHLÜTER, K. (2007). „Analyse des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses beim forschend-entdeckenden Lernen im Fach Biologie – Gehen Schüler so vor, wie wir es erwarten?“ In: Vogt, H. (Hg); „Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften.“ Internationale Tagung der Fachgruppe Biologiedidaktik im VBIO, Kassel, S. 43 - 46

KREMER, K., ET AL (2007a). „Das Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften als Kompetenzdimension der Erkenntnisgewinnung.“ In: Vogt, H. (Hg); „Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften.“ Internationale Tagung der Fachgruppe Biologiedidaktik im VBIO, Kassel, S.47-50

KUBLI, F. (1981). „Piaget und Naturwissenschaftsdidaktik.“ Aulis Verlag Deubner, Köln

KUBLI, F. (2005). „Mit Geschichten und Erzählungen motivieren.“. Aulis Verlag Deubner, Köln

KÜCKELHAUS, H. (2000). „Hören und Sehen in Tätigkeit.“. Klett und Balmer, Zug

KÜNZLI, R. (1978). „Die Theorie der Wissenschaften und der schulische Fächerkanon.“ In: Engfer, H. – J.; Philosophische Aspekte schulischer Fächer und pädagogischer Praxis.“ Urban und Schwarzenberg, München, S. 15 – 56

KYUNG CHO, K. (1977). „Naturbild und Lebenswelt.“. In: Pfeiffer, H.; „Denken und Umdenken. Zu Werk und Wirkung von Werner Heisenberg.“, Piper, München, S. 41 – 58

LANDESINSTITUT FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG (1983). „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest

LANDOLT, H. (1999). „Grundlagen fächerintegrierenden Unterrichts.“ In: Langolt, H. u.a.; „Fächerintegrierender Unterricht. Handbuch zum fächerintegrierenden Unterricht. Anleitungen für Lehrpersonen.“ Sauerländer, Aarau 1999, S.7-24

LANG, M. (1997). „Neue Wege für den naturwissenschaftlichen Unterricht.“ IPN, Kiel

LASKE, K. (1992). „Der Einstieg über die Sinne.“. In: Schratz, M. (Hg.); „Mit den Sinnen begreifen.“. Österreichischer Studienverlag, Innsbruck, S. 88 - 96

- LEHRKE, M.** (1988). „Interesse und Desinteresse am naturwissenschaftlichen Unterricht.“ IPN, Kiel
- LIEBAU, E.** (2005). „Nach PISA: Die Kultivierung des Lernens.“. In: Scheunpflug, A. (Hg.); „Nach PISA. Konsequenzen für Schule und Lehrerbildung nach zwei Studien.“. VS Verlag für Sozialwissenschaftler, Wiesbaden, S. 51-61
- LIPPITZ, W.** (1993). „Phänomenologische Studien in der Pädagogik.“. Deutscher Studien Verlag, Weinheim
- LÖW, R.** (1979). „Naturwissenschaften: Theorie und Geschichte.“; In: „Chemie in unserer Zeit“ 13 Jahrg., 1979 (3), S.82-86
- LUCAS, A.M.** (1980). „Science and Enviromental Education: Pious Hopes, Self Praise and Disciplinary Chauvinism.“ In: Studies in Science Education 7/1980, S. 1-26
- LÜBBE, H.** (1983). „Zeit-Verhältnisse. Zur Kulturphilosophie des Fortschritts.“ Verlag Styria, Graz/Wien/Köln
- MAINBERGER, G. K.** (1977). „Die Raumerfahrung bei Claude Levi-Strauss.“ In: Pfeiffer, H.; „Denken und Umdenken. Zu Werk und Wirkung von Werner Heisenberg.“, Piper, München, S.116-130
- MANDL, H., FRIEDRICH, H.F.** (1992). „Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention.“; Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen
- MEMMERT, W.** (1997). „Über den Umgang mit den Fächern.“ In: Duncker, L., Popp, W.; „Über Fachgrenzen hinaus. Chancen und Schwierigkeiten des fächerübergreifenden Lehrens und Lernens.“ Bd.I. Dieck, Heinsberg, S.14-32
- MENGE, H.** (1973). „Langenscheidts Großwörterbuch Griechisch-Deutsch.“ 23.Aufl. Langenscheidt, Berlin
- MERZYN, G.** (1994). „Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht.“ IPN, Kiel
- MEYER-ABICH, K.M.** (1995). „Der Mensch und die Natur.“ In: Buck, P., Kranich, E.-M.; „Auf der Suche nach dem erlebbaren Zusammenhang. Übersehene Dimensionen der Natur und ihre Bedeutung für die Schule.“. Beltz, Weinheim, S. 225-236
- MILLAR, R., WYNNE, B.** (1988). „Public Understanding of Science: from Contents to Processes.“ In: International Journal of Science Education, 1988 (10)
- MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KULTUR DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN** (1997). Lehrplan für die Sekundarstufe I der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen - Hauptschule, Realschule, Gymnasium -, Chemie. Kiel
- MINSSEN, M.** (1986). „Der sinnliche Stoff. Vom Umgang mit Materie.“ Klett-Cotta, Stuttgart

MOEGLING, K. (1998). „Fächerübergreifender Unterricht – Wege ganzheitlichen Lernens in der Schule.“. Klinkhardt, Bad Heilbrunn

MÖLLER, K. (2001). „Genetisches Lehrer und Lernen – Facetten eines Begriffs.“ In: Cech, D. et al, „Die Aktualität der Pädagogik Martin Wagenscheins für den Sachunterricht.“ Klinkhardt, Bad Heilbrunn, S.15-30

MÜLLER, C.T, ET AL (2004). „Physik im Kontext - Ein Programm zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung durch Physikunterricht. DPG: Tagungs-CD „Didaktik der Physik“

NEUBAUER, J. (1997). „Der Schatten als Vermittler von Objekt und Subjekt.“ In: Böhme, G., Schiemann, G.; „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, S.64-84

NIEDDERER, H., SCHECKER, H. (2004). „Physik lernen und das Vorverständnis der Schüler.“. In: Höhle, C., Höttecke, D., Kircher, E. (Hg); „Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften.“. Schneider Verlag Baltmannsweiler, S. 248 – 263

OSHIO, T. (1977). „Wandrer's Nachtlid' von Goethe. Verhältnis von Natur und Mensch.“ In: Pfeiffer, H.: „Denken und Umdenken. Zu Werk und Wirkung von Werner Heisenberg.“, Piper, München, S.171-175

OTTO, B. (1914). „Volksorganische Einrichtungen der Zukunftsschule.“ Verlag des Hauslehrers, Berlin-Lichterfelde

PAKOSZ, B. ET AL: „Słownik wyrazów obcych“ (pol.Fremdwörterbuch) PWN, Warszawa 1993

PANOFSKY, E. (1975). „Sinn und Deutung in der bildenden Kunst. (Meaning in the Visual Arts)“. DuMont, Köln

PANOFSKY, E. (1980). „Studien zur Ikonologie.“. DuMont, Köln

PESTALOZZI, J.H. (1927). „Sämtliche Werke. Kritische Ausgabe.“ Buchenau, A., Spranger, E., Stettbacher, H., Zürich/Berlin/Leipzig

PETEK, E. (1992). „Den Menschen zuhören, die Menschen anschauen.“ In: Schratz, M. (Hg.); „Mit den Sinnen begreifen.“. Österreichischer Studienverlag, Innsbruck, S. 135-149

PETER, E. (2004). „Der Öfläschchen-Versuch.“. In: Duit, R., Gropengießer, H., Stäudel, L.; „Naturwissenschaftliche Arbeiten. Unterricht und Material 5 – 10.“. Friedrich, Seelze-Velber, S.18 – 29

PICARD, M. (1956). „Jenes Bild, das sich auf das Urbild bezieht.“. In: Kern, E., „Wegweiser in der Zeitwende.“ Ernst Reinhardt Verlag. Basel

PICHT, G. (1990). „Kunst und Mythos. Mit einer Einführung von C.F. von Weizsäcker.“ Klett-Cotta, Stuttgart

PLANCK, M. (1965). „Vorträge und Erinnerungen.“ Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

- POMMERIN-GÖTZE, G.** (2005). „Zur Bildungssituation Jugendlicher mit Migrationshintergrund.“ In: Scheunpflug, A. (Hg.); „Nach PISA. Konsequenzen für Schule und Lehrerbildung nach zwei Studien.“. VS Verlag für Sozialwissenschaftler, Wiesbaden, S. 143-162
- POPHAM, W.-J.** (1971). „Performance test of teaching proficiency.“ In: American Education. Research Journal 1/1971
- POPP, W.** (1997): „Die Spezialisierung auf Zusammenhänge als regulatives Prinzip der Didaktik.“ In: Duncker, L., Popp, W.; „Über Fachgrenzen hinaus. Chancen und Schwierigkeiten des fächerübergreifenden Lehrens und Lernens.“ Bd.I. Dieck, Heinsberg, S.135-154
- PRENZEL, M.** (1988). „Die Wirkungsweise von Interesse.“ Westdeutscher Verlag; Opladen
- PRENZEL, M.** (2005). „PISA 2003. Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland – Was wissen und können Jugendliche?“ Waxmann, Münster
- RANG, B.** (1997). „Der systematische Ansatz von Husserls Phänomenologie der Natur.“ In: Böhme, G., Schiemann, G.; „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, S.85-119
- REDEKER, B.** (1995). „Martin Wagenschein phänomenologisch gelesen.“ Deutscher Studien Verlag, Weinheim
- REINERS, CH.** (1999). „Die Konstanz der Phänomene und der Wandel ihrer Deutung.“ In: Chemkon, 6 (1999), S.67-74
- RITZ-FRÖHLICH, G.** (1993). „Mit den Fragen der Kinder beginnt das Philosophieren.“ In: Ethik und Sozialwissenschaften, 1993 (4), S.421-423
- ROUSSEAU, J.-J.** (1978). „Emil oder über die Erziehung.“ Vollständige Ausgabe von Schmidts, L., Schöningh, Paderborn
- RUMPF, H.** (1981). „Die übergangene Sinnlichkeit. Drei Kapitel über die Schule.“ Juventa, München, die Vorrede zu „Die fröhliche Wissenschaft“
- SACHSSE, H.** (1979). „Was ist naturwissenschaftliche Bildung?“ MNU 29 (1979), S.260
- SACHSSE, H.** (1991). „Die Erkenntnis des Lebendigen als Voraussetzung der Umwelterziehung.“ In: Dahncke, H. (Hg.) „Der Schutz der natürlichen Umwelt und die Verantwortung der Bildungswissenschaften.“ Klinkhardt, Bad Heilbrunn
- SCHARF, V.** (1992). „Umwelterziehung als Erziehung zu mitmenschlichen Verhaltensweisen – Gedanken zu einem umweltorientierten Unterricht.“ In: Naturwissenschaften im Unterricht, Chemie. Heft 12, 9/1992
- SCHARF, V.** (2004). „G. S. Ohms Weg der Erkenntnis – das Wechselspiel von Empirie und Theorie. In: Hößle, C., Höttecke, D., Kircher, E. (Hg); „Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften.“. Schneider Verlag Baltmannsweiler, S. 148 – 161

SCHILLER, F. (1960). „Briefe über die ästhetische Erziehung des Menschen.“ Reble, A. Bad Heilbrunn

SCHOLZ, G. (1983). „Umwelterziehung ist unökonomisch.“ In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest, S.4

SCHRATZ, M. (HG), HIERDEIS, H. (1992). „Mit den Sinnen begreifen.“ Österreichischer Studienverlag, Innsbruck, Einleitung

SCHRÖDTER, H. (1984). „Erfahrungsoffener Unterricht.“ In: Burk, K.; „Kinder finden zu sich selbst.“ Arbeitskreis Grundschule e.V., Frankfurt am Main, S.37-49

SCHWEDES, H. (1973). „Affektive Erziehung im Physikunterricht?“. In: Schmidt, H. (Hg.); „Zur Didaktik der Physik und Chemie.“ Tagung 1972, Hannover, S. 170

SNOW, C.P. (1967). „Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz.“ Klett, Stuttgart

SOMMER, K. (2007). „Die Fachmethoden der Chemie.“. Aulis Verlag Deubner, Köln

STÄUDEL, L., WERBER, B., FREIMAN, T. (2002). „Naturwissenschaften verstehen und anwenden.“ Freidrich Verlag, Seelze

STORK, H. (1987). „Zum Chemieunterricht in der Sekundarstufe I.“ IPN Blätter Nr.4, Kiel

STRUBE, W. (1976). „Der historische Weg der Chemie. Von der Urzeit bis zur industriellen Revolution.“ VEB Deutscher Verlag, Leipzig

SUMFLETH, E. (1996). „Chemie verstehbar und verständlich – Anspruch und Wirklichkeit.“ In: Chemkon 3 (1996), S.167-171

TAYLOR, P., FRASER, B. (1991). „Development of an instrument for assessing constructivist learning environments. Roundtable at the annual meeting of the American Educational Research Association.“ Chicago

TENBRUCK, F.H. (1989). „Heinrich Rickert in seiner Zeit. Zur europäischen Diskussion über Wissenschaft und Weltanschauung.“. In: Oelkers, J., Schulz, W.K., Tenorth, H.-E.; „Neukantianismus“, Deutscher Studien Verlag, Weinheim, S. 79 – 106

THOMAS, P. (1997). „Leiblichkeit und eigene Natur.“ In: Böhme, G., Schiemann, G.; „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, S. 291-302

TYNDALL, J. (1867). „Die Wärme, betrachtet als eine Art der Bewegung“. Helmholtz, H. (Hg.), Vieweg, Braunschweig

WAGENSCHHEIN, M. (1975). „Verstehen lehren.“ Beltz, Weinheim und Basel

WAGENSCHHEIN, M. (1976). „Die pädagogische Dimension der Physik.“ Westermann, Braunschweig

WAGENSCHN, M. (1983a). „Wege zu einem anderen naturwissenschaftlichen Unterricht.“ In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest, S.15-18

WAGENSCHN, M. (1983). „Die beiden Monde. Zum Frieden zwischen zwei Weltauffassungen.“ In: Wagenschein, M.; Erinnerung für Morgen. Eine pädagogische Autobiographie. Beltz, Weinheim und Basel

WAGENSCHN, M. (1988). „Naturphänomene sehen und verstehen.“ Klett Verlag, Stuttgart

WATZLAWICK, P. (HG.) (1981): „Erfundene Wirklichkeit. Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben?“ Piper, München und Zürich

WELSCH, W. (1987). „Aisthesis. Grundzüge und Perspektiven der Aristotelischen Sinneslehre.“ Klett-Cotta, Stuttgart

WELTER, R. (1986). „Der Begriff der Lebenswelt. Theorien vortheoretischer Erfahrungswelt.“ Fink, München

WENINGER, J., PFUNDT, H. (1983). „Stoffe und Stoffneubildungen. Ein Weg zur Atomhypothese.“ 1.Teil, Klettbuch, Kiel

WENZEL, M. (1997). „Goethes naturwissenschaftliche Studien – Gegenstände, Leitgedanken, Zeitbezug.“ In: Böhme, G., Schiemann, G.; „Phänomenologie der Natur.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, S.44-63

WOYKE, A., SCHARF, V. (2004). „Aktuelle wissenschaftstheoretische Aspekte und deren Bedeutung für Ziele und Wege des Chemieunterrichts.“. In: Höhle, C., Höttecke, D., Kircher, E. (Hg); „Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften.“. Schneider Verlag Baltmannsweiler, S. 278 – 291

WULF, CHR. (1984). „Das gefährdete Auge. Ein Kaleidoskop der Geschichte des Sehens.“ In: Kamper, D.; Wulf, Chr. (Hg.); „Das Schwinden der Sinne.“ Suhrkamp, Frankfurt am Main, , S.21-45

ZABEL, J. (2003): „Was tut das Tier? Beobachten und Deuten lernen anhand von Verhaltensprotokollen.“. In: Duit, R., Gropengießer, H., Stäudel, L.; „Naturwissenschaftliche Arbeiten. Unterricht und Material 5 – 10.“. Friedrich, Seelze - Velber, S. 12 - 17

ZIETZ, K. (1983). „Kindgemäßer naturwissenschaftlicher Unterricht.“ In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; „Ein Reader zur aktuellen Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht.“ Soest, S.11-14

QUELLE DER BILDER

BILD 1:

http://www.oe-journal.at/Artikel/Albertina/albertina_duererHase.jpg
vom 06.10.08

BILD 2:

Gerda-Hein-Stiftung: http://www.gerda-henkel-stiftung.de/panorama_projekt.php?language=de&nav_id=341
vom 14.06.08

BILD 3:

http://www.reproarte.com/files/images/E/eyck_jan_van/0192-0011_arnolfini_doppelporraet.jpg
vom 03.08.08

BILD 4,5:

Monika Kuchnowski

ZITATE

1. Zitat von Binnig im Kap. 3.1.2.1

Zitiert in: Walch, J.: „Fertig ausgearbeitete Unterrichtsbausteine für das Fach Kunst.“ Weka Fachverlag, Kissing 1994

2. Zitat von Konfuzius im Kap. 3.1.3.2

<http://www.oehkindergarten.net/>

3. Zitat von Gögelein im Kap. 3.1.4.1

Gögelein, 1995, S.99

4. Zitat vom Augustinus im Kap. 3.3.2.1

http://books.google.com/books?id=B0f2RQbaOAUC&pg=PA270&lpg=PA270&dq=%22Ubi+amor,+ibi+oculus%22+augustinus&source=web&ots=ErLFwwVwIY&sig=Kj3R4zTOKl6WlNhEm1VXVmYEb7k&hl=en&sa=X&oi=book_result&resnum=1&ct=result vom 11.10.08

5. Zitat vom Schopenhauer im Kap. 3.3.3

Zitiert in: Freese, 1989, S.38

ANHANG

- Anhang A: Der Wissenstest nach der Intervention (WT 1)
- Anhang B: Der erweiterte Test nach der Intervention (ET 1)
- Anhang C: Der Wissenstest vier Monate nach Ende der Intervention (WT 2)
- Anhang D: Der erweiterte Test vier Monate nach Ende der Intervention (ET 2)
- Anhang E: Die Kategorien für die 8. Frage
- Anhang F: Die Kategorien für die 9. Frage
- Anhang G: Der Schülerfragebogen vor und nach der Intervention (SFB 1)
- Anhang H: Der PISA-Test nach der Intervention (PT 1)
- Anhang I: Der PISA-Test vier Monaten nach Ende der Intervention (PT 2)
- Anhang J: Der Lehrerfragebogen vor und nach der Intervention (LFB 1, LFB 2)
- Anhang K: Deskriptive Werte
- Anhang L: E-Mail aus der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ der Panofskygruppe
- Anhang M: Wahrnehmungsaufgaben aus dem ersten Abschnitt der Unterrichtseinheit „Chemische Reaktion“ der Panofskygruppe

ANHANG A: DER WISSENSTEST NACH DER INTERVENTION (WT 1)

Wissenstest zum Thema „Chemische Reaktion“

Es ist jeweils nur eine Antwort richtig!

1. Was kennzeichnet eine chemische Reaktion?
 - a) alle Stoffeigenschaften bleiben erhalten
 - b) Sauerstoff wird freigesetzt
 - c) ein neuer Stoff entsteht
 - d) Farbe und Form ändern sich
2. Eisenpulver und Schwefel werden in einem Reagenzglas intensiv vermischt und bei Zimmertemperatur heftig geschüttelt. Welcher Vorgang hat stattgefunden?
 - a) Mischung
 - b) chemische Reaktion
 - c) Entmischung
 - d) Verbrennung
3. Das Mischen von Alkohol und Wasser ist **keine** chemische Reaktion, weil
 - a) keine Wärme frei wird.
 - b) sich kein neuer Stoff bildet.
 - c) Alkohol sich nicht richtig in Wasser löst.
 - d) weil kein Sauerstoff beteiligt ist.
4. Magnesium und Sauerstoff vereinigen sich zu
 - a) Magnesiumsulfid
 - b) Magnesiumazid
 - c) Magnesiumoxid
 - d) Magnesiumcarbid
5. Ein Stoff, der aus Silber und Sauerstoff entsteht, muss
 - a) Quecksilber heißen.
 - b) Silberoxid heißen.
 - c) Silberbronze heißen.
 - d) Messing heißen.
6. Aus Magnesium und Sauerstoff entsteht ein Stoff, der
 - a) fest, weiß und geruchlos ist.
 - b) fest, farblos und geruchlos ist.
 - c) fest und weiß ist und einen stechenden Geruch hat.
 - d) fest, farblos und leicht brennbar ist.
7. Für welche chemischen Reaktionen gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse?
 - a) nur für Verbrennungen
 - b) nur für Reaktionen eines festen mit einem flüssigen Stoff
 - c) nur für Reaktionen mit festen Stoffen
 - d) für alle chemischen Reaktionen
8. Welche Bedeutung hat bei der Beschreibung einer chemischen Reaktion der Pfeil?
 - a) „wird vermischt mit“

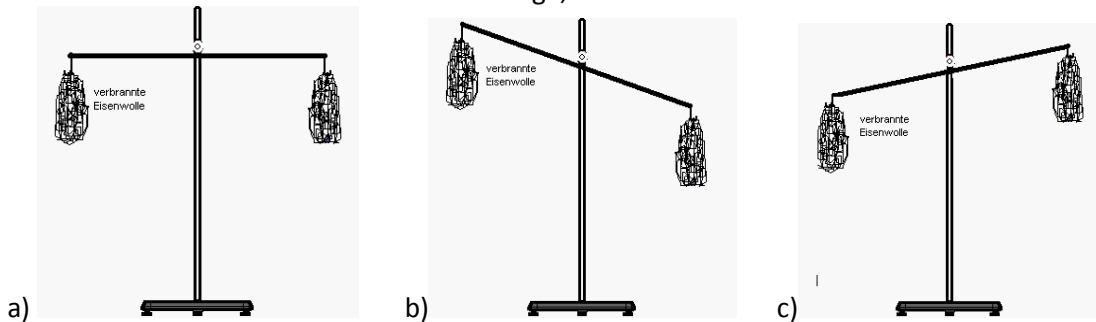
- b) „reagiert zu“
- c) „löst sich in“
- d) „verbrennt zu“

9. Ein Stück Eisenwolle wird im luftgefüllten, **geschlossenen** Gefäß auf einer Waage verglüht.

Man beobachtet:

- a) Massenzunahme
- b) Massenabnahme
- c) keine Massenveränderung
- d) kein sichtbares Reaktionsprodukt

10. Verbrennt Eisenwolle auf einer Balkenwaage, so beobachtet man



Begründe deine Antwort.

11. Ein Streichholz wird in einem Reagenzglas entzündet. Über das Reagenzglas ist ein Luftballon gestülpt, sodass das Reagenzglas abgeschlossen ist.

Michael behauptet nach dem Versuch: „Das Gesetz von der Erhaltung der Masse gilt nur für Reaktionen, die in einem geschlossenen Gefäß ablaufen.“ Lea widerspricht: „Das Gesetz gilt immer, und das Gefäß ist völlig gleichgültig! Wichtig ist, dass alle an der Reaktion beteiligten Stoffe berücksichtigt werden.“ Wer von den beiden hat Recht?

- a) Michael hat Recht
- b) Lea hat Recht
- c) keiner hat Recht
- d) beide haben Recht

Begründe deine Antwort.

12. Die Auspuffgase haben andere Eigenschaften als das Benzin und die Luft, die dem Motor zugeführt werden. Wie ist das möglich?

13. Bei welchen Vorgängen finden chemische Reaktionen statt:

(Es sind mehrere Antworten richtig!)

- a) Eis schmilzt
- b) Wasser kocht
- c) Eisen rostet
- d) Abbrennen einer Kerze
- e) Eine Kupferglocke wird gegossen
- f) Lösen von Zucker im Tee
- g) Papier wird zerrissen
- h) Benzin verbrennt
- i) Alkohol verdunstet
- j) Milch wird sauer
- k) Nudeln abgießen

ANHANG B: DER ERWEITERTE TEST NACH DER INTERVENTION (ET 1)

Erweiterter Test (ET1)

Die Antworten auf diese Fragen schreibe bitte **nicht** direkt dahinter. Für die Antworten steht Dir auf der folgenden Seite Platz zur Verfügung.

Bitte beantworte die Fragen nach bestem Wissen und Gewissen und vor allem **alleine**.

1. Nenne mind. 5 Stoffveränderungen, die in DEINER Umwelt stattfinden.
2. Stelle dir vor, vor dir steht eine Schale Kochsalz. Nenne alle Möglichkeiten, die du kennst, um das Salz zu untersuchen.
3. Stelle dir vor, du sollst einen Eiswürfel mit allen Sinnen untersuchen. Finde für jeden Sinn verschiedene Möglichkeiten.
4. Du backst zum ersten Mal ein Brot und musst dich über die Vorgehensweise informieren. Benenne Quellen, die dir bei der Lösung weiterhelfen könnten.
5. „Es ist wichtig mehrere Quellen zu befragen, um ein Problem zu lösen.“

ja

nein

Begründe deine Antwort.

6. Du sollst einen Kunststoff herstellen. Bevor du anfängst, hast du noch die Möglichkeit einem Chemiker 5 Fragen zu stellen. Welche wären das?
7. Wie teilt der Chemiker die Stoffveränderungen ein?
8. Nenne weitere Möglichkeiten, wie Stoffveränderungen eingeteilt werden können.
9. Stelle dir vor, dass für eine chemische Verbindung die Buchstaben AB, AC, BC stehen und für einzelne Elemente A, B, C. Stelle anhand der Buchstaben mögliche chemische Reaktionen dar.

Viel Erfolg!

ANHANG C: DER WISSENSTEST VIER MONATE NACH ENDE DER INTERVENTION (WT 2)

Wissenstest zum Thema „Chemische Reaktion“

1. Die Auspuffgase haben andere Eigenschaften als das Benzin und die Luft, die dem Motor zugeführt werden. Wie ist das möglich?
2. Bei welchen Vorgängen finden chemische Reaktionen statt:
(Es sind mehrere Antworten richtig!)
 - a) Eis schmilzt
 - b) Wasser kocht
 - c) Eisen rostet
 - d) Abbrennen einer Kerze
 - e) Eine Kupferglocke wird gegossen
 - f) Lösen von Zucker im Tee
 - g) Papier wird zerrissen
 - h) Benzin verbrennt
 - i) Alkohol verdunstet
 - j) Milch wird sauer
 - k) Nudeln abgießen

Ab hier ist jeweils nur eine Antwort richtig!

3. Was kennzeichnet eine chemische Reaktion?
 - a) alle Stoffeigenschaften bleiben erhalten
 - b) Sauerstoff wird freigesetzt
 - c) ein neuer Stoff entsteht
 - d) Farbe und Form ändern sich
4. Eisenpulver und Schwefel werden in einem Reagenzglas intensiv vermischt und bei Zimmertemperatur heftig geschüttelt. Welcher Vorgang hat stattgefunden?
 - a) Mischung
 - b) chemische Reaktion
 - c) Entmischung
 - d) Verbrennung
5. Das Mischen von Alkohol und Wasser ist **keine** chemische Reaktion, weil
 - a) keine Wärme frei wird.
 - b) sich kein neuer Stoff bildet.
 - c) Alkohol sich nicht richtig in Wasser löst.
 - d) weil kein Sauerstoff beteiligt ist.
6. Aus Magnesium und Sauerstoff entsteht ein Stoff, der
 - a) fest, weiß und geruchlos ist.
 - b) fest, farblos und geruchlos ist.
 - c) fest und weiß ist und einen stechenden Geruch hat.
 - d) fest, farblos und leicht brennbar ist.

7. Für welche chemischen Reaktionen gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse?
 - a) nur für Verbrennungen
 - b) nur für Reaktionen eines festen mit einem flüssigen Stoff
 - c) nur für Reaktionen mit festen Stoffen
 - d) für alle chemischen Reaktionen

8. Ein Stück Eisenwolle wird im luftgefüllten, **geschlossenen** Gefäß auf einer Waage verglüht. Man beobachtet:
 - a) Massenzunahme
 - b) Massenabnahme
 - c) keine Massenveränderung
 - d) kein sichtbares Reaktionsprodukt

9. Ein Streichholz wird in einem Reagenzglas entzündet. Über das Reagenzglas ist ein Luftballon gestülpt, sodass das Reagenzglas abgeschlossen ist. Michael behauptet nach dem Versuch: „Das Gesetz von der Erhaltung der Masse gilt nur für Reaktionen, die in einem geschlossenen Gefäß ablaufen.“ Lea widerspricht: „Das Gesetz gilt immer, und das Gefäß ist völlig gleichgültig! Wichtig ist, dass alle an der Reaktion beteiligten Stoffe berücksichtigt werden.“ Wer von den beiden hat Recht?
 - a) Michael hat Recht
 - b) Lea hat Recht
 - c) keiner hat Recht
 - d) beide haben Recht

Viel Erfolg!

ANHANG D: DER ERWEITERTE TEST VIER MONATE NACH ENDE DER INTERVENTION (ET 2)

Erweiterter Test (ET2)

Die Antworten auf diese Fragen schreibe bitte **nicht** direkt dahinter. Für die Antworten steht Dir auf der folgenden Seite Platz zur Verfügung.

Bitte beantworte die Fragen nach bestem Wissen und Gewissen und vor allem **alleine**.

1. Nenne mind. 5 Stoffveränderungen, die in DEINER Umwelt stattfinden.
2. Stelle dir vor, vor dir steht eine Schale Kochsalz. Nenne alle Möglichkeiten, die du kennst, um das Salz zu untersuchen.
3. Du sollst einen Kunststoff herstellen. Bevor du anfängst, hast du noch die Möglichkeit einem Chemiker 5 Fragen zu stellen. Welche wären das?
4. Nenne Möglichkeiten, wie Stoffveränderungen eingeteilt werden können.

Viel Erfolg!

ANHANG E: DIE KATEGORIEN FÜR DIE 8. FRAGE

Kategorien für die Frage 8; „Stell dir vor, du sollst jemandem erklären, was Chemie ist. Was fällt dir dazu ein?“

1. Bewertung „positiv“

Die Bewertung bezieht sich sowohl auf das Schulfach Chemie¹, auf die Wissenschaft Chemie², als auch auf chemische Inhalte³ beziehungsweise auf die positive Bewertung ohne Angaben darüber, was bewertet wurde⁴. Zudem wurden die Aussagen, dass Chemie⁵, der Chemieunterricht⁶ oder chemische Inhalte⁷ „wichtig“ sind, auch der Kategorie „positiv“ zugeordnet.

¹ „Ich würde ihm sagen: es ist ein lehrreiches Fach, es bringt Spaß und man lernt was für's Leben.“

² „Notwendige Wissenschaft, wird gebraucht, ohne geht es nicht, gefährlich aber interessant.“

³ „[...] Du lernst was chemische Reaktionen sind und andere interessante Sachen.“

⁴ „Geil und interessant.“

⁵ „Chemie ist ein wichtiger und sehr interessanter Bereich, wo man mit Stoffen arbeitet, die sehr wichtig sind für das Leben, den Alltag.“

⁶ „Es ist ein Fach in der Schule, welches sehr wichtig für einige Berufe ist, aber auch im Haushalt.[...]“

⁷ „Chemie ist ein Fach wo man wichtige Sachen für Alltag lernen kann [...]“

2. Bewertung „negativ“

Als „negative Bewertung“ wurden Aussagen bezeichnet welche Chemie oder Chemieunterricht als langweilig bezeichnet haben¹ (8 von 13 Negativaussagen!) oder andere deutliche Negative Äußerungen².

¹ „Das ist langweilig man! Rette sich wer kann!!!“

² „Chemie ist ein Schulfach! Interessant mich kaum das Fach!“

3. Keine Aussage

Zu dieser Kategorie gehören nicht nur fehlende Antworten, sondern auch geäußertes Nicht-Wissen, wie: „nichts“; „K.P.“; „Keine Ahnung“

4. Beschreibung als Experiment

Dieser Kategorie wurden Aussagen zugeordnet in welchen das Experimentieren¹ explizit erwähnt wurde oder der Experimentiervorgang² beschrieben wurde. Ein Versuch zählte nicht zu dieser Kategorie, sondern wurde der Kategorie „Stoffliches“ zugeordnet, außer es wurde der Sinn/das Ziel eines Versuches dargestellt.

¹ „Man macht Experimente“

² „Sachen durch Versuche zu verstehen [...]“

5. Beschreibung als **Stoffliches**

Hierunter fallen alle Aussagen welche von Stofflichkeit (Chemikalien, Stoffeigenschaften, Elemente)¹, den Reaktionen von Stoffen² oder Versuchen³ sprechen.

¹ „Im Chemieunterricht arbeiten wir mit verschiedenen Stoffen.“;

„Chemie hat was mit Säuren zu tun.“

² „In der Chemie geht es größtenteils um Stoffe und ihre Reaktionen.“

³ „Es ist ein Fach, in dem man viele Versuche macht.“

6. Beschreibung als **Schulfach**

Alle Aussagen, die das Wort Fach¹/–fach² und/oder Unterricht³/-unterricht⁴ enthalten, wurden dieser Kategorie zugeordnet.

¹ „Chemie ist ein Fach.“

² „Chemie ist ein interessantes Schulfach.“

³ „Chemie ist Unterricht, der sich mit Stoffen beschäftigt.“

⁴ „Im Chemieunterricht lernt man verschiedene Stoffe kennen.“

7. Beschreibung als **Definition**

Als Definitionen haben wir Ein-Satz-Aussagen welche von der Lehre¹ (der Stoffe, Atome, Eigenschaften, Aufbau, Veränderungen) und oder Wissenschaft² sprechen bezeichnet.

¹ „Chemie ist die Lehre der Stoffe.“

² „Chemie ist eine Wissenschaft (Naturwissenschaft).“

8. Beschreibung als **Nützlich**

Im Prinzip geht es hier darum aufzuzeigen, wozu Chemie gut ist. Das heißt wenn der Bezug zum Alltag hergestellt wird und/oder deren Nützlichkeit¹ genannt wird oder explizit gesagt wird, dass Stoffe hergestellt werden².

¹ „Beschäftigt sich mit technischen Dingen, naturwissenschaftlichen Dingen und Dingen aus dem Alltag. Ich würde ihm ein Bsp. geben, dass man z.B. NIE Wasser zu brennendem Fett geben darf!!! Weil sonst durch eine chemische Reaktion eine Explosion entstehen kann.“

„Chemie ist die Welt, es macht Spaß, man lernt viel über die Natur, z.B. Bäume, Büsche und Pflanzen. Man lernt wie man mit Stoffen umgehen sollte, bevor etwas Schlimmes geschieht z.B. der Fall in unserer Schule, den der Hausmeister angerichtet hat.

„Chemie ist das Verstehen und Herausfinden von chemischen Reaktionen. Man untersucht wie verschiedene Stoffe aufeinander reagieren oder warum sie das tun. Oft werden Experimente durchgeführt, deren „Ergebnisse“ sogar manchmal im Alltag nützlich sind.“

² „In der Chemie stellt man fest, woraus Stoffe bestehen. Man verändert oder erschafft neue Stoffe.“

9. Beschreibung als **Erkenntnis**

Diese Kategorie umfasst alle Aussagen, bei denen deutlich wird, dass etwas über das Fachliche/Unterrichtliche hinaus erkannt¹ oder erklärt² wird.

¹ „Chemie ist, sich mit seiner Umgebung zu befassen, wie so etwas sein kann oder etwas für uns eigentlich völlig normal ist, wird zu einem spannenden Projekt. Es geht darum, Dinge zu erkennen und zu begreifen.“

„Chemie ist eigentlich unsere Welt, weil unsere ganze Welt aus Stoffen besteht.“

² „Chemie ist meistens eine Erklärung für Alltagsdinge. Durch Experimente und Versuche mit Stoffen usw. lassen sich die meisten Dinge im Alltag erklären.“

- „Chemie gibt es um Dinge in der Natur/Welt besser zu verstehen oder Sachen erläutern zu können.“

10. Sonstiges

Alles was nicht eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden kann.

„Man lernt auch viel unaussprechbare Wörter“; „Ein Fach wo viel geredet wird“

„Man muss aber auch viel schreiben“; „Verschiedene Formeln muss man kennen“

(Von 642 Antworten stimmten wir bei 33 nicht überein. Dh. Bei 5,14 %

Nicht übereinstimmen hieß, dass eine Antwort unterschiedlich interpretiert wurde.)

ANHANG F: DIE KATEGORIEN FÜR DIE 9. FRAGE

Kategorien für die Frage 9; „Was glaubst du, womit sich ein Chemiker beschäftigt und wie er arbeitet? Schreibe in ein paar kurzen Sätzen deine Ideen auf!“

1. Der Umweltforscher

Dabei handelt es sich um einen Freund der Menschen und der Umwelt¹. Einen Forscher, der den Alltag und die Erde erforschen und verbessern möchte. Es geht hier aber nicht um Alltagsverbesserung durch bessere/neue Waschpulver, solche Verbesserungsvorschläge wurden der 3. Kategorie „der Hersteller vom Innovativen“ zugeordnet. Es sei denn es geht um die Entwicklung von lebensnotwendigen Hilfsgütern wie Medizin² oder umweltschonendere Erzeugnisse wie Treibstoff³.

¹ „Sie wollen uns das Leben erleichtern.“; „alltägliche Dinge, ungeklärte Dinge zu begründen, schwierige Sachen zu erklären, den Menschen etwas näher zu bringen, z.B. durch Experimente.“; „Viele Chemiker arbeiten an Waffen, wie z.B. die A-Bombe, Wasserstoffbombe usw. Es gibt aber auch welche, die arbeiten an nützlichen Erfindungen.“

² „Sie versuchen Medizin für Krankheiten zu finden, für die es noch keine Medizin gibt. Er versucht Stoffe herzustellen, die wichtig sind, wie z.B. Medikamente gegen Krebs oder AIDS.“

³ „Er experimentiert um neue Stoffe für die Umwelt zu finden, z.B. neuen Treibstoff für die Autos.“;

2. Der Denker (beantwortet Fragen, sucht Ideen, löst Probleme)

Einer der theoretisch Fragestellungen und Problemen der Umwelt nachgeht.¹ Hierhin wurden auch Aussagen zugeordnet in denen nicht eindeutig gesagt wurde ob es sich um eine Handlung handelt.² Auch wenn ein erkenntnisweg dargestellt oder angedeutet wird, werden die Aussagen dem „Denker“ zugeordnet.³

¹ „Ich denke, Chemiker denken auch viel nach über das, was sie machen.“; „Ein Chemiker denkt über Probleme heutiger Zeit nach und sucht eine Lösung.“; „Er ist sehr oft am Überlegen und versucht Zusammenhänge zu finden. Er denkt darüber nach, wie man neue Stoffe herstellen könnte.“

² „Ein Chemiker beschäftigt sich z.B. mit der Erklärung von Ereignissen und wieso sie passieren.“

³ „Ein Chemiker informiert sich erst über seine Tätigkeit, ob schon mal jemand so etwas gemacht hat. Danach stellt er sich vor wie er vorgehen wird. Danach führt er seinen Versuch durch.“; „Er setzt sich ein Ziel und versucht dann es durch Reserche und Experimente, Beobachtungen Erklärungen zu erreichen.“

3. Der Hersteller vom Neuen/Innovativen

Diese Kategorie umfasst alle Aussagen der Schüler welche den Aspekt des Forschens und Entwickelns am Neuen, Innovativen in den Vordergrund stellen.¹

¹ „Er entwickelt oder Erfindet neue Sachen oder Gegenstände.“; „Er will etwas Neues/einen neuen Stoff entdecken/entwickeln, die für jemanden nützlich sein können. Er will noch mehr Ungewissheiten erforschen.“; „Ich glaube er beschäftigt sich damit neue Dinge zu entwickeln die es noch nicht gibt oder andere Sachen die es schon gibt besser zu machen z.B. verkleinern.“

4. Der Arbeiter

Dieser Kategorie wurden Aussagen zugeordnet in welchen der Chemiker als jemand dargestellt wird, der etwas einfach tut (testet, untersucht etc.)¹, sich mit Sachen beschäftigt², an ihnen arbeitet³.

¹ „Ich glaube, dass diese Leute die Reaktion auf verschiedene Stoffe testen.“; „Chemikalien zusammen mixen“

² „Er beschäftigt sich mit Atomen.“; „Chemiker beschäftigen sich mit Stoffen. Sie arbeiten meistens sehr lange an einem Thema, denk ich.“

³ „Ein Chemiker **arbeitet** an Experimenten.“; „Er **arbeitet** oft mit Chemikalien und hat ein paar Mitarbeiter.“

5. Der Mensch im Labor

Hierunter fallen alle Aussagen welche den Chemiker im Labor darstellen¹, eine Labortätigkeit andeuten lassen² bzw. eine Mischung beider Aussagen sind.³

¹ „Er sitzt Tag und Nacht in seinem Labor.“; „Er steht den ganzen Tag im Labor und sucht unter Zeitdruck alle möglichen Sache, fast wie ein Weltmeister.“; „Ich denke, ein Chemiker hat zu Hause ein eigenes Labor und führt dort viele wichtige Experimente durch.“

² „Er muss Schutzbrillen und Schutzanzüge anziehen.“; „Chemiker arbeiten im weißen Mantel und haben eine Brille auf der Nase.“; „Mit einem Chemiekasten, mit einem Kittel und einer Schutzbrille.“

³ „Er ist im weißen Kittel und macht irgendwelche Versuche im Labor.“

6. Beschreibung der Arbeit

Alle Aussagen, welche die Arbeit eines Chemikers mit Adjektiven beschreiben.

¹ „Ein Chemiker arbeitet: genau, zielstrebig, zuverlässig, selbstsicher, pingelig und muss alles beweisen.“; „Er arbeitet konzentriert und genau, ebenfalls sicher und verbissen.“; „Er Arbeitet genau und vor allem immer geschützt, falls was passiert.“; „Er arbeitet wahrscheinlich sorgfältig und genau oder einfach nach Kopf.“; „Ich glaube, Chemiker arbeiten viel und sicher.“; „Er arbeitet konzentriert und mit Freude.“

7. Sonstiges

„Der Beruf ist für manche spannend.“; „Er reist viel.“; „Er setzt seine Gesundheit auf's Spiel.“;

„Macht nix für sein Geld.“; „Vielleicht guckt ein Chemiker viele naturwissenschaftliche Sendungen.“; „Er büffelt, schwitzt und denkt bis zum umfallen.“; „Er arbeitet mit einer Brille Tag und Nacht und hat keine Freunde.“; „Wie sie die Welt in die Luft jagen.“

8. Keine Antwort

Zu dieser Kategorie gehören nicht nur fehlende Antworten, sondern auch geäußertes Nicht-Wissen, wie: „nichts“; „K.P.“; „Keine Ahnung“

(Von 642 Antworten stimmten wir bei 34 nicht überein. Dh. Bei 5,29 % Nicht übereinstimmen hieß, dass wir eine Antwort unterschiedlich interpretiert haben.)

ANHANG G: DER SCHÜLERFRAGEBOGEN VOR DER INTERVENTION (SFB 1)

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

In diesem Fragebogen findest du Fragen

- **zur Chemie und**
- **zum Chemieunterricht.**

Bitte lies dir jede Frage sorgfältig durch und beantworte sie so genau wie möglich. Dabei gibt es keine „falschen“ Antworten. Gib einfach die Antworten, die **für dich** am besten passen.

Mache als Antwort ein Kreuz in die Kästchen ✕

Wenn du deine Antwort auf eine Frage ändern möchtest, male das Kästchen mit der ersten Antwort gut aus und mache ein Kreuz in das richtige Kästchen.

Zunächst einige Angaben zu deiner Person:

Datum:

Ich bin geboren im Monat _____ Jahr 19 ____

Ich bin ein Mädchen ein Junge

Die ersten beiden Buchstaben im Vornamen meiner Mutter sind _____

Die ersten beiden Buchstaben im Vornamen meines Vaters sind _____

Meine Schule ist in.. _____ Ort: _____

Zeugnisnoten im letzten Schuljahr:

Chemie: _____

Biologie: _____

Deutsch: _____

1. **Wie sehr oder wie wenig interessierst du dich für die folgenden Themen aus der Chemie?**

*Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.*

	Mein Interesse daran ist:			
	sehr groß	eher groß	eher gering	sehr gering
Mehr darüber erfahren, wie chemisch-technische Verfahren ablaufen (z.B. Schwefelsäure-Produktion)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehr darüber erfahren, wie Naturerscheinungen entstehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehr Einblick erhalten, wie Chemie im Alltag genutzt wird (z.B. bei Reinigung, Kosmetik, Ernährung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehr über chemische Gesetze erfahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehr chemisches Wissen erhalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stoffe verändern und die Bestandteile untersuchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemisches Wissen nutzen, um selber Stoffe herzustellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehr darüber erfahren, wie Chemiker denken und arbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. **Gib bitte an, wie oft du die folgenden Dinge, die mit Chemie zu tun haben, in deiner Freizeit tust.**

*Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.*

	sehr oft	eher oft	eher selten	nie
Naturwissenschaftliche Fernsehsendungen ansehen, die mit Chemie zu tun haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bücher lesen, die Themen aus dem Bereich der Chemie behandeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Zeitungen oder Zeitschriften Berichte über chemische Themen lesen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mich im Internet mit chemischen Themen beschäftigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In einem Lehrbuch, Nachschlagewerk (Lexikon) oder woanders nachlesen, wenn eine chemische Frage auftaucht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über die Dinge sprechen, die ich im Chemieunterricht erlebt habe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken, die wir im Chemieunterricht gesehen oder angesprochen haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Büchern nachlesen, um mehr Informationen über das im Unterricht behandelte Thema zu bekommen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehr Informationen über die Experimente sammeln, die wir im Chemieunterricht durchgeführt haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Experimente, wie wir sie im Unterricht durchgeführt haben, bearbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Im Folgenden findest du Gründe für das Lernen von Chemie.

Gib bitte jeweils an, inwieweit die aufgeführten Aussagen deiner Meinung nach stimmen.

*Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.*

	stimmt vollkommen	stimmt überwiegend	stimmt zum Teil	stimmt gar nicht
Mit Chemie kann man viele Vorgänge in der Natur erklären	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit Chemie kann man verstehen, wie technische Geräte arbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit Chemie kann man viele Ereignisse aus dem Alltag erklären	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemie ist für viele Berufe wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemie hat zahlreiche praktische Anwendungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemie ist ein Gebiet, das in Zukunft immer bedeutender wird	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemie hat zu technischen Entwicklungen geführt, die die Welt zerstören	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Wie sieht euer Chemieunterricht aus?

Wir möchten gerne wissen, wie der Chemieunterricht bei eurem Lehrer/eurer Lehrerin aussieht. Bitte gib an, wie oft die folgenden Tätigkeiten in deinem Chemieunterricht in der Regel vorkommen.

Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.

	in fast allen Stunden	oft	manchm al	selten	nie
Unser Lehrer/unsere Lehrerin bemüht sich, möglichst viele Schülerinnen und Schüler in den Unterricht einzubeziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Chemieunterricht entwickeln oder vervollständigen wir eigene Untersuchungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir lesen aus dem Chemiebuch vor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unser Lehrer/unsere Lehrerin versucht, Begriffe aus dem Chemieunterricht zu Themen aus dem Alltag in Beziehung zu setzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir benutzen die im anderen Unterrichtsfach erworbenen Kenntnisse, um Chemie besser zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir erläutern unsere Gedankengänge, wenn Fragen zu beantworten sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unser Lehrer/unsere Lehrerin stellt uns Fragen, die man mit einem oder zwei Worten beantworten kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir unterrichten uns gegenseitig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir präsentieren uns gegenseitig Arbeitsergebnisse oder Experimente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir beteiligen uns an Untersuchungen außerhalb des Chemieunterrichts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ein neues Thema eingeführt wird, fragt uns unser Lehrer/unsere Lehrerin, was wir über dieses Thema schon wissen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir diskutieren im Chemieunterricht über aktuelle Ereignisse, die mit Chemie verbunden sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unser Lehrer/unsere Lehrerin fordert uns auf, uns Begriffe und Prinzipien gegenseitig zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir nutzen moderne Technologien, um Chemie zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wir bearbeiten Tests mit Kurzantworten (z.B. multiple choice-Aufgaben, Lückentexte).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn unser Lehrer/unsere Lehrerin Begriffe erklärt, zeigt er/sie uns Experimente zur Veranschaulichung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir arbeiten wie Wissenschaftler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unser Lehrer/unsere Lehrerin gibt uns Zeit, über unsere Antworten auf Fragen nachzudenken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir führen selber Experimente durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir arbeiten an umfangreichen chemischen Untersuchungen oder Projekten (eine Woche oder mehr).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In unserem Chemieunterricht können sich nur einige Schülerinnen und Schüler aktiv beteiligen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir haben die Möglichkeit, auf andere Weise als durch Klassenarbeiten und Tests zu zeigen, was wir im Chemieunterricht gelernt haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir arbeiten an der Lösung von Alltagsproblemen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unser Lehrer/unsere Lehrerin benutzt andere Medien als das Lehrbuch (z.B. Videos, Software, CDs, digitale Kameras oder Computer).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir beurteilen unseren eigenen Lernerfolg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Lernen im Chemieunterricht

Im Chemieunterricht lernt ihr viele Dinge. Gib bitte an, wie sehr du die folgenden Begriffe mit dem Lernen im Chemieunterricht verbindest.

Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.

	sehr ähnlich		→ → → →		nicht ähnlich	
sich anstrengen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
arbeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aufgaben bearbeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
begreifen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
beobachten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
büffeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
entscheiden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erfahrungen machen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
erkennen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich etwas einprägen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
etwas beherrschen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
frustriert sein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nachdenken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Probleme lösen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
schwitzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich sorgen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich verändern	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spaß haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
verpflichtet sein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
verstehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wachsen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zweifeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich zwingen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Neue Dinge kann man auf unterschiedliche Art und Weise lernen. Gib bitte für jede Aussage an, wie häufig diese für dich im Chemieunterricht dieses Jahres zutraf:

*Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.*

	fast immer	oft	manchmal	fast nie
Im Chemieunterricht dieses Schuljahres..				
...bin ich mitgekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...habe ich alles nachvollziehen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...sind mir viele Ideen durch den Kopf gegangen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...habe ich über die Lerninhalte gründlich nachgedacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...wurde mir klar, was bei den einzelnen Themen wichtig und was eher unwichtig ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...habe ich versucht, Zusammenhänge zu sehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...war mir klar, wozu die Lerninhalte wichtig sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...hat der Lehrer/die Lehrerin die Inhalte verständlich erklärt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...war der Lehrer/die Lehrerin selbst mit Freude dabei.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...habe ich mich in der Klasse wohl gefühlt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...hat uns der Lehrer/die Lehrerin viel zugetraut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...war der Lehrer/die Lehrerin offen für unsere eigenen Beiträge.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7. Im Folgenden findest Du einige Aussagen darüber, wie man bestimmte Situationen oder Erscheinungen erleben kann.
Gib bitte an, wie Du solche Situationen erlebst**

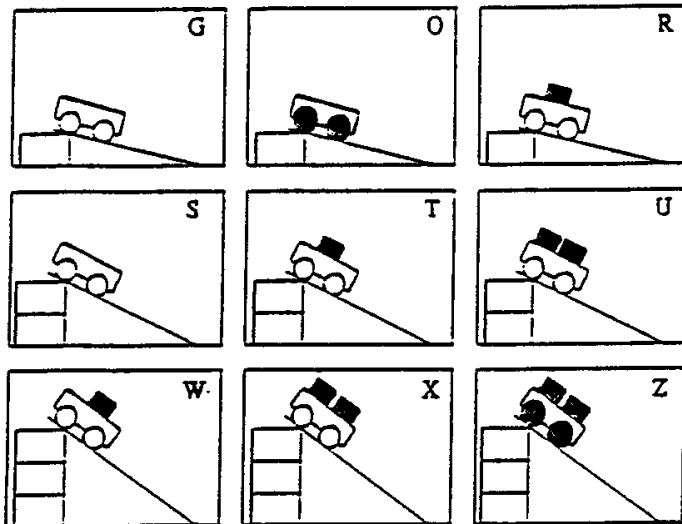
	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
1. Wenn ich eine unterirdische Höhle mit Tropfsteinen oder Bergkristallen besichtige, beeindruckt mich das.	[]	[]	[]	[]
2. Wenn ich neue leistungsfähigere chemisch-technische Anwendungen sehe (z.B. Batterien, die in Fotoapparaten Filmtransport, Belichtungs- und Entfernungssteuerung regeln und den Blitz über zwei Jahre versorgen), dann fasziniert mich das.	[]	[]	[]	[]
3. Wenn ich sehe, wie durch einfache chemische Versuche Stichflammen oder Explosionen hervorgerufen werden können, dann fasziniert mich das.	[]	[]	[]	[]
4. Wenn ich sehe, wie die Blätter der Bäume im Herbst ihre Farben von Grün nach gelb-braun bis golden-rot verändern, dann bewegt mich das innerlich.	[]	[]	[]	[]
5. Wenn ich die farbig leuchtende Pracht eines Feuerwerks erlebe, dann begeistert mich das.	[]	[]	[]	[]
6. Wenn ich sehe, dass Tiere, wie z.B. Hummer oder Krebse mit Panzern ausgestattet sind, die Eigenschaften wie modernste Kunststoffe aufweisen, dann fasziniert mich das.	[]	[]	[]	[]
7. Wenn ich überlege, dass die Energie für das Fortbewegen tonnenschwerer Fahrzeuge aus wenigen Litern Benzin stammt, dann beeindruckt mich das.	[]	[]	[]	[]
8. Wenn ich durch das Zusammengeben unscheinbarer Flüssigkeiten herrliche aromatische Düfte oder prächtige Farben erzielen kann, dann fasziniert mich das.	[]	[]	[]	[]
9. Wenn ich bedenke, welche enormen Kräfte durch gefrierendes Wasser freigesetzt werden, so dass sogar Felsen gesprengt werden können, dann beeindruckt mich das.	[]	[]	[]	[]

**8. Stell dir vor, du sollst jemandem erklären, was Chemie ist.
Was fällt dir dazu ein?**

9. Was glaubst du, womit sich ein Chemiker beschäftigt und wie er arbeitet? Schreibe in ein paar kurzen Sätzen deine Ideen auf!

10. Vermutung und Experiment

Die Zeichnungen zeigen mehrere Versuche, die Andrea mit Wagen mit unterschiedlich großen Rädern durchgeführt hat. Sie hat sie von unterschiedlichen Höhen hinabrollen lassen. Die Blöcke, die sie hineingelegt hat, hatten alle die gleich Masse.



Sie möchte folgende Vermutung überprüfen: Je schwerer ein Wagen ist, desto größer ist seine Geschwindigkeit am Fuße der Rampe. Welche drei Versuche sollte sie vergleichen?

- G, T und X
- O, T und Z
- R, U und Z
- S, T und U
- S, W und X

11. Messen

Wenn Wissenschaftler irgendeine Größe mehrere Male sorgfältig messen, erwarten sie, dass

- alle Messwerte genau übereinstimmen
- nur zwei der Messwerte genau übereinstimmen
- alle Messwerte bis auf einen genau übereinstimmen
- die meisten Messwerte nahe beieinander liegen, jedoch nicht genau übereinstimmen.

12. Gib bitte an, wie oft du die folgenden Dinge, die mit Kunst zu tun haben, in deiner Freizeit tust.

*Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.*

	sehr oft	eher oft	eher selten	nie
Fernsehsendungen ansehen, die mit Kunst zu tun haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bücher lesen, die Themen aus dem Bereich der Kunst behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Zeitungen oder Zeitschriften Berichte über künstlerische Themen lesen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mich im Internet mit künstlerischen Themen beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In einem Lehrbuch, Nachschlagewerk (Lexikon) oder woanders nachlesen, wenn eine künstlerische Frage auftaucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über die Dinge sprechen, die ich im Kunstunterricht erlebt habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken, die wir im Kunstunterricht gemacht, gesehen oder angesprochen haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Büchern nachlesen, um mehr Informationen über das im Kunstunterricht behandelte Thema zu bekommen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zu den im Kunstunterricht behandelten Themen zu Hause ein Bild malen/zeichnen (z.B. Graffiti) und/oder ein Objekt erstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kunstabilder oder -objekte, wie wir sie im Unterricht angefertigt haben, auch zu Hause anfertigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Ich finde das Fach Kunst

- interessant
- mittelmäßig
- langweilig
- sehr langweilig

So, geschafft! Herzlichen Dank für Deine Mitarbeit!

ANHANG H: DER PISA-TEST NACH DER INTERVENTION (PT 1)

PISA - AUFGABEN

I Reinigung eines elektrischen Wasserkessels

Der elektrische Wasserkessel in der Küche ist verkalkt. Eine dünne Kalkschicht befindet sich am Kesselrand. Hanna und Christian wollen helfen und den Kessel vom Kalk befreien.

Aufgaben

1. Christian schlägt vor, den Kessel mit einer konzentrierten Lösung aus Spülmittel und Wasser aufzukochen.

Es passiert leider kaum etwas, denn der Kalkbelag ist immer noch vorhanden.

Was glaubst du ist geschehen?

Kreuze an:	stimmt	stimmt nicht
1. Spülmittel reagiert nur in der Hitze mit Kalk		
2. Es war zu wenig Spülmittel in der Lösung		
3. Spülmittel reagiert nicht mit Kalk		
4. Spülmittel reagiert gut mit Kalk		
5. Spülmittel bildet mit Kalk lösliche Verbindungen		

Eine Antwort ist richtig!

2. Jetzt hat Hanna eine neue Idee. Sie erinnert sich, dass ihre Mutter einmal Essigsäure genommen hat, um den Kessel zu reinigen.

Als sie die Essigsäure in den Wasserkessel gießt, sprudelt es heftig und nach einiger Zeit ist der Kalkbelag verschwunden.

Was ist passiert?

Hanna meint, der Kalk hat sich nur aufgelöst, aber mit der Essigsäure ist nichts passiert.

Dagegen meint Christian, auch die Essigsäure muss sich verändert haben, wenn der Kalk sich löst?

Wer hat Recht? Hanna oder Christian?

Kreuze an:

Hanna hat Recht, weil

Christian hat Recht, weil

3. „Wieso sprudelt es, wenn die Essigsäure in den Kessel gegeben wird?“ fragt plötzlich Hanna. Dabei kocht das Wasser gar nicht, weil es kalt ist. Als sie aber genauer das Wasser beobachten, sehen sie kleine Gasbläschen aufsteigen.

Woher stammt das Gas? Kommt es aus der Essigsäure oder dem Kalkstein?

Um diese Frage zu beantworten, machen Hanna und Christian ein kleines Experiment: Sie geben Essigsäure auf einen Kalkstein!

Wieder sprudelt es heftig. „Das nützt uns ja gar nichts“, meint Christian. „Wir wissen immer noch nicht, ob das Gas aus dem Kalk oder der Essigsäure stammt.“

Schlage ein Experiment vor, wie Hanna und Christian erkennen können, ob das Gas aus dem Kalk oder der Essigsäure stammt.

Vorschlag:

Hanna und Christian sollten _____

II Der Stein der Weisen

Im Mittelalter glaubte man fest, dass mit dem „Stein der Weisen“ alle Stoffe in alle anderen Stoffe umgewandelt werden können. Leider hat man diesen schönen „Stein“ bis heute nicht gefunden – vermutlich weil es ihn gar nicht gibt.

Trotzdem lassen sich heute viele neue Stoffe herstellen auch ohne diesen „Stein der Weisen“.

Aufgabe

1. Selbst Gold kann man heute herstellen – oder nicht?
Aus welchen Stoffen kann man Gold herstellen?

Kreuze an:	stimmt	stimmt nicht
1. Aus reinem Silber		
2. Aus Eisenverbindungen		
3. Aus Goldverbindungen		
4. Aus keinem Stoff		
5. Aus der Glut der Holzkohle		

Eine Antwort ist richtig!

2. Allgemein lässt sich eine chemische Reaktion als Wortgleichung schreiben:

A und B reagieren zu C und D

Dazu ein Beispiel:

Lange bekannt ist die Schwefelherstellung aus einer Schwefelverbindung mit Kohle. Dabei wird die Schwefelverbindung mit Kohle in einem Ofen hoch erhitzt und es entsteht Schwefeldampf und ein Gas.

Aufgabe

a) Für diese Herstellung von Schwefel soll die oben aufgeführte allgemeine Wortgleichung A und B werden C und D konkret ausgefüllt werden.

Gib an, was „Schwefeldampf“, „Schwefelverbindung“, „Kohle“ und „Gas“ ist.

A = _____ B = _____

C = _____ D = _____

b) Stoff A und Stoff B reagieren zu den Stoffen C und D.

Berechne:

Es reagieren 64.000 Tonnen A mit 12.000 Tonnen B. Dabei entstehen 32.000 Tonnen C.

Wieviel Tonnen D entstehen bei der Reaktion?

c) Zwei Stoffe werden in ein Becherglas mit Wasser gegeben. Beide Stoffe lösen sich sofort auf. Wie kannst Du nachprüfen, ob beide Stoffe miteinander reagiert haben?

Beschreibe, was Du tun würdest, um diese Frage zu klären.

ANHANG I: DER PISA-TEST VIER MONATEN NACH ENDE DER INTERVENTION (PT 2)

PISA - AUFGABEN

I Reinigung eines Großwasserkessels einer Industrieanlage

Der Großwasserkessel einer Industrieanlage ist verkalkt. Eine dünne Kalkschicht befindet sich am Kesselrand. Ein Ingenieur und ein Chemiker wollen helfen den Kessel vom Kalk befreien.

Aufgaben

3. Der Ingenieur schlägt vor, den Kessel mit einer konzentrierten Lösung aus Spülmittel und Wasser aufzukochen.

Es passiert leider kaum etwas, denn der Kalkbelag ist immer noch vorhanden.

Was glaubst du ist geschehen?

Kreuze an:	stimmt	stimmt nicht
1. Spülmittel reagiert nur in der Hitze mit Kalk		
2. Es war zu wenig Spülmittel in der Lösung		
3. Spülmittel reagiert nicht mit Kalk		
4. Spülmittel reagiert gut mit Kalk		
5. Spülmittel bildet mit Kalk lösliche Verbindungen		

Eine Antwort ist richtig!

4. Jetzt hat der Chemiker eine neue Idee. Er schlägt vor Essigsäure zu nehmen, um den Kessel zu reinigen. Als er die Essigsäure in den Wasserkessel gießt, sprudelt es heftig und nach einiger Zeit ist der Kalkbelag verschwunden.

Was ist passiert?

Der Ingenieur meint, der Kalk hat sich nur aufgelöst, aber mit der Essigsäure ist nichts passiert. Dagegen meint der Chemiker, auch die Essigsäure muss sich verändert haben, wenn der Kalk sich löst.

Wer hat Recht? Der Ingenieur oder der Chemiker?

Kreuze an:

Der Ingenieur hat Recht, weil _____

Der Chemiker hat Recht, weil _____

3. „Wieso sprudelt es, wenn die Essigsäure in den Kessel gegeben wird?“ fragt der Ingenieur. Dabei kocht das Wasser gar nicht, weil es kalt ist. Als sie aber genauer das Wasser beobachten, sehen sie kleine Gasbläschen aufsteigen.

Woher stammt das Gas? Kommt es aus der Essigsäure oder dem Kalkstein?

Um diese Frage zu beantworten, machen der Ingenieur und der Chemiker ein kleines Experiment: Sie geben Essigsäure auf einen Kalkstein!

Wieder sprudelt es heftig. „Das nützt uns ja gar nichts“, meint der Ingenieur. „Wir wissen immer noch nicht, ob das Gas aus dem Kalk oder der Essigsäure stammt.“

Schlage ein Experiment vor, wie der Ingenieur und der Chemiker erkennen können, ob das Gas aus dem Kalk oder der Essigsäure stammt.

Vorschlag: Der Ingenieur und der Chemiker sollten:

Anhang J: DER LEHRERFRAGEBOGEN (LFB 1, LFB 2)

Liebe Lehrerin, lieber Lehrer!

Wir möchten gerne mehr darüber erfahren, wie Sie Ihren Unterricht planen und vorbereiten, wie Sie im Unterricht vorgehen, wie Sie sich das Lernen von Chemie vorstellen und welches Bild Sie von der „Natur“ der Naturwissenschaft Chemie haben. Wir bitten Sie deshalb, diesen Fragebogen auszufüllen und die Fragen so genau und offen wie möglich zu beantworten. Dabei gibt es keine richtigen oder falschen Antworten - wir sind an Ihrer ganz persönlichen Meinung interessiert.

Sie finden im Folgenden einige Aussagen über Chemie, den Chemieunterricht und das Lehren und Lernen von Chemie. Bitte geben Sie für jede Aussage an, ob Sie ihr völlig oder zum Teil zustimmen können oder ob Sie die Aussagen für teilweise oder vollständig falsch halten.

Wir versichern Ihnen ausdrücklich, dass die erhobenen Daten nur für die institutsinterne Evaluation gedacht sind und personenbezogene Daten nicht an Dritte weitergeleitet werden. Ergebnisse aus der Auswertung werden nur in generalisierter und anonymisierter Form veröffentlicht. Über die Ergebnisse der Auswertung werden wir Sie im Laufe Ihrer Mitarbeit informieren.

Wir bedanken uns im Voraus für Ihre Mitarbeit!

Zur Person:

Geben Sie bitte den 2. und 3. Buchstaben im Vornamen
Ihrer Mutter an.

Geben Sie bitte den 2. und 3. Buchstaben im Vornamen
Ihres Vaters an.

Geben Sie bitte ihren Geburtstag an (zweistellig, z.B. für 19.
Dezember die „19“).

Geschlecht

weiblich

männlich

Alter

Unterrichtsfächer

Schule

Datum: _____

Ihr Bild von der Wissenschaft Chemie

Der Chemieunterricht vermittelt Schülerinnen und Schülern nicht nur chemische Begriffe und Prinzipien, sondern auch eine Vorstellung davon, was für eine Art von Wissenschaft Chemie eigentlich ist. Wir möchten gerne mehr darüber erfahren, welches Bild Sie von der „Natur“ der Naturwissenschaft Chemie haben. Geben Sie dazu bitte für die folgenden Aussagen an, für wie zutreffend Sie diese halten.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Die Existenz von chemischen Gesetzmäßigkeiten kann durch geeignete Experimente bewiesen werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemische Theorien sind menschliche Konstruktionen, die gezielt zur Deutung von Phänomenen dienen sollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Modell ist so lange richtig, bis man ein neues gefunden hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemische Entwicklungen wirken sich stets positiv für die Menschheit aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemisches Wissen kann eindeutig bewiesen werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit Hilfe der Chemie kann man in Natur und Technik alles erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine chemische Theorie lässt sich eindeutig aus Experimenten ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aus einem Modell kann man eindeutige Aussagen über das Original ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemische Theorien sind ein getreues Abbild der Wirklichkeit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemisches Wissen kann in anderen naturwissenschaftlichen Bereichen gut angewendet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit Experimenten erhält man Hinweise auf die Richtigkeit von Theorien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemie beschreibt, wie die Natur wirklich ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In der Chemie gibt es nur einen Lösungsweg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ziel chemischer Theorien ist es, praktische Probleme zu lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine chemische Theorie erlaubt, Phänomene eindeutig zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In der Natur existieren chemische Gesetze unabhängig davon, ob Menschen die Natur beobachten oder nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemische Modelle gehören zur Realität.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemie ist die Grundlage unseres Wohlstands.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemische Modelle können richtig oder falsch sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Viele chemische Aufgaben kann man auf ganz verschiedene Arten lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neue Theorien werden stets aus den Ergebnissen von Experimenten entwickelt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Chemisches Wissen kann eindeutig bewiesen werden.

Chemiker und Chemikerinnen müssen die gesellschaftlichen und moralischen Konsequenzen ihres Handelns bedenken.

Ein chemisches Modell ist das Gleiche wie eine chemische Theorie.

Ihr Bild vom Chemielernen

Wir möchten gerne mehr darüber erfahren, wie Sie sich das Lernen von Chemie vorstellen. Die folgenden Aussagen beschäftigen sich mit der Frage, wie man Schülerinnen und Schüler beim Lernen von Chemie unterstützen sollte. Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie diese Aussagen halten.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Man sollte Schülerinnen und Schülern erlauben, eigene Experimente zu planen und durchzuführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es hilft Schülerinnen und Schülern, Chemie zu begreifen, wenn man sie ihre eigenen Lösungsideen diskutieren lässt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler benötigen ausführliche Anleitung dazu, wie Experimente durchzuführen sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Lernen eines Merksatzes ist wichtig für das Verstehen eines Phänomens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man sollte von Schülerinnen und Schülern verlangen, Aufgaben in der Regel so zu lösen, wie es im Unterricht gelehrt wurde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler können chemische Zusammenhänge in der Regel selbst entdecken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gute Lehrpersonen führen die richtige Art und Weise vor, in der ein Problem zu lösen ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei vielen Experimenten können Schülerinnen und Schüler auch ohne Hilfe von Erwachsenen Lösungswege finden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Gruppenunterricht kann den Schülerinnen und Schülern nicht effektiv chemisches Wissen vermittelt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler lernen Chemie am besten, indem sie selbst Wege zur Lösung von Problemen entdecken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lehrpersonen sollten für das Lösen von Aufgaben detaillierte Vorgehensweisen vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schülern benötigen am Ende einer jeden Unterrichtsstunde eine Ergebnissicherung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Am besten lernen Schülerinnen und Schüler Chemie aus Demonstrationen und Erklärungen ihrer Lehrperson.

Lernen von Chemie bedeutet, sich sein eigenes Wissen zu konstruieren.

Mit den Schülerinnen und Schülern sollten oft Lösungswege schrittweise erarbeitet werden.

Schülerinnen und Schülern sollten bereits Experimente durchführen, bevor sie alle dazu relevanten Prozeduren gut beherrschen.

Das Aufgreifen von Schülerfragen verhindert effektiven Unterricht.

Chemie sollte in der Schule so gelehrt werden, dass die Schülerinnen und Schülern Zusammenhänge selbst entdecken können.

Das Thematisieren der Schülervorstellungen führt dazu, dass sich Fehlvorstellungen verfestigen.

Schülerinnen und Schülern benötigen ausführliche Anleitung dazu, wie Anwendungsprobleme zu lösen sind.

Lehrpersonen sollten für das Deuten von Phänomenen detaillierte Vorgehensweisen vermitteln.

Wenn ein chemisches Prinzip gut erklärt wird, verstehen es alle Schülerinnen und Schüler in der gleichen Art und Weise.

Lernbegriff

Lernen ist in den verschiedenen Fächern mit unterschiedlichen subjektiven Empfindungen verbunden. Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Empfindungen Sie zu Ihrem Chemieunterricht haben. Geben Sie bitte an, wie sehr Sie die folgenden Begriffe mit dem Lernen im Chemieunterricht verbinden.

Bitte in jeder Zeile nur **ein** Kästchen ankreuzen.

	sehr ähnlich		→ → → →		nicht ähnlich	
sich anstrengen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
arbeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aufgaben bearbeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
begreifen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
beobachten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
büffeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
entscheiden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erfahrungen machen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
erkennen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich etwas einprägen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
etwas beherrschen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
frustriert sein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nachdenken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Probleme lösen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
schwitzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich sorgen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich verändern	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spaß haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
verpflichtet sein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
verstehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wachsen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zweifeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich zwingen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zielorientierung

Wir würden gerne wissen, wie wichtig es Ihnen ist, Ihre Schülerinnen und Schüler am Beginn einer Unterrichtsstunde oder -einheit über die Inhalte und Ziele des Unterrichts zu informieren. Falls es Ihnen wichtig erscheint, wüssten wir gerne, in welcher Form Sie diese Informationen an Ihre Schülerinnen und Schüler weitergeben.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.

Eine Information über Ziele und Inhalt der Stunden ist für das Lernen nicht nötig.

Die Schülerinnen und Schüler können Informationen über Ziele und Inhalte der Stunden aus der Art und Weise erschließen, in der der Stoff unterrichtet wird.

Bevor man eine Stunde oder Unterrichtseinheit beginnt, sollte man die Schülerinnen und Schüler über Ablauf und Ziele der Stunde(n) informieren.

trifft völlig zu

trifft eher zu

trifft eher nicht zu

trifft überhaupt nicht zu

Unterrichtsziele und Ihre Rolle als Lehrer/in

Der Chemieunterricht kann sehr verschiedene Schwerpunkte setzen und die verschiedensten Ziele verfolgen. Wir möchten gerne wissen, welche dieser Ziele Ihnen besonders wichtig erscheinen und wie Sie dabei Ihre Rolle als Lehrer definieren würden.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Im Unterricht ist es besonders wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler grundlegende Begriffe, Vorstellungen und Prinzipien aus der Chemie kennen lernen und verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Chemieunterricht ist es wichtig, dass Schülerinnen und Schüler Zusammenhänge zwischen Fakten erkennen und daraus selber Regeln und Prinzipien ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Rolle des Lehrers besteht vor allem darin, Schülerinnen und Schülern Wissen zu vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist besonders wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler praktische Anwendungen von Chemie kennen lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Rolle des Lehrers sollte vor allem die eines „Lernberaters“ oder „Entwicklungshelfers“ sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht sollte gezeigt werden, wie chemische Konzepte entwickelt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht ist es besonders wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, chemisch zu denken und zu argumentieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler sollten im Chemieunterricht vor allem Fakten lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler müssen im Chemieunterricht erkennen, dass es viele Phänomene gibt, die sie mit ihren Alltagstheorien nicht erklären können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lehrer sind vor allem eine Art Modell, von dem sich Schülerinnen und Schüler abschauen können, wie man als Chemiker denkt und Lösungswege für Probleme entwickelt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schwerpunkte der Unterrichtsgestaltung

Wir möchten gerne mehr darüber wissen, worauf man bei der Gestaltung von Unterricht Ihrer Meinung nach besonders achten sollte. Dabei interessiert uns vor allem, welche Vorgehensweisen Sie für geeignet halten und wie man Ihrer Ansicht nach mit den Vorstellungen und Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler umgehen sollte. Geben Sie dazu bitte an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Im Unterricht sollte Wert darauf gelegt werden, die entscheidenden Inhalte deutlich hervorzuheben und zusammenzufassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Falsche Vorstellungen, die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht mitbringen, sollte man am besten ignorieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist wichtig, dass am Ende einer Unterrichtsstunde ein Ergebnis festgehalten werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist nicht nötig, auf jede Äußerung von Schülerinnen und Schülern zum Thema einzugehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zum Verdeutlichen komplizierter Inhalte sollte man Vergleiche oder Analogien benutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn Schülerinnen und Schüler Fehler machen, kann man diese gut als Lerngelegenheit nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht sollten möglichst oft Phänomene oder Beispiele aus dem Alltag berücksichtigt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neue Inhalte sollten mit den Schülerinnen und Schülern Schritt für Schritt erarbeitet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An die Vorstellungen, die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht mitbringen, kann man gut anknüpfen, um die chemische Sichtweise zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht sollte man versuchen, die Interessen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn sich Schülerinnen und Schüler im Unterricht zum Thema äußern, sollte man ihre Äußerungen aufgreifen und durchsprechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht sollte gezeigt werden, wie aus dem Wechselspiel zwischen Theorie und Experiment wissenschaftliche Prinzipien abgeleitet werden können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fehlerhafte Schüleräußerungen sollte man umgehend korrigieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht sollten Verknüpfungen zwischen Inhalten deutlich hervorgehoben werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht ist es wichtig, auf Fragen und Verständnisschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler einzugehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Es ist wichtig, sich beim Unterrichten an den geplanten Ablauf der Stunde zu halten.

Wenn Schülerinnen und Schüler fehlerhafte Vorstellungen in den Unterricht mitbringen, sollte man sie mit der physikalischen Sichtweise konfrontieren.

Experimente im Unterricht

Hier möchten wir gerne mehr darüber erfahren, welche Art von Experimenten Sie im Unterricht einsetzen. Außerdem möchten wir gerne wissen, welche Ziele Sie mit dem Einsatz von Experimenten verbinden. Geben Sie dazu bitte an, wie weit die folgenden Aussagen für Sie zutreffen.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.

trifft völlig zu
trifft eher zu
trifft eher nicht zu
trifft überhaupt nicht zu

Experimente sind gut geeignet, um Phänomene darzustellen.

Man sollte im Chemieunterricht so oft wie möglich Schülerexperimente durchführen.

Experimente eignen sich gut dazu, chemische Konzepte und Gesetze zu veranschaulichen.

Man sollte im Chemieunterricht vor allem Demonstrationsexperimente durchführen.

Schülerexperimente sind gute Gelegenheiten für eigenständiges Lernen.

Mit Experimenten können Schülerinnen und Schüler chemische Gesetzmäßigkeiten direkt erfahren.

Aktivitäten im Unterricht

Wir würden uns gerne ein Bild davon machen, wie Ihr Chemieunterricht aussieht. Sie finden dazu eine Reihe möglicher Lehrer- und Schüleraktivitäten im Chemieunterricht. Bitte beurteilen Sie für jede Aktivität, wie oft diese in Ihrem Chemieunterricht in der Regel vorkommt.

Wie häufig kommen die folgenden Tätigkeiten in Ihrem Chemieunterricht vor?	nie	selten (ein paar Mal im Jahr)	manchmal (ein- bis zweimal im Monat)	oft (ein- bis zweimal pro Woche)	in fast allen Stunden
Ich bemühe mich als Lehrer, möglichst viele Schülerinnen und Schüler in die Interaktionen im Klassenraum einzubeziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler entwickeln oder vervollständigen eigene Untersuchungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler lesen aus dem Lehrbuch vor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich versuche, Begriffe aus dem Chemieunterricht zu Themen aus dem Alltag in Beziehung zu setzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler benutzen die aus anderen Unterrichtsfächern erworbenen Kenntnisse, um Chemie besser zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler erläutern ihre Gedankengänge, wenn sie Fragen beantworten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich stelle den Schülerinnen und Schülern Fragen, die man mit einem oder zwei Worten beantworten kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler unterrichten ihre Mitschüler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schülerinnen und Schüler präsentieren der Klasse Arbeitsergebnisse oder Experimente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler beteiligen sich an Untersuchungen außerhalb des Chemieunterrichts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler schreiben Protokolle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bevor ich ein neues Thema einführe, versuche ich das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu diesem Thema zu erkunden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler diskutieren über aktuelle Ereignisse, die mit Chemie verbunden sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich ermutige die Schülerinnen und Schüler, sich Begriffe und Prinzipien gegenseitig zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler nutzen moderne Technologien, um Chemie zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Tests mit Kurzantworten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(z.B. multiple choice-Aufgaben, Lückentexte)

Wenn ich Begriffe erkläre, verwende ich praktische Aktivitäten zur Veranschaulichung.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten wie Wissenschaftler.

Ich gebe den Schülerinnen und Schülern Zeit, über ihre Antworten auf Fragen nachzudenken.

Die Schülerinnen und Schüler beteiligen sich an praktischen chemischen Aktivitäten.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an umfangreichen chemischen Untersuchungen oder Projekten (eine Woche oder mehr).

Die Stunden sind so gestaltet, dass sich nur einige Schülerinnen und Schüler aktiv beteiligen können.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Arbeitsblätter oder beantworten Fragen aus dem Lehrbuch.

Die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, auf andere Weise als durch Klassenarbeiten und Tests zu zeigen, was sie im Chemieunterricht gelernt haben.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an der Lösung von Alltagsproblemen.

Ich benutze andere Medien als das Lehrbuch (z.B. Videos, Software, CDs, digitale Kameras oder Computer)

Die Schülerinnen und Schüler beurteilen ihren eigenen Lernerfolg.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterrichtsmethoden

Wir möchten gerne mehr darüber erfahren, mit welchen Methoden sie Ihren Unterricht gestalten. Bitte geben Sie für die im folgenden genannten Aktivitäten an, wie oft diese in Ihrem Chemieunterricht in der Regel vorkommen.

Wie häufig kommen die folgenden Tätigkeiten in Ihrem Chemieunterricht vor?	nie	selten (ein paar Mal im Jahr)	manchmal (ein- bis zweimal im Monat)	oft (ein- bis zweimal pro Woche)	in fast allen Stunden
Ich nehme mir Zeit, um den Schülerinnen und Schülern neue Inhalte genau zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich präsentiere bei der Einführung einer neuen Thematik ein Modell, um meine Schülerinnen und Schüler zuvor mit einer Grundstruktur vertraut zu machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler schreiben Berichte über ihr Lernen (Lerntagebuch, Portfolio, Arbeitsjournal).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler arbeiten selbständig nach einem strukturierten schriftlichen Arbeitsauftrag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fordere die Schülerinnen und Schüler auf, für die Beschreibung oder Erklärung eines bestimmten Phänomens ein Modell zu skizzieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich demonstriere den Schülerinnen und Schülern chemische Phänomene, Verfahren und Prinzipien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an einem individuellen Arbeitsplan (Wochenplan, Lernplan).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In einer Diskussion mit Schülerinnen und Schülern vergleiche ich verschiedene Modelle, die dasselbe Phänomen betreffen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an Stationen (Lernzirkel, Lerntheke, Werkstattunterricht).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schülerinnen und Schüler diskutieren miteinander über ein Thema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich präsentiere vor einem experimentellen Arbeitsauftrag ein Modell, um meinen Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen, die experimentellen Ergebnisse unter Verwendung dieses Modells zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich lasse die Schülerinnen und Schüler selbständig Lösungswege zu anspruchsvollen Problemen/Aufgaben suchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich versuche die Schülerinnen und Schüler durch Fragen am Unterricht zu beteiligen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich diskutiere mit den Schülerinnen und Schülern das Kennzeichnende von wissenschaftlichen Modellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten selbständig an selbst gewählten Aufgaben.

Ich fordere die Schülerinnen und Schüler auf, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen einem bestimmten Modell und seinem Original zu kennzeichnen.

Unterrichtsvorbereitung

Wir möchten gerne mehr darüber erfahren, wie Sie Ihren Unterricht vorbereiten. Bitte geben Sie an, wie oft Sie die folgenden Möglichkeiten der Unterrichtsvorbereitung nutzen.

Bei der Unterrichtsvorbereitung...	nie	gelegentlich	oft	fast immer
... lege ich zuerst die Inhalte fest, die in der Stunde behandelt werden sollen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... lege ich zuerst Lernziele für die Schülerinnen und Schüler fest	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... mache ich mir Gedanken darüber, welche Vorstellungen die Schülerinnen und Schüler zu einem Thema mitbringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... mache ich mir Gedanken darüber, was die Schülerinnen und Schüler zu einem Thema schon wissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... mache ich mir Gedanken darüber, welche Inhalte die Schülerinnen und Schüler besonders interessieren könnten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... stehen für mich fachliche Überlegungen im Vordergrund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... orientiere ich mich am Ergebnis der vorangegangenen Stunde(n)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... greife ich auf Materialien aus den vorangegangenen Schuljahren zurück	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... mache ich mir Gedanken darüber, welche Aktivitäten die Schülerinnen und Schüler eigenständig durchführen können	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... versuche ich immer wieder, verschiedene Methoden zu integrieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... suche ich nach Anknüpfungspunkten aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Leistungsbeurteilung

Wir möchten gerne mehr darüber erfahren, wie Sie sich ein Bild von der Leistungsentwicklung Ihrer Schülerinnen und Schüler verschaffen. Bitte beurteilen Sie dazu, inwieweit die folgenden Aussagen auf Sie zutreffen.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Ich bewerte die Leistung einer Schülerin/eines Schülers in bezug auf das Ergebnis dieser Schülerin/dieses Schülers in der vorhergehenden Arbeit oder im vorhergehenden Test.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass Schülerinnen und Schüler den Stoff verstanden haben, sieht man daran, dass sie in der Lage sind, das Gelernte auf neuartige Problemsituationen anzuwenden (Transfer).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Um zu sehen, ob Schülerinnen und Schüler etwas gelernt haben, lässt man sie am besten Aufgaben aus dem Buch oder Probleme zum Thema bearbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bewerte die Leistung meiner Schülerinnen und Schüler nach Leistungskriterien, die ich vor der Beurteilung einer Arbeit/eines Tests festlege.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass Schülerinnen und Schüler etwas gelernt haben, kann man daran sehen, dass sie sich bei eigenständigen Arbeiten intensiv mit den Aufgaben auseinander setzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich beurteile die Leistung einer Schülerin/eines Schülers, indem ich sie mit dem Klassendurchschnitt vergleiche.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler kann man am besten nach der Qualität der von ihnen eigenständig erstellten Zusammenfassungen eines Inhalts beurteilen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Berufliche Bedingungen

Zum Abschluss würden wir gerne noch wissen, wie zufrieden sie mit Ihren beruflichen Bedingungen sind. Geben Sie dazu bitte an, inwieweit die folgenden Aussagen für Sie zutreffen.

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Meine Schülerinnen und Schüler finden den Chemieunterricht interessant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Am Ende eines Schultags fühle ich mich erledigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann auch mit problematischen Schülerinnen und Schülern in guten Kontakt kommen, wenn ich mich darum bemühe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich glaube, dass ich das Leben anderer Menschen durch meine Arbeit positiv beeinflusse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein didaktischer Gestaltungsspielraum wird durch den Lehrplan eingeengt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte geben Sie an, für wie zutreffend Sie die folgenden Aussagen halten.	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Es gelingt mir gut, mich in meine Schülerinnen und Schüler hinein zu versetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die fachdidaktischen Veranstaltungen im Studienseminar haben mich gut auf meine jetzige Lehrtätigkeit vorbereitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde für meine Pläne und Ideen selten Unterstützung im Kollegium.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Arbeit frustriert mich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Arbeit als Chemielehrer/in wird von meinen Schülerinnen und Schülern geschätzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Zusammenarbeit im Kollegium ist gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin mir sicher, dass ich mich in Zukunft auf individuelle Probleme der Schülerinnen und Schüler noch besser einstellen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch meine Arbeit fühle ich mich ausgelaugt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Vorbereitung auf meine Lehrtätigkeit durch meine gesamte Ausbildung empfinde ich zusammenfassend als zufriedenstellend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. Sind sie der Meinung, dass im Unterricht aufgezeigt werden soll,

- a) wie die Erkenntnisgewinnung in der Wissenschaft stattfindet?
 b) dass es verschiedene Vorstellungen über diesen Weg gibt?
 Begründen sie bitte Ihre Aussagen.

ja nein

2. An welchen Stellen würden sie ihren Unterricht verändern wollen?

3. Welche Maßnahmen haben sie für diese Veränderung bereits ergriffen?
 Welche noch nicht?

4. Welche Weiterbildungsmaßnahmen nutzen sie?
 (z.B. Fernsehsendungen, Bücher, Fortbildungen etc.)

5. Was waren die Beweggründe für die Teilnahme an **dieser** Studie?

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

ANHANG K: DESKRIPTIVE WERTE

	Aufgabennummer	Panofskygruppe			Vergleichsgruppe			U-Wert	Signifikanzniveau
		M	SD	N	M	SD	N		
PT 1	I1	0,72	0,45	79	0,88	0,33	81	2703,50	0,01
	I2a	0,86	0,35	79	0,80	0,40	81	3013,00	0,22
	I2b	0,53	0,48	79	0,49	0,48	81	3066,50	0,32
	I3	0,58	0,48	79	0,34	0,47	81	2407,50	0,00
	II1	0,75	0,44	79	0,51	0,50	81	2429,50	0,00
	II2b	0,49	0,50	79	0,51	0,50	81	3159,50	0,50
	II2c	0,42	0,44	79	0,15	0,28	81	2122,50	0,00
PT 2	1	0,60	0,49	87	0,29	0,45	84	2514,00	0,00
	2a	0,89	0,32	87	0,58	0,50	84	2551,50	0,00
	2b	0,53	0,49	87	0,27	0,43	84	2667,00	0,00
	3	0,40	0,47	87	0,14	0,33	84	2575,00	0,00
ET 1	1	4,72	0,84	69	1,60	1,81	81	519,00	0,00
	2	5,26	2,13	69	1,25	1,74	81	375,50	0,00
	3	4,43	1,27	69	2,14	2,03	81	1022,50	0,00
	4	5,33	0,97	69	1,94	1,36	81	117,00	0,00
	5a	0,97	0,17	69	0,87	0,34	77	2388,50	0,03
	5b	0,90	0,30	69	0,43	0,50	81	1491,00	0,00
	6	4,70	0,58	69	1,52	1,57	81	276,50	0,00
	7	1,96	1,28	69	0,07	0,26	81	792,00	0,00
	8	1,19	1,53	69	0,04	0,25	81	1433,50	0,00
9	2,97	2,71	69	0,32	0,91	81	1081,50	0,00	
ET 2	1	4,68	1,01	87	1,88	1,98	84	1000,50	0,00
	2	4,93	1,66	87	1,56	1,65	84	627,50	0,00
	3	4,07	1,25	87	1,96	1,84	84	1401,50	0,00
	4	1,57	1,50	87	0,21	0,56	84	1423,50	0,00
WT 1	1	0,74	0,44	87	0,96	0,20	74	2498,50	0,00
	2	0,98	0,15	87	0,65	0,48	74	2162,00	0,00
	3	0,63	0,49	87	0,70	0,46	74	2990,00	0,40
	4	0,95	0,21	87	0,82	0,38	74	2801,50	0,01
	5	0,95	0,21	87	0,92	0,27	74	3106,00	0,52
	6	0,52	0,50	87	0,66	0,48	74	2752,50	0,08
	7	0,80	0,40	87	0,53	0,50	74	2325,50	0,00
	8	0,99	0,11	87	1,00	0,00	74	3182,00	1,00
	9	0,63	0,49	87	0,59	0,49	74	3098,00	0,63
	10a	0,56	0,50	87	0,77	0,42	74	2552,50	0,01
	10b	0,33	0,43	87	0,24	0,34	74	2941,00	0,28
	11a	0,44	0,50	87	0,50	0,50	74	3015,50	0,43
	11b	0,78	0,39	87	0,63	0,47	74	2693,00	0,03
12	1,03	0,77	87	0,64	0,75	74	2302,50	0,00	
13	0,70	0,74	87	0,91	0,71	74	2662,00	0,52	
WT 2	1	0,70	0,80	86	0,43	0,61	84	2994,50	0,01
	2	0,37	0,64	87	0,81	0,71	84	2365,00	0,00
	3	0,71	0,46	87	0,81	0,40	84	3300,00	0,10
	4	0,90	0,31	87	0,69	0,47	84	2901,00	0,00
	5	0,53	0,50	87	0,56	0,50	84	3541,50	0,40
	6	0,45	0,50	87	0,45	0,50	84	3639,00	0,54
	7	0,59	0,50	87	0,25	0,44	84	2425,50	0,00
	8	0,52	0,50	87	0,26	0,44	84	2721,00	0,00
	9	0,48	0,50	87	0,50	0,50	84	3591,00	0,47

		Panofskygruppe		Vergleichsgruppe		U - Wert	Signifikanzniveau
		Prozent	N	Prozent	N		
Lernzuwachs (Nachtest)	1	1,2	83	11	82	3070,5	0,01
	2	8,4	83	0	82	3116	0,01
	3	39,8	83	12,2	82	2465	0,00
	4	31,3	83	2,4	82	2420	0,00
	5	41	83	17,1	82	2590	0,00
	6	19,3	83	3,7	82	2871,5	0,00
	7	27,7	83	19,5	82	3124	0,15
	8	13,3	83	2,4	82	3035	0,01
	9	12	83	1,2	82	3034,5	0,01
	10	1,2	83	0	82	3362	0,50
	11	7,2	83	2,4	82	3240	0,14
	12	9,6	83	45,1	82	2195,5	0,00
	13	8,4	83	2,4	82	3199	0,09
Lernzuwachs (Nach-Nachtest)	1	2,4	84	6,2	81	3273	0,21
	2	14,3	84	8,6	81	3210	0,19
	3	32,1	84	8,6	81	2602	0,00
	4	15,5	84	0	81	2875,5	0,00
	5	46,4	84	30,9	81	2872,5	0,03
	6	20,2	84	2,5	81	2797,5	0,00
	7	16,7	84	14,8	81	3339	0,46
	8	16,7	84	3,7	81	2961	0,01
	9	3,6	84	0	81	3280,5	0,13
	10	2,4	84	1,2	81	3363	0,51
	11	8,3	84	1,2	81	3160,5	0,04
	12	11,9	84	43,2	81	2337	0,00
	13	6	84	7,4	81	3352,5	0,48
Was ist Chemie (Vortest)	1	8,3	84	9,2	87	3622,5	1,00
	2	0	84	1,1	87	3612	1,00
	3	7,1	84	6,9	87	3552	0,46
	4	28,6	84	29,9	87	3606	0,87
	5	63,1	84	47,1	87	3070,5	0,05
	6	15,5	84	19,5	87	3505,5	0,55
	7	19	84	36,8	87	3006	0,01
	8	19	84	14,9	87	3504	0,54
	9	8,3	84	4,6	87	3517,5	0,37
	10	14,3	84	5,7	87	3342	0,08
Was ist Chemie (Nachst)	1	10,5	86	12,7	79	3322,5	0,42
	2	0	86	3,8	79	3268	0,11
	3	11,6	86	7,6	79	3260	0,27
	4	29,1	86	29,1	79	3395,5	0,57
	5	44,2	86	54,4	79	3049	0,12
	6	19,8	86	20,3	79	3380,5	0,55
	7	17,4	86	26,6	79	3086,5	0,11
	8	33,7	86	10,1	79	2595,5	0,00
	9	17,4	86	1,3	79	2847,5	0,00
	10	10,5	86	10,1	79	3385,5	0,57
Was ist Chemie (Nach-Nachtest)	1	8,5	82	7,6	79	3208,5	0,53
	2	3,7	82	2,5	79	3202,5	0,52
	3	4,9	82	12,7	79	2987	0,07
	4	26,8	82	22,8	79	3108	0,34

	5	36,6	82	32,9	79	3120	0,37
	6	17,1	82	24,1	79	3013	0,18
	7	20,7	82	29,1	79	2967,5	0,15
	8	29,3	82	12,7	79	2701	0,01
	9	26,8	82	8,9	79	2657	0,00
	10	7,3	82	5,1	78	3128	0,41
Chemiker (Vortest)	1	19,3	83	14,9	87	3454	0,54
	2	13,3	83	10,3	87	3505,5	0,64
	3	27,7	83	28,7	87	3573,5	1,00
	4	47	83	42,5	87	3449,5	0,64
	5	16,9	83	8	87	3292	0,10
	6	7,2	83	10,3	87	3498	0,59
	7	8,4	83	8	87	3596,5	1,00
	8	15,7	83	19,5	87	3470,5	0,55
Chemiker (Nachtest)	1	27,4	84	11,1	81	2848,5	0,01
	2	22,6	84	8,6	81	2926,5	0,01
	3	28,6	84	21	81	3144	0,17
	4	42,9	84	40,7	81	3330	0,45
	5	11,9	84	8,6	81	3291	0,33
	6	13,1	84	9,9	81	3292,5	0,34
	7	8,3	84	6,2	81	3328,5	0,41
	8	10,7	84	27,2	81	2842,5	0,01
Chemiker (Nach-Nachtest)	1	28,6	84	7,4	81	2682	0,00
	2	21,4	84	4,9	81	2841	0,00
	3	36,9	84	18,5	81	2776,5	0,01
	4	42,9	84	50,6	81	3138	0,20
	5	10,7	84	9,9	81	3373,5	0,53
	6	10,7	84	12,3	81	3346,5	0,47
	7	8,3	84	3,7	81	3244,5	0,18
	8	8,3	84	21	81	2971,5	0,02

ANHANG L: E-MAIL AUS DER UNTERRICHTSEINHEIT „CHEMISCHE REAKTION“ DER PANOFSKYGRUPPE

Hallo!

Gestern habe ich wohl eine Wette verloren. „Schade für Dich!“ würdest Du sicherlich sagen. Das habe ich bis gestern auch noch gedacht und meinen Verlust bedauert, aber heute brachte mich mein Misserfolg auf eine geniale Idee! Damit Du mir aber folgen kannst, erzähle ich Dir alles von vorne. Es fing eigentlich damit an, dass ich nach Hause kam und - wütend die Tasche in die Ecke werfend und fluchend - meinem Vater zu erzählen versuchte, dass ich, obwohl ich mir bei einem Test sehr viel Mühe gegeben hatte, diesen trotzdem nicht bestand. Mein Vater antwortete: „Nichts auf der Welt geht verloren, also wird auch deine Mühe nicht verloren gehen.“ Toller Spruch dachte ich und schaute meinen Vater mit einem Gesicht an, in welches anscheinend meine Gedanken geschrieben waren, denn dieser lächelte und sprach dann weiter: „Ich kann mit Dir sogar darum wetten!“ Er schaute sich um und sein Blick blieb nun auf einer meiner Schachteln aus Pappe hängen. „Wenn ich diese Schachtel anzünden würde, würdest Du ja sagen, sie ist verloren gegangen, nicht wahr? Ich wette mit Dir, dass sie nicht verloren geht.“ Ich verstand überhaupt gar nicht, was er mir damit sagen wollte. Aber ja, klar, es wäre weg, dachte ich. Und kaum hatte ich mein „Ja!“ ausgesprochen und zu meinem Vater herübergeschaut, schon brannte meine Schachtel im Waschbecken und mein Vater stand mit einem Feuerzeug in der Hand daneben und schaute dem Spektakel zu. „Das wird ja immer besser“, dachte ich. Als ob ich heute nicht schon genug Ärger gehabt hätte. Dann fing er aber an zu erklären: „Dinge wie Deine Schachtel bestehen aus Stoffen. Stoffe wiederum können sich selbst verändern oder auch wir können sie verändern. Wenn also Deine Schachtel brennt, findet eine chemische Reaktion statt und aus den Stoffen, aus denen Deine Schachtel besteht, Entschuldigung, bestand, bilden sich durch die Reaktion mit Luft neue Stoffe. In diesem Fall Stoffe, die aussehen wie Asche und - wie wir sehen - auch gasförmige Stoffe. Das bedeutet also, dass Deine Schachtel sozusagen in Form anderer, neuer Stoffe um uns herum ist. Die Stoffe haben sich nur umgebildet. Mehr noch, die Masse der Stoffe, aus denen Deine Schachtel bestand, entspricht der Masse der Stoffe, die sich nach der Reaktion gebildet hat. Pass auf, das ist wie mit dem geschriebenen Wort. Stell’ Dir vor, das Wort „Schachtel“ reagiert mit dem Wort „Luft“. Beim Auseinandernehmen (wie eben dem Verbrennen) stellt man erstmal fest, dass das Wort Schachtel zwar aus den 6 Lauten SCH, A, CH, T, E und L besteht, jedoch genauer betrachtet - hören können wir es ja nicht - sich aus 9 Buchstaben S,C,H,A,C,H,T,E,L zusammensetzt. Aha! Eben diese Buchstaben und keine anderen, so z.B. kein B oder K. Also: reagiert nun S,C,H,A,C,H,T,E,L mit L,U,F,T, dann können neue Worte entstehen. Worte, die wir kennen, wie „ACHTELS FLUCHT“ oder die uns noch unbekannt sind, wie „SCHUFTL TELCHA“. Kein Buchstabe geht aber trotz des Auseinandernehmens verloren. Das heißt: Es sind immer noch genau die gleichen und genau so viele Buchstaben wie vorher. „SCHUFTL TELCHA“ erinnert nicht mehr an die gute alte Schachtel, aber „SCHUFTL TELCHA“ hat sich eben aus der alten „SCHACHTEL“ und der „LUFT“ neu gebildet. Du siehst“ sprach er weiter, „Deine Schachtel ist nicht wirklich verloren gegangen, sondern sie ist *immer noch* vorhanden, nur in einer anderen Stofflichkeit.“ Nun ist er ganz verrückt geworden, dachte ich mir. Ich nickte, als hätte ich alles verstanden, damit er mich nicht noch mehr verwirrte. Aber jetzt kommt’s! Du wirst es mir nicht glauben, aber lange dachte ich darüber nach und ich glaube, dass er Recht hat! Und wenn er Recht hat, könnte man nicht aus einem „lustigen Biber“ „Silber“ machen?!? Na, ich meine..., wenn ich die Worte „lustiger Biber“ zusammenfüge und dann ganz auseinander nehme, dann bekomme ich die Buchstaben L,U,S,T,I,G,E,R,B,I,B,E,R! Daraus könnte doch - jetzt pass auf - „BUTIGER SILBER“ entstehen!!! Verstehst Du? Ich meine es nur im Modell! Das ist doch die Chance Silber herzustellen! Wow, das wäre was! Nun, da ich aber keine so guten Möglichkeiten zum Experimentieren habe und auch nicht besonders viel Ahnung von Chemie hab’, kannst Du das nicht mit einer deiner Chemieklassen ausprobieren? Also, was sagst Du dazu, werden wir reich? Ich warte auf Deine Antwort...

Schöne Grüße!

ANHANG M: WAHRNEHMUNGSAUFGABEN AUS DEM ERSTEN ABSCHNITT DER UNTERRICHTSEINHEIT „CHEMISCHE REAKTION“ DER PANOFKYGRUPPE

Die Beobachtungen zum Bonbon-Experiment in der Stunde

1. Beobachte den Zucker und das Produkt unter der **Lupe**. Zeichne das was du siehst stark vergrößert auf ein DIN A3 Blatt.
2. Nimm mit einem **Tonbandgerät**/mp3-Player den Vorgang dieser Reaktion auf.
3. Mache eine **Fotoserie** des Prozesses. Wähle 4 Bilder aus, die diesen Vorgang am besten darstellen/ beschreiben.
4. Verbinde dir die Augen und versuche am Geruch zu erkennen, wann welche Verfärbung auftritt (zu zweit). Der Partner schreibt auf, nach welcher Zeit du dich äuserst.
5. Schreibe jeweils fünf Worte auf, die dir beim Beobachten des Zuckers, des Prozesses und des Produkts einfallen.
6. Zeichne eine Bildfolge zu dem Bonbon-Experiment, sodass die Zeichnungen einen zeitlichen Verlauf aufweisen.
7. Stelle dir vor, dass du Zucker zum ersten Mal in deinem Leben siehst. Was für Namen könntest du dir für diese weiße Substanz vorstellen. Welche Namen würdest du dem Produkt geben? Schreibe deine neuen Namen auf und schreibe stichwortartig auf, warum du diese Namen wählst. (Mindestens zwei pro Stoff.)
8. „Ich packe meinen Koffer...“ mit der Klasse kurz durchspielen. Eingepackt werden Adjektive, welche den Schülern zum Karamellisiervorgang einfallen. Eine Person protokolliert das Spiel. Schaut euch am Ende die Adjektive an und fragt eventuell eure Mitspieler, warum sie diese gewählt haben, sollte es euch nicht klar sein.
9. (zu zweit) Stell dir vor, du sollst mit dem Zucker, der gleich karamellisiert werden soll, ein Interview führen. Einer spielt den Reporter, der andere den Zucker. Schreibe euer Interview auf.
10. Deine Aufgabe ist es, den Vorgang des Zuckerschmelzens so zu kommentieren, als wäre es ein Fußballspiel. Nimm dies entweder auf einem Tonband auf oder schreibe es auf.
11. Schreibe ein Gedicht/Elfchen/ zum Zucker/Prozess/Produkt, z.B.:
 1. Zeile, ein Wort: der erste Eindruck
 2. Zeile, zwei Worte: zwei Eigenschaften
 3. Zeile, drei Worte: drei Sinneseindrücke
 4. Zeile, vier Worte: noch ein Einfall
 5. Zeile, ein Wort: ein letztes Wort
12. Schreibe vier Zeilen zum Thema Zucker auf, die sich reimen.
13. Versuche mit Zucker und mit dem Produkt eine Zeichnung auf einem DIN A4 Blatt zu machen.
14. Erstelle eine Collage zum Thema Kristallzucker (Mindestgröße: DIN A3).
15. Male eine Farbabfolge der Karamellisierung. Welche Farbveränderungen kannst du nach welcher Zeit beobachten? Versuche die exakte Farbe zu treffen.

16. Stelle dir vor du bist der Regisseur eines Filmes. In diesem Film soll in einer Szene Zucker in einem Glas auf einem Tisch stehen. Durch einen Missgeschick fehlt aber der Zucker. Welchen anderen Stoff würdest du anstelle von Zucker nehmen? Mache drei Vorschläge. Bringe diese „Ersatzstoffe“ zur nächsten Stunde mit.
17. Stelle dir vor du bist der Regisseur eines Filmes. In diesem Film soll in einer Szene das schwarze Produkt der misslungenen Karamellisierung in einem Glas auf einem Tisch stehen. Durch ein Missgeschick fehlt aber das Produkt. Welchen anderen Stoff würdest du anstelle des schwarzen Produktes nehmen?

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Monika Kuchnowski

Geboren: 27.01.1980 in Wejherowo/Polen

Staatsangehörigkeit: deutsch und polnisch

Familienstand: ledig



Schule:

1987 – 1989	Grundschule in Reda/Polen
1989 – 1991	Grundschule in Eutin/Deutschland
1991 – 1995	Grundschule in Reda/Polen
1995 – 1996	Gymnasium in Gdynia/Polen
1996 – 2000	Gymnasium in Eutin/Deutschland
Juni 2000	Abitur

Studium:

2000 – 2003	Studium der Fächer Kunst und Chemie für das Realschullehramt an der CAU zu Kiel
November 2003	erstes Staatsexamen

Referendariat:

2004 – 2006	Referendariat an der Realschule Schönberg
November 2005	zweites Staatsexamen

Tätigkeit am IPN:

seit Januar 2006	wissenschaftliche Mitarbeiterin am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), Abteilung Didaktik der Chemie
------------------	---

Künstlerische Tätigkeiten:

Juni 2007	Ausstellung in der Industrie- und Handelskammer (IHK) Kiel <i>„Polnische Blicke auf's Meer“</i>
-----------	--

August 2007 Ausstellung in Kiev/Ukraine, im Rahmen der Kulturveranstaltung *„Gogolfest“*

September 2007 Ausstellung im Offenen Kanal Kiel *„Polnische Weibsbilder“*

Sonstiges:

1999	Ausbildung zur Rettungssanitäterin
1999	Ausbildung zur Schwesternhelferin
1999	Ausbildung zur Ausbilderin für Erste-Hilfe

ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, Monika Kuchnowski, dass die vorliegende Dissertation, abgesehen von der Beratung durch meinen Betreuer Prof. Dr. R. Demuth, nach Inhalt und Form meine eigene Arbeit ist. Zu ihrer Anfertigung habe ich keine anderen als die vorliegenden Quellen und Hilfsmittel verwendet.

Ich erkläre weiter, dass ich zuvor noch keinen anderen Promotionsversuch unternommen habe und dass insbesondere diese Arbeit weder ganz noch teilweise schon einer anderen Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegen hat, veröffentlicht worden ist oder zur Veröffentlichung eingereicht wurde.

Monika Kuchnowski, Kiel, 17.10.08